

## **OÜ Lainemudel**

Registrikood: 14075763

e-post: lainemudel@gmail.com

Töö nr **1901**

Töö tellija: OÜ Skepast&Puhkim

Registrikood: 11255795

e-post: marju.kaivapalu@skpk.ee

# **HAAPSALU LAHE RANNIKUVEEKOGUMI ANALÜÜSID**

## **II köide**

### **Noarootsi kanal**

### **Haapsalu lahest Hanekivi madalasse**

Töö autor:

**RAIN MÄNNIKUS**

Tallinn

Märts 2019

**SISUKORD**

1. LÄHTEÜLESANNE.....	3
1.1. Eesmärk.....	3
1.2. Sisu.....	3
1.3. Lähtematerjalid.....	3
2. NOAROOTSI KANAL.....	4
2.1. Kanali võimalik trass.....	4
2.2. Veetasemed Haapsalus ja Dirhamis ning nende erinevused .....	9
2.3. Kanali kriteeriumid .....	11
2.4. Võimalikud ristlõiked.....	12
2.5. Kanal selle teele jäävates veekogudes.....	15
3. KOKKUVÕTE JA SOOVITUSED.....	15
VIIDATUD KIRJANDUS.....	16

## **1. LÄHTEÜLESANNE**

### **1.1. Eesmärk**

Analüüsida kanalitega vee liikumist Tagalahest läbi Sutlepa mere või Tahu lahe Vööla merre ja sealt Hanekivi madalale.

### **1.2. Sisu**

- Pakutakse välja võimalik kanali trass
- Analüüsitakse veetasemete erinevusi ning nende ajalisi pikkuseid Haapsalus ja Dirhamis, mislābi saadakse kanalis voolava vee lang
- Pakutakse välja kanalite ristlōiked
- Antakse soovitused edasiseks tööks

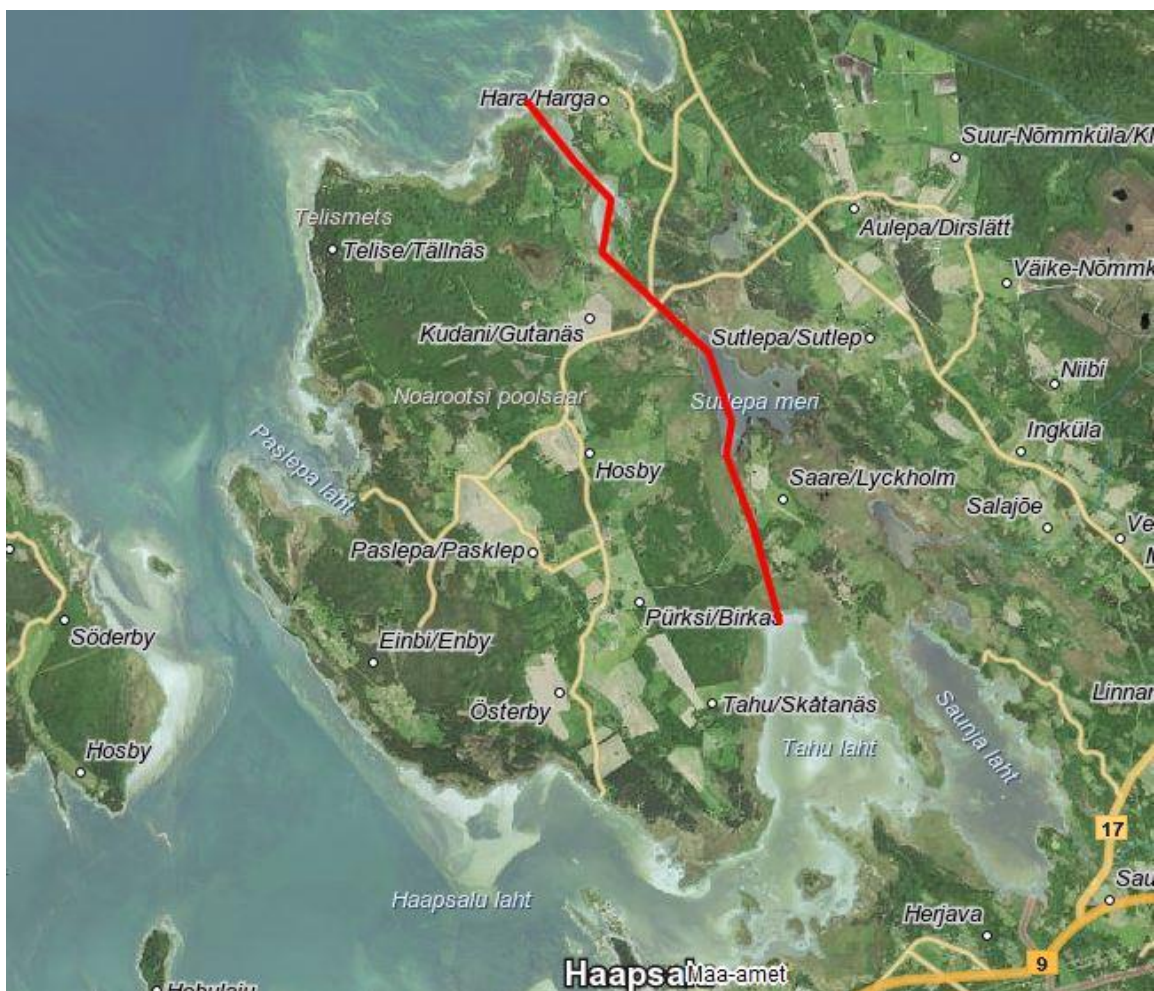
### **1.3. Lähtematerjalid**

- Veetasemete aegread Haapsalus ja Dirhamis
- Veeteede Ameti mõõdetud sügavused Haapsalu lahes

