

EESTI GEODEETIDE ÜHINGU VÄLJAANNE

GEODEET



Nr. 5 (29)

1993

EESTI GEODEETIDE ÜHINGU VÄLJAANNE

GEODEET

Nr. 5 (29)

Riigi Maa-ameti Geodeesia ja Kartograafia Osakonna

erinumber

TALLINN 1993



Ajakirjas avaldatud andmete õigsuse eest vastutab artikli autor ehk nagu vanasti öeldi - vastutab iga kaastööline oma täie nimega.

S I S U K O R D

Esimesed sammud. L. Tamme	3
Kaardistamis- ja kartograafiatööd 1992.a. H. Potter	10
Eesti põhivõrkude rekonstrueerimine. U. Mets	13
GPS. A. Rüdja	18
Geoinfosüsteem ARC/INFO. P. Krusberg	28
Algamas on uus Rootsi aeg Eesti kaardistamisel. H. Potter ...	33
Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde litsentseerimisest. S. Kiiv	36
Geodeesia ja Kartograafia Nõukogu. A. Juske	40
Astronoomilis-geodeetilise põhivõrgu rajamine Eestis aastail 1926-1940. U. Mets	42
Ottomar Douglas - 100. I. Treikelder	55
Eesti lõunapiiri rajamisest kahe maailmasõja vahel. A. Juske	59
Kroonika	61
Uhe Riia komanderingu aruanne. H. Potter	61
Elukutse - maamõõtja	62
Piiril tehti ajalugu. A. Juske	62
Koostööst Taani firmaga SCANKORT	64
Rahvusvaheline teadusajaloo konverents Tartus	64
Rahvusvaheline sümposium Tallinnas	65
Projekt. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemise ja finantseerimise ning topograafiliste kaartide, geodeetiliste ja gravimeetriliste andmete kasutamise ajutine kord	66

C O N T E N T S

First steps. L. Tamme	3
Charting and cartographic work in 1992. H. Potter	10
Reconstruction of the main network of Estonia. U. Mets	13
GPS. A. Rüdja	18
Geoinfo system ARC/INFO. P. Krusberg	28
A new period of Swedish rule is beginning in charting Estonia. H. Potter	33
Licensing geodesical and cartographic work. S. Kiiv	36
Council of geodesy and cartography. A. Juske	40
Establishment of astronomic geodesical network in Estonia from 1926 to 1940. U. Mets	42
Ottomar Douglas - 100-th anniversary. I. Treikelder	55
Foundation of the southern border of Estonia between the two world wars. A. Juske	59
Chronicle	61
Report of one business trip to Riga	61
Profession - surveyor	62
Historic events took place on the frontier	62
Co-operation with the Danish firm SCANKORT	64
International conference of science history in Tartu	64
International Symposium in Tallinn	65
Temporary instruction of carrying out and financing geodesical and cartographic work and using the geodesical and gravimetrical information and that of topographical maps	66

Esimesed sammud

Lembit Tamme

1940.a. likvideeris nõukogude võim Eesti geodeesia- ja kartograafiateenistuse. Tööde monopol läks NSV Liidu MN Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsusele. Eesti ettevõtetele lubati teha mõõdistamistöid ainult inseneruuringuteks. Salastamise eesmärgil kehtis range töölubade süsteem, millega kaasnes ettevõtete jagamine erinevate tööalaste õigustega gruppideks. Tulemuseks oli Eesti geodeetide ja kartograafide kaadri ning tootmisettevõtete hääbumine.

1990.a. moodustati valitsuse maapoliitika teostamiseks Riigi Maa-amet. Teiste ülesannete kõrval pandi Maa-ametile ka riiklike geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemine ning järelevalve. Selleks moodustati 3 töötajast koosnev geodeesia ja kartograafia osakond, milles nüüd töötab 5 inimest.

I. Põhikaardi programm

Tegevust alustas osakond Eesti põhikaardi programmi koostamisega. Töös osales 11 Eesti ettevõtet. Valmis kompleksprogramm, milles käsitleti Eesti geodeetilise (plaanilise, kõrguselise, gravimeetrilise) võrgu rekonstrueerimist ja põhikaardi valmistamist.

Kavandatud põhikaart on loodava Eesti kaardisüsteemi alus. Ta peab rahuldama uurimis- ja projekteerimistööde, registre, loodusvarade uuringute, riigikaitse ja elanikkonna vajadusi. Kaardi põhimõõtkava on 1:10 000, kuid tänu suurele geomeetrilisele täpsusele on võimalikud ka suurendused mõõtkavasse 1:5 000. Elanikkonnale trükitakse kaart mõõtkavas 1:20 000. Olenevalt reljeefi iseloomust kujutatakse horisontaalid löikevahega 2,5 m ja 5 m. Infosüsteemide loomiseks valmistatakse kaardi

digitaalvariant. Kaart koosneb 550 kaardilehest, mõõtmetega 50 x 50 cm. Üldine kaardipind on ligikaudu 160 m².

Projekti kohaselt kaetakse Eesti territoorium (55 000 km² kaardistatavat pinda) põhikaardiga aastatel 1991-2005. Kaardistatakse 3 000 kuni 4 000 km² suuruste objektidena (joon. 1). Kaardistamistööde maksumuseks koos põhivõrkude rekonstrueerimisega oli 1990.a. hindades 23 milj. rbl. ja 9 milj. Soome marka (seadmed).

1991.a. tehti algust kaardistamistöödega Türi objektil ja käesoleval ajal on tööde seis järgmine:

1. Lõpetatud on I klassi plaanilise võrgu 1. etapi tööd, tihedusega 1 punkt 1050 km²-le. Võrgu lõplikuks tiheduseks on planeeritud 1 punkt 700 km²-l.

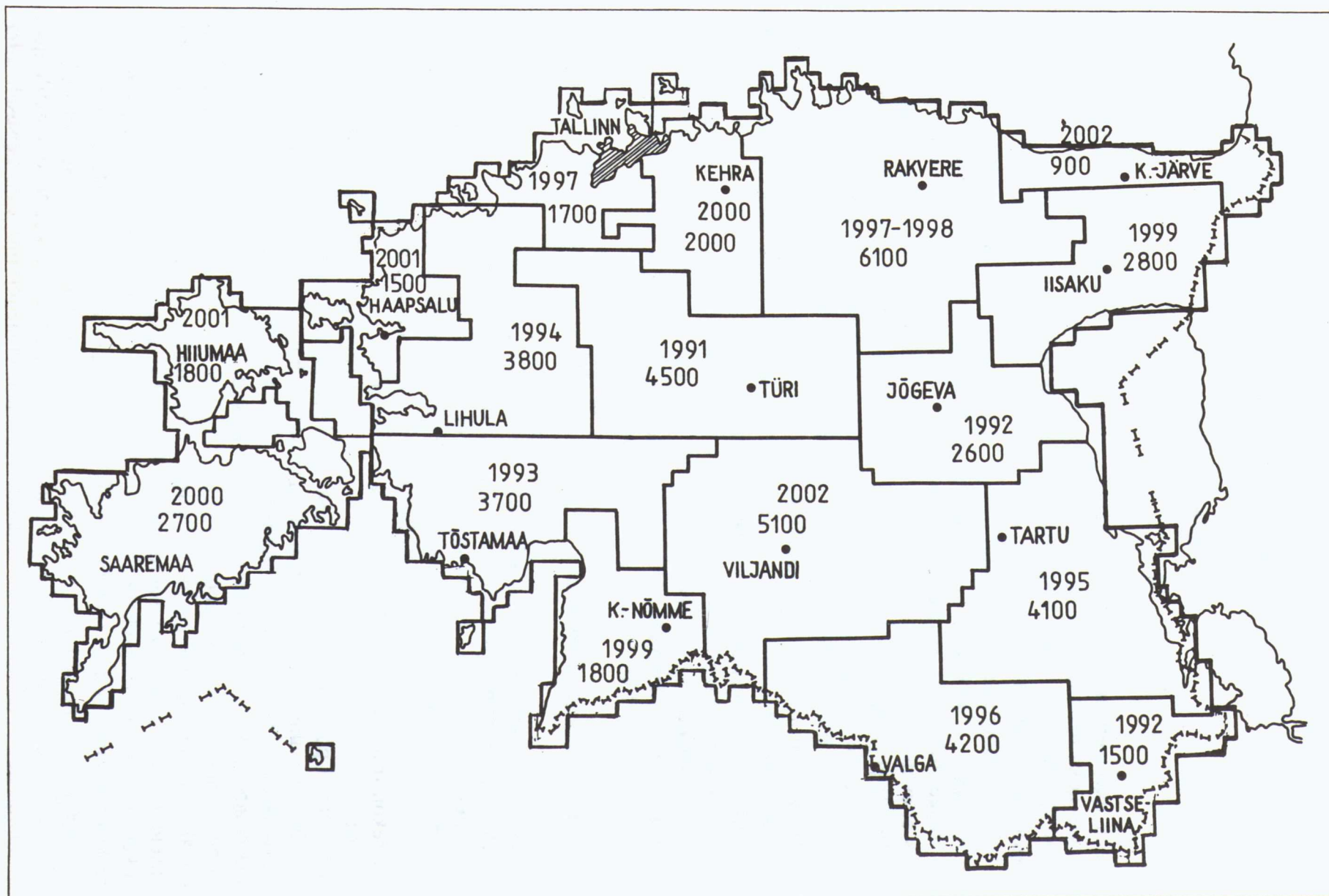
2. EUREF, BAL projekti raames on I klassi plaaniline võrk seotud Eruoopa võrguga.

3. Lõpetatud on II klassi plaanilise põhivõrgu rajamine Vastseliina objektil, tihedusega 1 punkt 15 km²-le. Ettevalmistustöödega (märkide ülevaatus ja paigaldamine) on alustatud Jõgeva, Tõstamaa ja Valga objektidel.

4. Lõpetatud on 5-st punktist koosneva I klassi gravimeetrilise võrgu mõõtmine ja selle sidumine Soome võrguga.

5. Tehtud on I ja II klassi nivelleerimiskäikude ülevaatus ning määratud kindlaks rohkem kui 1700 reeperi tehniline olukord. Koostatud on reeperite kirjeldused, kartoteegid ja skeemid.

6. Lõpetatud on NSV Liidu plaanilise põhivõrgu ümberarvestus 1942.a. koordinaatide süsteemist Euroopa süsteemi GRS 80. On saadud rohkem kui 4000 punktile uued töökoordinaadid, mis oma täpsuselt rahul-



Joonis 1. Põhikaardistamise objektid. (Objekti nimetus, kaardistamise aasta, objekti pindala km²-s)

davad piiristamistööde nõudeid. Käesoleval ajal toimub kataloogide lõplik vormistamine.

7. Lõpetamisel on põhikaardistamise välitööd Türi objektil.

8. 1993.a. kevadel tegid Taani firmad Kampsax Geoplan ja Scankort Jõgeva ja Vastseliina objektil 4 000 km² aeropildistamist.

Arvestades põhikaardistamise kogemusi võime nentida, et programmi realiseerimine aastaks 2005 ei ole reaalne. Piduriks on raha ja tootmisbaasi (seadmed, kaader) puudus.

Põhikaardistamistööde kiirendamiseks on Soome firma FM-International OY (Finnmap) ja Riigi Maa-ameti ühistööna valminud uus tööde projekt. Selle kohaselt on tööde maksumuseks 63,5 milj. krooni, millest 20 % kaetakse Eesti riigieelarvest, 64 % Põhjamaade abina ja 16 % seadmete soetamiseks tehtava pikaajalise välislaenuga. Projektile on teinud ekspertiisi Soome Maamööduvalitsus ja hinnanud kaardistamise tehnoloogia kaasaegseks ning maksumuse optimaalseks. Projektist informeeriti Eesti Põllumajandusministeeriumi, kes ei pidanud aga selle realiseerimist otstarbekaks.

Käesoleval ajal koostatakse põhikaardistamise uut projektvarianti. Uueks täiendavaks koostööpartneriks on saanud Taani firma Kampsax Geoplan, kes 1993.a. kevadel tegi oma riskivahendite arvel Jõgeva objekti aeropildistamise (maksumus ca 0,45 milj. Eesti krooni). Firma valmistab ka ortofoto- ja digitaalkaartide näidiseksemplarid. Projekti põhiidee seisneb selles, et kalleid seadmeid ja töötajate kõrget kvalifikatsiooni nõudvaid tööoperatsioone teevad Soome ja Taani firmad, meile jõukohaseid töid Eesti ettevõtted. Välisfirmades tehtavaid töid finantseeritakse riikidevahelise abi korras, pöörates suurt tähelepanu Eesti spetsialistide koolitusele.

II. Eesti kartograafia arengukava

Eesti kartograafiasüsteemi arengukava väljatöötamise aluseks oli Eesti Vabariigi valitsuse 16. juuli 1991.a. määrus "Vabariigi ministeeriumide, riiklike ametite ja kohalike omavalitsuste organite töö kohta haldusreformi läbiviimisel".

Riigi Maa-ameti, Eesti Geodeetide Ühingu ja Tartu Ülikooli poolt koostatud arengukava kohaselt finantseerivad kartograafilisi töid riik, omavalitsused ning erakapitalile rajatud ettevõtted. Seega jaguneb tekkiv **kartograafiasüsteem riiklikuks, kohalikuks ja eraalgatuslikuks**.

Riiklike topograafiliste kaartide hulka kuuluvad esmajärjekorras:

- põhikaart,
- baaskaart,
- ülevaatekaart,
- standardkaart.

Riiklike topograafiliste kaartide põhjal valmistatakse **riiklikud teemakaardid**. Neist olulisemad on:

- katastrikaart,
- merekaart,
- lennukaart,
- kaitsevägekaart,
- koolikaart.

Omavalitsuse kaartide hulka kuuluvad linnaplaanid, rajatiste ja kruntide detailplaanid. Siin on riigi ülesandeks ühtse kohustusliku normatiivbaasi loomine. Riiklike vahenditega rajatakse ka asulates või nende vahetus läheduses geodeetiline põhivõrk, millele tuginevad kohalikud võrgud.

Kõigi nende ülesannete lahendamiseks peaksid omavalitsused moodustama neile alluvad geodeesia- ja kartograafiateenistused.

Eraalgatuslikud kaardid on üldreeglina temaatilised – sport, turism, liiklus, vaatamisväärsused ning nende arv sõltub nõudlusest.

Kõigi kaardiprogrammide realiseerimiseks on vajalikud spetsiifilised **tehnoloogilised programmid**. Nendest olulisemad:

- aeropildistamine,
- fotogramm-meetria,

- hüdrograafia,
- kosmoseinfo,
- digitaalkaart.

Eesti kartograafiasüsteemi väljaarendamiseks on veel vajalikud järgmised eriprogrammid:

- endise NLiidu kaartide kasutamine,
- kartograafia tootmisüksuste loomine,
- geodeesia- ja kartograafiafondide loomine,
- autori ja tellija õiguste kaitsmine,
- spetsialistide koolitamine.

Väljatöötatud arengukava ei ole jäänud riivil seisvaks juhenddokumendiks. Valitsus ja ametkonnad on alustanud selle realiseerimist. Nii moodustati vabariigi valitsuse 12. märtsi 1993.a. määrusega RAS "Eesti Maaparandusprojekt" Tallinna osakonna baasil RE "Eesti Kaardikeskus". Ettevõtte põhitegevuseks on põhivõrkude rajamine, topograafiliste ja teemakaartide valmistamine. Eraalgatusliku geodeesia- ja kartograafiaalase tegevuse edendamiseks on välja antud 34 tegevuslitsentsi. Alustatud on plaanilise, kõrguselise ja gravimeetrilise võrgu rekonstrueerimist. Valminud on Eesti ülevaatekaart mõõtkavas 1:200 000. Toimuvad põhikaardistamistööd Türi, Vastseliina ja Jõgeva objektidel. Maa-ameti ja "Eesti Kaardikeskuse" koostööna on valminud tehnoloogiline programm "Fotogramm-meetria". Koostöös Rootsi Kosmosekorporatsiooniga on alanud mõõtkavas 1:500 000 baaskaardi valmistamine. Loodud on Riigi Maa-ametis geodeesia- ja kartograafiafond. Maa-, Lennu- ja Veeteede Ametid on alustanud maakatastri-, lennu- ja merekaartide tellimist ja valmistamist. Lahendamist vajavad esmajoonel digitaalkartograafia, spetsialistide koolituse ja kaartide kirjastamise küsimused.

Tagasihoidlikuks on jäänud geodeesia- ja kartograafiaalane tegevus omavalitsuste tasandil. Ilmselt pole omavalitsused tajunud vastava teenistuse vajalikkust. Kindlasti on aga puudus ka rahalistest vahenditest ning

riiklikust nõustamisest. Nimetatud probleemi lahendamisele peaks kaasa aitama vastloodud ametkondadevaheline Geodeesia ja Kartograafia Nõukogu.

III. Eesti Vabariigi Ülemnõukogu otsus

Ülemnõukogu Keskkonnakomisjoni ja Riigi Maa-ameti koostööna nägi 13. veebruaril 1992.a. ilmavalgust geodeesia- ja kartograafiaalast tegevust reguleeriv Ülemnõukogu otsus.

Selle alusel lõpetati Eesti territooriumi kaartide, geodeetiliste ja gravimeetriliste andmete salastamine ning määrati kindlaks nende omandivorm.

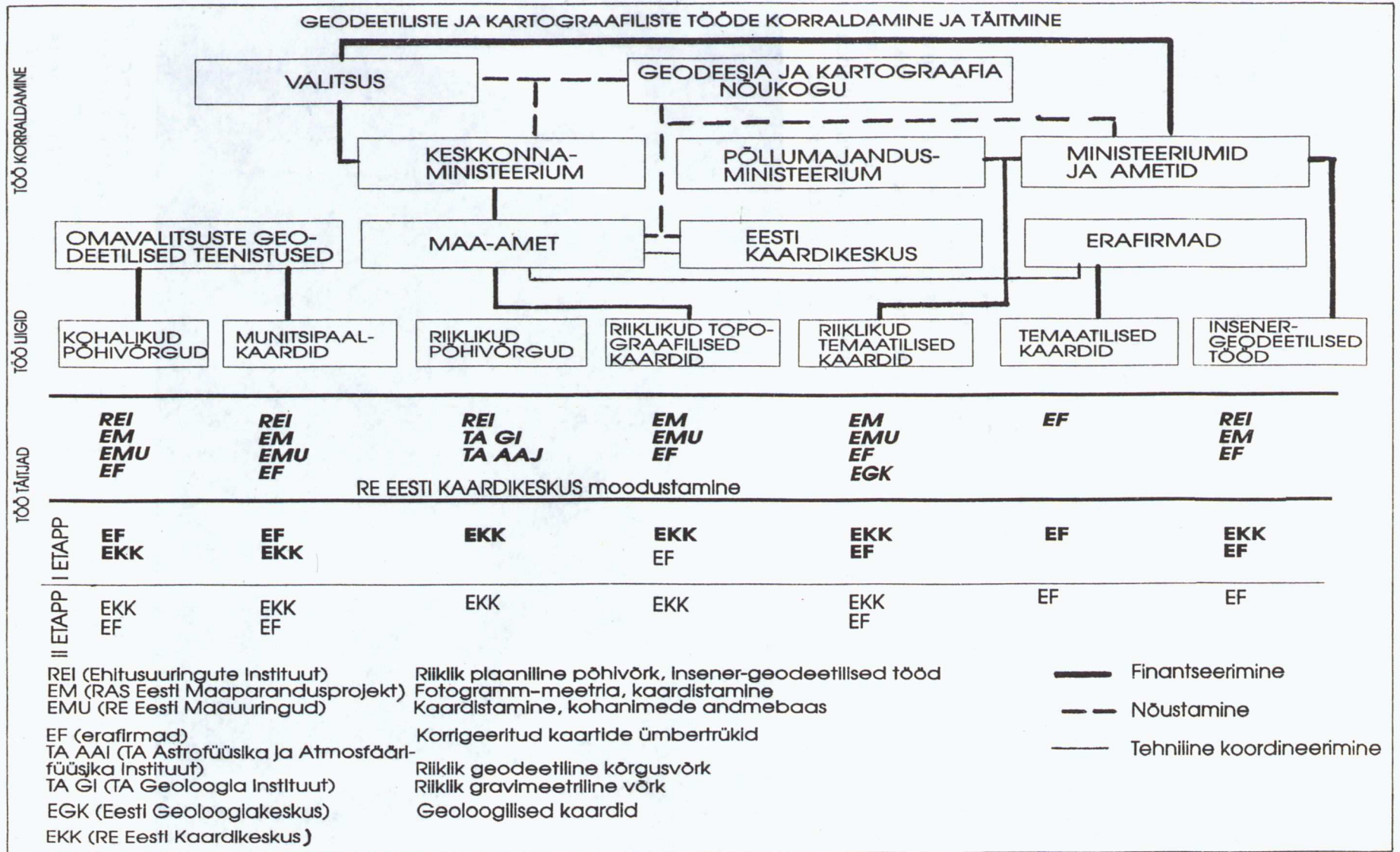
IV. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde ajutine kord

13. veebruari 1992.a. Ülemnõukogu otsus kohustas Eesti Vabariigi valitsust kahe kuu jooksul välja töötama geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemise, finantseerimise ja nende materjalide kasutamise korra.

21 Eesti ministeeriumi, ameti ja organisatsiooniga kooskõlastatud ajutist korda arutati esmakordselt 27. juulil 1992.a. toimunud valitsuse istungil.

Valitsus otsustas esitatud projekti mitte vastu võtta. Kohustati nelja ministrit, üht valitsusnõunikku ja ühe ameti peadirektorit kõnealust ajutist korda täpsustama ning esitama uuesti valitsusele läbivaatamiseks.

Ministrite esindajad ja Maa-amet kui projekti autor koostasid tööde ajutise korra uue redaktsiooni. Valitsuse ja ministrite vahetus on aga kaasa toonud projekti läbivaatamise ja kooskõlastamise uue pika rea. Senini on ministeeriumide ja ametkondade poolt antud projektile erinevaid hinnanguid. Et viimase variandiga saaksid tutvuda ka erialaspetsialistid, on see avaldatud ajakirja käesolevas numbris. Arvamused ja ettepanekud sõltumata sellest, kas projekt on valitsuse poolt kinnitatud või mitte, saata



Joonis 2. Ametkonna struktuur.

Maa-ameti geodeesia ja kartograafia osakonnale.

V. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde korraldus

Eesti riiklik geodeesia- ja kartograafia-teenistus on eksisteerinud kolm aastat Riigi Maa-ameti geodeesia ja kartograafia osakonnana. Geodeesia- ja kartograafiasüsteemi väljaarendamisel on lähtunud kolmest dokumendist:

1. Eesti Vabariigi 13. veebruari 1992.a. Ülemnõukogu otsusest, mis määras kindlaks geodeetiliste ja kartograafiliste materjalide omandivormid. Tulenevalt sellest on püütud kujundada ka "kolmetasandilist" töökorraldust ja finantseerimist: riik, omavalitsused, erafirmad (joon. 2).

Riigieelarvelise finantseerimise vahendajaks on olnud Riigi Maa-amet ja ministeeriumid. 1993.a. finantseerib Maa-amet riiklike geodeetilisi ja kartograafilisi töid 4,2 milj. krooni ulatuses. Kui suures summas finantseerivad neid töid teised ministeeriumid, ei ole teada ja see on väljakujunenud töökorralduse puuduseks. Sellele peaks leidma lahenduse ametkondadevaheline Geodeesia ja Kartograafia Nõukogu.

2. Põhikaardi programm määras kindlaks geodeesia ja kartograafia lähiülesanded. Selleks on riiklike põhivõrkude rekonstrueerimine ja põhikaardi valmistamine.

3. Eesti kartograafia arengukava täpsustas lähiaastate tööde teematikat. Põhikaardi programmi ja kartograafia arengukava alusel saadi joonisel 2 toodud tööliigid, milledele on lisandunud insener-geodeetilised tööd.



Joonis 3. Riigi Maa-ameti Geodeesia ja Kartograafia Osakonna töötajad. Vasakult: Peep Krusberg (peaspetsialist), Heiki Potter (peakartograaf, osakonna juhataja asetäitja), Lembit Tamme (osakonna juhataja), Sirje Kiiv (spetsialist), Andres Rüdja (peaspetsialist), Uno Mets (peaspetsialist), Mart Pork (peaspetsialist).

