



AS PLANSERK

**GEODEETILISTE TÖÖDE
ARUANNE**

**ELVA LINNA
GEODEETILISE VÕRGU
PUNKTI NR 84 ASENDAMINE**

TEHNILINE ARUANNE

Juhataja

Rein Lainevool

**TALLINN
2012**

SISUKORD

1. TÖÖDE ÜLDISELOOMUSTUS_____	3
2. GEODEETILISE MÄRGI EHITAMINE JA ASUKOHAKIRJELDUSTE KOOSTAMINE_____	4
2.1 Märkide ehitamine_____	4
2.2 Kasutatud märgitüüpide kirjeldused_____	4
2.3 Asukohakirjelduste koostamine_____	5
3. GEODEETILISTE PUNKTIDE MÕÕTMISED_____	7
3.1 Polügonomeetria mõõtmised_____	7
3.1.1 Kasutatud instrumendid_____	7
3.1.2 Instrumentide kalibreerimine_____	8
3.1.3 Mõõtmiste metoodika_____	8
3.2 Mõõtmisandmete reduktsioonid_____	10
3.2.1 Mõõdetud vahemaade reduktsioonid kaldkaugusteks_____	10
3.2.2 Kaldkauguste redutseerimine projektsiooni tasapinnale_____	11
3.2.3 Reduktsioonid seniitkaugustele_____	14
3.2.4 Reduktsioonid suundadele_____	14
3.3 Polügonomeetriakäigu tasandamine_____	15
3.3.1 Statistilised konstandid_____	15
3.3.2 Jämedate vigade otsimine_____	15
3.3.3 Tasanduse täpsushinnang_____	16
3.3.4 Kõrguslik tasandamine_____	17
3.3.5 Plaaniline tasandamine_____	18
LISA 1. GEODEETILISTE MÄRGITÜÜPIDE JOONISED_____	20
LISA 2. GEODEETILISE MÄRGI KONSTRUKTSIOONI JOONISED_____	23
LISA 3. GEODEETILISE MÄRGI ASUKOHA KOOSKÕLASTUS_____	26
LISA 4. MÕÕTMISTE SKEEM_____	28
LISA 5. GEODEETILISTE MÄRKIDE ASUKOHAKIRJELDUSED_____	30
LISA 6. TOOTEKIRJELDUS_____	35
LISA 7. KAUGUSMÕÕTJA KALIBREERIMISE TULEMUSED_____	37
LISA 8. VAATLUSANDMED JA ANDMETÖÖTLUS; ARUANDE TEKST PDF FORMAADIS (CD)_____	42

1. TÖÖDE ÜLDISELOOMUSTUS

Käesolev aruanne käsitleb Elva linna geodeetilise võrgu punkti nr 84 asendamist ja mõõtmistoid. Tööde teostamise aluseks oli Sotsiaalministeeriumi ja AS PLANSERK vaheline töövõtuleping nr 11.13/-1.3/5093 (18.04.2012).

Tööde läbiviimisel on lähtutud Maa-ameti juhendist “Kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimise ja rajamise juhend” Lisa 1 (2008).

Geodeetiliste tööde käigus asendati Elva linna geodeetilise võrgu punkt nr 84 uue punktiga 350. Tööd teostati mais - juunis 2012.a. AS PLANSERK poolt, kes omab riiklike ja kohalike geodeetiliste põhivõrkude rekonstrueerimise ja rajamise litsentsi 265MA.

Polügonomeetrilistel mõõtmistel kasutati lähtepunktidenä Elva linna kohaliku geodeetilise võrgu viite (5) punkti.

Mõõtmistel kasutati elektrontahhümeetrit Leica TC1800.

Mõõtmisandmete matemaatilise töötuse ja tasandusarvutused teostati kasutades programmi X•Local Net+ (INPHO Technology OY). Mõõtmisandmete matemaatilise töötuse ja tasandusarvutused teostas AS PLANSERK.

2. GEODEETILISE MÄRGI EHITAMINE JA ASUKOHAKIRJELDUSTE KOOSTAMINE

2.1 Märgi ehitamine

Geodeetilise märgi ehitustööd viis läbi 21.mail 2012.a. AS PLANSERK töögrupp koosseisus Mart Linnamägi ja Uku Helin. Lisaks paigaldati ka üks ajutine punkt (nr 914), et tagada nähtavus polügonomeetriakäigu märkide vahel.

Rajatud kindlustatud punkt sai numbriks 350 ning märgi asukoht on kooskõlastatud Elva Linnavalitsusega (Lisa 3).

Ehitustööde käigus paigaldati üks (1) märk tüübi numbriga 1000 ja üks (1) märk tüübi numbriga 4623.

Märgi välisvormistustööde käigus:

- | | |
|----------------------|---|
| - asetati katteluuke | 1 |
| - asetati kraesid | 1 |

Geodeetilise märgi konstruktsiooni joonised on esitatud Lisas 2 ning nimetatud märgitüübi joonis on esitatud Lisas 1.

2.2 Kasutatud märgitüüpide kirjeldused

Geodeetiliste punktide rajamisel kasutati märgitüüpe 1000 ja 4623. Nimetatud märgitüüpide joonised on esitatud Lisas 1.

Tüüp nr 1000

Märki kasutati ajutise punkti tähistamisel.

Roostevabast metallist märk on pikkusega 75 mm ja läbimõõduga 9 mm. Märgi ülemine ots on kumera kujuga, mille keskel on tsentrimärk ja ümber tekst "MESSPUNKT".

Tüüp 4623

Tsenter valmistati statsionaarsetes tingimustes.

Tsentrivardaks on 25 mm läbimõõduga ümarraud pikkusega 770 mm. Tsentrivarda alumise otsa külge keevitati risti 120 mm pikkune ümarrauast varras. Tsentrivarras kaeti terves ulatuses epoksüüdvärviga "EPITAR" (Lisa 6). Tsentrivarda ülemisse kumera kujuga otsa puuriti tsentrimärgiks 2 mm läbimõõduga auk.

Ankruks on tüvikoonuse kujuline betoonmonoliit, mille keskele on fikseeritud tsentrivarras. Betoonisegu (Mark 400) tihendati vormis vibreerimisega.

Tsenter asetati looduses märgile valitud asukohas käsitsi kaevatud auku. Tsentrivarda peale asetati betoonkrae (Lisa 2) nii, et varda ülemine ots jäi krae alumisest pinnast madalamale. Betoonkrae, mõõtmetega 400×400×100 mm, valmistamisel kasutati betooni Mark 400.

Betoonkraele asetati malmist katteluuk (Lisa 2), mille pealispind on maapinnaga tasa.

2.3 Asukohakirjelduste koostamine

Punkti asukohakirjelduste koostamiseks vajalikud välitööd teostati märkide ehituse käigus mais 2012.a.

Punkti asukoha abrissi koostamisel mõõdeti 50 m ruletiga kindlatest situatsiooni elementidest joonsidemed.

Punkti abriiss kajastab situatsiooni koos joonsidemetega kuni 100 m raadiuses ümber punkti, kupitsa ja tunnusposti olemasolul kupitsa kuju ja orienteeritust ning tunnusposti asukohta ja kaugust tsentrist. Abrissil, Lisa 5, kajastub alljärgnev informatsioon:

- Maa-ameti geodeetiliste punktide andmekogu unikaalne koodnumber
- punkti number
- tsentri number
- märgi tüübi number
- märgi kõrgus maapinnast

- tasapinnalised ristkoordinaadid x, y
- tähistuse kirjeldus
- asukoha kirjeldus

Abrissite joonestamisel kasutati tingmärke tööst “Projekteerimise geodeetilised uurimistööd. Teostusmöödistamine (1:500 – 1:2000)” (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Tallinn 2006).

Abrisse koostati kokku neljale (4) punktile. Neist kaks (2) olid antud töö käigus rajatud uued punktid ning kaks (2) olid polügonomeetria mõõtmiste lähtepunktid, mille situatsioon oli muutunud alates Elva linna geodeetilise võrgu rekonstrueerimisest ja rajamisest aastal 2004. Ülejäänud lähtepunktide abrissid on leitavad geodeetiliste tööde aruandest „Elva linna kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimine ja rajamine. Koordinaatide loetelu. Köide II“ (AS PLANSERK, 2004).

Abrissid on joonestatud digitaalselt kasutades CAD paketti MicroStation ning on leitavad Lisas 5 ning salvestatud *.pdf failidena andmekandjale (CD, Lisa 8).

3. GEODEETILISTE PUNKTIDE MÕÕTMISED

3.1 Polügonomeetria mõõtmised

Elva linna geodeetiliste punktide mõõtmisel kasutati polügonomeetria meetodit ning plaaniliste lähtepunktidenä kasutati ühte (1) kohaliku geodeetilise võrgu 1. järgu punkti ja nelja (4) kohaliku geodeetilise võrgu 2. järgu punkti.

Polügonomeetria mõõtmised teostas AS PLANSERK töögrupp koosseisus Mart Linnamägi, Andres Ratassepp ja Uku Helin 1. juunil 2012.a.

