



Töö Nr: M8052
E- nimi:M8052_Sel.doc
Koostatud:2009-03-03

Tellijä: E-Konsult OÜ

Kalana sadama 2009 a hüdrograafilised mõõdistustööd

Kaleste laht, Kalana küla, Hiiumaa

Hüdrograafilised mõõdistustööd

Veeteede Ameti koostööl:

[Handwritten signature]
AKTSEPTTEERITUD
VASTAB RHO 1a
KLASSI MÕÕDISTUSTÖÖLE
Veeteede Amet
"30" märts 2009 a.

Pitsat

OÜ Meremõõdukeskus juhatuses esimees



Tallinn, 2009

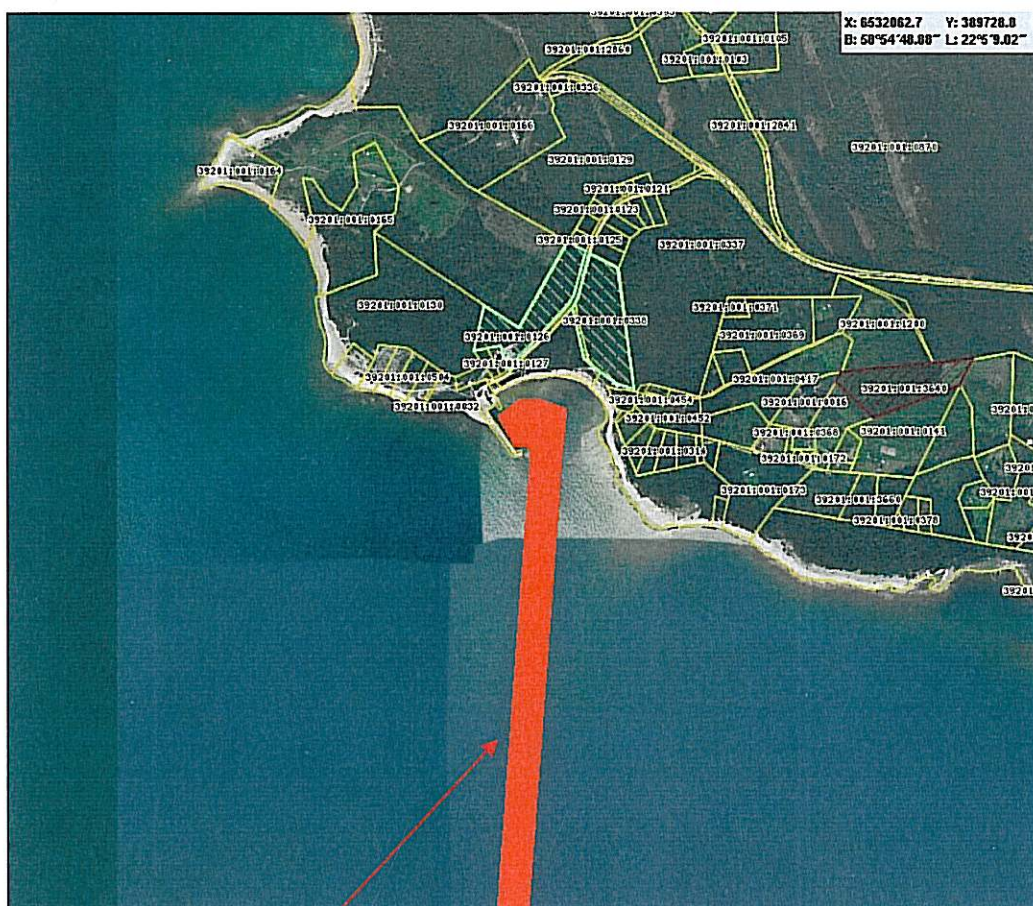
Meremõõdukeskus OÜ
reg.nr. 10841338
Tel / Fax (+372) 6562680
E-mail: hydro@geost.ee