Saksa spetsialistide hinnangu kohaselt vastab meil väljakujunenud geodeetiliste ja kartograafiliste tööde korraldus ja täitmine klassikalisele skeemile. Erandiks on Geodeesia ja Kartograafia Nõukogu olemasolu ja "Eesti Kaardikeskuse" kahepoolne (Maaamet ja Põllumajandusministeerium) tehniline koordineerimine. Viimane on sisuline vastuolu, mis on lahendatav kaardikeskuse üleviimisega Keskkonnaministeeriumi alluusse.

Peale "Eesti Kaardikeskuse" moodustamist on meil, vastavalt joonisel 2 toodud skeemile, kaks põhilist töötäitjat: kaardikes-

kus ja erafirmad. Kaardikeskusel on monopol riiklike põhivõrkude rajamisel, erafirmadel insener-geodeetilistel töödel. Erafirmad võivad osaleda "Eesti Kaardikeskuse" allettevõtjatena riiklike topograafiliste kaartide valmistamisel. Kõigil teistel aladel on kaardikeskus ja erafirmad konkurentideks, mis peaks soodustama geodeesia- ja kartograafiaalase tootmise arengut.

Viimase kolme aasta jooksul väljakujunenud geodeetiliste ja kartograafiliste tööde korraldamine ja täitmine on kahtlemata esialgne visand, mida lähiaastatel elu oluliselt korrigeerib.

Kaardistamis- ja kartograafiatööd 1992.a.

Heiki Potter

1989. ja 1990. aastat võib Eestis lugeda kartograafia alal otsingute ja sihiseadmiste perioodiks. 1991. ja 1992. aastal algas aga üleminek vanadelt süsteemidelt ja tehnoloogiatelt iseseisva riigi vajadusi ja eesmärgke arvestavatele uutele ettevõtmistele ning prognoosidele.

1991.a. kinnitati Riigi Maa-ametis kaks olulist programmi – "Eesti kartograafia arengukava" ja "Eesti põhikaardi programm aastateks 1992 kuni 2006".

1992. aastal kulutati kaardistamistöödeks ligi 1,27 miljonit krooni.

Riigi Maa-ameti tellimisel tegid töid endise N. Liidu GKP ettevõtte AEROGEO-DEESIA ja selle ekspeditsioon 184, endiste riiklike instituutide järglased RE Eesti Maauuringud ja RAS Eesti Maaparandusprojekt, eraettevõtte AS REGIO ja Vene-Eesti ühise ettevõtte AS EKAROS.

Topograafiline mõõdistamine mõõtkavas 1:10 000 (maksumus 156 900 krooni)

Teatavasti alustati Eesti Vabariigi territooriumi uue topograafilise mõõdistamisega mõõtkavas 1:10 000 NSVL Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse (GKP) poolt 1970. aastal.

1989. aastal, seoses Eesti iseseisvusdeklaratsiooniga katkestati Moskva poolt nimetatud tööde finantseerimine ja pooleliolevad objektid konserveeriti. Riigi Maa-amet otsustas oma kulul mõõdistamistööd kolmel objektil (Peipsi, Pakri ja Tallinn) siiski lõpule viia eeldusel, et kogu riigi territoorium saaks kaetud suuremõõtkavalise topograafilise kaardiga. Eriti vajalikuks peeti seejuures reljeefi.

Pooleliolevate tööde materjalid olid kõik endise GKP ekspeditsiooni valduses. Hiljem moodustati Tartus Vene-Eesti ühise ettevõtte AS EKAROS, kes ka töid 1992. aastal jätkas. "Peipsi" objekti tööd lõpetati 1992. aastal, "Pakri" ja "Tallinna" objektid 1993. aastal. Tänapäevaks ei ole selge, kuidas ning mis hinnaga saada kätte kõikide objektide originaalmaterjalid.

Fotoplaanide (põllumajanduslik) dešifreerimine ja katastrikaart (maksumus 108 000 krooni)

Fotoplaanide dešifreerimise ratsionaalne tehnoloogia ja sihikindel programm kujunes välja 1975.-1977. aastatel instituudis "Eesti Põllumajandusprojekt". Tööde finantseerijaks oli PM Maakorralduse Valitsus, ideeliseks juhiks aga Maakorralduse Peavalitsus Moskvast. Peamiseks eesmärgiks oli kolhooside, sovhooside ja teiste riigimajandite maakasutusplaanide uuendamine ja eksplikatsioonide koostamine.

1989. aastal, seoses põllumajandusreformi väljakuulutamisega loobus Riigi Maa-amet maakasutusplaanide uuendamistööde finantseerimisest. "Eesti Põllumajandusprojekt" pakkus välja uude katastrikaardi koostamise tehnoloogia ja fotoplaanide kasutamise. Seda silmas pidades otsustati Riigi Maa-ameti poolt jätkata pooleliolevate objektide fotoplaanide dešifreerimistööde finantseerimist. Nii jätkusidki tööd 1992.a. "Sillamäe" (AS EKAROS), "Kehra" ja "Viljandi" (RE Eesti Maauuringud) objektidel. "Viljandi" objekti lõpetamiseks (ja katastrikaardi programmi realiseerimiseks) on vaja dešifreerida veel 663 km² ehk 39 fotoplaani. "Sillamäe" ja "Kehra" objektid lõpetati.

Põhikaardistamistööde kompleks (maksumus 792 000 krooni)

Riigi Maa-ameti poolt kavandatud esimeseks kartograafia programmiks kujunes "Eesti põhikaardi programm aastateks 1992-2005". Sellega kavandati geodeetiliste, fotogramm-meetriliste ja topograafiliste ning kartograafiliste tööde kompleks, mis asendaks Vene ettevõtete poolt varem tehtud topograafilise mõõdistamise ja maafondi põhikaardistamise töid juba kaasaja tipp tehnoloogia tasemel. Programm sisaldab ka riikliku geodeetilise võrgu rekonstrueerimise. Kaardistamist kavatsetakse teha mõõtkavas 1:10 000 (kohati 1:5000) ja kaart anda välja mõõtkavas 1:20 000.

Selle programmi kaardistamistöödega alustati 1991.a. "Rapla" objektil ja 1992.a. lõpuks kaardistati 813 km² (49 kaardilehe ulatuses). 1992.a. jätkusid tööd "Türi" objektil, kus 1993. aasta lõpuks valmisid 50 kaardilehe fotoplaanid ja kaardistati (dešifreeriti) 217 km² (13 kaardilehe ulatuses).

Fotogramm-meetrilisi töid tegi RAS Eesti Maaparandusprojekti Kaardistamise osakond (juhataja A. Saue). Välikaardistamist korraldas sama osakond ja RE Eesti Maauuringud välikaardistamise töögrupp M. Pikkori ja H. Saavani juhtimisel.

Tänaseks probleemiks on tööde aeglane tempo. Esimeste aastate kogemused näitavad, et kui samas tempos jätkata, saab riigi territooriumile ringi peale alles 30 aastaga. Üheks väljapääsuks on välisfirmade ja väliskapitali kaasamine. Samuti puuduvad senini põhikaardistamise standard ja tööjuhend. Viimaste koostamisega on küll alustatud, kuid senini tulemusteta.

Eesti Topograafiline kaart 1:200 000 (maksumus 62 000 krooni)

Neljast lehest koosneva eestikeelse kaardi trükioriginaalid (kaheksa värviga) valmisid St. Peterburis Venemaa riigiettevõttes "Aerogeodeesia" ja anti meile üle jaanuaris 1993.

Kaardi koostamisega alustati "Aerogeodeesia" ja tolleaegse RPI "Eesti Põllumajandusprojekt" vahelisel kokkuleppel juba 1989.a. Vahepeal tööd katkesid kuni 1991. aastani, millal Riigi Maa-amet alustas uuesti tööde finantseerimist. Kaart trükitakse arvatavasti 1993. aastal. Kaardi trükkimist toetab rahaliselt nüüd ka EV Kaitsejõudude Peastaap.

NSVL Kaitsejõudude Kindralstaabi Topograafiline kaart mõõdus 1:50 000 (maksumus 10 000 krooni)

Nimetatud kaardi järele on suur vajadus. Kahjuks on Riigi Maa-ameti valduses tühi osa kaardilehti. Seepärast tõusis päevakorda selle kaardi nõutavamate lehtede täiendav paljundamine või trükkimine. Kuna trükioriginaalide kättesaamine Vene sõjaväelt osutus võimatuks, langetati otsus järeletrüki kasuks. Nii tellitigi AS Regiolt mitmevärvilise reprodutseerimise katsetöö. Katsetöö õnnestus ja selle tulemusel on välja töötatud ning juurutatud kaasaja skanner- ja arvutitehnoloogiale põhinev tehnoloogia. See võimaldab kaardisisu ka täiendada ja muuta (eestikeelsed kirjad, teedevõrgu täpsustused jt.).

AS Regio on nimetatud tehnoloogiat kasutades välja andnud juba terve rea Eesti Vabariigi aegseid 1:50 000 topograafilise kaardi lehti ja teisi vanade kaartide järeletrükke.

Vene sõjaväe 1:50 000 topograafilise kaardi järeletrükki ei olnud vaja, kuna 1993.a. alustatakse samas mõõtkavas satelliitinfole põhineva Balti regiooni baaskaardi valmistamist. Seda tehakse koostöös Rootsi Kosmosekorporatsiooniga "Satellitbild".

Kaardikirjade andmebaasi moodustamine ja pidamine

Teist aastat finantseerib Riigi Maa-amet kaasaegsele arvutikartograafiale ja infotööluse tehnoloogiale põhineva kaardikirjade

andmebaasi koostamist. Sellega tegeleb grupp entusiaste RE Eesti Maauuringutes eesotsas M. Laksoniga koostöös TA Keele ja Kirjanduse Instituudi ja Eesti Keeleametiga. Töö sai alguse eelnimetatud topograafilise kaardi 1:200 000 kirjade ettevalmistamisel 1990. aastal. Hiljem lisandus põhikaardistamise "Rapla" ja "Türi" objektide kaardistamise käigus kogutud kohanimed täpsustamine. Nüüd on päevakorras Balti regiooni baaskaardi kaardikirjade ettevalmistamine.

Rahvusvahelised koostööprogrammid

Peale tootmisega seotud tööde tellimiste oli Riigi Maa-ametis veel päevakorras Eesti Põhikaardi programmi moderniseerimine ja Eesti rahvusliku baaskaardi projekti koostamine. Need toimusid Põhjamaade Nõukogu koostöö raames.

Eesti Põhikaardi koostamise projekt-etpanek valmis koostöös Soome firmaga FINNMAP (1993.a. firma reorganiseeriti ja kannab nüüd nimetust FM-International). Eesti Põhikaart peab valmima kahes etapis. Esimeses järjekorras (esimese kahe aasta jooksul) valmistatakse *o r t o f o t o k a a r t* mõõtkavas 1:10 000 (kohati suurendus

1:5000). Dešifreerimist ei ole ette nähtud, kuid maavalduste ja administratiiv(haldus)piirid tuleks peale kanda. Teises järjekorras (järgneva 3-4 aasta jooksul) koostatakse stereofotogramm-meetria tehnoloogias *d i g i t a l k a a r t*, mille täpsus vastaks mõõtkavale 1:10 000 ja oleks kirjas-tusoriginaalide koostamise aluseks.

Projektettepanek võimaldab kasutada kumbagi varianti. Tööde tegijateks võivad olla, olenevalt finantseerimise allikatest, Riigi Maa-ameti tellimisel Eesti ettevõtted ja Põhjamaade Nõukogu piires tegutsevad välisfirmad.

Kogu projekti maksumuseks kujunes 63 milj. Eesti krooni. Maksumus sisaldab ka riikliku geodeetilise võrgu rekonstrueerimist tiheduseni 1 punkt 15 km² kohta.

Eesti rahvuslik baaskaart ja selle andmebaas on osa Balti regiooni loodusvarade baaskaardist mõõtkavas 1:50 000. Vastav projektettepanek valmis 1992. aastal Rootsi Kosmosekorporatsioonis "Satellitbild" koostöös Eesti, Läti, Leedu Geodeesiakomisjoni-ga. Eesti-Rootsi riikidevahelisele koostööle rajaneva projekti kohta saab põhjalikumat informatsiooni käesoleva ajakirja numbris avaldatud artiklist "Algamas on uus Rootsi aeg Eestimaa kaardistamisel".

Eesti põhivõrkude rekonstrueerimine

Uno Mets

1992. aastal tehti Eesti Riigi Maa-ameti tellimisel geodeetilisi töid 19-1 objektil maksumusega 660 000 krooni. Tööd tehti põhiliselt RAS REI ja Eesti TA Astrofüüsika ja Atmosfäärifüüsika Instituudi (Tõravere) ning Geoloogia Instituudi töötajate poolt. Suuremad ja ka rahvusvahelist tähtsust omavad tööd olid Eesti plaanilise põhivõrgu sidumine Euroopa võrguga EUREF BAL projekti raames ja Eesti I klassi gravimeetrilise võrgu rajamine Soome Geodeesia Instituudi kaasabil.

Gravimeetriline võrk

Kuni 1991. aastani tegi gravimeetrilise põhivõrgu mõõdistamist endine NSVL Geoloogia Ministerium ja NSVL TA Maafüüsika Instituut. Suurem osa nendest mõõtmistest tehti looduses spetsiaalselt fikseerimata kohtades, millede kõrgused oli võimalik määrata 0,1 m täpsusega. Kõik mõõtmisandmed olid salastatud.

1970.-1989.a. on Eesti TA Geoloogia Instituudi poolt teaduslikel eesmärkidel asetatud ca 50 betoonmonoliitidega kindlustatud gravimeetrilist punkti, mis on mõõdetud neli korda GAG-2-tüüpi gravimeetritega, kuid tasandatud vaba võrguna.

Ainuke arvestatav I klassi gravimeetriline punkt on määratud 1975. aastal Tallinna Tehnikaülikoolis (TTÜ) absoluutgravimeetriga GABL täpsusega 2,5 mikrogalli.

1991. aastal alanud plaanilise põhivõrgu rekonstrueerimisega tekkis vajadus ka olemasoleva gravimeetrilise põhivõrgu ümberkorraldamiseks. Vastavalt Riigi Maa-ameti ja Soome Geodeesia Instituudi vahelisele kokkuleppele mõõtsid Soome kolleegid 1992. aasta mais Eesti mandriosas viis I klassi punkti, mis on aastail 1970-1989 Geoloogia Instituudi poolt rajatud gravimeetrili-

se võrgu tasandamise kindel-(lähte) punktideks. Eesti aladel on põhipunktiks Tallinna Tehnikaülikoolis paiknev 1975. aastal määratud I klassi punkt. Lisaks ehitas RAS REI kindelpunktid (betoonalused) Haljalas, Tõravere ja Heimtalis. Viienda punktina kasutati üht gravimeetrite etaloonerimise baasi punkti Reiu.

Mõõtmised tegi Soome Geodeesia Instituudi töötaja H. Virtanen professor A. Kiviniemi juhendamisel. Töödest võtsid osa ka RAS REI ja Geoloogia Instituudi töötajad. Kasutati kahte La Coste Romberg tüüpi gravimeetrit G-55 ja G-600.

5. ja 6. mail 1992 toimus Soome ja Eesti gravimeetriliste põhipunktide omavaheline sidumine. Soome punkt paiknes Helsingi lähedal Metsahovis, Eesti punkt TTÜ-s.

Alates 7. maist kuni 14. maini tehti raskuskiirenduse mõõtmisi järgmistel marsruutidel:

– TTÜ – Haljala – Tõravere – Heimtali – Reiu – TTÜ,

– TTÜ – Tõravere,

– Heimtali – TTÜ.

Mõõtmised tehti skeemi A-B-A-B järgi. Kõigi mõõtmiste puhul fikseeriti õhurõhk, õhutemperatuur ja gravimeetri kõrgus reeperist. Nimetatud andmete põhjal parandati mõõtmistulemusi. Arvestati ka Kuu ja Päikese mõju mõõtmistulemustele. Keskmised mõõtmistäpsused kõikusid 5-6 mikrogalli piires.

I klassi gravimeetriliste punktide kõrgused määras RAS REI II klassi nivelleerimisega. Soome Geodeesia Instituudi mõõdetud I klassi raskuskiirenduse punktid jäävad ilmselt aastakümneteks meile gravimeetrilise võrgu lähtepunktideks. II klassi gravimeetrilise võrgu rajamiseks asetati I klassi plaanilise põhivõrgu 43-e punkti vahetusse lähedusse nn. dubleerivad punktid. Punktid kujutasid ca 2 meetri pikkusi betooni valatud

metallvardaid, mille ülaosas asetseb betoonkrae mõõtmega 60 x 60 cm. Märk tähistati maastikul kupitsa ja tunnuspostiga.

Augustist oktoobrikuuni toimunud mõõtmistel tehti 37 kahekordset gravimeetriiist mõõtmiskäiku, millega määrati raskuskiirendus 20-l II klassi gravimeetriapunktil Põhja-Eestis. Mõõtmised tehti kahe "Delta"-tüüpi gravimeetriga nr. 80 ja 540, mis olid eelnevalt kontrollbaasidel kontrollitud. Raskuskiirenduse määramise täpsus 0,05 kuni 0,10 mikrogalli.

Plaaniline võrk

Esimeseks sammuks Eesti nn. geodeetilise sõltumatuse saavutamisel eraldumisel endisest N. Liidust ja ühtse Eesti koordinaatidesüsteemi loomisel oli 1991. aastal I klassi geodeetilise põhivõrgu rajamine. Põhivõrk koosneb 43 punktist, millede koordinaadid määrati GPS seadmete abil. Mõõtmistel kasutatud GPS seadmed saadi Soome Geodeesia Instituudist. Põhivõrgu tehnilised näitajad olid head, kuid võrk seoti ainult Soome võrgu ühe punktiga (Metsahovi).

Põhjamaade ja Balti riikide Maa-ametite peadirektorite ühisnõupidamisel kavandati rajada kolme Balti riigi ühine põhivõrk (nn. null-klassi võrk) ja ühendada see ka Euroopa võrguga. Töö kandis nimetust EUREF, BAL-92 projekt. Tööde läbiviimiseks moodustas Põhjamaade Geodeesia Komisjon satelliitgeodeesia töögrupi, mida juhtis Taani spetsialist F. Madsen.

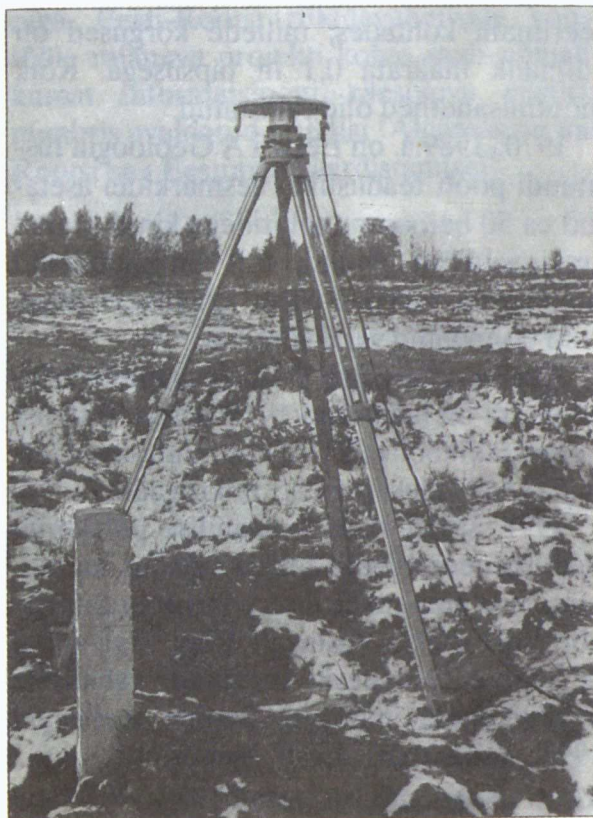
GPS mõõtmisteks moodustati Balti riikide, Taani, Rootsi, Norra ja Soome spetsialistidest seitse töörühma. Tööde koordineerijaks määrati Rootsi Maamõduvalitsuse töötaja L. Jivall. Eesti maa-alal lülitati võrku viis I klassi punkti. Tööde tegemiseks Eestis moodustati RAS REI töötajatest kolm töörühma, kusjuures kahes rühmas osalesid Soome Geodeesia Instituudi töötajad M. Ollikainen ja M. Poutanen. GPS seadmetega määrati Eestis järgmiste

punktide koordinaadid:

- Nr. 0401 Landskrone (Tallinn-Toompea)
28.08.-04.09.92.a.
- Nr. 0402 Vaivara (Ida-Virumaa)
28.08.-31.08.92.a.
- Nr. 0403 Tartu (meteor. observ.)
28.08.-31.08.92.a.
- Nr. 0404 Ohtja (Saaremaa)
02.09.-04.09.92.a.
- Nr. 0405 Saarde (Pärnumaa)
01.09.-04.09.92.a.

Landskrone punkti jaoks oli kavas 12 mõõtmisperioodi, ülejäänud punktides 6 mõõtmisperioodi. Iga päev kaks mõõtmisperioodi, esimene kell 8.30 – 12.15 ja teine kell 13.30 – 17.30.

Esimene töörühm tegi mõõtmisi Vaivara ja Saarde punktides, teine Tartu ja Ohtja punktides ning kolmas Landskrone punktis. Mõõtmised toimusid kolme kahesagedusliku Ashtech P-12 vastuvõtjaga. Kõik vaatlustulemused salvestati diskettidele. Samaaegselt toimusid mõõtmised ka Lätis



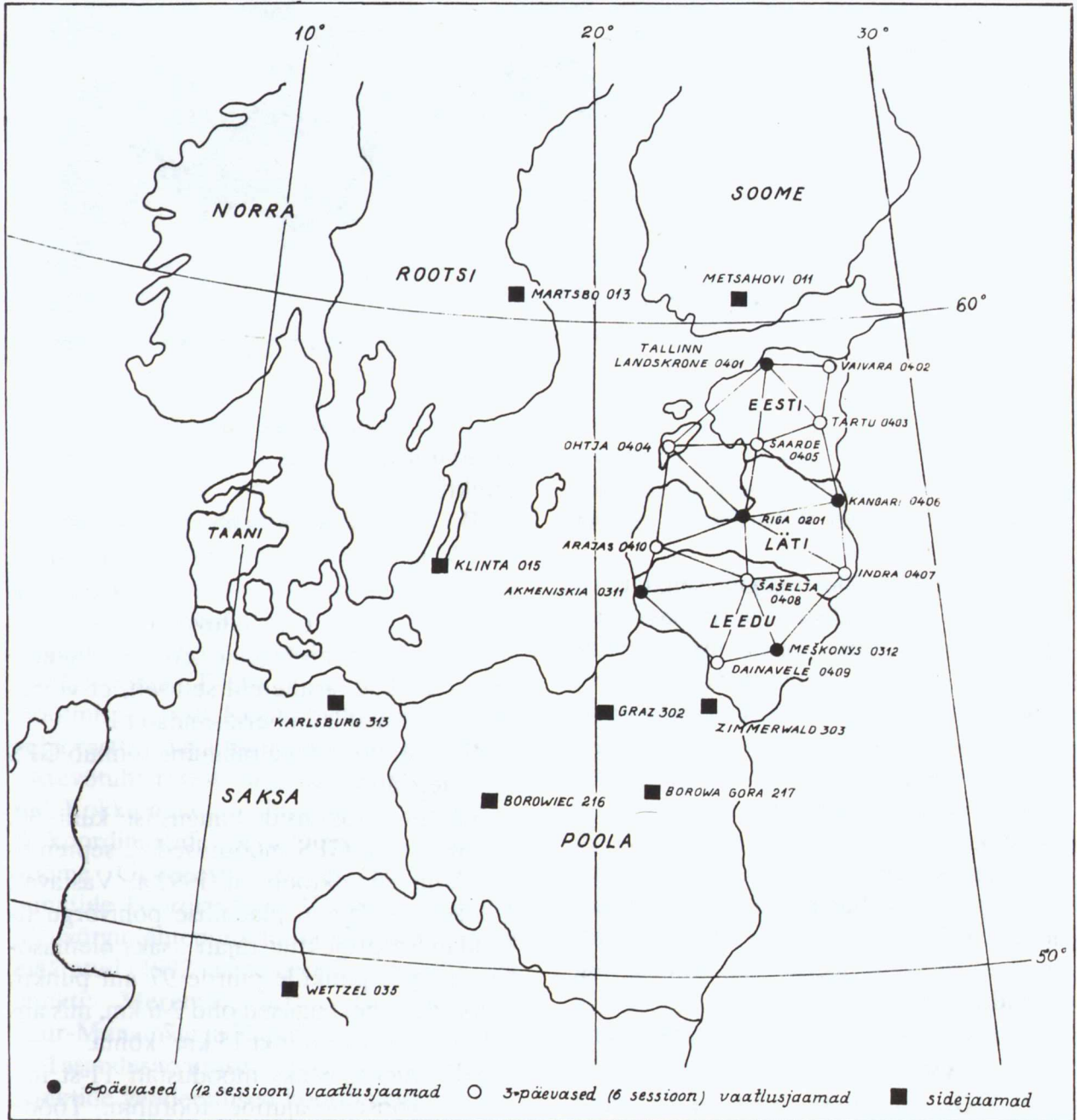
Joonis 4. GPS vastuvõtja.

ja Leedus ning sidejaamades Soomes, Rootsis, Taanis, Poolas ja Saksamaal. Tehtud töö tulemusel seoti Balti riikide punktid Euroopa geodeetilise võrguga.