Mõõtmiste skeem on paberkandjal leitav Lisas 4 ja digitaalselt Lisas 8.

3.1.1 Kasutatud instrumendid

Maa-ameti juhendis “Kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimise ja rajamise juhend” esitatud tehnilistest nõuetest lähtuvalt kasutati Elva linna geodeetiliste punktide mõõtmisel elektrontahhümeetrit Leica TC1800, mille tehnilised spetsifikatsioonid on esitatud Tabelis 1.

Elektrontahhümeeter	TC1800
1. Väikseim ühik	
horisontaalring	1" / 0.1 mgon
vertikaalring	1" / 0.1 mgon
kaugus	0.1 mm
2. Nurga mõõtmise täpsus (DIN 18723)	1" / 0.3 mgon
3. Kauguse mõõtmise täpsus	$\pm (1+2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$
4. Laser tsentriir	
kahe telje elektrooniline lood	2" / 0.6 mgon
5. Optiline tsentriir	
ümarvesiloe tundlikkus	4' / 2 mm
suurendus	3 ^x
6. Kompensaator	
tööpiirkond	$\pm 4' / \pm 0.07 \text{ gon}$
täpsus	0.1 mgon
7. Pikksilma suurendus	30 ^x

Tabel 1. Elektrontahhümeetri Leica TC1800 spetsifikatsioonid

Elektrontahhümeetri tsentreerimiseks kasutati Leica GDF21 tüüpi tregereid ja Leica pööratavaid optilisi tsentriire GZR3 järgmise tehase spetsifikatsiooniga:

suurendus	-	3 ^x
silindrilise vesiloe tundlikus	-	60"/ 2 mm

Elektrontahhümeetri ja prismade tsentreerimistäpsuseks oli ± 1 mm.

Instrumendi horisondi kõrgus tsentri märgist mõõdeti ruletiga ± 1 mm täpsusega.

3.1.2 Instrumentide kalibreerimine

Polügonomeetria mõõtmistel kasutatud geodeetilised instrumendid ja meteoinstrumentid (termomeeter ja baromeeter) on kalibreeritud. Termomeeter kalibreeriti AS METROSERT'is ning baromeeter Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudis.

Elektrontahhümeetri kaugusmõõtureid kalibreeriti 13. juuni 2009.a. Kalibreerimisel juhinduti Electronic Distance Measurement, Springer-Verlag" (RÜEGER 1996. a) alusel välja töötatud metoodikast (A. Rüdja, AS PLANSERK). Kaugusmõõtja kalibreerimise tulemused on esitatud Lisas 7. Kalibreerimise andmeid kasutati andmetöötlikes mõõdetud vahemaadele parandite arvutamisel.

Polügonomeetria mõõtmistel kasutati komplektis:

- elektrontahhümeetrit Leica TC1800 koos sinna juurde kuuluvate prismadega
- aneroidbaromeetriga BAMM-1 nr. 8904
- klaastermomeetrit T-329

3.1.3 Mõõtmiste metoodika

Polügonomeetria mõõtmistel kasutatud prismad nummerdati kaugusmõõtja kalibreerimise käigus. Igas jaamapunktis salvestati mõõtmisandmete faili vastava prisma number, millele toimus kauguse viseerimine ja mõõtmine.

Polügonomeetria võrgu mõõtmiste käigus mõõdeti suunad kolme täisvõttega ringvõtete meetodil. Vahemaad mõõdeti iga poolvõtte mõõtmise käigus koos suuna lugemi salvestamisega.

Igal seisupunktil mõõdeti õhurõhu ja temperatuuri väärtused ja salvestati need mõõtmisandmete faili. Temperatuuri, õhurõhu, Maa kumeruse ja refraktsiooni parandeid mõõtmiste käigus ei arvestatud – vastavad režiimid olid elektrontahhümeetri programmis välja lülitatud. Nimetatud parandid võeti kasutusele andmetöötluse käigus, sellega välistati võimalus, et vastavad parandid võetakse arvesse topelt või üldse mitte.

Kohaliku põhivõrgu punktidele määrati BK77 süsteemi kõrgused trigonomeetrilise nivelleerimise meetodil. Trigonomeetriline nivelleerimine viidi läbi polügonomeetria mõõtmiste käigus vertikaalringi lugemite salvestamisega ja kõrguskasvude arvutamisega joone mõlemast otsast.

Trigonomeetrilise nivelleerimise käigu lubatud sulgemisviga arvutati järgmise valemiga:

$$\pm 20\sqrt{L} \text{ [mm]}$$

kus, L – polügooni perimeeter või käigu pikkus kilomeetrites.

Mõõtmisandmete kontrolli käigus kontrolliti poolvõtete ja täisvõtete erinevust ning kahekordse kollimatsioonivea (2C) muutumist täisvõttes.

Polügonomeetria vaatlusandmed *.gsi ja *.xd formaadis koos formaadi kirjeldusega on esitatud andmekandjal Lisas 8 (CD, kataloog: \VAATLUS).

3.2 Mõõtmisandmete reduktsioonid

3.2.1 Mõõdetud vahemaade reduktsioonid kaldkaugusteks

Prisma konstandist tingitud parandus:

$$K_{prisma} = -C \quad (1)$$

kus, C - prisma konstant

Modulatsioonisagedusest tingitud parandus:

$$K_{freq} = d \cdot \frac{f_0 - f}{f} \quad (2)$$

kus, f_0 - modulatsioonisagedus

f - kalibreeritud sagedus

d - mõõdetud vahemaa

Esimene kiiruse parandus:

Esmalt arvutati kaugusmõõtja referents refraktsiooni tegur:

$$n_{REF} = \frac{c_0}{2 \cdot U \cdot f_{MOD}} \quad (3)$$

kus, c_0 - valguse kiirus vaakumis (299792458 m/s)

f_{MOD} - modulatsiooni sagedus

U - kaugusmõõtja pikkusühik

Teiseks arvutati normaalatmosfääri refraktsiooniindeks (Edlen 1966):

$$n_g = 1 + \left(287.583 + \frac{3 \cdot 1.6134}{\lambda^2} + \frac{5 \cdot 0.0144}{\lambda^4} \right) \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

kus, λ - lainepikkus [μm]

Kolmandaks arvutati valitseva atmosfääri refraktsiooniindeks:

$$n = \frac{(n_g - 1) \cdot 273.15 \cdot p}{1013.25 \cdot (273.15 + t)} + 1 \quad (5)$$

kus, p - õhurõhk [mbar]

t - temperatuur [C°]

Esimene kiiruse parandus saadakse:

$$K_{atmc} = \frac{n_{REF} - n}{n} \cdot d \quad (6)$$

kus, d - mõõdetud vahemaa

Parandus kaare muutmiseks kõõluks:

$$K_{kaar-kõõl} = -k^2 \cdot \frac{d^3}{24 \cdot R^2} \quad (7)$$

kus, k - refraktsiooni tegur (0.13)

R - Maa raadius antud punktis

d - mõõdetud vahemaa

Kaugusmõõtja ja prisma kõrgusest tingitud parandus:

$$K = \sqrt{S_t^2 + 2 \cdot S_t \cdot \Delta \cdot \cos(z) + \Delta^2} - S_t \quad (8)$$

kus, S_t - vahemaa tahhümeetri ja prisma vahel

Δ - tahhümeetri kõrgus - prisma kõrgus

3.2.2 Kaldkauguste redutseerimine projektsiooni tasapinnale

Kaldkauguste redutseerimine horisontaalkaugusteks:

$$S_{hz} = |S_s \cdot \sin(z)| \quad (9)$$

kus, z - seniitkaugus

S_s - kaldkaugus

Horisontaalkauguse redutseerimine ellipsoidi kõõluks:

$$K_{ell. kõõl} = \frac{d}{1 + \frac{h}{R}} - d \quad (10)$$

kus, d - horisontaalkaugus
 h - punktidevaheline keskmine kõrgus
 R - Maa raadius + referentspinna kõrgus ellipsoidist

Geoidi keskmise kõrguse arvutamiseks Elva linna 2. järgu geodeetilise võrguga kaetud alal kasutati BK77 kõrgusi omavaid 1. järgu punkte, nn GPS-nivelleerimispunkte:

$$N = h_{ETRS89} - H_{BK77} \quad (11)$$

kus, N - geoidi kõrgus
 h_{ETRS89} - geodeetiline kõrgus
 H_{BK77} - absoluutkõrgus

Lähtuvalt aruandest „Elva linna kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimine ja rajamine“ (AS PLANSEK, 2004) kasutati N väärtust -19.63 m.