## 2. NOAROOTSI KANAL

### 2.1. Kanali võimalik trass

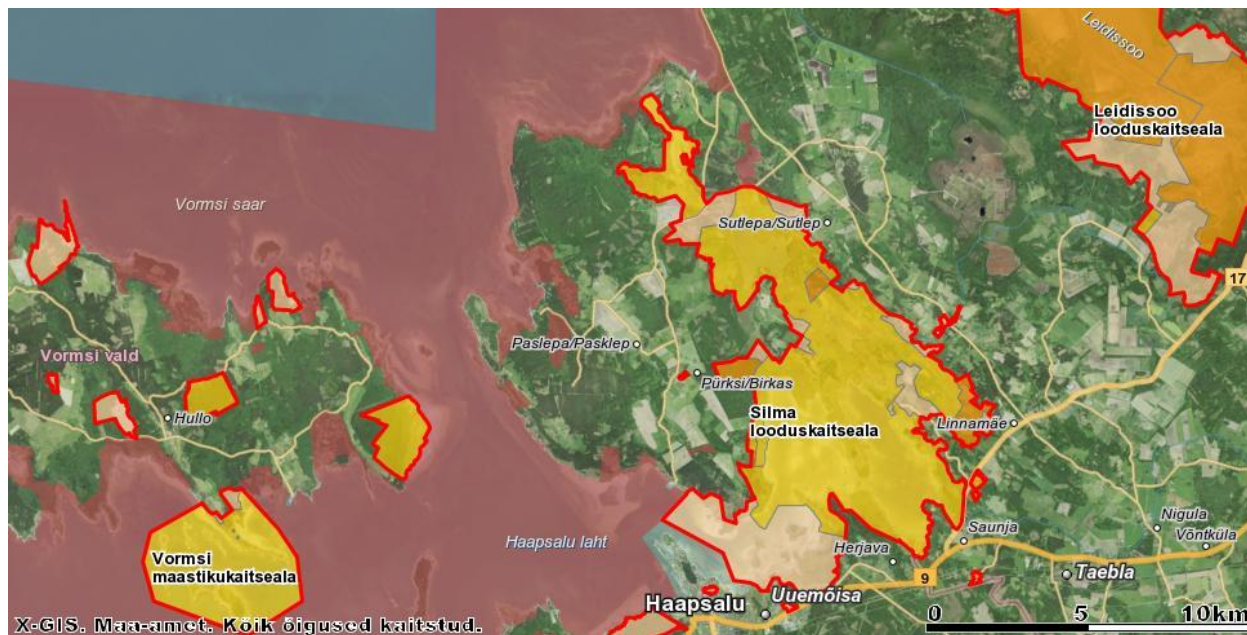
Haapsalu lahe osad Tagalaht, Saunja laht ja Tahu laht on madalad, nõrga veevahetusega suletud lahesopid (Martin, 2007). See on põhjustanud kaugemale arenenud eutrofeerumise, mida Keskkonnamet soovib vähendada võimalike meetmetega. Üheks selliseks on nn Noarootsi kanal, mis avaks vee liikumise Tagalarest läbi Sutlepa ja Tahu lahe Vööla merre ning sealt Hanekivi madalale. Kanali võimalik ligikaudne trass on näidatud joonisel 2.1.



**Joonis 2.1.** Punase joonega märgitud planeeritava kanali võimalik trass. Kanali pikkus on ligikaudu 11 km.

Joonisel 2.1 näidatud trass on uue veekoridori rajamise mahu mõttes optimaalne: kanali teele jäävad mitmed olemasolevad veekogud, mida võib siiski olla vajalik vähemalt osaliselt süvendada. Trass paikneks tervenisti Silma Looduskaitse alal (Joonis 2.2). Käesolevas analüüsis on keskendutud kanali pikkusele, selle ristlõikele ja vee langule, mis on tingitud veetasemete erinevusest Tahu lahes ja Hanekivi madalal (vastavalt Haapsalu ja Hara lahe osad) ning pole

käsitletud kanali mõju keskkonnale. Samuti pole andmete puudumisel analüüsitud setete liikumist kanalis ja selle otste vahetus läheduses. Sellel põhjusel ei ole ka võimalik hinnata kanali hooldusvajadust.



**Joonis 2.2.** Planeeritav kanal jääb tervenisti Silma Looduskaitsealale

Järgnevalt on joonistel 2.3 kuni 2.8 kirjeldatud lõikude kaupa põhjast lõunasse planeeritava kanali võimalikku trassi.



**Joonis 2.3.** Kanali lõik (punasega) Hanekivi madalast Võõla merre, mille suubla juures on näha

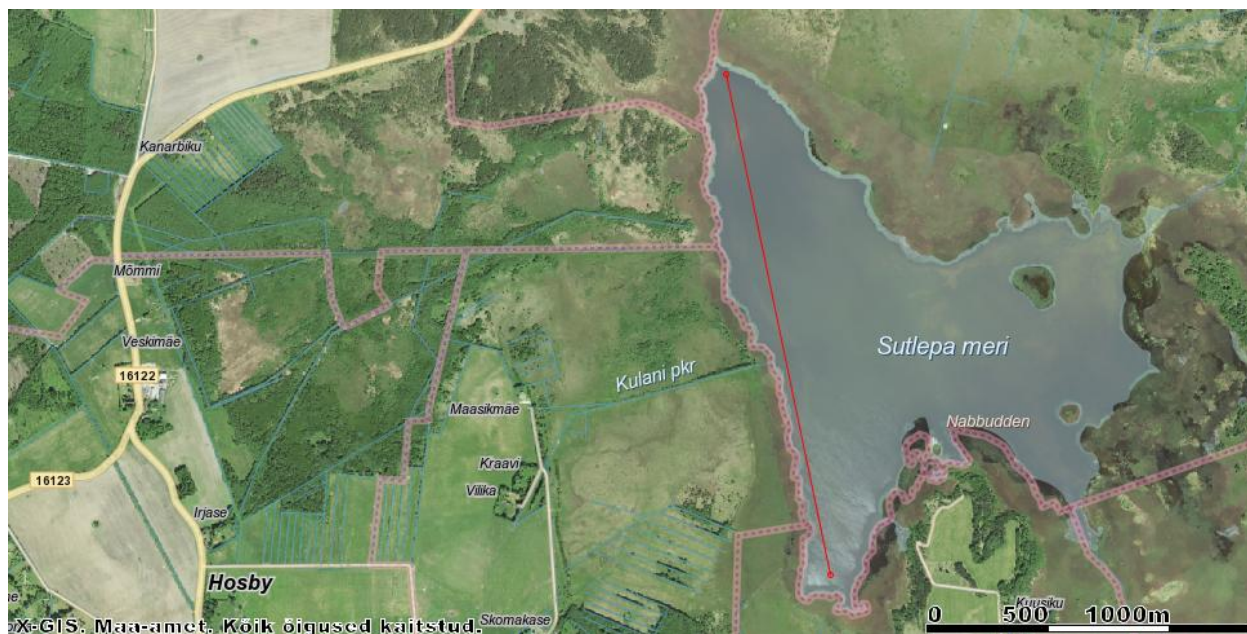
piklikku umbes 150 m pikkust süvistatud jälge. See annab tunnistust lokaalsest süvendusest või mööda kanalit sisse pressinud veejoast, mille uhtuv mõju on siiski lokaalne. Joonise mõõtkava on 1:5000. Vööla meri oli avatud laht, mis nõukogude ajal suleti tammiga. Lahe suudmesse ehitati truubid, kuid need olid liiga väiksed ega võimaldanud Vööla mere ning Hara lahe vahel piisavat looduslikku veevahetust. Oktoobris 2011 valmis uus avaram truup (Wikipedia, 2019).



