

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Eesti Mereakadeemia

Merenduskeskus

Meretranspordi juhtimise õppetool

Triin Rebane

# **SÜVENDUSTÖÖDE JA -TEHNIKA VAJADUS EESTI**

## **SISEVETEL**

Magistritöö

Juhendaja: MBA Maret Güldenkoh

Aavo Raig

Tallinn 2015

# SISUKORD

ABSTRAKT .....	4
SISSEJUHATUS .....	5
1. SÜVENDUSTÖÖDE KORRALDAMINE.....	8
1.1 Süvendustööde vajalikkus .....	8
1.2 Süvendustööde projektide keskkonnajuhtimissüsteem .....	10
1.2.1 Projekti planeerimine.....	13
1.2.2 Projekti teostus .....	15
1.2.3 Teostusjärgne tegevus .....	16
1.2.4 Riskianalüüs .....	16
1.3 Süvendustööde maksumus.....	18
1.4 Süvendustööstus .....	20
1.5 Süvendamistöodel kasutatav tehnika.....	21
1.5.1 Süvendajate tüübid .....	22
1.5.2 Süvendaja valik .....	29
2. UURIMISMEETODID .....	32
2.1 Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimus .....	32
2.2 Sügavusandmete analüüs programmiga Fledermause.....	33
2.3 Sisevetel süvendamist vajavad alad.....	36
2.3.1 Uputus- ja ladustamisvõimalused sisevetel .....	45
3. SÜVENDAMISTÖÖDE- JA TEHNIKA VAJALIKKUSEST EESTI SISEVETEL .....	48
3.1 Süvendusmahtude arvutamine .....	48
3.1.1 Praaga kanal.....	48
3.1.2 Eesti Värava kanal .....	53
3.2 Süvendustööde maksumus Praaga ja Eesti Värava kanalis .....	57
3.3 Süvendustehnika vajadus Eesti sisevetel .....	59
3.3.1 Alternatiiv 0. Veeteede Amet ei oma seadmeid sisevetel süvendamiseks .....	60

3.3.2 Alternatiiv 1. Riiklikult hallatav pargas.....	61
3.3.3 Alternatiiv 2. Riiklikult hallatav pargas ja ujuvplatvorm .....	62
3.3.4 Alternatiiv 3. Riiklikult hallatav pargas ja süvendaja.....	64
KOKKUVÕTE .....	67
VIIDATUD ALLIKAD .....	70
SUMMARY .....	74
LISAD .....	75
Lisa 1. Intervjuu Veeteede Ameti töötajatega.....	75
Lisa 2. Pildimaterjal teise peatüki juurde .....	76
Lisa 3. Pildimaterjal kolmanda peatüki juurde.....	88

## **ABSTRAKT**

Eesti Merenduspoliitika eesmärgiks on soodustada mereturismi ja kohaliku ettevõtlust, selle alla kuuluvad ka siseveekogud. Eesti siseveekogudel kasutatakse liiklemiseks väikelaevu. Üldkasutatavate siseveeteede hooldajaks on Veeteede Amet, kes peab tagama ohutu navigatsiooni siseveekogudel. Süvendustööde teostamiseks korraldatakse riigihange. Siseveekogudel süvendamine on rahaliselt kulukas ning ettevõtjad pole huvitatud süvendustööde teostamisest sisevetel. Sellele probleemi lahenduseks on riiklikult hallatav süvendamistehnika sisevete piirkonnas.

Magistritöö eesmärgiks oli uurida süvendamisvajadust sisevetel ning analüüsida võimalikku süvendustehnika ja töökorralduse vajalikkust. Süvendamisvajaduse uurimiseks võrreldi siseveeteede piirkondade laevatatavust sisevete arengukonseptsiooniga ning teostati sügavusandmete analüüs Praaga ja Eesti Värava kanalites. Eesti siseveekogudel on vaja teostada regulaarseid süvendustöid, 2014 aasta seisuga oli Praaga kanal väikelaevadel läbimatu. Eesti Värava kanali asukohta muudeti 2008 aastal, asukoha kriteeriumiks oli võimalikult aeglane laevatee setetega täitumine. Uues asukohas toimub setete juurde- ja äravool ning 2014 aasta seisuga oli kanal läbitav väikelaevadele, kuid vajalik oleks korduvsüvendus. Süvendustehnikat piirkonda tuleb osta osade kaupa, saamaks enam ettevõtjaid, kes osalevad riigihangetel. Sellisel juhul, kui Veeteede Ametil on olemas süvendustehnika sisevete piirkonnas, tuleb teostada pidevalt süvendustöid kõikidel hooldust vajavatel veeteelõikudel.

Võtmesõnad: siseveekogud, süvendamine, Praaga laevakanal, Eesti Värava laevakanal, süvendusmahud

## SISSEJUHATUS

Eesti on mereriik, mille vetes seilab igapäevaselt sadu laevu. Merendussektoris tegutsevad rahvusvahelisel turul edukalt konkureerivad suurettevõtjad kui ka kohalikku arengut soodustavad väikeettevõtjad. Tulenevalt rahvusvahelistest mõõtmetest on Eesti merendussektor mõjutatud Euroopa Liidu ja Rahvusvahelise Mereorganisatsiooni vastavasisulistest dokumentidest ja ettekirjutistest. Merendusega seotud küsimused on rahvusvahelise mõjuga ning merenduse areng saab toimuda ainult rahvusvahelises koostöös. Tulenevalt geograafilisest asendist soovib Eesti olla strateegiline partner ülemaailmses tarneahelas ja tagada Eestis pakutava transporditeenuse kõrgeim kvaliteet. Lisaks majandustegevusele mõjutab meri ning siseveed inimeste elukeskkonda, teistpidi mõjutab inimeste tegevus merekeskkonda. Koos majandustegevusega tuleb käsitleda elukeskkonna, regionaalarengu ja keskkonnahoiu teemasid. See on võimalik, kui otseselt merendusega seotud majandustegevust toetavad efektiivselt avaliku sektori teenused ja õiguslik regulatsioon.

Eesti Merenduspoliitika 2012-2020 riiklikust arengukavast, kus prioriteediks number 5 on rannäärne elu- ja külastuskeskkond on atraktiivne, soodustades mereturismi ja kohaliku ettevõtluse arengut, kantakse edasi merekultuuripärandit. Selle prioriteedi üheks alampunktiks on siseveeteed.

Eesti siseveekogud on madalaveelised, seega on need sobilikud liiklemiseks väikelaevadele ja madala süvisega alustele. Veeliiklus katkeb talveks siseveekogude jäätumise tõttu. Erinevalt merest alluvad veekogude veetasemed nii sesoonsele kõikumisele kui ka kõikumisele aastate lõikes. Veetaseme kõikumine mõjutab veete sügavust ja veeliiklust. Eeltooduga tuleb arvestada laevaliikluse kavandamisel, regulaarseks laevaliikluseks sobivate aluste soetamisel ning sadamate rajamisel.

Üldkasutatavate veeteede haldajaks on Veeteede Amet, kelle ülesandeks on hoida veeteed liiklejatele avatuna ja ohutuna. Olemasolev vee- ja turismiinfrastruktuur on koondunud Tartu piirkonda. Geograafilisi tingimusi arvestades on see mõistetav. Sisevete arengu puhul on tähtis koostöö riigi, kohaliku omavalitsuse ja erasektori vahel. Riik peab eelkõige tagama tingimused, kus kohalikel omavalitsustel ja ettevõtjatel on võimalik oma infrastruktuuri arendada, vajadusel toetades neid ka rahaliselt.

Sisevetel süvendustööde teostaja leidmiseks korraldatakse riigihange. Tööde mahud on väikesed ning süvendustööd on kallid, sest süvendusfirmad tulevad kogu tehnikaga igale

objektile. Sellepärast on süvendustööde riigihanked pakkumiste puudumise tõttu ebaõnnestunud. Tingituna transpordikulutustest pole süvendusfirmad huvitatud sisevetel süvendamisest ja on esinenud raskusi leidmaks tööde teostajat. Sellest tulenevalt on Veeteede Amet teinud ettepaneku, et amet võiks soetada endale süvendaja ja pargase, et läbi viia väikesemahulisi süvendustöid sisevetel ja madalatel merealadel. Sellise süvendustehnika ostmine oli plaanis juba 2007 aastal, kuid projekt külmutati majanduslanguse ja riigieelarve kärpete tõttu.

Magistritöö eesmärgiks on välja selgitada süvendustööde ja –tehnikate vajalikkus Eesti sisevetel.

Püstitatud eesmärgi täitmiseks:

1. Analüüsitakse süvendamisvajadust ja ohtlike laevatee lõikude olemust.
2. Analüüsitakse süvendamismeetodite kasutusvõimalusi Eesti sisevetel.
3. Arvutatakse süvendusmahud ja tööde maksumus.

Magistritöös püstitatud hüpoteesiks on:

1. Eesti sisevetel on vaja regulaarset süvendamist.
2. Tööde teostamiseks on vaja väikesemahulist süvendajat ja pargaseid.

Magistritöös kasutatakse kombineeritult kvalitatiivset ja kvantitatiivset uurimismeetodit. Kvantitatiivset meetodit kasutatakse sügavusandmete töötlemisel ja süvendamismahtude arvutamisel. Kvalitatiivset uurimismeetodit kasutatakse info kogumiseks süvendamist vajavate alade ja pinnase ladustamisvõimaluste kohta. Lisaks viiakse läbi intervjuud Veeteede Ameti spetsialistidega süvendustööde korraldamisest Eesti sisevetel.

Magistritöö koosneb kolmest peatükist. Esimene peatükk on teoreetiline, kus kirjeldatakse üldised süvendustööde korraldamist vastavalt Maailma Veetransporditaristu Liidu soovitudele. Esimene peatükk jaguneb viieks, millest esimene selgitab süvendustööde vajalikkust, teine süvendusprojektide keskkonnajuhtimissüsteemi, kolmas süvendustööde maksumust, neljas süvendustööstust ja viies süvendamistöödel kasutatavat tehnikat.

Teises peatükis selgitatakse magistritöös kasutatavaid uurimismeetodeid ja põhjendatakse nende valikut. Teine peatükk koosneb kolmest alapeatükist, millest esimene kirjeldab magistritöös kasutatava kvantitatiivse ja kvalitatiivse uurimismeetodi olemust ja põhimõtet, teine alapeatükk kirjeldab sügavusandmete analüüsiks kasutatavat programmi ning kolmas sisevetel süvendamist vajavaid alasid.

Kolmandas peatükis analüüsitakse süvendustööde ja –tehnikate vajalikkust Eesti

sisevetel. Kolmas peatükk jaguneb kolmeks alapeatükiks. Esimeses alapeatükis on välja selgitatud süvendusvajadus Praaga ja Eesti Värava kanalis. Teises alapeatükis on arvatud süvendustööde maksumus vastavalt süvendusmahtudele ja kolmandas alapeatükis on analüüsitud süvendustehnika vajadust Eesti sisevetel.

Magistritöö koostamisel on kasutatud Veeteede Ameti materjale ja konsulteeritud Soomes Uudenkaupunki sadama süvendustööde korraldamisega tegeleva projektijuhiga. Magistritöö panus on praktiline väärtus, millest eelkõige saab kasu Veeteede Amet.

Magistritöö autor tänab panuse eest Veeteede Ameti Hüdrograafia ja Navigatsioonimärgistuse teenistuse Laevateede osakonna juhatajat Kaidi Katust, Hüdrograafia ja Navigatsioonimärgistuse teenistuse juhataja asetäitjat tehnika alal Leo Käärmani, Laevastiku osakonna juhatajat Andres Kreeki, Kartograafiaosakonna spetsialisti Anu Heinsaart, Hüdrograafiaosakonna juhatajat Peeter Välingut, Hüdrograafiaosakonna vanemhüdrograafi Vladimir Karpinit, Tartu Navigatsioonimärgistuse talituse juhatajat Eino Martihhinit, Kommunikatsiooniosakonna vanemspetsialisti Katriin Pellät ja Tommi Marjamäkit Ramboll AS'ist.

# 1. SÜVENDUSTÖÖDE KORRALDAMINE

Süvendustööd on vajalikud, et säilitada ja arendada liiklust laevateedel ja laevatatavatel vetel. Süvendustööde korraldamine on ulatuslikult keskkonda hõlmav. Selles peatükis on kirjeldatud süvendustööde vajalikkust, rahvusvaheliselt välja kujunenud praktikaid süvendustööde planeerimisel ja korraldamisel, maksumuse arvestamist, süvendustööde turgu- ning tööde teostamiseks kasutatavat tehnikat. Peamiselt on kirjeldatud Maailma Veetransporditaristu Liidu (*PIANC*) Keskkonnakaitse Komisjoni poolt koostatud aruannet süvendustööde korraldamisest.

## 1.1 Süvendustööde vajalikkus

Selles alapeatükis on eristatud süvendustööde olemus kümme aastat tagasi ja võrreldud olukorda ja tõekspidamisi tänapäeval.

Kakskümmend aastat tagasi Inglismaal Ehitusinseneride Institutsiooni (The Institution of Civil Engineers) poolt avaldatud süvendustööde kavandamise ja praktika käsiraamatus on defineeritud süvendamist, kui protsessi, mille käigus eemaldatakse veealust materjali. Enamikel juhtudel viiakse süvendustööd läbi spetsiaalselt selleks ette nähtud ujvseadmetega-süvendajatega. (Yell, Riddell 1995, 1)

Hilisemalt on PIANC 2008 aastal kirjeldanud süvendamist, kui veealuste setete välja kaevamist ja sellega kaasnevat transporti, eesmärgiga hooldada ja ehitada sadamaid, laevateid, tamme ja muid tarindeid. Lisaks kasutatakse süvendamist jõgede voolu taastamiseks, randla täitmiseks, maavarade kaevandamiseks mere põhjast, ja saastunud setete eemaldamiseks, keskkonnaseisundi parandamiseks.

Igal aastal süvendatakse sadu miljoneid kuupmeetreid pinnast, et ehitada uusi rajatisi. Enamus süvendustöödest teostatakse rannikulähedastel aladel, et luua ja arendada sadamaid ning navigatsiooniks ohutuid veeteid. Korduvsüvendamiseks nimetatakse süvendustöid, mida tehakse esialgse laevakanali, veeteie või sadamaala taastamiseks. Korduvsüvendustööd võivad kesta pidevalt ühes piirkonnas aastaringselt või iga paari aasta järel, vastavalt vajadusele. (PIANC 2008, 6)

Ameerika Ühendriikides Gary linnas olev jõgi *The Grand Calumet River* oli piirkonnas kõige saastatum veekogu. Sinna jõkke oli suunatud rohkem, kui 90 aasta jooksul



terasetööstlustehase kanalisatsioon ja jäätmed. Selle tulemusena oli jõgi ja selle setted saastunud. Olukord muutus 1999 aastal, kui kohtuotsusega määrati tehasele kohustus puhastada jõgi ja eemaldada saastunud setted mahus 21 300 m<sup>3</sup>, kuni 8.2 km kauguselt reostusallikast. Süvendustööde tulemuseks paranes ümbruskonnas elavate inimeste elukeskkond ja vaba aja veetmise võimalused. Majandusteadlased prognoosisid süvendustööde kaudseks mõjaks ümbruses asuva kinnisvara hinnatõusu. Kuna jõgi oli saastunud oli ümbruses asuv kinnisvara madalama hinnaga kui 4 kvartalit eemal olev kinnisvara. Seega süvendustöödest esialgne saadav kasum oleks kinnisvara hinnatõus piirkonnas, tänu paremale elukeskkonnale. Lisaks on võimalik jõeäärse maa väärtust tõsta, pakkudes inimestele rekreatiivseid tegevusi piirkonnas. (McMillen 2006, 147-160)

Süvendamistöõde kasulikkust kinnitavad ka Olsta ja Darlington, kes peavad peamiseks kasuteguriks süvendustöödel saastunud setete eemaldamist veekogust ja ladustamist selleks ette nähtud kohta. Saastunud setete eemaldamiseks on tähtis valida sobilik süvendamistehnika. Vale süvendustehnika puhul tekib süvendustööde käigus heljum ja jääkreostus. (Olsta, Darlington 2010, 302,303)

Süvendustöid viiakse enamasti läbi, et parandada navigatsioonitingimusi merel, rannikulähedastel aladel või sisevetel. Ohutu navigatsiooni eesmärgil teostatakse süvendustöid sadamates ja kitsastel veeteedel. Mõnel juhul on tegemist laevateedega, mida kasutavad suure süvisega laevad- tankerid, puistlasti- ja konteinerlaevad. Süvendustöid teostatakse ka laevateedel, mida kasutavad väiksemad alused: praamid, kala- ja lõbusõidulaevad. Ohutu navigatsiooni tagamisel eemaldatakse perioodiliselt laevateedelt ja sadamast setted, mis on sinna ladestunud. Ehitusobjektidel vajatakse süvendajaid, et kaevata ja taas täita veelusele torustikule sobilikku trassi. (Yell, Riddell 1995, 3) Ehitustegevuses võib süvendustöid kasutada eesmärgiga rajada uusi ehitisi, neile aluseid ning luua uusi territooriume. Rotterdami sadamas algas 2008 a projekt Maasvlakte 2, mille tulemusena tekitati sadamale maad juurde kokku 2000 hektari ulatuses. Maa-ala rajati sügavasse vette ja on ümbritsetud kaitsemuulide ja -ehitistega. Rotterdami sadam on kiirelt arenenud ja kasvanud, selleks et säilitada konkurentsivõimet maailmas peab sadam arenema. Sadama laienemisel kasutatav liiv on ammutatud merepõhjast eelnevalt määratud aladelt ja sadama akvaatoriumilt. Liiva kaevandamiseks kasutatakse pinnasepumpsüvendajaid, mis transportisid sobiliku liiva kuni 11 km kauguselt ehitusplatsile. Sadama arenduse planeerimine oli keerukas, sest projekti piirasid mitmed asjaolud: looduskaitsealad, laskemoona kaadamisalad,

sõjaväe harjutusalad, veealused kaablid ja torud ning arheoloogilised paigad. Süvendustööde planeerimisel on arvestatud selle mõjuga keskkonnale, seega enne tööde algust määrati kaitsealuste liikide elupaigad nende säilitamise eesmärgil. (Rotterdam...2014) Juurdeehituse mastaabi illustreerib joonis 1, kus süvendaja ladustab süvendatud pinnast Maasvlakte 2 ehitusel.



Joonis 1. Süvendaja Rotterdami sadamas

Allikas: (Rotterdam...2014)

Süvendustööde planeerimisel piirkonnas tuleb arvestada ümbritseva keskkonnaga ja teostusvõimalustega piirkonnas, siiski on võimalik süvendustöid läbi viia vastavalt vajadusele kaasates juba planeerimise protsessis keskkonnaspetsialiste. Süvendustööd võimaldavad tagada sobilikke navigatsioonitingimusi laevateedel ja sadamates, kaitsta keskkonda jõgede ja järvede puhastamisega ning ehitustööde teostamist. Süvendustööde teostamisega kaasnevad sotsiaal- majanduslikud ja keskkonnaalased hüved.

## 1.2 Süvendustööde projektide keskkonnajuhtimissüsteem

Süvendustööde läbiviimisel on eesmärgiks saavutada soovitud tulemus võimalikult väikese negatiivse mõjuga keskkonnale. Keskkonnamõju hindamist kasutatakse, et hinnata süvendus- või ladustamistööde mõju keskkonnale, elusloodusele, kooslustele, kalapüügikohtadele, inimesele ja tema varale.

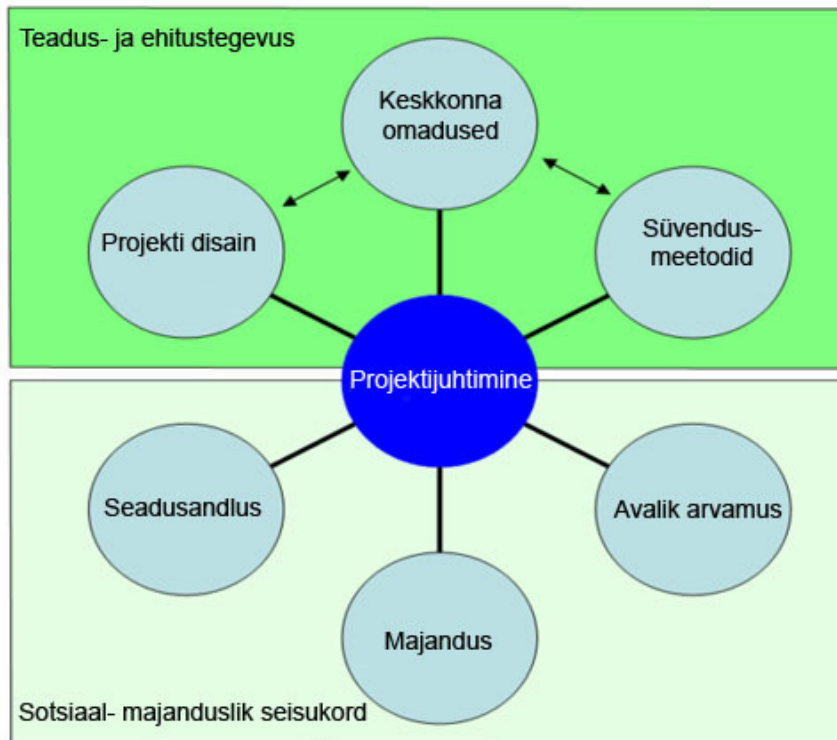
Setete kaevandamisel ja ladustamisel peab arvestama tegevuse mõju keskkonnale. Keskkonnamõjuhindamine võib olla vajalik ka väikesemahulistel süvendustöödel. Eestis tuleb

algatada keskkonnamõtjude hindamine süvendustöodel mere aladel alates pinnase mahust 10 000 kuupmeetrit, merepõhja tahkete ainete uputamisel alates ainete mahust 10 000 kuupmeetrit, muu veekogu süvendamisel alates pinnase mahust 500 kuupmeetrit või muusse veekogusse tahkete ainete uputamisel alates ainete mahust 500 kuupmeetrit. (KeHJS...§6) Süvendustööde planeerimisel peab hindama projekti keskkonna-, sotsiaal- ja finantsmõju ning tasakaalustama kõik seotud riskid. Veekogude põhjas olevad setted on elupaigaks paljudele veeorganismidele. Muutused neid ümbritsevas keskkonnas häirivad organismide elutegevust ja võivad põhjustada nende elupaikade hävimise. Selleks, et vältida või piirata negatiivset mõju keskkonnale on koostatud Londoni Konventsioon- süvendatud materjali hindamise raamistik (*Dredged Material Assessment Framework*). Esialgu olid konventsioonis juhised süvendatud setete kaadamise kohta, kuid nüüdseks on seal juhised ka maismaale ladustamise kohta. Täiendusena on raamistikku lisatud saastunud setete süvendamise juhised.

Süvendustööde planeerimisel võib läbi viia keskkonnamõtjude hindamise protsessi, mille käigus eriala spetsialistid tuvastavad tööde mõju keskkonnale. Kui süvendustööde mõju on märkimisväärne keskkonnale, pakutakse keskkonnamõtjude hindamise (KMH) käigus meetmeid tööde mõju vältimiseks, vähendamiseks või leevendamiseks. Keskkonnamõtjude hindamises on toodud süvendusprojekti alternatiivid ja KMH'd teostav töörihm valib nendest sobilikuma või pakub omapoolseid parandusi. Süvendustööde käigus on võimalik keskkonnamõtjuseid vähendada valides sobilik süvendustehnika ja kasutada seda võimalikult efektiivselt.

Ajalooliselt pole süvendus- ja kaadamistöödel keskkonnakaitsele tähelepanu pööratud, aastal 1992 aastal kuulutati keskkonnakaitse ja -mõtjude hindamine vajalikuks ettevaatusabinõuks. Sellest tulenevalt on hilisemalt tekkinud vajadus reguleerida saastunud setete süvendamist ja ladustamist. Süvendusprojektide puhul on raske leida tasakaalu keskkonna, kui ka sotsiaal- majandusliku kasu seisukohast. Sisevetel võib olla keeruline isegi saastamata setete ladustamine piirkonda, seda veel eriti, kui süvendatava materjali hulk on suur. Materjali ladustamine, kaadamine, ümberpaigutamine või töötlemine sõltub järgnevatest asjaoludest: süvendatava materjali hulk, saastatud ainete hulk setetes, setete füüsikalise-keemilisest ja bioloogilisest koostisest, alternatiivsetest võimalustest, mõjust keskkonnale, projekti eelarvest ja huvigruppide arvamusest. Süvendatud materjali kasutamine peab olema võimalikult ajasäästev ja kulutõhus, kuid samas ka keskkonnasõbralik. (Köthe 1997, 16-20) PIANC'i publikatsioonis on toodud joonis süvendusprojekti juhtimise võrgustikust, kus

vaadeldakse projekti juhtimist teaduslikust, kui ka sotsiaal- majanduslikust poolest. Joonis 2 illustreerib osapoolte vahelisi seoseid projektijuhtimises. Iga osapool mõjutab süvendustööde planeerimist alternatiivide valikul. Süvendusprojektides liidetakse teaduslikud, majanduslikud, õiguslikud ja ühiskondlikud huvid. (PIANC 2008, 9)



Joonis 2. Süvendusprojekti juhtimist mõjutavad tegurid ja nende omavahelised seosed  
Allikas: (PIANC 2008, 9)

Projektijuhtimine jagatakse kaheks, ühed on teadus- ja ehitustegevuse mõjud, teised sotsiaal- majanduslikud mõjud. Teadus- ja ehitustegevuse alla kuuluvad süvendustööde projekt, selle alternatiivid ja kavandamine, ümbritseva keskkonna omadused ja kasutamise võimalused ning süvendamiseks kasutatavad meetodid ja tehnika. Projekti kavandamine ja alternatiivvõimalused tulenevad ümbritsevast keskkonnast. Keskkonnaomadused omakorda mõjutavad süvendusmeetodite valikut. Süvendusvahendite olemasolu ja maksumus mõjutavad keskkonda ja projekti kavandamist. Süvendusprojekti mõjutavad sotsiaal- ja majandusala sed tegurid, kohalik seadusandlus, majanduslikud võimalused ja avalik arvamus.

Üldised juhised süvendusprojektide juhtimisest ei arvesta regioonide

seadustega ja eripäraga. Süvendusprojekti keskkonnajuhtimissüsteemi võib jagada kolmeks osaks (PIANC 2008, 10):

- 1) projekti planeerimine,
- 2) teostus,
- 3) teostusjärgne faas.

Järgnevas kolmes alapeatükis on kirjeldatud eraldi süvendusprojektide keskkonnajuhtimissüsteemi osi.

### **1.2.1 Projekti planeerimine**

Iga süvendusprojekt algab selle planeerimise faasis, kus määratakse projekti eeldatavad võimalused ja tulemused. Projekti planeerimisel arvestatakse selle mõjuga keskkonnale. Selles alapeatükis kirjeldatakse projekti esimest faasi detailsemalt, millega tuleb arvestada ja kuhu tähelepanu suunata.

Planeerimisfaasis viiakse läbi keskkonnamõtjude hindamine ettenähtud piirkonnas selleks, et määrata keskkonnakaitseks piisavad meetmed. Eraldi määratakse keskkonnakaitse meetodid süvendamisele, materjali transpordile ja pinnase ladustamisele. Lisaks soovitatakse jälgida süvendustööde käiku igas faasis ja antakse juhtnööre keskkonnamõtjude vähendamiseks ja parandamiseks süvendustööde järgselt.

Projekti planeerimine algab eesmärgi seadmisega. Projekti eesmärgiks võib olla kanali või laevatee korduvsüvendus, ohutuks navigatsiooniks madala ala süvendus või süvendustööd rannikuäärse ala täitmiseks jne. Sageli eksitakse projekti eesmärgi seadmisel ja määratakse projekti eesmärgiks eemaldatava pinnase hulk, ajalimiit või projekti tähtaeg.

Peale eesmärgi seadmist hakatakse määrama keskkonda mõjutavaid tegureid, selleks koostatakse eelprojekt, kus määratakse tööde eeldatav kestvus, eeldatavad süvendus- ja ladustamismeetodid. Peale eelprojekti koostamist tuleb see viia vastavusse seadusandlusega ja järgnev tegevus teostada vastavalt kohalike omavalitsuste või riiklike normidega. Enne süvendusprojekti koostamist tuleb koostööd teha kõigi huvigruppidega ja arvestada nende arvamusega. Lõplik eelprojekt tuleks avalikustada. Seejärel saab hakata taotlema erinevaid tegevuslubasid ja kinnitusi projekti teostamiseks. Projekti lubade taotlemine võib olla keerukas protsess, sõltuvalt riigi asjaajamise korrast. (PIANC 2008, 10-12) Vastavalt Eesti keskkonnamõtju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse paragrahv kolmele tuleb keskkonnamõtju hinnata järgnevatel juhtudel (KeHJS..., §3):

1. Taotletakse tegevusluba või selle muutmist ning tegevusloa taotlemise või muutmise põhjuseks olev kavandatav tegevus toob eeldatavalt kaasa olulise keskkonnamõju.
2. Kavandatakse tegevust, mis võib üksi või koostoimes teiste tegevustega eeldatavalt oluliselt mõjutada Natura 2000 võrgustiku ala.

Keskkonnamõju, keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse tähenduses, on tegevusega eeldatavalt kaasnev vahetu või kaudne mõju inimese tervisele ja heaolule, keskkonnale, kultuuripärandile või varale. Keskkonnamõju on oluline, kui see võib eeldatavalt ületada tegevuskoha keskkonnataluvust, põhjustada keskkonnas pöördumatuid muutusi või seada ohtu inimese tervise ja heaolu, kultuuripärandi või vara. Samas seaduses on toodud, et olulise keskkonnamõjuga tegevuseks on ka mere ning Peipsi järve, Lämmijärve ja Pihkva järve süvendamine alates pinnase mahust 10 000 kuupmeetrit, merepõhja ning Peipsi järve, Lämmijärve ja Pihkva järve tahkete ainete uputamine alates ainete mahust 10 000 kuupmeetrit, muu veekogu süvendamine alates pinnase mahust 500 kuupmeetrit või muusse veekogusse tahkete ainete uputamine alates ainete mahust 500 kuupmeetrit. (KeHJS..., § 3-6)

Vee erikasutusloa merel väljastab keskkonnaamet, kaldaga püsivalt ühendamata ehitiste ja veekaabelliinide ehitamiseks merel ning Peipsi ja Pihkva järvel annab vee erikasutusloa Eestis Keskkonnaministeerium. (Keskkonnaministeerium...2014)

Projekti planeerimisetapis tuleb teha koostööd huvigruppidega, kelle arvamus ja heakskiit võib otsustada kogu projekti edukuse. Huvigruppi kuuluvad inimesed, kes kasutavad süvendustööde järgselt objekti ja ladustusala, maaomanikud ja kohalikud omavalitsused. Lisaks tuleb arvestada ka avaliku arvamusel projekti kohta. Avalikkust huvitab enam projekti mõju keskkonnale. Pidev suhtlus ja selgitustöö avalikkusega annab kindlustunnet, et keskkonnamõjude ja huvigruppide arvamusel on arvestatud.

Keskkonnamõjude hindamisel tuleb esmalt hinnata keskkonna seisut enne süvendustööde algust. Algaseme määramine aitab paremini võrrelda süvendustööde mõju keskkonnale, saab võrrelda olukorda tööde käigus ja tööde lõppedes esialgse olukorraga. Esialgse keskkonnaseisundi määramise detailsus sõltub keskkonna eripärast, tööde mahust ja ulatusest ning ümbritsevate elupaikade kooslusest. Keskkonnamõjude hindamisel on abiks olukorra modelleerimine ja projektimudelite kasutamine. Kui pole teada tegevuse mõju keskkonnale, viiakse läbi riskianalüüs, hindamaks võimaliku riski tekkimise tõenäosust ja mõju. Peale keskkonnamõjude hindamist ja riskianalüüsi saab võrrelda erinevate alternatiivide tulemusi ja valida kõige sobilikum variant. Projekteerimise ajal arvutatakse

süvendustööde maksumus. Sobiliku variandi valimisel tuleb leida tasakaal soovitud keskkonnakaitse ja praktilisuse vahel. Projekt peab olema teostatav, täitma eesmärgi ja vastama eelarvele. Lõplik projekt koosneb süvendustööde ehitusprojektist, seletuskirjast, joonistest ja spetsifikatsioonist, kus on arvestatud keskkonnamõtjude hindamisega. Lõplikus süvendusprojektis on muuhulgas kirjeldatud: süvendatavate setete iseloomus (saastatuse tase, lõimimine), süvendamist vajavat ala koos süvendusmahtudega, piirkonna hüdrograafilised mõõdistusandmeid, pinnase ladustamise võimalusi ja ladustusala korrastustööd, piirkonna hüdrodünaamilisi tingimusi, mis võivad raskendada tööde tegemist, tööde piirkonna kasutatavust (navigatsiooni piirkonnas, kalastus- ja puhkevõimalusi), kasutatavate süvendusmeetmete mõju ning seadusandlust. (PIANC 2008, 11-13)

Süvendustööde korralik planeerimine ja kavandamine aitavad kaasa eduka projekti loomisele. Planeerimisel on tähtis arvestada kõigi sidusrühmade põhjendatud arvamusega ja võimalike projekti alternatiividega.