Reduktsioon kõõlust ellipsoidi kaareks:

$$K_{ell. kõõl-ell. kaar} = \frac{d^3}{24 \cdot R^2} \quad (12)$$

kus, R - Maa raadius antud punktis
 d - punktide vaheline kaugus

Parandused Lambert-Est kaardiprojektsiooni üleviimiseks:

$$K_{projektsioon} = d(m-1) \quad (13)$$

kus, d - horisontaalkaugus
 m - projektsiooni mõõtkava tegur vastavas kohas

Mõõtkava teguri arvutamisel kasutati valemit:

$$m = \frac{\rho \cdot \sin(\varphi_0)}{N \cdot \cos(\varphi)} \quad (14)$$

kus, ρ - polaarkaugus projektsiooni koonuse tipust

φ_0 - projektsiooni keskparalleeli laius

N - esimese vertikaali raadius

φ - punkti laius

Polaarkauguse ρ arvutamisel kasutati valemit:

$$\rho = C \cdot \left\{ \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot \left(\frac{1 + \varepsilon \cdot \sin(\varphi)}{1 - \varepsilon \cdot \sin(\varphi)}\right)^{\frac{\varepsilon}{2}} \right\}^{\sin(\varphi_0)} \quad (15)$$

Projektsiooni konstandi C arvutamisel kahe lõikeparalleeli puhul kasutati valemit:

$$C = \frac{N_{\varphi_1} \cdot \cos(\varphi_1)}{\sin(\varphi_0) \cdot \left\{ \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi_1}{2}\right) \cdot \left(\frac{1 + \varepsilon \cdot \sin(\varphi_1)}{1 - \varepsilon \cdot \sin(\varphi_1)}\right)^{\frac{\varepsilon}{2}} \right\}^{\sin \varphi_0}} \quad (16)$$

kus, N_{φ_1} - esimese vertikaali raadius esimesel standardparalleelil

Mõõdetud vahemaadele lisatud parandid ja redutseeritud vahemaad on esitatud

Lisas 8 (CD, kataloog: \PARANDUS).

3.2.3 Reduktsioonid seniitkaugustele

Refraktsiooni- ja Maa kumerusest tingitud parandus:

$$K_{refr+Maa\ kumerus} = \frac{d \cdot (k - \sin(z))}{2 \cdot R} \quad (17)$$

kus, d - mõõdetud kaugus
 k - refraktsiooni tegur (0.13)
 z - mõõdetud seniitkaugus
 R - Maa raadius antud punktis

Kaugusmõõdtja ja prisma kõrgusest tingitud parandus:

$$K_{m\ddot{a}rgist\ m\ddot{a}rki} = \frac{\arcsin(\sin z \cdot \Delta)}{\sqrt{d^2 + \Delta^2 + 2 \cdot d \cdot \Delta \cdot \cos z}} \quad (18)$$

kus, z - seniitkaugus
 d - mõõdetud kaugus
 Δ - tahhümeetri kõrgus-prisma kõrgus

Mõõdetud seniitkaugustele lisatud parandid on esitatud Lisas 8 (CD, kataloog: \PARANDUS).

3.2.4 Reduktsioonid suundadele

Lambert-Est projektsiooni parandus horisontaalnurkadele:

$$K_{projektsioon} = \frac{x_2 - x_1}{2 \cdot \rho_0^2 \cdot \sin(1'')} \cdot \left(y_1 - y_0 + \frac{y_2 - y_1}{3} \right) \quad (19)$$

kus, x_1 ja x_2 - punktide x koordinaadid
 y_1 ja y_2 - punktide y koordinaadid
 y_0 - y koordinaat punktis kus paralleel lõikab meridiaanide alguspunkti
 ρ_0 - y_0 vastav polaarraadius

Mõõdetud suundadele lisatud parandid on esitatud Lisas 8 (CD, kataloog: \PARANDUS).

3.3 Polügonomeetriakäikude tasandamine

Vaatlusandmete eelkäsitlusele (reduktsioonidele) järgnes esialgsete koordinaatide arvutamine ning seejärel võrgu kõrguslik ja plaaniline tasandamine. Tasandamisel kasutati programmi X•Local Net+ (INPHO Technology OY).

3.3.1 Statistilised konstandid

Statistilistes testides ja võrgu täpsushinnangus kasutati järgmisi statistilisi konstante:

- tasanduse referents keskmine ruutviga väärtusega 1 (*ühikuta*)
- testi riskitase α väärtusega 0.5 %
(*statistilise testi olulisusnivoo: $100-\alpha = 99.5$ %*)
- testi efektiivsus β väärtusega 20%

3.3.2 Jämedate vigade otsimine

Jämedate vigade avastamiseks kasutati *Data Snooping* testi. Statistiliselt jämedateks vigadeks hinnati standardiseeritud jääkvead, mis ületasid normaaljaotuse väärtused valitud riskitasemel α :

$$\left| \hat{w}_i \right| > N(0,1)_{1-\alpha/2} \quad (20)$$

Võrgu jääkuse hindamisel kasutati jämedate vigade avastamise alampiiri – sisemist usaldatavust (*IR, internal reliability*), mis näitab mitu korda peab jäme viga standardhälvet ületama testi efektiivsusel β , et ta oleks avastatav:

$$\nabla I = \frac{\delta}{\sqrt{r_i}}; \quad (21)$$

kus, δ - eksentrilisusparameeter $\delta = \delta(\alpha, \beta)$

r_i - osaredundants

Piirväärtusest väiksemate jämedate vigade mõjule võrgus anti hinnang lähtuvalt välisest usaldatavusest (*OR, outer reliability*):

$$\nabla U = N^{-1} A^T P \nabla I \quad (22)$$

Märkus. Mida väiksem on välise usaldatavuse väärtus, seda parem on võrgu geomeetria ja tõenäosemad tasanduse tulemused.

3.3.3 Tasanduse täpsushinnang

On teada, et isegi suhteliselt suured vead võivad tasanduses ulatuslikult kaduda. Kuna iga jäme viga mõjutab kõiki mõõtmistulemusi on jääkvigades v_i esindatud vaid kaduvväike osa esialgsest väärtusest ning võib juhtuda, et suurim mõju esineb mõnes teises kohas kui vastavas jääkveas v_i .

Mõõtmisvigade mõju jääkveas v_i hinnati kasutades osaredundantsi väärtusi, mille abil arvutati nn. hinnangulised vead:

$$e_i = \frac{-v_i}{r_i} \quad (23)$$

kus, e_i - hinnanguline viga
 v_i - jääkviga
 r_i - osaredundants

$$\begin{aligned} r_i &= Q_{vv} p_i; \\ p_i &= Q_{ll}^{-1} \end{aligned} \quad (24)$$

kus, Q_{ll} - mõõtmiste kaalukoefitsientide maatriks
 Q_{vv} - jääkvigade kaalukoefitsientide maatriks

3.3.4 Kõrguslik tasandamine

Tasanduse lähtepunktidenä kasutati ühte (1) Elva linna 1. järgu geodeetilise võrgu punkti ja nelja (4) Elva linna 2. järgu geodeetilise võrgu punkti, mille kõrgused võeti tööst „Elva linna kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimine ja rajamine. Tehniline aruanne“ (AS PLANSERK, 2004), vt Tabel 2.

Jrk. nr.	Punkti number/ nimi	H [m]
1	66	53.872
2	322	48.423
3	329	51.321
4	330	47.084
5	EL04	54.994

Tabel 2. Kõrgusliku tasanduse lähtepunktid.

Tasanduse kaalumisel kasutati empiirilisi *a priori* ruutkeskvigu:

$$m_Z \quad \pm 1.0 \text{ mgon}$$

$$m_s \quad \pm 1.0 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$$

$$m_{\text{tsentreerimine}} \quad \pm 1.0 \text{ mm}$$

Kõrguskasvude *a posteriori* täpsus, keskmine: $m_{\Delta H} = \pm 2.8 \text{ mm}$

Kõrguste *a posteriori* suhteline täpsus, keskmine: $m_H = \pm 1.4 \text{ mm}$

Kõrguste *a posteriori* absoluutne täpsus, keskmine: $m_H = \pm 1.2 \text{ mm}$

Tasanduse detailne kokkuvõte koos kõrgustega on esitatud Lisas 8 (CD, kataloog: \TASANDUS\KORGUSLIK).

3.3.5 Plaaniline tasandamine

Lähtepunktidena kasutati ühte (1) Elva linna 1. järgu geodeetilise võrgu punkti ja nelja (4) Elva linna 2. järgu geodeetilise võrgu punkti (Tabel 3).

KOORDINAATIDE SÜSTEEM ETRS89
 REALISATSIOON RGP, epohh 1997.56 (Riigi geodeetilise põhivõrgu kameraalarvutused, AS PLANSERK 1998)
 ellipsoid GRS80

KAARDIPROJEKTSIOON Lambert-Est

Koonuse lõikeparalleelid:

$$B_1 = 58^{\circ}00'$$

$$B_2 = 59^{\circ}20'$$

Koordinaatide algus:

$$B_0 = 57^{\circ}31'03.19415'' \quad L_0 = 24^{\circ}$$

$$x_0 = 6375 \text{ km} \quad y_0 = 500 \text{ km}$$

Jrk. nr	Punkti nr.	x [m]	y [m]
1	66	6456197.123	640569.065
2	322	6455963.664	641408.814
3	329	6455955.202	640529.414
4	330	6456011.732	641279.446
5	EL04	6455927.234	640304.763

Tabel 3. Lähtepunktidena kasutatud Elva linna 2. järgu geodeetilise võrgu punktide tasapinnalised ristkoordinaadid L-EST97.