**Joonis 2.4.** Süvendatav/puhastatav kanali lõik (punasega) Vööla meres. Mõõtkava 1:20000. Punasega näidatud lõigu pikkus on 2,5 km. Wikipedia (2019) andmeil on Vööla meri kahanenud 20. sajandi jooksul 55%. Vööla meres on Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituudi uurimistöde käigus teostatud setete puuraukude järgi kuni 5 cm muda (Ott, 2014). Selle alla jääb hall aleuriitne savi.



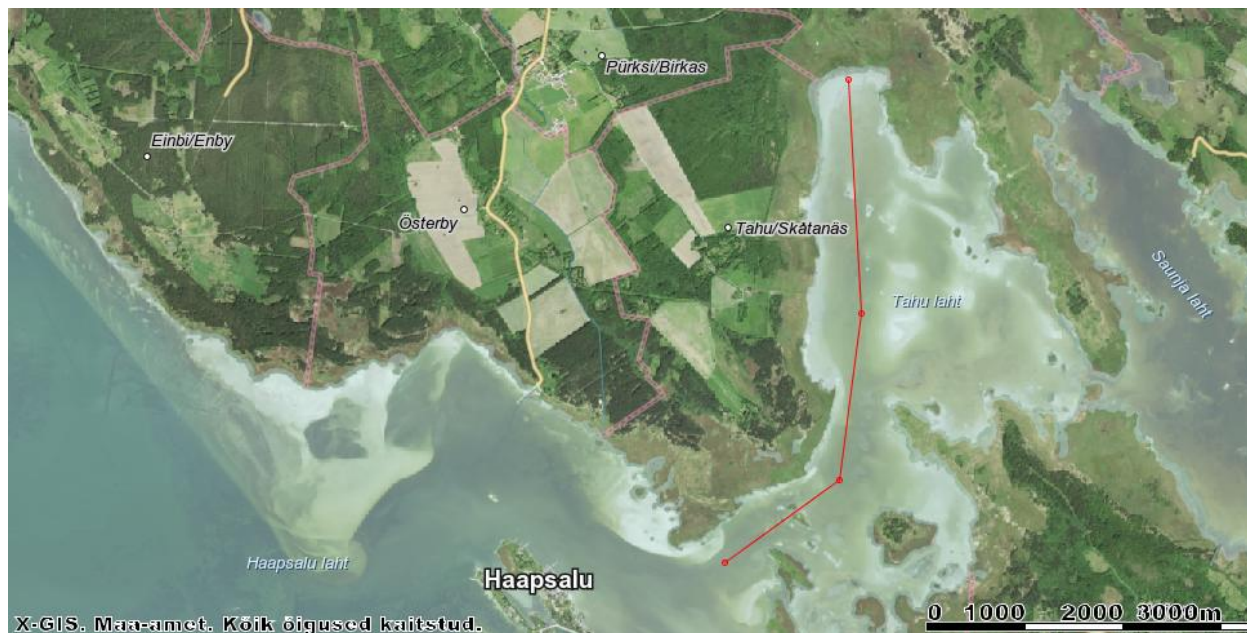
**Joonis 2.5.** Kanali lõigud (punasega) Võõla merest Sutlepa mere põhjapoolseimasse nurka. Mõõtkava 1:20000. Lõunapoolses osas on võimalik kaks erinevat kanali trassi. Mõlema puhul on kogupikkus 2,4 km ning Maa-ameti kaardil näidatud pinnavormide järgi on mõlemas lõigus varemalt vesi voolanud. Põhjapoolseima lõigu puhul ristub kanal vähemalt kahe teega, mille alla tuleb rajada truup. Lõunapoolne lõikab maanteed ühe korra. Eelistatuim on lõunapoolne lõik.



**Joonis 2.6.** Kanali lõik Sutlepa meres. Joonise mõõtkava 1:20000. Lõigu pikkus on 2,1 km. Sutlepa mere keskmine sügavus on 1,2 m ning suurim sügavus 1,5 m (Wikipedia, 2019). Vesi vahetub järves 3 korda aastas, kuid järve pindala on vähenenud alates 20. sajandi algusest 50%.



**Joonis 2.7.** Kanali lõik (punasega) Tahu lahest Sutlepa merre. Joonise mõõtkava 1:30000. Lõigu pikkus on 3,2 km, millest 1,7 km kulgeb Tahu lahes mööda olemasolevat kanalit või kuivenduskraavi.



**Joonis 2.8.** Süvendatav lõik (punasega) Tahu lahest Tagalaheeni. Joonise mõõtkava 1:50000. Lõigu pikkus on 5,6 km. Veeteede Ameti mõõdistuste järgi on Tahu lahes sügavused väiksemad kui pool meetrid ning Tagalahe osas alla 1 m.



## 2.2. Veetasemed Haapsalus ja Dirhamis ning nende erinevused

Vee liikumiseks kanalis on vaja selle algus- ja lõpp-punkti veetasemete erinevust. Veetasemete erinevuste väljaselgitamiseks on tarvis aga teada veetasemeid, mis peavad olema mõõdetud võimalikult lähedal kanali otspunktidele piisavalt pika perioodi vältel. Käesolevas töös on kasutatud tunniajase sammuga Dirhami ja Haapsalu automaatjaamades mõõdetud veetasemeid 01.01.2011 kuni 01.01.2019.

