



**Töö Nr: M14067**  
E- nimi: M14067\_Sel  
Koostatud: 25.09.2014

*Tellijä:* OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus

## **Hüdrograafilised mõõdistustööd**

### **vrakk "Volare"**

**Ariste laht, Läänemeri**

Pitsat

OÜ Meremõõdukeskus juhatuse esimees

/ P. Ude /

**Tallinn, 2014**

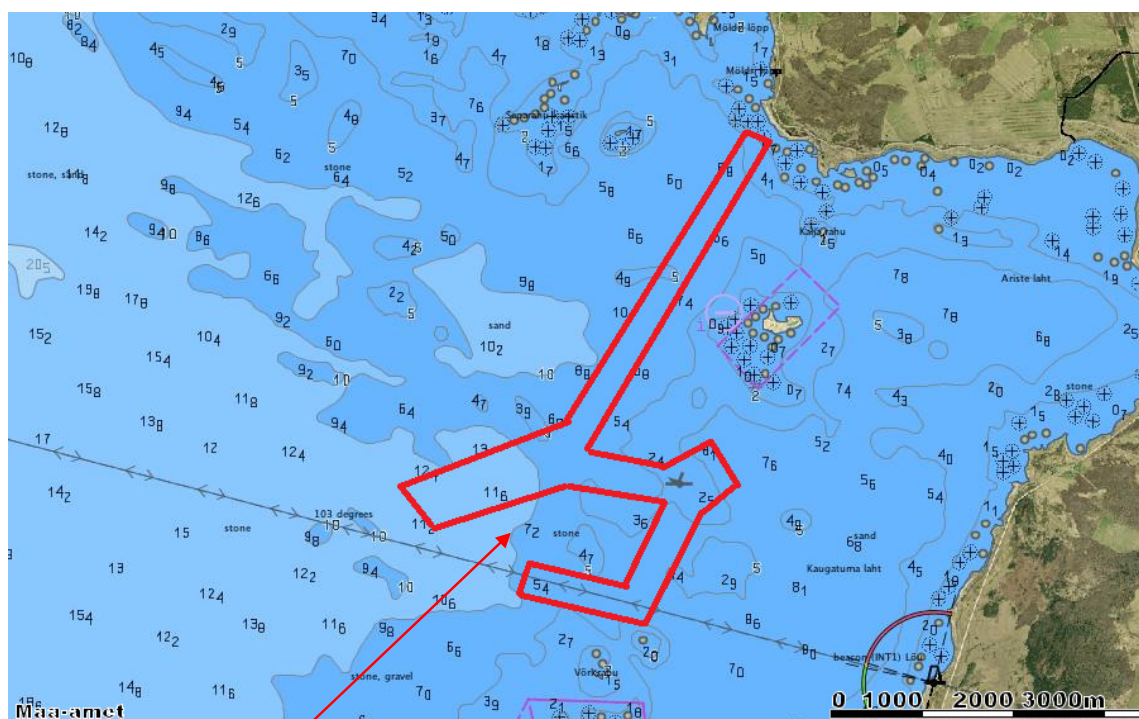
Meremõõdukeskus OÜ  
reg.nr. 10841338  
Tel / Fax (+372) 5268653  
E-mail: [peeter.ude@gmail.com](mailto:peeter.ude@gmail.com)

Laki 15  
12915 Tallinn  
Eesti Vabariik  
[www.meri.ee](http://www.meri.ee)

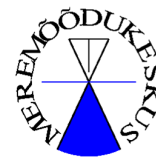
## Sisujuht

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 .....	- 4 -
6. Kivid ja objektid .....	- 5 -
7. Mõõdistus plaanid .....	- 5 -
8. Esialgne täpsushinnang .....	- 5 -
Seadmete paigutus ja parandite väärtused .....	- 6 -
Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete vea hindamine .....	- 6 -
Mõõdistamisel kasutatava aparatuuri tehnilised parameetrid .....	- 7 -
Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete analüüs .....	- 8 -
Lõpuleht .....	- 10 -

## Asukoha skeem



Objekti asukoht



## Möödistustööde seletuskiri

### 1. Üldosa

Objekti asukoht: **Ariste ja Kaugatuma laht, Läänemeri**  
Objekti nimetus: **Hüdrograafilised möödistustööd vastavalt ERI klassi nõuetele (IHO standard S-44).**  
Töö täitjad: **hüdrograaf: P.Ude**  
**kontrollis: M.Sarapik**

### 2. Töö eesmärk

Hüdrograafiline möödistus vrakk "Volare" ligipääsu tarbeks.