### **1.2.2 Projekti teostus**

Peale lõpliku projekti koostamist tuleb leida projekti teostaja. Projekti teostaja peab hoolikalt läbi töötama talle määratud projekti tingimused. Selles alapeatükis on toodud juhised paremaks ehitustegevuse läbiviimiseks.

Ehitustegevusele teostatakse järelvalvet ehitaja enda poolt või selleks määratud isiku poolt. Kui süvendustööde teostajat otsitakse läbi riigihangete või hinnapakumiste, peavad kõik pakkumistel osalejad selgitama kasutatavaid ehitusvahendeid ja meetmeid. Pakkumisel osalejad peavad selgitama omapoolset süvendustööde korraldust, kasutatavat tehnikat ning tööde kvaliteedikontrolli meetmeid vastavalt tellija küsitule. Vajadusel võivad pakkumisel osalejad kohandada oma pakkumist detailsemaks.

Vastavalt ehitusprojekti lähteülesandele valib ehitaja süvendustöödeks sobiliku tehnika ja meetmed. Vastavalt vajadusele on mõnes lähteülesandes täpsustatud süvendusmeetodid, süvendaja tüüpi või võimsust. Tööde teostaja peab kõigi nende ettekirjutustega arvestama.

Tööde teostamisel peab järgima määratud keskkonnakaitse meetmeid ja teostama pidevat seiret. Vaatlustulemused aitavad hinnata projekti tegelikku mõju keskkonnale, vajadusel rakendatakse uusi meetmeid mõju vähendamiseks. (*Ibid.*)

Projekti teostamise faasis leitakse sobilik tööde teostaja. Tööde teostaja peab esitama omapoolse tööde läbiviimise korra ja meetodid ning mõistma süvendusprojekti olemust.

### 1.2.3 Teostusjärgne tegevus

Peale süvendustöid tuleb piirkonnas teostada vaatlusi ja seiret, et mõista tööde tegelikku mõju keskkonnale. Selline tegevus aitab parendada tööde korraldust ja kasutatud meetodite efektiivsust.

Süvendustööde järgselt tuleb välja selgitada uue ehitise (kanali vms) või süvendaja mõju keskkonnale. Uued süvendusprojektid vajavad korduv-süvendust, seega esialgse süvendamisjärgse vaatluse tulemustel võib määrata tulevased keskkonnavalased eesmärgid ja täpsustada edaspidist keskkonnavalast järelvalvet. Sõltuvalt piirkonna koosluse liikidest ja erinevatest elupaikadest on vaja teostada pikaajalist keskkonna järelvalvet. Pikaajaline järelvalve tuvastab koosluste ja erinevate elukeskkondade muutused. (PIANC 2008, 15)

Peale süvendustöid teostatakse töödejärgset seiret piirkonnas, mis aitab lõplikult tuvastada süvendustööde mõju keskkonnale.

### 1.2.4 Riskianalüüs

Süvendustööde planeerimisel aitavad oma ala spetsialistid läbi viia keskkonnamõjude hindamist ja pakuvad välja lahendusi mõjude leevendamiseks või vältimiseks. Alati ei pruugi spetsialistid osata ennustada projekti mõjuala ulatust. Keskkonnamõjude hindamisel esineb ebamäärasusi või mõjusid, millega ei osata arvestada. Selleks, et ebamäärasuste tagajärjed ei oleks ohtlikud teostatakse projektidele riskianalüüs.

PIANC defineerib mõistet risk, kui mõõdetavat seost keskkonna ohu ja selle võimalikku negatiivset mõju projekti eesmärgile. (*Ibid.*)

Gelnn defineerib riski, kui seost kavandatava tegevuse mõju tõsiduse ja tõenäosuse vahel. Ameerika Ühendriikides kasutatakse eraldi mõisteid keskkonnarisk ja ökoloogiline risk. Keskkonnariski all mõistetakse keskkonda sattuvate saasteainete mõju inimesele. Ökoloogilise riski all mõeldakse keskkonda sattuvate saasteainete mõju teistele organismidele, populatsioonidele ja ökosüsteemidele. Euroopas kasutatakse keskkonnariski mõistet sarnaselt, kui Ameerikas ökoloogilise riski mõistet. ( G. W. Suter II 2006, 3) Eesti seadusandluses käsitletakse keskkonnariski all selle mõju loodusele ja inimesele. (KeMJS...§4)

Erinevatel sidusgruppidel on erinev huvi süvendusprojekti vastu, sellest tulenevalt on erinevate huvigruppidel erinev suhtumine projektiga kaasnevatesse riskidesse. Projekti



tellijale on suurem risk projekti läbikukkumine, see toob tavaliselt endaga kaasa majandusliku kahju. Keskkonnakaitsjatele on olulisemaks projektiga kaasnevaks riskiks maksimaalne võimalik keskkonnale tekitatav kahju. Selleks, et kõikide riskidega oleks arvestatud on vaja pidevat suhtlust sidusrühmade vahel. Riskianalüüsi käigus tasakaalustatakse keskkonnale tekitatav kahju ja selle kahju leevendamise maksumus. Kui muutused projektis leevendavad vähesel määral keskkonnale tekitatavat kahju, kuid maksavad palju, siis pole neid muutusi enamasti mõtet realiseerida. Ebatäpse riskihindamise käigus võib keskkond või projekt ise saada pöördumatult kahju. Kui tõsine risk hinnatakse tühiseks, võivad keskkonnale tekkida pöördumatud tagajärjed. Vastupidi, kui tõsine risk osutub tühiseks riskiks kaasnevad sellega liigsed kulutused ja viivitus projektis. Seega riskianalüüs peab sisaldama kõiki seisukohti ja ei tohi keskenduda ainult ühele aspektile.

Süvendustöid viiakse läbi erinevatel aladel ja looduslikust mitmekesisusest tingituna puudub teaduslik kinnitus kõikide võimalike riskide mõjust. Kuna süvendusprojekte on jälgitud pikaajaliselt, siis võib vaatluse tulemusena hinnata projekti riske. Harva esinevad pöördumatud või tõsised kahjud selle tagajärjel. Kui keelata süvendustööd täielikult, ei saa tekkida otsest kahju keskkonnale, kuid selle tagajärjel võib oht suurenedada inimestele. Inimeste turvalisus väheneb, kui süvendamisega ei eemaldata navigatsiooniohte. Ohtliku navigatsiooni tõttu kannatab nii kaubandus kui ka majandus. (PIANC 2008, 15-19)

Riskianalüüs ja juhtimine on süvendusprojektide juures vajalik, tähtis on hinnata riske õigesti, sest valel hindamisel on tõsised tagajärjed. Riskide analüüsi tuleb kaasata kõik sidusrühmad ja spetsialistid.

Eduka süvendusprojekti koostamine nõuab hoolikat ja täpset planeerimist, kus arvestatakse piirkonna eripära ja projekti mõju keskkonnale ning sidusgruppidele. Hästi planeeritud süvendusprojekt jääb eelarve piiresse, on võimalikult väikese negatiivse mõjuga keskkonnale ja täidab oma eesmärgi. Korralikul planeerimisel teostatakse vastavad süvendustööd õigeaks tähtjaks maandades maksimaalselt keskkonnamõjusid. Tööde teostamisel viiakse läbi pidevat seiret, hindamaks tegevuse mõju keskkonnale. Seire tulemusena tuleb vajadusel võtta kasutusele veel lisameetmeid keskkonnamõjude leevendamiseks. Keskkonnamõjude hindamise gruppi kuuluvad spetsialistid ei oska alati hinnata kõikide mõjude suurust ja ulatust. Ebamäärasused, millega ei osata arvestada defineeritakse riskideks ja nendele teostatakse riskianalüüs. Riskianalüüsi käigus hinnatakse riski mõju keskkonnale ja riski võimalikku tekkimise tõenäosust. Täpseks projekti

planeerimiseks on vaja kaasata oma ala spetsialistid, kes tunnevad kohalikke olusid tööde piirkonnas ja on tegelenud süvendusprojektide koostamisega varasemalt.

### 1.3 Süvendustööde maksumus

Süvendustööd on kallid ja tööde maksumuse hindamine on keerukas. Ettevõtjate huvides on koostada võimalikult täpne hinnang seadmete süvendusvõime ja hoolduskulude kohta. Nendest sõltub kogu tööde maksumuse suurus.

Süvendamiseks kasutatavaid seadmeid on mitmesuguseid, nende efektiivsus sõltub süvendustööde asukohast, piirkonnast, süvendatavast alast, süvendustööde käigus eemaldatavast pinnasest jne. Võimalikult ökonoomselt on igas situatsioonis võimalised teostama süvendustöid ainult üks kuni kaks erinevat seadet. Süvendusseadmete kulutuse hinna ja süvendustööde maksumuse hinna prognoosimisel peab kasutama täpseid algandmeid. Hindamisel kasutatakse samas piirkonnas eelnevalt teostatud süvendustööde maksumust või sarnase olemusega tööde eelnevat maksumust. Süvendustööde maksumust piirkonnas määravad tingimused (Yell, Riddell 1995,18):

- süvendatava ala mõõtmed,
- setete iseloom (omadused),
- laskemoona ja rusude paiknemine süvendataval alal.

Setete koostise uurimisel on tähtis määrata setete tüüp ja erinevate tüüpide osakaal süvendatava materjali koostises, selle määramiseks teostatakse süvendusalal geotehnilised uuringud. Geotehniliste uuringute käigus määrata setete ladestus pinnases nii vertikaalselt, kui horisontaalselt. Piirkonna uurimisel on lisaks geotehnilistele uuringutele kasulik uurida ümbruskonna huvi süvendatava materjali vastu, kui piirkonnas on planeeritud suuremahulised ehitustööd, siis võib sobilikku süvendatavat materjali kasutada ehitustöödel või ranna täitmisel. Samas tuleb arvestada sellega, et süvendustööde käigus eemaldatavad pinnased ei ole alati kasutatavad ehitustöödel. Süvendatava ala mõõtmed mõjutavad süvendusseadmete valikut, mida kitsam ja madalam on süvendatav ala, seda väiksema tootlikkusega seda ala süvendatakse. Enne süvendustöid tuleb süvendatav ala mõõdistada piisava täpsusega, et hinnata süvendatava materjali mahtu. Pinnase mudastumine ja settimine vähendab seadmete tootlikust. Laskemoona ja rusude paiknemine tööde teostamispiirkonnas vähendab samuti seadmete tootlikust, sest kasutusele tuleb võtta ettevaatusabinõud. Imitorudega süvendajate

puhul tuleb asetada restid imitoru ette, et takistada võõrkehade sisenemist imitorusse. Rusud, kaablid, nõõrid takistavad samuti süvendajate tööd ning vähendavad seadmete töövõimekust. Süvendustööde hinda väljendatakse kas ühikupõhiselt ehk kui palju maksab ühe ühiku pinnase eemaldamine või siis terviktöö hinnana. (Yell, Ridell 1995, 18-24)

Süvendustööde maksumus sõltub ka tehtava töö hulgast ning lepingu sisust. Mõnel juhul tellitakse töid teostava firma käest esialgsed uuringud, mõõdistus, süvendus ja kaadamistööd koos kaadamisala korrastamisega, teisel juhul ainult süvendamis- ja kaadamistööd ning kontrollmõõdistus. Süvendustöödel osalevad ettevõtjad peavad hindama tööde mahule vastavaid kulutusi ja tegema pakkumise tööde teostamiseks. Paljud ettevõtjad on arvanud oma seadmete ülalpidamiskulud väga detailselt, mis võib anda neile eelise osalemaks riigihangetel. Kulude ja seadmete tootlikkuse arvutamiseks on võimalik kasutada spetsiaalset tarkvara. (Hollinberger 2010,1-3)

Süvendustööde maksumus sõltub süvendatava pinnase mahust, süvendustööde maksumus kokku oleneb ka muudest kulutustest, sealhulgas seadmete transport süvenduspaika ja ära, keskkonnakaitseks rakendatavad meetodid, abitegevuste maksumus või eriseadmete kohandamine. Kogumaksumuse hindamisel arvestatakse ka kaadamisala kaugusega. Süvendusseadme kulusid süvendustööde käigus hinnatakse seadme võimsusega ning eelnevate sarnaste projektide seadmete tootlikkusega. Kui on teada süvendusseadme tegelik tootlikus, saab arvutada süvendustööde kestvuse. (Ramsdell, 2011)

Süvendusseadme kuludeks on (Yell, Ridell 1995, 19):

- seadme ost/rent,
- seadme kindlustus,
- hooldustööd,
- kütusekulu,
- määrdeõlid,
- esmatarbekaubas seadme hooldamiseks, puhastamiseks,
- meeskonna palgad,
- töötasukulud jms.

Enamus süvendusseadme kuludest on püsikulud, mille väärtus süvendustööde teostamise ajal ei muutu nagu seadme kindlustus, seadme renditasu, meeskonna palgad ja tehniline hooldus. Muutuvkuludeks on kuluvate osade remont, kütusekulu, määrdeõlide kulu, mille suurus sõltub süvendustööde kestvusest ja süvendatava materjali hulgast. Tasuvam on

opereerida süvendusseadmeid pidevalt, 24 tundi päevas, 7 päeva nädalas, selleks et jaotada püsikulud maksimaalse töötundide arvuga, kui sellist töö tegemist ei piira väljastatud load ja muude tööde teostamisega seonduvad kooskõlastused. Süvendusseadme maksimaalset töövõimet vähendab süvendusalale ligipääsetavus ja piirkonnas olev laevaliiklus. Süvendustööd ei tohi häirida laevaliiklust, kui tööde teostamise ajaks ei ole sõlmitud täpsustavat kokkulepet. Süvendustööde kulgu takistavaks teguriks on ka lähiümbruse inimasustus, sest seadmed tekitavad müra ning selle vähendamiseks tuleb vähendada süvendaja töötunde või süvendusvõimsust. Lisaks mõjutab süvendaja tööd veel piirkonnas valitsevad hüdroloogilis- meteoroloogilised tingimused, piirkonna looded, hoovused ja ilm. (Yell, Ridell 1995,19)

Süvendustööde maksumus sõltub süvendatava pinnase hulgast, tööde kestvusest ja seadme ülalpidamiskuludest. Tööde maksumust väljendatakse ühikupõhiselt või kogusummaga, hinna arvutamisel peab arvestama sarnaste tööde tegeliku maksumusega varasemalt. Iga süvendustööprojekt on eriline, selleks et võimalikult täpset tööde maksumust arutada peab teadma piirkonna eripära ja tööde iseloomu.

## **1.4 Süvendustööstus**

Süvendustööde teostajaid on erinevaid, suuremad ettevõtjad tegelevad rahvusvaheliste projektidega, väiksemad tegutsevad riiklikul tasandil.

Süvendustöid tehakse erinevatel põhjustel, tellijaks on eraisikud, riiklikud asutused või ettevõtjad. Süvendamine ei ole lihtsalt tegevus, vaid projekt, mis hõlmab erinevaid tegevusi. Süvendustööde eesmärgid on erinevad, need sõltuvad tööde tellija visioonist ja vajadustest. Navigatsiooniohtude vähendamiseks tellivad süvendustöid sadamate valdajad või riiklikud asutused. Veehoidlate, jõgede ja kanalite süvendustööde tellijaks on nende valdajad või isikud/asutused, kes vastutavad nende alade eest. Sama kehtib ka ranna täitmise või maavarade süvendamise puhul. Ehituslik ja korduvsüvendamine võib olla väikene osa mõnest suuremahulisest projektist. Süvendustöid, sarnaselt muude ehitusteenustega, teostavad ettevõtjad kliendi (tellija) alluvuses või suuremate ehitusfirmade alltöövõtjad.

Ettevõtjate hulk turul, kes tegelevad süvendustöödega, on suur. Mitmed asutused, kes vajavad süvendusteenust, omavad ise süvendamiseks vajalikke seadmeid. Selline praktika on tavaline asutuste juures, kellel on tarvis teostada korduv- või hooldussüvendamist. Korduv-

või hooldussüvendamistöid on vaja enamasti piiratud ligipääsetavusega aladel, süvendusseadmed on kavandatud spetsiaalselt nende alade jaoks. Sellepärast on paljudel suurematel sadamatel oma süvendajad, mille tööd nad organiseerivad vastavalt vajadustele. Sarnaselt ettevõtetega on oma süvendajad ka riiklikel asutustel, kes vastutavad siseveekogude navigatsiooni, drenaaži- ja keskkonnaalaste tööde eest. Inglismaal on korduvsüvendust vajavates sadamates oma süvendajad, mida kasutatakse vastavalt sadamavaldaja soovidele. (Yell, Ridell 1995,4)

Süvendaja omamine läheb kulukaks ja alternatiiviks sellele on süvendusteenuse tellimine süvendusfirmast. Sellist teenust kasutavad suured sadamad, näiteks- Rotterdam, Antwerp ja paljud Inglismaa sadamad. Süvendustööde teenust pakuvad firmad on erineva võimekuse ja suurusega ettevõtted. Mõned ettevõtjad tegutsevad kohalikul turul, osutades teenust sisevetel või sadamates, ühele kliendile või mitmele korraga. Suuremad ettevõtjad teostavad süvendustöid riiklikul tasandil ja naaberriikide projektidel. Rahvusvahelisel turul tegutsevad ettevõtted on võimelised töötama rahvusvaheliselt ja nad on suutelised transportima vajaliku varustuse ja seadmed igale objektile. Rahvusvahelisel turul tegutsevaid ettevõtteid ei ole palju, peamiselt on need Belgia või Hollandi ettevõtted, neil on rahalised vahendid, et hoida oma tehnika korras ja rakendada süvendustöödel uudseid lahendusi. Vajadusel pakuvad suuremad ettevõtted konsultatsiooni- ja nõustamisteenust süvendustööde teostamiseks. (*Ibid.*)

Süvendustööde teostamiseks kasutatakse süvendusfirmade poolt pakutavat teenust või majandatakse oma süvendusseadmetega. Süvendusteenuse ostmisel on tellija vastutus väiksem, kuid tellija ei pruugi vajalikul hetkel leida sobilikku teenuse osutajat. Omatarbeks seadmete ostmine on kulukas ja riskantsem.

## **1.5 Süvendamistöodel kasutatav tehnika**

Süvendajaid on mitut liiki. Süvendaja omadused sõltuvad süvendustööde asukohast ja ümbritsevatest tingimustest. Süvendamisel kasutatavad seadmed erinevad suuruse, kuju ja keerukuse poolest. Kõige algelisem süvendusseade on tavaline kopp ekskavaator, mis on asetatud pontoonile. Setete kaevandamiseks ja transpordiks kasutatakse ka uuematel tehnoloogiatel põhinevaid seadmeid. Kompaktsemaid seadmeid on võimalik transportida, kasutades maanteetransporti. Võimsamad ujuvseadmed on suutelised ise liikuma ühest

punktist teise.

Järgnevalt on kirjeldatud erinevaid süvendamiseks ja setete transportimiseks kasutatavaid seadmeid ja tehnikat. Süvendusseadme valik objektile sõltub seadme omadustest ja tööde teostamise piirkonna omapärast.

### **1.5.1 Süvendajate tüübid**

Süvendajad jagatakse kahte rühma, mis sõltub setete kaevandamiseks kasutatavast meetodist. Süvendajad on kas mehaanilised või hüdraulilised. Kõiki süvendajaid ei saa klassifitseerida nendesse rühmadesse, olemas on ka kombineeritud kolmandat varianti süvendajad. Sellised süvendajad on väikesed ja unikaalsed, mõeldud teostama süvendustöid spetsiifilistel aladel. Järgnevalt on ülevaade eri tüüpi süvendajate omadustest.

#### **Mehaanilised süvendajad**

Mehaanilisi süvendajaid on mitmesuguseid, nad kasutavad pinnase merepõhjust ülestõstmiseks koppa. Mehaanilisi süvendajaid on võimalik kasutada erinevate pinnaste süvendamisel, kuid nende tootlikus võrreldes hüdrauliliste süvendajatega on madalam. (PIANC 2008, 22)

Vanemat tüüpi süvendajad on paljukopalised süvendajad (*bucket ladder dredger*). Need asetsevad ristkülikukujulisel pontoonil, mille keskel on auk, kust langetatakse raske alusraam. Alusraamile on asetatud ketile järjestikku kopad, millel on lõikeäär. Kopasüsteemi ringlemisel tõstab iga kopp pinnase veepinnast kõrgemale ja seejärel vabastab. Sellist tüüpi süvendajad enamasti ei ole võimelised liikuma omal jõul, vaid vajavad liikumiseks vedurlaevu.

Süvendamistegevus algab kopa jõudmisel põhja, terav äär süvistub pinnasesse ja täidab kopa materjaliga. Peale täitumist liigub kopp koos pinnasega mööda alusraami üles, kus kopa kallutamisel, selle sisu tühjeneb. Süvendatud materjal juhitakse süvendajalt ära mööda kaldrenni kaldale või asetatakse kõrval olevatele pinnaseveopraamidele. Kõik tühjad kopad liiguvad mööda raami uuesti alla, kus tegevus kordub uuesti. Paljukopaline süvendaja on joonisel 3. Paljukopalise süvendaja töövõime sõltub tema koppade mahust, jäädes vahemikku 100-900 liitrit kopa kohta.

Paljukopalised süvendajad on võimelised süvendama erineva koostisega materjale,

kuid ei ole võimelised süvendama lõhkamist vajavat pinnast. Kui sellist süvendamistehnikat oskuslikult kasutada ei segune süvendatav pinnas veega, see tähendab, et heljumi teke süvendamisel on minimaalne. See on sobilikum mudase pinna süvendamisel.



Joonis 3. Paljukopiline süvendaja süvendamistööl

Allikas: (Qingzhou Xinbo Heavy...2014)

Paljukopilised süvendajad kinnitatakse vähemalt kuue ankruga ja kandraami liigutatakse küljelt küljele. Ankruseadmed võivad takistada ümbritsevat laevaliiklust. Sellist tüüpi süvendamisega kaasneb kõrge müratase, süvendaja nädalane töövõime sõltub koppade mahust ja varieerub 10 000 kuni 100 000 m<sup>3</sup> vahel. Süvendustööd toimuvad sügavusel kuni 20 m. Sellised seadmed on väga ja kallid opereerida, kuid suudavad täpselt saavutada nõutud sügavuse. (Yell, Ridell 1995, 7,8)

Haardkopp süvendajad (*grab dredger*), mis asetsevad pontoonil on kraanad, mille otsa on riputatud haardkopp. Pontoonil asetsevat süvendusseadet peab liigutama puksiiride abil. Süvendamistööd algavad kopa põhja viimisega, kus kopp suletakse ja sellele järgneb kopa üles tõstmine. Materjal, mis jääb kopa sisse ladustatakse pinnaseveopraamile või võimalusel otse kaldale. Sellise seadme töövõimsus sõltub kopa mahutavusest, mis on ligikaudu 1-20 m<sup>3</sup>, kopa mahutavus sõltub kraana tõstevõimest.

Iseliikuvad haardkopp süvendajad on varustatud pardal oleva pinnasemahutiga, mida ümbritsevad mitmed kopad, süvendaja on võimeline ise liikuma süvenduspaika ja kaadamiskohta. Pinnasemahutiga süvendaja võimsus sõltub tema mahutavusest, mis jääb vahemikku 100-2500 m<sup>3</sup>. Süvendajat hoitakse paigal ankrutega. Sellise süvendamistehnika puhul tekib ebatasane põhjapind, sellepärast kasutatakse haardkoppa suuremahulistel süvendustöödel. Süvendajat on lihtne ja odav opereerida, seade on võimeline eemaldama ehitusprahti ja jäätmeid, vanu vaiu, kive ja muid takistusi ka piiratud ligipääsetavusega aladelt nagu kaide äärest. Pinnase poolest on seade sobilik süvendama muda, savi ja lahtist liiva. (Yell, Ridell 1995, 8,9)



Joonis 4. Haardkopp süvendaja ühe kopaga

Allikas: (World Maritime News, 2014)

Koppsüvendajaga ehk tavalise ekskavaatoriga on hõlpsam kaevandada väiksemates sügavustes ja siis, kui on tegemist kruusa, savi või muu kõvema pinnasega. Süvendaja tööjõudlus sõltub kopa mahust, mis varieerub 0,5-13 m<sup>3</sup>ni ja pinnase kõvadusest. Koppsüvendaja võib kinnitada põhja kolme vaia abil, millest kaks vööri pool asetsevat vaia tagavad seadme püsivuse, ahtris asuv vai abistab liikumisel. Uuemad masinad võimaldavad kopa liikumist kontrollida horisontaalselt ja vertikaalselt, seega vajadusel on võimalik saavutada ka ühtlane põhjapind. (*Ibid.*). Samas on koppsüvendaja ja ekskavaatori puuduseks madal tööjõudlus ja rohke heljumi teke kogu veesamba ulatuses. Lisaks ei ole võimalik koppsüvendajaga tagada ühtlast sügavust. (Järvik 2006, 61)

Mehaaniliste süvendajatega tekitatud heljumit saab vähendada aeglasema kaevandamisega ja pinnaseveopraamide ülelaadimise vältimisega. Samas sellised võtted



vähendavad seadme töövõimekust.

Mehaanilisi süvendajaid on parem kasutada rahnude, rusude, kettide ja kõite eemaldamiseks veekogu põhjast. Selliseid süvendajaid on mugav kasutada piiratud ligipääsetavusega aladel ja täpsust nõudvatel süvendustöödel, näiteks kaiäärsed süvendustööd.

## **Hüdraulilised süvendajad**

Enam kasutatakse süvendustöödel hüdraulilisi süvendajaid, pumpsüvendajaid (*trailing suction hopper dredger*) ja freeskopp (*cutter suction dredger*) süvendajaid. Hüdraulilised süvendajad tõstavad pinnase veekogu põhjast üles kasutades torustikku. Setete veega segunemiseks võib kasutada erinevaid meetmeid, lahtiste setete puhul piisab pumba kasutamisest, kinnisemate setete puhul võib kasutada mehaanilisi abivahendeid setete kobestamiseks. (Yell, Ridell 1995, 9,10)

Süvendaja süvendab ja segunenud pinnasepulp liigub mööda torusid aluse settebasseini või otse maismaale. Pinnasepumpsüvendajad on sobilikud pehme pinnase ümberpumpamiseks. Hüdrauliliste süvendajate kasutamisel on veesambasse tekitatav heljum väiksem, kui mehaaniliste süvendajate puhul. Pinnasepumpsüvendajaid kasutatakse ka maavarade ammutamisel (nt liiv) merepõhjast. Süvendaja sõidab süvendamistööde ajal väikese kiirusega süvendamist vajava ala kohal. (International Dredging...2001) Pinnasepumpsüvendajad on ilmastikukindlad ja süvendamise käigus ei pea neid kinnitama merepõhja lisaankrute või seadmetega. Lisaankrud tekitavad merepõhja auke ja süvendeid ning takistavad laevaliiklust. Iseliikuvate pinnasepumpsüvendajate pardale on vaja lisaks süvendusmeeskonnale veel laeva ohvitsere, kaptenit ja tüürimehi, et tagada ohutu navigatsioon. (*Ibid.*) Pinnasepumpsüvendaja on varustatud ühe või kahe imitoruga. Süvendusseadme suurust mõõdetakse seadme settebasseini mahuga, mis varieerub mõnest sajast kuupmeetrist kuni mitmekümne tuhande kuupmeetriini. Süvendatud pinnase ümberpaigutamiseks ehitatakse järjest suuremaid ja võimsamaid laevu. Imitoru otsa saab paigaldada veejoasüsteemi, terad, hambad või mõne muu süsteemi, mis aitab vabastada tihedaid setteid. Selliste seadmete eesmärgiks on tagada ühtlane ja piisav setete sissevool imitorusse. Peale pinnasepumpsüvendaja täitumist sõidab laev kaadamiskohta ja ladustab materjali vastavalt vajadusele, süvendaja põhjas asuvate luukide kaudu, pumbates torude

kaudu maismaale või pumbates veejoa abil otse ladustamiskohta (*rainbowing*). Viimast varianti kasutatakse peamiselt ramma täiteks või kaldajoone taastamiseks, suurendamiseks. Pinnasepumpsüvendajat on mugav kasutada merepõhja kihiliseks eemaldamiseks pikemas perspektiivis, seadet on mugav kasutada kanalite süvendamiseks, seadmega on raske ligi pääseda nurkadesse ja seda on keeruline manööverdada sadamates ja kaide läheduses.

Freeskopp süvendajatel (vt joonis 5) on pöörlev lõikepea, mis süvistab pinnast ning segab selle veega. Freeskopp süvendajat kasutatakse tiheda pinnase puhul, mida on keeruline pinnasepumpsüvendajaga süvendada. Süvendaja kinnitab ennast merepõhja ja pöörleb küljelt küljele, imitoru läheduses asuv lõikepea vabastab pinnase, mille järel see liigub imitorusse.



Joonis 5. Freeskopp süvendaja

Allikas: (General Dredge Information, 2014)

Hüdrauliliste süvendajate abil on võimalik saavutada ühtlane põhjapind, seadmete hea juhitavus tagab vajaliku profiili ja nõlvade süvendamise. Freeskopp süvendajate töövõime sõltub alusele paigutatud seadmete võimsusest ja imitoru läbimõõdust. Imitoru läbimõõt võib jääda vahemikku 100-1500mm. Heade tingimuste korral on freeskoppsüvendajad võimelised süvendama pinnast mahus 500 000 m<sup>3</sup> nädalas. Süvendajad ladustavad pinnase pinnaseveopraamidele või otse maismaale, hüdraulilisi süvendajaid kasutatakse ka pinnaseveopraamide tühjendamisel ja setete transpordil maismaale, süvendustöid ise võib teostada teine seade. Pinnase transportimisel maismaale mööda torusid on probleemiks

lainetus ja hoovused, lisaks võivad torud olla takistuseks ümbritsevale laevaliiklusele. Nende probleemide vältimiseks uputatakse torud või osa nendest ja paigutatakse veekogu põhja. Väiksemaid seadmeid on võimalik lammutada osadeks ja transportida mööda teed raskesti ligipääsetavatesse kohtadesse, näiteks sisevetele. Freeskopp süvendaja on võimeline süvendama väiksemaid kivisid ja eelnevalt lõhatud kiviklibu. (Yell, Ridell 1995, 12,13)

Hüdrauliliste süvendajate poolt tekitatavat heljumit on võimalik vähendada seadmete küljelt-küljele liikumise aeglustamisega. Pinnasepumpsüvendajad võivad olla iselossivate settebasseinidega (*hopper*). Pinnasepulp juhitakse settebasseini, kus see settib, üleliigne vesi juhitakse süvendajalt ära. Iselossivad süvendajad kaadavad pinnase kaadamisaladele põhjas asetsevate luukide või klappide kaudu. (PIANC 2008, 23-25)

### **Hüdrodünaamiline süvendamine**

Hüdrodünaamiline süvendamine on tegevus, mida teostatakse mehaanilise või hüdraulilise meetodiga. Selle tulemusena vabanevad setted veekogu põhjast ja kanduvad eemale loodusliku vooluga. Sellist meetodit kasutatakse näiteks jõevoolu parandamiseks, kus ladustunud setted vabastatakse ja nad kanduvad allavoolu ning ladustuvad kuskil eemal. Setted vabastatakse veevoolu juhtimisega pinnasesse või põhjapinnast rehitsedes. Sellist süvendusmeetodit kasutatakse erandjuhtudel, arvestama peab setete võimaliku settimiskohaga ning keskkonnamõjuga sellele alale. Sellise süvendusmeetodi kasutamisel tekib heljum suurel alal. (*Ibid.*) Hüdrodünaamilise süvendamise abil vabastatakse veekogu ummistavatest taimedest. Sama tehnikat kasutatakse ka õhtuvoolu abil, kus õhk surutakse pinnasesse väikeste tugevate jugadena. Sellist meetodit nimetatakse aerodünaamiliseks süvendamiseks. (Yell, Ridell 1995, 14)

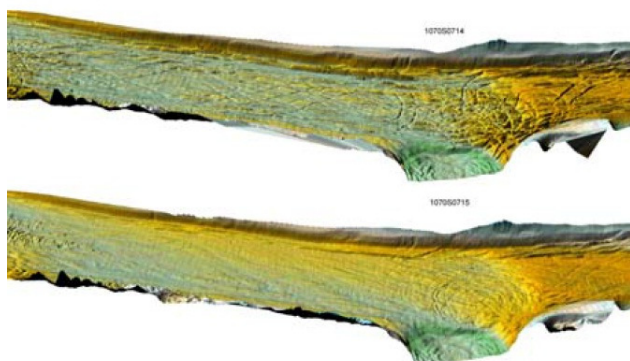
### **Amfiibsüvendaja**

Amfiibsüvendajad on võimelised töötama ujudes, veepinnalt üleüstõstetuna ning osaliselt maismaal. Seade tõstetakse veepinnalt kõrgemale tugijalgade abil. Süvendamiseks kasutab seade koppa, haardkoppa või paljukopalist seadet. Amfiibsüvendajad, kui ka hüdrodünaamilised süvendajad kavandatakse töötama kindlates olukordades. Need seaded on mõeldud teostamiseks kindla eesmärgiga töid piiratud tingimustes. Sellised tööd on enamasti väikesemahulised ja raskestiligipääsetavates kohtades. Hüdrodünaamilised ja

amfiibsüvendajad ei ole võimelised läbi viima suuremahulisi süvendustöid ja kordusüvendust. (*Ibid*) Amfiibsüvendajad on võimelised liikuma iseseisvalt süvenduskohta, samas on nad piisavalt kompaktsed, et transportida veoautodega mööda maanteid. Tänu heale ujuvusele ja stabiilsusele vees on seadet hea kasutada ka täpsustnõudvateks süvendustöödeks, nt kanalite või kitsaste veeteede süvendamiseks. Amfiibsüvendajate abil saab eemaldada merepõhjast pehmet pinnast, kui ka kive, lisaks puhastada tiike, jõgesid ja järvi taimestikust. (Dredging Today...2015)

### **Pinnase tasandaja**

Pinnase tasandamiseks kasutatakse rasket metallkangi või muud raskust, mida veetakse mööda veekogu põhja. Metallkang seadistatakse horisontaalselt nõutud kõrgusele ujupontooni alla. Pontooni veetakse puksiiriga. Sellist pinnase tasandamise meetodit kasutatakse peale süvendustöid, näiteks kui süvendustööd on teostatud mehaanilise süvendajaga, pole merepõhi tasane. Silumisega saavutatakse ühtlane tasetasus ja likvideeritakse võimalikud vead. Sellist meetodit kasutatakse veel kaiäärsete alade tasandamiseks nõutud sügavusele, kus liigne kuhjunud pinnas hajutatakse. Pinnase tasandamise efekti illustreerib joonis 6, kus ülemisel pildil on merepõhja kontuur enne tasandamist ja alumisel pildil peale tasandamist. (PIANC 2008, 25,26)



Joonis 6. Merepõhi enne ja peale tasandamist

Allikas: (PIANC 2008, 26)

Süvendajad on varustatud kõrgetasemeliste elektrooniliste seadmetega, mis

positsioneerivad seadme asukoha ja mõõdavad vee sügavust piirkonnas. Olenevalt tehnilistest võimalustest kuvavad seadmed süvendamist vajavat ala ning süvendamissügavust. Kaasaegse tehnoloogia ja elektroonika abil on võimalik suurendada seadmete efektiivsust ja süvendustööde optimaalsust, see tähendab, et ei toimu ülesüvendamist. Ülesüvendamise puhul muutuvad süvendustööd oodatust kallimaks, kuna materjali süvenduskohast kaadamisalale viiakse rohkem, kui ettenähtud. (PIANC 2008, 25,26)

Süvendustöödel kasutatav tehnika ja seadmed on erineva võimekuse ja täpsusega. Sobiliku süvendamistehnika valik sõltub süvendamist vajava ala ligipääsetavusest ja omadustest. Mehaanilised süvendajad on väiksema töövõimsusega, kuid täpsemad kui hüdraulilised. Mõned süvendajad on võimelised liikuma süvenduskohta iseseisvalt, teised vajavad selleks puksiiri abi.