Haapsalus mõõdetud meretasemed kirjeldavad ligikaudselt kanali lõunapoolse alguspunkti veetasemeid. Mõõtejaamas on varemalt käsitsi mõõdetud perioodil 01.1981–10.1987 (Ilmateenistuse andmed päeva keskmistena) ja automaatjaamaga Veski viigi sadamas alates 23.09.2010 (tunniajase sammuga). See sadam paikneb kanali alguspunktist mööda veepinda ligikaudu 7 km kaugusel.

Dirhami rannikujaam asub Dirhami sadamas, mis asub linnulennult 15 km kaugusel kanali otspunktist. Dirhamis on mõõdetud alates 1961. aastast kuni 1970. aasta märtsini veetasemeid 6-tunnise ajasammuga 1 cm täpsusega. Edasi mõõdeti kuni 2009. aasta mai alguseni kaks korda päevas sama täpsusega. Seejärel oli mõõtmistulemustes paus kuni 2010. aasta septembrini, mil hakati automaatjaamaga mõõtma iga tunni tagant 1 cm täpsusega veetasemeid.

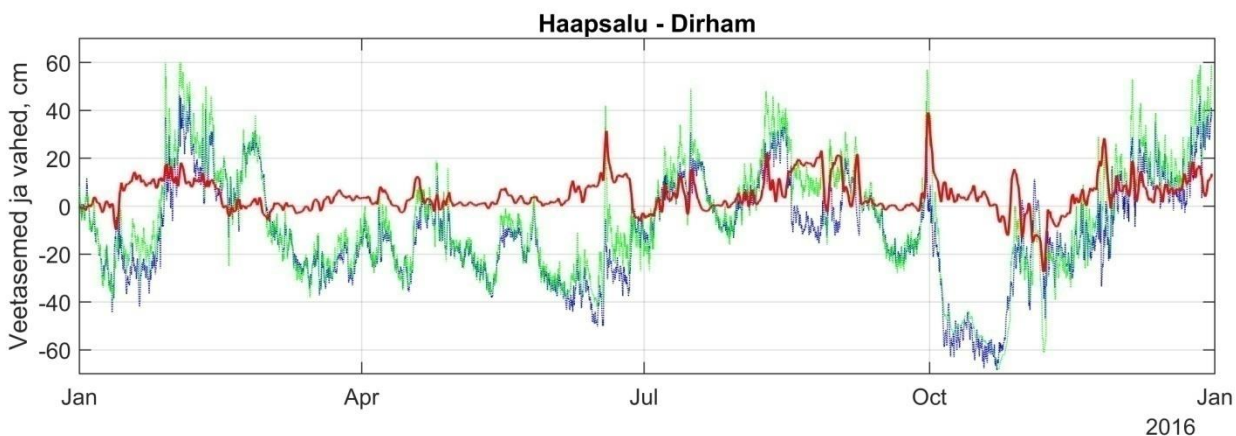
Lisaks Haapsalu mõõtejaamale on kanali lõunapoolse alguspunkti lähedal ka Rohuküla sadama mõõtepunkt, mis asub mööda veepinda ligikaudu 18 km kaugusel. Rohuküla sadamas teostati veetasemete mõõdistusi iga kuue tunni tagant 1950–08.1957, jättes vahele südaõise mõõdistuse. Edasi mõõdeti kuni 2006. aastani kaks korda päevas. Kuigi mõõteandmestik on üsna pikk, lisab selle mõõtejaama kaasamine määramatust, kuna asub kanali alguspunktist kaugemal kui Haapsalu ning mõõteväärtuste ajasamm on üpris suur.

Haapsalu mõõtetulemustest lahutati kõigepealt Dirhami näidud (näitena on toodud 2013. aasta tulemused joonisel 2.9). Järgnevalt tuli veetasemete vahede püsimise kirjeldamiseks konstrueerida sündmused, mis kirjeldaksid, mitu päeva oli Haapsalu veetase kõrgem Dirhami veetasemest teatud meelevaldsete lävede – 10 cm ja 20 cm – võrra. Nimelt voolab vesi kanalis siis, kui ühes otsas on vesi piisavalt kaua kõrgem. Samas ei tekita ühel ja samal aja hetkel olev veetasemete erinevus kahes jaamas momentaalselt vee liikumist, vaid see toimub teatud viibega. Analoogselt on olemas ka inerts vee liikumise peatumisel.

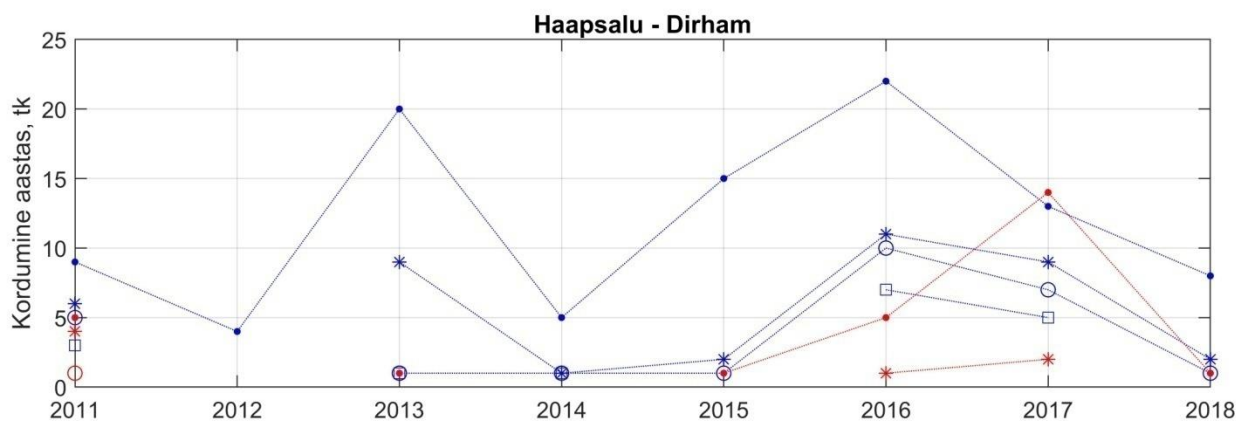
Eeldades, et üks võimalik vee liikumiskiiruseid kanalis võiks olla võrdne Haapsalu Eeslahe hoovuse keskmise kiirusega (0,25 cm/s; Martin, 2007), siis kuluks veeosakesele 11 km pikkuse kanali läbimiseks 12 tundi. Seega korrigeeriti leitud veetasemete vahede aegrida liikuva keskmisega, mille ajaaken oli 25 tundi (12 tundi ühele ja teisele poole vaatluse all olevast väärtusest). Tulemuseks saadi modifitseeritud aegrida.