Tasanduse kaalumisel kasutati empiirilisi *a priori* ruutkeskvigu:

$$m_{Hz} \quad \pm 0.3 \text{ mgon}$$

$$m_s \quad \pm 1.0 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$$

$$m_{tsentreerimine} \quad \pm 1.0 \text{ mm}$$

Võrgu plaanilise tasanduse tulemusel saadi järgmised kokkuvõtvad täpsushinnangud:

$$\text{Vahemaade } a \text{ posteriori täpsus, keskmine: } m_s = \pm 4.7 \text{ mm}$$

$$\text{Suundade } a \text{ posteriori täpsus, keskmine: } m_{Hz} = \pm 0.7 \text{ mgon}$$

$$\text{Koordinaatide } a \text{ posteriori suhteline täpsus, keskmine: } m_x = \pm 1.6 \text{ mm}$$

	m_y	$= \pm 1.5 \text{ mm}$
Asendi täpsus	m_p	$= \pm 2.2 \text{ mm}$
Veaellipsi suurima telje pikkus	m_a	$= \pm 1.7 \text{ mm}$
Koordinaatide <i>a posteriori</i> absoluutne täpsus, keskmine:	m_x	$= \pm 1.8 \text{ mm}$
	m_y	$= \pm 1.5 \text{ mm}$
Asendi täpsus	m_p	$= \pm 2.3 \text{ mm}$
Veaellipsi suurima telje pikkus	m_a	$= \pm 1.8 \text{ mm}$

Tasanduse detailne kokkuvõte koos koordinaatidega on esitatud Lisas 8 (CD, kataloog: \TASANDUS\PLAANILINE).

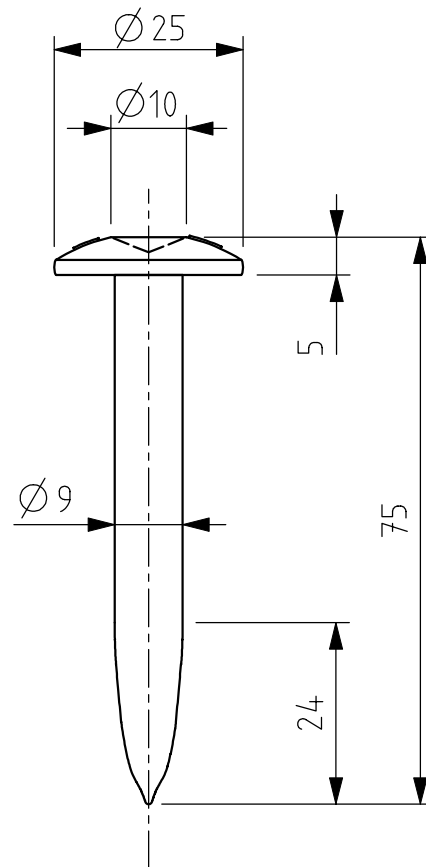
Jrk nr	Punkti nr	ID number	Märgi tüüp	x [m]	y [m]	H [m]
1	350	54-543-350	4623	6456001.162	641086.528	48.384
2	914	54-543-914	1000	6455985.074	640790.734	49.251

Tabel 4. Elva linna uute geodeetiliste punktide tasapinnalised ristkoordinaadid L-EST97 ja kõrgus BK77 süsteemis.

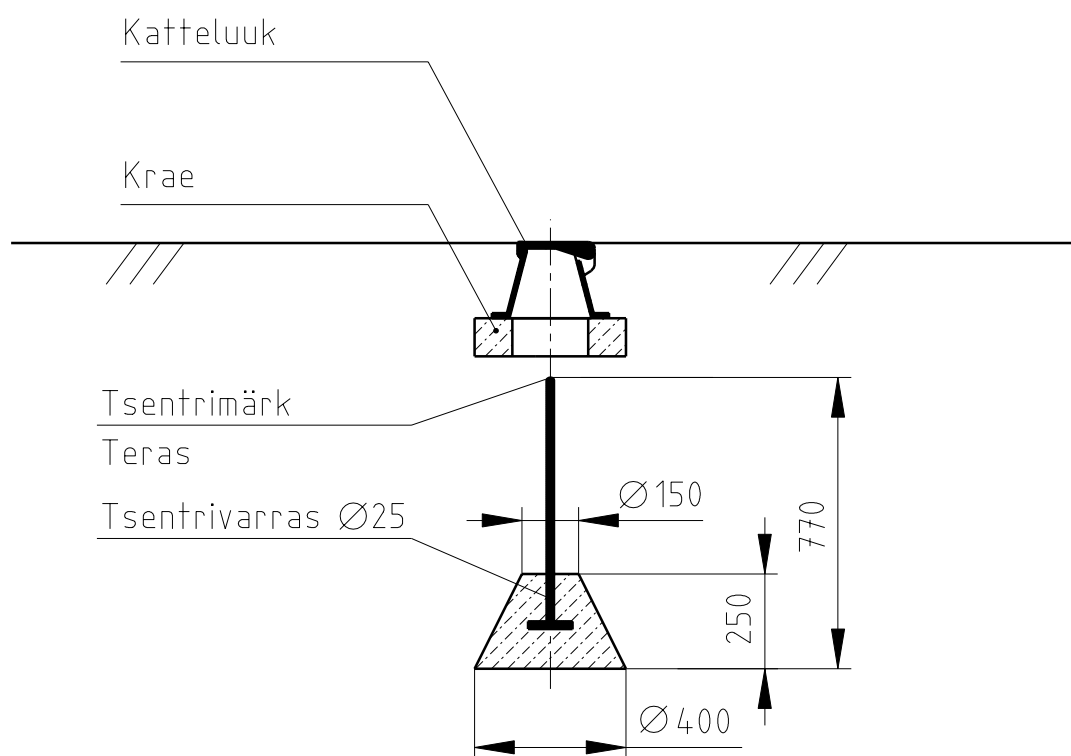
Järgnevatel mõõtmistel ei ole mõistlik kasutada lähtepunktina geodeetilist punkti nr 66, sest käesoleva töö raames tehtud tasandusarvutustest selgus, et lähtepunktide erinevus algkoordinaatidest („Elva linna kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimine ja rajamine.“ AS PLANSERK, 2004) on kuni 15 mm.

Maa-ameti juhendi “Kohaliku plaanilise geodeetilise põhivõrgu rekonstrueerimise ja rajamise juhend” Lisa 1 p.2.1. järgi võib olla 2. järgu põhivõrgu punkti plaanilise asendi keskmine ruutviga $\pm 2 \text{ cm}$.