Laki 15
12915 Tallinn
Eesti Vabariik
www.meri.ee

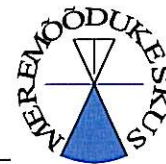
Sisujuht

Sisujuht.....	- 2 -
Asukoha skeem	- 3 -
Mõõdistustööde seletuskiri.....	- 4 -
1.Üldosa	- 4 -
2.Töö eesmärk.....	- 4 -
3.Lähteandmed.....	- 4 -
3.1. Varasemad mõõdistustööd.....	- 4 -
3.2. Geodeetiline sidumine.....	- 4 -
4. Geodeetiline osa.....	- 4 -
4.1 Geodeetiline alusvõrk ja mõõdistamine.....	- 4 -
4.2 Andmetöötlus	- 4 -
4.3 Geodeetilised instrumendid	- 4 -
5. Hüdrograafiline mõõdistamine	- 5 -
6. Tehniline aruanne.....	- 5 -
7. Esialgne täpsushinnang.....	- 5 -
Mõõdistusala skeem	- 6 -
Seadmete paigutus ja parandite väärtused.....	- 7 -
Mõõdistamisel kasutatava aparatuuri tehnilised parameetrid.....	- 8 -
Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete tegeliku vea hindamine.....	- 9 -
Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete vea hindamine.....	- 10 -
Mõõdistusplaan M8052_2M8152_1000, M 1:1000.....	- 11 -
Lõpuleht	- 12 -

Asukoha skeem



Objekti asukoht



Möödistustööde seletuskiri

1. Üldosa

Objekti asukoht: **Kalana küla, Kaleste laht, Hiiumaa**
Objekti nimetus: **Kalana sadama hüdrograafilised möödistustööd vastavalt ERI klassi nõuetele (IHO standard S-44)**
Töö täitjad: **hüdrograafid: P.Ude**
kontrollis: M.Sarapik
Geodeetiliste tööde teostajad:
Insener-geodeet U.Hakkaja (kutsekvalifikatsioon Geodeet IV)
Insener-geodeet T.Bauman (kutsekvalifikatsioon Geodeet I)
Tehnilise kontrolli juht R.Sõna

2. Töö eesmärk

Kalana sadama hüdrograafiline kontroll möödistamine vastavalt ERI klassi (IHO standard S-44) nõuetele, sadama projekteerimise.

3. Lähteandmed

3.1. Varasemad möödistustööd

Meremöödukeskus OÜ-l andmed puuduvad.

3.2. Geodeetiline sidumine

Möödistamisel kasutati Geosoft OÜ poolt rajatud GeoNet GPS baasjaamade võrku. GeoNet GPS baasjaamade punktid on seotud Riikliku põhivõrguga ja andmed kirjeldatud Maa-ameti Geodeesia ja Kartograafia osakonna Andmekogude arhiivis.

RGPP Kalana97 nr 6138 (3 klass)

X=6532869.470m Y=388566.597m H=5.925 Hel=25.741

Asukohaga Kõpu-Ristna maanteelt Kalana tee ristist ca 1 km kagu suunas, meteoroloogia jaama teelt 22m paremale.

RGPP Ristna01 nr 4535 (3 klass)

X=6534632.334m Y=387767.943m H=4.668 Hel=24.450

Kõrgessaare vald, Põhja-Ristinast 700 m lõunasse, mere ääres liivaluutel

Lahtereeper: **RGPP Kalana97 nr 6138** H=5.925

4. Geodeetiline osa

4.1 Geodeetiline alusvõrk ja möödistamine.

GPS reaalkinemaatilisel meetodil teostati situatsiooni kontroll möödistamine. Geodeetilise möödistuse teostas Geo S.T. OÜ töö nr:2M8152

4.2 Andmetöötlus

Plaani joonestamiseks kasutati AutoCAD-i tarkvara. Lamberti koonilise konformse projektsiooni ristkoordinaatidest arvutati geodeetilised koordinaadid WGS-84 projektsioonis programmiga TRANSDAT Ver 12.04 (Licensed for „Peeter Ude, Tallinn“, koostanud C.Killet Software Ing-GbR).