### **1.5.2 Süvendaja valik**

Süvendaja valik sõltub töö eesmärgist ja võimalustest. Süvendustööde eripära sõltub süvendust vajava ala omadustest, sellepärast sobilik süvendusmeetod tuleb valida vastavalt võimalustele. Süvendaja valik sõltub järgnevatest asjaoludest: seadme saadavus ja maksumus, süvendatavate setete iseloomust, süvendusmahust, vee sügavusest ja ligipääsetavusest, ladustusala kaugusest, ladustusvõimalustest ja setete saastatusest.

Süvendajate töövõimekuse juures tuleb arvestada seadme mõjuga keskkonnale. Süvendaja töövõimest sõltub tööde kestvus ja heljumi teke süvendustöödel. Süvendajate hindamisel tuleb arvestada kõik süvendusetapid ühtseks tervikuks. Süvendustööde etappideks on pinnase kaevandamine, üles tõstmine, transport ja ladustamine. Hüdraulilised süvendusmeetodid tekitavad süvendustöödel vähem heljumit kui mehaanilised süvendajad. Samas mehaanilised süvendajad ei sega setete lõimist. Hüdrauliliste meetoditega süvendamisel seguneb pinnas veega, see tekitab kaadamiskohal jällegi suurema heljumi ja settimisaja. Pumpsüvendajad on keskkonnasõbralikumad kasutamiseks tundliku ümbrusega süvendusalal, mehaanilised süvendajad tundliku ümbrusega kaadamiskohal.

Süvendusmeetodite võrdluses on süvendajate erinevused mõjus keskkonnale. Hindamisel on kasutatud kolme taset, tabelis 1 on tulemused esitatud kolmes järgmises väärtustes (PIANC 2008, 27):

- 1) „+” keskmisest parem väärtus,
- 2) „0” keskmine väärtus ning

3) „-“ halvem, kui keskmine väärtus.

Turvalisemaks on peetud freeskopp ja pumpsüvendajat, sest süvendustööd toimuvad veepinnast allpool, suurt liikumist veepinnast kõrgemal ei ole. Täpsemateks süvendusmeetoditeks peetakse freeskopp süvendajat, paljukopalist süvendajat ja koppekskavaatorit. Nende seadmete täpsus sõltub pardal olevast tehnikast ja tööliste oskustest. Freeskopp, paljukopalist ja koppekskavaator süvendajaid on võimalik täpselt kontrollida küll vertikaalsuunas, kuid koppekskavaator võib jätta ebatasasusi horisontaalselt. Kõikide süvendusmeetodite puhul tekib paratamatult heljumit, vähem tekitavad heljumit pump ja freeskoppsüvendajad. Nende seadmete puhul tekib vähem heljumit sellepärast, et süvendatav pinnas segatakse veega ja koheselt peale segunemist liigub tekkinud pinnasepulp imitoru kaudu settebasseini või kaadamiskohale. Süvendatavate setete lõimist segavad vähem koppekskavaator ja paljukopaline süvendaja, sest nemad tõstavad pinnase ülesse ilma selle struktuuri muutmata. Mürataseme puhul tähendab parem, kui keskmine väärtus vähem müra tekitavat meetodit, enam tekitab müra paljukopaline süvendaja.

Tabel 1. Erinevate süvendajate omadused ja mõju keskkonnale

	Turvalisus	Täpsus	Heljum	Segunevus	Müra
Pumpsüvendaja	+	-	+	-	+
Freeskopp süvendaja	+	+	0/+	0/+	+
Iselossiv pinnasepump süvendaja	+/0	-	-/0	-	+
Paljukopaline süvendaja	-	+	-/0	0/+	-
Koppekskavaator	-	+	-/0	+	+
Haardkopp süvendaja	-	-	-/0	0	+

Allikas: (PIANC,2008,26,27)

Süvendaja valikul ei tohiks lähtuda ainult tabelis 1 tooduga vaid ka kohalikest oludest ja võimalustest. Pumpsüvendajaid eelistatakse juhul, kui süvendamistöid ümbritsev ala on tundlik. Mehaanilisi süvendajaid eelistatakse juhul, kui kaadamispiirkonna ümbrus on tundlik.

Kokkuvõtvalt selgus, et süvendustööd on vajalikud, et tagada ja säilitada ohutu navigatsioon. Süvendustööd kasutatakse ka veealade keskkonnaalasteks hooldustöödeks ja kalakoelmute puhastamiseks, lisaks kasutatakse süvendamist sadamaalade ehitamisel ja ranna täitmisel. Iga süvendustöö puhul peab arvestama töö mõju keskkonnale. Tööde

planeerimisfaasis tehakse koostööd sidusgruppidega ja keskkonnamõjude hindamise komisjoniga, et vältida süvendustööde negatiivset mõju. Edukas süvendusprojekt nõuab korralikku planeerimist ja eeltööd. Edukaks loetakse süvendusprojekt, mis täidab oma ülesannet, valmib tähtajaks ja eelarve piires. Süvendustööde maksumust väljendatakse ühikupõhiselt, eelnevalt teostatud tööde maksumust arvestades. Süvendustööde läbiviimiseks kasutatakse erinevat tehnikat ja seadmeid. Seadmete valik sõltub süvendustööde piirkonnast ja süvendatavast mahust. Erinevatel seadmetel on erinevad omadused, süvendustöödeks sobiliku seadme valikult tuleb lähtuda keskkonnamõjude hindamise tulemustest ja seadmete kättesaadavusest piirkonnas. Süvendustööstuses on suuri rahvusvahelisi ettevõtteid, kes on võimelised teostama süvendustöid erinevates piirkondades, riiklikul tasandil tegutsevad ettevõtjad teostavad süvendustöid riigi siseselt, lisaks on ka väikeettevõtjad, kes teostavad süvendustöid väiksematel aladel.

## 2. UURIMISMEETODID

### 2.1 Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimus

**Kvalitatiivne uurimisviis** ei ole konkreetne „asi“, millel on ainus „õige“ definitsioon ning mille tunnused saab koondada kompaktsesse loetellu. Selle kirjeldamiseks kasutatakse sageli erinevaid metafoore, mis on samuti tunnistuseks, et lihtne kirjeldamine ja tunnuste loetlemine ei tööta. Kvalitatiivselt mõeldes ei räägita numbritest ega hinnata midagi arvuliselt. Pole oluline, kui palju midagi on või kui paljud inimesed üht või teistmoodi ütlevad või mõtlevad, vaid millest ja kuidas nad mõtlevad ehk mis on inimkäitumise, inimsuhete sisu, kuidas need toimivad ja mida nendega tehakse. Seejuures ei ole uurimise objektiks ainult silmaga nähtav ja kõrvaga kuuldav, vaid ka sõnade ja tegevuse taga peituv, aimatav, vihjamisi edasi antav – kavatsus, liikumapanev jõud, suhtumine jms. (Ilves 2009, 2-4)

Dezin ja Lincoln kirjeldavad kvalitatiivset uurimismetoodikat, kui tõlgenduslike (uurimis)praktikate kogumit, mis võimaldab maailma nähtavaks muuta. Uurija ülesandeks on tõlkida maailm erinevate praktikate abil keskkonnas tehtud märkmeteks, intervjuudeks, vestlusteks fotodeks jms. Selleks, et tähendusi võimalikult autentselt edasi anda, tegutseb uurija nähtusele võimalikult lähedal, selle loomulikus keskkonnas. Denzin ja Lincoln lähtuvad kvalitatiivse uurimismetoodika seletamisel sõna „kvalitatiivne“ tähendusest, mis peab tähtsaks olendite ja protsesside kvaliteeti(e), mida ei uurita ega mõõdeta eksperimentaalselt hulga, määra, tugevuse või sageduse terminites. (*Ibid.*)

Austraalia teadlane Ezzy peab tähtsaks andmete kogumist kvalitatiivses uurimuses eeldatavat tulemust aimamata, sest sellisel juhul välistatakse võimalus, et teadlased tõlgendavad infot vastavalt eeldatavale tulemusele. Lihtne ja ahvatlev on oma uurimuses kinnitada seda, mida uurijad juba eelnevalt arvavad teadvat. Kvalitatiivseid andmeid tuleb tõlgendada tähelepanelikult, selle tulemusena avalduvad uued arusaamad ja nendest võib välja areneda uus teooria. (Ezzy 2002, 13)

Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara arvates on kvalitatiivse uurimuse lähtekohaks tegeliku elu kirjeldamine. Selle juures ollakse huvitatud keeletunnustest, seaduspärasuste avastamisest, teksti või tegevuse tähenduse mõistmisest ja refleksioonist. (Hirsijärvi *et al* 2005, 152)

Teadlaste seas levib arusaam, et kvalitatiivsed andmed on olemuselt huvitavamad, kui numbrid, kvalitatiivsete andmete tõlgendamine on analüütiliselt keerukam. Kvalitatiivse ja



kvantitatiivse uurimismeetodi vastuolu ei tohi üle tähtsustada. Võimalusel saab neid kahte meetodit kombineerida (Silverman 2013, 12,14). Ragin arvab, et kahe uurimismeetodi erinevus seisneb selles, et kvalitatiivses uurimuses vaadatakse igat juhtumit, kui tervikut ja neid võrreldakse teiste juhtumitega. Kvalitatiivses uurimuses on juhtumeid vähe, samas nendes olevaid muutujaid on palju. Juhtumeid võib võrrelda muutujate alusel, kuid selline andmete analüüs läheneb pigem kvalitatiivsele analüüsi meetodile. (Ragin 1987, 3) Tavaliselt nimetatakse kvantitatiivse ja kvalitatiivse uurimismetoodika peamise erinevusena seda, et esimene tegeleb numbritega, teine mitte. Kvantitatiivse uurimuse tüüpiliseks näiteks on avaliku arvamuse küsitlus ja kvantitatiivse uurimuse näiteks süvaintervjuu. (Ilves 2009, 7)

**Kvantitatiivse analüüsi** põhiküsimused on miks, mil määral, mis ulatuses. Uurimise eesmärgiks on teha üldistusi, ennustada tuleviku sündmusi, välja selgitada põhjused, testida teooriaid ja hüpoteese neid tõestades või ümber lükates. Kvalitatiivses uurimuses taandatakse andmed numbrilistele indikaatoritele. (*Ibid.*)

Magistritöös on kasutatud kombineeritud meetodit kvalitatiivsest ja kvantitatiivsest analüüsist. Analüüsimiseks Veeteede Ameti vajadusi ja võimalusi sisevete süvendamiseks selgitati välja süvendamist vajavad alad. Kvalitatiivse uurimuse käigus viidi läbi intervjuud Veeteede Ameti spetsialistidega, hindamaks ameti huvi ja võimalusi sisevete süvendamiseks (Lisa 1). Saadud andmete analüüsi põhjal arvutatakse süvendusmahud sisevetel ja nende muutust ajas. Sügavusandmete analüüsiks kasutatakse spetsiaalset programmi, mis võimaldab sisestada andmeid vastavalt vajadusele ja analüüsida ettenähtud kriteeriumite alusel. Kasutatud programmi kirjeldus on järgnevas alapeatükis. Uurimistöö käigus koguti andmeid süvendamist vajavate alade kohta sisevetel ja võrreldi nende hetkeseisu vastavalt Veeteede Ametis leiduvale sisevete arengukavale. Uurimismeetodite abil on võimalik prognoosida süvendamisvajadust sisevetel ja vastavalt sellele teha ettepanekuid kasutatava tehnika kohta. Sügavusandmete analüüs võimaldab edaspidi planeerida süvendaja tööd sisevetel ja välja arvutada süvendamistöõde ligikaudset kestvust ja maksumust.

## **2.2 Sügavusandmete analüüs programmiga Fledermause**

Süvendustööde teostamiseks on vaja eelnevalt teada eemaldatava pinnase mahtu, selleks peab olema piisava täpsusega mõõdistatud sügavusandmed ja piiritletud süvendamist vajav ala. Meetodeid süvendamismahtude arvutamiseks on mitmeid, mis eeldavad

sügavusandmete detailset analüüsimist, mis teostatakse spetsiaalsete arvutiprogrammidega. Magistritöös arvutatakse süvendusmahud arvutiprogrammiga Fledermause. Fledermause'i programmi kasutatakse Veeteede Ameti töös sügavusandmete visualiseerimiseks ja analüüsimiseks. Programmi litsents on Veeteede Ameti hüdrograafiaosakonnal.

Fledermause'i programm võimaldab 3Ds visualiseerida andmeid, neid töödelda, analüüsida ja esitleda. Programmiga saab virtuaalselt vaadelda objekte 3D vaates, pealtvaates, tuua esile objektide kontuure ja tippu, kui ka ruumiliste objektide ristlõiget. Tarkvara on kohaldatud geograafiliste andmete esitluseks, näiteks ookeanipõhi digitaalkujul või 3D mudel mäeahelikust, sellest olenemata on programm paindlik ja seda on võimalik kasutada ka objektide kasvumäärade arvutamiseks: naftamaardlate arendamiseks, torustike rajamiseks, aga ka keemiliste reaktsioonide esitlemiseks. (Fledermause Reference Manual 2010, 9, 10, 143)

Fledermaus'i programm võimaldab reaajas vaadelda 3Ds suurt andmete kogumit täislahutusega. Kõik andmed kuvatakse maksimaalselt vastavalt arvuti riistvara jõudlusele. Kaks visualiseerimise liidest võimaldavad andmeid vaadelda erinevatest külgedest, mis muudab andmete analüüsi lihtsamaks. Programmi on võimalik algandmeid sisestada mitmel erineval kujul: rasterandmetena, vektorandmetena, pildina, vertikaalpildina, 2D/3D joonobjektidena (vastavalt xyz või xy failile), punktobjektina, AutoCad programmi DXF/DWG failina ja programmi ESRI ArcGIS *shape*- failina, S-57 kaardiformaadina. Kõik formaadid töödeldakse programmi jaoks .sd või .scene failiks. Lühend .sd tähistab inglise keelset lühendit sõnast *scientific data*, mis tõlkes tähendab teaduslikud andmed. (*Ibid.*)

Fledermaus programmi vaateaknas on võimalik vaadelda erinevaid 3D mudeleid samaaegselt, näiteks kahte erinevat 3D pinnavormi sama piirkonna kohta aitavad iseloomustada laevakanali muutust, üks visualiseerib olukorda enne süvendustööd ja teine peale tööde lõpetamist, lisaks on võimalik samasse asukohta lisada ka ideaalne laevakanali mudel, et võrrelda süvendustöö tulemusi planeerituga. Laevakanali mudeli sisestamisel on vaja teada kanali asukohta, selle telje koordinaate, kanali laiust, pikkust, nõlva kallet ja projekteeritud sügavust. Täiendavalt on võimalus programmis teostada andmemudelite kvantitatiivset analüüsi, näiteks selgitada välja mudelite võrdlusena süvendatud materjali hulk. (*Ibid.*)

Sügavusandmete analüüsimiseks on vaja piisava täpsusega ja korrektselt mõõdistatud sügavusandmeid. Magistritöös kasutatakse piisava täpsusega sügavusandmeid, mis on mõõdistatud Veeteede Ameti hüdrograafiaaevadega. Sügavusandmed saab alla laadida

Veeteede Ameti ametisiseseks kasutamiseks mõeldud hüdrograafia infosüsteemist ehk HIS'ist. HIS'i veebipõhine kaardirakendus sisaldab ülevaadet tehtud moodsustest ja andmetest. Asutusesisesel veebirakendusel on võimalik andmete allalaadimine vastavalt vajadusele. Avalik HIS on WMS teenus. WMS tähendab *Web Map Service*. (Torim, Jürma 2015) Avalik HIS võimaldab andmete, moodsalade, sügavuste, samasügavusjoonte ja veealuste objektide kasutamist geograafiliste infosüsteemide tarkvaradega. (Veeteede Ameti Hüdrograafia...2015) Avalik HIS asub aadressil: <http://195.80.112.238:8080/HIS/Avalik?REQUEST=Main>. Veeteede Ameti HIS'i kasutamiseks peab kasutama arvutit, mis on Veeteede Ameti serveriga ühendatud. Andmete allalaadimiseks moodsustusalal tuleb vasaku hiireklahviga vajutada moodsustusalale, seejärel avaneb hüpikaken, mis võimaldab näha selle ala koha teostatud moodsustusi. Iga moodsustusala juures selles nimistus on nupp kolme punktiga, mida vajutades avaneb hüpikaken, kust saab detailsemat infot moodsustusala kohta. Vajutades nupule plaanimisse avaneb järgmine hüpikaken, mis näitab moodsustala nimetust ja moodsusteplaani genereerimise valikuvõimalusi. Moodsusteplaaniala genereerimisel saab valida sobilikud kriteeriumid. Soovitava info juures saab valida kogu plaani genereerimise, ainult sügavuspunktide või ainult objektide info. Väljundivormingu juures saab valida plaani väljundi, sügavusandmete väljundivorminguks on XYZ fail, kus kuvatakse hüdrograafiliste sügavuspunktide koordinaadid. Plaani moodsustkava on vaikimisi maksimaalses moodsustkavas 1:1000. Sügavuspunktide vahekaugus tuleb valida kõige täpsem, mis on 1 m. Koordinaatsüsteemiks tuleb valida L-Est süsteemis. Isojoon sügavusandmete juures ei genereerita. Peale seadistuste valimist tuleb genereerida moodsusteplaan, väiksemate alade puhul genereerib süsteem moodsusteplaani mõne sekundiga. Protsessi jälgimiseks avaneb hüpikaken, mis kuvab protsessi kulgu, peale genereerimise lõpetamist on võimalik sügavusandmete allalaadimine moodsusteplaani genereerimise aknas, vajutades nupule faili allalaadimine. Peale allalaadimisnupule vajutamist toimub andmete allalaadimine arvutisse, selleks ettenähtud kausta. Andmete allalaadimiseks sobilikud seaded on lisa 2 joonisel 1.

Andmetöötluks programmiga Fledermaus tuleb avada fail, milles on eelnevalt programmeeritud Praaga ja Eesti Värava kanali ideaalsed laevakanalimudelid vastavalt töös kasutatavatele parameetritele. Selleks tuleb menüüribalt vajutada *File*, seejärel *Open Data Object/Scene* ja valida fail. Seejärel tuleb lisada aladele sügavusandmed. Sügavusandmete lisamiseks tuleb menüüribalt valida *Import*, seejärel *Import Ungridded Data*. Avaneb aken, milles tuleb avada sügavustefail ja valida *Next*. Järgmises aknas tuleb *Value to Grid* järel

vajutada nupule *Configure...* ja muuta *3NUMERIC FIELD 3- Value to Grid -Invert*, see tähendab et sügavusandmete failis olevatele arvväärtused joonestatakse negatiivsena (allpool vee pinda). Edasi tuleb vajutada *Next* ning järgmises aknas muuta väli *Cell Size 1.0 Units*, see tähendab, et sügavused on esitatud ühe meetrise vahega. Seejärel tuleb vajutada kaks korda nupul *Next* ning anda töödeldud failile nimi. Lõpuks tuleb vajutada *Finish* nuppu, misjärel programm töötleb andmed ja visualiseerib need. Kõikide sügavusandmetega toimitakse samal viisil, lõpuks on need sisestatud programmi ning vasakul nimistust on neid andmeid võimalik vaadelda vajutades nende nimel parema klõpsu ja valides *zoom to object*.

Süvendamisvajaduse uurimiseks kasutatakse sügavusandmeid, mis on väiksemad, kui ideaalse laevakanali mudeli andmed. Mudelite võrdluseks tuleb menüüribalt valida *Tools* ja seejärel *Surface Difference*. Avaneb aken, kus on kõik eelnevalt sisestatud sügavusandmed, sellest aknast tuleb valida sügavuste fail, mida ideaalse kanaliga võrreldakse ning vajutada *Next*. Järgmises aknas tuleb valida ideaalse laevakanali mudel, millega sügavusandmeid võrreldakse ning vajutada *Next*. Järgmises aknas tuleb valida *Only data above...* ning vajutada kaks korda *Next* ja seejärel *Finish*. Peale analüüsi ilmub statistika aken, kus *Positive (above 0.0) Volume*'is on näidatud ruumala, mis jääb ideaalsest laevakanali mudelist kõrgemale. See maht esitatakse kuupmeetrites, mis tähendab antud töös süvendamisvajaduse geomeetrilist mahtu. Kõikide sügavusandmete töötlemisel tuleb korrata eelnevat protseduuri. Kõik andmed kuvatakse vaateaknas, kus arvuti hiirt kasutades on võimalik vaadelda andmeid pealtvaates, ja ristlõikes.

Kokkuvõtvalt on magistritöös kasutatud süvendusmahtude arvutamiseks mõeldud programm *Fledermaus* kiire ja tõhus andmetöötlusprogramm, mis sobib suurepäraselt objektide illustreerimiseks ja mudelite võrdluseks. Selle tulemusena on võimalik arvutada süvendusmahud välistades inimfaktorist tingitud arvutusvigu.

## **2.3 Sisevetel süvendamist vajavad alad**

Selles alapeatükis analüüsitakse Veeteede Ameti dokumentides ja arengukavas sisalduvaid andmeid sisevete süvendamisvajadusest. Enim neist vajavad tähelepanu Praaga ja Eesti värava kanalid, sest nendel veeteedel on üldriiklike huvide kõrval tähtsus Piirissaare ja Praaga elanikele.

Sisevete aktiivsema kasutuse põhiline eesmärk on turismi, rekreatsiooni, kalanduse ja

elukeskkonna areng. Sisevetel praktiliselt puudub kaubavedu, mis on muidu merenduse keskne arengumootor. Kuid turismi arengu kaudu on sisevetega seotud tegevusi võimalik kasutada ettevõtluse edendamiseks, et suurendada nende piirkondade atraktiivsust nii elu- kui ka töökeskkonnana. Eesti siseveekogude veeteede kogupikkus on 520 kilomeetrit ja laevateede pikkus 335 km. (Majandus-ja Kommunikatsiooni...2012) Eesti laevatatavate siseveekogude hulka kuuluvad Emajõgi ja Väike-Emajõgi Võrtsjärvest Pikasilla sillani ning Võrtsjärv, Peipsi järv, Pihkva järv ja Lämmijärv. Siseveekogude hulka kuuluvad lisaks eelnevale nendesse järvedesse suubuvate jõgede laevatatavad suudmed ja alamjooksud ning Narva veehoidla ja Narva jõgi Peipsi järvest kuni Narva koseni. (MSOS, §2)

Siseveeteel liiklemiseks kasutatakse valdavalt väikelaevu ning nende arv on viimastel aastatel oluliselt kasvanud (Maanteeamet...2015). Väikelaev on veesõiduk kogupikkusega 2,5–24 meetrit (näiteks paat, purjejaht, kaater ja muu selline), mida kasutatakse vaba aja veetmiseks või sportimiseks (MSOS, §2)- aga ka kalapüügiks. Sadamate sildumiskohtade arv on väike, sissesõiduteed ja akvatooriumid kitsad ning madalaveelised. Sadamate peamised kasutajad on kalurid, kuid kasvamas on sadamaid külastavate huvialuste hulk. Eestisesteks kaubavedudeks kasutatakse maantee transporti, veetranspordi osa on väike. Olulisteks liiklejateks sisevetel on veel riigistruktuuride alused: hüdrograafiateenistus, keskkonnainspeksioon ja piirivalve.

Magistritöös käsitletavate siseveeteede piirkonda visualiseerib lisa 2 joonis 2, kus on toodud Eesti laevatatavad siseveekogud ja tähistatud veeteede piirkonnad (Veeteede Amet 2008):

- N1 Laevatee Soome lahelt Narva jõele Narva- Jõesuus,
- N2 Narva jõgi Narva- Jõesuust Narva linnasadamani,
- N3 Narva jõe kanjon Narva linnasadamast Narva veehoidlani,
- N4 Narva veehoidla ja Narva jõgi Omuti kärestikeni,
- N5 Narva jõgi omuti kärestikes,
- N6 Narva jõgi Omuti kärestikest Vasknarvani,
- N7 Laevatee Narva jõelt Peipsi järvele Vasknarvas,
- P1 Peipsi järv,
- P2 Peipsi järve ja Lämmijärve ühendav Eesti Värava kanal,
- P3 Lämmijärv ja Pihkva järv,
- E1 Laevatee Peipsi järvelt Emajõe Praagal,

- E2 Emajõgi Praagalt Võidu sillani Tartus,
- E3 Emajõgi Võidu sillast Tartus Jõesuuni,
- E4 Laevatee Emajõelt Võrtsjärvele Jõesuus,
- V1 Võrtsjärv,
- V2 Väike- Emajõgi Jõgevesteni.

Meresõiduohutuseseaduse kohaselt ei kuulu laevatee lõigud N1-N3 laevatatavate siseveekogude hulka, kuid ka neid veetee lõike on võimalik muuta läbitavaks väikelaevadele. Narva linnas asuvast Jõe sadamast Kulgu sadamani Narva veehoidlal või Mustvee sadamani Peipsi järvel võiks väikelaeva vedada treileri peal. Omuti kärestikku ehitatav lüüs võimaldaks laevaliiklust Narva veehoidlalt Peipsi Järvele.

Lisas 2 joonisel 2 on sinisega tähistatud Eesti laevatatavad siseveeteede alad, punasega pidevat hooldust vajavad veetee osad: Narva jõe suue, Omuti kärestik, Narva jõe lähe, Praaga ja Eesti Värava kanalid ning Emajõe lähe. Peipsi järvelt Emajõeni ja piki Emajõge on sügavusandmed väikesed, sest jõest kanduvad setted vooluga jõe suudmesse, kus nad ladestuvad. Seega, et hoida väikelaevadele sobivad sügavust Emajõe suudmest Peipsi järvele on tarvis pidevat süvendamist. Võrtsjärv on madal ja veeseis tugevasti kõikuv, mille tõttu on paadikanaleid vaja regulaarselt süvendada (Majandus- ja kommunikatsiooni...2012, 78).

Järgnevalt antakse ülevaade Eesti laevatatavatel sisevetel süvendamist vajavatest piirkondadest ja nende olemusest. Piirkondade järjestus ei vasta lisa 2 toodud järjestusele vaid on alustatud enim tähelepanu vajavatest aladest. Iga süvendamist vajava piirkonna kohta on lisatud illustratiivne joonis, kus on näha laevatee, sügavused ja muud navigatsioonilis-hüdrograafilised erisused.

### **Praaga kanal**

Praaga kanal asub Emajõe suudmes Praaga küla lähistel. (Lisas 2 on tähistatud E1) Praagal on jõelaevade sildumiskoht, veeseisu vaatluspost ja seal oli piiripost. Praaga kohal Peipsi randa liigestav Praaga laht on juba keskajast tuntud hea kalastuspaigana (EE Eesti Entsüklopeedia...2014). Praaga külla pääseb vaid veeteed pidi, kuigi seal ei elata alaliselt üheski majapidamises on seal ajutisi elanikke, kes kasutavad liiklemiseks veesõidukeid (Vara Vallavalitsus 2010).

Praaga kanalis teostatakse korduvsüvendustöid, mille käigus ei muudeta kanali trassi

asukohta, kanali laiust ja kanali muid parameetreid. Süvendustööde käigus taastatakse aastaid kasutusel olev kanal (Järvik 2006, 59). Kanal on tähistatud (vt lisa 2 joonis 3) paaris asetsevate lateraalmärkidega ja kanali telge tähistab tulega teljepoi. Lateraalmärgistusega tähistatakse kanalite ja faarvaatrite külgmisi piire (International Association of...2010) Laevakanali regulaarse süvendamisvajaduse peamiseks põhjuseks on põhjatuul Peipsi järvel, mis põhjustab vee turbulentsse liikumise, mistõttu toimub setete liikumine piki rannajoont. Samuti põhjustab setete liikumist Praaga faarvaatrite kompensatsioonihoovus, mis on veemasside liikumine rõhu erinevuse tõttu. (Napits 2010, 81) Lähieesmärgiks sisevete laevaliikluses on ohutum veeliiklus väikelaevadele süvisega 1,3 m Peipsi järvelt Tartuni. Kaugemaks eesmärgiks on ohutum veeliiklus väikelaevadele süvisega kuni 1,7 m.

Praaga laevakanali süvendamata jätmine on laiade negatiivsete mõjudega, sest võib pidurdada laevaliiklust kogu Emajõe- Peipsi süsteemi veeteedel.

### **Eesti Värava kanal**

“Eesti Värava kanal” on laevakanal, mille kaudu on võimalik pääseda Peipsi järvelt Lämmijärvele Eesti Vabariigi territoriaalvees (Veeteede Amet 2007, 4). Lisa 2 joonisel 2 tähistatud P2. Piirissaarele on laevaliiklus piki laevakanalit leidnud aset aastakümneid, seejuures kasutati kanalit, mis peale Uhtinina süvikut suundub itta Piirissaare poole (Järvik 2006), lisa 2 joonisel 4 tähistatud punase punktiirjoonega. Selle trassi ida-läänesuunaline lõik oli pideva setete pealetungi mõju all, mistõttu ei olnud ühelgi kevadel teada, kas trass on peale sügis-talvist perioodi laevatav või mitte (Raig 2007). Aastatel 2007-2008 süvendati Eesti Värava kanalit uues, teaduslikel alustel põhjendatud ja kavandatud asukohal, navigatsioonimärkidega tähistatud laevateel (lisa 2 joonis 4). Uus trass valiti selleks, et pikendada kanali eksploatatsiooniaega tulevaste ülesüvendamiste vahel. Kanal täitus eelnevalt põhjasuunast puhuvate tormituultega pealetungiva liivaga. (Veeteede Ameti Kommunikatsiooniosakond 2007) Peale seda pole Eesti Värava kanalis korduvsüvendustöid toimunud. (Raudsepp *et al* 2006)

Märgistus on tihedasti paigaldatud piki kanalit, sest kanal on pikk ja kitsas ning navigeerimise teeb ohtlikuks kõrval asetsev 0-2 meetrine sügavusala. Piirissaare püsielanikkond on viimase 10-15 aasta jooksul tunduvalt vähenenud ja praegu on see alla 100 inimese. Võrdluseks, Esimese Eesti Vabariigi ajal elas saarel kuni 700 inimest. Alates 2005. aastast on Piirissaarele pääsemine ainult veeteed pidi, saare lennuväli ei suuda lennukeid vastu

võtta ja nende õhkutõusmist tagada. Sellest lähtuvalt on laevaliiklus läbi Eesti Väravate kanali Piirissaare valla ellujäämiseks ainus tagatis (Raig 2007). Juhul, kui Eesti Väravas ei ole kasutatavat laevakanalit, siis saaks ühendus Piirissaarega toimuda läbi Laaksaare sadama või ümber saare läbi Vene Värava. Kumbki neist ei ole optimaalne variant ja tõenäoliselt ei võimalda tulevikus saarega korralikku ühendust, mille tagajärjel võib saare püsielanikkond väheneda veelgi kiiremini. Saarel elavate kaitsealuste liikide elutingimused võivad halveneda, seda inimtegevuse (põlluharimine, sh sibulakasvatus) vähenemisest. Veeteed on vajalik ka Võhandu suudme vastas asuvale Salusaarele jõudmiseks, kuid see on asustuseta paik, kuhu reisimine kuulub turistlike või huvisõitjate hulka. Kanal loob võimaluse jahtide, kaatrite ja reisi- ning kaubalaevade veeliikluseks Lämmijärve ja Peipsi järve sadamate vahel. Samuti on võimalus avada Tartu Piirissaare ja Tartu Pihkva laevaliinid. (Veeteede Ameti Kommunikatsiooniosakond 2007) Laevateel Peipsi järvelt Lämmijärvele Eesti Värava kanali kaudu, kus veeliiklus uues, eeldatavalt stabiilsema veesügavusega kanalis nõuab laevajuhilt erilist hoolikust ning kanali korrashoiu huvides on vajalik regulaarne süvendamine. Sisevete arengukonseptsiooni kohaselt tuleb hoida Eesti Värava laevakanal laevatav vähemalt 1,5 meetrise süvisega väikelaevadele.