LISA 1. GEODEETILISTE MÄRGITÜÜPIDE JOONISED

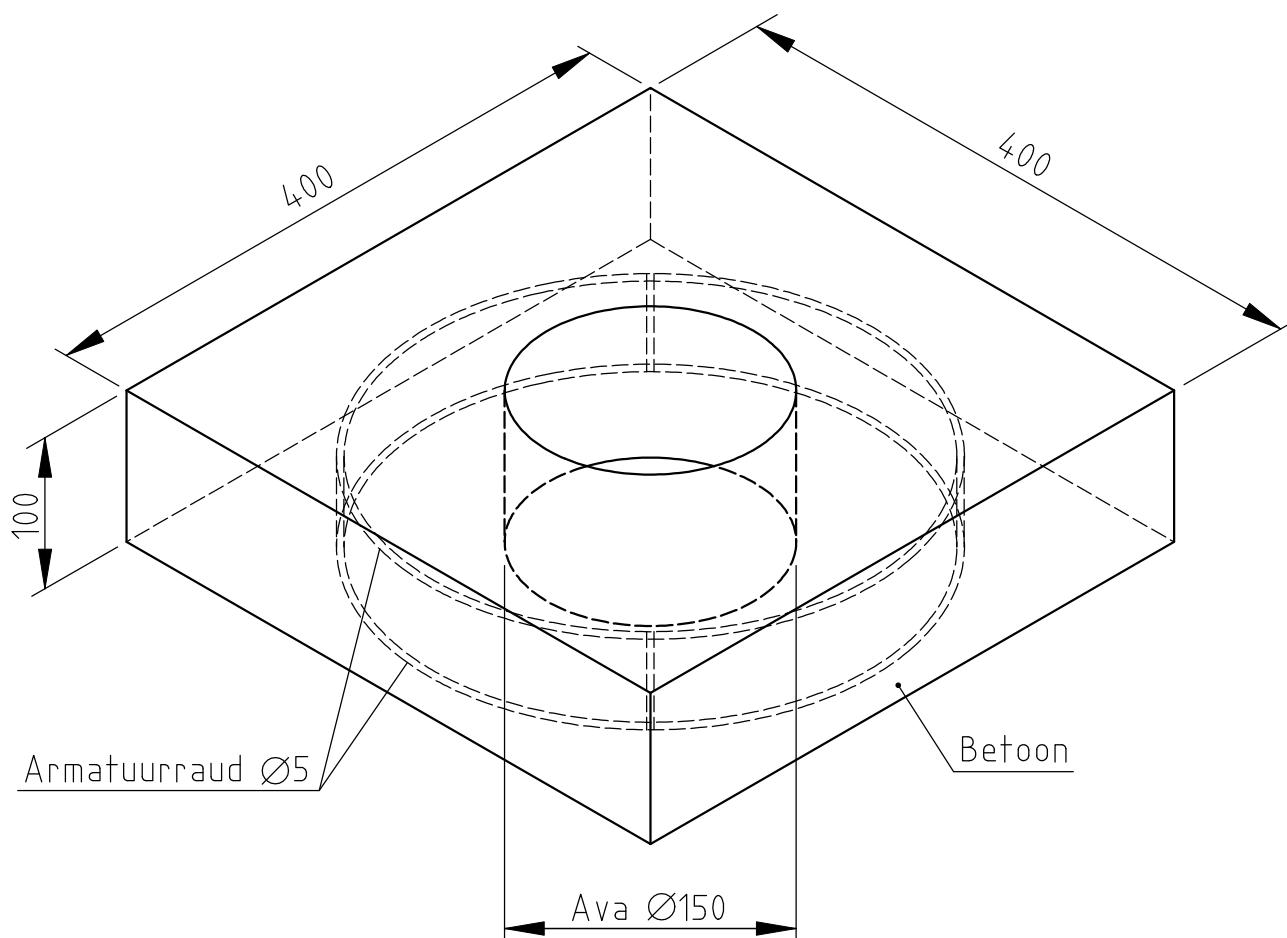


Tüüp 1000 (M 1:1).

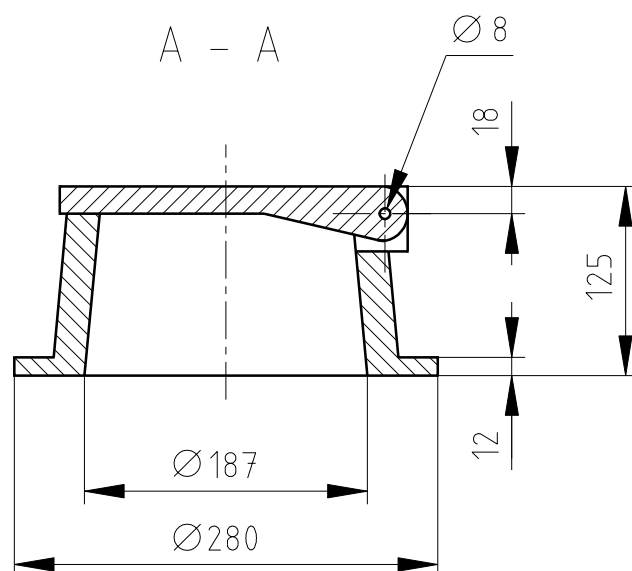
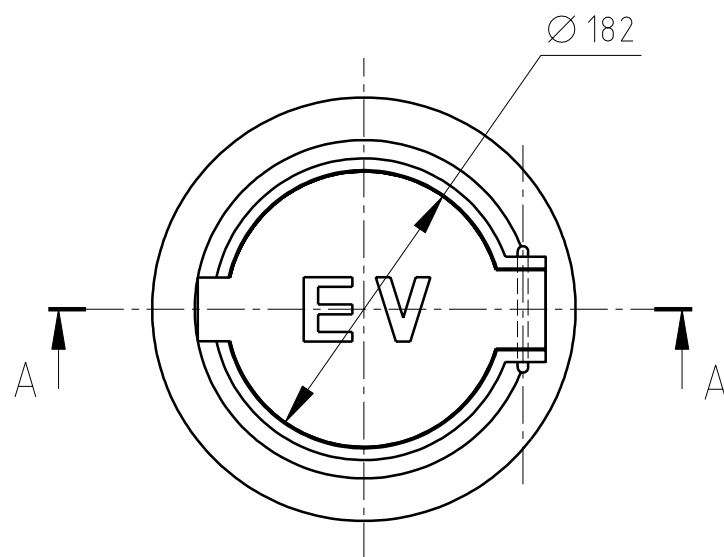


Tüüp 4623 (M 1:20).

LISA 2. GEODEETILISE MÄRGI KONSTRUKTSIOONI JOONISED



Betonkrae (M 1:5).



Katteluuk (M 1:5).

LISA 3. GEODEETILISE MÄRGI ASUKOHA KOOSKÕLASTUS

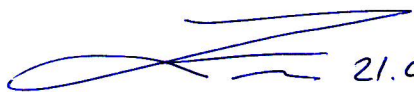


AS PLANSERK



Elva linna geodeetilise võrgu punkti nr 84 ümbertõstmise kooskõlastamine.

(uue märgi number: 350)

Asutus	Kooskõlastuse tingimused
Elva linnavalitsus	Asetada käätsi jälgida sademe torustiku  21.05.2012

Vae 22
Laagri, 76401 Saue vald
Harjumaa
E mail: planserk@planserk.ee
<http://www.planserk.ee>

Tel +372 6 390 300
Fax +372 6 390 301

Ärregistri kood 10166670
a/k 10002009082004
SEB Pank
a/k 221010549424
Swedbank

LISA 4. MÕÕTMISTE SKEEM

LISA 5. GEODEETILISTE MÄRKIDE ASUKOHAKIRJELDUSED

ABRISS

ID nr: 54-543-329

Punkti nr: 329

Tsentri nr: -

Punkti nimi: -

Tähistus: katteluuk

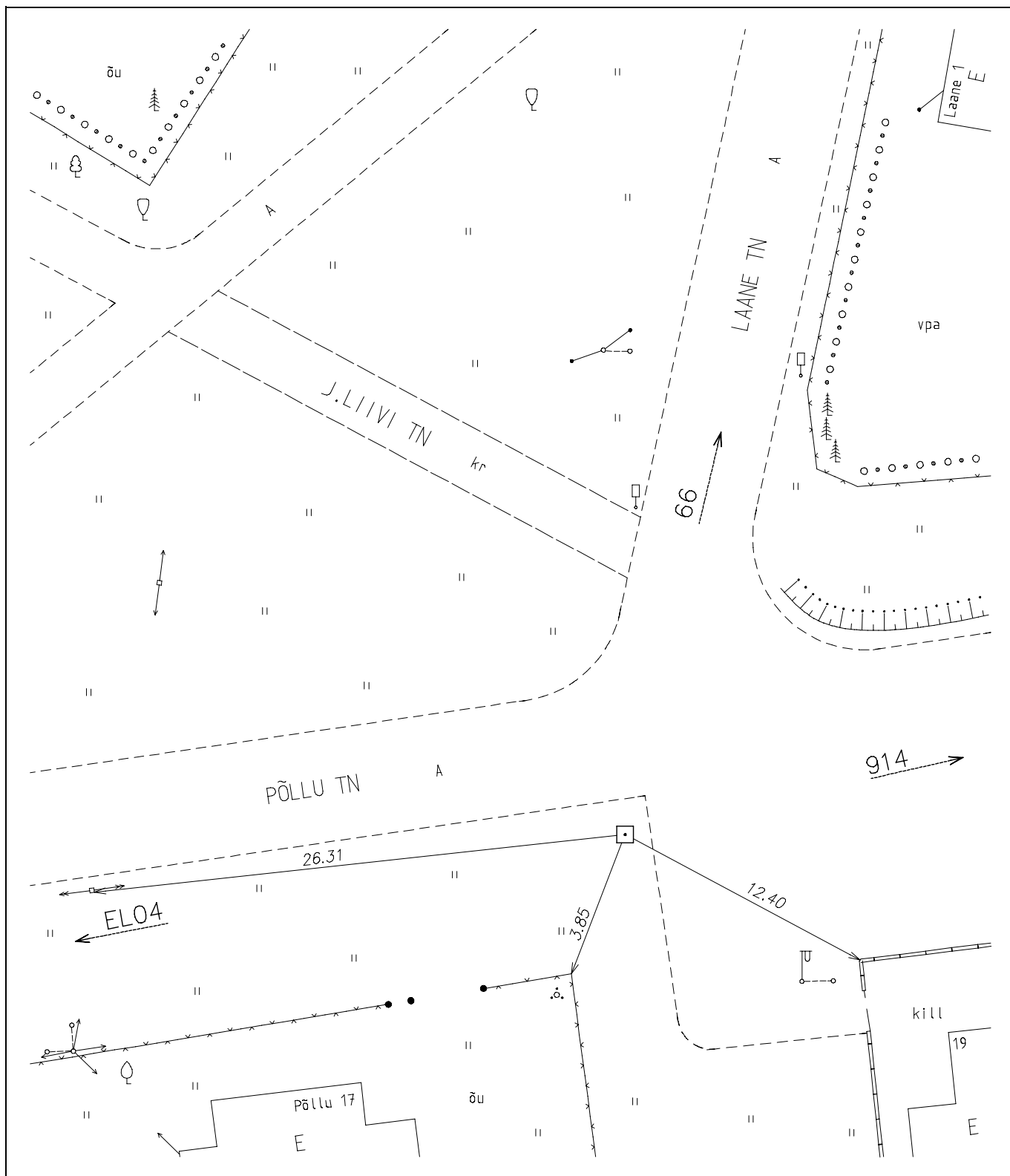
Märgi tüüp: 5030

Kõrgus maapinnast: -0.38 m

Koordinaadid: $x = 6455955$

$y = 640529$

Asukoha kirjeldus: Tartu maakond, Elva. Põllu, J. Liivi ja Laane tn ristmiku juures, Põllu tn ääres rohumaal.