4.3 Geodeetilised instrumendid

Hüdrograafiliste möödistuste teostamisel kasutati seadet Trimble R6/R8 , L1/L2 ja Glonass.

5. Hüdrograafiline mõõdistamine

Hüdrograafiline mõõdistamise teostati veebruar 2009, veetaseme kõrgus on mõõdetud GPS reaalkinemaatilisel meetodil. Kontrolliks kasutatud veemõõdulati andmeid. Veetase mõõdistuste ajal oli -11 cm.

Hüdrograafiliste mõõdistustööde teostamisel lähtuti Majandus ja kommunikatsiooniministri 6.detsembri 2002.a. määrusest nr 27, mis sätestab hüdrograafiliste mõõdistustööde tegemise korra. Hüdrograafiline mõõdistamine viidi läbi, võttes aluseks Rahvusvahelise Hüdrograafia Organisatsiooni (IHO), spetsiaalklassi normdokumendi (eriväljaanne nr 44 viies trükk, lk 5) ERI klassi nõuded.

Mõõdistustööde teostamisel kasutati sadamasse rajatud geodeetilist alusvõrku. Mõõdistustööde ajal määrati mõõtepaadi asukohta RTK-GPS-iga. Mõõtepaadi suunda määrati elektroonilise magnetkompassiga Simrad RF C35 Rate ja sügavused mõõdeti 4-kanalise digitaalse sonariga. Kõik seadmed olid salvestamise eesmärgil ühendatud arvutiga. Mõõtepaadi juhtimiseks ja mõõdistusandmete salvestamiseks kasutati tarkvara paketti HydroTracer_2, mis võimaldab kuvada olemasolevaid AutoCAD-i digitaalseid kaarte. Mõõteliiinid planeeriti AutoCAD-i programmis, lisades need joontena elektronkaardile.

Vee helilevimise kiiruse määramiseks ja kajaloe kontrolliks kasutatakse tareerimislauda, erinevatel sügavustel saadud tulemuste põhjal saab ± 2 m/s täpsusega välja arvutada veehelilevimise kiiruse erinevatel sügavustel.

Vajalike parandite määramiseks mõõdetati veetemperatuur ja fikseeriti veetase veemõõdulatilt mõõtetööde alguses ja töö ajal 30 minutilise intervalliga. Mõõteandmed salvestati, asukoht ja sügavus sünkroniseeritud. Mõõtetulemuste puhastamiseks, andmete täpseks ajaliseks sünkroniseerimiseks ja parandite (helilevimise kiirus vees; vee tase jne) lisamiseks kasutati programmi HX vers.3. Peale andmetöötlust oli tulemuseks ASCII formaadis tekstifail (nr x.xx y.yy z.zz ch signalstrenght yyyy-mm-dd hh:mm:ss.sss marked) laiendiga *.txt. Isojoonte tegemiseks ja sügavuste redigeerimiseks kasutati programmi MapMaker vers. 2.0.4.4.

Objektiivsema info hankimiseks merepõhja iseloomu kohta ja mõõdistamisel leitud veealuste objektide (kivid, vrakid) kuju ja asukoha täpsemaks määramiseks kasutati koordineeritud külgvaate sonarit. Külgvaate sonari andur oli paigaldatud mõõtepaadi ahtrisse. Külgvaate sonari töösagedus 400 kHz ja lahutusvõime 4 cm.