Kui modifitseeritud veetasemete vahede aegreas ületas väärtus valitud lävendi, siis algas sündmus. Kui väärtus langes alla lävendi, siis loeti sündmus lõppenuks. Niiviisi vaadeldi kogu

aegrida ning registreeriti sündmusi. Tulemuseks oli kahe erineva lävendiga (10 ja 20 cm) seotud sündmuste kogum, kusjuures sündmused (Haapsalu ja Dirhami veetasemete väärtuste vahed) võisid kesta kas mitu tundi või päeva. Aegrea jaguneb iseenesest aastateks. Igas aastas loendati sündmused ning joonistati graafik 2.10, millel toodud info võimaldab hinnata, kui tihti leiavad aset veetasemete vahed, mis on piisavad kanalis voolava vee langa tekitamiseks.



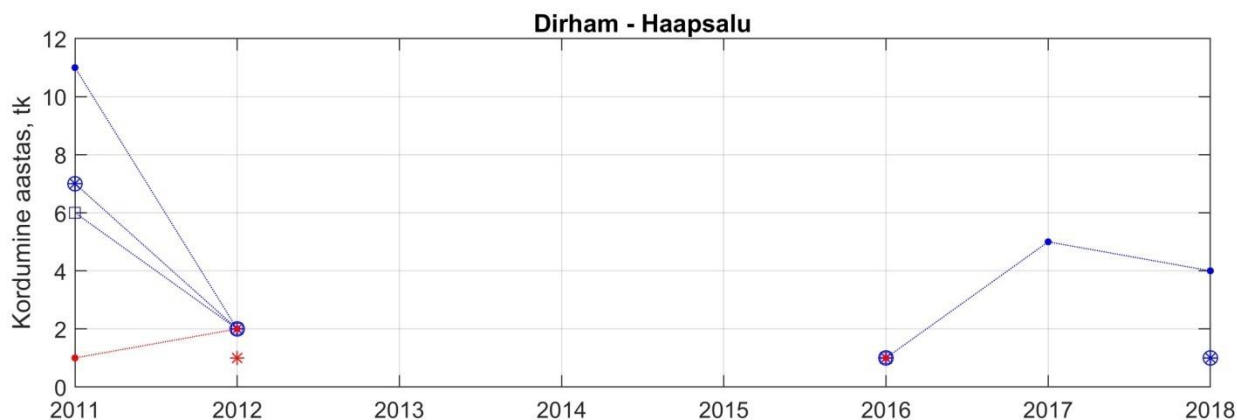
**Joonis 2.9.** Veetasemete vahe Haapsalu ja Dirhami mõõtejaama vahel 2016. aastal on kujutatud punase joonega. Rohelise ja sinise joonega on kujutatud vastavalt Haapsalu ja Dirhami veetasemed.



**Joonis 2.10.** Veetasemete vahede pikkuste korduvuse sagedus erinevate lävede (10 cm sinisega, 20 cm punasega) korral aastate kaupa. Aluseks on Haapsalu ja Dirhami mõõtejaamades saadud veetasemete vahede väärtused. Punktid kujutavad 1–2 päeva pikkuseid erinevusi. Tärnid 2–3, ringid 3–4 päeva ning ruudud 4 või enama päeva pikkuseid. Tähiseid ühendavad jooned on visuaalseks abiks.

Samasugune arvutusprotseduur tehti Dirhami tulemustest Haapsalu omade lahutamise, mille tulemused on näidatud joonisel 2.11. Jooniste 2.10 ja 2.11 võrdlusest selgub, et Haapsalu veetase on kõrgem Dirhami omast oluliselt sagedamini, mis põhjustab sagedasema vee voolamise lõunast põhja. Seda näitab ilmekalt y-telje korduvuste arvud. Aastail 2013 kuni 2015 pole olnud Dirhamis vesi kõrgem Haapsalu omast vähemalt 1 päeva. Seega on olemasolevate mõõtmistulemuste põhjal tõenäolisem, et vesi voolab Haapsalu lahest kanali olemasolul

Dirhamisse. Järelduste kinnitamiseks on kindlasti vajalikud täiendavad 1–2 aasta pikkused mõõtmised planeeritava kanali otspunktides.



**Joonis 2.11.** Veetasemete vahede pikkuste korduvuse sagedus erinevate lävede (10 cm sinisega, 20 cm punasega) korral aastate kaupa. Aluseks on Dirhami ja Haapsalu mõõttejaamades saadud veetasemete vahede väärtused. Punktid kujutavad 1–2 päeva pikkuseid erinevusi. Tärnid 2–3, ringid 3–4 päeva ning ruudud 4 või enama päeva pikkuseid. Tähiseid ühendavad jooned on visuaalseks abiks.

Analüüsis kasutatud lävedest (10 cm ja 20 cm) saab arvutada kanali langu, kui lahutada lävedest täiendavalt 10 cm ning siis jagada tulemus kanali pikkusega. 10 cm on siin arvestamiseks kanali otste ja mõõttejaamade asukohtade erinevusest tulenevat veetasemete võimalikku varieeruvust. Nimelt võib näiteks Hara lahe rannas laineaju tõttu olla kanali otsas kõrgemad veetasemed kui Dirhami sadama akvatooriumis.

Jooniselt 2.10 on näha, et Haapsalus on vesi kõrgem Dirhamist vähemalt 20 cm ning vähemalt 24 tundi järjest keskmiselt 3 korda aastas. Rohkem kui 2 päeva järjest on sama näitaja keskmiselt 0,9 korda aastas. Seega valiti sobivaks languks 20–10=10 cm ning eeldati, et see püsib 1 päeva.