Laevakanali puudumine Eesti Väravas on pea kõikidele huvigruppidele suuremal või vähemal määral negatiivse mõjuga. Kasutatava laevateed olemasolu on peamiseks eelduseks Piirissaare püsielanikkonna säilimisele. See on riikliku tähtsusega küsimus, kuna tegemist on omapärase kultuuri ja ajaloolise kogukonnaga. (Raudsepp *et al* 2006).

Praaga ja Eesti Väravate laevakanalite olemasolu avardab veeturismi võimalusi Peipsi järvel ning on seetõttu tähtis kogu regionile: Tartu, Jõgeva, Põlva ja Ida- Virumaale. Potentsiaalselt pannakse laevakanalite korrastamisega alus ka Tartu- Pihkva laevaliinile, eriti reisijate veoks, aga ka kaubaveoks. Mõlemad kanalid on tähtsad Veeteede Ameti, Keskkonnainspektsiooni, Politsei- ja Piirivalveameti ja Päästeameti aluste normaalseks liikumiseks Peipsil ning Lämmijärvel (*Ibid*).

## **Emajõgi**

Emajõgi on Eesti pikim laevatav jõgi. Emajõe kogupikkus on 101 kilomeetrit ja langus Võrtsjärvest Peipsini 3,5 meetrit, sügavus on valdavalt 2–3,5 meetrit, keskjooksul kuni 5–6 meetrit. Tartu asub täpselt jõe keskjooksul, aga enne Tartut langeb Emajõgi kolm meetrit ja pärast vaid pool meetrit. Tartust ülesvoolu jääv jõeosa on märgatavalt kiirevoolulisem ja



keerulisemate laevatamisoludega kui allavoolu jääv osa. (Eesti Loodus...2012) Emajõe kallaste ja sāngi koostismaterjaliks on liiva ja savi segu.

Emajõe laevatee on sügav ja hästi läbitav, kuid siiski on säilinud laevaliiklust raskendavaid lõike: Emajõe lähe Rannu- Jõesuu, Vabaduse silla ja Kaarsilla sillaavad Emajõe suudmes asuv Praaga kanal. Lisaks vajab süvendamist Väikesel- Emajõel Pikasilla sillaava (Veeteede Ameti sisene kiri 2011). Need laevatee lõigud on aluste poolt küll läbitavad, kuid ohutuks navigatsiooniks väikese sügavuse või väikese laiusena laevatee osad.

Siseveeteede arenduse kaugemaks eesmärgiks on veeliikluse ohutuse parandamine ja veeteede kasutajasõbralikuks muutmine kogu siseveeteede ulatuses (Veeteede Amet, 2008, 8). Esmaseks eesmärgiks on ohutu veeliiklus väikelaevadele süvisena kuni 1,3 m Peipsi järvelt Tartuni veeseisu nulltaseme ja sellest kõrgema veetaseme korral (*Ibid.*); lisa 2 joonisel 1 tähistatud E2. Kaugemaks eesmärgiks samal lõigul on ohutum veeliiklus 1,7 m süvisena väikelaevadele. Rannu-Jõesuust Tartuni on kitsaim faarvaatri laius 31 m. Emajõel Tartust Praagani olulisi laevasõidu takistusi ei ole. Keskmise navigatsioonilise veetaseme korral on laevatee väikseim sügavus ja laius vastavalt 3,5 ja 50 meetrit (Napits 2010, lk 37).

Lõigul E3, Emajõgi Tartus Võidu sillast Jõesuuni, on eesmärgiks ohutum veeliiklus väikelaevadele süvisena 0,8m ja kaugemaks eesmärgiks ohutu veeliiklus 1.5m süvisena väikelaevadele. Laevatee lõigu E3 puhul on faarvaatri laius keskmise navigatsioonilise veetaseme korral 32–35 meetrit ning madalveeperioodil 17–20 meetrit. Erandiks jäävad aga sildade alused faarvaatrilõigud (Napits 2010, 37).

Ohutu laevasõidu korraldamiseks peab Emajõe sāngi sügavamaid osi ühendav laevatee sügavus navigatsioonihooajal olema nii suur, et aluste kiilualuse vee sügavus oleks minimaalselt 25–30 cm. Reeglina ei või vaba vee olemasolu kiilu alla olla vähem, kui 10% laeva süvisest (Helcom 2014, 4).

Järgneb ülevaade Emajõe veeteel hooldust vajavate alade kohta lõikudel E2 ja E3:

Tartu linnas **Kaarsilla sillaava** on madal, väiksema sügavusega 1.4 m ja raskesti läbitav isegi väikelaevadele, sest sillaava ohutu veeteede on ligikaudu 6 meetrit lai. Läbisõit on tähistatud lateraalmärgistusega. Olukorda illustreerib lisa 1 joonis 5, kus on näidatud kardinaalmärkide asukoht ja sügavusandmed Kaarsilla sillaavas ja selle läheduses. Oranžid sügavused jäävad vahemikku 0.0-2.0 meetrit, kollased sügavused jäävad vahemikku 2.1-5.0 meetrit ja rohelised sügavused jäävad vahemikku 5.1-10.0 meetrit. Emajõe laevateed illustreerivatel joonistel on kujutatud samasügavusjooned iga meetri järel.

Tartus **Vabaduse silla sillaava** on samuti raskesti läbitav veete osa. Seal jäävad sügavused sügavusvahemikku 2.1-5.0 meetrit, aga veete laius ligikaudu 10 meetrit. Kitsas läbisõit on tähistatud lateraalmärkidega. Olukorda visualiseerib lisa 2 joonis 6, Emajõe laevatee Vabaduse silla sillaavas.

1926 aastal ehitatud Vabadussild oli esimene Eesti Vabariigis ehitatud raudbetoonsild. Sild hävis Teises maailmasõjas 1941 aastal (Tartu linna...2014), silla rusud siiani laevateed kitsendavad navigatsioonilised ohuallikad. Navigatsiooniohutuse seisukohast lähtuvalt tuleks need varemed sillaavast eemaldada.

Emajõe veeteel on raskesti läbitav ka **Jänese raudtee** silla sillaava. Kanali veete laius on ligikaudu 19 meetrit, aga sügavusandmed jäävad kõik vahemikku 0-2,0 meetrit. Sillaava on tähistatud lateraalmärkidega. Navigatsioonitingimustest piirkonnas illustreerib Lisa 2 joonis 7.

Emajõe lähe Rannu Jõesuus on laevaliiklust takistav veete osa. See takistab veeliiklust Võrtsjärve ja Peipsi vahel, piki Emajõge. Lisa 2 joonisel 2 tähistatud E4 veelõik ulatub Võrtsjärvelt kuni Emajõe lähteni Rannu- Jõesuus. Faarvaatrisse ja muulide vahele kandub looduslike protsesside tulemusel setteid, mis seda kohta madaldavad ja kitsendavad. Madalaimaks kohaks on kaitsemuulidest 400 meetri kaugusele Võrtsjärvele ulatuv veete lõik, veete on tähistatud toodritega. Jõe lähtes olevad kaitsemuulid on lagunened ja ei takista setete sattumist faarvaatrisse piisavalt. Seega, et saavutada laevaliikluseks sobilikku sügavust tulevikus, 1,5 meetrise süvisega laevadele Rannu- Jõesuus oleks vaja sellel alal teostada süvendustöid (lisa 2 joonis 8).

Selleks, et hoida veete Peipsilt Emajõe ja piki Emajõge Võrtsjärvele avatuna, on vaja eelpool kirjeldatud veete lõike hooldada ja süvendada. Laevaliikluses jõel võib ette tulla mahalangenud puid, mis olenevalt pikkusest ja kasvukohast võivad ulatuda laevateeni. Tänapäeval tehtavate erinevate süvendustööde tarvis on vaja mitmesuguse konstruktsiooniga pinnasepumpasid, kopsüvendajaid ja (ujuv)ekskavaatoreid. Arvestades Emajõe põhja risusust (näitena vanad sildade puitvaiad, varemed Vabadusesilla ja Kaarsilla all), on vajadus Emajõe veetele sobiva universaalse süvendaja järele. (Napits 2010, 55, 58)

## **Narva jõgi**

Narva jõgi saab alguse Peipsi järvest ja suubub Soome lahte. Jõe pikkus on 72,5 km (Eesti Entsüklopeedia...2014). Soome lahelt alguse saaval laevateel on peamiselt kolm pidevat

hooldust vajavat lõiku: Narva jõe suue Soome lahte Narva- Jõesuus N1, Omuti kärestik N5 ja Narva jõe lähe Peipsi järvel Vasknarvas N7. Koskede ja madalate kärestike tõttu ei ole Narva jõgi täies pikkuses laevatatav. Narva jõe kanjon Narva Linnasadamast Narva veehoidlani (veetasemete vahe 25 m) ei ole laevatatav jao astangu ja veehoidla tammi tõttu ning merelt on seetõttu võimalik Narva veehoidlale pääseda vaid laevu mööda maanteed transportides. Kaugemaks eesmärgiks siseveeteede arenduses on avada veete Soome lahelt Peipsi järveni, see eeldaks kanalite ja laevalüüside või –tõstukite rajamist. (Veeteede Amet 2008, 5)

Narva-Jõesuu ranna kaitsmiseks oli ehitatud kaitsemuul, kuid ehitus jäi lõpetamata. Kaitsemuul pidi takistama ranna erosiooni ja liiva kuhjumist jõe suudmesse (Andrejeva 2007, 20). Siseveeteede arenduse lähieesmärgiks on ohutum veeliiklus väikelaevadele süvisega kuni 2,0m Narva jõel Narva- Jõesuust Narva Linnasadamani veeseisu nulltaseme ja sellest kõrgema veetaseme korral (Veeteede Amet 2008, 6). 2009 a teostatud hüdrograafiliste moodsustandmete põhjal on sügavused Narva jõe suudmes Narva- Jõesuus piisavad 2.0 m süvisega laevadele sisenemaks Narva jõele. Veeseisus laevateel Soome lahelt Narva jõele ei ole liikuvate setete tõttu püsivad ning sissesõidutingimuste parandamiseks on vaja teha kordumõõdistusi ja vajadusel süvendustöid.

Veeteede arenduse lähieesmärgiks on ohutu veeliiklus väikelaevadele süvisega kuni 0,7m Narva veehoidlal ja Narva jõel Peipsi järveni veeseisu nulltaseme ja sellest kõrgema veetaseme korral, kaugemaks eesmärgiks oleks ohutu laevatee 1,7 m süvisega laevadele. (Veeteede Amet 2008, 7)

Narva veehoidla suurim sügavus on Narva jõe endise sängi kohal kuni 12 m, keskmine sügavus 1,8 m. Palju leidub veepinnale kerkinud turbasaari, mis on kaetud taimede, põõsastiku või isegi metsaga. Saared ujuvad ning võivad takistada laevaliiklust Narva veehoidlal. Süvendamist vajavaid kohti ei ole.

Peipsist Narva veehoidlani on Narva jõgi lai ja kiirevooluline. Laevaliiklusele kõige ohtlikum osa paikneb Olgin Kresti ja Omuti külade vahel, kus jõe langus on 5 meetrit 4 km kohta. Lähenedes sellele piirkonnale jõe vool kiireneb, sügavused muutuvad üha väiksemaks (Andrejeva 2007, 17), minimaalne jõesügavus Omuti kärestikus lõigul N5 on 0,4 m (Navigatsioonikaart EE6NARV5 2014). Voolu kiirus on 3m/s. Suure voolukiiruse ja väikeste sügavuste pärast nendes kohtades laevaliiklus kas piiratud või üldse võimatu (Andrejeva 2007, 17). Laevatee läbitavust illustreerib lisa 2 joonis 8, kus on Narva jõe laevatee madalaim lõik Olgin Krest'i küla juures. Piki jõge kulgev must pidevjoon tähistab Eesti ja Venemaa

vahelist riigipiiri. Oranži värvusega on tähistatud sügavused, mis pole piisavad 0,7 m süvisega laevadele, arvestades ka minimaalset vabavee olemasolu kiilu all.

Omuti kärestik Narva jõe keskjooksul on madalaveeline ja kivise põhjaga. Kivid on sügavusel 0,3-0,6 meetrit Keskkonnainspektorite sõnul on madala veetaseme puhul laevaliiklus selles piirkonnas väga ohtlik ja seda isegi mootorpaatidega sõites. Keskmise veetaseme korral pääsevad paadid üle kärestiku, kuigi aeg ajalt tuleb tõsta mootorit veest välja (Andrejeva 2007, 17). Laevaliikluseks madalate sügavuste tõttu raskesti läbitav jõe osa on Permisküla saare kõrvalt kulgev veete lõik, kus sügavused jäävad vahemikku 0,4-0,7 meetrit (lisa 2, joonis 9).

Selleks, et muuta Narva jõgi laevatavaks väikelaevadele süvisega kuni 0,7 m veete lõigul N6 on vaja teostada süvendustöid.

Peipsi järvelt alguse saav Narva jõe osa on märgitud pidevat hooldust vajavaks veete lõiguks N7. Probleemiks on jõe alguse kinnikasvamine, mille tõkestamiseks ehitati neli kivimuuli. Enne muulide rajamist oli jõe algus laiem ja vesi voolas aeglaselt ning külgnevad piirkonnad olid uputatud ja kinnikasvanud. Muulid aitasid kiirendada jõe äravoolu Peipsist ja takistasid jõe lähte liivadega ummistumist. Tänapäeval on nende muulide olukord halvenenud, muulide vahele on kuhjunud liiv, muulid ei ole renoveeritud ning sellepärast nad ei täida oma funktsiooni. Jõe algusesse kogunenud liiv on ohtlik laevaliiklusele ning väikesed sügavused piiravad veete kasutusvõimalusi. (*Ibid.*)

Pidevat hooldust vajaval veeteel Narva jõe lähtes Vasknarvas (lisa 2 joonis 10) on madalad sügavused jõe alguses, sügavused jäävad vahemikku 0,3-2,9 meetrit. Oranžiga on tähistatud sügavused, mis pole piisavad kuni 0,7m süvisega väikelaevadele minimaalse vaba kiiluvee olemasolu korral. Navigatsioonimärgistus on väga tähtis selles jõe osas, kuna laevad saavad liikuda ainult täpselt märgistatud laevateel. Faarvaatrilt kõrvale kaldumisel võib laev sõita madalikule või kividesse.

Narva jõe rajatavat laevateed ei ole võimalik rajada ainult veekogude Eesti osale. On vaja poliitilist tahet ja mõlemapoolset veendumust, et heanaaberlikud suhted ja majanduslik koostöö on kasulikud mõlemale osapoolle (Andrejeva 2007, 23).

Peipsi järve ja Soome lahe vahele jääva Narva jõe laevatavuse parandamiseks ja taastamiseks on vajalik poliitiline ja majanduslik toetus. Oleks vaja, et Eesti Vabariik ja Venemaa sõlmiks piirikokkuleppe, kuna Narva jõgi ja Peipsi järv on piiriveekogud, mida mööda kulgeb hetkel kontrolljoon.

## **Väike- Turu sadam**

Väike- Turu sadam asub Tartu maakonnas Tartu linnas. Sadamas osutatakse tasulisi sadamateenuseid vaid riigihaldusülesannetega veesõidukitele. Sadamat külastava suurima laeva EVA-301 mõõtmed on: pikkus 24m, laius 10m ja süvis 1,5m (Veeteede Ameti hidrograafiaosakond...2015). Sadama valdajaks on Veeteede Amet. Sadamaregistri järgi on sügavuseks kai ääres deklareeritud 2.0m (Sadamaregister...2015). Viimased mõõdistused on sadamas teostatud 2012 aastal, mille kohaselt ei ole sügavus 2.0 meetrit kai ääres tagatud, seega oleks tarvis sadamas teostada väikesemahulist süvendust.

### **2.3.1 Uputus- ja ladustamisvõimalused sisevetel**

Süvendustööde teostamiseks on vajalik määrata ka eemaldatava pinnase uputamiseks ette nähtud kohad. Tööde teostaja ladustab või uputab süvendustööde käigus eemaldatava pinnase määratud asukohta. Pinnase uputamiseks või ladustamiseks ette nähtud kohad võivad olla nii vees, kui ka maismaal. Vees olevad uputuskohad ehk kaadamisalad määratakse vee erikasutuslooga. Eestis väljastab veekasutuslubasid asukoha keskkonnateenistus või keskkonnaministeerium (Keskkonnaministeeriumi...2015). Maismaale ladustamise võimalused määratakse iga süvendusprojektiga eraldi ja vastavalt süvendustöö asukohale, meetodile ja eemaldatava pinnase hulgalet. Selles alapeatükis kirjeldatakse Praaga ja Eesti Värava kanalite süvendamistööde käigus eemaldatava pinnase uputus- ja ladustamisvõimalusi.

Uputuskoha valikul peab lähtuma põhiprintsiipidest (Järvik 2006, 66):

- uputuskoha peab asuma piisavalt kaugel kalakoelmutest ja ka kalavastsete levikukohtadest, et tekkiv heljum ei jõuaks mainitud aladeni;
- uputuskoha peab olema piisavalt kaugel lindude pesitsemisaladest ja ka aladest, kus linnud oma vastsündinud poegadele toituvad;
- uputuskoha peab olema küllaldaselt kaugel Eesti- Vene piirist Peipsil, et vältida piiriülese mõju tekkimist (heljumi kandumist piirini);
- uputuskoha peab olema võimalikult lähedal süvendatavatele aladele, et pinnasevedu ei oleks majanduslikult liialt kallis.

Lisaks ei tohi uputuskohat tekitada probleeme navigatsiooni suhtes.

Praaga kanalist eemaldatavate setete uputamiseks on eelnevate süvendustööde käigus kasutatud Peipsi järvel määratud uputuskohat. Praaga kanali ülesüvendustööde käigus

eemaldatava pinnase uputamiseks on väljastatud Keskkonnaameti poolt Vee erikasutusluba nr. L.VV/321359 kehtivusajaga 06.02.2012-05.02.2017. Uputuskoht Peipsi järvel on määratud nelja punktiga: (Vee erikasutusluba Nr. L.VV/321359 2012)

- 1) **K1** -WGS 84 58°28'46.82"N 27°23'10.83"E (L-Est X-6487145, Y-697463);
- 2) **K2**- WGS 84 58°27'42.85"N 27°23'28.50"E (L-Est X-6485183, Y-697849);
- 3) **K3**- WGS 84 58°27'33.85"N 27°21'26.38"E (L-Est X-6484797, Y-695886);
- 4) **K4**- WGS 84 58°28'37.57"N 27°21'08.71"E (L-Est X-6486760, Y-695501).

Uputuskoha kaugus Praaga kanali süvendustööde piirkonnast on kaardilt mõõdetuna ligikaudu 4 meremiili ehk 7.3 km. Lisas 2 joonisel 12 on uputuskoht tähistatud roosa katkendjoonega, kaugus Praaga kanalist on mõõdetud kanali keskmest kuni uputuskohta keskpunktini. Sügavused alas jäävad vahemikku 5.5- 6.6 meetrit. Pinnase uputamisel tuleb jälgida süvendustööde ehitusprojekti.

Süvendustööde käigus eemaldatav pinnas uputatakse või ladustatakse kohtades, mis määratakse vee erikasutusloaga. Eesti Värava kanali ladustamisala paikneb Piirissaare soomaal, Piirissaare sadama kanalist idas. Ladustusala kaugus sadama kanalist on ligikaudu 100m ning saare lõunaranna veepiirist ligikaudu 100m. 2008 aastal toimunud süvendustööde planeerimisel Eesti Värava kanalis leidis keskkonnamõjudehindamise ekspertgrupp koostöös Piirissaare Vallavalitsusega, et kõige parem variant on pinnase ladustamine maismaale Piirissaarele. Saarel ollakse huvitatud pinnase ladustamisest saare kaguosas. Piirissaare vald on soovinud 1,5 km talitee ehitamist, süvendustööde käigus väljapumbatava sette ladustusala võib olla selle tee aluseks. Lisaks taliteele soovis Piirissaare vallavalitsus laiendada saare lõuna ja kaguosas kuiva maa-ala, mis võiks tulevikus kujuneda turistide puhkepaigaks.

Piirissaare ladustusosal asuvad (Raig 2007):

- ladustusväli,
- piirdekraav ja äravoolukraav (vajadusel),
- pinnasepraami kai ja kanal (ajutised ehitised).

Ladustusala planeerimisel on arvestatud selle mõjuga keskkonnale, pinnase ladustamisel ei arvestata pinnase erinevate iseloomudega, ladustatakse segamini liivane ja liiva-mudane pinnas. (Järvik, 2006)

Ladustusvälja määramisel peab arvestama selle vastuvõtuvõimega, mis peab ületama kanalist süvendustööde käigus eemaldatava pinnase maksimaalset mahtu ja arvestama pinnase kohevusega. (Raig, 2007) Ladustusvälja kaugus Eesti Värava kanali keskmest on ligikaudu

2.6 meremiili ehk 4.8 km.

Eelnevate süvendustööde käigus Eesti Värava kanalis ladustati pinnas maismaale Piirissaarele, kuna seal oldi huvitatud ka edaspidi pinnase ladustamisest maismaale, arvestatakse magistritöös sellega ja määratakse Eesti Värava kanali süvendustööde käigus eemaldatava pinnase ladustamiskohaks Piirissaar. Praaga kanalist süvendatav pinnas uputatakse Praaga kanali lähistel asuvale uputuslale.

Kokkuvõtvalt, turismi ja huvilaevanduse arengu jätkamiseks sisevetel on vaja teostada süvendustöid. Eelnevalt on sisevetel süvendatud Praaga ja Eesti Värava kanaleid, kuid süvendamisvajadus on ka teistel laevateedel. Kanalite süvendamata jätmise katkestaks laevühenduse Piirissaarega ning takistaks laevasõitu Peipsi järve ja Emajõe vahel. Turismi ja huvilaevanduse arengut soodustaks veel Peipsi ja Soome lahe ühendus Narva jõe laevatee kaudu.

### 3. SÜVENDAMISTÖÖDE- JA TEHNIKA VAJALIKKUSEST EESTI SISEVETEL

#### 3.1 Süvendusmahtude arvutamine

Süvendamist vajavate alade analüüsimiseks on kasutatud programmi Fledermause ja võrreldud ideaalse laevakanali mudelit sügavusandmete mudeliga. Programmi abil on võimalik võrrelda ideaalse laevakanali ja sügavusandmete mahu erinevust. Mudelite erinevusest tuleneb süvendusmahtude geomeetiline maht. Süvendusmahtude arvutamise juures ei ole arvestatud bagermeistrivaruga. Mõlema kanali puhul on arvatud süvendusmahud 2014 aasta seisuga. Võrdluseks kasutatakse kolme eelneva aasta süvendusmahte, selleks et hinnata setete juurde- ja ärakannet kanalitesse.

##### 3.1.1 Praaga kanal

Praaga kanalis teostatakse kordusüvendustööd, mille käigus ei muudeta kanali asukohta ja laiust vaid taastatakse aastaid kasutusel olnud kanali sügavus. Analüüsimisel kasutatav ideaalne Praaga laevakanal on sirge, kanali põhja projektlaius on 40 m, kanali projektsügavus on 2.1 m. Süvendatava osa pikkus on 750 meetrit. Kanali nõlvade nõlvsus on 1:10. Praaga kanali telje otspunktid on tähistatud tähtedega A ja B, mille koordinaadid on tabelis 2.

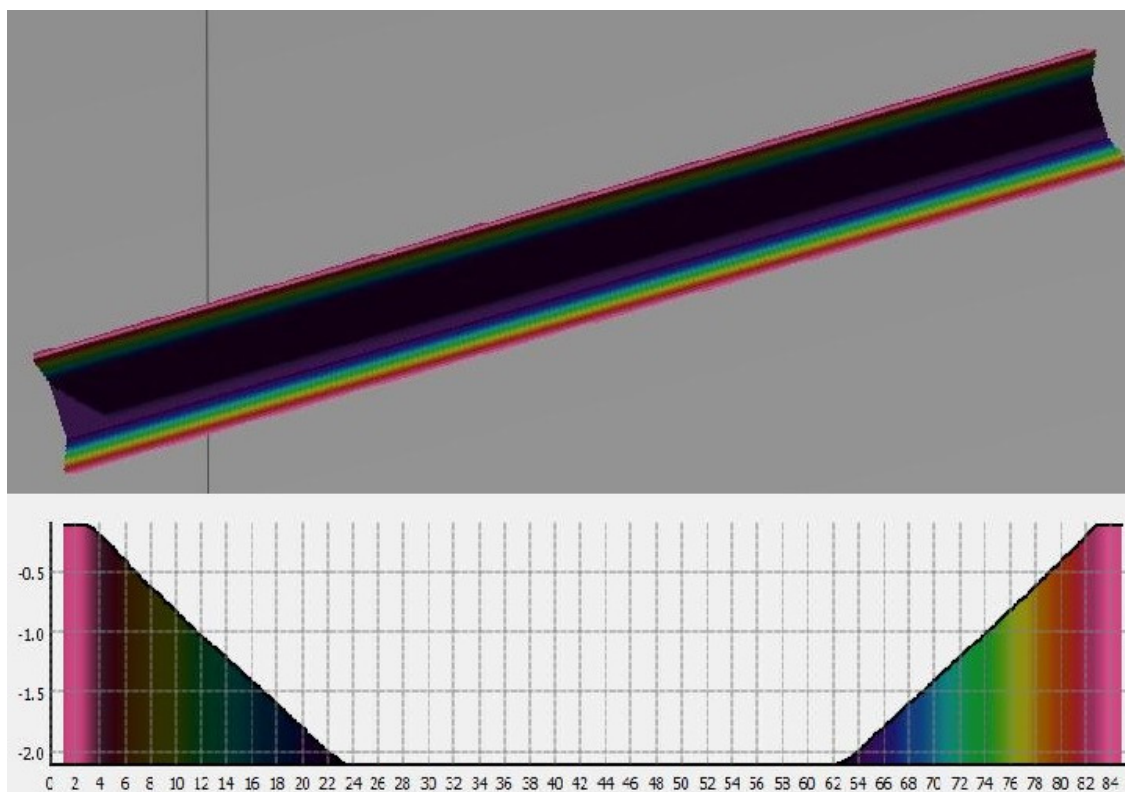
Tabel 2. Praaga kanali telje otspunktid geograafilistes koordinaatides ja L-Est koordinaatides

Telje otspunkt	Geograafilised koordinaadid	L- Est koordinaadid
A	58° 26' 25.50"N	6482393.1
	27° 15' 10.47"E	689900.5
B	58° 26' 31.05"N	6482600.0
	27° 15' 55.47"E	690621.4

Allikas: (Autori koostatud, Praaga kanali süvendustööde ehitusprojekti andmetel, 2011)

Ideaalse Praaga laevakanali mudel on joonisel 7, millel on kanali profiili ristlõige ja pealtvaade. Kanal on pealtvaates risküliku kujuga, nõlvade kalle on kujutatud ristlõikel, kus vertikaalselt on märgitud sügavused, horisontaalselt kanali laius meetrites.





Joonis 7. Praaga laevakanali mudel kanali ristlõikega.

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)

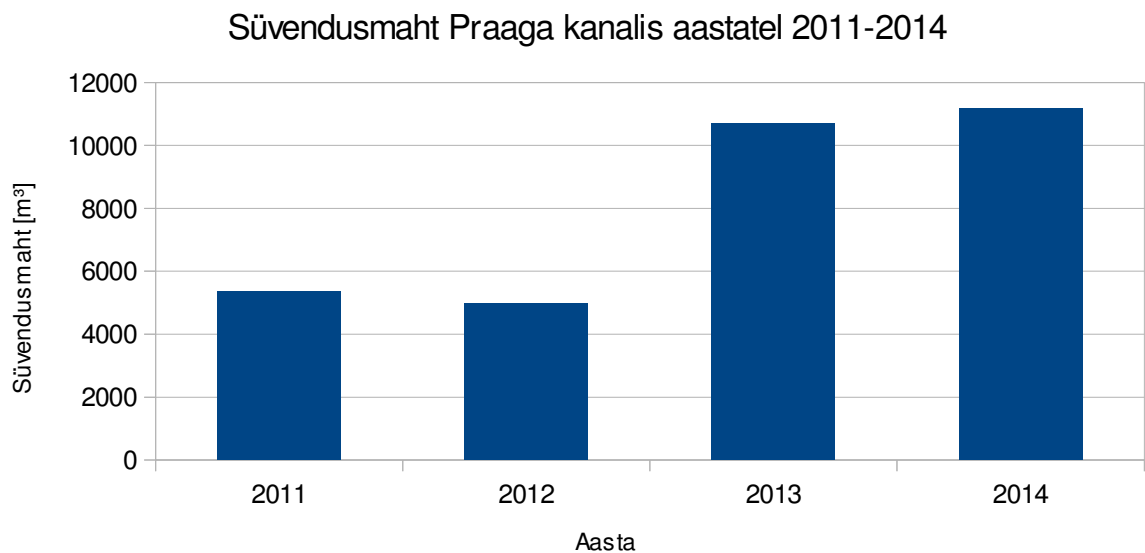
Joonisel 7 esitatud ideaalset laevakanali mudelit võrreldi analüüsi käigus seda ala katvate sügavusandmetega kokku neljal järjestikkusel aastal. Süvendamisvajadus aastate kaupa on esitatud tabelis 3, tulemused on ümardatud täisarvuni.

Tabel 3. Süvendusvajadus Praaga kanalis aastatel 2011-2014 (kuupmeetrites)

Aasta	Süvendusvajaduse geomeetriline maht
2011	5357
2012	4968
2013	10 697
2014	11 189

Allikas: (Autori arvutused programmi andmete alusel)

Süvendustööde geomeetriline maht kanalis suureneb aastatega, sest vahepeal pole süvendustöid teostatud. Viimati süvendati Praaga kanalit 2000 aastal, seega 11 süvendusjärgse aastaga täitus kanal üle 5300 m<sup>3</sup> setetega. Aastal 2012 toimus setete ärakanne kanalist, kuid aasta hiljem toimus setete juurdevool kanalisse ja süvendusmaht kasvas üle kahe korra. 2014 aastal toimus setete juurdekanne Praaga kanalisse (vt joonis 8). Kui Praaga kanalit oleks süvendatud aastal 2011, siis aastaks 2014 oleks süvendamisvajadus kanalis kõigest 5832 kuupmeetrit ehk 48% vähem. 2002 aasta sügavusandmete kohaselt oli Praaga kanal läbitav väikelaevadele süvisega 1.7 meetrit. Aastal 2006 valminud ehitusprojekti järgselt oli Praaga kanali süvendusvajadus 8560 kuupmeetrit.



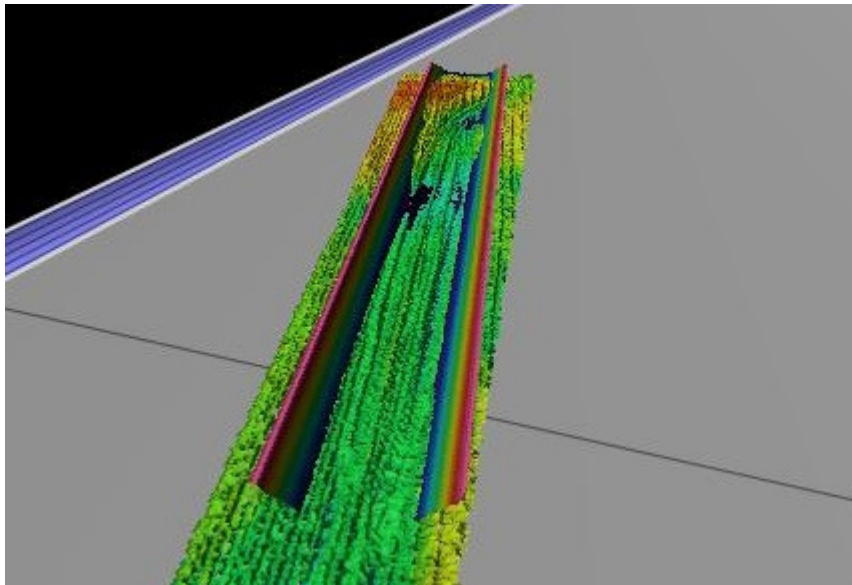
Joonis 8. Setete juurde- ja äravool Praaga kanalis aastatel 2011-2014

Allikas: (Autori koostatud analüüsitud andmete alusel).