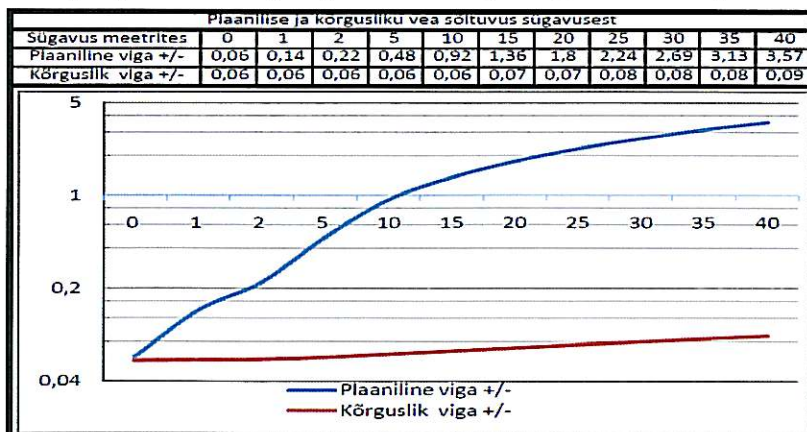
6. Tehniline aruanne

Digitaalplaan koostati arvutil graafikaprogrammiga AutoCAD LT (litsents 700-51163480). Plaan väljastatakse graafiliselt (Tellijale ja Veeteede Ametile) ja digitaalselt (Veeteede Ametile, formaat .dxf ja sügavusandmete fail .txt). Teostatud tööde alusel koostati tehniline aruanne, mis kooskõlastatakse Veeteede Ametis.

7. Esialgne täpsushinnang

a) mõõtepunktide asukoha täpsus ± 1.00 m, 97% tõenäosusega

b) sügavusmäärange täpsus ± 0.10 m, 97% tõenäosusega



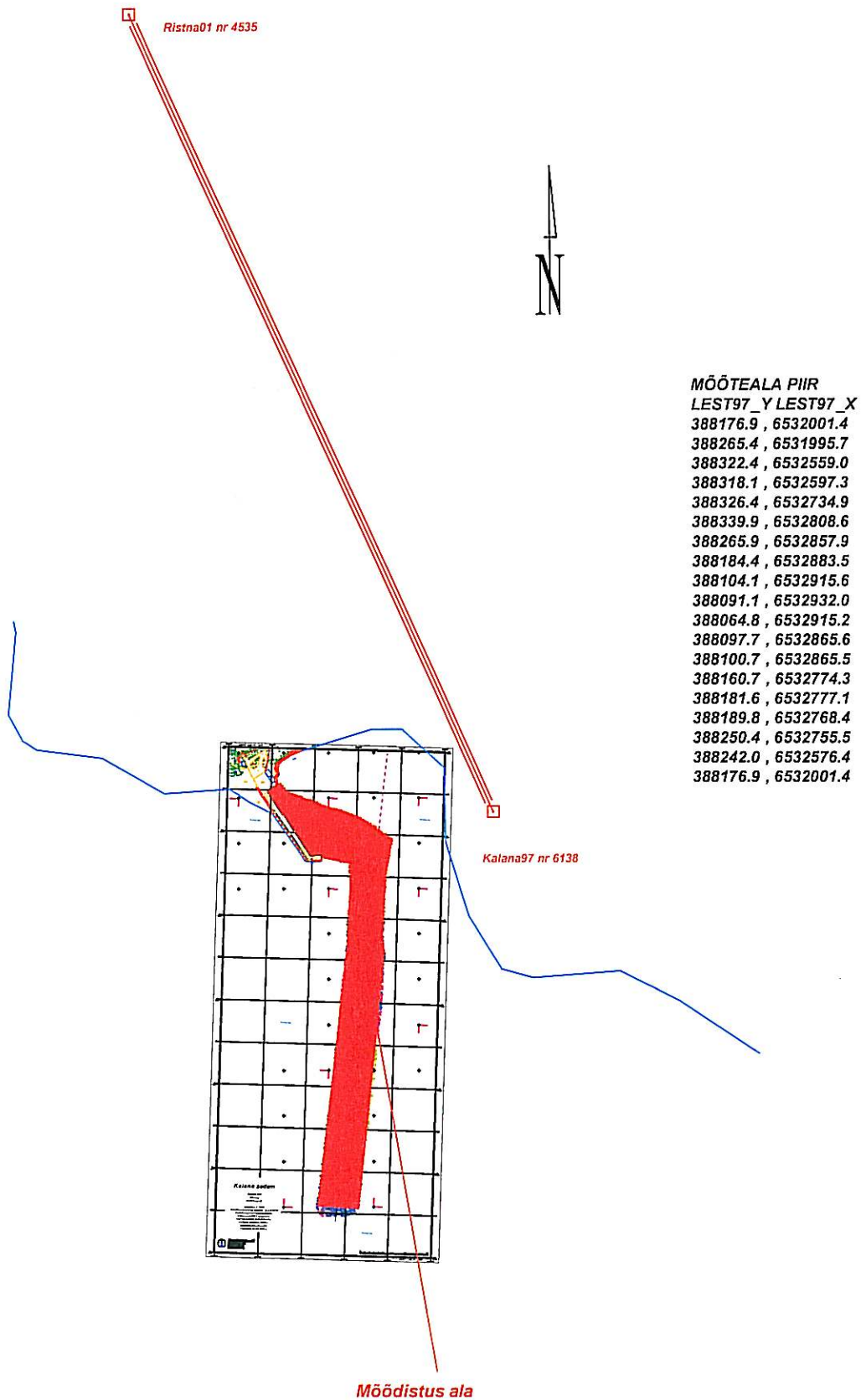
3.3.2009.a.