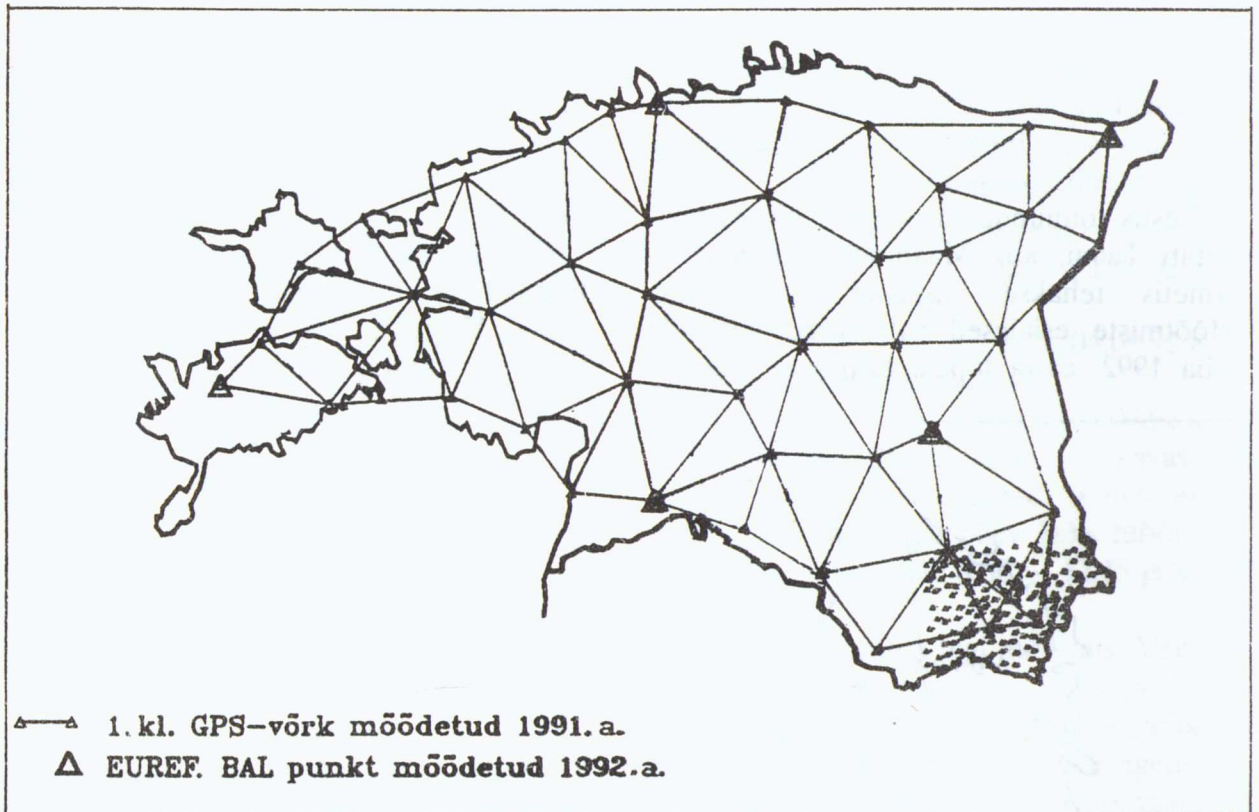
Eestis toimunud mõõtmiste disketid lähetati Taani, kus Maamöödu ja Katastri Ametis tehakse vastavad arvutustööd. Mõõtmiste esialgsed tulemused anti üle juba 1992. aasta lõpus. Lõplikud andmed

väljastatakse pärast tasandusarvutusi koos Põhja-Euroopa võrguga 1994. aastal. Lähtudes esialgsetest andmetest on igapäevaste vajaduste rahuldamiseks uuesti tasandatud kogu 1991. aastal rajatud Eesti I klassi võrk.

Eesti plaanilise põhivõrgu rekonstrueerimiseks tehti ettevalmistustöid Jõgeva, Tõstamaa, Valga ja Vastseliina põhikaardistamise objektidel. Vastseliina objekt (joon.



Joonis 5. EUREF. BAL GPS projekt (28. augustist 4. septembrini 1992).



Joonis 6. Vastseliina objekti skeem.

6) asetseb Põlva ja Võru maakondades meridiaanist $26^{\circ}45'$ ida poole kuni Eesti Vabariigi idapiirini ja 58° põhjalaiusest lõuna poole kuni Eesti Vabariigi lõunapiirini. Objekti suurus 2400 km^2 .

Ettevalmistustööde käigus selgitati objektis asetsevate endiste II ja III klassi triangulatsioonipunktide kasutamise võimalus uue II klassi võrgu rajamisel. Tehti kindlaks, et objektis on säilinud 67 triangulatsioonipunkti, millest 58 punkti on kasutatavad.

Ülevaatusel kuulusid märgi tšenter, pealisehitus (torn, signaal), kupits ja orientiirpunktid. Mõõtmisteks vajalik nn. vaba taevaalaotus (horisont peab olema vaba alates 20°) määrati bussooliga varustatud teodoliidiga ja vormistati graafiliselt eraldi lehel. Koostati ka mõõtmispunktidele juurdesõiduskeem.

II klassi võrgu projekteerimine toimus järgmiste põhimõtete järgi:

- II klassi põhivõrgu tihedus peab olema selline, et iga $15\text{-}16 \text{ km}^2$ kohta tuleks üks põhivõrgu punkt,

- II klassi põhivõrgu rajamise, mõõtmiste ja arvutuste aluseks on I klassi põhivõrgu punktid,

- II klassi põhivõrk peab kindlustama ühtse EV kaardiprogrammi täitmise ja olema geodeetiliseks aluseks rahvamajanduses, riigikaitse ja maareformi elluviimisel,

- II klassi põhivõrguga seotakse linnade nn. kohalikud süsteemid selliselt, et viimaseid on võimalik ümbertasandada,

- II klassi põhivõrgu rajamine toimub GPS seadmete abil.

Välitööd toimusid 1. augustist kuni 30. oktoobrini ja GPS mõõtmised 7. septembrist kuni 23. oktoobrini 1992. a. Vastavalt Vastseliina objekti plaanilise põhivõrgu tihendamise projektile rajati lisaks olemasolevale 58-le punktile juurde 97 uut punkti. Punktide vahekaugused olid $2\text{-}6 \text{ km}$, mis annab tiheduseks 1 punkt 15 km^2 kohta.

GPS mõõtmisteks moodustati 11-st inimesest koosnev ajutine töörühm. Tööde tehniliseks juhiks määrati RAS REI pea-geodeet A. Ostonen ja konsultandiks Soo-



Joonis 1. Spetsialistid Eesti põhivõrkude rekonstrueerimisel Kamnitsa punktis. Vasakult: A. Ostonen, L. Tamme, U. Mets, A. Vallner, A. Saks.

me Geodeesia Instituudi töötja M. Ollikainen. Töörühma kasutuses oli 4 komplekti kahel sagedusel töötavaid vastuvõtjaid (Ashtech P-12) ja viis autot. Mõõtmisi tehti üheaegselt neljas punktis, kusjuures mõõtmisperioodi pikkus punktis oli 1,5 tundi. Päeva jooksul tehti kolm mõõtmisperioodi. Kogu objekti mõõtmiseks nelja vastuvõtjaga tehti 116 mõõtmist, lisaks vastuvõtuhäiretest tingitud ümbermõõtmised. Kokku määrati lähteandmed 155 punkti koordinaatide arvutamiseks. Koostöös Soome Geodeesia Instituudiga arvutati punktide koordinaadid. II klassi plaanilise põhivõrgu lähtepunktideks olid 1991. aastal määratud (1992. aasta tasandus) viis I klassi punkti: Meremäe, Erastvere, Essemäe, Suur-Munamägi ja Räpina.

Tasandusarvutuse tulemusena saadi punktide geodeetilised koordinaadid. Edasi arvutati ristkoordinaadid ellipsoidil WGS-84, Gauss-Krügeri projektsiooni 3°-lises

tsoonis telgmeridiaaniga 27° ja kogu maad katvas ühtses tsoonis telgmeridiaaniga 24°.

Kõrguseline võrk

Eesti kõrguseline põhivõrgu rekonstrueerimiseks tehti aastatel 1991-1992 endiste I ja II klassi nivelleerimistrasside ülevaatus 2135 km ulatuses, mille käigus vaadati üle 1771 reeperit. Viimase 50 aasta jooksul on mitmesugustel põhjustel hävinenud 541 reeperit. Kõige enam on reepereid hävinenud Kirde-Eestis (kuni 65%). Ülaltoodud arvestades vajab Eesti kõrguseline põhivõrk moderniseerimist. Üheaegselt uute kordusnivelleerimistega tuleb teha ka Lääne-Eesti saarte ja mandri kõrgusvõrkude ühendamine.

Käesolev ülevaade on koostatud A. Osttoneni (RAS REI), H. Sildvee (Geol. Ins.) ja A. Torimi (AA Inst.) 1992. aastal tehtud aruannete alusel.

GPS¹⁾

Andres Rüdja

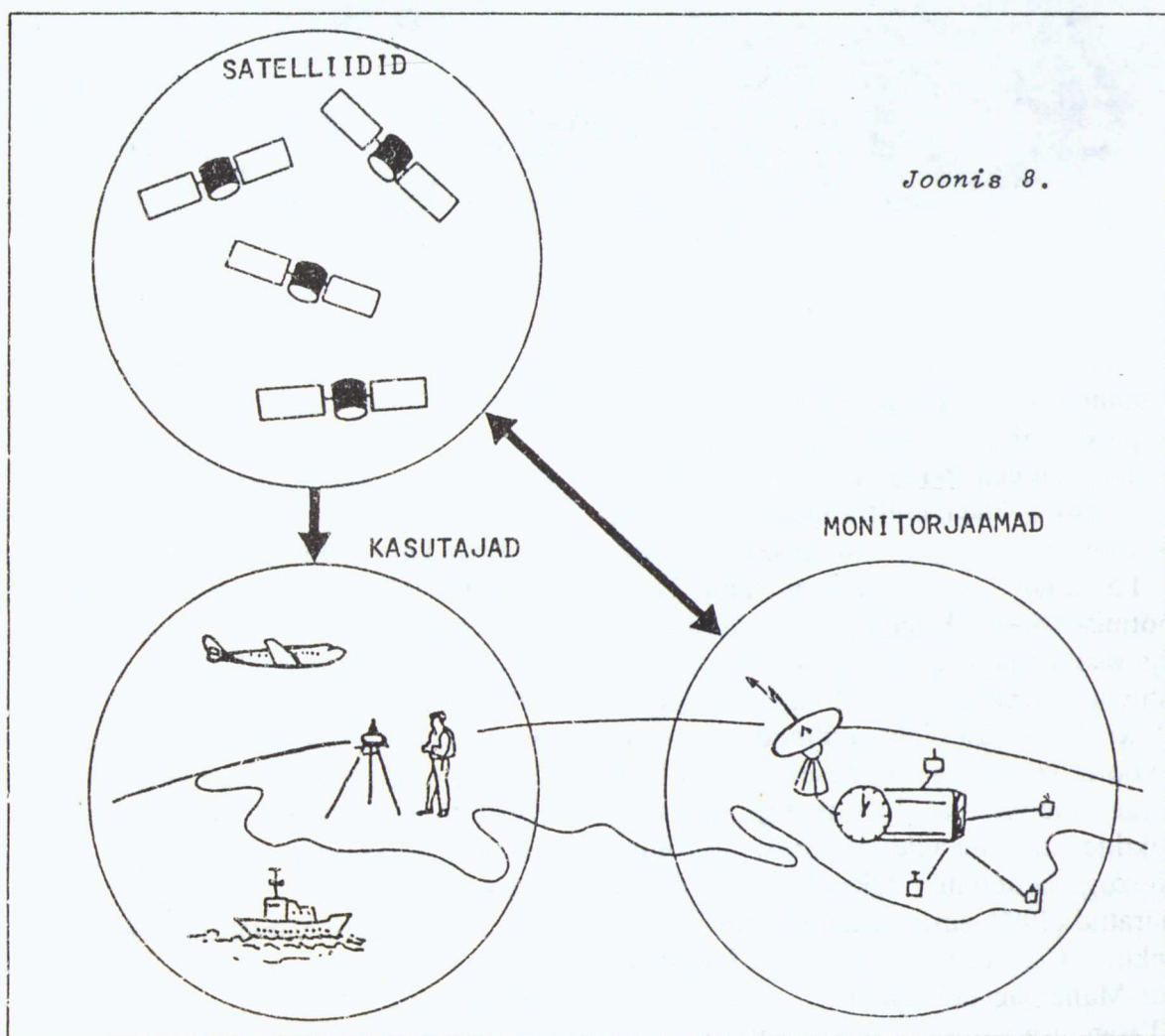
Inimesed on juba iidsetest aegadest peale kasutanud erinevaid meetodeid oma asukoha kindlakstegemiseks. Tänapäeva tehnoloogia on selle probleemi lahendamise viinud põhimõtteliselt uude etappi. USA Kaitseministeeriumi poolt finantseeritava projekti kohaselt on loodud uus süsteem – GPS. Küsimusele – kus ma asun? – saab nüüd täpse vastuse igas meie planeedi punktis ja seda ööpäevaringselt.

Kogu süsteemi võib tinglikult jagada kolme ossa (joon. 8):

- satelliidid,
- monitorjaamade võrk,
- kasutaja.

Satelliidid

Süsteemi aluseks on Rockwell International Co. toodetud 21 Navstar satelliiti, mis



¹⁾ Global Positioning System – ülemaailmne kohamääramise süsteem; kasutatakse ka Globaalne Positsioneerimise Süsteem.

tirlevad seitsmel erineval orbiidil, igal orbiidil kolm satelliiti. Orbiitide kõrguseks on 20 183 km ja tiirlemisperioodiks 11 tundi 58 minutit. Satelliidi planeeritud "eluiga" on 7,5 aastat. Projekti valmides 1993. aasta lõpul on igas Maa punktis üheaegselt nähtaval vähemalt 4 satelliiti.

Monitorjaamade võrk

USA Kaitseministeeriumi poolt on loodud monitorvõrk, mille jaamad asuvad Hawaii, Elmendorf AFB Alaskal, Guamis ja Colorado Springsis. Monitorjaamad kujutavad endast kasutaja-tüüpi vastuvõtjaid ning metroloogiasensoreid. Monitorjaamade poolt kogutud info lähetatakse keskmontorjaama, mis arvutab saadud info põhjal parandused satelliitide efemeriididele²⁾ ja ajastandarditele-kelladele.

Kasutaja

GPS signaalide vastuvõtmiseks kasutatakse erinevat tüüpi vastuvõtjaid, sõltuvalt rakendusvaldkonnast. Asukoha koordinaadid saadakse kohe (navigatsioon) või peale andmetöötlust (täppisnavigatsioon, geodeetilised tööd).

GPS tehnoloogia sisene geodeetiliste koordinaatide süsteem baseerub WGS-84 referentsellipsoidil. Vastavalt vajadusele transformeeritakse tulemused kasutaja koordinaatide süsteemi.

GPS mõõtmismeetodid

Kasutatakse mitmeid GPS mõõtmismeetodeid. Vastuvõtjate arvu järgi eristatakse nn. absoluutset asukohamääramist (üks vastuvõtja) ja diferentsiaalset asukohamääramist (kaks või enam vastuvõtjat). Kui

vastuvõtjad on kogu mõõtmiste perioodi jooksul paiksed, on tegu nn. staatiliste mõõtmistega, liikuvate vastuvõtjate puhul aga kinemaatiliste mõõtmistega. Mõõdetavaks suuruseks võib olla kas koodi levikukiirus (nn. koodkohamääramine) või põhilainepikkuste vahe (nn. interferenomeetiline mõõtmine).

Absoluutne asukohamääramine

GPS tööpõhimõtted on tegelikult üsna lihtsad, kuigi kasutatakse tänapäeva tehnoloogia viimaseid saavutusi. Ehitame oma arutluse üles viieetapilisena, kasutades põhimõtet lihtsamalt keerulisemale:

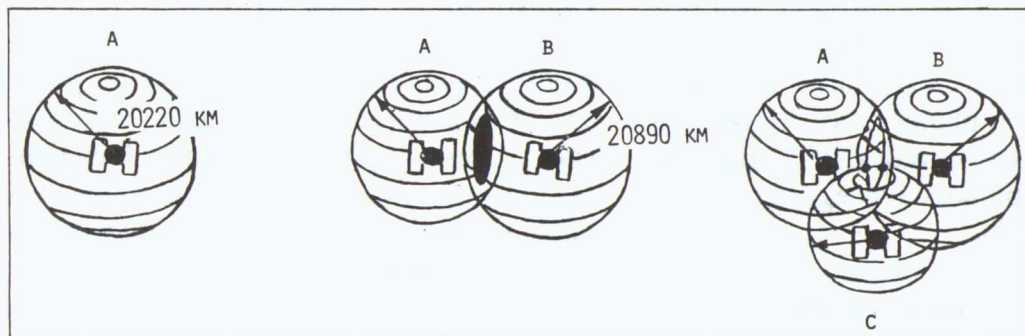
- kosmilise trilateratsiooni³⁾ ideel põhinev absoluutne asukohamääramine;
- raadiosignaali levikukiiruse kasutamine satelliitide kauguse mõõtmisel;
- mõõtmiste täpsuse sõltuvus kasutatavate ajastandardite-kellade täpsusest;
- satelliidi täpse asukoha määramine;
- väliskeskkonna (iono- ja troposfääri) mõju.

Põhiidee – kosmose trilateratsioon

GPS absoluutne asukohamääramine põhineb vastuvõtja ja satelliitide vahelise kauguse mõõtmisel. Lihtsuse mõttes võrdustame praegu satelliidid kindelpunktidega. Unustame ka hetkeks, kuidas kaugust satelliidini mõõdetakse ja kuidas määratakse satelliidi paiknemine orbiidil. Oletame, et need suurused on teada. Teades nüüd näiteks, et kaugust satelliidini A on 20 220 km, võime väita, et me asume sfääril A, mille raadius on 20 220 km. Kui me samaaegselt teame, et asume 20 890 km kaugusel satelliidist B, siis võime öelda, et paikneme kosmoses piirkonnas, mis moodustub sfääri-

²⁾ Efemeriidid – tabelid, milles antakse taevakehade ettearvutatud asukohad iga päeva kohta; astronoomilised kalendrid.

³⁾ Trilateratsioon – plaanilise geodeetilise põhise rajamise viis. Mõõdetakse kolmnurga kõik jooned, arvutatakse nurgad ja kolmnurga tippude koordinaadid.



Joonis 9.

de A ja B lõikumisel. Teades kaugust kolmanda satelliidini C, tulevad võimaliku paiknemiskohana kõne alla vaid kaks punkti. Need punktid tekivad sfäärade A ja B lõikumisel sfääriga, mille raadius on mõõdetud ja mille keskpunkt on C (joon. 9).

Selgitamaks, millises punktis me asume, peame mõõtma kauguse neljanda satelliidini. Võime piirduda ka kolme satelliidiga, lähtudes asjaolust, et üks kahest võimalikust paiknemiskohast on praktiliselt ebareaalne.

Vastuvõtja ja satelliidi vahekauguse mõõtmine

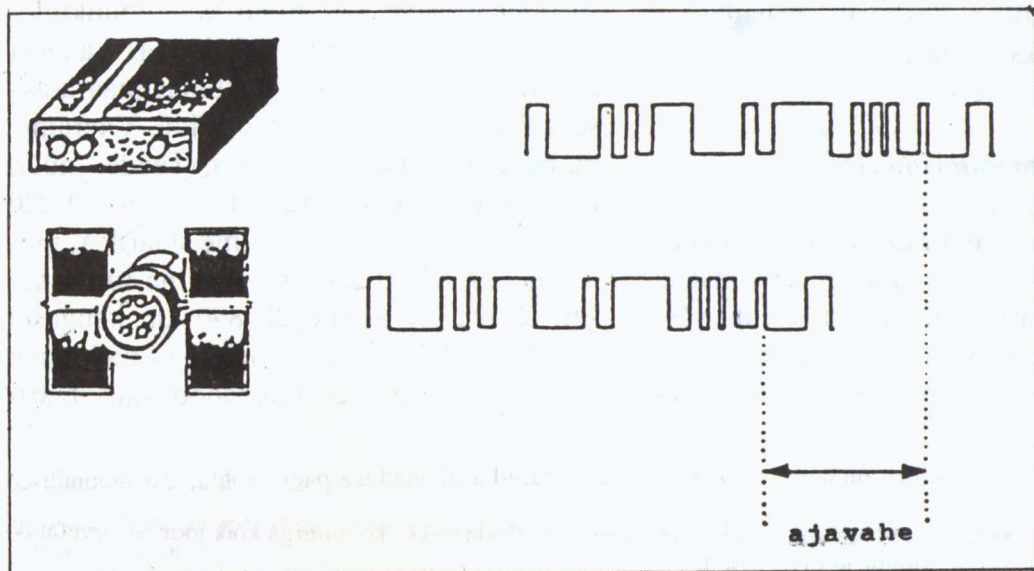
Mõõtmiste idee võib lühidalt väljendada järgmiselt. Kaugus satelliidini võrdub signaali levikuaeg korrutatud signaali levikiirusega.

GPS süsteemis mõõdetakse aega, mille

kulutab signaal, läbimaks vahemaad satelliidist vastuvõtjani.

Kohe tekib küsimus – kust me teame signaali lähteagea? Probleem lahendatakse vastuvõtja ning satelliidi sünkroniseerimisega – mõlemad genereerivad sama koodi täpselt samal ajal (joon. 10). Nüüd ei tarvitse meil teha muud, kui võtta vastu satelliidist saabunud kood ja määrata, kui kaua enne seda genereeris sama koodi vastuvõtja. Ajavahe annab meile signaali levikuaaja.

GPS signaalid lähetavad kahte koodi: tsiiviilkasutajaile mõeldud "C/A kood" ja sõjaväele mõeldud "P kood". Koodide lainepikkused on 293 meetrit (C/A) ja 29.3 meetrit. Võib kujutleda, et kasutades koodi, mõõdame kaugusi mõõdulindiga, mille jaotiste vahe on vastavalt 293 ja 29.3 meetrit. Ideaaljuhul on kaugust satelliidini võimalik mõõta ühe protsendi täpsusega



Joonis 10.

lainepikkusest, s.o. kolm meetrit "C/A koodi" ja kolmkümmend sentimeetrit "P koodi" kasutamisel.

GPS satelliidi genereeritud kood on pealtnäha kaootiline kogum nulle ja ühtesid. Hoolimata sellest, et kood on matemaatilise algoritmi järgi koostatud, meenutab ta taustakohinat. Sellest tuleneb ka ingliskeelne nimetus *pseudo random noise* (PRN) – pseudomüra.

Täpne ajamõõtmine

Mis annab meile kindluse väita, et satelliitide ja vastuvõtjate kellad genereerivad sama koodi täiesti üheaegselt?