### 3. Lähteandmed

#### 3.1. Varasemad möödistustööd

Varasemad möödistustööd on aegunud

#### 3.2. Geodeetiline sidumine

Möödistamisel kasutati Geosoft OÜ poolt rajatud GeoNet GPS (www.vrs.eu) baasjaamade võrku. GeoNet GPS baasjaamade punktid on seotud Riikliku põhivõrguga ja andmed kirjeldatud Maaameti Geodeesia ja Kartograafia osakonna Andmekogude arhiivis.

### 4. Geodeetiline osa

#### 4.1 Geodeetiline alusvõrk ja möödistamine.

Situatsioon – Tellija

#### 4.2 Andmetöötlus

Plani joonestamiseks kasutati AutoCAD-i ja PDS2000 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, L1/L2 ja Glonass.

### 5. Hüdrograafiline möödistamine

Hüdrograafiline möödistamine teostati möödistustööde käigus septembris 2014 a. Veetaseme kõrgus on mõõdetud GPS reaalkinemaatilisel meetodil. Mõõteandmete salvestamine, sisendandmete sünkroniseerimine ja ellipsoidilt - geoidile (EstGeoid) transformeerimine toimub sonaris.

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

Möödistustööde ajal määrati mõõtepaadi asukohta RTK-GPS-iga. Mõõtepaadi suunda määrati elektroonilise GPS-kompassiga Furuno SC-30 ja sügavused mõõdeti Reson T-20P digitaalse mitmekiirelise sonariga (MBES). Kõik seadmed olid salvestamise eesmärgil ühendatud sonariga. Mõõtepaadi juhtimiseks ja andmete salvestamiseks ja esitlemiseks kasutati PDS-2000 tarkvarapaketti. Sonar võimaldab kuvada olemasolevaid AutoCAD-i (dfx-formaadis) digitaalseid kaarte. Mõõteliniid planeeriti AutoCAD-i programmis, lisades need joontena elektronkaardile. Enne mõõtetööde alustamist määrati helilevimise kiirus. Kasutati Valeport MINI SVP sondi.

Andmed kopeeritakse koheselt sonarisse. Sonar vajab enne tööde alustamist korrektset helilevimise kiiruse profiili. Sonari suunadiagrammi korrigeerimiseks on sonariga ühendatud Resoni toodetud On-line SVP sond. Mõõteandmed salvestatakse aegtähistega märgistatult. Mõõtetulemuste puhastamine ja vajalike korrektsete parandite lisamine, toimub seadmes salvestamisega paralleelselt.

Objektiivsema info hankimiseks merepõhja iseloomu kohta ja mõõdistamisel leitud veealuste objektide (kivid, vrakid) kuju ja asukoha täpsemaks määramiseks kasutatakse vajadusel koordineeritud külgvaate sonarit. Külgvaate sonari töösagedus on 400 kHz ja lahutusvõime 4 cm.

## 6. Kivid ja objektid

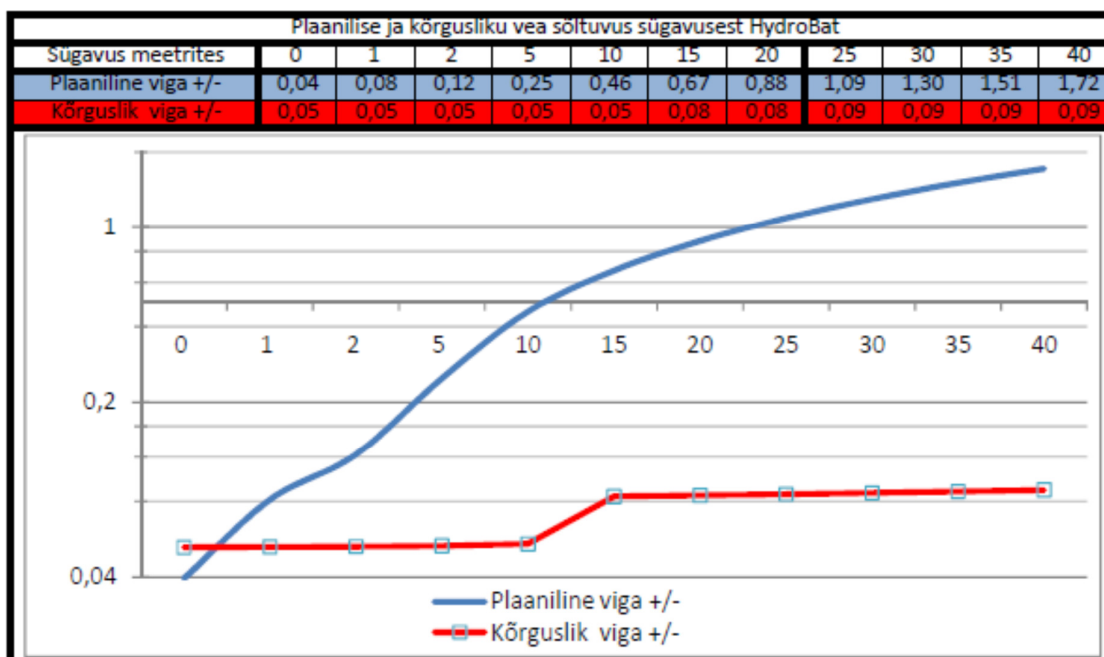
Leitud objektid on digitaalselt failis kivid.xyz ja sügavuspunktide failis sügavustena.