Täitja: P. Ude/

Geodeetilise alusvõrgu ja mõõdistusala skeem

Töö nr M8052

E-nimi: 2M8052_GA.dwg

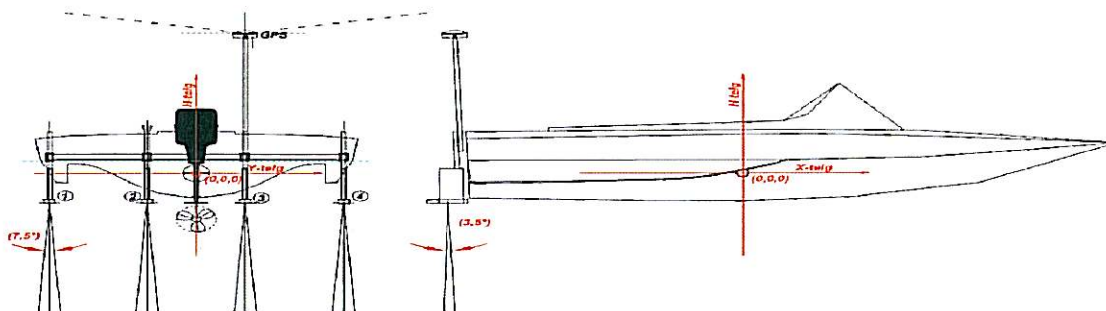


Seadmete paigutus ja parandite väärtused

Sügavused mõõdetakse 4 kanalise digitaalkajaloega, töösagedus 400 kHz. Andurid paigutatud mõõtepaadi ahtrisse, 0.50 m või 1.0 m vahemaaga. Andurite vahekauguse reguleerimine manuaalne ja sõltuv mõõdistatava piirkonna sügavusest, tagamaks ülekattega mõõdistamist.

Vee aluste objektide (kivid, vrakid) kuju ja asukoha paremaks määramiseks kasutatakse külvaate sonarit (KVS), töösagedus 400 kHz ja lahutusvõime 4 cm. Vajaduse korral võimalik väljatrükk.