Tegelikkuses oli setete juurdekanne Praaga kanalisse aastal 2014 suurem, kui tabelis 3 esitatud süvendusmaht, sest 2014 aastal teostatud moodsused Praaga kanalis ei kata ideaalse laevakanali mudelit. Kohas, kus 2014 aasta moodsus ei kata ideaalse laevakanali mudelit, on kasutatud 2013 aasta sügavusandmeid. 2014 aasta sügavusandmed ei kata täielikult laevakanali mudelit, sest kanal oli täies pikkuses läbimatu üle 1,2 m süvisega alustele. Veeteede Ameti moodsuslaev ei olnud võimeline moodsustama kanalit täies pikkuses

ettenähtud koordinaatidel. Laevakanali mittedobimatu sügavuse pärast olid osaliselt Praaga kanalit tähistavad navigatsioonimärgid nihutatud eemale oma tegelikust asukohast. Kuna 2013 aasta sügavusandmed on sügavamad kui 2014 aasta sügavusandmed, siis tegelikkuses võib Praaga kanali süvendusmahtu 2014 aastal pidada suuremaks, kui tabelis 3.

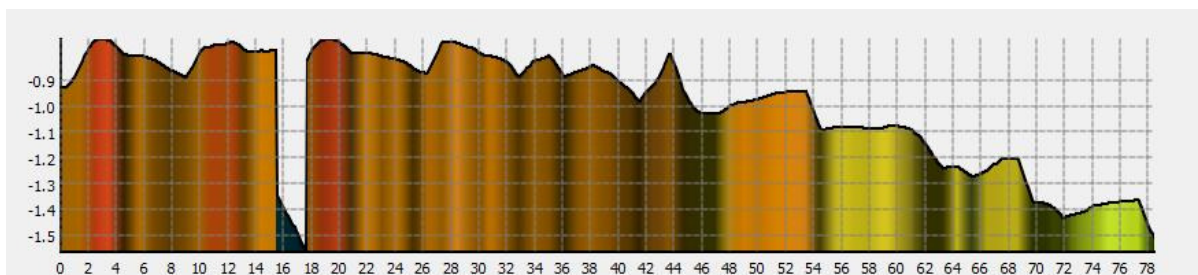
Praaga kanal täitus 14 aastaga 11 189 kuupmeetri setetega, mis muutis piirkonnas liiklevatele ujuvalustele kanali läbimatuks. 2012 aastal toimus mõningane setete ärakanne kanalist, kuid 2013 aastal setete juurdekanne, kanali süvendusmaht kasvas aastaga 5700 kuupmeetrit, kuid kanal oli siiski alustele läbitav. Aastaks 2014 kasvas kanali süvendusmaht 492 kuupmeetrit, kuid see ladestus kanali madalamasse kohta, mille tõttu sügavus vähenes ja kanal muutus läbimatuks väikelaevadele süvisega 1,2 m. Aastane setete juurdevool kanalisse peale viimaseid süvendustöid on 799 kuupmeetrit, kanal muutus läbimatuks 14 aastaga. Joonisel 9 nähtub setete jaotus kanali põhjas 2014 aastal. Setted kuhjuvad Praaga kanali Emajõe suudmest kaugemal olevasse otsa, seal on sügavused kanalis madalamad. Joonisel 9 on madalam koht tähistatud punasega.



Joonis 9. Setete jaotus Praaga laevakanali põhjas 2014 aastal

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)

Praaga kanali ristlõikeprofiil kanali madalaimast kohast on joonisel 10.



Joonis 10. Praaga kanali ristlõikeprofiil aastal 2014

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)

Kanali sügavused 2014 aasta seisuga on kohati väiksemad kui 0.9 meetrit. Madala veetaseme puhul on sügavused veelgi väiksemad. Setted kuhjuvad kanali põhjapoolsemasse äärde ning kanduvad lõuna poole. Kanali lõunapoolses osas jäävad sügavused 1.4 meetrini, kuid kanal on laevade ohutuks navigeerimiseks selles kohas liiga kitsas. Praaga kanali setete juurde- ja äravool ning paigutus aastate kaupa on esitatud lisa 3 joonistel.

Aastal 2011 oli Praaga kanali põhi täitunud väheste setetega, mis kuhjusid kanali Emajõe suudmest kaugemale otspunkti. Kanali sügavus piki telge madalaimas kohas oli 0.9 meetrit. Kanal oli aastal 2011 läbimatu väikelaevadele süvisega 1.3 meetrit. Aastal 2012 oli Praaga kanali põhi kattunud setetega piki kanalit, setted kuhjusid kanali põhjale ühtlaselt, kanali sügavus vähenes sügavuseni 1.9 m, eelneval aastal tekkinud madalam koht säilis 2012 aastal, kuid suurt setete juurdevoolu ja kuhjumist madalamale kohale ei ilmnunud. Aastal 2013 suurenes setete juurdevool, setted ladestusid kanali põhja ning sügavused 2011 aastal tekkinud madalamas punktis vähenesid. Madalaim sügavus kanali telje läheduses oli 0.6 meetrit, kanali üldine sügavus vähenes 1.8 meetrini. Aastal 2014 toimus kanalis setete juurdevool, setted ladestusid kanali põhja, kuid madalam koht Emajõe suudmest kaugemale jääva otspunkti B juures laienes veelgi. Aastal 2014 oli Praaga kanal oma asukohas läbimatu väikelaevadele, sügavusi selles piirkonnas pole 2014 aastal mõõdistatud, sest need olid liiga väikesed Veeteede Ameti mõõdistuslaevale. Laevaliiklus suunati ümber kanali teljest lõuna poolt, selleks asetati kanali navigatsioonimärgid eemale oma esialgselt asukohast.

Analüüsist nähtus, et Praaga kanalis tuleb teostada korduvsüvendustöid, sest kanal muutub läbimatuks väikelaevadele 11 aasta jooksul. Aastaks 2014 oli süvendusmaht kanalis üle 11 189 kuupmeetrit, mis ladestus ühtlaselt kanali põhja, Emajõe suudme kaugemas otsas kuhjuvad setted aktiivsemalt ja seal on sügavused väikesed. Kanal muutus 2014 aastal väikelaevadele läbimatuks.

### 3.1.2 Eesti Värava kanal

Eesti Värava kanalis teostatakse korduvsüvendustööd, mille käigus ei muudeta kanali asukohta ja laiust vaid taastatakse kasutusel olnud kanali sügavus. Eesti Värava ideaalne laevakanal on sirge, kanali põhja projektlaius on 40 m, kanali projektsügavus on 2.1 m. Süvendusala pikkus on 2200 meetrit. Kanali nõlvade nõlvus on 1:7. Eesti Värava kanali telje otspunktid on tähistatud tähtedega C ja D, mille koordinaadid on tabelis 4:

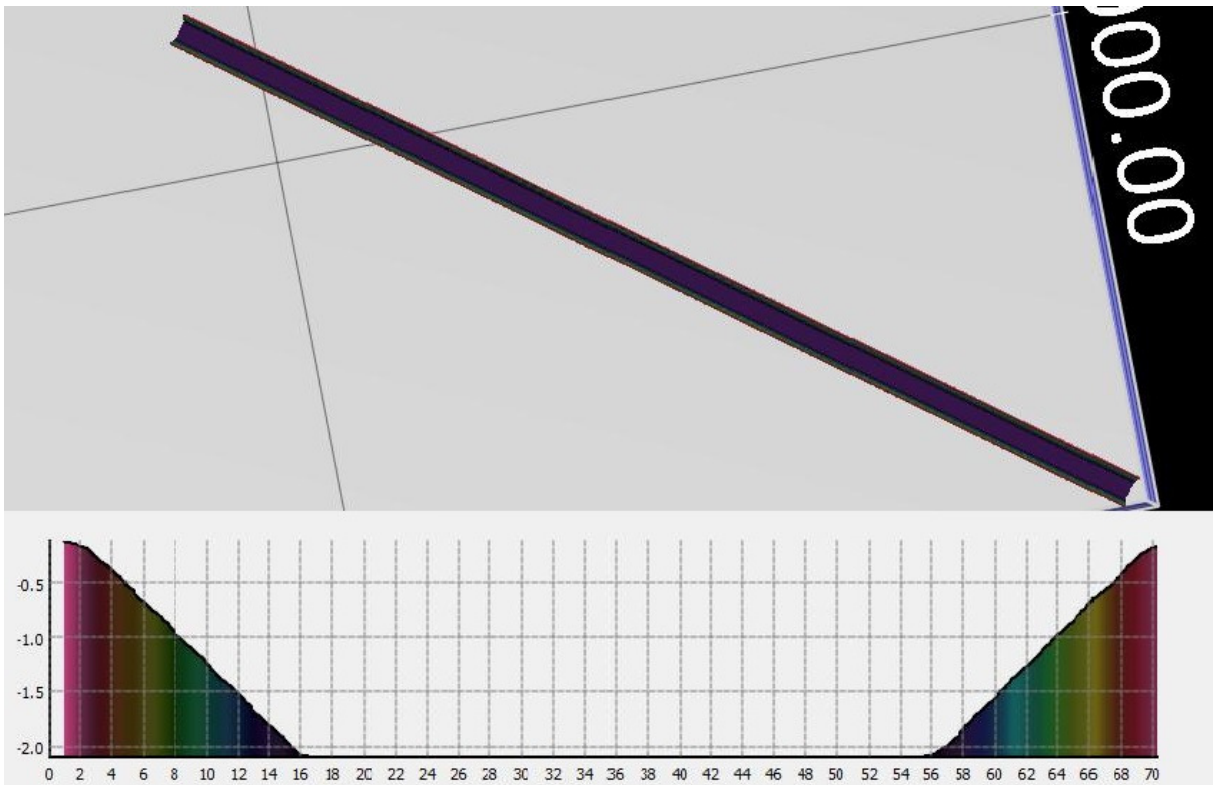
Tabel 4. Eesti Värava kanali telje otspunktid geograafilistes koordinaatides ja L-Est koordinaatides

Telje otspunkt	Geograafilised koordinaadid	L- Est koordinaadid
C	58° 21' 45.16"N	6474307
	27° 27' 1.02"E	701859
D	58° 20' 59.62"N	6472987
	27° 28' 44.91"E	703619

Allikas: (Autori koostatud, Eesti Värava kanali süvendustööde ehitusprojekti andmetel, 2007)

Ideaalse Eesti Värava laevakanali mudel on joonisel 11, millelt nähtub kanali ristlõige ja pealtvaade. Kanal on pealtvaates risküliku kujuga, nõlvade kalle on kujutatud ristlõikel, kus vertikaalselt on märgitud sügavused, horisontaalselt kanali laius meetrites.

Joonisel 11 esitatud ideaalset laevakanali mudelit võrreldi analüüsi käigus seda ala katvate sügavusandmetega kokku neljal järjestikkusel aastal. Süvendamisvajadus aastate kaupa on esitatud tabelis 5, tulemused on ümardatud täisarvuni.



Joonis 11. Eesti Värava laevakanali mudel kanali ristlõikega

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)

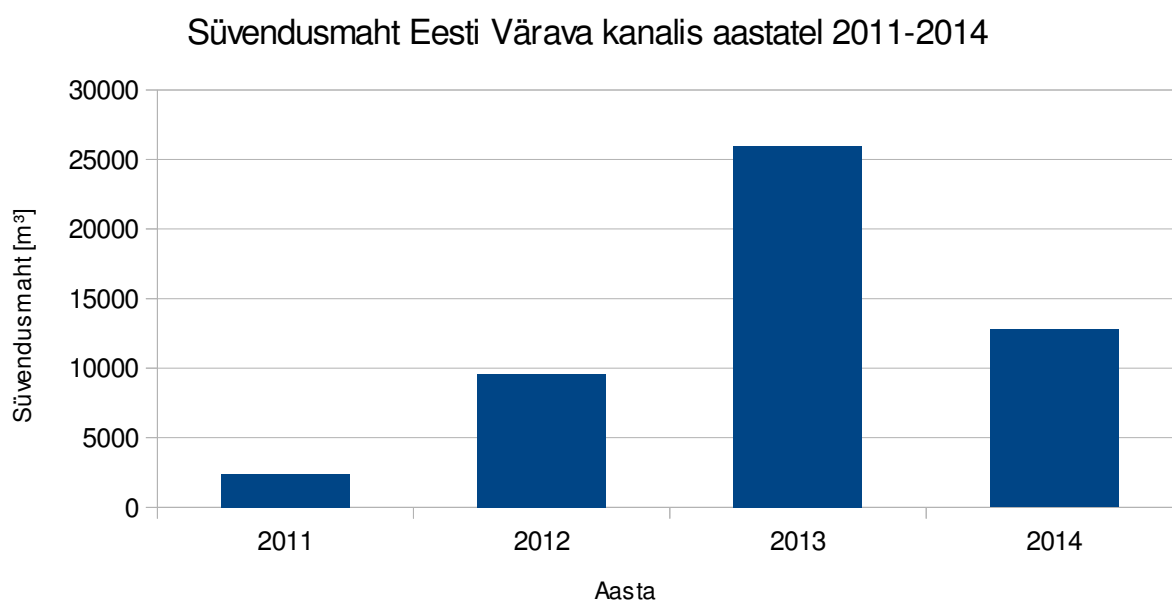
Tabel 5. Süvendusvajadus Eesti Värava kanalis aastatel 2011-2014 (kuupmeetrites)

Aasta	Süvendusvajaduse geomeetriline maht
2011	2396
2012	9579
2013	25 950
2014	12 782

Allikas: (Autori arvutatud programmi andmete alusel)

Süvendamisvajadus Eesti Värava kanalis on aastatega suurenenud, sest vahepeal pole teostatud süvendustöid. Viimati süvendati Eesti Värava kanalit aastal 2008 uues asukohas. Kolme aasta jooksul kandus kanalisse 2396 kuupmeetrit setteid. Järgmise aastaga setete hulk kasvas neli korda ning setteid oli kanalisse kogunenud 9579 kuupmeetrit. Aastal 2013 toimus setete juurdevool kanalisse, setete hulk kasvas 25 950 kuupmeetriini ehk 171%. Aastal 2014

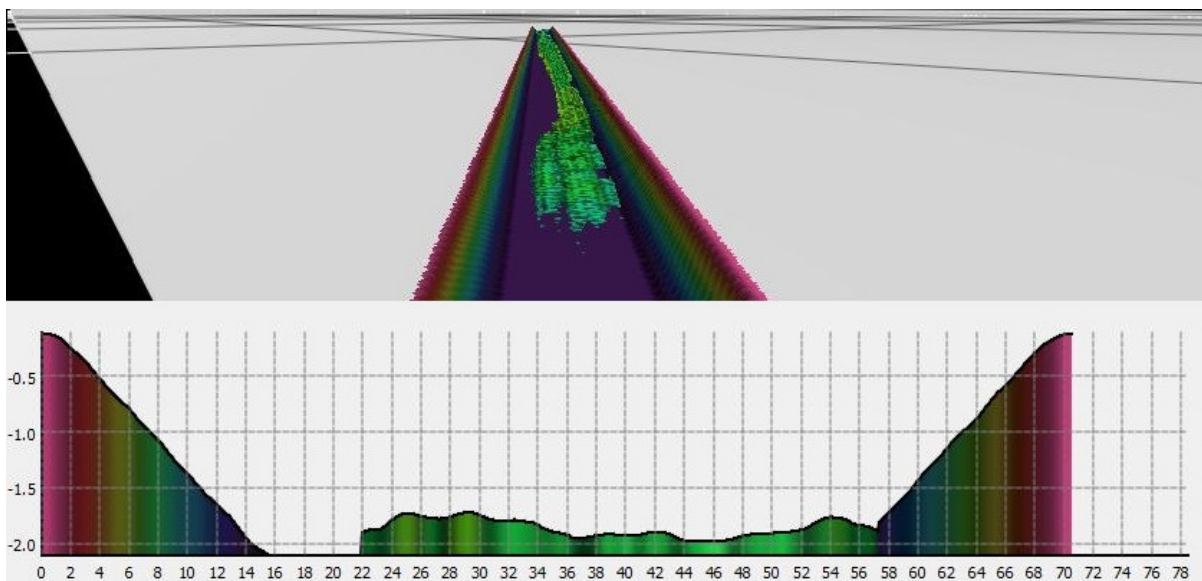
toimus setete ärakanne kanalist ning setete hulk kanalisis vähenes 12 782 kuupmeetri, mis on 51% vähem, kui eelnenud aastal. Tingituna uuest asukohast Eesti Värava kanal ei ummistu setetega nii kiiresti, kui eelnevalt vanas asukohas. Setete juurde ja äravool aastate kaupa on joonisel 12. Aastaks 2012 oli setteid kuhjunud juurde 7183 kuupmeetrit, selline aastane kasv ületab kaks korda setete juurdevoolu esimesel kolmel aastal peale süvendustöid kanalisse. Aastaks 2013 tuli juurde 16 371 kuupmeetrit setteid, kuid aastaks 2014 toimus setete ärakanne 13 168 kuupmeetri võrra. Peale süvendustöid kuue aasta jooksul on aastane keskmine setete juurdevool Eesti Värava kanalisse 2130 kuupmeetrit.



Joonis 12. Eesti Värava kanali setete juurde- ja äravool aastatel 2011-2014

Allikas: (Autori koostatud analüüsitud andmete alusel)

Aastal 2014 oli setete ärakanne kanalisis, setted kogunevad kanali põhja. Süvendamisala otspunktide lähedal on setete kuhjumine väiksem, setted kogunevad põhjapoole jäävasse kanali serva. Kanal on läbitav väikelaevadele, kuid kohati on kanali sügavus vaid 1.5 meetrit, ehk kanal oli läbimatu väikelaevadele süvisega 1.5 meetrit. Setete jaotust kanali põhjas ja kanali ristlõiget aastal 2014 illustreerib joonis 13.



Joonis 13. Setete paiknemine ja Eesti Värava kanali ristlõige aastal 2014

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)

Aastal 2014 oli Eesti Värava kanal läbitav väikelaevadele väiksema süvisega kui 1.5 m, kuid kanali sügavus vähenes võrreldes eelneva aastaga. Aastal 2013 oli kanalis setete hulk suurim. Setete paiknemine kanalis erinevatel aastatel on lisa 2 joonistel. Lisa 2 joonisel 4 on kanali täituvus aastal 2011, setted on ladustunud kanali nõlvadele. Kanal on hästi läbitav ning pole navigatsioonile ohtlik. Väiksem sügavus kanali põhjas 2011 aasta mõõdistustes on 1.9 meetrit. Lisa 2 joonisel 5 on kanali täituvus aastal 2012, kanali põhja on ladustunud setted, setted kuhjuvad kanali nõlvade juurde. Setted on jaotunud ühtlaselt piki kanalit põhja. Väiksem sügavus kanali põhjas 2012 aasta mõõdistusandmetes järgi on 1.8 meetrit, kanali sügavus piki kanali telge on väiksem, kui süvendatud 2.1 meetrit. Kanali sügavus piki kanali telge on 1.8-2.0 meetrit. Lisa 2 joonisel 6 on Eesti Värava kanalis setete jaotumine aastal 2013. Sellel aastal oli setete kandumine kanalisse suurim. Setted jaotusid piki kanali telge, lõunapoolsemasse äärde. Väiksem setete kuhjumine oli kanali alguses ja lõpus, kanali otspunktide C ja D juures (vt tabel 4). Kanali keskosas olid madalamad sügavused kanali teljest 7 meetri kaugusel isegi 0.7 -0.8 meetrit. Kanal on täies pikkuses läbitav väikese süvisega laevadele, kuid kanal on muutunud setete juurdevoolu tõttu kitsamaks, kanali põhja laius on 30 meetrit, kanal oli läbimatu 1.5 meetrise süvisega väikelaevadele.

Analüüsist nähtus, et Eesti Värava kanal on 2014 aasta seisuga läbitav, kuid



eesmärgipärast laevatatavust 1.5 meetrise süvisega väikelaevadele kanal ei täida. Kanalisse toimub setete juurde- ja äravool, aastal 2013 oli Eesti Värava kanalis setteid 25 950 kuupmeetrit, kuid järgneva aasta jooksul pool sellest kandus kanalist välja. Viimased süvendustööd toimusid Eesti värava kanalis 2008 aastal, kus kanal süvendati uude asukohta. Uus asukoht takistab kanali kiiret täitumist setetega.

Kokkuvõtvalt on süvendusvajadus Praaga ja Eesti Värava kanalites suurenenud viimase nelja aasta jooksul. Mõlemas kanalis toimub setete juurde- ja ärakanne. Praaga kanal muutus aastaks 2014 läbimatuks väikelaevadele süvisega 1.2 meetrit. Eesti Värava kanal muutus aastaks 2013 läbimatuks väikelaevadele süvisega 1.5 meetrit. Peale viimaseid süvendustöid on sügavused mõlemas kanalis vähenenud.

### **3.2 Süvendustööde maksumus Praaga ja Eesti Värava kanalis**

Süvendustööde maksumus sõltub süvendatava pinnase hulgast ja selle koostisest. Süvendustööde maksumust mõjutab süvendatava ala suurus ja süvendamiseks kasutatava tehnika võimsus. Süvendustööde maksumust hindab süvendustööde teostaja. Praaga ja Eesti Värava kanali süvendustöödeks korraldatakse riigihange, see tähendab, et töö saab ettevõtja, kes teeb madalaima pakkumise ettenähtud töödele täites kõik tellija kriteeriumid. Veeteede Amet ei saa määrata tööde teostamise summat, kuid ligikaudset tööde maksumust vastavalt turuhinnale on võimalik hinnata. Selles alapeatükis on prognoositud kulutused süvendustöödele Praaga ja Eesti Värava kanalis, arvutuste aluseks arvestatakse eelmisel kalendriaastal teostatud sarnaste süvendustööde maksumust.

Süvendustööde maksumust väljendatakse terviktöö hinnana või ühikupõhiselt. Terviktöö hind sisaldab geomeetrilise mahu süvendamist, seadmete mobilisatsiooni, demobilisatsiooni ja kõiki muid jooksvaid kulutusi. Ühikupõhise hinna puhul jagatakse tervikhind projekti süvendamist vajava geomeetrilise mahuga, see tähendab, et määratakse, kui palju maksab ühe kuupmeetri süvendamine. Juhul, kui selgub, et tegelik tööde geomeetriline maht on suurem, esitab tööde teostaja ühikuhinna lisamahu süvendamiseks, mis on üldjuhul soodsam, kui esialgne ühikuhind. Juhul, kui selgub, et süvendamist vajav geomeetriline maht on väiksem, kui tellija poolt esitatud, siis tööde teostaja esitab ühikuhinna väiksema mahu süvendamiseks, mis on üldjuhul suurem, kui esialgne ühikuhind. Eeldusel, et need hinnad on pakkumuses küsitud.

Maksumuse hindamisel on võetud arvesse eelnevalt samas piirkonnas teostatud tööde maksumus ja sarnaste süvendusprojektide maksumus viimastel aastatel. Praaga ja Eesti Värava kanalis toimuvad korduvsüvendustööd, mille käigus eemaldatakse kanali põhja ja külgedele kogunenud setted. Setted on ühtlase iseloomuga, st, et süvendataval alal pole kive ega muid takistusi, mis vajaksid eemaldamist, sh vajadusel ka eelnevat lõhkamist. Intervjuu käigus Veeteede Ameti Laevateede osakonna juhataja ja Hüdrograafia ja navigatsioonimärgistuse teenistuse juhataja asetäitja, Kaidi Katusega selgitati välja 2014 aastal teostatud süvendustööde keskmine ühiku maksumus merel. Aluseks on võetud Eesti merealadel sarnaste süvendustööde (pehmed pinnased, kivid puuduvad) ühikuhind 2014 aasta sügisel.

Proгноositud süvendustööde maksumus on arvatud 2014 aasta keskmise ühikuhinna alusel, milleks on 25.22 eurot/kuupmeeter, ilma käibemaksuta. Süvendustööde maksumus Praaga ja Eesti Värava kanalis 2014 aasta süvendusmahtude järgi on esitatud tabelis 6.

Tabel 6. Praaga ja Eesti Värava kanali prognoositud süvendustööde maksumus käibemaksuta hinnas eurodes aastal 2014

	Süvendusmaht [m <sup>3</sup> ]	Ühikuhind [€/m <sup>3</sup> ]	Süvendustööde maksumus (euro)
Praaga kanal	11 189	25.22	282 187
Eesti Värava kanal	12 782	25.22	322 362
Hind kokku (euro)			604 549

Allikas: (Autori arvutlused)

Praaga kanalis oli 2014 aasta seisuga vaja süvendada 11 189 kuupmeetrit materjali, ühikuhinna järgi on Praaga kanali süvendustööde maksumus 282 187 eurot. Eesti Värava kanali süvendusmahuks aastal 2014 oli 12 782 kuupmeetrit, ühikuhinna järgi on Eesti Värava kanali süvendustööde maksumus 322 362 eurot. Süvendustööde maksumus on ümardatud täisarvuni. Kokku on kahe kanali süvenduskulud 604 549 eurot.

Viimati süvendati Eesti Värava kanalit 2008 aastal. Eesti Värava kanali süvendusmaht oli suur, 154 451 kuupmeetrit. Aastal 2008 tegeles Eesti Värava kanali süvendustööde korraldamisega Veeteede Ameti Hüdrograafia ja Navigatsioonimärgistuse teenistuse juhataja asetäitja tehnika alal, Leo Käärmann. Käärmanni sõnul oli Eesti Värava kanali süvendustööde ühikuhinnaks 2008 aastal 22.5 eurot/kuupmeeter. See hind kujunes suuremaks, kui esialgu

planeeritud ühikuhind, sest pakkumisi tööde teostamiseks oli vähe.

Autori hinnangul võib 2014 aasta seisuga süvendustööde ühikuhind olla Praaga kanali puhul tõene, kuid Eesti Värava kanali süvendustööde ühikuhind võib kujuneda suuremaks, isegi 50% ehk 37.83 eurot/kuupmeeter. Eesti Värava kanali ühikuhind kujuneb suuremaks, kui Praaga kanali oma, sest Eesti Värava kanali ümbruses on madalad sügavused, millest tingituna kulub pinnaseveopraamil rohkem aega sõiduks piki kanalit. Kuna Eesti Värava kanali süvendustööde ladustusala on maismaal, tuleb eelnevalt rajada sinna kai, mille ääres pinnaseveopraam saab silduda ning ladustusalas toimub ka setete maha laadimine. Eesti Värava kanali süvendustööde maksumuseks ühikuhinna 37.83 eurot/kuupmeeter puhul oleks 483 543 eurot ilma käibemaksuta. Kokku oleks Praaga ja Eesti värava kanali süvendustööde maksumus seega 765 730 eurot, mis on 27% suurem, kui esialgselt arvatud (vt tabel 6) tööde maksumus. Eesti Värava kanali süvendustööde maksumuseks kuue aasta jooksul on 765 730 eurot. Praaga kanali süvendustööde maksumus 14 aasta möödudes on 282 187 eurot. Sisevetel on keeruline ennustada süvendustööde ühikuhinda, sest reaalselt turuhinda piirkonnas ei saa määrata. Viimased süvendustööd toimusid aastal 2008, hilisema katsed tööde teostaja leidmiseks on ebaõnnestunud pakkumiste puudumise tõttu.

Süvendustööde hind sisevetel on kõrge, sest seadmete mobilisatsioon on kallis, seega võib reaalne süvendustööde maksumus kujuneda veelgi suuremaks kui autori prognoositud.

Kokkuvõtvalt selgus, et süvendustööde maksumust väljendatakse sageli ühikuhinnas, mis sõltub süvendamisel kasutatavatest seadmetest, piirkonna eripärast ja süvendatavast mahust. Süvendustööde maksumuse hindamisel võrreldakse eelnevalt teostatud sarnaste süvendustööde maksumust. Praaga ja Eesti Värava kanali süvendustööd on kallid, sest pakkumisi riigihankele on vähe. Praaga ja Eesti Värava kanali süvendustööde kogumaksumus autori arvutuste kohaselt on 765 730 eurot.

### **3.3 Süvendustehnika vajadus Eesti sisevetel**

Sisevetele süvendustööde teostaja leidmiseks on korraldatud riigihange, hanked on läbi kukkunud pakkumiste puudumise tõttu. Ettevõtjad pole huvitatud väikeste mahtude süvendamisest ja neil puudub piirkonnas selleks sobilik tehnika. Veeteede Ametil on soov osta väikesemahuline süvendaja ja pargas, teostamiseks süvendustöid sisevetel. Selles peatükis on autor toonud välja alternatiivid sisevete süvendamistehnika ostmiseks, eesmärgiga pakkuda

ettevõtjatele soodsamaid võimalusi osalemiseks riigihangetel. Alternatiive on neli.

### **3.3.1 Alternatiiv 0. Veeteede Amet ei oma seadmeid sisevetel süvendamiseks**

Null alternatiiviks on praegune olukod sisevetel, kus riiklikult ei omata ühtegi seadet, et teostada süvendustöid sisevetel. Tööde teostamiseks korraldatakse riigihange, mille võidab tellija tingimustele vastava soodsaima pakkumise teinud ettevõtja. Viimati teostati sisevetel süvendustöid aastal 2008 Eesti Värava kanalis, kus tööde hind kujunes kallimaks, kui esialgu planeeritud. Hilisemalt korraldatud riigihangetele leidmaks süvendustööde teostajat sisevetele pole pakkumisi tulnud ning hanked on tühistatud.

Peale 2008 aastat pole süvendustöid riiklikel sisevetel teostatud. Selle tulemusena on Praaga kanal väikelaevadele läbimatu ning laevaliiklus Peipsi ja Emajõe vahel takistatud. Kanal on läbimatu väikelaevadele süvisega 1.2 meetrit, isegi Veeteede Ameti mõõdistuslaev pole võimeline kanalit enam mõõdistama. Kuna sisevetel on veetaseme kõikumine, ei pruugi kanal olla läbitav ka väiksema süvisega laevadele. Eesti Värava kanalis on vaja teostada korduvsüvendust, et hoida laevakanal avatuna. Laevakanal võimaldab liigelda Peipsi järvelt Lämmijärvele ja Piirissaarele. Kanal on eelkõige vajalik Piirissaarel elavatele ja suvitavatele inimestele ning laevatavad veeteed pakuvad võimalusi eraettevõtluse ja turisminduse arendamiseks piirkonnas.

Praaga ja Eesti Värava kanali ummistumine pärsib laevaliiklust sisevetel. Kui neid veeteid ei süvendata, siis puudub Eesti sisevetel võimalus liigelda väikelaevaga ühelt veekogult teisele, mis omakorda pärsib kalapüüki, ettevõtlus ja turismindus piirkonnas. Alade süvendamata jätmine pärsib sisevete arengut ja tühistab praeguseks hetkeks teostatud arendustegevuse sisevete laevaliikluse korraldamiseks. Süvendustööde tegemata jätmine vähendab puhke, kalastus- ja turismivõimalusi piirkonnas, mis omakorda toob kaasa töökohtade vähenemise. See on vastuolus Eesti Merenduspoliitika riikliku arengukavaga, mille eesmärgiks on suurendada turismindus-ja puhkevõimalusi sisevetel. Laevaliikluse puudumine veekogude vahel vähendab piirkonnas olevate väikesadamate külastatavust.

Kokkuvõtvalt, Eesti sisevete laevaliikluse edaspidiseks arendamiseks ja praeguse arendustegevuse jätkamiseks on vaja teostada sisevetel süvendustöid. Kuna eraettevõtjad pole huvitatud tööde teostamisest sisevetel ja neil puudub selleks vajalik tehnika, siis peab riik looma paremad tingimused eraettevõtjatele süvendustööde teostamiseks, eesmärgiga suunata neid riigihangetel osalema ja tõsta konkurentsi selles tegevusvaldkonnas. Paremate tingimuste

loomiseks piirkonda, on vaja osta süvendustehnikat.

### **3.3.2 Alternatiiv 1. Riiklikult hallatav pargas**

Süvendustööde teostamisel kasutatakse süvendatud materjali veoks pinnaseveopraame ehk pargaseid. Veeteede Ameti spetsialistide hinnangul kergendaks süvendamist sobiliku pargase ostmine sisevetele. Piirkonnas pole Veeteede Ametile teadaolevalt ühtegi pargast, sobiliku seadme transport piirkonda on keeruline ja kulukas, sellepärast ainuüksi pargase olemasolu sisevete piirkonnas oleks abiks süvendustööde teostamisel. Süvendustehnika ostmist sisevete piirkonda tuleks alustada pargase ostmisest. Selles alapeatükis on kirjeldatud sobiliku pargase valikukriteeriume.