## 7. Mõõdistus plaanid

Mõõdistus-plaanid lisadena.

## 8. Esialgne täpsushinnang

- a) mõõtepunktide asukoha täpsus  $\pm 0,20$  m, 97% tõenäosusega
- b) sügavusmäärangu täpsus  $\pm 0,05$  m, 97% tõenäosusega



25.09.2014

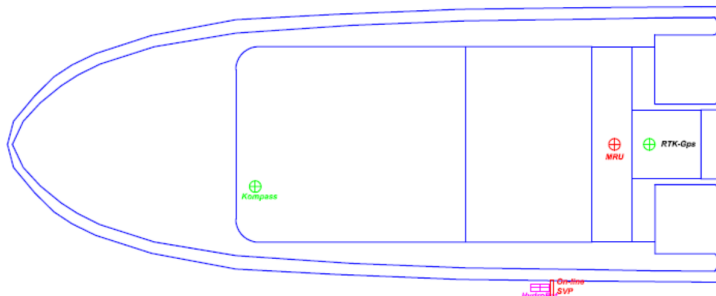
Täitja: /P. Ude

## Seadmete paigutus ja parandite väärtused

Sügavused mõõdetakse Reson T-20P mitmekiirelise sonariga, töösagedus 360 kHz  
Sonari andur on paigutatud mõõtepaadi vasakusse poordi.

Mõõtepaadile paigaldatud seadmed:

Asendi koordinaadid			
Seade	X_pos	Y_pos	H
Sonar	-1,245	-0,950	-1,265
MRU	0,000	0,400	-0,300
RTK-GPS	0,000	0,000	1,300
SC-30 On-line	-0,500	-3,650	1,300
SVP	-1,245	-0,950	-1,265



**Asukoht:** RTK – GPS, Trimble SPS-855

Mõõtepaadi suund: Furuno SC-30,

SATELITTE Compass

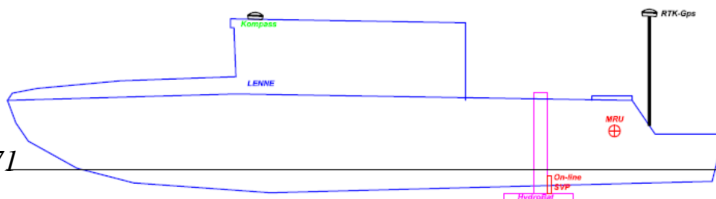
**Sonar:** Reson, T-20P

**Lengerduse/kõikumise**

**kompenseerimine:** SMC , IMU 108

**Sonari suundade sünteesi**

**korrekatuur:** Online-SVP, Reson SVP 71



**Sonarseadmele integreeritud PDS-2000 tarkvara.**

Mõõtetööde ajal juhib tarkvara kogu süsteemi tööd.

Sünkroniseerib kõikide seadmete andmed ja salvestab need.

Teostab koheselt andmetele vajalike parandite lisamise ja puhastab andmed.

## Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete vea hindamine

Mõõdistuskomplekti hindamiseks on sooritatud korduvaid mõõtmisi erinevates eelnevalt mõõdistatud sadamates ja laevateedel, kus võrreldi teadaolevate objektide koordinaate ja sügavusi.

Peamiseks katsetuste sooritamise kohaks sai Miiduranna sadam ja selle läheduses paiknev Kuulimuna ümbrus. Kuulimuna läheduses paiknevad mitmed erineva suurusega erinevad objektid, mis sobivad ideaalselt sonari katsetamiseks.