### 2.3. Kanali kriteeriumid

Planeeritava kanali esmane eesmärk on piisava veevahetuse tagamine Haapsalu lahes (mõeldud on siin koos nii Ees- ja Tagalahte kui ka Tahu lahte). Selleks tuleb valida sobiv vee maht ning selle vahetumise sagedus. Vee mahuks valiti joonisel 2.12 kujutatud hulknurga alla jääv maht 500 000 m<sup>3</sup>. See peab voolama läbi kanali vähemalt 1 päeva jooksul vähemalt 10 cm veetasemete erinevuse juures.

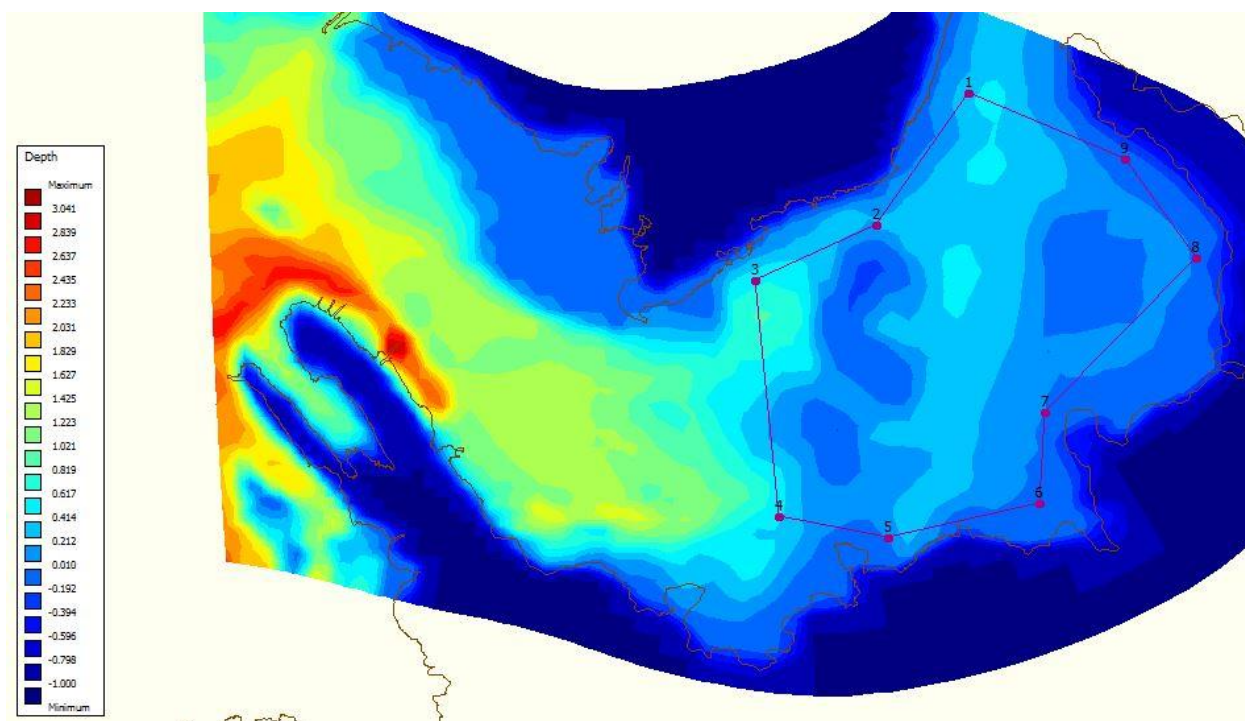
Kanalis voolava vee kiiruse alampiir on sellest, missugust uhtainet vool kannab. Mida jämedam see on, seda suurem peab olema kiirus, et vältida settimist. Käsiraamat „Hüdraulika ja pumbad” (Haldre jt, 1995) soovib ligikaudseteks arvutusteks kasutada valmit:

$$v_{min} = a\sqrt{R_h} \quad (2.1)$$

kus  $a$  on uhtaine keskmisest teraläbimõõdust sõltuv kordaja. 0,1 mm puhul on  $a = 0,22 \text{ m}^{0,5}/\text{s}$ .

Täpsemates kiiruse alampiiri valemites on sees ka voolu piirsogusus, s.o. see heljumihulk, mida vool mingi kiiruse juures suudab kanda. Väljasadestumine ei sõltu seega ainult sellest, kui peene on uhtainetera, vaid ka sellest, kas vool on ala- või ülekoormatud. Kui uhtaine hulk on üle piirsogasuse, siis settib uhtaine kohe välja. Teisalt ei võta piirkoormatud vool sängi pinnast kaasa ka siis, kui see kiiruse poolest peaks sündima.

Eeltoodust lähtuvalt peaks voolu kiirus olema üle alampiiri, et järvedest/lahtedest sissekantav muda ja heljum kanalisse ei settiks ning seda ei ummistaks.



**Joonis 2.12.** Veeteede ameti poolt mõõdetud veesügavused Haapsalu lahes värviliste punktadena. Pruun pidev joon kujutab veepiiri. Numbritega hulknurk kujutab ala, kus mõõdeti vee mahtu, mis peab kanalist läbi voolama. Joonis koostatud Delft3D vahenditega.

## 2.4. Võimalikud ristlõiked

Võttes arvesse kanali kriteeriumeid on järgnevalt arvatud kaks kanali ristlõiget ning pakutud välja võimalikud muudatused andmete täpsustumisel. Arvutustes on kasutatud käsiraamatu „Hüdraulika ja pumbad” (Haldre jt, 1995) valemiteid. Lähteandmed on toodud tabelis 2.1.