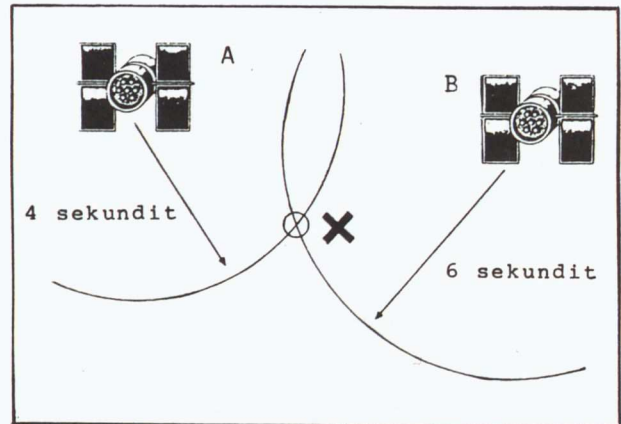
Igas satelliidis on neli väga täpset ja väga kallist aatomikella. Monitorjaamad hoolitsevad selle eest, et kõigi satelliitide kellad näitaksid ühte aega. Kuna aatomikell teeks vastuvõtja liiga kalliks, on siin kasutusel kvartskell. Satelliitide ja vastuvõtja ajastandardite erinevus selgitatakse, mõõtes kauguse neljanda satelliidini.

Peatume sellel meetodil lähemalt. Lihtsuse mõttes kasutame kahemõõtmelist ruumi. GPS on küll kolmemõõtmeline süsteem, kuid põhimõte on sama. Elimineerime vaid ühe mõõtmise.

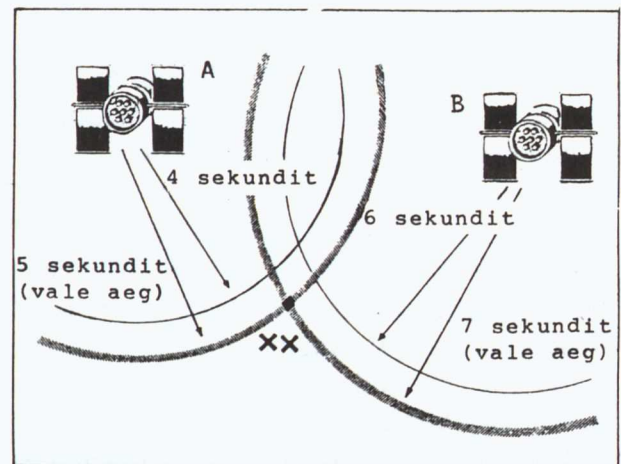
Oletame, et signaali levikuaeg satelliidist A vastuvõtjasse on 4 sekundit (joon. 11), satelliidist B 6 sekundit (reaalselt aga sekundi sajandikosad). Need kaks suurust määravad kahemõõtmelises ruumis punkti x paiknemise. Seda juhul, kui vastuvõtjate ja satelliitide ajad ühtivad.

Oletame, et vastuvõtja kell on satelliidikellast sekundi võrra ees. Signaali levikuaeg satelliidist A saame 5 ja satelliidist B 6 sekundit (joon. 12). Nüüd lõikuvad ringid punktis xx ja kuna meil ei ole aimu, et vastuvõtja kell on sekundi võrra ees, siis tundub tulemus õige.

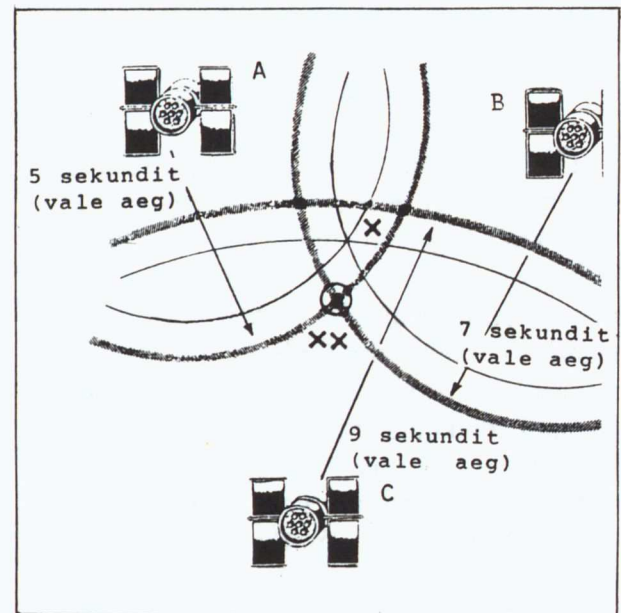
Lahenduseks on kauguse mõõtmine kolmanda (kolmemõõtmelises ruumis neljanda) satelliidini (joon. 13).



Joonis 11.



Joonis 12.



Joonis 13.

Kui kolm üheaegselt tehtud mõõtmist ei löiku ühes punktis, hakkab GPS vastuvõtja protsessor kõigist signaali levikuaegadest vähendama (või liitma) ühesugust ajahulka seni, kuni leiab lahenduse (meie näites üks sekund). See on muidugi arvutuste lihtsustatud skeem, tegelikult lahendab protsessor kolme tundmatuga võrrandisüsteemi.

Satelliitide täpse asukoha määramine

Seni oleme samastanud satelliite kindelpunktidega, mille koordinaadid on teada. Kuid kust me teame 20 000 km kõrgusel ja kiirusel 3 km/s liikuva satelliidi paiknemist?

Tegelikult on satelliitide orbiidi suur kõrgus teatud eeliseks. Antud juhul on Maa õhuruumi ja gravitatsioonivälja muutuste mõjud küllalt väikesed. GPS satelliitide efermiidid on seega suhteliselt täpselt määratletavad. Võimalikke kõrvalekaldeid matemaatilise mudelist kontrollitakse monitorjaamades, kus määratletakse satelliidi kõrgus, kiirus ja paiknemine. Määratud parameetrid lähetatakse satelliidi protsessorile, seal aga tarbijale.

Matemaatilise mudelist kõrvalekallete põhjuseiks peetakse Kuu ja Päikese külgetõmbejõudu ning päikesekiirguse rõhku satelliidile.

Väliskeskkonna mõju

Üks raskemini arvestatav veaallikas GPS mõõtmisel on ionosfääri (ulatus 50 kuni 1000 km kõrguseni) mõju. Päikese ultraviolettkiirgus on vabastanud selles kihis asuvatest gaasimolekulidest elektrone ning GPS signaal, läbides selle ioniseeritud gaasi kihi, teatud määral pidurdub. Pidurdus mõjutab signaali levikuaja määramist, kuna signaali levikukiirust peetakse konstantseks.

On välja töötatud kaks põhimõtteliselt erinevat ionosfääri mõju elimineerimise meetodikat.

Esiteks, võime oletada, milline oleks normaalionosfääri mõju tüüpilisel päeval

ning viia kõigisse mõõtmistulemustesse sisse parandused, kasutades loodud mudelit. Sellest on kindlasti abi, kuid kahjuks pole kõik päevad tüüpilised.

Teine, rangem meetodika põhineb tõsiasi, et ionosfääri pidurdav toime on pöördvõrdeline sageduse ruuduga. Kui kasutame kahesageduslikke GPS vastuvõtjaid ja mõõdame erinevatel sagedustel väljunud signaalide saabumisaegu, saame välja arvutada ionosfääri pidurdava toime.

Peale ionosfääri läbimist satub GPS signaal troposfääri, kus veeaur teda omakorda pidurdab. Kahjuks on troposfääri mõju praktiliselt võimatu korrigeerida, tema mõju on aga siiski väiksem ionosfääri omast.

Muud veaallikad

Hoolimata aatomikellade täpsusest ja monitorjaamade valvest ei ole kõik muutused kellade töös korvatavad.

Viga, mille tekkimises ei saa süüdistada satelliite ja vastuvõtjaid on nn. signaali mitmeteelisus. See on tingitud asjaolust, et signaal ei tule otse vastuvõtjasse, vaid peegeldununa mõnest pinnakattest (näiteks plekk-katusest). Sama veaallikas toob näiteks varjud TV-ekraanile. Viimase põlvkonna vastuvõtjad kasutavad küll vastavaid antenne ja programmkava, kuid lõplikuks seda lahendust pidada ei saa.

GPS mõõtmiste suurimaks veaallikaks on aga nn. piiratud kasutatavus (*S/A – selective availability*). Viimane on tingitud USA Kaitseministeeriumi poolt teadlikult ebatäpsemaks muudetud satelliitide rajaparametritest ja ajaparandustest.

Asukoha määramise täpsust mõjutab ka satelliitide omavaheline paiknemine ehk satelliidigeomeetria. Satelliidigeomeetriat hinnatakse GDOP (Geometric Dilution of Precision) skaala abil. Mida kaugemal üksteisest on satelliidid ning mida ühtlasemalt on nad taevaalaotusel jaotunud, seda väiksem on GDOP väärtus ning seda täpsem tulemus.

Eelmainitud veaallikate tüüpvaartused on järgmised:

satelliidi kellavead	1 m,
satelliidi orbiidivead	1 m,
vastuvõtja vead	2 m,
iono- ja troposfääri mõju	4 m,
piiratud kasutatavus (S/A)	30 m,
satelliitide kauguse mõõtmise summaarne viga (ilma S/A-ta)	5-10 m.

Kui korrutame satelliitide kauguse mõõtmise summaarse vea GDOP-ga, saame järgmised absoluutsed kohamääramise vead:

keskmine reavastuvõtja	20-30 m,
halvimal juhul	60 m,
koos S/A-ga	100 m.

Nn. absoluutset asukohamääramist kasutatakse põhiliselt mere navigatsiooniülesannete lahendamisel (näiteks isiklikel purjejahtidel, kaubalaevastikus jne.). Absoluutne asukohamääramine on sobiv ka geoloogilisteks uuringuteks (näiteks puuraukude koordinaatide määramiseks).

Üldiselt kasutatakse dünaamilist kohamääramist. Kuid on mõeldav ka staatiline meetod. Viimasel juhul sooritatakse määramisi pikema perioodi jooksul ja võetakse tulemitest keskmine, millega saavutatakse mõnemeetriline täpsus.

Diferentsiaalne mõõtmine

Nii nagu absoluutse asukohamääramise puhul, kasutatakse ka diferentsiaalsel GPS mõõtmisel koodi levikuajale põhinevat tehnoloogiat. Kuna antud meetodika puhul asub üks vastuvõtja kindelpunktis, siis on võimalik välja arvutada tegelik kaugus satelliidini. Võrreldes analüütilist kaugust mõõdetuga, saame selgitada mõõtmisvea suuruse (S/A, kellade viga, satelliidi orbiidivead jne.).

Kui tugi- ja liikuvjaama vahekaugus ei ületa 500 km, võib oletada, et tugi- ja liikuvjaama mõjutavad ühed ja samad tegurid. Tugijaamale leitud parandused viiakse sisse liikuvjaama mõõtmistulemustesse ning saa-

vutatakse 1-5-meetrine täpsus. Täpsust mõjutavad tugi- ning liikuvjaama vaheline kaugus ja satelliidigeomeetria.

Liikuvjaama mõõtmistulemustesse võib parandusi sisse viia vahetult, kasutades raadioside abi või hilisemat andmetöötlust. Viimasel juhul teevad tugi- ja liikuvjaam sõltumatuid mõõtmisi ning talletatud info töödeldakse ühiselt spetsiaalset tarkvara kasutades.

Diferentsiaalne asukohamääramine võib olla dünaamiline või staatiline. Staatiline meetodika annab vea alla ühe meetri.

Diferentsiaalset asukohamääramiste meetodikat rakendatakse täpsusnavigatsioonis maal, merel ja õhus. Kasutamist leiab ka mõnes maamööduvaldkonnas (GIS-andmebankade loomisel jt.).

Interferomeetriline mõõtmine

Täpseteks maamöödutöödeks ei ole nn. absoluutse asukohamääramise täpsus piisav. Et viia täpsus sentimeetri ja millimeetri tasemele, tuleb kasutada teist mõõtmisuurust.

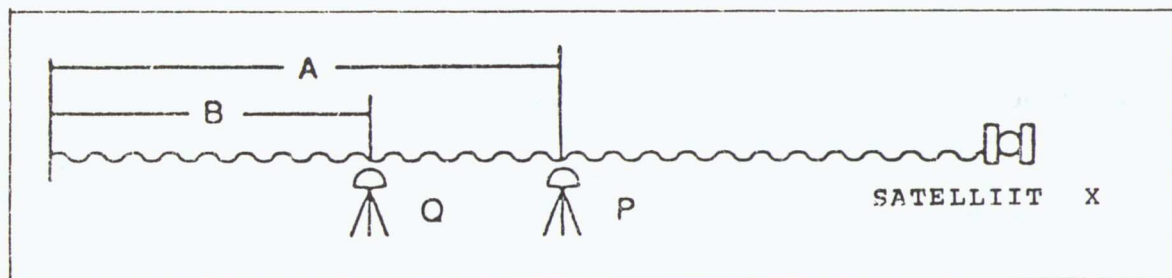
GPS signaali poolt lähetatud koodid on moduleeritud kahte põhilainepikkusesse: L1 sagedusega 1575,42 MHz (lainepikkus 19 cm) ja L2 sagedusega 1227,60 MHz (lainepikkus 24 cm). Põhilainepikkusesse L1 on moduleeritud "C/A-" ja "P-koodid"; L2 vaid "P-kood".

Niisiis on saavutatav täpsus millimeetri suurusjärgus (üks protsent lainepikkusest). Kuna kõik signaalivõnked on aga omavahel sarnased, siis ei ole võimalik välja selgitada, millal teatud võnge "lahkus" satelliidist.

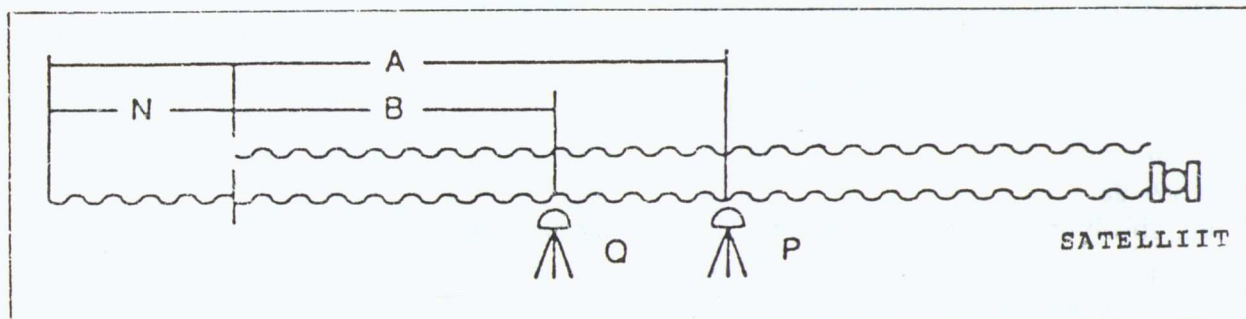
Selgitamaks interferomeetrilise mõõdistamise põhimõtet, toome järgmise näite:

Tähistame kasutatavad vastuvõtjad tähtedega P ja Q. Vastuvõtjate käivitamisel sünkroniseerivad nad oma kellad satelliidi omaga ja alustavad vastuvõttu, hakates lugema saabuvate signaalide täisvõnkeid.

Oletame, et vastuvõtjad alustavad signaali vastuvõttu täpselt ühel ajal. Sel juhul on



Joonis 14.



Joonis 15.

teatud aja (t) möödudes vastuvõtja P mõõtnud A (joon.14) ning vastuvõtja Q mõõtnud B signaali täisvõnget. Kauguskomponent (D) satelliidi X suunas on arvutatav: $D = (A-B) \times \text{lainepikkus}$.

Praktiliselt ei ole vastuvõtjate üheaegne käivitumine mõeldav. Oletame, et vastuvõtja Q on mõõtnud N signaali töövõnget enne vastuvõtja P käivitumist (joon.15). Eeltoodud valem omandab nüüd järgmise kuju: $D = (A-B-N) \times \text{lainepikkus}$.

Valemi osa $(A-B-N)$ nimetatakse vahe-suuruseks (inglise keeles *single difference*) satelliit X suhtes.

Antud meetodika võimaldab teoreetiliselt elimineerida satelliidi X kellade vea, kuna see mõjutab samaaegselt A ja B tulemusi.

Vastuvõtjate kellade vead mõjutavad praktiliselt siiski tulemusi, kuna nende omavahelist identsust ei ole võimalik garanteerida.

Selle probleemi lahendamiseks mõõdetakse teine vahe $(a-b-n)$ teise satelliidi Y suhtes samal ajal (t).

Kuna kaks tulemust $(A-B-N)$ ja $(a-b-n)$

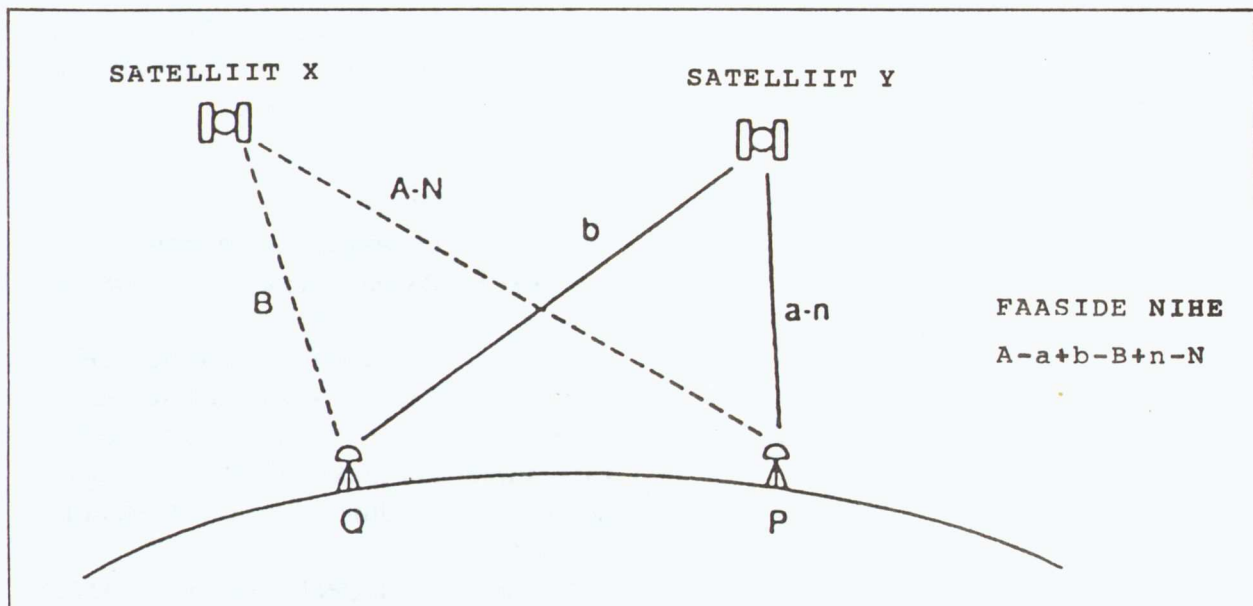
on saadud ühe ajavahemiku jooksul, siis mõjutavad nad mõlema vastuvõtja mõõtmistulemusi sarnaselt.

Järgnevalt lahutatakse ühest saadud suurusest teine $(A-B-N) - (a-b-n)$ ning tulemusena saadakse satelliitide X ja Y vaheline kaksikvahe (*double difference*) (joon. 16). Antud juhul elimineeruvad vastuvõtjate Q ja P ning satelliitide kellade vead. Suurust $n-N$ nimetatakse alg tundmatuks.

Alg tundmatu väärtus on, nagu nimigi ütleb, teadmata, kuid ta püsib kogu mõõtmiste aja muutumatuna. Seda juhul, kui signaal satelliidi ja vastuvõtja vahel ei katke. Alg tundmatu lahendi leidmine vajaliku tõenäosusega on võimalik vaid püsiva tulemuse puhul.

Kui mõõtmiste käigus signaal satelliidi ja vastuvõtja vahel katkeb (*cycle slip*), saab pärast ühenduse taastamist alg tundmatu uue väärtuse. Alg tundmatu lahendamist tuleb alustada uuesti. Katkestusi on võimalik arvestada ka hilisemas andmetöötluses spetsiaalmeetodeid kasutades.

Kokkuvõtlikult võiks öelda, et interferomeetrilise mõõtmismeetodi puhul ei orien-



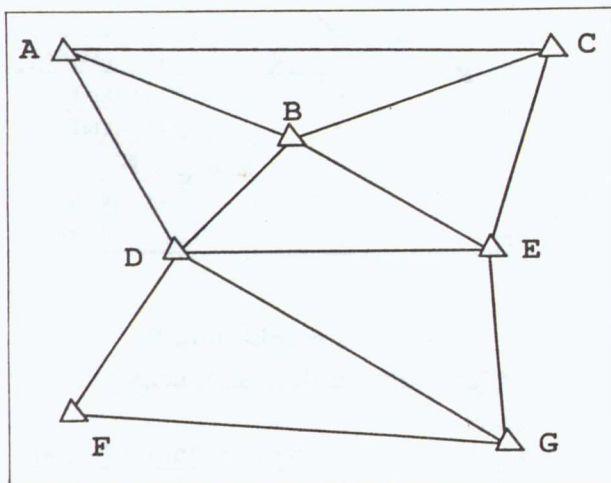
Joonis 16.

teeruta satelliitide kauguse suure täpsusega mõõtmisele, vaid satelliitide ja vastuvõtjate vahekauguste vahedele.

Tulemuseks saadakse kahe punkti omavaheline paiknemine suure täpsusega.

Staatilised mõõtmismeetodid

Antud metoodikat kogutakse põhiliselt geodeetiliste põhivõrkude kõrgemate klasside loomiseks, maakoore nihete vaatlusteks ning see on kõigi ülejäänud meetoditega võrreldes kõige täpsem (joon. 17).



Joonis 17.

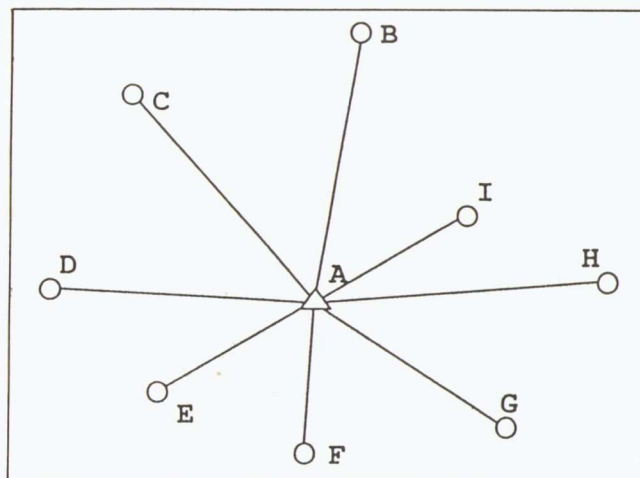
Staatilise mõõtmise puhul teostatakse mõõtmisi 40 minutist mõne tunnini (oleneb vastuvõtjate omavahelisest kaugusest, satelliidigeomeetriast jne.). Mõõtmistel on vajalik kasutada vähemalt nelja satelliidi signaali. Horisont peab vaatluspunkti ümbruses olema avatud alates 15° .

Kui mõõtmisi teostatakse ühesageduslike vastuvõtjatega, võib nende vahekaugus küündida 25 kilomeetrini. Kahesageduslike vastuvõtjate kasutamisel võib vahemaa ulatada sadadesse kilomeetritesse.

Mõõtmis- periood	Vastu- võtja 1	Vastu- võtja 2	Vastu- võtja 3
12:00-13:00	A	B	C
13:30-14:30	A	D	B
15:00-16:00	C	B	E
16:30-17:30	D	E	G
18:00-19:00	D	F	G

Kiirstaatiline mõõtmismeetod (inglise keeles *Rapid static, Fast static*)

Kiirstaatiline meetod on väga sarnane staatilisele. Ainsaks erinevuseks on lühem mõõtmiste aeg (joon. 18). Kasutades kiirstaatilist meetodit, võime vähendada näiteks ühetunnist mõõtmiste aega (staatilise mee-



Joonis 18.

todi puhul) 5-20 minutini. Minimaalne satelliitide arv, mida kasutatakse, on 4 (soovitav 5 või enam). Analoogselt staatilise meetodiga vajatakse avatud horisonti 15° ulatuses.