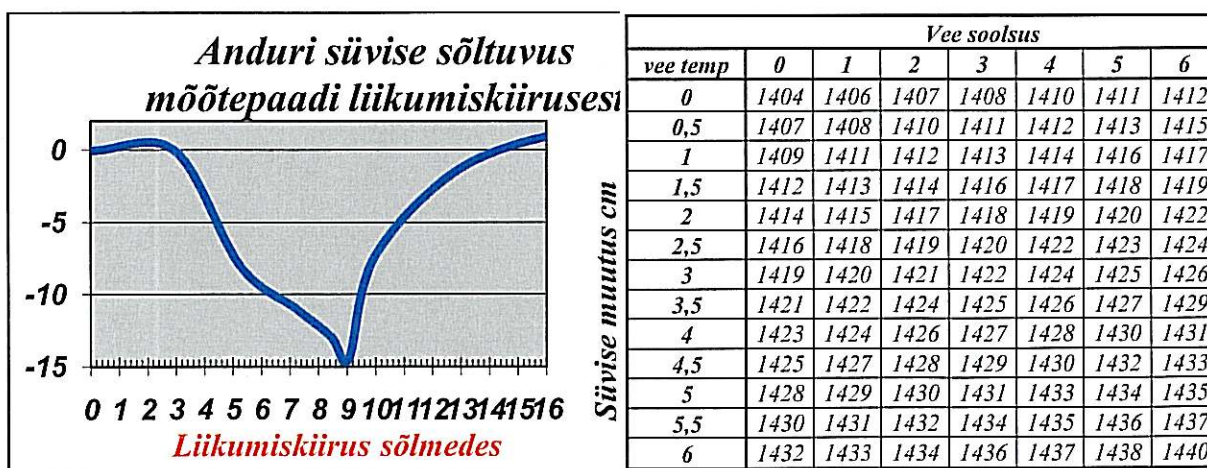
Mõõtepaadile kinnitatud RTK-GPS Trimble R6/R8/5800.



Parandite väärtused

Poole tunnise intervalliga registreeritakse veemõõdulatilt vee seis ja termomeetritl vee temperatuur. Vee helilevimise kiiruse määramiseks ja sonari kontrolliks 2 tareerimislauda, mille vahe on fikseeritud 0.25 m. Erinevatel sügavustel saadud tulemuste põhjal saab ± 2 m/s täpsusega välja arvutada veehelilevimise kiiruse erinevatel sügavustel.

Hilisemal andmetöötusel lisatavad parandid



Seadme helilevimise kiirus - 1500 m/s

Hm mõõdetud sügavus;

Vk lugem tabelist vastavalt vee soolsusele ja temperatuurile;

$H_p = (H_m * V_k) / 1500$ helileviku parandiga sügavus;

Hv kellaajaline veetaseme muutus;

D sonari anduri süvise (veeliini ja anduri vahe)-sõltuvus mõõtepaadi liikumiskiirusest;

$H_l = (H_p - H_v) - D$ lõplik sügavus.

Mõõdistamisel kasutatava aparatuuri tehnilised parameetrid.

1. Arvuti PC Intel P4

Toitepinge:	220 v
Op mälu:	1024 Mb
Kõvaketas:	35 Gb
Protsessor:	Intel Pentium 4 , 2.4 GHz
Operatsiooni süsteem:	Windows XP Professional

2. RTK-GPS Trimble R6/R8

asukohamääramise täpsus diferentsiaal meetodil:	$\pm 0,5$ m (plaaniline)
asukohamääramise täpsus reaalkinemaatilisel meetodil:	$\pm 0,01$ m (plaaniline)
	$\pm 0,02$ m (kõrguslik)
Väljundsignaal: NMEA 0183 versioon 2.0	sagedusega 10 Hz

3. PCI – Interface Digital Sonar (Ahero)

Mõõdistuspiirkond:	1 – 160 m
Töö sagedus:	400 KHz
Väljund signaali võimsus:	0,31 W / 1,25 W / 5 W
Sisend-väljund kanalite arv:	4

4. Digital sonari andurid Simba 400.

Kiire parameetrid:	$3 \pm 0,5^\circ \times 7 \pm 0,5^\circ$
--------------------	--

5. Külgvaate sonari andur

Kiire parameetrid:	$35 \pm 0,5^\circ \times 0,5 \pm 0,5^\circ$
--------------------	---