**Tabel 2.1.** Lähteandmed kanali dimensioneerimiseks

Lähteandmed	Suurus ja ühik	Märkused
Kanali pikkus, L	11 km	Joonis 2.1
Veetasemete vahe, $\Delta$	10 cm	Peatükk 2.2

Läbi voolava vee maht, V	500 000 m <sup>3</sup>	Peatükk 2.3
Läbi voolamiseks kuluv aeg, t	1 päev	Peatükk 2.3
Kanali põhja Manningi karedus, n <sub>1</sub>	0,030	Säng paes või rähkpinnases, kus Q ≥ 1 m <sup>3</sup> /s
Kanali nõlva Manningi karedus, n <sub>2</sub>	0,035	Veidi rohtunud ja kivine puhas voolusäng
Keskmine tera läbimõõt, d.k	0,1 mm	Peene muda

Hüdrauliliselt soodsaim on ristlõige, mis teatava pindala ja kareduse ning sängi langu juures laseb läbi suurima vooluhulga. Teisiti: ristlõige, mis teatava vooluhulga, langu ja kareduse juures on kõige väiksem. Loetletud tingimustel on läbilaskevõime seda suurem, mida väiksem on voolutakistus. Voolutakistus on aga seda väiksem, mida väiksem on voolu ja sängi kokkupuutepind, s. t. mida lühem on märgpiire. Kõige väiksema märgpiirdega on poolring, kuid selline säng pinnases ei püsi. Samuti on ruutparapooli hüdrauliliselt soodsaim ristlõige sedavõrd järsk, et seda pinnasesse kaevata ei õnnestu. Järele jääb trapeetsikujuline ristlõige.

Trapeetsikujulise sängi nõlvade nõlvustegur on käsiraamatu „Hüdraulika ja pumbad” järgi  $m = 2$ . Seejärel saab arvutada ristlõike lameduse:

$$\beta = 2(\sqrt{1 + m^2} - m) \quad (2.2)$$

Kanali põhja laiuseks valiti  $b = 2$  m. Sel juhul on kanali sügavus lameduse definitsiooni järgi:

$$h = b/\beta \quad (2.3)$$

Hüdrauliline raadius on hüdrauliliselt soodsaima ristlõike puhul:

$$R_h = h/2 \quad (2.4)$$

Kanali ristlõike pindala:

$$A = h^2(m + \beta) \quad (2.5)$$

Kanali lang:

$$i = L / \Delta \quad (2.6)$$

Vee liikumise kiirus kanalis on Strickleri valemi järgi 0,14 m/s:

$$v = (1/n)R_h^{2/3}\sqrt{i} \quad (2.7)$$

mis on väiksem kui  $v_{\min} = 0,32$  m/s. Järelikult settivad sellises kanalis osakesed põhja, mistõttu võib olla vajalik perioodiliselt kanalit süvendada.

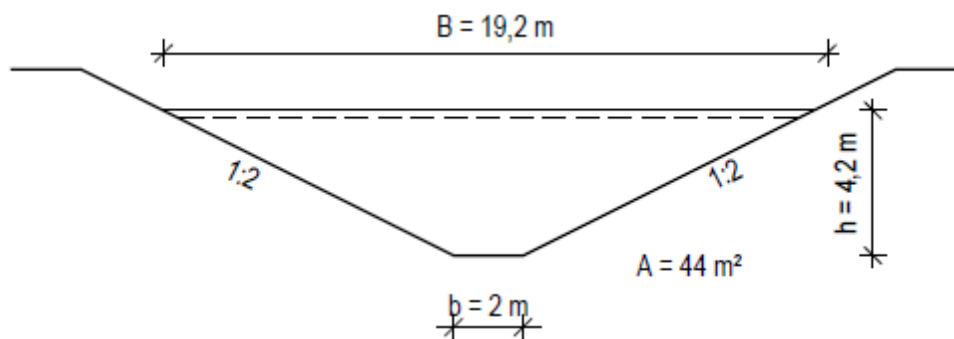
Planeeritava kanali ristlõike suuruse määrab veel ära sellest läbi voolav vee maht teatud aja jooksul. Sellisel juhul on keskmine vooluhulk:

$$Q = V / t \quad (2.8)$$

millest omakorda saab arvutada kanali nõutava ristlõike  $A_{\text{req}}$ , mis peab olema suurem kui  $A$ :

$$A_{\text{req}} = Q / v \quad (2.9)$$

Toodud arvutusprotseduuri järgides leiti võimalik ristlõige, mis on toodud joonisel 2.13.

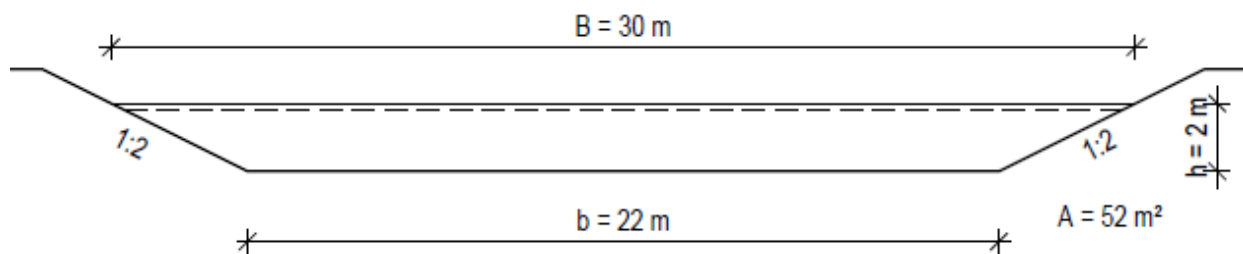


**Joonis 2.13.** Planeeritava kanali hüdrauliliselt soodsaim ristlõige valitud laiuse  $b = 2$  m korral.

Teised ristlõiked on võimalik leida kui arvutada välja hüdrauliline raadius märgpiirde kaudu:

$$R = \frac{A}{h(\beta + 2\sqrt{1+m^2})} \quad (2.10)$$

Ristlõike dimensioneerimisel tuleb arvestada jällegi tingimust, et nõutav ristlõige  $A_{\text{req}}$  oleks suurem kui arvutatud ristlõige. Üks selline arvutustulemus on toodud joonisel 2.14.



**Joonis 2.14.** Planeeritava kanali ristlõige valitud laiuse  $b = 22$  m korral.

Tulemustest on näha, et hüdrauliliselt soodsaima ristlõike puhul on välja kaevatav maht väiksem ning samuti on kanali kogulaius  $B$  väiksem. Samas on see kanal üsna sügav ning see võib sattuda raskesti kaevatavatesse kihtidesse (näiteks paekivi).