ABRISS

ID nr: 54-543-330

Punkti nr: 330

Tsentri nr: -

Punkti nimi: -

Märgi tüüp: 5030

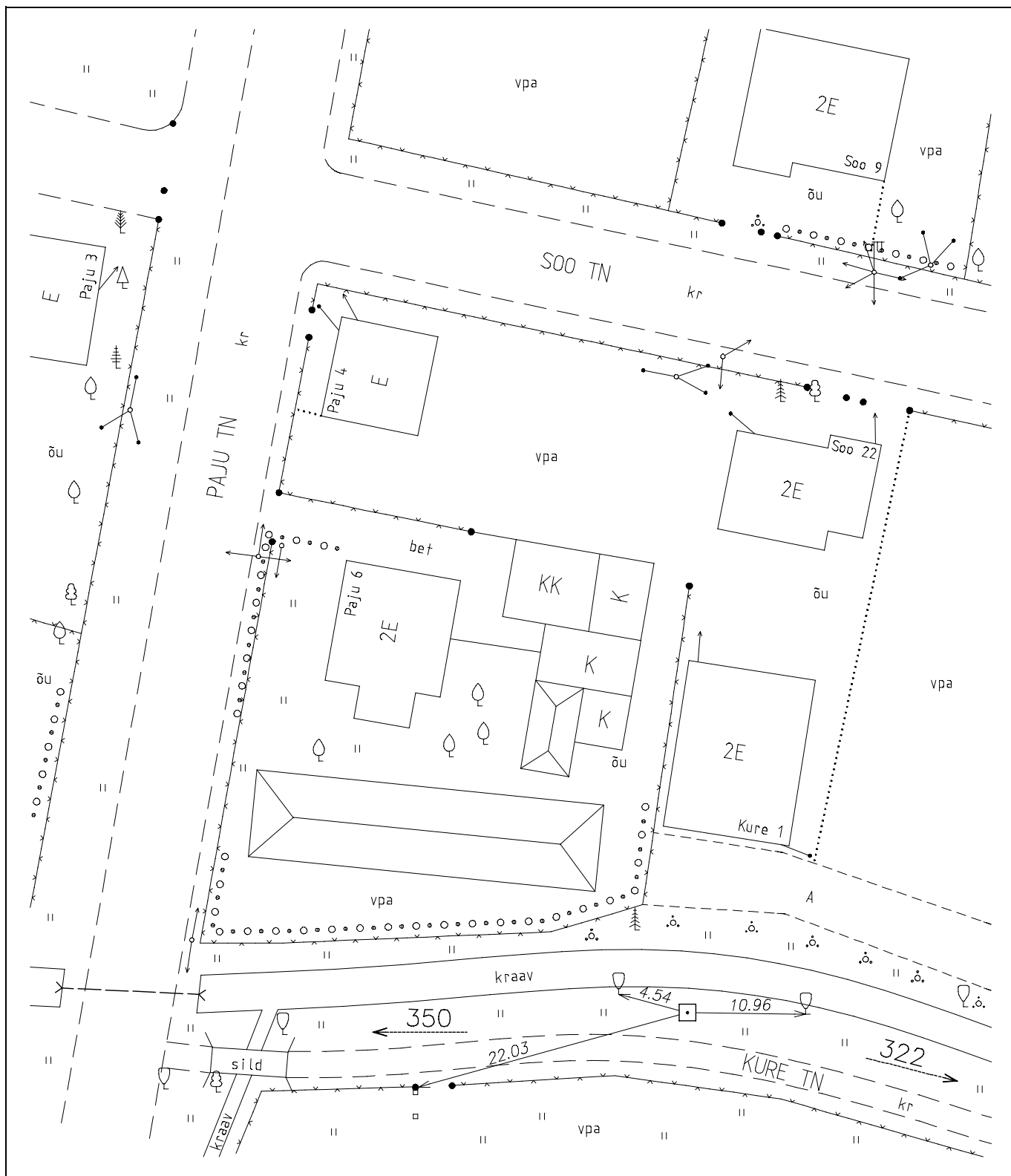
Kõrgus maapinnast: -0.22 m

Koordinaadid: $x = 6456012$

$y = 641279$

Tähistus: katteluuk

Asukoha kirjeldus: Tartu maakond, Elva. Kure tn 1 elamu ees, jalgteel ja kraavi vahelisel rohumaal.



ABRISS

ID nr: 54-543-350

Punkti nr: 350

Tsentri nr: -

Punkti nimi: -

Tähistus: katteluuk

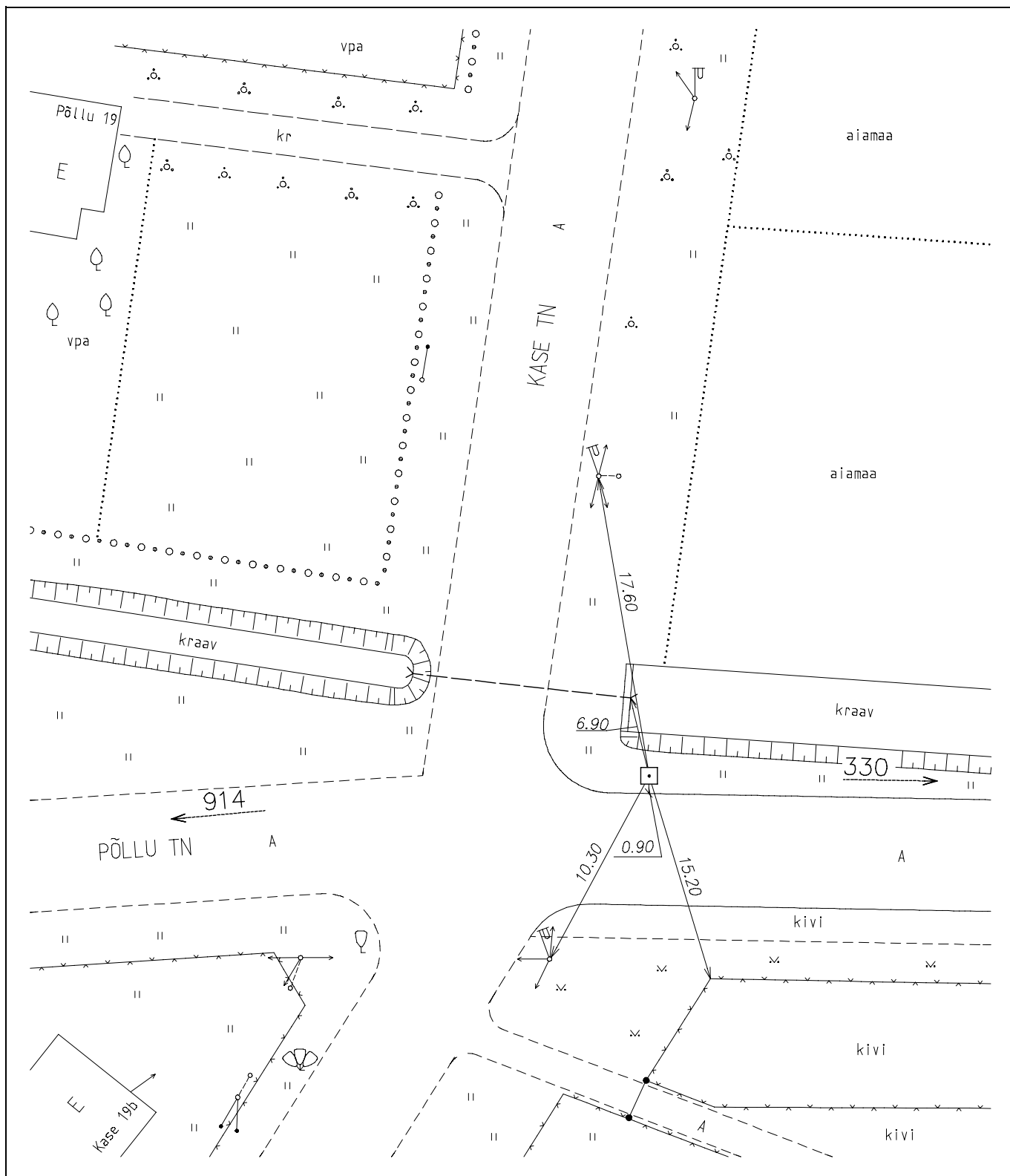
Märgi tüüp: 4623

Kõrgus maapinnast: -0.24 m

Koordinaadid: $x = 6456001$

$y = 641087$

Asukoha kirjeldus: Tartu maakond, Elva. Kase tn ja Põllu tn ristmikul, rohumaal.