6. Elektromagnetiline kompass Simrad RFC 35 Rate Compass

Suuna määramise hälve :	$< 1.25^\circ$ (kompass määrab maa magnetilist põhjasuunda).
Väljundsignaal:	NMEA 0183 versioon 2.0 sagedusega 10 Hz

7. Mõõdistuspaat AMA – 428

Pikkus:	4.95 m
Laius:	1.80 m
Süvis :	1.00 m
Poordikõrgus:	0.50 m
Mootor :	15 Hp (Mercury 15 EL)
Kere tüüp:	Trimaraan
Autonoomsus:	6 h

Kaater AMA – 428 on 2000a kevadel kohandatud hüdrograafiliste mõõdistuste välitöö teostamiseks sadamates, merelahtedel, faarvaatritel ja kinnistel veekogudel. Töö ohtlikkust silmas pidades ja uppumatus tagamiseks on kaarti korpusesse paigaldatud õhupaagid ja püramootori sõukruvile kaitse .

8. Adapter

Sisend pingeline:	- 12 volti 400 w alalisvool
Väljund pingeline:	≈ 220 volti 300 w vahelduvvool (50 Hz)

Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete tegeliku vea hindamine

Mõõdistuskompleksi hindamiseks on sooritatud korduvaid mõõtmisi Merepatareil "Tsitadell" (asukohaga Tallinna laht Pirita tee läheduses). Võrdlevateks andmeteks on Eesti Veeteede Ameti mereuuringute laeva EVA-320 mõõdistamise tulemused (mõõtmised sooritatud metoodika ja parandite kontrollimiseks). Mõõdistamise väliandmed ja andmetötluse tulemused asuvad Geo S.T. arhiivis.

Mõõdtepaadi asukohta merel ja kõrgus ellipsoidil määrati RTK-GPS Trimble R8/5800.
Paadi suunda määrati elektroonilise magnetkompassiga Simrad.
Sügavused mõõdistati 4-kanalise digitaalkajaloega.

RTK-GPS asukohamäärangu vigade analüüs:

Viga kuni 0.1m ca 5 % mõõtmistest

Viga kuni 5m ca 0.01 % mõõtmistest (visuaalselt märgatavad)

Viga üle 5m ca 0.01 % mõõtmistest (visuaalselt märgatavad)

Suuna määramise vigade analüüs: Max hälve 9°, enamik ajast saime veaks $\pm 2^\circ$.

Sügavusmäärangu (kajaloe) vea hindamiseks võrdlesime (75% - iliselt) kattuvaid mõõtepunkte.

Viga kuni 0.10 m ca 0.5% mõõtmistulemustest

Viga kuni 0.05 m ca 5% mõõtmistulemustest

Hindamisel saadud tulemite analüüsil, selgunud mõõtekompleksi täpsus

RTK-GPS-iga asukoha määramise täpsus ± 0.25 m

Sügavuse määramise täpsus ± 0.05 m

<i>Taustsüsteemi vead</i>				
Veemõõdulatti kontroll		max	95%	tulemi viga
VM - Tehnilise niveleerimise tulemus	Kõrguslik	+/-0.05		+/-0.02
Lähte reeperite täpsus	Kõrguslik	+/-0.03		+/-0.01
RTK-Gps H - kontrollimise täpsus	Kõrguslik		+/-0.02	+/-0.02
Veetaseme lugemine	Kõrguslik			+/-0.02
Maaameti Geofond (Põhi-võrk)	Plaaniline	+/-0.05	+/-0.02	+/-0.02
	Kõrguslik	+/-0.05	+/-0.02	+/-0.02
Lähte reeperite	Kõrguslik	+/-0.03		+/-0.01
GPS (Referents jaama paigalduse viga)	Plaaniline	+/-0.05	+/-0.01	+/-0.01
Korduvate mõõtmiste tulemus	Kõrguslik	+/-0.05	+/-0.01	+/-0.01
Geoidi - ellipsoidi mudeli viga	Kõrguslik	+/-0.05		+/-0.02