Toodud kanalite ristlõikeid saab muuta vastavalt maa-alal olevatele (geotehnilised ja topograafilised) ning etteseadud (õiguslikud) tingimustele. Seda saab teha juba täpsema projekteerimise käigus.

## 2.5. Kanal selle teele jäävates veekogudes

Arvutuslikult on kanalis voolava vee kiirus väiksem kui vee kiirus alampiir, mistõttu on olemas oht setete akumulatsiooniks kanalis. Seetõttu on mõistlik vähendada võimalike setete hulka, mis võivad kanalis sattuda. Seda saab teha kanali teele jäävaid veekogusid puhastades.

Noarootsi kanali teele jäävat Sutlepa ja Vööla merd pole tõenäoliselt vaja süvendada, kuid tuleks puhastada kanali avade lähedusi alasid liikuvast mudast, mis võiks kanduda kanali suudmesse. Ligikaudsed arvud on võimalik öelda pärast muda kaardistamist nimetatud veekogudes.

Sarnaselt on ilmselt vajalik ka Tahu lahes merepõhja puhastamine mudast ja liikuva setetest. Samuti võib olla vajalik Tahu ja Tagalahe veevahetuse tagamine nendevahelise lõigu süvendamisega. Seda analüüsitakse käesoleva töö IV köites.

## 3. KOKKUVÕTE JA SOOVITUSED

Käesolevas analüüsis oli kasutada kanali võimalike langude arvutamiseks tunnise ajasammuga veetasemed Haapsalus (Veskiviigi sadamas) ning Dirhami sadamas. Nende põhjal oli võimalik teha esmaseid järeldusi. Tööks olid seega lähteandmed piisavad. Töös ei analüüsitud kanali mõju läbitavatele veekogudele ega ümbritsevale keskkonnale. Samuti ei võetud arvesse õiguslikke, maaüksuste ning looduskaitsepiiranguid, mis mõjutaks kanali trassi asupaika.

Kanal kulgeks läbi Sutlepa ja Vööla mere Tahu lahest Hanekivi madalale Hara lahes. Uue veekoridori rajamise mahu mõttes on see trass ilmselt optimaalseim. Teele jäävates veekogudes võib olla vajalik merepõhja puhastamine, et vältida kanali lõikude suudmete ummistumist. Selle mahu määramiseks on vajalik kaardistada muda hulk vähemalt kanali teele jäävates lõikudes. Peale seda on võimalik ka hinnata kanali hoolduse maksumust.

Kanalis oleva langu arvutamiseks arvutati kõigepealt Haapsalu ja Dirhami veetasemete vahed. Seejärel uuriti, millise sageduse ületab veetasemete vahe teatud läve ning kui kaua see ajaliselt kestab. Tulemustest selgus, et pigem voolab vesi Haapsalu lahest Hara lahte kui vastupidi. Selle põhjal valiti välja sobiv veetasemete vahe väärtus (10 cm), mis eeldati kestvat vähemalt 1 päeva.

Järgnevalt vaadeldi kahte kriteeriumit kanali rajamisel – piisav vee maht, mis voolaks mööda kanalit Haapsalu lahest Hara lahte 1 päevaga ning vee kiiruse alampiir kanalis, et vältida setete ladestumist kanalis. Piisavaks mahuks hinnati 500 000 m<sup>3</sup>, mis on võrdne osa Tahu lahe mahuga. Alamkiirus ületas planeeritud kanalis voolava vee kiiruse, kuid setete akumulatsiooniks kanalis saaks vähendada kanali teele jäävate veekogude osalise puhastamisega.

Nimetatud kriteeriumite ja muude lähteandmete põhjal dimensioneeriti kaks erineva sügavuse ja pindalaga ristlõiget. Konkreetse ristlõike valik sõltub kanali maa-alal olevatest (geotehnilised ja topograafilised) ning etteseadud tingimustest (õiguslikud ning looduskaitsealised). Nimelt kulgeks

kogu kanal Silma looduskaitse alal. Seda on aga võimalik vaadata kanali eskiisi või eelprojekti koostades.

Maksumuse hinnangut ei ole võimalik praeguses staadiumis anda. See sõltub esmajoones väljakaeve mahust, mis sõltub omakorda maapinna kõrgustest mööda kanali trassi. Edasi sõltub maksumus väljakaeve raskusest (paas, liiv, savi või muda) ning selle ladustamisvõimalustest (kas võib seda paigutada kanali kõrvale või tuleb viia näiteks 30 km kaugemale). Kui ladustamine pole kanali vahetus läheduses, siis on vajalik ehitada veokitele ajutised teed väljakaeve kohtadesse pinnase äravedamiseks.

Kanali rajamise põhimõttelise otsuse vastuvõtmiseks on tingimata tarvis vähemalt 2 aastat hõlmavaid täiendavaid mõõtmisi kanali algus- ja lõpp-punktis. Paralleelselt tuleks mõõdistada veetaset Vööla mere keskosas, lammutatud tammi juures, ning Vööla mere lõunaosas, et selgitada välja olemasoleva Vööla mere ja Hara lahe kanali mõju. Kulude kokkuhoiu eesmärgi korral võib mõõtmiste puhul piirduda esmalt ainult toorandmete kogumisega (ilma täiendava töötlemise ja analüüsita) vähemalt kahe aasta jooksul, mis annaks hilisemas tulevikus tööks ulatuslikumad alusandmed.

## VIIDATUD KIRJANDUS

Haldre, H., Koppel, T, Maastik, A, Paal, L. 1995. Hüdraulika ja pumbad.

Lutt, J. ja Kask, J, 1980. Matsalu lahe põhjasetted. Mägi, E (toim.) Loodusvaatlusi 1978, 1. kd. Valgus, Tallinn, lk. 166–178.

Martin, G. 2007. Matsalu ja Haapsalu lahe seisundi täpsustamine ning seisundi vastavuse hindamine aastaks 2015 kehtestatud keskkonnaeesmärkidele. TÜ Eesti Mereinstituudi aruanne, 39 lk.

Ott, I. 2014. Täiendavad uuringud Vööla mere tervendamiseks. Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut.

Wikipedia. 2019.