Järgnevalt on toodud mõõtmiste aja sõltuvus satelliidigeomeetriast.

GDOP	Mõõtmiste kestus, min.
4	20+
5	10-20
6+	5-10

Kiirstaatilist meetodit võib kasutada kuni 20 km vahemaade puhul. Antud meetodit on võimalik kasutada vaid kahesageduslike vastuvõtjate ja spetsiaaltarkvara olemasolul.

Kiirstaatilist meetodit võib rakendada madalama klassi geodeetilise põhivõrgu loomisel ja kaardistamistöodel.

Mõõtmis-periood	Vastuvõtja 1	Vastuvõtja 2	Vastuvõtja 3
12:00-12:10	A	B	F
12:15-12:25	A	C	G
12:30-12:40	A	D	H
12:45-12:55	A	E	I

Kinemaatilised mõõtmismeetodid

Kinemaatiliste mõõtmismeetodite puhul paikneb vähemalt üks vastuvõtjatest kindel-

punktis, ülejäänud vastuvõtjad on aga liikuvad. Eksisteerib mitmeid erinevaid kinemaatilisi mõõtmismeetodeid.

Pidev kinemaatiline mõõtmine (inglise keeles *continuous, true kinematic*)

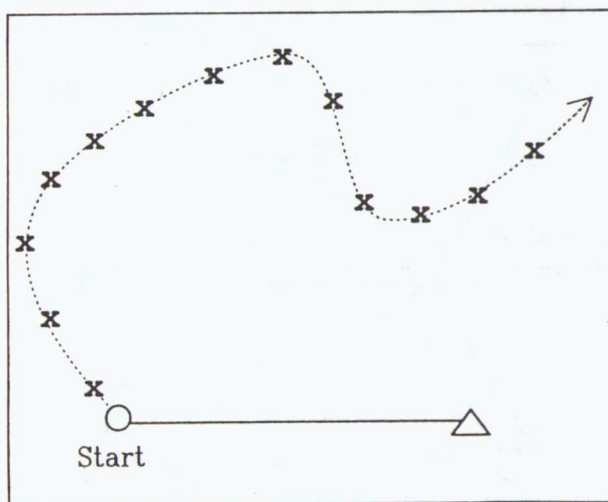
Kõnesoleva meetodika kasutamisel on liikuv vastuvõtja pidevas liikumises, näiteks vastuvõtja on paigaldatud lennukile või laevale. Enne mõõtmiste algust tuleb aga lahendada algundmatud (näiteks staatilisel meetodil).

Mõõtmiste ajal peab vastuvõtja fikseerima pidevalt vähemalt nelja satelliiti. Kui signaal katkeb, tuleb mõõtmisi korrata.

Praktiliselt on see meetod kasutatav täiesti avatud maastikul (ka avamerel). Stationaarse ja liikuvjaama vahekaugus võib olla kuni 30 km.

Pidevat kinemaatilist meetodit kasutatakse liiklusvahendite liikumistrajektoride jälgimiseks, näiteks aeropildistamisel.

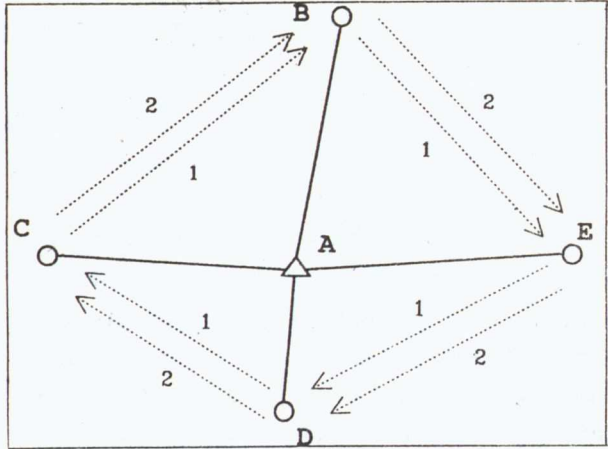
Liikuv vastuvõtja registreerib asukoha teatud ajavahemike järel (joon.19) või välise ärrituse mõjul (näiteks aerofotokaamera katik). Kui mõõdistamine õnnestub, saadakse liiklusvahendi liikumistrajektor mõne sentimeetri täpsusega.



Joonis 19.

Kinemaatiline mõõtmine (Stop and Go)

Stop and Go meetod on põhimõtteliselt identne pideva kinemaatilise meetodiga. Eri-nevus seisneb selles, et kasutajat ei huvita liikumistrajektor, vaid üksikud punktid (joon. 20). Vastuvõtja registreerib nõutaval punktil andmeid mõnest sekundist minutini, vastavalt olukorrale. Vastuvõtja teisaldamisel punktilt punktile ei tohi ühendus satelliitidega katkeda. Algtundmatud lahendatakse enne mõõtmisi.

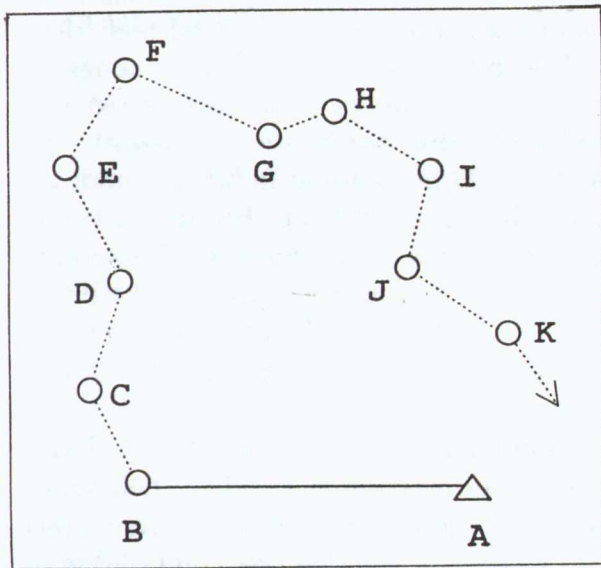


Joonis 21.

vastuvõtjaga mõõtmisi kaks korda samades punktides. Mõlema mõõdistamisperioodi jooksul kogutakse andmeid mõne minuti vältel. Algtundmatud leitakse hilisema andmetöötluse käigus, igale punktile eraldi. Vastuvõtja teisaldamisel punktilt punktile ei ole ühendus satelliitidega tarvilik. Algtundmatute edukaks lahendamiseks peab satelliidigeomeetria kahe mõõtmisperioodi jooksul tunduvalt muutuma (joon. 21).

Mõõtmis- periood	Vastuvõtja 1	Vastuvõtja 2
12:00-12:10	A	B
12:25-12:35	A	C
12:50-13:00	A	D
13:15-13:25	A	E
13:40-13:50	A	B
14:05-14:15	A	C
14:30-14:40	A	D
14:55-15:05	A	E

Artikkel on koostatud "Trimble Navigation GPS A Guide to the Next Utility" ja "GPS-System 200 GPS technology from Leica" põhjal.



Joonis 20.

Kinemaatilist mõõtmist kasutatakse kaardistamisel avatud maastikul.

Mõõtmisperiood	Vastuvõtja 1	Vastuvõtja 2
12:00:00-12:05:00	A	B
12:06:00-12:06:15	A	C
12:07:15-12:07:30	A	D
12:08:30-12:08:45	A	E
12:09:45-12:10:00	A	F jne.

**Pseudokinemaatiline
(ka pseudostaatiline) mõõtmine**

Pseudokinemaatilise mõõdistamismeetodi puhul tehakse tunniajalise vahega liikuva

Geinfosüsteem ARC/INFO

Peep Krusberg

Käesolevas artiklis tutvustatakse geinfosüsteemi ARC/INFO. Mõistele "geinfosüsteem" (ka geograafilise informatsiooni süsteem, ingl. k. *Geographic(al) Information System*, lühendatult GIS) ei ole antud ühest definitsiooni. Siin mõeldakse GIS-i all arvutitarkvara, mille abil on võimalik töödelda kaartide kujul esitatud infot.

Tarkvara perekond ARC/INFO on USA firma Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI) toode. ESRI konkureerib Intergraphiga (vt. "Geodeet" nr. 3, 1993) esikoha pärast vastavas turulõigus, haarates 1992. aastal umbes viiendiku ülemaailmsest turust rahalises väljenduses ja kolmandiku müüdü süsteemide arvu poolest. Kui Intergraph MicroStation on eelkõige CAD tarkvara, millele on võimalik (loomulikult soliidse lisatasu eest) lisada spetsiifilisi GIS mooduleid, siis ARC/INFO on puhtalt GIS tarkvara. See tähendab, et kogu tarkvara loogika (kaartide sisestus, säilitamine, töötlemine, väljastus) on üles ehitatud ala spetsiifikat arvestades.

Arvuti riistvara platvormidest toetab ARC/INFO IBM PC ühilduvaid personaalarvuteid, tööjaamu (*workstation*) ja suurarvuteid (*mainframe*). Artikli põhiohk on personaalarvutite variandil PC ARC/INFO. Kuigi tööjaamade ja nende tarkvara soetamine on Eestis hetkel jõukohane vaid vähestele, vaadeldakse ka lisavõimalusi, mida pakub tööjaama ARC/INFO. Võib arvata, et personaalarvutite võimsuse kasvades lisatakse need võimalused ka PC versioonile.

Üks põhilisemaid ARC/INFO mõisteid on kaardikiht (*coverage*). Kaardikiht sisaldab mingi kriteeriumi järgi grupeeritud objekte (puuraugud, jõed, majad), analoogiks võiks olla kile kartograafias. Ühes kaardiki-

his võivad olla vaid üht tüüpi objektid, nagu punktid, jooned või areaalid või mõningad nende kombinatsioonid. Objektide kujutamiseks kasutatakse ARC/INFO-s vektor-mudelit. Kaardikihi sees on objektid omavahel loogiliselt seotud, ehk kaardikiht omab topoloogiat (*topology*). Näiteks teede ristumiskohal on teada, millised teed ristuvad ja kuhu need viivad. Iga objektiga on võimalik siduda ka seda iseloomustavaid andmeid ehk atribuute (*attribute*). PC ARC/INFO atribuutide failid on ühilduvad andmebaasisüsteemiga (ABS) dBase (seega ka ABS FoxBase, Clipper jms.). Topoloogia ja atribuutide omamine lubab lisaks lihtsatele päringutele ("kelle maa see on?") lahendada kaardil ka näiteks transpordiülesandeid.

Põhiline ja otsustav erinevus ARC/INFO ja CAD programmide vahel seisneb selles, et CAD-i mõistes puudub kiht (*layer, level*). Üks kaardikiht sisaldab ühe kihi (kile) ja on kasutaja seisukohalt üks fail. Väljundi (kaardi) disainimisel on võimalik kasutada nii palju kaardikihte kui vaja. Kaardikihi objektidele ei ole otse ära määratud, kuidas need väljastatakse (värv, leppemärk, joonetüüp vms.), ehk objekti geomeetria on lahutatud tema omadustest. Väljundit, olgu see siis ekraan või plotter, võib võrrelda paberilehega. Kaardi loomiseks võetakse kaardikiht, selekteeritakse sellest objektid, mida soovitakse väljastada, määratakse nende värv, neid esitav leppemärk jne. ja kantakse "paberile".

PC ARC/INFO töötab MS-DOS keskkonnas ning on üles ehitatud "tööriistakasti" (*toolbox*) põhimõttel. See koosneb enam kui sajast eraldi käitatavast programmist. Interaktiivses režiimis tuleb käsud sisestada

käsurealt. Süsteemi programmeerimiskeele SML (*Simple Macro Language*) abil on võimalik koostada konkreetseid rakendusi. SML sisaldab ka vahendid menüüde tegemiseks, samuti tuleb paketiiga kaasa valmis menüüsüsteem (ARCSHELL). Ka tuleb mainida, et PC ARC/INFO on illegaalse kasutamise eest kaitstud nn. võtmega (*hardware key*). Kogu süsteemi mahukust näitab umbes pool meetrit riulipinda võttev dokumentatsioon.

PC ARC/INFO tarkvara on grupeeritud kuude moodulisse.

STARTER KIT annab minimaalse vajaliku komplekti vahendeid kaartide sisestamiseks-väljastamiseks ja töötlemiseks. Töötlusvahenditest on tähtsamad kaardikihi automaatse "korrastamise" (ühendab jooni, lõikab ära üleliigsed joonejupid), topoloogia genereerimise, transformeerimise, generaliseerimise ja projektsiooni moodulid. Starter Kit sisaldab ka lihtsa ABS-i, mis on andmefailide tasemel dBase ühilduv.

ARC PLOT on päringute esitamise ja kaartide disainivahend. Päringuid on võimalik esitada kahel viisil. Graafiline päring käib laadis "mis siin asub": objektid valitakse välja graafiliselt (ekraanil), seejärel väljastatakse nende kohta andmed andmebaasist. Teine võimalus on esitada päring andmebaasi ja seejärel väljastada tulemus graafiliselt. Disainivahendid sisaldavad muuhulgas leppemärkide redaktoreid (kirjad, jooned, sümbolid, viirutused).

ARCEDIT on kartograafiline redaktor. Lisaks graafiliste objektide sisestamisele ja ärandamisele on võimalik redigeerida ka nendega seotud atribuute. Töös olevale kaardikihile saab taustaks võtta teise kaardikihi või rasterkujutise. Kui taustaks on rasterpilt, võib digitaliseerida otse sellelt. Kõrvuti asetsevate kaardilehtede äärte kohakuti viimiseks on eriprotseduur (*edge-matching*).

OVERLAY annab vahendid geograafiliseks analüüsiks. Kaardikihte saab "liimida"

ja "tükeldada". Loogiliste operatsioonide (ühend, ühisosa, täiend jms.) abil on võimalik saada kahest sisendkaardist uut infot sisaldava kaardi. Näiteks on nullastikukaart ja põldudekaart, nende ühend annab kaardi, millel igal põllul või selle osal on teada mulviljakus. Kaardikihi objektide ümber on samuti võimalik genereerida puhvertsoone.

NETWORK sisaldab kaks vahendit transpordiülesannete lahendamiseks ja vahendid nn. geokodeerimiseks (*geocoding*). Programmi ROUTE abil saab leida optimaalseid marsruute joontekaardil (teed, torujuhtmed). Joontele ja pööretele on võimalik panna piiravaid tingimusi (maksimaalne kiirus, ühesuunaline tee, lubatud ainult parempööre), kohustuslikult läbitavad punkte (peatused) ja tõkkeid (remont) jne. ALLOCATE leiab teeninduspunktidele (pood, kool) teeninduspiirkonnad. Teeninduspunktile antakse ette tema "mahutavus" (õpilaste arv) ja teenindavate suurim lubatud kaugus teeninduspunktist. Geokodeerimiseks nimetatakse andmete, mis ei sisalda otseselt koordinaate (postiaadress), sidumist vastava punktiga kaardil. Näiteks on teedekaardil iga teelõiguga (ristmikust ristmikuni) ühendatud iga lõigu vasaku ja parema poole algus- ja lõppaadress. Esitades päringu mingi konkreetse aadressi kohta, leiab programm selle ligikaudse asukoha kaardil.

DATA CONVERSION sisaldab mooduleid andmete teisendamiseks muude graafika- ja GIS-süsteemide ning ARC/INFO vahel. Kõige rohkem pakub kindlasti huvi AutoCAD-i DXF formaadi teisendus. AutoCAD-i joonise elementide omadused (värv, kiht, joonetüüp jne.) kantakse teisendamise käigus üle ARC/INFO kaardikihi atribuutideks. Analoogiliselt, formeerides kaardikihi ja tema atribuudid teatud reeglite kohaselt, on võimalik see teisendada DXF failiks, kus objektid asuvad soovitud kihis, on määratud värviga jne.

Nõrgemates masinates (286-protssessoril põhinevatel) töötaval PC ARC/INFO-s võib üks kaardikiht sisaldada maksimaalselt 32 000 punkt- või joonobjekti ning kuni 5000 areaalobjekti. Võimsamas PC-s (386-, 486-protssessor) on need arvud umbes kolm korda suuremad. Tõsiseks miinuseks PC ARC/INFO juures on spetsiaalsete vahendite puudumine tööks arvutivõrgus (eriti andmekaitse). Võrgu serverist süsteemi käitamine aga õnnestub.

Tööjaama ARC/INFO. ESRI lipulaevaks on tööjaama ARC/INFO, ning see on PC versioonist oluliselt võimsam. Lisaks täiesti uutele moodulitele on PC ARC/INFO-st tuttavatel moodulitel lisavõimalusi, näiteks saab ARCEDIT-is rasterpilti poolautomaatselt vektoriseerida. Kasutaja seisukohalt on muidugi tähtsaim, et andmete ülekandmine erinevate platvormide vahel ei tekita mingit probleemi. Seda ka juhul, kui kasutatakse erinevaid ABS-e atribuutandmete haldamiseks (dBase, Oracle jne.).

Andmebaaside integraator. Tööjaama ARC/INFO-ga koos turustatakse ABS-i INFO. Otsepäas teistesse levinud ABS-idesse (Ingres, Oracle, Informix jms.) toimub aga "lennult", kasutades SQL süntaksi.

Librariani abil saab ühendada erinevaid kaardikihte ühtseks "lehtedeta" kaardiks.

TIN (*Triangulated Irregular Network*) moodul lisab ARC/INFO-le kõrgusmudeli. Selle abil on võimalik arvutada mahtusid, genereerida kõrgusjooni ja profiile ning linnuperspektiivis kolmemõõtmelisi vaateid. TIN moodul on tegelikult kohandatud ka PC platvormile, tema töökiirus jätab aga kõvasti soovida.

GRID teeb ARC/INFO-st ka rasterpiltide (satelliidifotod) töötlemise vahendi. Lisaks saab rasterpildi ühendada suvalise kaardikihiga objektiga. Nii võib näiteks hoonestuse kaardil lisada igale hoonele ka tema skaneeritud pildi.

COGO (*COordinate GeOmetry*) on geodeesia pakett. COGO abil on võimalik

ARC/INFO-sse lugeda välimõõtmiste tulemusi mitmesugustest elektroonilistest mõõteseadmetest, samuti eelnevalt planeerida mõõdistamistöid.

ArcSdl (*Arc Software Development Library*) annab kasutajale võimaluse programmeerida oma funktsioone. Sisaldab mooduleid, mida saab kasutada programmeerimiskeeltes C või FORTRAN ja mis annavad juurdepääsu ARC/INFO sisemistele ressurssidele.

Tööjaama ARC/INFO hinda peetakse ka läänemaailmas küllaltki kõrgeks. Omades aga arvutivõrgus mitut litsentsi langeb ühe töökoha hind oluliselt.

Riistvara. Minimaalsed nõudmised, mida PC ARC/INFO esitab kasutatavale riistvarale, ei olegi kuigi suured. Vajalik on vähemalt 286-protssessorile tuginev IBM PC/AT-tüüpi arvuti koos 640 KB põhimälu ja matemaatikaprotssoriga. Välismälu tarkvara mahutamiseks pakitud kujul läheb alla 30 MB, kusjuures vajaliku mooduli lahutipakkimine toimub automaatselt. Süsteemi käitamine ei eelda isegi graafilise adapteri ja monitori olemasolu.

Reaalsed tööd seavad aga riistvarale hoopis teised tingimused. Optimaalne on 386- või võimsama protssoriga arvuti koos 2 MB põhimäluga. Kui soovitakse kasutada ka ARCView-d (lähemalt allpool), peab põhimälu olema vähemalt 4 MB. Lahtipakitult võtab tarkvara kettal ruumi üle 40 MB. Lisaks ruumile andmefailide jaoks peab välismälu olema ka vaba ruumi umbes kümme korda rohkem, kui on hetkel töödeldav andmekogum (kaart). Nii oleks soovitatav välismälu maht 100 MB ja enam.

Võimalike graafiliste sisend- ja väljundseadmete valik on lai. Kaetud on kõik põhilised ekraanigraafika standardid (alates CGA-st ja Herculesest kuni professionaalsete monitorideni), kui arvutiga on ühendatud kaks monitori (teksti ja graafika), töötavad mõlemad. Ühendada on võimalik graafiline printer (maatriks- ja laserprinte-

rid, postscripti tugi) ja plotter (parim tugi on HPGL keelt tundvatele). Toetus on paa-rikümnele digitaaiserile, uue liidese kirjutamisega on võimalik ühendada iga digitaaiser, mis väljastab andmed teksti kujul.

ARC/INFO versioon tööjaamadele toetab kõikide suuremate firmade mudeleid (Sun, Hewlett-Packard, DEC jne.) ja töötab operatsiooniüsteemis UNIX ning graafilises keskkonnas X-Windows. Tarkvara turustatakse ainult CD-ROM kettal, nii et riistvara peab sisaldama ka vastavat ajurit. Tarkvara enda maht on üle 400 MB, seega peaks tööjaamal olema ketaste üldmaht juba gigabait (GB) ja enam. Tööjaama versioon töötab ka arvutivõrgus, kusjuures kasutatakse nn. litsentsimäändžeri põhimõtet. Selle põhimõte on järgmine. Kui asutusel on näiteks võrgus 10 töökohta ja 5 litsentsi ARC/INFO-le, siis viimane saab töötada ka korraga maksimaalselt viies masinas. Millises masinas, pole rangelt ette määratud.

ARC/INFO-ga haakuvad produktid. Lisaks ARC/INFO-le on ESRI poolt välja töötatud rida süsteeme, mis laiendavad ARC/INFO või selle andmete kasutusvõimalusi. Samuti on muud firmad toonud väljaprodukte, mis toetavad ARC/INFO-t. Ka pakutakse andmeid (elektroonilised kaardid, atlased), mis on otse kasutatavad ARC/INFO-s.

ArcView (ESRI) on ARC/INFO lõppkasutaja töövahend, seda võiks võrrelda kasutaja seisukohalt tabelarvutussüsteemidega. See lubab lihtsalt esitada geograafilise andmebaasi päringuid ja koostada demonstratsioone. PC versioon töötab MS-Windows keskkonnas, lisaks tööjaamadele on olemas ka versioon Apple MacIntosh arvutitele. Töötades arvutivõrgus pole oluline, milline on töökoha arvuti (PC, MacIntosh, tööjaam) ja milliselt riistvara platvormilt andmed lähtuvad. PC ArcView hind on vaid kümnendik PC ARC/INFO kogumaksumusest, miinuseks aga suured nõudmised riistvarale, nagu kõigil Windows-programmidel.

ArcCAD (ESRI ja Autodesk) on süsteemi AutoCAD keskkonnas realiseeritud GIS. Andmeformaad on sama, mis ARC/INFO-l, samuti on käskude ülesehitus sarnane. ArcCAD lubab näiteks linnaplaani (ARC/INFO kaardikiht) peale projekteerida kolmemõõtmelise hoonestuse (AutoCAD-i vahendid). ArcCAD sobib eelkõige keskkonda, kus on juba kasutusel AutoCAD. ArcCAD on oma populaarsusega ületanud kõik selle loojate ootused.

CADCore Tracer (*Information Graphics Systems*) on rasterpiltide vektoriseerimise vahend. Vektoriseerimine toimub poolautomaatselt, s.t. programm trasseerib vektorit kuni kohani, kus tekib mitu edasimineku võimalust (näit. joonte ristumine). Vektori edasise suuna peab andma operaator. Trasseeritud vektoritega on võimalik automaatselt ühendada atribuute.

PhotoGIS (*Salamanca Software*) on aerofotode dešifreerimise vahend. Digitaliseerimine toimub otse transformeerimata aerofotolt. Kaamera kaldenurgast ja maapinna reljeefist tulenevad muudatused kõrvaldatakse siduspunktide ja maastiku kõrgusmudeli abil. Sellega kaob ära vajadus stereofotopaari ja stereoplotteri järele. Negatiivseks küljeks on jälle (meie tingimustes) vajadus omada eelnevalt digitaalset kõrgusmudelit. Tulemus salvestatakse ARC/INFO formaadis.