Kogu sonarisüsteemi keerukus ei võimalda analüüsida üksikute seadmete hälbeid. Küll aga saame hinnata tervikliku süsteemi poolt väljastatud mõõtepunktide tulemusi.

Sügavus punkti asukohamäärangu vigade analüüs erinevatel objektidel:

Asukoha hälve kuni  $\pm 0,15$  m ca 5 % mõõtmistest, keskmised kanalid.

Asukoha hälve kuni  $\pm 0,25$  m ca 5 % mõõtmistest, külgmised kanalid.

Asukoha hälve kuni  $\pm 0,5$  m ca 1 % mõõtmistest, külgmised kanalid.

Asukoha hälvet, enam kuni  $\pm 1$  m. Ei tuvastatud.

Sügavusmäärangu vea hindamiseks võrdlesime kattuvaid mõõtepunkte 15 meetri sügavusel, tasasel merepõhjal.

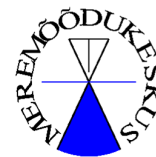
Välimised kanalid, viga kuni  $\pm 0,15$  m ca 5 % mõõtmistulemustest.

Sisemised kanalid ristuvaal mõõteliinil, viga kuni  $\pm 0,10$  m ca 5 % mõõtmistulemustest.

Hindamisel saadud tulemite analüüsil selgunud mõõtekompleksi täpsus

Sügavuspunkti asukoha täpsus  $\pm 0,50$  m

Sügavuse määrangu täpsus  $\pm 0,15$  m



## Mõõdistamisel kasutatava aparatuuri tehnilised parameetrid.

### **Multibeam mõõtesonar koos protsessoriga.**

Tootja: RESON

Tüüp: T-20P+ PDS2000 (tarkvara)

Sünteesitud suundasid/kanaleid: 512

Sondeerimise sagedus: kuni 40 korda sekundis

Töösagedus: 180-410 kHz

Töö laius: kuni 140 kraadi ,

Lahutusvõime:  $\pm 3$  cm sügavuseni 25 meetrit,  $\pm 6$  cm sügavuseni 200 meetrit.

Mõõteriba laius 3,5 korda sügavus, optimaalne mõõteliini laius 3 korda sügavus

### **Sisendseadmed sonarile:**

#### **Asukoht: RTK-GPS Trimble SPS-855**

asukohamääramise täpsus diferentsiaalmeetodil:  $\pm 0,5$  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

#### **Mõõtepaadi suund: Elektromagnetiline GPS-kompass FURUNO SC-30**

Suuna määramise hälve :  $< 1^\circ$ , (kompass määrab meridiaani suunda).

Väljundsignaal: NMEA 0183 versioon 2.0 sagedusega 25 Hz

#### **Lengerduse/kõikumise kompenseerimine: SMC, IMU 108**

Angular rate noise roll, pitch, yaw (typical 0.020°/s RMS): ..... 0.02°/s RMS

Static accuracy roll, pitch: ..... 0.02° RMS

Dynamic<sup>2</sup> accuracy roll, pitch (for a  $\pm 5^\circ$  amplitude): ..... 0.03° RMS

#### **Sonari suundade sünteesi korrektuur: Online - SVP 71, Reson**

Piirkond: 1350 -1800 m/s

Resolution: 0.01 m/s

Accuracy: (0-50 m)  $\pm 0.15$  m/s

#### **Vee helileviku kiiruse profilaator: MiniSVP, Valeport**

Piirkond: 1375 -1900 m/s

Resolution: 0.001 m/s

Accuracy: (0-200m)  $\pm 0,02$  m/s

#### **Mõõdistuspaat „LENNE“, VLD – 868 , Buster XXL AWC**

Pikkus: 6,25 m

Laius: 2,1 m

Süvis : 0,40 (0,8) m

Poordikõrgus: 0,70 m

Mootor : 150 Hp (YAMAHA 150 EL )

Abimasin : Honda (230V, 500W /2200W)

Kere tüüp: V-Hull, 21 kraadi

Autonoomsus: 24 h (kaardistamisel ca 6 sõlme)

Kaater on 2008 aasta kevadel kohandatud hüdrograafiliste mõõdistuste välitöö teostamiseks sadamates, merelahtedel, faarvaatritel ja kinnistel veekogudel.