ABRISS

ID nr: 54-543-914

Punkti nr: 914

Tsentri nr: -

Punkti nimi: -

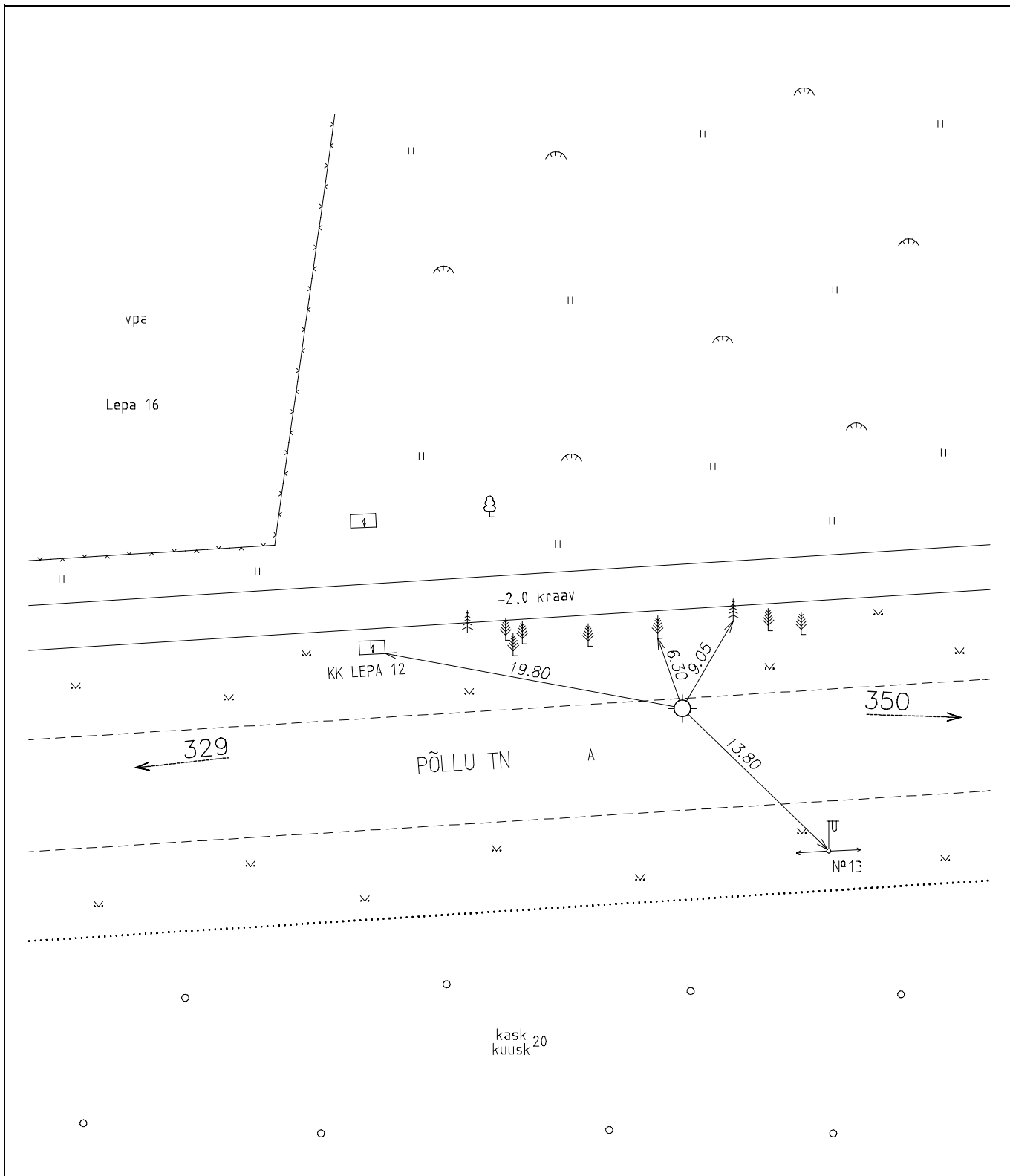
Tähistus: nael asfaldis

Märgi tüüp: 1000

Kõrgus maapinnast: 0.00

Koordinaadid: $x = 6455985$
$$y = 640791$$

Asukoha kirjeldus: Tartu maakond, Elva. Lepa tn ja Põllu tn ristmikult 60 m idas, Põllu tn sõidutee asfaldis.



Koostas: M. Linnamägi
Kuupäev: 06.2012

LISA 6. TOOTEKIRJELDUS

AS "AC-PROJEKT"
Laki 3A
TALLINN EE0006
tel.: 65 63 491
mob.: 8-25-238626

EPITAR

EPOKSÜÜDTÄRV

VÄRVITUUP: EPITAR on kahekomponendiline epoksüüdtärv-
värv.

KASUTAMINE: Kasutatakse krunt- ja pinnavärvina teras-
pindadel epoksüüdvärvimissüsteemis K6. Sobib
ka betoonpindade värvimiseks.

ERIOADUSED: EPITAR moodustab paksu, keemiliselt kindla
kaitsva kihi. Sobib nii sise- kui ka välis-
töödel, samuti maa-alustele ning veealus-
tele objektidele.
Värv vastab Rootsi standardi SS 1852
nõuetele.

KRUNDID INERTA-PRIMER 3; INERTA-PRIMER 5; EPIPLAST-
PRIMER.
NB ! MITTE kasutada koos EPICOLOR-iga!

TEHNILISED ANDMED

Segamissuhe Värviosa 2 mahuosa
Kõvendi 1 mahuosa

Kasutamisaeg, +23°C 6 h

Kuivainesisaldus ca 73 %

Soovitatav kihipaksus	Kuivkiht	Märgkiht	Teoreetiline kattevõime
ja teoreetiline	200 µm	274 µm	3,7 m ² /l
kattevõime	125 µm	171 µm	5,8 m ² /l
	100 µm	137 µm	7,3 m ² /l

ARVUD sõltuvad värvimissüsteemist, pinna
kvaliteedist ning muudest kaateguriitest.

Kuivamisaeg

- tolmukuiv, +23°C 3 h pärast
- katsumiskuiv, + 23°C 8 h pärast
- pealevärvitav:

EPITAR	
+ 10°C	+ 23°C
36 h pärast	16 h pärast

Lahusti, töövahendite INERTA-LAHUSTI (LAHUSTI 9506)
pesu

Läige poolmatt

Värvitoonid must ja pruun



TEKNOS

TEKNOS WINTER OY
PL 107 00371 HELSINKI PUH (09) 506 091

LISA 7. KAUGUSMÕÕTJA KALIBREERIMISE TULEMUSED

MÕÕTEVAHENDI KALIBREERIMINE

Kalibreeritud mõõtevahend	Elektro-optiline kaugusmõõtur
mõõtevahendi tüüp	Leica TC1800
mõõtevahendi number	424905
kalibreerimise kuupäev	13.juuni.09

Meteoroloogilised mõõtmised

õhutemperatuur	COMET S0121 nr 06931437, 06931618, 06931616
õhurõhk	SensorTechnics 144SC0811BARO nr 1760, 17561, 17559
õhuniiskus	COMET S3541 nr 04930596, 04931951, 04931950
tuule kiirus	Schiltknecht MiniAir6 Mini nr 58697, 64603, 64602

Ilm	pilvisus 100 %
keskmine temperatuur, [°C]	14
keskmine õhurõhk, [mb]	1004
keskmine õhuniiskus, [%]	82
keskmine tuule kiirus, [m/s]	0

Kalibreerimismeetod	võrdlusmeetod (vastavalt RÜEGER 1996; Electronic Distance Measurement, Springer-Verlag)
----------------------------	---