Digital Chart of the World (ESRI). DCW on USA kaitseministeeriumi tellimisel loodud elektrooniline maailmakaart mõõtkavas 1:1 000 000, seda võivad osta aga kõik hinnaga umbes 200 USD. Seda turustatakse neljal CD-ROM kettal (maht 1,7 GB) koos tarkvaraga kaartide kuvamiseks. Kaartidel ei ole kasutamise piiranguid, lisatud on ka programmide lähtetekstid programmeerimiskeeles C ja andmeformaadi standard (*Vector Product Format*, VPF) on avatud. Seega võib iga huviline kasutada neid andmeid piiranguteta oma rakendustes. VPF on praeguseks aktsepteeritud

elektronkaardi standard 11 riigis. VPF tugi lisatakse ka järgmistesse ARC/INFO versioonidesse.

Kõige kuulsam ARC/INFO kasutaja on arvatavasti ajakiri *National Geographics*. Alates 1987. aastast on kõik selle ajakirja kaardid ette valmistatud ARC/INFO abil. Meile lähematest maadest tehakse Rootsi Rahvuslikku Atlast samuti ARC/INFO abil.

PC ARC/INFO on praegu olemas Maa-Ametis ja Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuses. Maa-Ametis kasutatakse süsteemi Eesti baaskaardi (M 1:50 000), põhikaardi (M 1:10 000 ja 1:20 000) ning maa-kadastriloomisel. Täpsema informatsiooni saamiseks palun pöörduda Maa-Ameti geodeesia ja kartograafia osakonda.

Algamas on uus Rootsi aeg Eestimaa kaardistamisel

Heiki Potter

Rootsi-Eesti koostööleping (AGREEMENT)

25.-26. veebruaril 1993.a. oli allakirjutatuna, Eesti Maa-ameti peakartograaf H. Potteril ja insener A. Rüdjal meeldiv võimalus külastada Rootsi Kosmosekorporatsiooni (SSC¹⁾ SATELLITBILD) keskust Kirunas. Meiega oli kaasas veel SSC vana tuttav L. Saare EV Keskkonnaministeeriumist. Reisi eesmärgiks oli Eesti Maa-ameti ja SSC SATELLITBILDI vahelise koostöölepingu sõlmimine Eesti rahvusliku baaskaardi ja selle andmebaasi süsteemi (*National Base Map of Estonia and data base system*) projekti realiseerimiseks.

Lepingu ettevalmistamine sai alguse rohkem kui kaks aastat tagasi, kui tekkisid esimesed kontaktid SSC esindajatega. Kontaktide initsiaatoriteks olid toleaege Eesti Vabariigi Ülemnõukogu Presiidumi nõunik H. Luik ja Looduskasutuse Infokeskuse direktor L. Saare, kellede kutsel külastasid Tallinnat SSC esindajad E. E. Öskog ja T. Lahi, saatjaks-tõlgiks Eestist pärit E. Juštšuk. Järgnesid veel mõned isiklikud kontaktid ja vastastikune informatsiooni vahetamine, mille tulemusel valmis SSC esimene ettepanek Rootsi BIT-sile: Eesti loodusvarade ja keskkonna seisundi monitooring ning baaskaardi koostamise projekt (Prospal No K920505 for A Natural Resource, environmental and Base Map Development project of Estonian covering design, assistance and products).

Vastav ettepanek adresseeriti Keskkonnaministeeriumile, Põllumajandusministeeriumile, Riigi Maa-ametile, Metsaametile,

Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituudile ning AS Looduskasutuse Infokeskusele.

Läbirääkimised projekti realiseerimiseks kujunesid pikkadeks ja väsitavateks. Alles 11. jaanuaril 1993.a. jõuti kokkuleppele lõpliku projekti koostamiseks. BIT-si rahaliste raskuste ja mõnede Eesti ametkondade passiivsuse tõttu tuli loobuda loodusvarade ja keskkonna seisundi monitooringute süsteemi loomisest keskkonnakaitse, põllumajanduse ning metsanduse vajadusteks. Prioriteedi sai Baaskaardi ja digitaalkartograafia andmebaasi süsteemi loomise projekt.

Nimetatud projekti kohaselt valmib SPOT satelliitinfo ja olemasolevate kartograafiliste materjalide järgi ortofotokaart mõõtkavas 1: 50 000 koos digitaalse andmebaasiga. Projekti maksumus on ligi 11 milj. Eesti krooni, millest 85 % maksab Rootsi riik, tööde kestuseks on 20 kuud. Analoogilised projektid on koostatud ka Lätile ja Leedule.

Baaskaardi ja andmebaasi süsteemi loomine Eestis võimaldab kiiresti ja kaasaja tipp tehnoloogia tasemel saada lähteandmed keskmõõtkavaliste topograafiliste kaartide koostamiseks, geograafilise informatsioonisüsteemi (GIS) loomiseks, aga ka digitaalkartograafia juurutamiseks. Kõige olulisem on aga vastava spetsialistide kaadri koolitamine.

Eesti kartograafia olukord

Kui enne Teist maailmasõda oli Eesti kartograafia teiste arenenud Euroopa riikide tasemel, siis Nõukogude Liidu okupat-

¹⁾ SSC – Swedish Space Corporation.

sioonirežiimi militaarse poliitika ja impeeriumikeskse majandustegevuse tulemusena kaotasime selle positsiooni. Eesti ala kaardistamine toimus viimasel perioodil põhiliselt Moskvale alluvate ettevõtete poolt ja impeeriumi sõjaväe Kindralstaabi tellimusel. Kaardistajateks olid tavaliselt eesti keelt ja kohalikke olusid mittetundvad muulased. Kindralstaabi topograafilised kaardid olid tsiviilasutustele oluliste kasutuspiirangutega, elanikkonnale aga kättesaamatud.

Nüüd, kus seoses Eesti iseseisvumisega tõusis päevakorda mitmete reformide läbi viimine ning hariduse, lennunduse, laevaliikluse jt. elualade ümberkorraldamine, tekkis terav vajadus kaasaegsete eestikeelsete kaartide järele.

Alustati 1991.a. valminud kartograafia arengukava koostamisega. Arengukava eesmärk on taastada rahvuslik kartograafia ja viia kaartide tootmine Euroopa riikide tasemele. Arengukava prioriteetseteks programmideks on koolikaart, põhikaardi (M 1:10 000 ja 1:20 000) ja baaskaardi (M 1:50 000) süsteemide loomine. Oluliseks sammuks kartograafia arengukava loomisel oli Eesti Vabariigi Ülemnõukogu otsus (13.01.92.a.) kõigi vabariigi territooriumi kaartide avalikustamise kohta. Arengukava kohaselt on juba koostatud põhikaardistamistöde programm ja moodustatud Riiklik Geodeesia ja Kartograafiaarhiiv.

Tänu Rootsi riigi abile on käivitumas ka baaskaardi tootmise programm. Kohe, kui SSC tegi ettepaneku satelliitinfole põhineva kaardi ja andmebaasi loomiseks, asuti Eesti, Läti ja Leedu Geodeesiakomisjoni raames välja töötama Balti regiooni baaskaardi tootmise tehnilisi tingimusi.

Balti riikide ühine ettepanek valmis samaaegselt SSC-i ettepanekuga (Prospal No K920505) 1992. aastal. Ettepaneku kohaselt tuleb luua Balti regioonis ühise, satelliitinfo ortofoto- ja multispektraalkujutiste ning olemasolevate topograafiliste jt. kaartide kasutamisele põhineva loodusvarade uuri-

mise ning kaardistamise süsteem.

Tuleb märkida, et alternatiivse ettepanekuga – satelliitinfo kasutamiseks loodusvarade ja keskkonnauuringute ning kaartide tootmiseks – esines Euroopa Nõukogu kaudu Iiri firma ERA-MAPTEC. Eestis hinnati aga rohkem SSC-i ettepanekut.

Uus Rootsi aeg Eestimaa kaardistamisel

Ajaloost on teada, et peale Liivimaa ordu lagunemist ja Poola kuningate võimu lange mist algas Eesti alal Rootsi aeg. Kuningas Gustav II Adolphi ajal alustati allutatud maa- de kaardistamisega. A. Bure poolt 1626.a. koostatud Rootsi riigi kaardil oli Eestimaal ligi 150 kohanime, ranniku kontuurid ja hüdrograafiline võrk. Liivimaa mõisate reduktsiooniga 1680-ndatel aastatel kaasnesid ulatuslikud maamöödutööd, mille tulemu- sel koostati mõisamaade kaarte, aga ka kihelkondade ja teede kaarte. 1695. aastal ilmunud admiral W. von Rosenfeldti ja P. Gedda esimeses Rootsi merekaartide atlas- ses olid ka Eestimaa rannikualade kaardid.

Eesti- ja Liivimaa liitmisel Vene riigiga (1710.a.) peale Põhjasõda algas kaks sajandit kestev Vene aeg, millal kaardistamistö- dega tegelesid ainult venelased.

Eesti rahvusliku kartograafia algust võib seostada Mellini LIIVIMAA ATLASSE il- mumisega 1798.-1810. aastatel, olgugi et L. A. Mellin oli baltisakslane ja kaardid saksa- keelsed. Eesti ala geodeetilisele alusvõrgule põhinevale kaardistamisele pandi alus eesti soost geodeedi K. Tenneri ja tuntud astro- noom-geodeedi W. Struve poolt triangulat- sioonivõrkude rajamisega 19. sajandi algaastatel. Rahvusliku liikumise tegelaste poolt koostati ja kirjastati 19. sajandi teisel poolel eestikeelne kaardiatlas (MAA KAARDI-RAAMAT), kooliatlas ja rahva hulgast kogutud kohanimedega (nelja poole verstane) kaart.

Teatavasti algas 1940.a. Eestis uus Vene aeg ja kartograafias venestamise poliitika. 1993. aastal oleme aga Eestimaa kaardistamisel uue Rootsi aja lävel.

Kirunas olid Eesti delegatsiooni vastuvõtjateks ja läbirääkimiste partneriteks peale meie vana tuttava Tomas Lahi veel müügidirektor Dr. Dan Rosenholm ja *applications*-insener Dan Klang. Meie külaskäik lõppes vastuvõtuga ja kokkuleppe allakirjutamisega peadirektor Lars Bjerkesjö poolt.

Hr. Bjerkesjö hindas vääriliselt eestlaste panust projekti ettevalmistamisel ja arvas, et selles oli oma osa ka Balti riikide keskkonnaministrite külaskäigul Kirunasse mõni

aeg tagasi. Eestit esindas siin endine minister T. Kaasik.

Peale SSC oli Eesti delegatsioonil võimalus teha lühivisiit Rootsi Riikliku Maamõõduameti Kartograafiaettevõttesse (*National Land Survey Maps*, lühidalt – *LM Kartor*), mis asub ühes hiigelhoones – Kosmosehallis. Peale kahe nimetatud asutuse asub seal veel mitu väiksemat ettevõtet. Meile tutvustati samuti Rootsi Rahvusatlase koostamist. Kavandatud 17 köitest oli kirjastatud 7, millest 6 on nüüd ka Eesti Riikliku Kaardiarhiivi valduses. Meie vastuvõtjaks ja ekskursionijuhiks oli hr. Owe Palmer, kes on ka Rahvusatlase toimetuskolleegiumi liige.

Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde litsentseerimisest

Sirje Kiiv

Geodeetilisteks ja kartograafilisteks töödeks tegevuslitsentside väljaandmist alustati Riigi Maa-ameti geodeesia ja kartograafia osakonnas 1990.a. detsembris. Litsentsi nr. 1 omanikuks sai aktsiaselts "Regio", kes tegeleb mitmesuguste kaartide koostamise ja väljaandmisega Eestimaal. 1991. aastal anti välja juba 47 ja 1992. aastal 53 tegevuslitsentsi. Käesolevaks ajaks on litsentsi saanud 147 asutust, ettevõtet ja firmat.

Tegevuslitsents on seega luba, et ettevõtte võib teha Eesti Vabariigi territooriumil geodeetilisi ja kartograafilisi töid. Litsentseerimise eesmärgiks on tagada nii geodeesia kui ka kartograafia valdkonnas tehtavate tööde professionaalne tase ja määrata kindlaks ettevõtte sobivus kavandatud tööde tegemiseks. Vajalik on ka saada geodeesia- ja kartograafiaalase tegevuse riiklikuks suunamiseks teavet.

Litsents peab olema kõigil Eesti Vabariigi territooriumil paiknevatel asutustel, ettevõtetel ja firmadel, kes tahavad tegelda järgmiste töödega:

- 1) riikliku geodeetilise võrgu rekonstrueerimine ja kohalike võrkude rajamine;
- 2) vabariigi territooriumi kaardistamine aerofototopograafilise või topograafilise mõõdistamise meetodil;
- 3) asulate territooriumide ja teiste piiratud alade aerofototopograafilise või topograafilise mõõdistamine;
- 4) kaartide ja atlaste (kartograafiliste teoste) koostamine ja trükkimine;
- 5) territoriaalsete planeerimisprojektide ja -kavade (maakorralduskavade) koostamiseks kartograafiliste aluste valmistamine;
- 6) maakasutuste ja maavalduste piiride mõõdistamine.

Litsentside väljaandmise eeskirju on varem tutvustatud Eesti Geodeetide Ühingu ajakirjas "Geodeet" nr. 1, aastast 1991.

Litsentsi saanud ettevõtted peavad esitama iga aasta 20. detsembriks Riigi Maa-ametile jooksvat aastal tehtud tööde lühiaruande. Nende aruannete põhjal on võimalik koostada kokkuvõtte, milliseid töid on geodeesia ja kartograafia alal tehtud.

1992. aastal jätsid oma aruande esitamata 11 firmat, kelle tegevuslitsentsid otsustati ekspertkomisjoni otsusega 15. augustist 1993.a. tühistada. 31 firmat ei teinud aasta jooksul ühtki tööd. Osa ettevõtteid, kes taotlesid tegutsemisloa, on aga käesolevaks ajaks juba likvideeritud. Millised on siis tööd, mida 1992. aastal tehti?

1. Rekonstrueeriti 223 riikliku geodeetilise põhivõrgu punkti ja rajati 180,3 km kohalikke võrke.

2. Vabariigi territooriumi kaardistamistööd toimusid mõõtkavas 1:5 000 kaartidel 66,0 km²-l ja mõõtkavas 1:10 000 kaartidel 2128,6 km²-l.

3. Topograafiliselt mõõdistati asulaid ja teisi alasid mõõtkavas 1:200 0,24 km², mõõtkavas 1:500 5,32 km², mõõtkavas 1:1 000 1,32 km², 1:2 000 40,01 km² ja 1:10 000 599,24 km². Kokku mõõdistati 285 objekti, millest olid 53 talu-, 695 ehitus-, 243 asutuse, 254 individuaalmaja kruntide piirid. 203 juhul mõõdistati muid maavaldusi.

4. Kaarte ja atlaseid koostati ja trükiti 36 nimetust erinevates mõõtkavades, keskmise tiraažiga 3000 eksemplari. 14 juhul jäeti kaartide koguarv firma saladuseks. Anti välja Eesti kaart mõõtkavas 1:500 000.

5. Maakorraldusplaane ja planeerimisprojekte tehti mõõtkavas 1:500 0,895 km² kohta 28 objekti jaoks, mõõtkavas 1:1 000

1,98 km² kohta 7 objekti jaoks ja mõõtkavas 1:2 000 0,14 km² kohta 2 objekti jaoks.

Enamik töid tuleb ettevõtetel kooskõlastada kohaliku omavalitsusega ja täita nende poolit esitatud nõudeid.

Viimasel ajal on suurenenud huvi maa-valduste piiristamise vastu, kuid eeskirjad, mida tööde läbiviimiseks soovitatakse aluseks võtta, on 1984. aastal välja antud ning vajaksid kindlasti korrektuuri.

Praegused litsentside väljaandmise eeskirjad kehtivad 1993. aasta lõpuni ja vajavad edaspidiste geodeetiliste ja kartograafiliste tööde suunamiseks täiendamist ja parandamist.

Alljärgnevalt toome ära nende asutuste, ettevõtete ja firmade nimekirja, kes omavad käesoleval ajal geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemiseks tegevusluba:

1. AS "Huma" Tallinn, Õie t. 33-1
2. AS "Avek" Tartu, Taara pst. 2
3. RAS "Eesti Maaparandusprojekt" Tallinn, Mustamäe tee 33
4. AS "EM Kobras" Tartu, Kastani t. 10-1
5. AS "K-Projekt" Tallinn, Lai t. 27
6. ÜE "Geoestonia" Tallinn, Mustamäe tee 33
7. RVE "EPA Teaduse Rakenduskeskus" Tartu, Riia t. 12
8. Eesti TA Astrofüüsika ja Atmosfäärifüüsika Instituut Tartu mk., Tõravere
9. PI "EKE Projekt" Tallinn, Liivalaia t. 12
10. Inseneribüroo "Stratum" Tallinn, Mäealuse t. 1a
11. AS "Honga" Hiiumaa mk., Käina v.
12. RPI "Eesti Maaehitusprojekt" Tallinn, Rävälä pst. 8
13. AS "Vermes" Tartu, Rahu t. 3a-8
14. Harju Maakonna Valitsuse Arhitektuuribüroo Projektbüroo Tallinn, Roosikrantsi t. 12
15. AS "TS" Kärdla, Rootsi t. 12
16. Paide Projekteerimisbüroo Paide, Keskväljak 12
17. Tartu Linnavalitsuse Arhitektuuri ja Maamõõdu Büroo Tartu, Raekoja plats 3
18. RE "Eesti Geoloogiakeskus" Tallinn, Pikk t. 67
19. Hiiumaa Arhitektuuribüroo Kärdla, Ümarmäe t. 20a
20. Võru Maa-ameti Maamõõdugrupp Võru, Liiva t. 11
21. AS "Merif" Tartu, Lutsu t. 14a
22. AS "Põlva Arhitektuuri Büroo" Põlva, J. Käisi t. 4
23. AS "Hades" Tallinn, Estonia pst. 7
24. Viljandi Maamõõdubüroo Viljandi, Vabaduse plats 2
25. Valga Maakonna Projekteerimisbüroo Valga, Kesk t. 16
26. AS "K&H" Tartu mk., Tõrvandi, Ringtee 15-55
27. AS "Tetra" Tartu, Anne t. 92-100
28. Kooperatiiv "TGK" Sillamäe, pk. 156
29. AS "Via Geo" Tallinn, Betooni t. 24
30. AS "Pandus" Tallinn, Sütiste t. 48-8
31. AS "Regio" Tartu, Kastani t. 16
32. AS "Eesti Geodeet" Sillamäe, Zeljonaja t. 5-7
33. AS "E.O.MAP" Põlvamaa, Röpina side, Sillapää
34. AS "Eiko" Pärnu, Savi t. 3
35. AS "EKE Projekti Maamõõdu Büroo" Tallinn, Liivalaia t. 12
36. AS "Viljandi EKE Projekt" Viljandi, Vaksali 3a
37. AS "Revo" Tallinn, Raudtee t. 64
38. AS "Elisor" Tallinn, Mustamäe tee 51
39. AS "Geomeeter" Tallinn, Tuisu t. 18-19
40. AS "E.F.A." Tallinn, pk. 1550
41. AS "Aikari" Tallinn, Paldiski mnt. 23a
42. AS "Kaar" Põlva, Lao t. 5
43. RAS "Kommunaalprojekt" Tallinn, Lai t. 27
44. Saue Alevivalitsuse Maamõõdubüroo Tallinn, Saue, Koondise 9-1
45. AS "Anri" Tartu, Mõisavahe t. 18-12

46. AS "Optiset" Harju mk., Haabneeme, Männi t. 8
 47. AS "Lasuur" Tartu, Eha t. 23a-4
 48. AS "Nivel" Tallinn, Linnamäe tee 30-41
 49. AS "Ekaros" Tartu, Kalevi t. 67
 50. Põltsamaa Maakorraldusbüroo Põltsamaa, Kesk t. 3
 51. AS "Hektar" Jõgeva, Aia t. 31-35
 52. Järva Teedevalitsus Järva mk., Sillaotsa
 53. AS "Teed" Pärnu, Savi t. 3
 54. Võrumaa Arhitektuuribüroo Võru, Võrumõisa tee 4a
 55. RE "Eesti Maauuringud" Tallinn, Mustamäe tee 51
 56. Jõgeva Maakonna Arhitektuuribüroo Jõgeva, Aia t. 2
 57. AS "Geodeesia AP" Harju mk., Jüri alevik, Ehituse t. 21-10
 58. AS "Mercur" Jõgeva mk., Torma vald
 59. AS "Kompleks" Kuressaare, Kitsas t. 3
 60. AS "Georite" Pärnu, Kuninga t. 34
 61. AS "Alt ja Ülevalt" Tartu, Vanemuise t. 8-7
 62. Kooperatiiv "Saare Projekt" Kuressaare, Rootsi t. 7
 63. EV Riikliku Maanteeameti Saare Teedevalitsus Kuressaare, Marientali t. 27
 64. AS "Floreas" Tartu, Ehitaja t. 23
 65. AS "Topoplaan" Tallinn, Suur-Karja t. 6-4
 66. Pärnu Geodeesiafond Pärnu, Ringi t. 10
 67. RAS REI Tallinn, Rävälä pst. 8
 68. AS "Mave" Pärnu, Kuninga t. 1a-2
 69. AS "Kivimäe" Maamöödubüroo Haapsalu, Tallinna mnt. 23b
 70. AS "Limb" Narva, Rahu t. 34-107
 71. RAS "Tartu Geoloogia" Tartu, Õnne t. 15
 72. AS "WMB" Lääne-Virumaa, Vinni, Sõpruse 1a
 73. ME "Arbo" Pärnu, Akadeemia t. 2
 74. AS "Nivelta" Tartu mk., Lohkva, Aiandi tee 11-5
 75. Eraettevõte "MK Büroo" Harju mk., Jõelähtme vald
 76. RAS "Eesti Ehitusmälestised" Tallinn, Lai t. 31
 77. AS "Geotar" Tartu, Vanemuise t. 21
 78. AS "Viljar" Tallinn, Mere pst. 6
 79. RAS "Viru Geoloogia" Kohtla-Järve, Rutiku t. 4
 80. AS "WEW" Tartu, Mõisavahe t. 10-9
 81. AS "Põpro" Põltsamaa, pk. 52
 82. AS "Geo" Türi, Wiedemanni t. 1
 83. AS "Spatio" Tallinn, Vene t. 11-6
 84. AS "Kiva" Haapsalu, Sadama t. 21
 85. Kodanik Jüri Kirt Pärnu-Jaagupi, Kergu mnt. 19
 86. AS "Maart" Maardu, Karjääri t. 7
 87. PVK "Kreenholmi Manufaktuur" Narva, Lenini t. 20
 88. AS "Ehituse ja Arhitektuuribüroo" Pärnu, Pikk t. 9-4
 89. Kodanik Peeter Piirisild Pärnu, Suur-Jõe t. 46-1
 90. RE "Eesti Maauuringud Põlva Maamöödubüroo" Põlva, Kesk t. 20
 92. AS "PG" Valga, Lai t. 19
 93. AS "ALMK Projekt" Tallinn, Metsa t. 67-3
 94. AS "Geoleks" Tallinn, Tedre t. 85-47
 95. AS "AB Büroo" Saare mk., Muhu vald
 96. AS "Miniloots" Kuressaare, Box 111
 97. AS "Geo-T.A.K.T." Elva, Õuna t. 2-3
 98. AS "Sand" Harju mk., Padise küla
 99. RE "Eesti Maauuringud" Viljandimaa Kinnisvara ja Maamöödubüroo Viljandi, Vabaduse plats 6
 100. ME "Elva Maamöödubüroo" Elva, Pikk t. 26
 101. AS "Geolander" Tallinn, Heina t. 43-8
 102. AS "HN Spets" Tallinn, Astangu t. 56-45
 103. RAS "Kunda Tehased" Kunda, Jaama t. 2

104. O/Ü "Orientiir"
Jõhvi, Mõisaedise t. 10
105. Kaavatalo Eesti AS
Tallinn, Hermannini t. 8a-18
106. AS "Sirkel"
Viljandi mk., Viiratsi, Nooruse t. 18
107. Ida-Viru Maakonna Valitsuse Projek-
teerimisbüroo Jõhvi, Keskväljak 1
108. Kohtla-Järve Linnavalitsuse Arhitek-
tuuribüroo Kohtla-Järve, Rahu väljak 1
109. Saaremaa Peaarhitekti Büroo
Kuressaare, Lossi t. 1
110. AS "Eilat & Hint"
Tallinn, Paldiski mnt. 159-35
111. Sillamäe Linnavalitsuse Ehitusosak.
Sillamäe, Kirovi t. 27
112. Harju Maavalitsuse Harju Ekspertiisi-
amet Tallinn, Roosikrantsi t. 12
113. AS "Arkel" Tartu, Võru t. 10-4
114. Tartumaa Projekteerimise ja Maa-
möödu Büroo Tartu, Riia t. 15
115. AS "Kark" Kuressaare, Kalevi t. 10
116. TTK "Maaparandaja"
Tallinn, Raudtee t. 8-1
117. AS "GEM"
Lääne-Virumaa, Vinni vald, Pajusti
118. RE "Eesti Maauringud" Pärnu Maa-
korraldusbüroo Pärnu, Kuninga t. 34
119. AS "Geodeet"
Harju mk., Keila, Paldiski mnt. 28a
120. AS "Elke Sensor"
Tallinn, Maakri t. 42-5
121. RE "Paekivitoodete Tehas"
Tallinn, Peterburi tee 34
122. AS "Renivell" Tallinn, Kalda t. 64-8
123. Kodanik Rein Urman
Hiiu mk., Käina vald, Männamaa
124. RE "Eesti Maauringud" Lääne-Viru-
maa Maakorraldusbüroo Rakvere, Pikk t. 3

Märkus: Nimekirja kuuluvate ettevõtete nimetused ja aadressid on esitatud sellisel kujul nagu need olid litsentsi taotlemise ajal.

