



Lotrell Service OÜ

HÜDROGRAAFILISTE MÕÕDISTUSTÖÖDE ARUANNE

Töö nr. 02LSHMT-25
Tellija: Räpina Vallavalitsus

04.04.2025.a

RÄPINA SADAMA HÜDROGRAAFILINE MÕÕDISTUSTÖÖ

***Tallinn
2025***

*Laeva 7
10151 Tallinn, Eesti
Reg. nr. 12920160*

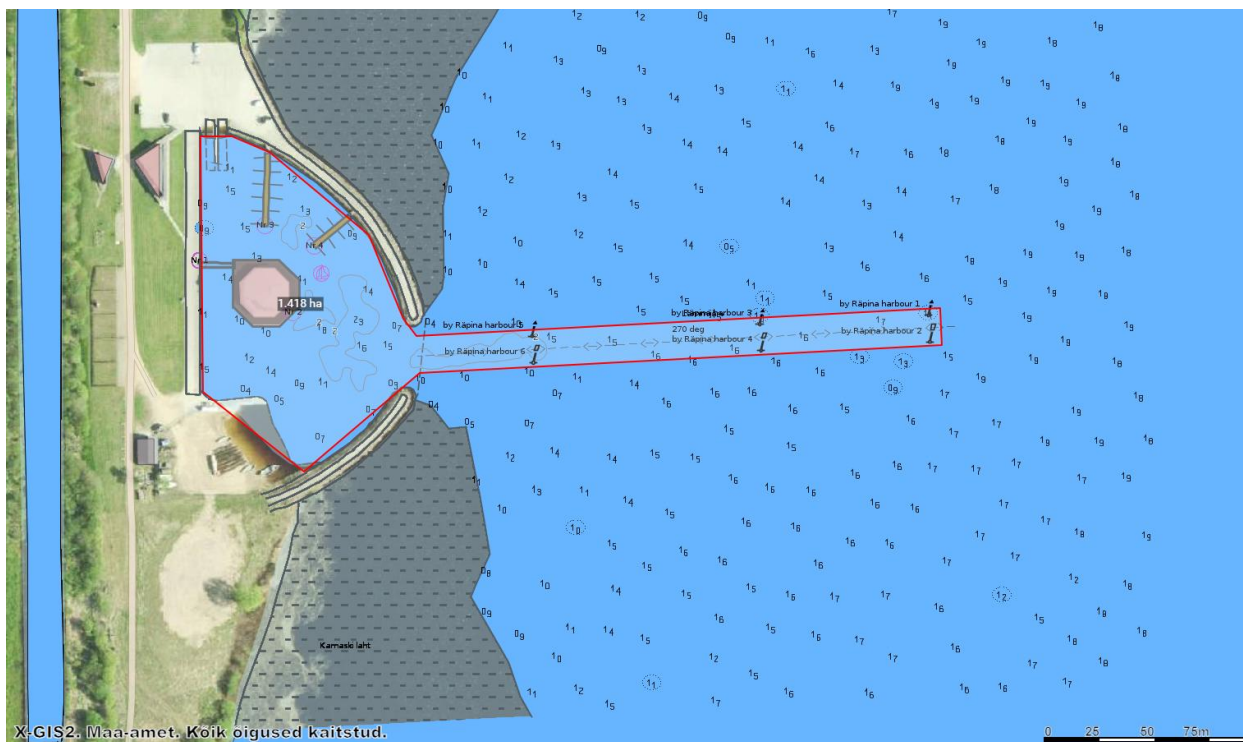
*Tel. +372 56 50 8001
e-mail: lotrellservice@gmail.com
www.lotrell.ee*

*IBAN: EE471010220246704228
AS SEB Pank
KMKR: EE101826785*

SISUJUHT

1. Tiitelleht	1
2. Sisujuht	2
3. Mõõdistatava ala asukoht	3
4. Seletuskiri	4
1. Üldosa	4
2. Töö eesmärk	4
3. Lähteandmed	4
4. Geodeetiline osa	4
5. Hüdrograafiline osa	5
6. Mõõdistuskompleksi kuuluvate seadmete tegeliku vea hindamine	7
5. Lisa 1. Veealused kivid	9
6. Lisa 2. Mõõdistusplaan	11
7. Lisa 3. Mõõdistuskompleksi kuuluvate seadmete registreeritud algandmed CD - 01tk	12
8. Lõpuleht	13

MÕÕDISTATAVA ALA ASUKOHT



SELETUSKIRI*1. ÜLDOSA*

Mõõdistatava ala koordinaadid on:

1. 58°7'28.343", 27°31'53.064"
 2. 58°7'28.347", 27°32'07.637"
 3. 58°7'28.927", 27°32'07.650"
 4. 58°7'28.923", 27°31'53.053"
- ning punktide 1 ja 4 vahele jääva rannajoone*

Tööde tegemise aeg:

- a) välitööd – 03 aprill 2025.a
- b) kameraaltööd – 03-04 aprill 2025.a

Töö täitja:

- a) Aleksandr Kamilov

2. TÖÖ EESMÄRK

Hüdrograafiliste mõõdistustööde eesmärk on Räpina sadama akvatooriumi sügavuste kontroll.

Tööde käigus:

1. *Teostati hüdrograafiline mõõdistamine ERI klassi nõuetega;*
2. *Selgitati välja minimaalsed sügavused ja navigatsiooniohtude puudumine hüdrograafilis-navigatsioonilisest seisukohast;*
3. *Saavutatud täpsus vastab IHO S-44 nõuetele;*

3. LÄHTEANDMED

*Varasemad andmed hüdrograafiliste mõõdistustööde kohta Räpina sadamas:
05LSHMT-16.*

4. GEODEETILINE OSA

Koostatud plaani koordinaadid on WGS – 84 süsteemis.

Kaldajoone topograafiline mõõdistamine mõõdistusala piirkonnas teostati RTK GPS Trimble R4 kasutades VRS Now Eesti võrgu.

Mõõdistusseadmed: RTK GPS Trimble R4, asukoha määramise plaaniline täpsus RTK režiimis on 0,01 meetrit.

Sadama maa-ala plaanistaja: Lotrell Service OÜ.

Kõrgused ja sügavused on EH2000 süsteemis.

Räpina sadama navigatsiooni nulli kõrgus - 29.68 m.

5. HÜDROGRAAFILINE OSA

Kasutatava aparatuuri tehnilised andmed.

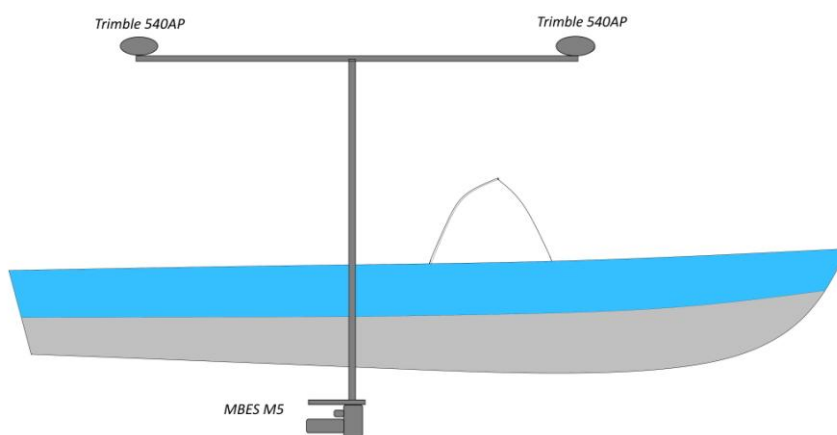
1.	Integrated Wideband Multibeam Sonar NORBIT iWBMSe NT (narrow transmit option)	
	Swath coverage - Katteriba	5 - 210°
	Range resolution	<10mm
	Number of RX beams - RX-kiirte arv	256 – 512 EA & ED
	Operating frequency - Töösagedus	400kHz (200-700kHz)
	Resolution (across x along) - Resolutsioon (üle x mööda)	0.9° X 0.9° @400kHz and 0.5° X 0.5° @700kHz
	Depth range - Sügavusvahemik	0.2-275m (160m TYPICAL @ 400kHz)
	Beam distribution - Kiire jaotus	Equidistant and equiangular beam distribution - Kiire võrdne ja võrdne ristkülikukujuline jaotus
	Roll stabilisation - Roll stabiliseerimine	Jah
	Ping rate	UP TO 60Hz, ADAPTIVE
	GNSS/INS - 2 Trimble 540AP Antennas	Integreeritud Applanix SurfMaster OEM versioon
	Position - positsioon	HOR: ± (8 mm + 1ppm / min X kaugus RTK jaamast) VER: ± (15 mm + 1ppm / min X kaugus RTK jaamast) (Eeldab 1 m GNSS-i eraldust)
	Heading Accuracy - Suundumise täpsus	0,08° (RTK) 2m antennieraldusega
	Pitch/Roll Accuracy - Pitch/Roll täpsus	0,03 ° sõltumatu antennide eraldamisest
	Heave Accuracy	2cm or 2% (TRUEHEAVE™). 5cm or 5% (Real Time)
2.	Arvuti Lenovo ThinkPad	
	Toitepinge:	12v
	Op. mälu:	32 Gb
	Kõvaketas:	1 TB
	Protsessor:	Intel(R) Core(TM) i9-10885H CPU@2,40GHz 2,40GHz
	Operatsiooni süsteem:	Windows 11 Pro
3	Vee helileviku kiiruse profilaator MiniSVP, Valeport	
	Piirkond	1375 -1900 m/s
	Resolutsioon	0,001 m/s
	Täpsus	(0-200 m) ± 0.02 m/s
4.	Kaater Berkut M	
	Pikkus	4,65m
	Laius	1,7 m
	Süvis	0,4 m
	Mootor	HONDA