<i>GeoSoft OÜ tugijaamade võrk</i>				
GPS (Referents jaamad)	Horisontaalne	+/-0.05	+/-0.01	+/-0.01
Korduvate mõõtmiste tulemus	Kõrguslik	+/-0.05	+/-0.01	+/-0.01
Geoidi - ellipsoidi mudeli viga	Kõrguslik	+/-0.05		+/-0.02
	Maksimaalne plaaniline viga +/-	+/-0.05	+/-0.01	+/-0.01
	Maksimaalne kõrguslik +/-	+/-0.10	+/-0.01	+/-0.03



Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete vea hindamine

<i>Seadmete mõõtevead</i>					Mõju sügavuspunktile 10 m sügavusel	
		max	tehas math	95%- tõenäosus		
GPS	Plaaniline	±0.10	±0.01	± 0.01	Plaaniline	± 0,010
	Kõrguslik	±0.20	±0.02	± 0.02	Kõrguslik	± 0,020
Kompass	suuna viga	± 10	±1,25 °	± 2 °	Plaaniline	± 0,036
Sonar	Kõrguslik	±0.05	±0.01	± 0.02	Kõrguslik	± 0,020
Sonar (kiirgus koonus)	Plaaniline	±3,0	±3,0 °	±3,0 °	Plaaniline	± 0,524
<i>Seadmete paigalduse (Offsettide) määrangute täpsus</i>						
GPS	Plaaniline		±0.005		Plaaniline	± 0,0050
	Kõrguslik		±0.0025		Kõrguslik	± 0,0025
Sonari (anduri) paigaldus	Plaaniline		±0.0025		Plaaniline	± 0,0025
	Kõrguslik		±0.0025		Kõrguslik	± 0,0025
Sonari (andurid)	Suuna viga, paigaldus		±0,25 °		Plaaniline	± 0,0349
	Elemendi suuna viga (tehase tootmise täpsus)		±0,5 °		Plaaniline	± 0,0873
<i>Kõikumisest tulenevad vead, Sonar</i>						
Paadi kreen ±2,0° ; 98% ajast väiksem	Y-Suuna viga, kõikumine		± 2,0 °		Plaaniline	± 0,349
	H-Suuna viga, asukoht	± 5,0 °	± 2,0 °		Kõrguslik	± 0,027
Paadi differendi muutus on kiirusest sõltuvuses. X-Suunal nurga muutus. Arvestatakse töötlusel konstantsete paranditena. Tabel loodud mõõdistades, RTK Gpsse kasutades.		0,50%		0,10%	Kõrguslik	± 0,010
<i>Kõikumisest tulenevad vead, GPS</i>						
Paadi kreen +- 1,5° ; 98% ajast väiksem	Y-Suuna viga, kõikumine		±2,0 °		Plaaniline	± 0,040
	H-Suuna viga, asukoht	±5,0 °			Kõrguslik	± 0,009
<i>Vee helilevimise kiiruse määramine</i>						
Sonar	Kõrguslik		±0.01		Kõrguslik	± 0,01
Tareerimine , protseduuri täpsus	Kõrguslik		±0.01		Kõrguslik	± 0,01
				KOKKU	Kõrguslik	± 0,020

Kokkuvõte							
Juhuslikud vead	Plaaniline	±0,913					
	Kõrguslik	±0,046					
Seadmete mõõtevead	Plaaniline	±0,046					
	Kõrguslik	±0,040					
Protseduuriline	Plaaniline						
	Kõrguslik	±0,020					
Paigaldus	Plaaniline	±0,130					
	Kõrguslik	±0,005					
KOKKU	Maksimaalne plaaniline viga	±1,088	10	meetrise sügavuse korral			
	Maksimaalne kõrguslik	±0,111	10	meetrise sügavuse korral			
	Ruutkeskmised vead						
	Plaaniline	±0,923	10	meetrise sügavuse korral			
Kõrguslik	±0,064	10	meetrise sügavuse korral				