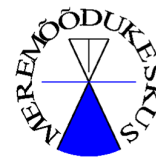
## Mõõdistuskomplekti kuuluvate seadmete analüüs

Seadmete täpsus					Mõju	
		max	tehas/math	95%- tõenäosus	sügavuspunktile 15 m sügavusel	
GPS	Plaaniline	+/-0,10	+/-0,01	+/- 0,01	Plaaniline	0,010
	Kõrguslik	+/-0,20	+/-0,02	+/- 0,02	Kõrguslik	0,020
Kompass, Furuno SC-30	suuna viga	+/-2,0°	+/- 0,5°	+/- 1,00°	Plaaniline +/-	0,027
			+/- 0,02°	+/- 0,02°	Plaaniline +/-	0,005
MRU		+/-0,05°	+/- 0,02°	+/- 0,02°	Kõrguslik +/-	0,001
Sonar	Kõrguslik	+/-0,06	+/-0,03	+/- 0,03	Kõrguslik +/-	,06
Sonar (kiirgus koonus) kesk kanal	Plaaniline (poordi suunal)	+/-0,50°	+/-0,5°	+/- 0,52°	Plaaniline +/-	
	Plaaniline (liikumise suunal)	+/-2,0°	+/-2,0°	+/- 2,00°	Plaaniline +/-	0,540

Seadmete paigalduse (Offsettide) määrangute täpsus						
GPS	Plaaniline		+/-0.005		Plaaniline +/-	0,0050
	Kõrguslik		+/-0.0025		Kõrguslik +/-	0,0025
SC-30 kompass	Plaaniline sonari positsiooni				Plaaniline +/-	0,0055
	väliline mõõtepunkt		+/- 0,25 °		Plaaniline +/-	0,0670
MRU					Plaaniline +/-	0,0655
			+/- 0,25 °		Kõrguslik +/-	0,0055
Sonari (anduri) paigaldus	Plaaniline		+/-0.0025		Plaaniline +/-	0,0025
	Kõrguslik		+/-0.0025		Kõrguslik +/-	0,0025
Sonari (andurid)	Suuna viga, paigaldus		+/- 0,25 °		Plaaniline /s +/-	0,0524
	Elemendi suuna viga		+/- 0,5 °		Plaaniline /s +/-	0,1309
Kõikumisest tulenevad vead, Sonar						
Paadi kreen +/- 2,0° ; 98% ajast väiksem, kompenseerib MRU	Y-Suuna viga, kõikumine		+/- 0,02 °		Plaaniline /s +/-	0,005
	H-Suuna viga, asukoht	+/- 0,02 °	+/- 0,02 °		Kõrguslik +/-	0,001
Kõikumisest tulenevad vead, GPS						
Paadi kreen +/- 1,5° ; 98% ajast väiksem, kompenseerib MRU	Y-Suuna viga, kõikumine		+/- 0,02 °		Plaaniline /s +/-	0,001
	H-Suuna viga, asukoht	+/- 0,02 °			Kõrguslik +/-	0,000
Vee helilevimise kiiruse määramine; SVP +/-0,001 m/s						
Sonar	Kõrguslik		+/-0,5 m/s		Kõrguslik +/-	0,0096
sonari sektori laius 140,0 kraadi	Plaaniline				Plaaniline +/-	0,0096
Tareerimine , protseduuriline täpsus	Kõrguslik		+/-0,01		Kõrguslik +/-	0,01
				KOKKU	Kõrguslik +/-	0,020

Kokkuvõte		
Juhuslikud vead	Plaaniline +/-	0,006
	Kõrguslik +/-	0,001
Seadmete mõõtevead	Plaaniline +/-	0,582
	Kõrguslik +/-	0,081
Protseduuriline	Plaaniline +/-	0,0096
	Kõrguslik +/-	0,020
Paigaldus	Plaaniline +/-	0,329
	Kõrguslik +/-	0,010
KOKKU	Maksimaalne plaaniline viga +/-	0,927 15meetrise sügavuse korral
	Maksimaalne kõrguslik +/-	0,111 15meetrise sügavuse korral
Ruutkeskmised vead		
	Plaaniline +/-	0,669 15meetrise sügavuse korral
	Kõrguslik +/-	0,084 15meetrise sügavuse korral





<b>Taustsüsteemi vead</b>				
Veemõõdulati kontroll		max	95%	tulemi viga
VM - Tehnilise nivelleerimise tulemus	Kõrguslik	±0.05		±0.02
Lähtereeperite 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
Lähtereeperite viga	Kõrguslik	±0.03		±0.01
GPS (Referentsjaama 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

<b>GeoSoft OÜ tugijaamade võrk</b>				
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



---

## Lõpuleht

Käesolevas tehnilises aruandes on 10 (kümme) järjestikku nummerdatud lehte.

25.09.2014.a.

Täitja: /P. Ude/