Hüdrograafiliste mõõdistustööde teostamisel lähtuti Majandus- ja taristusministri 20.12.2022.a. määrusest nr. 102, mis sätestab hüdrograafiliste mõõdistustööde tegemise korra. Hüdrograafiline mõõdistamine viidi läbi, võttes aluseks Rahvusvahelise Hüdrograafia Organisatsiooni (IHO), spetsiaalklassi normdokumendi (eriväljaanne nr 44, kuues trükk) ERI nõudeid.

Mõõdistustöid teostati mitmekiirelise kõrgresolutsiooni sonar NORBIT iWBMS NT koos integreeritud GNSS / INS süsteemiga (Applanix POS MV SurfMaster) mis määrab asukoha, suunda ja mõõdab sügavused.

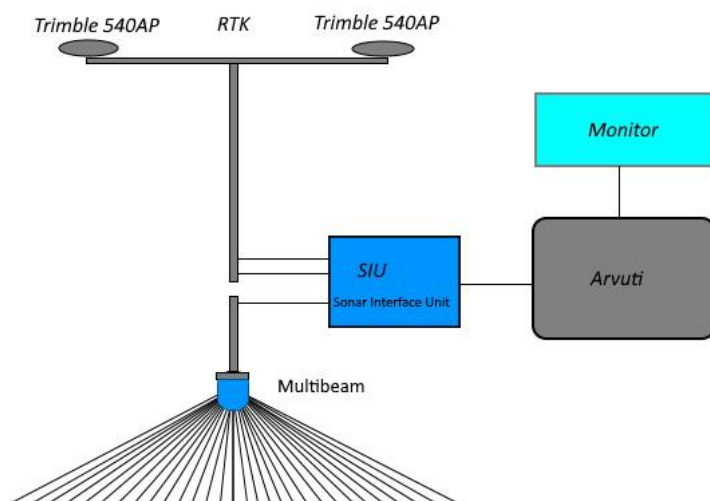
Kõik seadmed olid ühendatud arvutiga sünkroniseerimise ja salvestamise eesmärgil (Joonis 2).

MÕÕDISTUSKOMPLEKSI PAIGALDAMISE SKEEM



Joonis 1

MÕÕDISTUSKOMPLEKSI FUNKTSIONAALNE SKEEM



Joonis 2

Mõõtealuse juhtimiseks ja mõõdistusandmete salvestamiseks kasutati tarkvara Teledyne PDS. Mõõdeteliinid planeeriti Teledyne PDS programmis, mis võimaldab kuvada olemasolevaid digitaalseid kaarte. Enne mõõtetööde alustamist määrati helilevimise kiirus kasutades Valeport mini SVP sondi. Sonari suunadiagrammi korrigeerimiseks on sonaris integreeritud SVP sond. Enne mõõdistustööde alustamist teostati suuna joondamise Heading Alignment Wizardiga. Suundade joondamine määrab vektori nihke primaarsest antennist sekundaarse antennini ja tagab sellega IMU õige joondamise GNSS -i antennipaariga. Mõõdistustööde ajal kasutati RTK-GPS kasutades VRS Now Eesti võrgu. Mõõteandmed salvestati, asukoht ja sügavus sünkroniseeritud. Andmete täpsaks ajaliseks sünkroniseerimiseks, ellipsoidilt - geoidile (EstGeoid 2017) transformeerimiseks, Patch Testi teostamiseks, parandite lisamiseks ja mõõtetulemuste puhastamiseks kasutati programmi Teledyne PDS.