Geodeesia ja Kartograafia Nõukogu

Anto Juske

26. oktoobril 1992.a. pöördus Eesti Geodeetide Ühing Eesti Vabariigi peaministri, põllumajandusministri, keskkonnaministri, siseministri ja kaitseministri poole ettepanekuga moodustada:

- Eesti Riiklik Geodeesia- ja Kartograafiaamet,
- kartograafiaameti juurde erinevate ametkondade esindajatest koosnev Nõukogu,
- riiklike aktsiaseltside "Eesti Maaparandusprojekt" ja REI baasil riiklik geodeesia- ja kartograafiaalane tootmisettevõtte "Eesti Kaardikeskus".

Avaldame siinkohal erinevate ametkondade koondarvamised nimetatud pöördumise kohta.

Põllumajandusministeerium oli seisukohal:

1. Maaküsimuste ja maamõõdu tehniliste küsimuste otsustamise lahkuviimine eri ametite valdkonda raskendab oluliselt kogu omandireformi käiku.

2. Rahaliste vahendite ja kaadripuuduse tõttu killustatakse nii uue riigiameti kui tootmisettevõtte "Eesti Kaardikeskus" loomisega needki vähesed võimalused, mis praeguseks on.

Samas on lisaks vaja täiendavaid vahendeid, et kiirendada omandi(maa)reformi käiku, kuna täpse mõõtmisega on seotud omandiküsimuste täpne fikseerimine ja kindistamine. Sellega on aga seotud nii majanduse, keskkonna, riigikaitse jm. vajadused. (Märkus: PUNKTID 1 ja 2 on väljavõtte Põllumajandusministeeriumi kirjast nr. 1-47249 PM 11.11.1992.) Põllumajandusministeeriumi arvamus oli koostatud Riigi Maameti, RE "Eesti Maauuringud", RAS "Eesti Maaparandusprojekt" ja RAS REI arvamus- te alusel.

Siseministeerium soostus Põllumajandusministeeriumi seisukohaga.

Kaitseministeerium toetas põhimõtteliselt asutuse loomist, mis tegeleks vabariigis geodeesia- ja kartograafiaküsimuste lahendamise- ga koos vastava tootmisettevõtte loomisega.

Keskkonnaministeerium oli seisukohal, et kaardimajandust korraldaks erapooletu valitsusasutus, näiteks Riigikantselei koosseisu kuuluv geodeesia ja kartograafia osakond või amet. Teostajad oleksid nii Riigi Kaardikeskus kui eraettevõtjad.

Eesti Vabariigi valitsuse määrusega 12. märtsist 1993.a. nr. 69 otsustati moodustada riikliku aktsiaseltsi "Eesti Maaparandusprojekt" Tallinna osakonna baasil riigiettevõtte "Eesti Kaardikeskus" Põllumajandusministeeriumi valitsemisalas.

Eesti Vabariigi Valitsuse määrusega 19. veebruarist 1993.a. nr. 54 moodustati ametkondadevaheline Geodeesia ja Kartograafia Nõukogu (edaspidi "Nõukogu"). Põhimääruse alusel on Nõukogu ülesanneteks:

- geodeesia, kartograafia ja geoinfosüsteemi arengu strateegia ja taktika väljatöötamisele kaasaaitamine;

- geodeesia- ja kartograafiaalaste probleemide lahendamine valitsusasutuste vahel;

- ettepanekute tegemine riiklike sihtprogrammide koostamiseks ja neile hinnangute andmine;

- kohaliku omavalitsuse geodeesia- ja kartograafiateenistuste loomisele kaasaaitamine;

- geodeesia- ja kartograafiaalase tegevuse nõustamine;

- hinnangute andmine geodeesiat ja kartograafiat puudutavatele normatiivdokumentidele;

– haridus- ja teaduspoliitika väljaarendamisele kaasaaitamine.

Nõukogu teeb koostööd kõigi geodeesia ja kartograafia valdkonnas tegutsevate valitsusasutuste, ettevõtete, asutuste ja organisatsioonidega.

Nõukogu tegutseb Riigikantselei juures ja annab oma tegevusest aru vabariigi valitsusele.

Nõukogu töö on viljakas juhul, kui tal on side erialaspetsialistidega. Pöördumiseks nõukogu liikmete poole toome ära tema koosseisu:

Nõukogu esimees

Ülo Mander – Tartu Ülikooli Geograafia Instituudi juhataja, tel. (234)30 679.

Sekretär

Alo Heinsalu – Riigikantselei konsultant, tel. (22)606 404.

Liikmed:

Georg Aher – Kooliameti peadirektor, tel. (22)444 243.

Vahur Eenmaa – Keskkonnaministeeriumi Andmekeskuse juhataja, tel. (22)451 864.

Villu Ingver – Harju Maa-ameti juhataja, tel. (22)440 914.

Ants Laansalu – Põllumajandusministeeriumi nõunik, tel. (22)444 040.

Rivo Noorkõiv – Sotsiaalministeeriumi nõunik, tel. (22)422 565.

Holger Oidjärv – Veeteede Ameti teenistuse juhataja, tel. (22)448 827.

Jüri Randjärv – Eesti Põllumajandusülikooli professor, tel. (234)62 539, 62 742.

Rein Reinholm – Keskkonnaministeeriumi peaspetsialist, tel. (22) 446 230.

Leo Saare – Keskkonnaministeeriumi Infokeskuse direktor, tel. (22) 552 241.

Lembit Tamme – Riigi Maa-ameti geodeesia ja kartograafia osakonna juhataja, tel. (22)528 202.

Aleksander Vallner – RAS REI direktor, tel. (22)425 814.

Kaljo Veskimets – AS "Geoestonia" tegev-direktor, tel. (22)527 797.

Astronoomilis-geodeetilise põhivõrgu rajamine Eestis aastail 1926-1940

Uno Mets

Geodeetilise põhivõrgu ehitus algas 1920. aastal madalama järgu triangulatsioonivõrgu rajamisega Ida-Eesti kaardistamistööde vajadusteks. Lähtepunktidenä kasutati vene triangulatsioonipunktide tsentreid, millede koordinaadid olid kataloogides antud. Vajadus Soome lahe ja Läänemere merkaartide järele tingis triangulatsioonivõrgu vajaduse ka rannikualadele.

1921. aastal alustas Soome Geodesia Instituudi professor E. Schoenberg triangulatsioonivõrgu ehitamist Tallinnas Lasnamäel. Tööde eesmärgiks oli geodeetilise aluse rajamine 1:25 000 mõõtkavas kaardi koostamiseks ja Soome lahe lõuna- ning põhjakalda omavaheline geodeetiline ühendamine. Tööd jäid kahjuks lõpetamata. Laiema ulatuse said triangulatsioonitööd Eestis, kui 1924.a. loodi Helsingis prof. I. Bonsdorfi algatusel Läänemere maade Geodeetiline Komisjon (BGK), kuhu kuulusid kõik Läänemere ümbruses olevad riigid peale N. Liidu. BGK ülesandeks oli kooskõlastada Läänemere ümbruses geodeetilisi ja kartograafilisi töid, uurida eespool mainitud riikides merenivopinda, geoidi kuju ja ehitust jne. Eesti esindajateks selles komisjonis olid kapten O. Douglas ja prof. E. Schoenberg.

Soome teadlaste ettepanekul võeti komisjoni üheks tööks rajada 10 aasta jooksul Läänemerd ümbritsevate riikide maa-aladel triangulatsiooniahel, nn. Balti Ringahel (joon. 22).

Balti Ringahela jaoks pidi iga riik:

– rajama I klassi triangulatsioonivõrgu lüli oma riigi territooriumil mööda Balti mere kallast ja ühendama selle naaberriigi triangulatsioonivõrguga;

– tegema võrgu igas punktis nurgamõõtmisi ja astronoomilisi määramisi vastavalt ühisele programmile;

– tegema baasimõõtmist, määrama astronoomilisi ja gravimeetrisi põhipunkte.

Kõik tööd tehti ühtse programmi järgi.

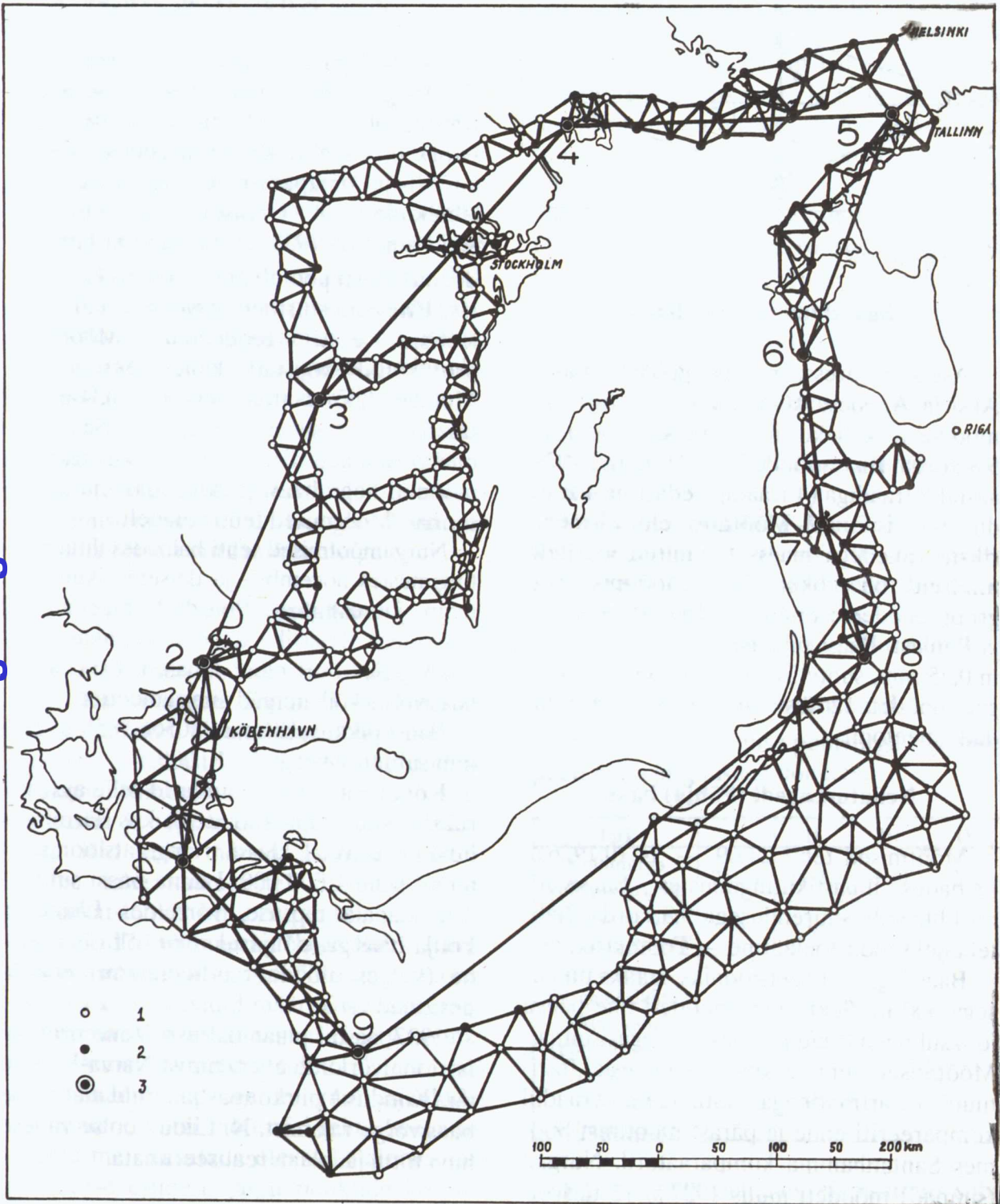
Eestis saadi nimetatud tööde tegemiseks Soomest suur universaal-teodoliit, mida kasutati triangulatsiooninurkade mõõtmisel ja astronoomilistel määramistel. Eesti alal koosnes Balti Ringahel 21 punktist, mis moodustasid 23 kolmnurka (üks geodeetiline nelinurk), 15-s punktis mõõdeti astronoomiline pikkus ja laius ning asimuut, s.t. on Laplace'i punktid.

Baasimõõtmised

BGK kolmandal konverentsil 1927.a. Riias otsustati, et 1929. aastal mõõdetakse Balti Ringahelal seitse baasi, sealhulgas ka Saaremaa baas (Tallinna baas mõõdeti juba 1926. aastal). Kõik need seitse baasi otsustati mõõta samade töötajate poolt ja samade instrumentidega ühise meetodika järgi. Invartraatide¹⁾ kompareerimine nähti ette teha ühel ja samal komparaatoril enne ja pärast välitööd.

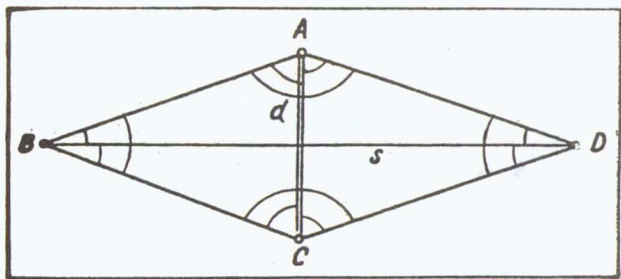
Kõige lihtsam baasivõrk on rombiline (joon. 23). See kujutab geodeetilist nelinurka, milles lühem diagonaal AC on baasiks (mõõdetakse invartraatidega) ja pikem BD lähteküljeks. Lähtekülje pikkus arvutatakse nelinurga lahendamisel. Lähtekülje pikkuse suhet baasi pikkusega kutsutakse baasivõrgu suurenduseks, kusjuures viimane peab olema ca 3. Lähtekülje pikkust kasutatakse hiljem kolmnurkade ahela tasandamisel.

¹⁾ Invar on 64 % terasest ja 36 % niklist koosnev metallisulam, mille eeliseks on kerge töödeldavus, hea soojusjuhtivus ja väike joonpaisumistegur ($\alpha = 0,4 - 0,5 \times 10^{-6}$).



Joonis 22. Läänemeremaade triangulatsiooniahel.

1 - triangulatsioonipunkt; 2 - triangulatsioonipunkt täiendavate astronoomiliste vaatlustega; 3 - triangulatsiooniahela peapunkt.



Joonis 23.

Saaremaa (Lääne) baas

Asetseb Kuressaarest põhja-lääne suunas Äksi ja Anepesa külade vahel. Baasivõrgu moodustas kahekordne romb suurendusega 5,3 korda. Baas mõõdeti 17.-21. juunil 1929. aastal 8 traadiga (4 traadiga edasi- ja 4 traadiga tagasisuunas). Mõõtmisi tehti 24-meetriliste vahedega maasserammitud vaiadelt, milliseid oli kokku 261. Mõõtmisi tegi grupp geodeete Soomest, Taanist, Rootsist ja Poolast. Baasi pikkuseks saadi 6267,7441 m 0,75 mm, suhtelise veaga 1:835 000. Nurgad mõõdeti 12 täisvõttega Bonsdorfi suundade meetodil.

Nehatu-Lagedi (Põhja) baas

Mõõtmised tehti 21.09. – 14.10.1926.a. halbades ilmastikutingimustes. Baasivõrk on lihtromb, suurendusega 3,3 korda. Lähteküljeks joon Jõelähtme – Toomkirik.

Baas jagati 11 sektsiooniks, igaüks pikkusega 600 m. Sektsiooni mõõdeti ühe päeva jooksul nelja traadiga edasi- ja tagasisuunas. Mõõtmised tehti Soome Geodeesia Instituudi invartraatidega statiividelt. Traadid kompareeriti enne ja pärast mõõtmist Soomes Santanhamina komparaatoril. Nurgad (suunad) mõõdeti juulis 1927.a. 12 täisvõttega Bonsdorfi meetodil. Baasi pikkuseks saadi 6359,9933 m 0,98 mm, suhtelise veaga 1:636 000.

Välimõõtmised ja baasi pikkuse arvutused tehti Soome geodeetide juhendamisel, millest võttis osa ka prof. Bonsdorf.

Antsla-Karula (Lõuna) baas

Läti triangulatsiooniga ühendamiseks rajati Valga-Pihkva raudtee ääres Antsla ja Karula vahel lääne-ida suunaline baas. Baasivõrk oli väga väikese suurendusega (1,91 korda) ja omapärase kujuga. Baasivõrgu lähteküljeks oli Urvastu-Arula. Mõõtmisi tegid augustis 1933. aastal eesti ja läti geodeetid. Eesti poolel juhtis töid dr. O. Douglas. Ettevalmistustööd tegid ja vaiad nivelleerisid eesti geodeetid. Mõõtmiste protokollid koostati kahes eksemplaris. Mõõdeti Soome traatidega (nr. 634-637, 4 traati) sama skeemi järgi mis Saaremaa baaski, ainult selle vahega, et iga traadiga mõõdeti kogu baasi pikkus edasi- ja tagasisuunas. Mõõtmised tehti vaiadelt.

Nurgamõõtmised tehti halbades ilmastikutingimustes novembri- ja detsembrikuus (-9° temp. juures) prof. Bonsdorfi meetodil 12 täisvõttega. Ilmastiku ja töö metoodikast tingitud vigade tõttu pidid lätlased 1934. aastal baasivõrgu kõik nurgad uuesti mõõtma.

Baasi pikkuseks saadi 10566,5855 m 2,06 mm suhtelise veaga 1:510 000.

Kõik kolm baasi rahuldaski selle aja instruksioonide täpsusnõudeid, kus äärmiseks lubatud veaks I klassi triangulatsioonis oli antud suhe 1:500 000. Lõuna baasi suhteliselt madala täpsuse, võrreldes Lääne ja Põhja baasiga, põhjuseks võis olla baasjoone (kulges mööda raudteetammi) ebaõnnestunud valik.

1937. aastal plaaniti Eesti-Vene triangulatsioonivõrkude ühendamist Narva-Kohandu (Kondusi) piirkonnas ja antud alal ühise baasivõrgu rajamist. N. Liidu poolse vähese huvi tõttu jäi plaan realiseerimata.

Astronoomilised määramised

Läänemeremaade Geodeetilise Komisjoni otsusel määrati iga riigi territooriumil üks kõrgendatud täpsusega Laplace'i punkt, s.t. antud riigi põhiline astropunkt, mis seoti

naabermaade analoogiliste punktidega. Need punktid asetsevad ühtlaselt tervel Balti Ringahelal vahekaugusega 200 km. Astronoomilised määramised nendes punktides tehti ühtse programmi ja nõuete järgi. Eestis valiti selleks punktiks Tallinna Toompea linnuse kirdenurgas asuv Landskrone torn.

Alates 1929. aastast töötas Landskrone tornis professor R. Livländer, kes määras Tallinn-Greenwich, Tallinn-Pulkovo ja Tallinn-Riia astronoomiliste pikkuste vahesid.

Astronoomilisi määramisi tehti kokku 30-e esimese järgu triangulatsioonipunkti juures. Laplace'i punktideks võib neist lugeda 23, sealhulgas Balti Ringahelal 15 punkti. Astronoomilise pikkuse ja laiuse määramisega tegeles prof. R. Livländer, asimuudi määramisega aga dr. O. Douglas, kuna see tehti üheaegselt nurgamõõtmisega.

I-IV järgu triangulatsioon

Astronoomilis-geodeetilisi töid alustas Eesti Kaitseväge Staabi Topo-Hüdrograafia Osakond, hiljem liitus Põllutööstus- ja Katastri ja Maakorralduse Osakond. Nimetatud tööd kestsid umbes tosin aastat ja lõppesid 1940. aastal. Määrata jäid vaid mõned üksikud punktid Soome lahe saarekestel. Esimese järgu triangulatsioonis on 119 punkti, mis moodustavad 170 kolmnurka (koos Balti Ringahela punktidega). Punkti "Mohni tuletorn" (nr. 70) koordinaadid määrati otselõigetega 4-st punktist ja arvati hiljem II järgu punktiks. Punkti "Vaindlo tuletorn" (nr. 81) koordinaadid jäid aga mingitel asjaoludel arvutamata, kuigi mõõtmisi tehti. Seega on praegu meil kasutada olevas kataloogis antud 116-e esimese järgu punktide koordinaadid. Võrgu rajamisel kasutati 32 aastail 1891-1912 asetatud tsentrit. Vaatlusteks kohandati 17 kirikut, 12 majakat ja 5 torni. Ehitati 84 signaali ja 30 betoonsammast astronoomilisteks vaatlusteks. Signaalide keskmine kõrgus oli 32 m, kusjuures kõrgeim

signaal oli Alba (nr. 65) 50,5 m ja madalaim Kohandu (nr. 116) 11,9 m. Puitsignaalid olid eranditult kuue- või kaheksapostilised lahusehitused, kus vaadleja rõdu oli eraldatud instrumendi alusest. Tsentriteks asetati suured 200-300-kilosed raudkiivid. Tsentreid oli kaks. Alumine tsester asetati ca kahe meetri sügavusele, pealmine maapinnaga tasa. Alumisesse asetati roostevabast metallist tsentrimärk asetamisaasta ja asutuse nimetusega, pealmisesse raiuti rist ja aastaarv.

Esimese järgu vaatlustel kasutati järgmisi mõõteinstrumente:

- 1) Hildebrandi geodeetiline universaalteodoliit nr. 53264,
- 2) Hildebrandi geodeetiline universaalteodoliit nr. 53637,
- 3) Wildi suur teodoliit T-3 nr. 3357,
- 4) 30 teodoliiti ja 50- või 100-meetrilised Lithy teraslindid keskenduselementide ja orientiirpunktide määramiseks,
- 5) Bertram-Vanschafi tüüpi heliotroobid,
- 6) hõõglambid,
- 7) termomeetrid, dünamomeetrid.