Kaidi Katuse sõnul on probleemiks sobiliku pargase leidmine süvendustöödele, sellise seadme transport on tülikas ja kulukas ning sisevete piirkonnas pole sobilikku pargast. Katuse hinnangul kergendaks pargase ostmine süvendustööde teostamist sisevetel.

Veeteede Ameti Hüdrograafia ja Navigatsioonimärgistuse teenistuse juhataja Taivo Kivimäe ja Laevastiku osakonna juhataja Andres Kreek on koostanud sisevete pargase valikukriteeriumid. Pargase sõidurajooniks on Eesti siseveed ja aluse kodusadamaks Veeteede Ameti sadam Tartus (Väike- Turu sadam). Valikukriteeriumite kohaselt peab pargase pikkuseks olema maksimaalselt 30 meetrit, laiuseks 6 meetrit, süviseks täislastis maksimaalselt 1 meeter, dedveit ehk täielik kandevõime minimaalselt 60 tonni. Soovitavalt peaks olema pargase põhjas pinnase puisteks lahtikäivad sektsioonid. Seade on iseliikuv ja kahe vindiga, kiirus täislastis 8 sõlme, tühisõidul 10 sõlme. Pargase autonoomsus võiks olla minimaalselt 3 ööpäeva täiskäigul sõites ja mahutavus maksimaalselt 4 inimest (kolm meeskonnaliiget ja üks reisija). Pargas on kohandatud tööks ujumärkidega, selleks on pargase keskele või vööri planeeritud kraana tõstevõimsusega maksimaalselt 4 tonni.

Valikukriteeriumitest lähtuvalt seab autori hinnangul pargase mõõtmetele piirangud Emajõe kitsas ja käänuline laevatee. Suure pargase liikumine piki Emajõge takistaks laevaliiklust, seega sisevete pargase mõõtmete määramisel on arvestatud Emajõe laevateega. Pinnaseveopraami madal süvis täislastis võimaldab liikuda madalvee perioodil. Lisaks on pargas iseliikuv ja kahe vindiga, mis tagab seadme hea juhitavuse ning ei vaja liikumiseks abilaevastikku. Pinnaseveopraami karavani liikumine piki Emajõge oleks keeruline. Pargase põhjas asetsevad sektsioonid võimaldavad kiiret pinnasepuistet uputussalale. Autonoomsus kolm ööpäeva tähendab seda, et praam on võimeline sõitma 3 ööpäeva täiskäigul ilma

punkerdamiseta, laeva meeskonda kuuluks maksimaalselt 3 inimest.

Andres Kreegi hinnangul võiks sellise pargase kütusekulu olla 50 liitrit tunnis. Täieliku kandevõime määramisel on arvestatud minimaalselt 50 tonni kaubaga, seega ligikaudu 10 tonni jääb varuks. Kreegi hinnangul võiks selline pargas pehmet pinnast mahutada 20-25 kuupmeetrit. Pinnase mahutavus sõltub pinnase koostisest ja kohevusest.

Kreegi hinnangul võiks sellise pargase maksumuseks kujuneda 1,7 miljonit eurot.

Pargase olemasolu kergendaks süvendustööde korraldust sisevetel, sest ettevõtjatel oleks vaja piirkonda mobiliseerida ainult süvendamiseks sobilik ujuseade. Veeteede Ameti hallatav pargas oleks mehitatud ning pargase mahutavus on piisav, et teostada korduvsüvendustöid ettenähtud ajal sisevete piirkonnas. Ettevõtjatele, kes osalevad riigihangetel pakutakse võimalust pinnaseveopraami kasutamiseks süvendustööde ajal. Kuna sisevetel ei toimu süvendustöid igal navigatsioonihooajal, siis on otstarbekas kasutada pargast ka muudel eesmärkidel. Veeteede Ameti spetsialistide poolt määratud pargase valikukriteeriumite juures on arvestatud pargase võimega töötada ujumärkidega. See tähendab, et pargast kasutatakse sisevete piirkonnas ujumärkide sisse- ja väljavõtmiseks, poiankrute tõstmiseks ning korralisteks hooldustöödeks. Kohandamine tööks ujumärkidega on oluline, sest ujumärkide arv sisevetel suureneb Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni piiri märkimisel.

Kokkuvõtteks süvendustehnika vajadustest sisevetel tuleb alustada pargase ostmisega. Pargase olemasolu piirkonnas on vajalik, et teostada süvendustöid ning selle olemasolul oleks ettevõtjatel lihtsam osaleda riigihangetel, sest neil on siis vaja piirkonda transportida ainult süvendamiseks kasutatav ujuseade. Veeteede Ameti sisevetele sobilik pargas on kohandatud tööks ujumärkidega, seega on pargas kasutuses ka ajal, mil süvendustöid ei toimu.

### **3.3.3 Alternatiiv 2. Riiklikult hallatav pargas ja ujuplatvorm**

Süvendustöödeks vajamineva tehnika ostmine on kulukas, sellepärast tuleb enne ostmist määrata seadmete tööülesanded ja mõelda millistele kriteeriumitele peab tehnika vastama. Sisevetele riiklikult hallatava süvendustehnika ostmine peaks toimuma etappide kaupa. Juhul, kui peale pargase ostmist (alternatiiv 1) ei tule endiselt riigihangetele sisevetel süvendustööde teostamiseks pakkumisi, tuleks osta sisevetele ujuplatvorm.

Ujuplatvorm kujutab endast ujuvalust, mis pole iseliikuv. Ujuplatvormi mõõtmed peaksid olema piisavad, et sellele asetada mobiilne süvendusseade. Selliseks

süvendusseadmeks võib olla ka tavaline koppekskavaator. Süvendusseade kinnitatakse ujuvplatvormile ning platvorm peab tagama piisava stabiilsuse tööde teostamiseks.

Ujuvaluse transpordiks kasutatakse ostetud pargast (vt alternatiiv 1). Ujuvalust pole otstarbekas projekteerida iseliikuvaks, sest sellise seadme maksumus ja ülalpidamiskulu oleks suurem, kui järelveetaval seadmel. Ujuvplatvorm on eeldatavalt nelinurkne, mille igas nurgas asub tugijalg. Tugijalad on vajalikud platvormi stabiliseerimiseks süvendustööde ajaks. Platvormi kinnitamine asukohta oleks võimalik ka ankrute ja trosside abil, kuid need takistaksid pargase sildumist platvormi äärde ning oleksid suuremaks takistuseks ka piirkonnas liiklevatele väikelaevadele. Tugijalad muudavad platvormi kompaktsemaks ning need peavad olema kergesti reguleeritavad. Ujuvplatvorm pole iseliikuv, selle transpordiks kasutatakse teisi seadmeid (eeldatavalt iseliikuvat pargast), siis tema mõõtmed peavad olema piisavalt väikesed, et süvenduskaravan oleks võimeline liikuma piki Emajõe. Ujuvplatvorm mobiliseeritakse süvenduskohta, ning seejärel fikseeritakse jalgadega tema asukoht. Vajaliku stabiilsuse saavutamise järgselt võib platvormil asetsev süvendusseade alustada tööd. Ujuvplatvormi liigutamiseks järgmisele asukohale tuleb tõsta seadme tugijalad ning seade transportida uude asukohta, kus ta uuesti fikseeritakse. Platvorm peaks olema paigast liigutatav ka jalgadega, muidu ei suudeta süvendustöid piisavalt kiiresti teha. Süvendusseadme tööulatus määrab platvormi liigutamise kordade arvu süvenduskohal. Ujuvplatvormi fikseerimine tugijalgade abil võimaldab alust tõsta kõrgemale veepinnast, sellega välditakse ilmastiku mõju süvendustöödele (nt lainetus). Ujuvplatvorm peab võimaldama süvendustööde ajal pargase sildumist platvormi kõrvale, et süvendusseade saaks tõsta eemaldatud pinnase pargasele. Vajadusel on võimalik kasutada ujuvplatvormi lisasildumisvõimalusena sadamas. Hetkel Veeteede Amet ei planeeri ujuvplatvormi ostmist, seetõttu pole selle jaoks koostatud täpsemaid kriteeriume. Selliste seadmete projekteerimine ja kavandamine nõuab põhjalikke erialaseid ja ehitusinsenerlikke teadmisi.

Ujuvplatvormi ostmine sisevetele kergendab süvendustööde läbiviimist, ning suurendab ettevõtjate arvu, kes oleksid suutelised süvendustöid teostama. Kui Veeteede Amet pakub süvendustööde teostamiseks omalt poolt pargast ja ujuvplatvormi, tuleks ettevõtjatel transportida piirkonda ainult süvendusseade, milleks võib olla ka tavaline koppekskavaator. Ainult süvendusseadme transportimine piirkonda on ettevõtjatele lihtsam ja odavam kui kogu süvendustehnika (pargas ja ujuvplatvorm). Lisaks on võimalus riigihankes osaleda ettevõtjatel, kellel on ainult süvendusseade. Peale süvendustööde lõppu on ettevõtjal võimalus

oma seadet kasutada muudeks töödeks.

Kokkuvõtteks, järelveetava pargase ostmine sisevetele on abiks süvendustööde teostamisel ja suurendab ettevõtjate arvu, kes oleksid võimelised süvendustööde riigihangetel osalema. Veeteede Amet pakub omalt poolt pargast ja ujuvplatvormi süvendustööde teostamise ajaks, ettevõtjal tuleb piirkonda transportida vaid süvendusseade.

### **3.3.4 Alternatiiv 3. Riiklikult hallatav pargas ja süvendaja**

Süvendustehnika ostmine sisevetele käib etappide kaupa, eesmärgiga kaasata ettevõtjaid osalema riigihangetel. Ettevõtjatele pakutakse süvendustööde läbiviimiseks riiklikult hallatavat pargast ja ujuvplatvormi. Juhul kui nendest ei piisa ning ettevõtjad pole endiselt huvitatud riigihangetel osalema ja süvendustöid läbi viima tuleb sisevete piirkonda osta riiklikult hallatav süvendaja. Selles alapeatükis on kirjeldatud sisevetele sobilikku võimalikku süvendusseadet.

Süvendusseadme ostmise eesmärgiks oleks teostada sisevetel süvendustöid, eraettevõtjate huvi puudumise tõttu. Seega süvendusseadme ostmisega võetakse ettevõtjatelt võimalus osaleda riigihangetel ja tööde teostamisel piirkonnas. Alternatiivi 3 saab käsitleda kahel erineval juhul. Esimeseks variandiks on süvendusseadme asetamine eelnevalt ostetud pargasel, teiseks variandiks on eraldi süvendusseade.

Esimese variandi puhul, kus süvendusseade asetatakse eelnevalt ostetud pargasele, tuleb osta süvendusseade ja kinnitada see pargasele. Selline süvendusseade on kompaktne ning ei vaja abilaevastikku süvendustööde läbiviimisel. Eelnevalt ostetud pargas tagab seadme hea juhitavuse, kuid pargase projekteerimisel peab arvestama selle võimega kanda süvendusseadet. Eeldatavalt peaks selline süvendusseade asuma pargasel vööril, sest ahtris asuv süvendusseade vähendaks pargase trümmi mõõtmeid. Süvendusseadme kinnitamine pargasele tekitab kompaktse süvendusseadme, kuid süvendusseadet pole võimalik ilma pargaseta kasutada ning lisaraskus pargasel muudab selle tõenäoliselt aeglasemaks, kui varasemalt. Lisaks väheneb pargase reaalne kandevõime ning pinnase mahutatavus.

Teine variant, eraldiseisva süvendusseadme ostmine annab võimaluse teostada süvendustöid ka ilma pargaseta, seda näiteks jõekallaste puhastamisel ja kaadamisel maismaale. Samuti on võimalik kasutada süvendusseadet ajal, mil pargas on kasutuses tööks ujuvmärkidega. Eraldiasetsevat süvendusseadet on võimalik süvenduskohta transportida eelnevalt ostetud ujuvplatvormi abil, veduriks kasutatakse pargast. Eraldiasetsev süvendaja



pole nii kompaktne, kui pargasel asetsev süvendusseade, kuid võimaldab kasutada süvendusseadet ilma pargaseta muudeks töödeks nt jõgede kallaste puhastamisel, kaadamisel maismaale või kaldaäärsete ehitiste rajamisel. Eraldiasetsev süvendaja peaks olema piisavalt kompaktne, et vajadusel seda transportida autoveokil.

Süvendusseadme valik sõltub süvendatavast materjalist, selle mahust ja pinnase kaadamisvõimalustest piirkonnas. Praaga ja Eesti Värava laevakanali süvendustööde teostamiseks on sobilikud kopsüvendaja ja pinnasepumpsüvendaja. Keskkonnamõtjude hinnangu järgi pole erinevust, kas nendel aladel süvendada koppekskavaatoriga või pinnasepumpsüvendajaga.

Eelistatum viis Eesti Värava kanali süvendamiseks on pinnasepumpsüvendamine, sel juhul oleks võimalik pinnase ladustamine maismaale. Süvendustööde teostamiseks kulub vähem aega, kui pinnas juhatakse torusid mööda ladustusalale. Kui toimub pinnase uputamine uputuslale, juhatakse pinnasepulp pargase settebasseini ning seejärel transporditakse uputuslale. Mõlemas kanalis on pehmed setted, mis pole saastatud, seega võib pinnase uputamisel ja ladustamisel lasta erinevatel setetel seguneda.

Kopsüvendajaga on hõlpsam kaevandada madalatel aladel ja kõva pinnast. Samas on süvendaja väikese tööjõudlusega ja tekitab heljumit terve veesamba ulatuses. Aastal 2008 kasutati süvendustööde teostamiseks Eesti Värava kanalis ühekopalist süvendajat. Süvendustööde käigus eemaldatav pinnas laaditi pinnaseveopraamidele ning veeti ladustamisalale. Eesti Värava kanali puhul, kus ladustamine toimub maismaale tähendaks kopsüvendaja kasutamine pikemat süvendustööde perioodi, sest ladustuskohas peaks toimuma sarnaselt pealelaadimisega ka mahalaadimine maismaale, mis omakorda on aeganõudev protsess. Lisaks peab kopsüvendaja kasutamisel Eesti Värava kanali ladustamisalale Piirissaarel ehitama ajutise sildumiskai pargasele.

Kui Veeteede Amet ostaks endale süvendaja, siis eelistatum oleks pumpsüvendaja Praaga ja Eesti Värava kanalite süvendamiseks, eeldusel et on kohad, kuhu pinnasepulp pumbata. Eesti Värava ja Praaga kanaleid pole iga aasta vaja süvendada, seega tuleks süvendusseadme ostmisel süvendada ka teisi hooldust vajavaid laevatee lõike Eesti sisevetel. Tartus sillaavade puhastamiseks ning takistuste eemaldamiseks oleks vaja kopsüvendajat. Seega sisevetele ostetav süvendusseade võiks olla multifunktsionaalne. Süvendusseadmepel võiks olla kopp, mille otsiku saab vajadusel välja vahetada lõikepeaga ning kasutada pumpsüvendajana. Samuti oleks multifunktsionaalset süvendusseadet võimalik kasutada

veealade puhastamisel, riisumisel ning kaldaäärsete kindlustuste rajamisel.

Juhul, kui sisevetel on olemas riiklikult hallatav süvendamistehnika, siis tuleks süvendada ka muid alasid peale Praaga ja Eesti Värava kanali. Selleks tuleks koostada riiklik sisevete arenguplaan, milles täpsemalt määrata süvendustööde vajalikkus Eesti sisevetel ning alustada süvendustööde teostamisega ka teistel aladel, määrates eelnevalt süvendusmahud piirkondades. Süvendustehnika olemasolu sisevetel võimaldab korraldada korduvsüvendustöid vastavalt vajadustele ka Praaga ja Eesti Värava kanalis, kusjuures oleks otstarbekas teostada pigem väikesemahulisi töid iga paari aasta järel kui lasta kanalitel ummistuda ning korraldada suuremamahulisi süvendustöid.

Kokkuvõtvalt, riiklikult hallatav pargas ja süvendaja on abiks süvendustööde korraldamisel sisevetel, seega puuduks vajadus korraldada riigihankeid, leidmaks tööde teostajaid. Ostetava süvendusseadme võib kinnitada pargasele, mis muudab süvendaja kompaktses ja kergesti mobiliseeritavaks. Eraldiasetsevat süvendusseadet on võimalik kasutada muudeks töödeks, kus pargast pole vaja ja ajal, mil pargast kasutatakse muudeks töödeks. Sisevetele ostetav süvendusseade võiks olla multifunktsionaalne.

Kokkuvõtteks, süvendustööd sisevetel aitavad kaasa sisevete arengule ning loovad võimalusi ettevõtluse ja turisminduse arendamiseks piirkonnas tagades stabiilsemad ja ohutumad navigatsioonitingimused. Praegusel hetkel ei suudeta leida süvendustöödele teostajaid, sest riigihangetele ei tule pakkumisi. Lahenduseks on riiklikult hallatava süvendustehnika ostmine sisevete piirkonda. Kogu vajamineva tehnika ostmine on kulukas. Kuna tehnika ostmisega püütakse esialgu suurendada ettevõtjate huvi süvendustööde teostamiseks on otstarbekas osta tehnikat osade kaupa. Alustada tuleks pargase ostmisega piirkonda, kuna süvendustöid ei toimu igaaastaselt peab pargas olema kohandatud ka töödeks ujumärkidega. Juhul, kui pargase ostmine ei tekita konkurentsi sisevete süvendustööde teostamiseks tuleks osta ujuvplatvorm. Ujuvplatvormi ostmine suurendaks ettevõtjate hulka, kes oleksid võimelised süvendustöid läbi viima. Riiklikult hallatava ujuvplatvormi ning pargase kasutamisel peavad ettevõtjad piirkonda transportima ainult süvendusseadme. Juhul, kui ettevõtjatel puudub endiselt huvi süvendustööde teostamise vastu sisevetel tuleks osta riiklikult hallatav süvendaja. Süvendusseade võiks olla multifunktsionaalne, mida on võimalik kasutada ka ehitustöödel ja takistuste eemaldamisel merepõhjust.

## KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada süvendustööde ja -tehnika vajalikkus Eesti sisevetel. Eesmärgi täitmiseks analüüsiti Eesti sisevete süvendamisvajadust ja ohtlike laevatee lõike, arutati süvendusmahud ja tööde maksumus Praaga ja Eesti Värava kanalis ning analüüsiti süvendusmeetodite kasutusvõimalusi Eesti sisevetel.

Eesti siseveekogud on madalaveelised, seega on need sobilikud liiklemiseks väikelaevadele ja madala süvisega alustele. Üldkasutatavate veeteede haldajaks on Veeteede Amet, kelle ülesandeks on hoida veeteed liiklejatele avatuna ja ohutuna. Süvendustööde teostaja leidmiseks riiklikel veeteelõikudel korraldatakse riigihange. Ettevõtjad pole huvitatud väikesemahuliste süvendustööde teostamisest Eesti sisevetel, seega on riigihanked ebaõnnestunud.

Magistritöö panus on praktiline väärtus, millest eelkõige saab kasu Veeteede Amet.

Magistritöö eesmärk täideti. Selgitati välja süvendustööde ja -tehnika vajalikkus Eesti sisevetel läbi uurimisülesannete ja hüpoteeside.

Magistritöös püstitatud esimeseks hüpoteesiks oli, et Eesti sisevetel on vaja teostada regulaarseid süvendustöid. Selleks koguti materjale Eesti sisevetel süvendamist vajavate alade kohta ning teostati sügavusandmete analüüs Praaga ja Eesti Värava kanalis aastatel 2011-2014. Sellest nähtus, et Praaga ja Eesti Värava kanalid vajavad regulaarseid süvendustöid ning kanalitesse toimub pidev setete juurde- ja äravool. Korduvsüvendamiseta ummistuvad laevakanalid ning ei ole enam läbitavad väikelaevadele, mis omakorda pärsib laevaliiklust siseveekogude vahel. Magistritöös püstitatud esimene hüpotees leidis kinnitust.

Magistritöös püstitatud teiseks hüpoteesiks oli, et süvendustööde teostamiseks on vaja riiklikult hallatavat süvendajat ja pargaseid. Selleks intervjueriti Veeteede Ameti töötajaid saamaks teada süvendustööde korraldamisest sisevetel, intervjuude analüüsist nähtus, et süvendusfirmad pole huvitatud teostamaks väikesemahulisi süvendustöid sisevetel, sest neil puudub selleks piirkonnas sobilik tehnika. Tehnika transport on kulukas. Probleemiks on eelkõige pinnaseveopraami puudumine sisevetel. Selleks, et ettevõtjad osaleksid riigihangetel on vaja osta sisevetele pargas. Vajalikule pargasele koostati valikukriteeriumid. Magistritöös püstitatud teine hüpotees leidis osaliselt kinnitust, süvendustööde teostamiseks on vaja riiklikult hallatavat pargast. Pargase ostmine sisevetele lihtsustab süvendustööde korraldust ning eeldatavalt suurendab konkurentsi leidmaks tööde teostajat, sellepärast puudub esialgu vajadus osta sisevetele süvendaja.

Sisevetel on pidevat hooldust vajavateks veeteel lõikudeks Emajõe suudmes asuv Praaga kanal, Peipsi ja Lämmijärve ühendav Eesti Värava kanal, Võrtsjärvelt sissesõit Emajõe Rannu-Jõesuus ja Narva jõelt sissesõit Peipsi järvele Vasknarvas. Selleks, et tagada laevatatavus veekogude vahel on vaja teostada süvendustöid eelpoolkirjeldatud veeteel lõikudel. Ohutuse tõstmiseks on vaja teostada süvendustöid Narva jõel ning puhastada Emajõe sillaavad.

Magistritöös arvatati süvendusmahud Praaga ja Eesti Värava kanalites aastatel 2011-2014. Süvendusvajadus kanalites suurenes aastatega, ning aastaks 2014 oli Praaga kanal läbimatu väikelaevadele süvisega 1,2 meetrit. Eesti Värava kanal oli läbitav, kuid kanalisse kuhjunud setted on muutnud laevakanali kitsaks ning madalamaks. Mõlemas kanalisis on vaja teostada süvendustöid, eelkõige Praaga kanalisis, mis on muutunud väikelaevadele läbimatuks.

Läbiviidud analüüsist tulenevalt soovib autor osta Veeteede Ametil süvendustehnikat piirkonda osade kaupa alljärgnevalt:

1. Pargas- süvendustöödel kasutatav pargas transportid süvendatud materjali uppumis või ladustamisalale, ettevõtjad peavad piirkonda transportima ainult süvendusseadme.
2. Ujuvplatvorm- järeelveetavat ujuvplatvormi saab transportida pargasega süvenduskohta, kus alus fikseeritakse tugijalgadega ning sellel olev süvendusseade võib alustada tööd. Süvendusseade ei pea olema ujuv, selleks võib olla tavaline koppekskavaator.
3. Süvendaja- süvendaja võib kinnitada pargasele, kuid sel juhul pole seda võimalik mobiliseerida pargasest eraldi, selline seade on kompaktne. Süvendaja võib olla mobiilne ning süvendustöödeks kinnitatakse see ujuvplatvormile, sellisel juhul on süvendajat võimalik kasutada ka muudeks töödeks, kus pargast pole vaja kasutada. Siseveetele ostetav süvendusseade ei pea olema ujuv, ta peab olema multifunktsionaalne, maismaale ladustamisel peab olema võimalik kasutada pumpsüvendamist, kõvade setete süvendamisel või takistuste eemaldamisel kopsüvendamist.

Juhul, kui peale pargase ja ujuvplatvormi ostmist ei teki ettevõtjatel endiselt huvi teostamiseks süvendustöid sisevetel teeb autor ettepaneku:

- 1) Osta riiklikult hallatav süvendusseade;
- 2) teostada süvendustöid perioodiliselt kõikidel hooldust vajavatel laevateel lõikudel;
- 3) koostada sisevete arenguplaan, mille järgi ohtlikud laevateel lõigud kaardistatakse, mõõdistatakse ning süvendatakse eesmärgipärase sügavuseni.

Siseveekogud on madalaveelised, veetase on kõikuv ja setted liukuvad, seetõttu on vaja

teostada korduvsüvendustöid. Peale alade mõõdistamist piirkonnas on võimalik arvutada süvendusmahud. Kui on teada, milliseid mahte tuleb sisevetel igaaastaselt süvendada, siis selle järgi on võimalik määrata ostetava süvendaja töövõimsus. Kui süvendustöid riiklikel sisevetel pole piisavas mahus, et teostada süvendamistöid läbivalt navigatsioonihooajal, siis võib vajadusel süvendusteenust pakkuda piirkonnas asuvatele väikesadamatele.

Edaspidised uurijad võivad arvutada süvendusmahud hooldust vajavatel veetee lõikudel, määrata süvendusvajadus terves sisevete piirkonnas, analüüsida pargase töökorraldust, kui on teada süvendusseadme parameetrid, määrata pargase tööhõivatus aastaringselt, teostada ostetavatele seadmetele tasuvusanalüüs. Kogu süvendustehnika olemasolul on võimalik arvutada seadmetele optimaalseim töökorraldus.

## VIIDATUD ALLIKAD

Alustatakse Eest Värava kanali süvendustöödega (2007). /Koostaja Veeteede Ameti kommunikatsiooniosakond. Pressiteade avaldatud kodulehel: [www.vta.ee](http://www.vta.ee), juuli 2007 a. Tallinn

Andrejeva, M.(2007) Laevaihenduse taastamise võimalikkusest Soome lahe ja Peipsi järve vahel navigatsioonilis-hüdrograafilisest seisukohast lähtuvalt. Eesti Mereakadeemia hüdrograafia õppetool. (Diplomitöö)

Draft Guidelines On Vessel's Safe Under Keel Clearance (2014). / Koostaja HELCOM. Helsingi.  
<https://portal.helcom.fi/meetings/SAFE%20NAV%204-2014-126/MeetingDocuments/3-1%20Under%20keel%20clearance.pdf> (24.11.2014)

Dredging Management Practices For The Environment a Structured Selection Approach (2008). / Koostaja PIANC Environmental Commission. *s.l*

Dredging today: <http://www.dredgingtoday.com/2013/10/22/new-dragflow-amphibious-dredge-introduced-italy/> (27.02.2015)

EE Eesti Entsüklopeedia: <http://entsyklopeedia.ee/artikkel/praaga1> (10.10.2014)  
[http://entsyklopeedia.ee/artikkel/narva\\_j%C3%B5gi3](http://entsyklopeedia.ee/artikkel/narva_j%C3%B5gi3) (20.10.2014)

Eesti Merenduspoliitika 2012-2020 (2012). /Koostaja Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. *s.l*

Eesti siseveete arengukonseptsioon (2008). /Koostaja Veeteede Amet. Tallinn

Raig, A. Eesti Värava kanal. Süvendustööd (2007). Tallinn: Projekt OÜ Aavo ja Riina Raig

Eesti Värava kanali süvendustööd (2007). /Koostaja Veeteede Amet. Tallinn (Riigihange)

Emajõe elektronkaart EE6MAJ4 (2014). / Koostaja Veeteede Ameti kartograafiaosakond. (10.10.2014)

Emajõe elektronkaart EE6EMAJ6 (2015). / Koostaja Veeteede Ameti kartograafiaosakond. (06.04.2015)

Ezzy, D.(2002) Qualitative analysis: Practice and Innovation. London: Routledge

Fledermause- Reference Manual (2010). / Koostaja Interactive Visualization Systems Inc. New Brunswick, Canada: Fredericton

General Dredge Information: <http://www.dredgesource.com/dredgeinfo.aspx> (13.12.2014)

Glenn W.Suter II (2006) Ecological Risk Assessment. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group

Hirsijärvi S., Remes P., Sajavaara P. (2010) Uuri ja kirjuta. Tallinn

Hollinberger T.E. (2010) Cost Estimation and Production Evaluation for Hopper Dredges. Texas A&M University. (Magistritöö)

Ilves K.(2009) Kvalitatiivse uurimisviisi ajalooline taust ja teoreetilised alused. Tartu: Tartu Ülikool Sotsioloogia ja sotsiaalpoliitika instituut.

Järvik A. (2006) Eesti Värava ja Praaga kanalite süvendamise keskkonnamõju hindamine. Tallinn: TÜ Eesti Mereinstituut.

Kaivo L-L. (2012) Eesti laevatatavad siseveeteed: Emajõgi.- Eesti Loodus- Veeteed. September 2012: [http://www.eestiloodus.ee/artikkel4784\\_4760.html](http://www.eestiloodus.ee/artikkel4784_4760.html) (21.10.2014)

Keskkonnaameti koduleht: <http://www.keskkonnaamet.ee/teenused/vesi-2/meri-2/> (04.12.2014)

Keskkonnaministeeriumi koduleht: <http://www.envir.ee/et/merevee-erikasutus> (12.03.2015)

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus. Vastu võetud Riigikogus 22.veebruari 2005 a- RT I 2005, 15, 87

Köthe H.F.(1997) Management of Dredged Material in Germany; A Compromise between Economy and Ecology. Journal Terra et Aqua, no. 67

Maanteeameti sõidukite ja juhilubade statistika: <http://www.mnt.ee/index.php?id=10797> (04.03.2015)

Maasvlakte 2 koduleht:

<https://www.maasvlakte2.com/en/index/show/id/516/Sand+extraction+at+sea> (02.12.2014)

Maritime Buoyage System and other Aids to Navigation (2010). /Koostaja International Association of Lighthouse Authorities. *s.l*

Mcmillen D.P. (2006) The Benefits of Environmental Improvements in a Low- Income Area: The Grand Calumet River Dredging Plan in Gary, Indiana- Environmental Valuation. Interregional and Intraregional Perspectives. Vol 7. Hampshire: Ashgate publishing Limited.

Meresõiduohutuse seadus. Vastu võetud Riigikogus 12.detsembril 2001 a. RT I 2002, 1,1

Napits R.(2010). Emajõe Navigatsioonitingimused. Tartu Ülikool Ökoloogia ja maateaduste instituut. 104 lk. (Bakalaureusetöö)

Narva jõe elektronkaart EE6NARV5 (2014). / Koostaja Veeteede Ameti kartograafiaosakond. (10.10.2014)

Olsta J.T., Darlington J.W.(2010). Innovative systems For Dredging, Dewatering Or For In-Situ Capping Of Contaminated Sediments. Vol. 11. Berkeley Electronic Press

Paberkaart nr 652 (2004). / Koostaja Veeteede Amet Kartograafiaosakond.

Paberkaart nr 653(2014). / Koostaja Veeteede Amet Kartograafiaosakond.

Raig, A. (2011). Praaga kanali süvendustööde ehitusprojekt. Tallinn: Aavo ja Riina Raig Projekt OÜ.

QINGZHOU XINBO HEAVY INDUSTRY CO.,LTED:  
<http://www.dotbailingwooddotcom.en.ecplaza.net/-china-gold-bucket-ladder—293321-2307575.html> (12.12.2014)

Ragin C.(1987). The Compararative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies. Los Angeles

Ramsdell R. (2011). Technical Inputs to Dredging Cost Estimates” ettekanne Western Dredging Association (WEDA XXXI) Technical Conference and Texas A&M University (TAMU 42) Dredging Seminar. Nashville.

Raudsepp U., Väli G., Alari V., Jervan G.,Kõuts T.(2006). Eesti Värava laevatee optimaalse asukoha detailuuring. Tallinn: TTÜ Meresüsteemide instituut.

Sadamaregister <http://www.sadamaregister.ee/SadamaRegister/sadam/400> (23.10.2014)

Silverman D. (2013). Doing Qualitative Research: A Practical Handbook. London: SAGE publication.

Tartu linna koduleht: Vabadussilla ajalugu  
[http://www.tartu.ee/?lang\\_id=1&menu\\_id=2&page\\_id=3728](http://www.tartu.ee/?lang_id=1&menu_id=2&page_id=3728) (16.10.2014)

Torim A., Jürma H., Eesti Geodeetide Ühing(2015). Geodeesia ja geofüüsika erialased lühendid: [http://www.egu.ee/uploads/userfiles/file/geodeet/geo33\\_lyhendid.pdf](http://www.egu.ee/uploads/userfiles/file/geodeet/geo33_lyhendid.pdf)- (3.03.2015)

Trailing suction Hopper Dredger. (2001) International dredging Academy, Module 1. Vol 8. Rotterdam: Scheepvaarten Transport College.



Vara Valla arengukava 2011-2020 (2010). / Koostaja Vara Vallavalitsus.

Veeteede Ameti sisene kiri 01.12.2011

Veeteede Ameti Hüdrograafia ja Navigatsioonimärgistuse Teenistuse Hüdrograafiaosakond:

<http://adam.vta.ee/teenused/hnt/yldinfo/his.html>- (09.03.2015)

<http://adam.vta.ee/teenused/hnt/yldinfo/laevad.html> (23.10.2014)

World Maritime News: <http://worldmaritimeneews.com/archives/122604/east-marine-launches-new-grab-dredger-bestla/>- (12.12.2014)

Yell D., Riddell J.(1995). ICE design and practice guides: dredging. The Institution of Civil Engineers. London: Thomas Telford.