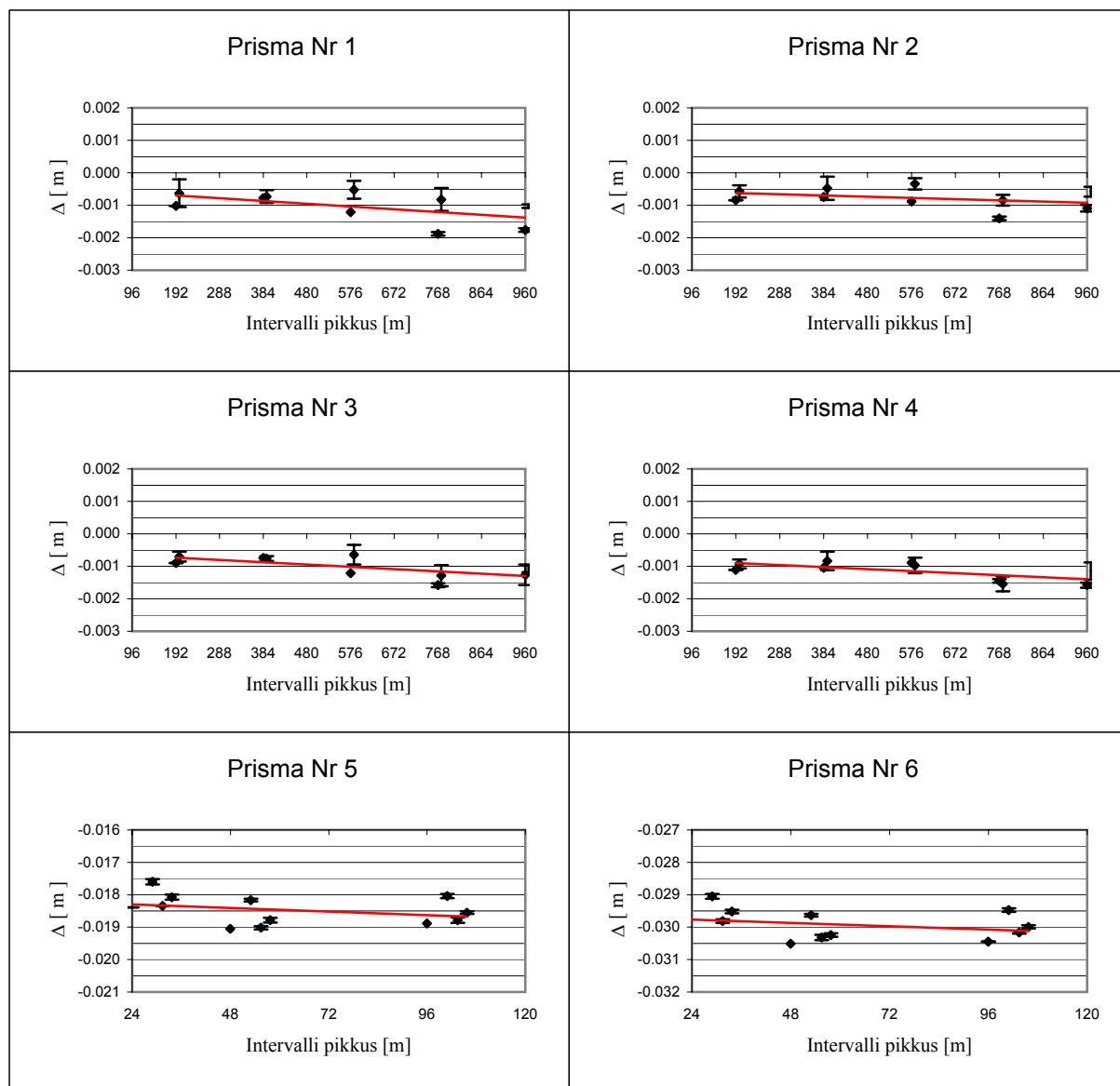
Jälgitavus Vääna baasjoon, mõõdetud 16.10.2008 valguskaugusmõõturiga Kern Mekometer ME5000 (Soome Geodeesia Instituut 2000)
Vääna baasjoon on seotud meetri etaloniga Nummela Standard Baasjoone vahendusel (JOKELA, POUTANEN 1998; The Väisälä baselines in Finland, Publ. of the FGI, no.127)

1. KALIBREERIMISTULEMUSED

Prisma Nr	a [mm]	m_a [mm]	b [ppm]	m_b [ppm]	m_s [mm]
1	-0.5	± 0.3	-0.9	± 0.5	± 0.4
2	-0.5	± 0.2	-0.4	± 0.4	± 0.3
3	-0.6	± 0.2	-0.7	± 0.3	± 0.2
4	-0.8	± 0.2	-0.6	± 0.3	± 0.2
5	-18.2	± 0.3			
6	-29.7	± 0.3			

$parand [mm] = a + b \cdot D [km]$
D - mõõdetud vahemaa

2. BAASJOONE INTERVALLIDE JA MÕÕTMISTULEMUSTE ERINEVUSED, INTERVALLI MÕÕTMISE KORDUVUS, LINEAARREGRESSIOONI SIRGE



3. BAASJOONE INTERVALLIDE MÕÕTMISE KOONDTABEL

i - punkti number; instrument

j - punkti number; prisma

D_{ij} - mõõdetud vahemaa (kuue mõõtmise keskmine)

D'_{ij} - korrigeeritud vahemaa (esimene kiiruse korrigeerimine)

Δ - erinevus korrigeeritud vahemaa ja baasi intervalli vahel

i	j	Aeg [hh:mm]	Prisma Nr	D_{ij} [m]	D'_{ij} [m]	Δ [m]
5	6	13:53	6	23.9210	23.9211	-0.0299
5	6	13:43	5	23.9325	23.9326	-0.0184
4	6	15:26	6	28.8989	28.8990	-0.0291
4	6	15:28	5	28.9103	28.9105	-0.0176
3	6	15:13	6	31.4161	31.4163	-0.0298
3	6	15:11	5	31.4276	31.4278	-0.0183
2	6	15:40	6	33.6542	33.6544	-0.0295
2	6	15:38	5	33.6656	33.6658	-0.0181
5	7	13:52	6	47.9467	47.9469	-0.0305
5	7	13:46	5	47.9581	47.9584	-0.0191
4	7	15:24	6	52.9246	52.9248	-0.0296
4	7	15:29	5	52.9360	52.9363	-0.0182
3	7	15:14	6	55.4419	55.4422	-0.0303
3	7	15:09	5	55.4532	55.4535	-0.0190
2	7	15:42	6	57.6797	57.6800	-0.0302
2	7	15:37	5	57.6912	57.6915	-0.0188
5	8	13:50	6	95.9559	95.9564	-0.0304
5	8	13:48	5	95.9675	95.9679	-0.0189
4	8	15:22	6	100.9339	100.9344	-0.0295
4	8	15:31	5	100.9453	100.9458	-0.0180
3	8	15:17	6	103.4512	103.4518	-0.0302
3	8	15:07	5	103.4626	103.4631	-0.0188
2	8	15:44	6	105.6891	105.6897	-0.0300
2	8	15:35	5	105.7006	105.7011	-0.0186
5	9	13:59	4	192.0044	192.0052	-0.0011
5	9	13:54	1	192.0045	192.0053	-0.0010
5	9	13:58	3	192.0046	192.0054	-0.0009
5	9	13:55	2	192.0046	192.0055	-0.0008
3	9	15:03	4	199.4994	199.5005	-0.0009
3	9	15:02	3	199.4996	199.5007	-0.0007
3	9	15:00	1	199.4997	199.5008	-0.0006
3	9	15:01	2	199.4998	199.5009	-0.0006
5	10	14:05	4	384.0082	384.0100	-0.0010
5	10	14:00	1	384.0084	384.0103	-0.0008
5	10	14:02	2	384.0085	384.0103	-0.0007
5	10	14:04	3	384.0085	384.0103	-0.0007
3	10	14:58	4	391.5030	391.5053	-0.0008
3	10	14:56	3	391.5032	391.5054	-0.0008
3	10	14:53	1	391.5032	391.5054	-0.0007
3	10	14:54	2	391.5034	391.5057	-0.0005
5	11	14:10	3	576.0103	576.0130	-0.0012
5	11	14:07	1	576.0104	576.0131	-0.0012
5	11	14:11	4	576.0105	576.0134	-0.0009
5	11	14:08	2	576.0106	576.0134	-0.0009

i	j	Aeg [hh:mm]	Prisma Nr	D_{ij} [m]	D'_{ij} [m]	Δ [m]
3	11	14:52	4	583.5050	583.5084	-0.0010
3	11	14:50	3	583.5054	583.5087	-0.0006
3	11	14:47	1	583.5053	583.5088	-0.0005
3	11	14:49	2	583.5056	583.5090	-0.0003
5	12	14:12	1	768.0048	768.0086	-0.0019
5	12	14:16	3	768.0047	768.0089	-0.0016
5	12	14:17	4	768.0047	768.0091	-0.0015
5	12	14:14	2	768.0051	768.0091	-0.0014
3	12	14:45	4	775.4993	775.5041	-0.0015
3	12	14:43	3	775.4995	775.5043	-0.0013
3	12	14:41	2	775.5000	775.5048	-0.0008
3	12	14:39	1	775.4999	775.5048	-0.0008
5	13	14:19	1	960.0110	960.0166	-0.0018
5	13	14:25	4	960.0108	960.0168	-0.0016
5	13	14:23	3	960.0112	960.0171	-0.0013
5	13	14:21	2	960.0113	960.0173	-0.0011
3	13	14:37	4	967.5063	967.5124	-0.0011
3	13	14:35	3	967.5062	967.5124	-0.0011
3	13	14:31	1	967.5064	967.5125	-0.0010
3	13	14:33	2	967.5065	967.5129	-0.0006

Peainsener _____ A.Rüdja

**LISA 8. VAATLUSANDMED JA ANDMETÖÖTLUS;
ARUANDE TEKST PDF FORMAADIS (CD)**

Käesolevas aruandes on nelikümmend neli (44) nummerdatud lehte.

Juuni 2012. a. /Kristi Kibuvits