Mõõdistusplaan (Lisa 2) on mõõtkavas:

M 1 : 500

Mõõdistusplaan on koostatud L-EST97 projektsioonis. Digitaalplaan koostati arvutil kasutades Teledyne PDS tarkvara. Plaan väljastatakse graafiliselt ja digitaalselt (format .dxf). Mõõdistuskompleksi kuuluvate seadmete registreeritud algandmed digitaalkujul (Lisa 3).

6. MÕÕDISTUSKOMPLEKSI KUULUVATE SEADMETE TEGELIKU VEA HINDAMINE

Mõõtepaadi asukohta merel määrati RTK GPS Trimble 540AP-ga.

Suundumise täpsus - 0,08° (RTK)

Pitch/Roll täpsus - 0,03 °

Asukohamäärangu täpsus HOR: ± 8 mm, VER: ± 15 mm

RTK GPS asukohamäärangu vigade analüüs:

Viga kuni 0,1m umbes 5 % mõõtmistest

Sügavusmäärangu (sonari) vea hindamiseks võrdlesime (90%-lt) kattuvaid mõõtepunkte.

Viga kuni 0,01 m umbes 0.5% mõõtmistulemustest

Viga kuni 0,05m umbes 0.5% mõõtmistulemustest

Sügavuspunktide tegelik plaaniline täpsus.

Vigade allikad:

M_A - Asukohamäärangu täpsus;

M_K - Suundumise täpsus;

M_{pr} – Pitch/Roll täpsus;

M_{PL} - Sügavuspunkti plaaniline täpsus.

$$M_A = 0,008 \text{ m}$$

$$M_K = 100\text{m} \times \tan 0,08^\circ = 0,14 \text{ m}$$

$$M_{pr} = D_{50\text{m}} \times \tan 0,03^\circ = 0,03 \text{ m}$$

$$M_{PL} = \sqrt{M_A^2 + M_K^2 + M_{pr}^2} = 0,14 \text{ m}$$

S-44 (erinõuded) järgi määramatus horisontaalis (Total horizontal uncertainty (THU)) – 2m.

Sügavuspunktide tegelik kõrguslik täpsus.

Vigade allikad:

M_{AK} – sonari täpsus;

M_{HA} – Heave Accuracy täpsus;

B – sügavusest sõltuv koefitsient;

D – sügavus;

$M_{KÕR}$ – tegelik kõrguslik täpsus.

$$M_{AK} = \pm 0,01 \text{ m}$$

$$M_{HA} = \pm 0,05 \text{ m}$$

$$B = 0,005$$

5 m sügavustel

$$M_{KÕR} = \sqrt{M_{AK}^2 + M_{HA}^2 + (D * B)^2} = 0,06 \text{ m}$$

10 m sügavustel

$$M_{KÕR} = \sqrt{M_{AK}^2 + M_{HA}^2 + (D * B)^2} = 0,07 \text{ m}$$

S-44 (erinõuded) järgi määramatus vertikaalis (Total vertical uncertainty (TVU)) –

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2} = \pm \sqrt{0,25^2 + (0,0075 \times 5)^2} = \pm 0,25 \text{ m.}$$

Täitja:



Aleksandr Kamilov

LISA 1

Veealused kivid ja takistused

	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Sügavus</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Märkus</i>
1	6448151,47	707898,96	0,99	058°07'30.74"N	027°31'47.38"E	kivi
2	6448106,02	708039,98	0,99	058°07'29.04"N	027°31'55.84"E	kivi
3	6448076,77	708210,37	0,99	058°07'27.80"N	027°32'06.14"E	kivi
4	6448089,82	708214,58	1,31	058°07'28.22"N	027°32'06.44"E	kivi
5	6448090,42	708196,43	1,33	058°07'28.27"N	027°32'05.33"E	kivi
6	6448116,83	708152,47	1,19	058°07'29.19"N	027°32'02.73"E	kivi
7	6448111,27	708043,58	1,13	058°07'29.20"N	027°31'56.07"E	kivi

LISA 2

MÕÕDISTUSPLAAN

LISA 3

*MÕÕDISTUSKOMPLEKSI KUULUVATE SEADMETE
REGISTREERITUD ALGANDMED DIGITAALKUJUL*

LÕPULEHT

Käesolevas hüdrograafiliste mõõdistustööde aruandes on:

- *12(kaksteist) järjestikku nummerdatud lehte;*
- *01 (üks) mõõdistusplaan;*
- *01 (üks) CD plaat.*

*Aleksandr Kamilov
Lotrell Servise OÜ
juhatuse liige*



04.04.2025