## **SUMMARY**

## **LISAD**

### **Lisa 1. Intervjuu Veeteede Ameti töötajatega**

Kaidi Katus- Laevateede osakonna juhataja ja Hüdrograafia ja navigatsioonimärgistuse teenistuse juhataja asetäitja.

- Miks on riigihanked süvendustööde teostaja leidmiseks läbi kukkunud?
- Mis oli 2014 aastal sarnase iseloomuga süvendustööde ühikuhind?

Leo Käärman- Veeteede Ameti Hüdrograafia ja Navigatsioonimärgistuse teenistuse juhataja asetäitja tehnika alal.

- Mis oli 2008 aastal Eesti Värava kanalis toimunud süvendustööde ühikuhinnaks?
- Kas see hind vastas esialgselt ennustatud hinnale?

Andres Kreek- Laevastiku osakonna juhataja

- Mis võiks olla selliste kriteeriumitega pargase kütusekulu?
- Kas pargase mõõtmete määremisel on arvestatud Emajõe laevateega?
- Kui palju mahutaks selline pargas pehmet pinnast?
- Mis võiks olla sellise pargase maksumus?

## Lisa 2. Pildimaterjal teise peatüki juurde

**Mõõteplaaniaala**

Mõõteala nimi	IHO_kat	Mõõtkava	Pindala
praaga_2014syg	ERI	1:1000	0.0

Mõõteplaaniaala pindala: 4 ha  
Kasutame mõõtealasi mõõtkavaga kuni: 1:1000

**Mõõteplaaniaala genereerimine**

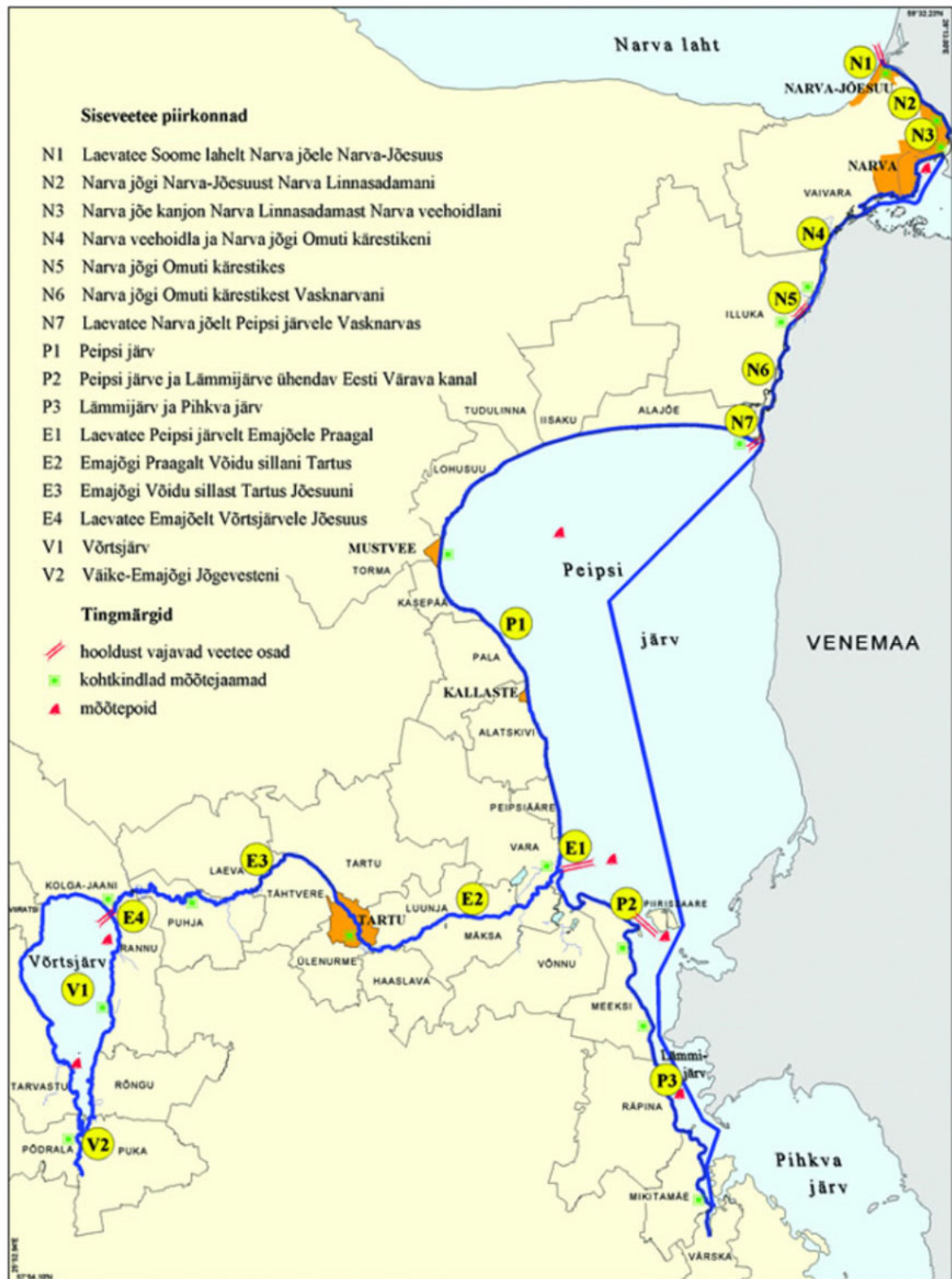
Soovitav info: ainult sügavuspunktid  
Väljundvorming: XYZ  
Plaani mõõtkava: 1:1000  
Sügavuspunktide vahekaugus m: 1  
Koordinaatsüsteem: Koordinaadid LEst  
Minimaalne objekti kõrgus:   
Isojooned teha: max mõõtkavas  
Isojoonte intervall:  1.0,  2, 5, 10, 20, 50, 100, 200,  Vali fail, Pole valitud

Mõõteplaani genereerimine

Joonis 1. Sügavusandmete allalaadimise seaded hüdrograafia infosüsteemist

Allikas: (Veeteede Ameti Hüdrograafia...2015)

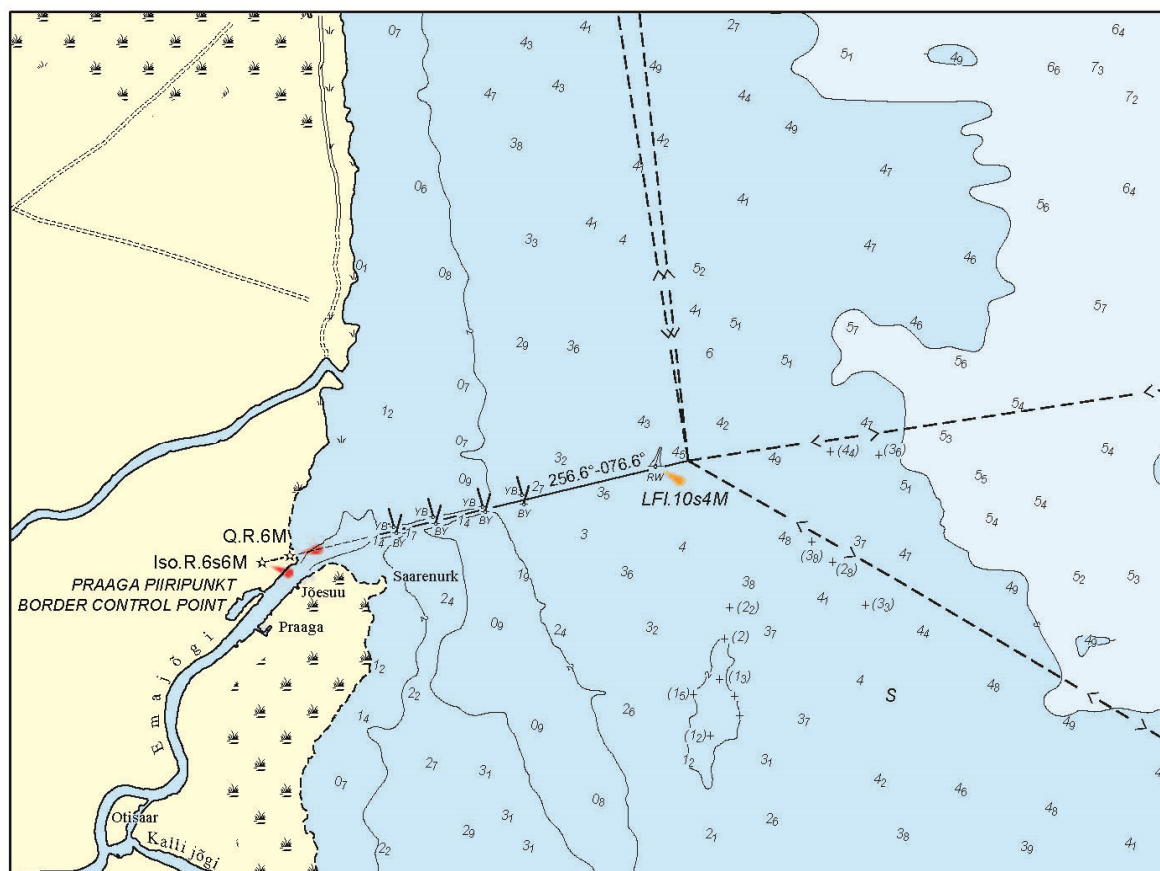
## Lisa 2 järg



Joonis 2. Eesti siseveetee ülevaatekaart

Allikas: (Veeteede Amet 2008, 1)

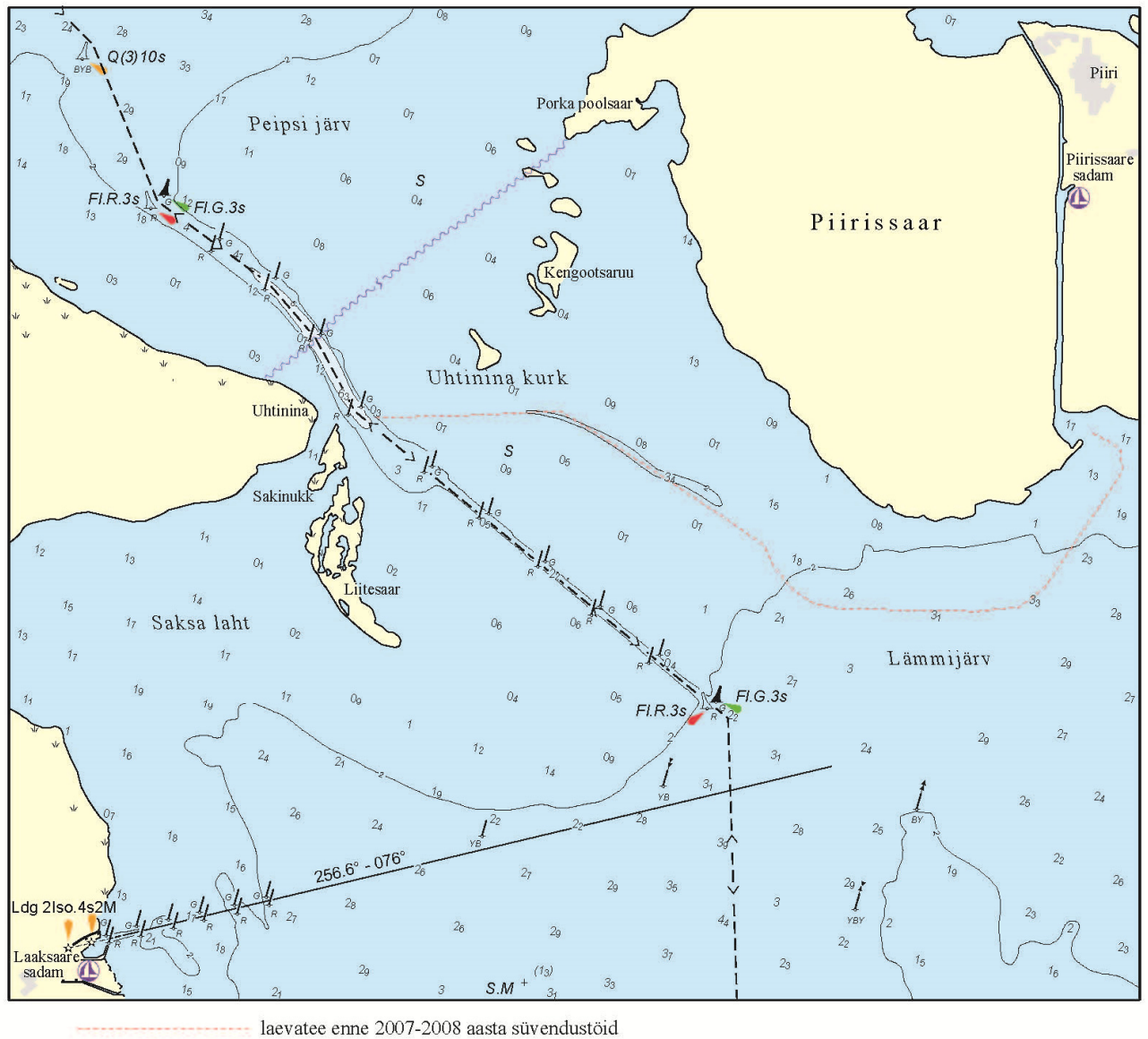
## Lisa 2 järg



Joonis 3. Praaga kanal Emajõe suudmes

Allikas: (Fragment kaardist nr.652 2004)

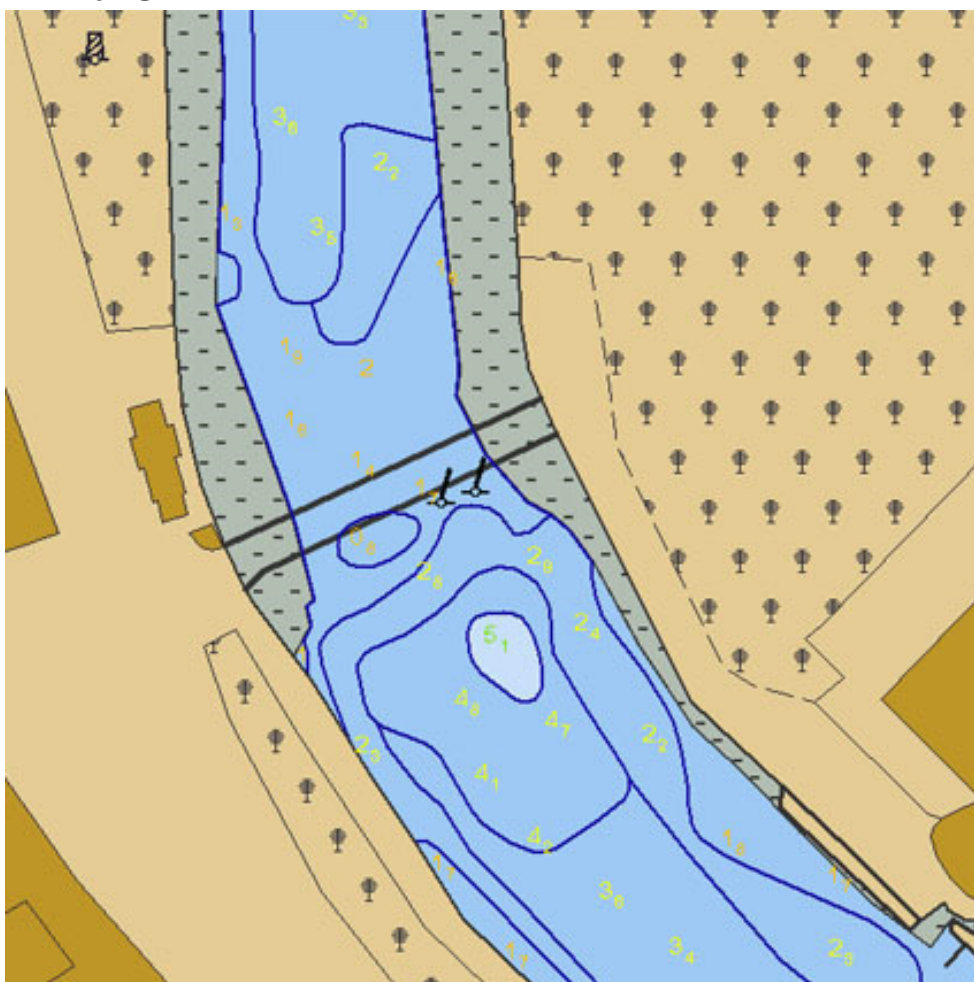
## Lisa 2 järg



Joonis 4. Eesti Värava laevatee

Allikas: (Veeteede Ameti kartograafiaosakond, 2014)

Lisa 2 järg

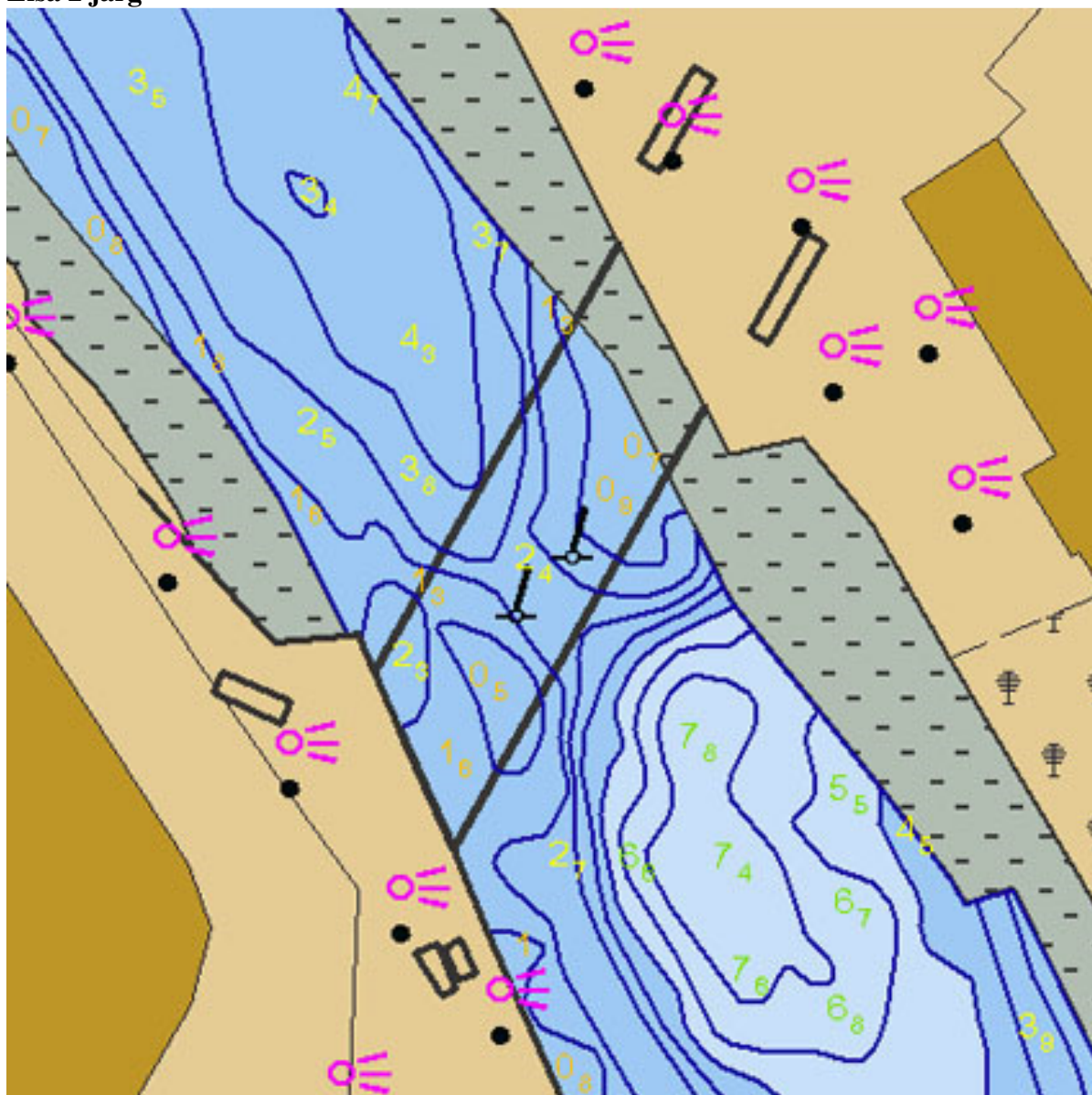


Joonis 5. Emajõe laevatee Kaarsilla sillaavas

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6MAJ4 2014)



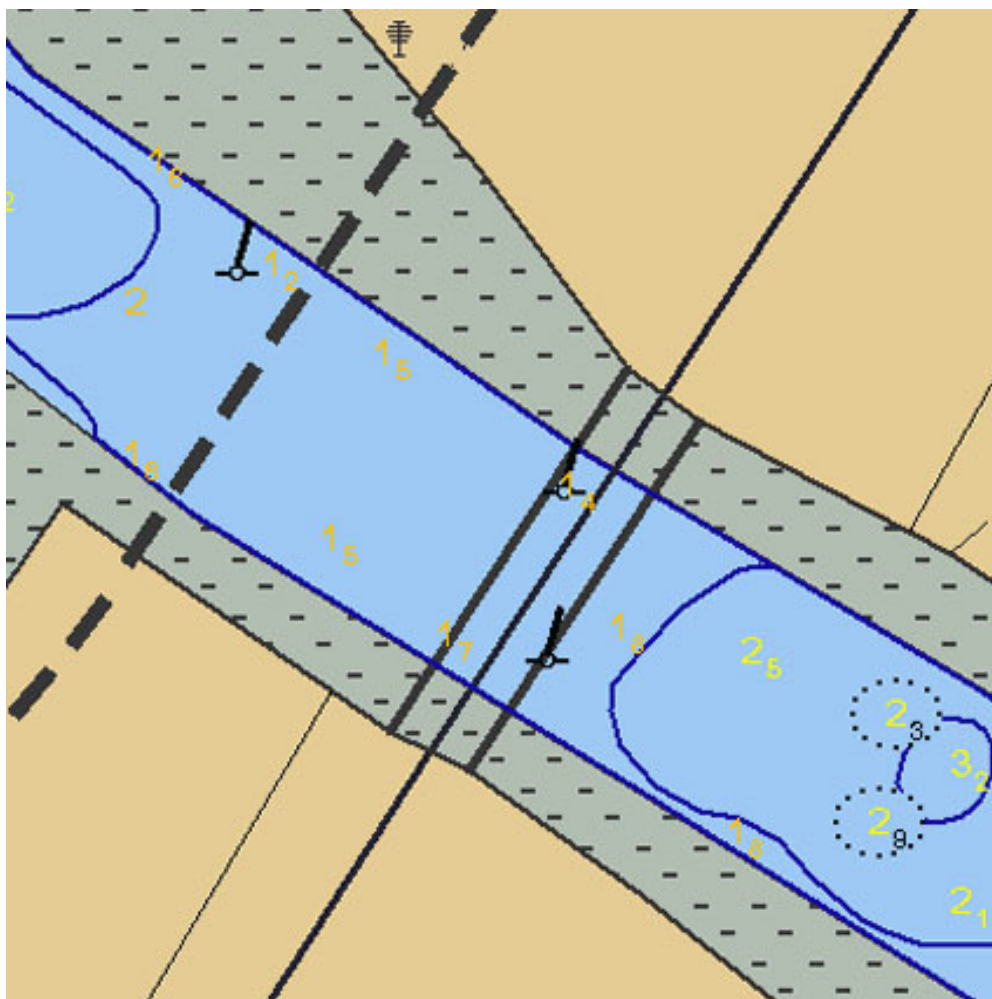
Lisa 2 järg



Joonis 6. Emajõe laevatee Vabaduse silla sillaavas

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6MAJ4 2014)

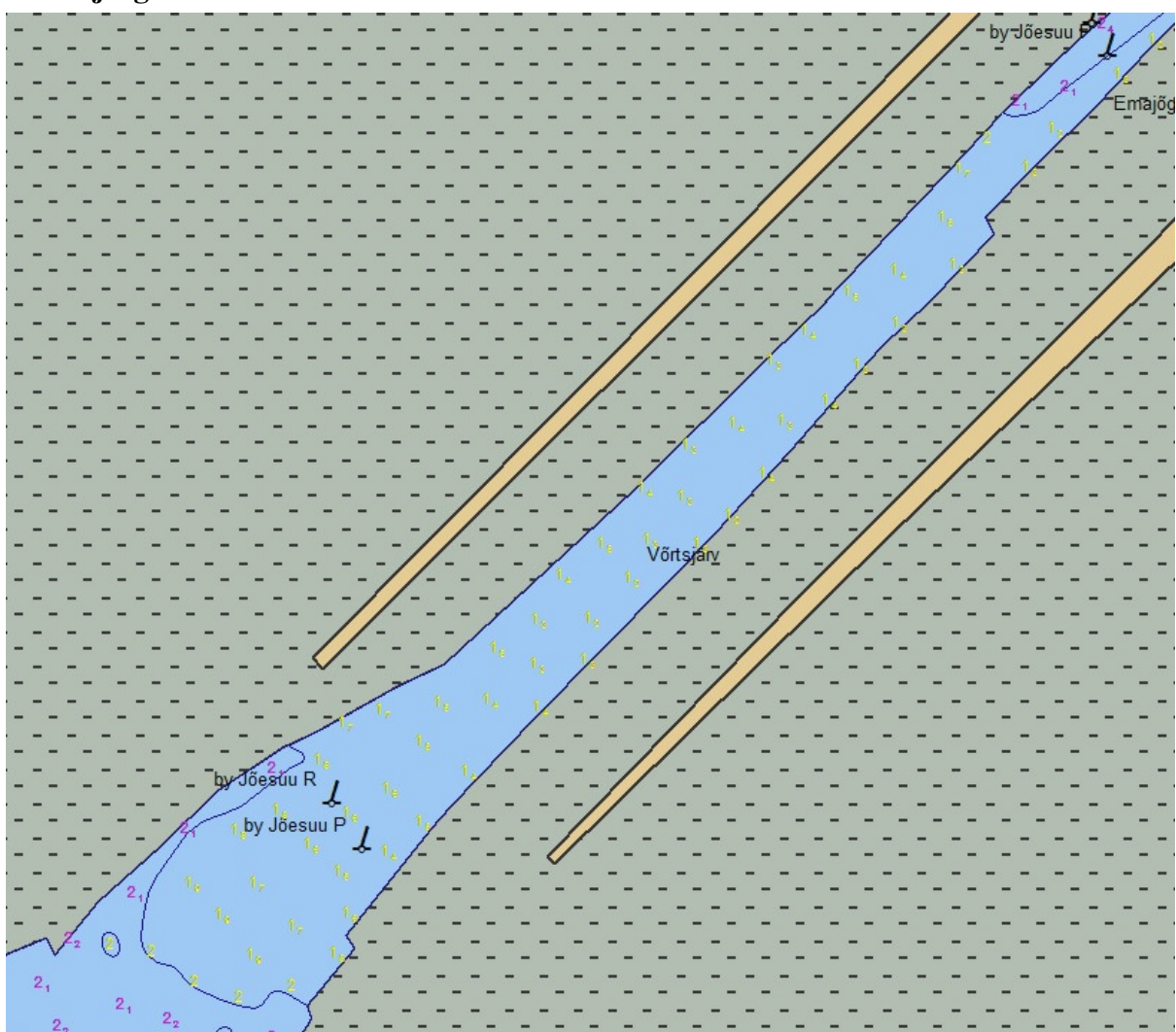
Lisa 2 järg



Joonis 7. Emajõe laevatee Jänese raudteesilla sillaavas

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6MAJ4 2014)

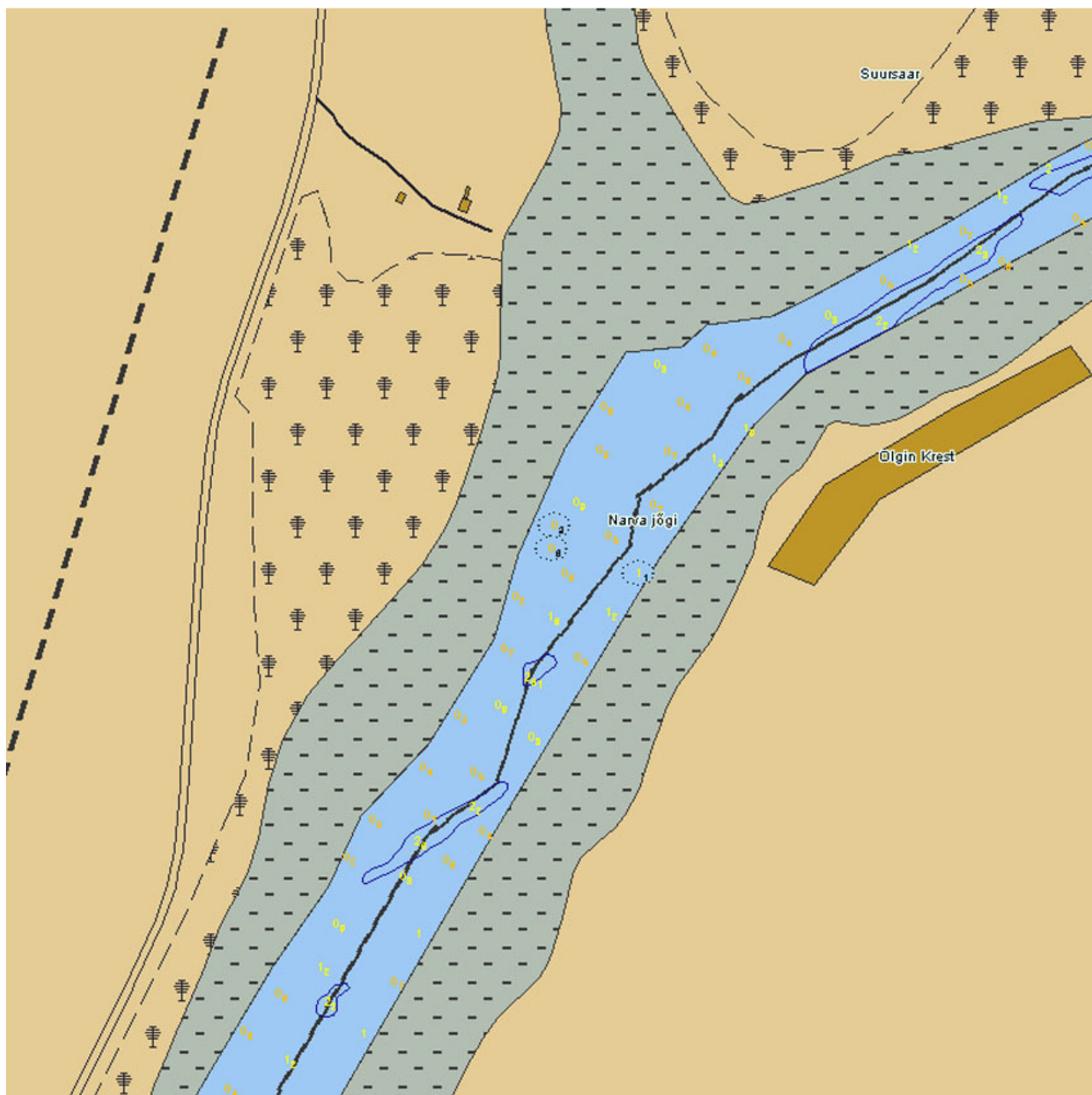
## Lisa 2 järg



Joonis 8. Emajõe lähe Rannu- Jõesuus

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6EMAJ6 2015)

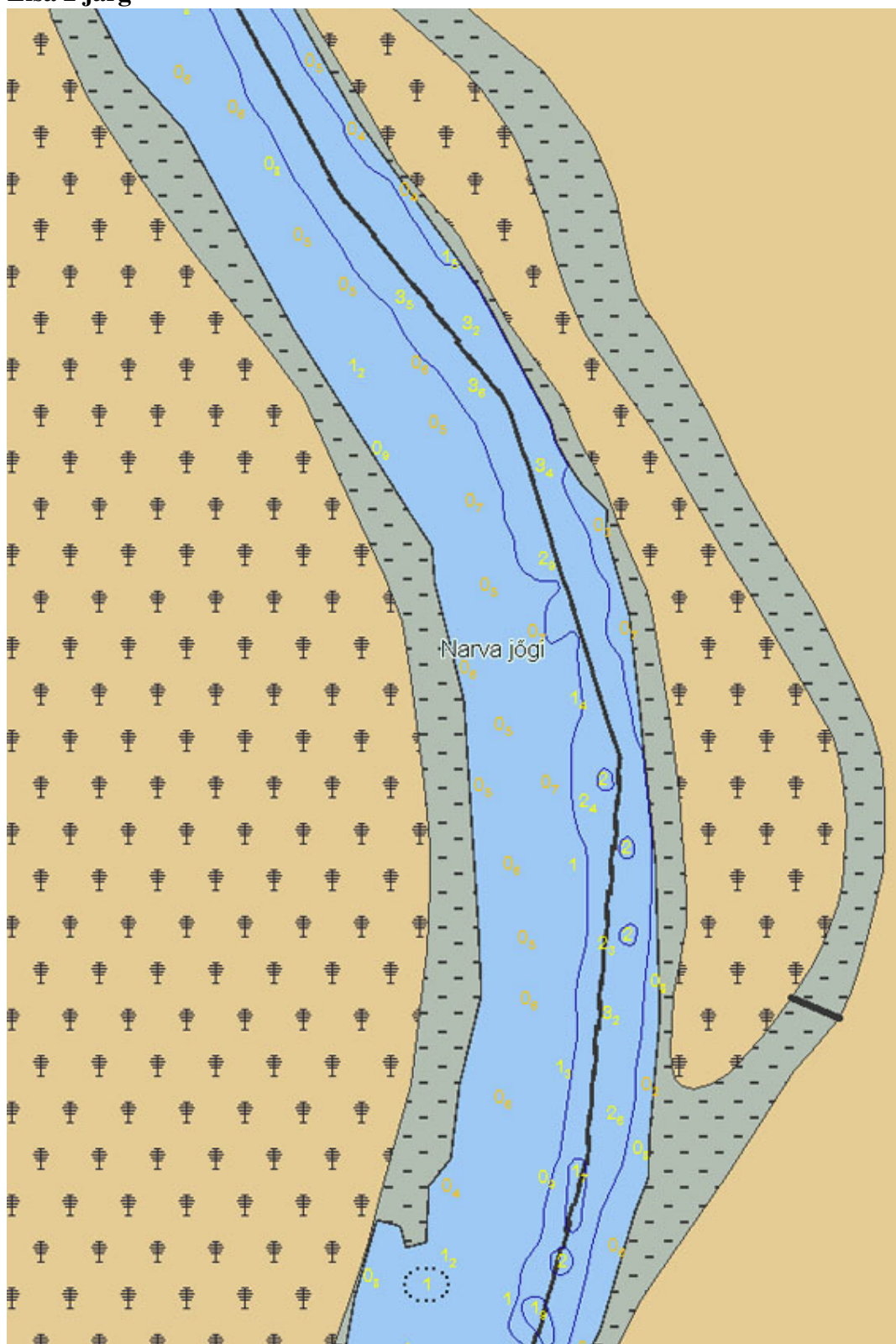
## Lisa 2 järg



Joonis 9. Narva jõe laevatee Omuti karestikus

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6NARV5 2014)

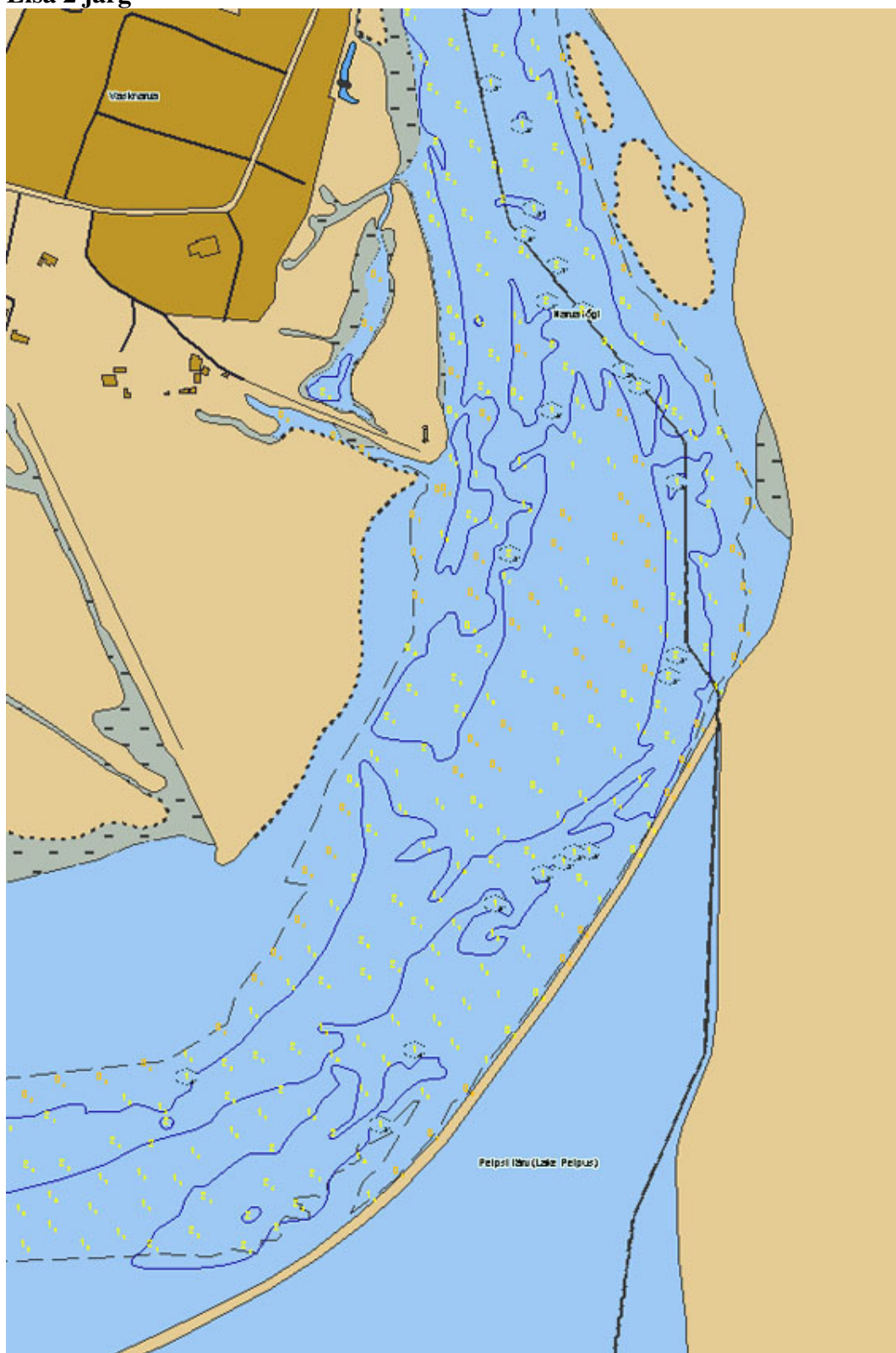
Lisa 2 järg



Joonis 10. Madal veetee lõik Narva jõel Permisküla saare kõrval

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6NARV5)

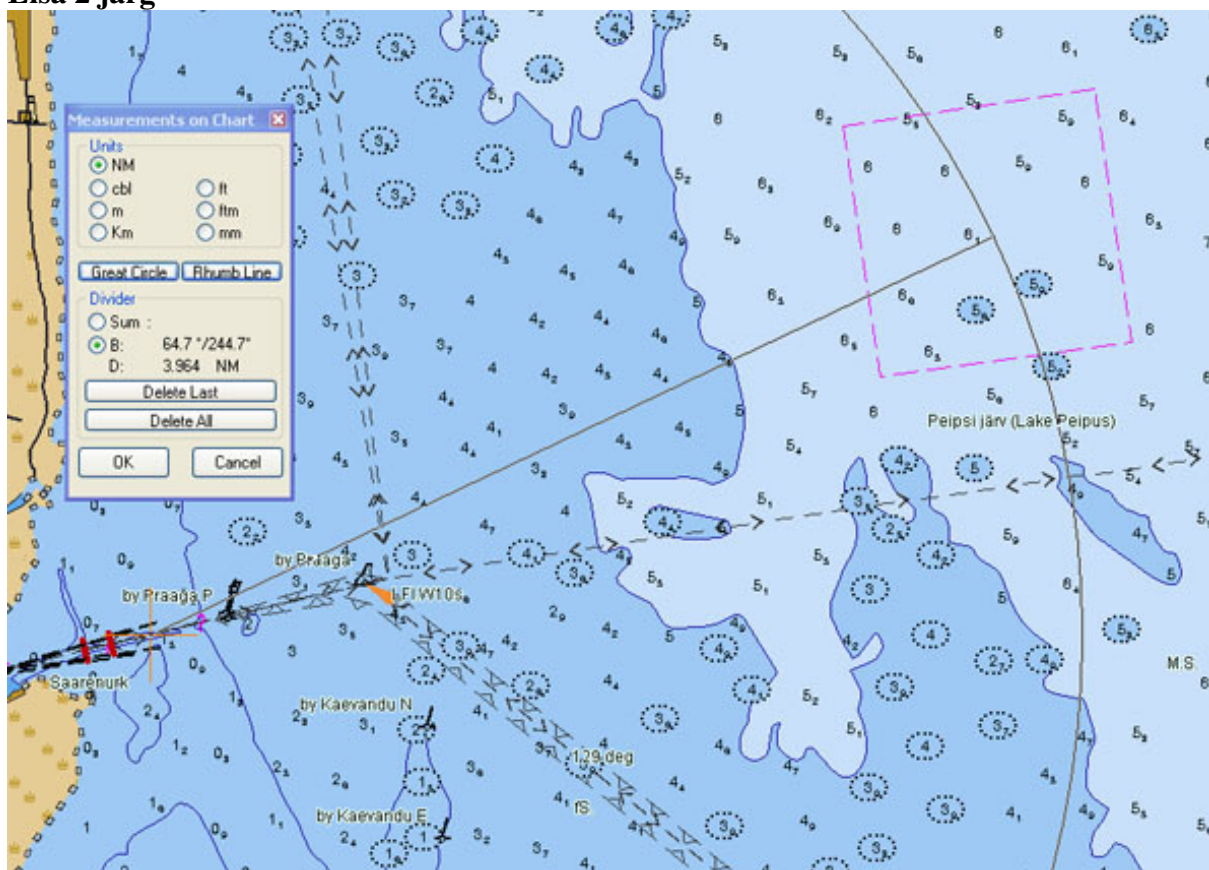
Lisa 2 järg



Joonis 11. Narva jõe lähe Peipsi järvel

Allikas: (Ekraanitõmmis elektronkaardist EE6NARV5 2014)

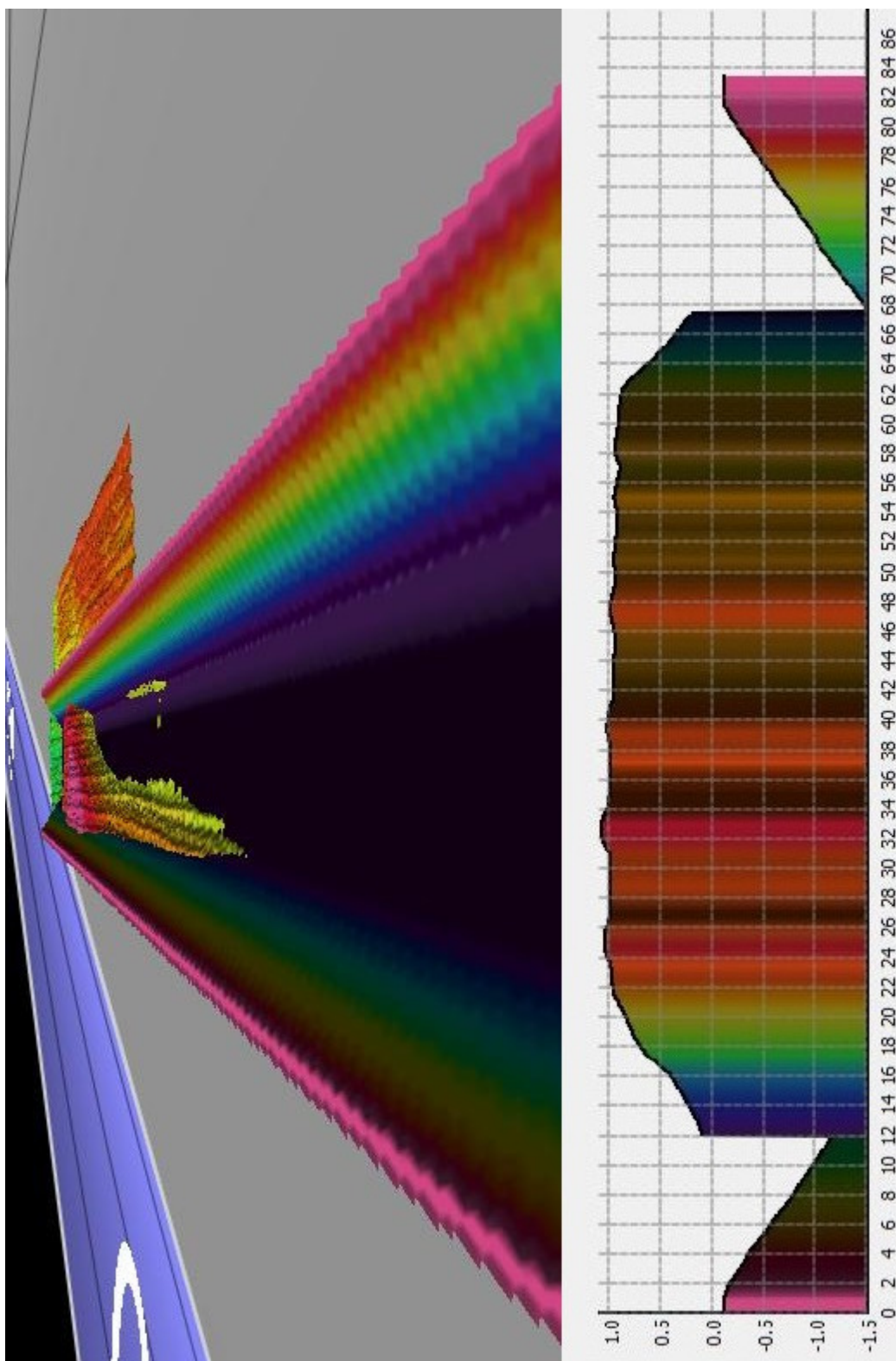
## Lisa 2 järg



Joonis 12. Praaga kanali läheduses asuv kaadamisala

Allikas: (Autori koostatud)

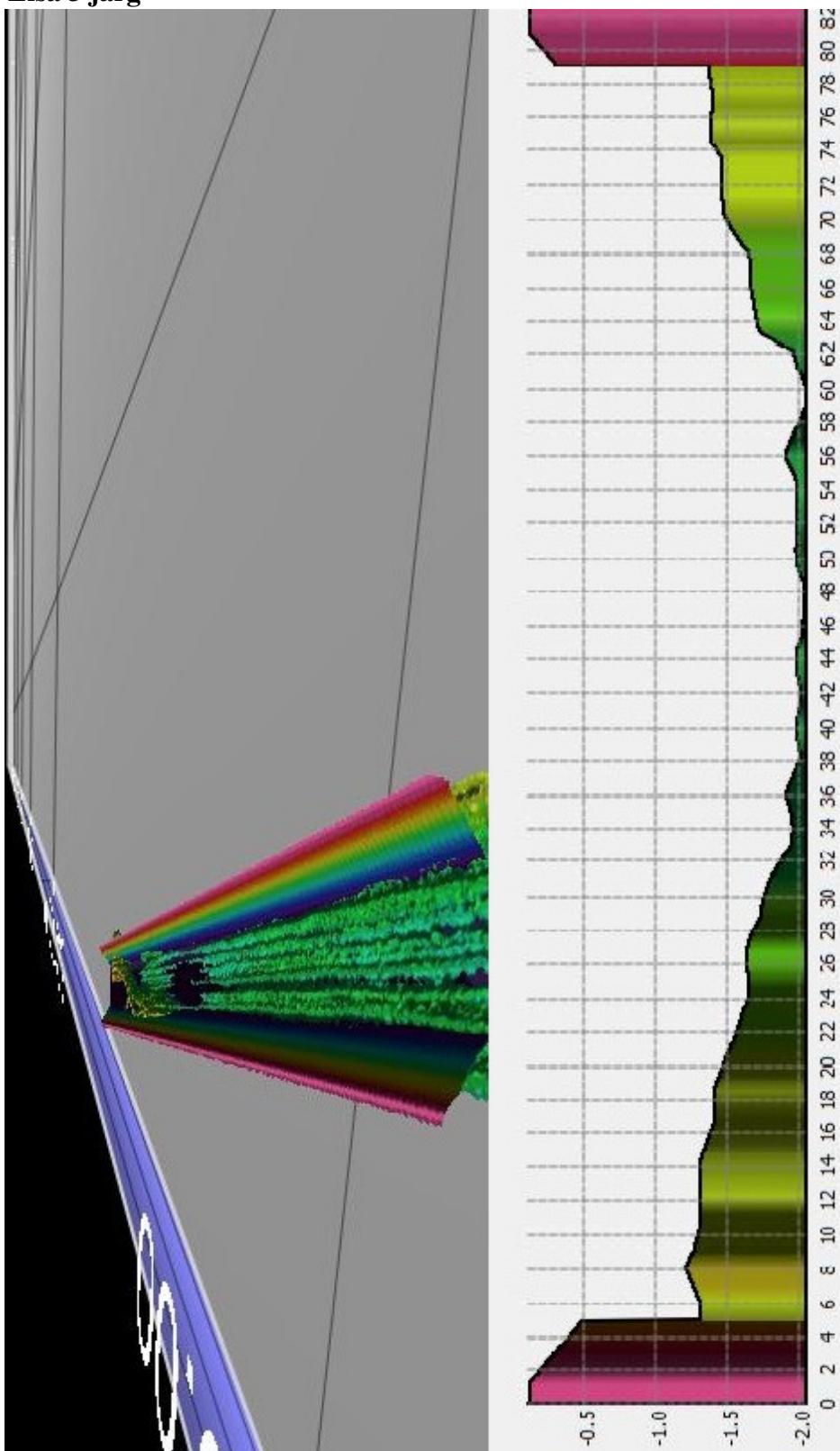
### Lisa 3. Pildimaterjal kolmanda peatüki juurde



Joonis 1. Setete jaotus Praaga laevakanali põhjas ja kanali ristlõikeprofiil aastal 2011  
Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermaus)

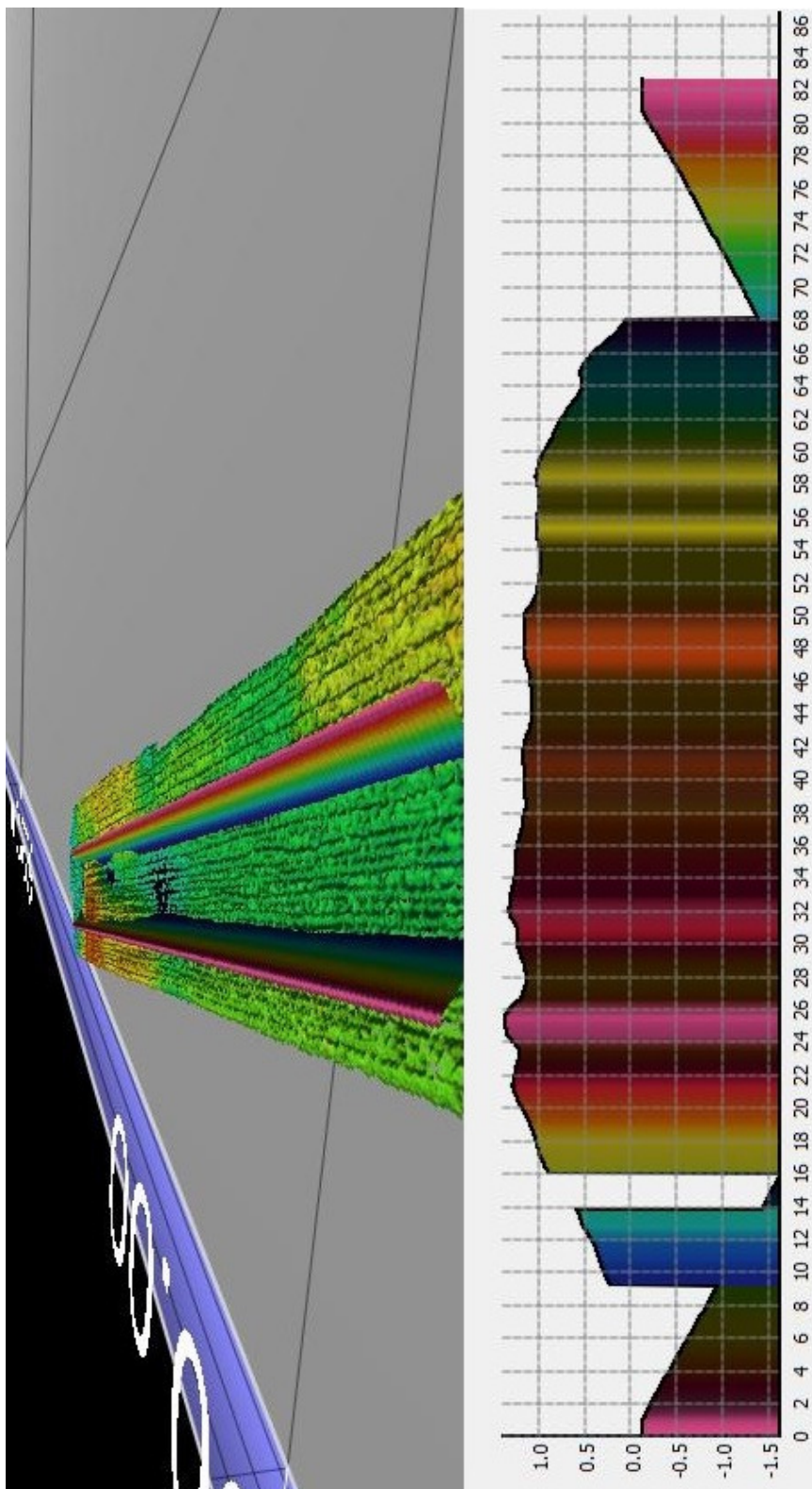


### Lisa 3 järg



Joonis 2. Setete jaotus Praaga laevakanali põhjas ja kanali ristlõikeprofiil aastal 2012  
Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermaus)

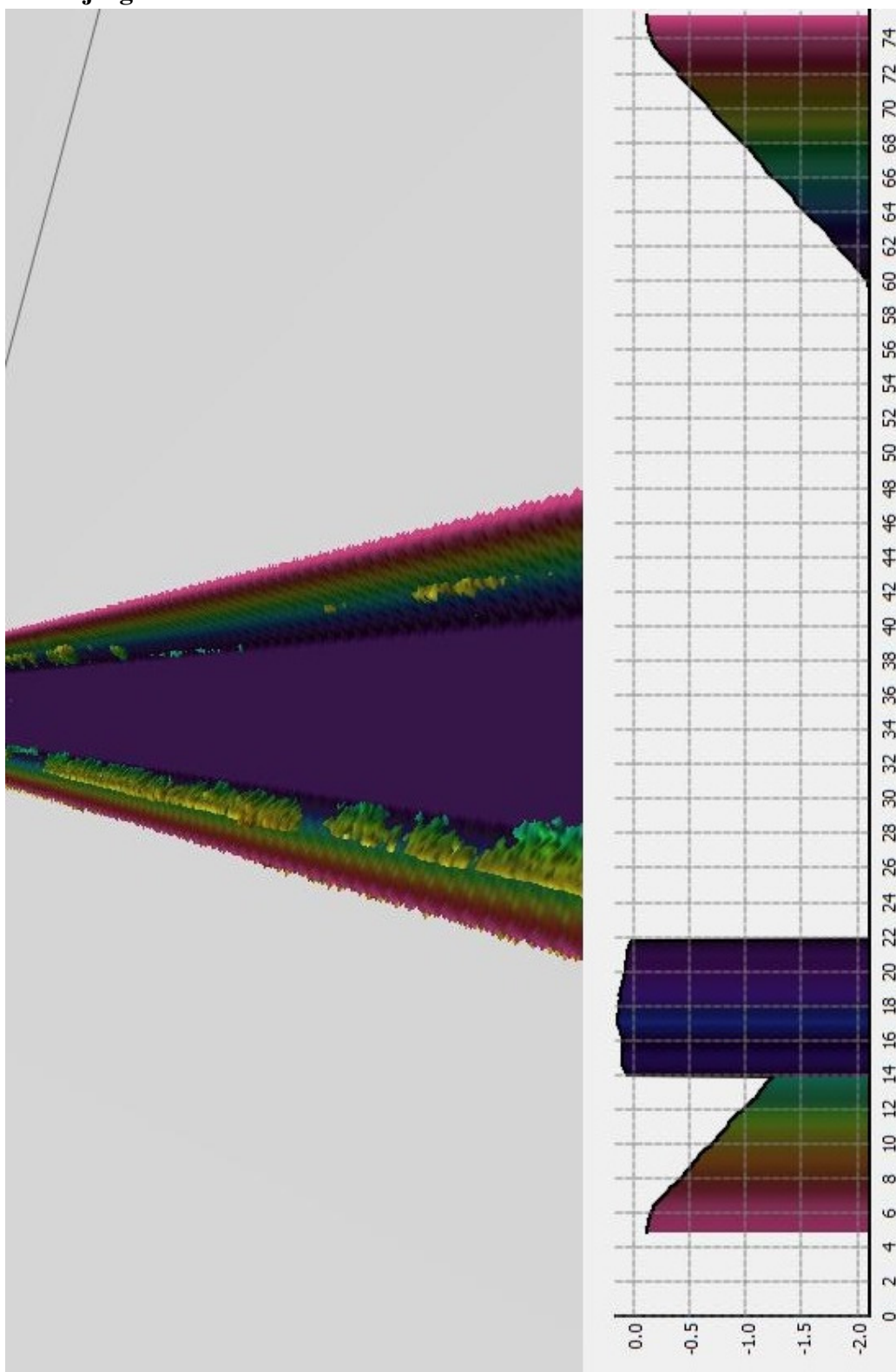
### Lisa 3 järg



Joonis 3. Setete jaotus Praaga laevakanali põhjas ja kanali ristlõikeprofiil aastal 2013

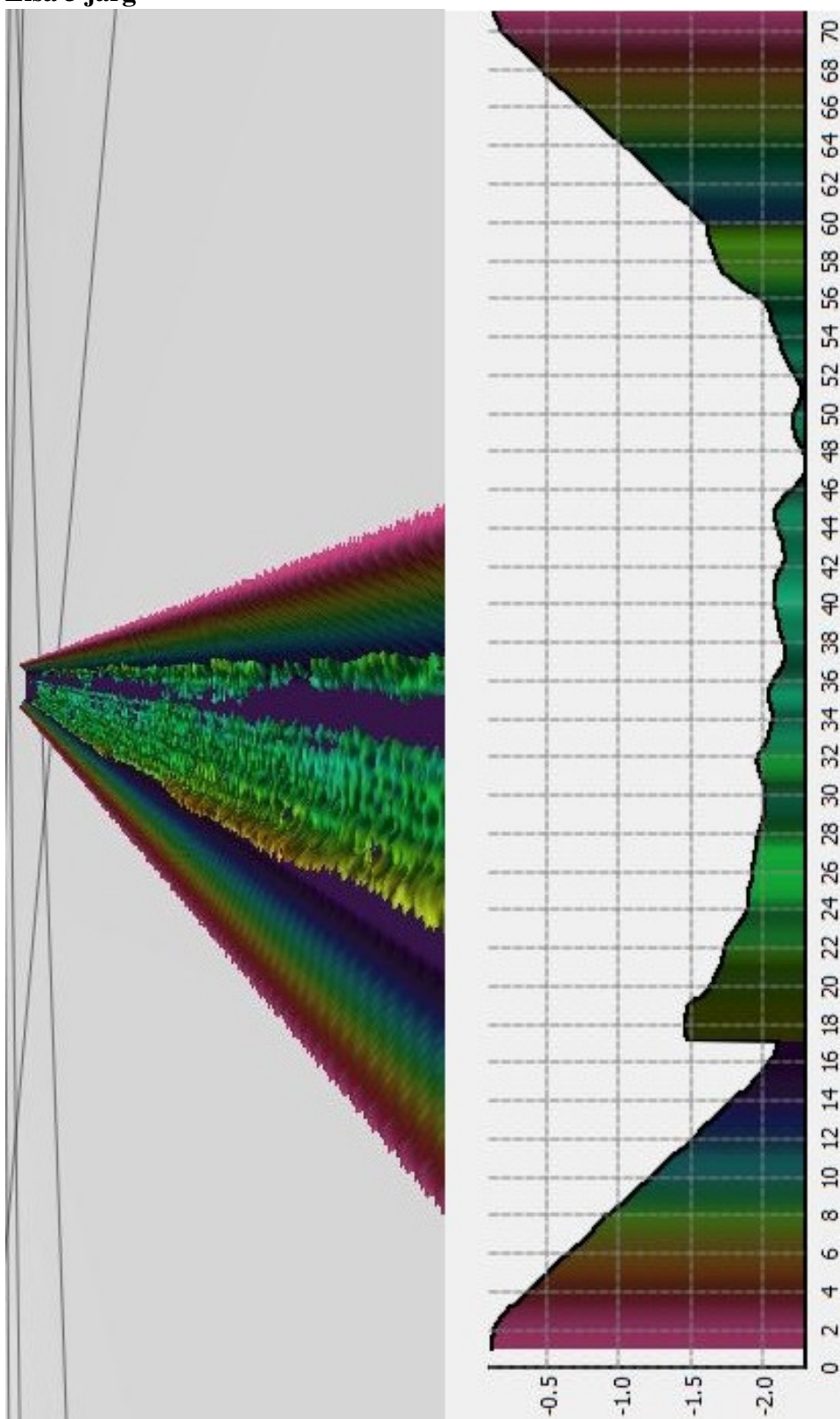
Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermaus)

### Lisa 3 järg



Joonis 4. Setete jaotus Eesti Värava kanali põhjas ja kanali ristlõikeprofiil aastal 2011  
Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermaus)

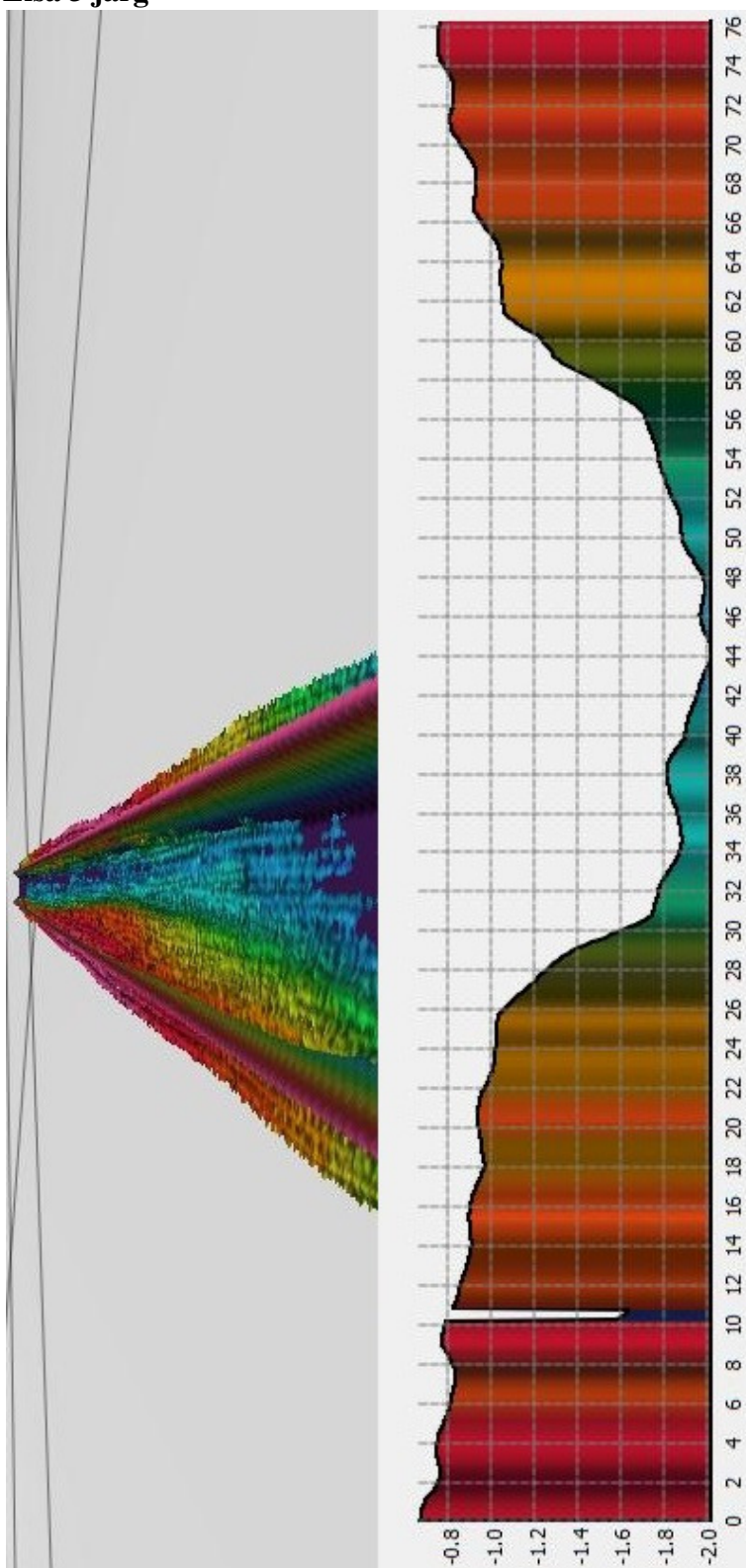
Lisa 3 järg



Joonis 5. Setete jaotus Eesti Värava kanali põhjas ja kanali ristlõikeprofiil aastal 2012

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)

### Lisa 3 järg



Joonis 6. Setete jaotus Eesti Värava kanali põhjas ja kanali ristlõikeprofiil aastal 2013

Allikas: (Ekraanitõmmis programmist Fledermause)