Riikliku geodeetilise põhivõrgu rajamisel peeti kinni järgmistest nõuetest:

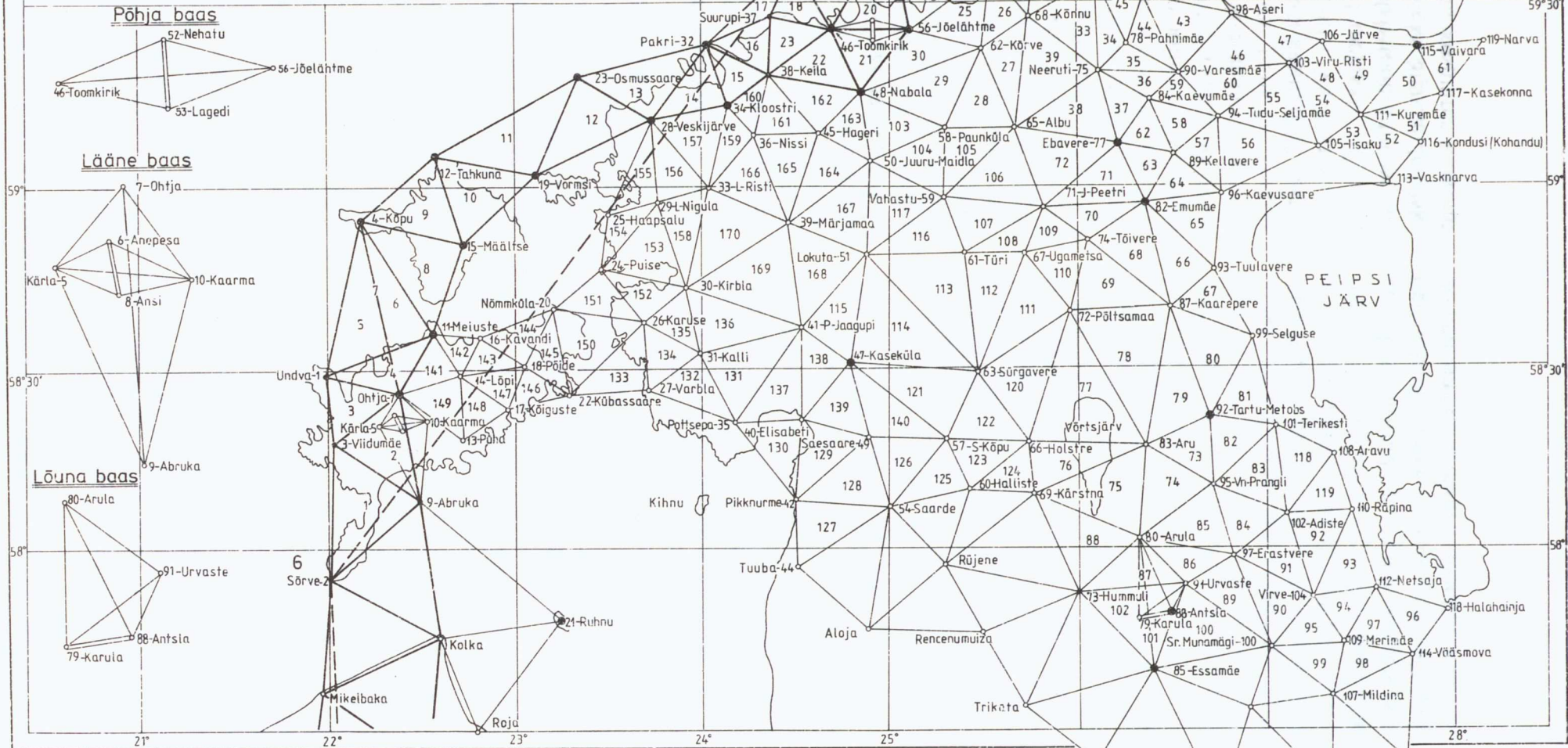
Järk	I	II	III	IV
Kolmnurga küljepikkus, km	25-30	10-20	6-10	5-6
Täisvõtete arv nurgamõõtmisel	12	9	6	4
Erinevused nurga üksikute võtete vahel (piirväärtused)	4"	5"	6"	6"
Lubatud sidumatus kolmnurkades	3"	6"	-	-

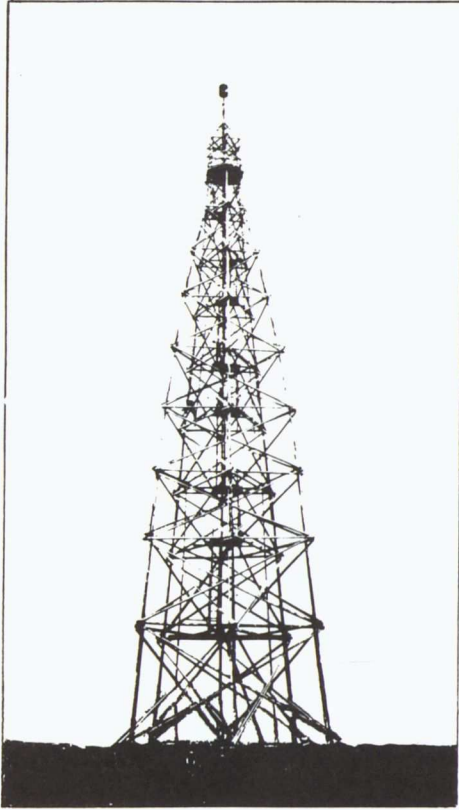
Kui tsentrit vaadates ei paistnud sobivaid märke, asetati 600-1000 m kaugusele orientiirpunktid, milledele tulevikus pidid tuginema polügonomeetria- ja teodoliitkäigud. Kirikutornide ja muude kõrgete kindelpunktide juurde määrati ülekandepunkt polügonomeetriamärgi nõuete kohaselt.

I JÄRGU TRIANGULATSIOONI SKEEM

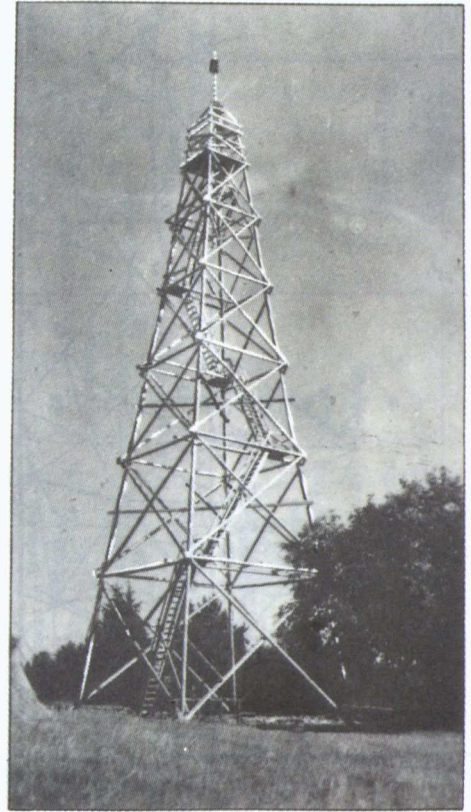
1926–1940

- triangulatsioonipunkt koos nime ja jrk.N^o-ga
- astronoomiline punkt
- Laplace'i punkt
- △ I järgu triangulatsioonilüli
- ▽ Balti triangulatsiooni ringahela lüli
- ▬ baas
- 5 ringahela peapunkt

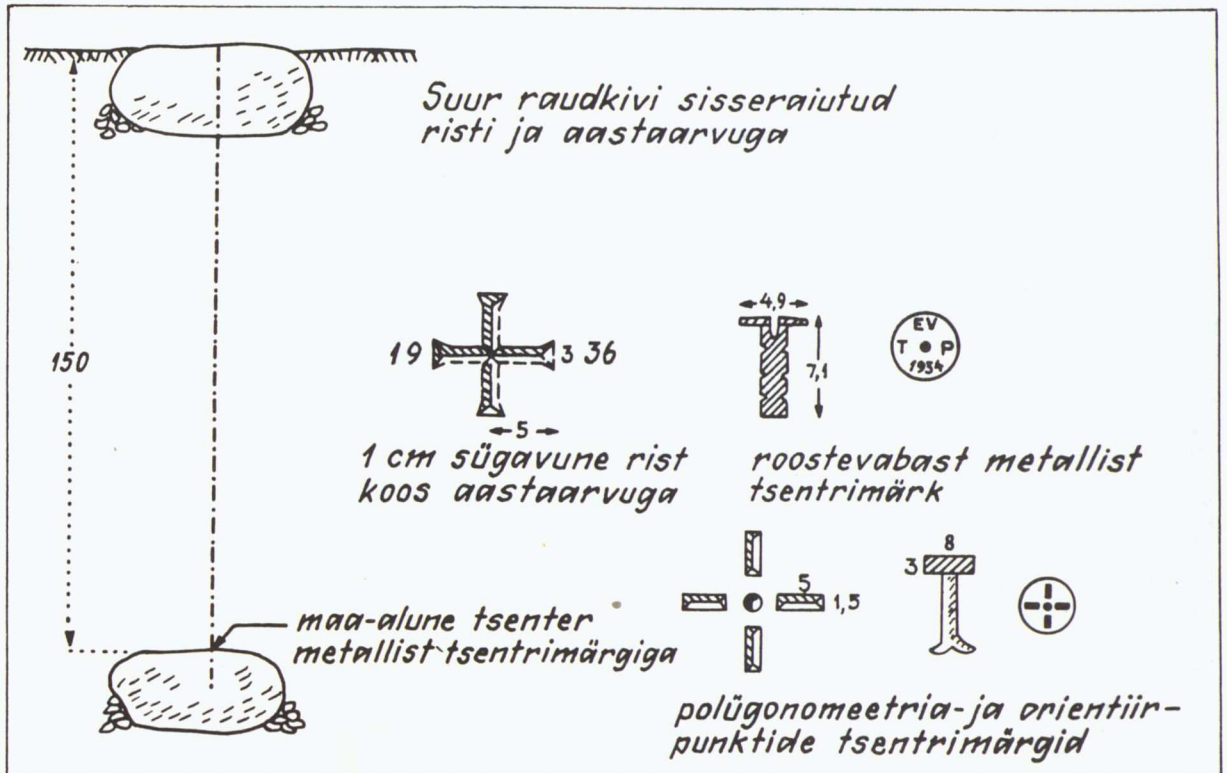




Joonis 26. Signaal "Tuuba".
Kõrgus 46 m, ehitatud juunis 1938.



Joonis 27. Signaal "Vaskrääma".
Kõrgus 40,9 m, ehitatud juulis-augustis 1939.



Joonis 28. Signaali tsester.

Punktide ja tsentrite kohta valmistati asukohta skeemid ja kirjeldused. Orienterpunkti kaugus põhipunktist mõõdeti ühe meetri täpsusega ja nurk nelja täisvõttega. III ja IV järgu punktide koordinaadid määrati otse ja vastulõigetega vähemalt neljast kõrgema järgu punktist.

Kokku oli geodeetilises plaanilises põhivõrgus punkte järgmiselt:

I järgu triangulatsioonis	116 punkti
II järgu triangulatsioonis	134 punkti
III järgu triangulatsioonis	532 punkti
IV järgu triangulatsioonis	67 punkti
Kokku	849 punkti

Siin on arvestatud ainult nende punktidega, millede koordinaadid on kataloogis antud. Vähemalt III järgu triangulatsioonipunktide määramisi teostati rohkem, kui koordinaate arvutati. (Peipsi äärne ala, Piirissaar, Petseri piirkond jne.)

IV järgu punktide määramisi teostati lühikest aega – ainult mõned aastad, siit siis ka nende punktide vähesus (67 punkti).

I ja II järgu polügonomeetria

Triangulatsioonivõrgu tihendamist alustati 1932. aastal polügonomeetriakäikude rajamisega. Polügonomeetriline võrk jagunes kahte järku: I järgu polügonomeetriline võrk koosnes käikudest, mis ühendasid triangulatsioonipunkte kas otseselt või sõlmpunktide kaudu. II järgu polügonomeetriakäik rajati kas triangulatsioonipunktide ja I järgu punktide või ainult I järgu polügonomeetriapunktide vahele.

Polügonomeetrilise võrgu loomiseks jaotati riigi territoorium 60 piirkonnaks. Käigud rajati võimalikult sirgekujulised, s.t. et murdenurgad oleksid võimalikult 180° lähedal. Joonte pikkused valiti võimalikult võrdsed, keskmise pikkusega 600 m.

Käikude pikkused lähte- või sõlmpunktide vahel ei tohtinud ületada 6 km I järgus ja 4 km II järgus, kusjuures maksimaalne joon-

te arv käigus oli 20. Jooned mõõdeti edasitagsisuunas. Joonte mõõtmisel kasutati rootsi firma "Lyth" 100 m pikkusi terasest linte laiusega 3-4 mm ja paksusega 0,4-0,6 mm. 100 m pikkuse lindi kaal on ca 1 kg. Linti hoiti puust või metallist kettale kerituna. Jooned mõõdeti õhust lindi rippuvas asendis mööda statiividel asetsevaid mõõtetähiseid 10 kg tõmbepinge juures. Esimene ja viimane statiiv polügonomeetrilise võrgu käigus tsentreeriti optilise loodi abil.

Lindi joonele asetamiseks ja kaldenurka mõõtmiseks kasutati teodoliiti. Lindi raskusest tingitud läbilõtkumise vähendamiseks asetati lindi keskele tugi. Õhutemperatuur määrati 1° täpsusega. Mõõandmed parandati lindi normaalpikkuse, temperatuuri, kalde, lõtku ja absoluutse kõrguse suhtes. Hades tingimustes mõõtmisel lubati jooni mõõta ka mööda maad, kuid samade täpsusnõuete juures. Nurgad mõõdeti 20" või 30" teodoliitidega kordusmeetodil (3 kordust) kahe täisvõttega 20" teodoliidi kasutamisel ja kolme võttega 30" teodoliidi kasutamisel.

Punktide kindlustamisel kasutati umbes 150 kg raskuseid raudkive, millesse raiuti tsentrimärk ja number. Üldreeglina oli tsentrimärke kaks, s.t. alus- ja pealistsenter.

Punktide kohta koostati kirjeldused, asukohta skeemid ja järelevalvele andmise akt. Kokku asetati 5280 punkti. Kõik punktid kanti M 1:200 000 kaardile. Tehtud tööde head tehnilist taset näitab käikude tasandamisest saadud keskmine suhteline viga 1:14 792, kusjuures minimaalne oli 1:68 428 ja maksimaalne 1:6 007.

Märkusi geodeetilise põhivõrgu rajamisest ja rajatistest

Tolleaegse triangulatsioonivõrgu geomeetrilist kujundust võib hinnata heaks. Hilisemaid kogemusi arvestades tuleks teha mõningad märkused:

– I järgu triangulatsioonis külgede vahe-

Triangulatsioonivõrkude nurkade vaatluste arv aastatel 1926–1940

Aasta \ Vaatleja	1926	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Kokku
Douglas, O.	4	4	5	7	8	10	11	8	7	10				2		76
Ruusalu, V.					4											4
Rosenberg, V.						8	8	4	6							26
Ugandi, V.										11	8	11				30
Salmar, P.											10	5	10	6	5	36
Vuuk, A.										11	16	13	11			51
Kokku	4	4	5	7	12	18	19	12	13	32	34	29	21	8	5	229

kaugused oleksid pidanud olema lühemad (20-25 km),

– oleks pidanud kasutama madalamaid signaale kõrgusega 15-20 m,

– vältida kolmnurkades alla 40° nurki,

– baaside arv väike; oleks vaja olnud veel kahte baasi – ühte Rakvere-Narva ja teist Pärnu-Heinaste piirkonnas,

– Laplace'i punkte peaks olema 5-6 võrra rohkem,

– puudub tsentrite kõrguslik sidumine.

Ümber Soome lahe triangulatsioonivõrgu rajamine ja N. Liidu süsteemidega ühendamise jäi tegemata.

1940.-1941. aastal tegi Moskva Aerogeodeesia Ettevõtte ettevalmistusi baasivõrgu rajamiseks Rakvere juures (nn. Rakvere baas) ja Eesti-Vene triangulatsioonivõrkude ühendamiseks Narva ja Petseri piirkonnas. Kuid alanud sõda katkestas nimetatud tööd. Kuna aastail 1926-1940 puudus ühtne I, II, III ja IV järgu triangulatsiooni rajamise plaan, tuli I järgu punktides suundi mõõta 223 korral. Siia on arvestatud ka need 16 punkti, mis asuvad väljaspool Eesti triangulatsioonivõrku.

Aastate ja vaatlejate järgi toimusid vaatlused järgmiselt: (vt. tabel).

Lisame siia mõningaid andmeid meeste kohta, kes rajasid Eesti astronoomilis-geodeetilist põhivõrku.

Ottomar Douglas sünd. 07.10.1893.a., baltisakslane. Võttis osa I maailmasõjast ja alates 27.11.1918.a. Eesti Vabadussõjast. Teenis Topo-Hüdrograafia osakonnas triangulatsioonieriala juhina. 1926. aastal kaitses doktoriväitekirja geodeesia alal Potsdami Geodeesia Instituudi juures. Eesti esindaja Läänemeremaade Geodeesia Komisjonis. Autasustati 24.02.1936.a. Kotkaristi IV klassi teenetemärgiga. Vabastati kaitseväest kolonel-leitnandi auastmes 12.10.1939.a. omal soovil seoses ümberasumisega Saksamaale.

Vitali Ruusalu sünd. 21.06.1891.a. (enne eestistamist Vitali Russanov), rahvuselt venelane. Vene armee kapten, võttis osa I maailmasõjast ja 1920. aastal Eesti Vabadussõjast. Töötas Topo-Hüdrograafia osakonnas vaatlejana (triangulaatorina). Vabastati teenistusest 06.01.1934.a. vanaduse tõttu.

Pärtel Salmar sünd. 08.08.1895.a. (enne eestistamist Panteleimon Sergejev), rahvuselt ingerlane. Vene armee kapten, võttis osa I maailmasõjast. 1920. aastast Eesti Kaitseväe Staabi Topo-Hüdrograafia osakonna vaatleja. Lõpetas II ja III järgu triangulatsiooni viimaste nurkade mõõtmised 1940. aasta suvel. Vabastati tegelikust sõjaväeteenistusest majori auastmes koosseisude vähendamise tõttu arvates 01.12.1940.a. Nädal aega hiljem, s.o. 07.12.1940.a. ilmus Balti Erisõjaväeringkonna ülema alampol-

kovnik Martjanovi korraldus nr. 678 major P. Salmari kohese vallandamise nõudega. Edasised andmed puuduvad.

Villem Ugandi sünd. 13.12.1898.a. (enne eestistamist V. Umberg). Võttis osa alates 16.11.1918.a. Eesti Vabadussõjast. Töötas alates 01.06.1929.a. Topo-Hüdrograafia osakonna topograafia jaoskonnas, aastail 1934-1937 vaatlejana ja aastail 1938-1940 topograafia jaoskonna ülemana, õppe- ja käsiraamatu "Sõjatopograafia" (1938) autor. Autasustatud 12.02.1940.a. Kotkaristi IV klassi teenetemärgiga. Arvati reservi kapteni auastmes 06.12.1940.a. Päev hiljem, s.o. 07.12.1940.a. ilmus Balti Erisõjaväeringkonna korraldus nr. 678 kapten V. Ugandi viivitamatu vallandamise nõudega. Töötas seejärel Katastri ja Maakorralduse Osakonnas II järgu insenerina. Tema viimane allkiri on koordinaatide kataloogis kuupäevaga 19.05.1941.a. Arreteeriti 23.06.1941.a. Mõisteti surma mahalaskmise läbi 10.05.1942.a. Permi oblastis Solikamski linnas Ussolaagris.

Viktor Rosenberg sünd. 15.03.1901.a., baltisakslane. Võttis osa Eesti Vabadussõjast alates 09.11.1919.a. Alates 20.11.1924.a. töötas Topo-Hüdrograafia osakonnas hüdrograafina ja aastail 1931-1934 vaatlejana ning 1935-1940 jälle hüdrograafina. Kuulus nende ohvitseride nimekirja, keda ei saanud rakendada Balti Erisõjaväeringkonna juhatuse arvates Eesti Territoriaalse Laskurkorpuse koosseisus ja kuulusid vallandamisele. Töötas alates 31.01.1941.a. Eesti Topograafia Salgas. Edasised andmed puuduvad.

Robert-Johannes Livländer sünd. 01.02.1903.a. 1926. aastal omandas Tartu Ülikoolis astronoomiamagistri kraadi. Töötas Tartu Ülikooli tähetornis astronoomina. 1928. aastal täiendas end Potsdami Geodeesiainstituudis. 1932. aastal kaitses doktori väitekirja. 01.02.1935.a. kinnitas riigivanem K. Päts R. Livländeri Tallinna Tehnikaülikooli geodeesia õppetooli dotsendiks. Alates 01.12.1938.a. geodeesia professor. 1942.

aastal andis välja õpperaamatu "Geodeesia põhijooni". Tallinna Tehnikaülikooli rektor 1941.-1944.a. Hukkus koos perega Läänemerele 06.10.1944.a. põgenemisel enamlaste eest.

Albert Vuuk 24.07.1891-16.12.1971. Lõpetas 1911. aastal Pihkva maamöödukooli ja töötas seejärel Pihkva kubermangus maamööjtjana. 1920. aastal tuli tagasi Eestisse ja töötas Põllutööministeeriumi Maakorralduse Osakonnas algul maamööjtjana Virumaal, hiljem vaatlejana Pärnus ja Saaremaal. Viimased tööaastad enne pensionile minekut 1966. aastal möödusid grupijuhina instituu-dis "Eesti Projekt".

Triangulatsioonivõrgu esialgne tasandamine

Võrk jaotati 12 polügooniks, mis tasandati numbrite järjekorras. Polügoonide jaotusnumbrid on antud joonisel. I järgu triangulatsioonivõrku ei saadud aga tasandada tervikuna, sest see oleks osutunud liiga aeganõudvaks mahukaks tööks. Tasandamist tuli teha osade viisi, niipea kui selleks sobivad polügoonid ja tsentraalsüsteemid välitöödel valmisid. See võimaldas kiiremini arendada madalamaastmelist triangulatsiooni või polügonomeetriavõrku.

Võrgu tasandamine algas baasivõrkude tasandamisest ja lähtekülje pikkuste arvutamisest. Tasandati suundade järgi tingimustega seotud mõõtmiste meetodil osalt vaba, osalt seotud võrguna. Eelarvutuste käigus seoti baasid omavahel, s.t. Põhja baas Saaremaa baasiga ja Põhja baas Lõuna baasiga. Tasandamise juures ei arvestatud asimuutide ja koordinaatide tingimusi. Horisondi tingimus jäi ära, kuna tasandati suundade järgi.

Paranduste leidmiseks suundadele koostes tasandamine sisuliselt kolmnurkade, külje ja baaside tingimusvõrrandite lahendamisest vähimruutude meetodil Gaussi skeemi abil.

Olgugi, et I järgu triangulatsioonivõrk ta-

sandati osade viisi, tehti tasandamine selliselt, et osad moodustavad terviku, kus ühispiiride küljed ja asimuudid ning punktide koordinaadid on võrdsed. Üheks puuduseks tuleb pidada asjaolu, et tasandamisel ei saadud kasutada vajalikul määral astronoomilisi ja geodeetilisi andmeid. Tasandades polügoone nr. 1, 2 ja 1, 4, 5, 6, s.o. baasivõrgust baasivõrguni, jäid asimuutide tingimused ära, kuna Laplace'i punktid baaside juures tasandamise momendil puudusid. Teiseks seda, et mõõdetud 12-st geodeetilisest nelinurgast kasutati esialgsete arvutuste juures ainult kahte, ülejäänud kujundite juures üks diagonaal lihtsalt jäeti ära. Kolmandaks seda, et geodeetiline nelinurk Hummuli-Arula-Urvaste-Esemäe oleks tulnud lahendada iseseisvalt tervikuna. Kuid töö meetodika ja täpsushinnete osas rahuldus I järgu triangulatsioon 1940. aastal N. Liidus kehtinud instruksiooni nõudeid ja ta lülitati N. Liidu I klassi triangulatsioonivõrku.

Koordinaatide arvutamine

Kuna kõik varasemad kaardistamistööd olid tehtud, kasutades lähtepunktidenä Ivanovi kataloogi andmeid, siis oli loogiline, et Eesti uue süsteemi lähtepunktiks võetakse punkt, mille koordinaadid olid antud samas kataloogis. Eesti triangulatsiooni lähtepunktiks võeti Varesmäe punkt (tsenter asetatud 1822.a.) koordinaatidega Ivanovi kataloogi andmeil

$$\varphi - 59^{\circ} 18' 34", 465$$

$$\lambda - 26^{\circ} 33' 41", 441$$

ja lähtesuunaks Varesmäe-Aseri suund $39^{\circ} 54' 06"$, 256 (Scharnhorsti kataloogi andmetel).

Kataloogis on antud joone Varesmäe-Aseri asimuudiks $39^{\circ} 54' 07"$, 358, mis aga arvutustes tehtud ebatäpsuse tõttu muutus $1"$, 102 võrra. Vea väiksust ja tehtud töö suurt mahtu arvestades jäeti viga parandamata.

Koordinaatide arvutamisel kasutati Schreiberi valemeid, kus iga uue punkti koordinaadid ja asimuut määrati kahe naaberpunkti järgi, s.t. kahekordse arvutuse teel.

Arvutused toimusid Besseli ellipsoidil, kasutades 8-kohalisi logaritmitabeleid.

Arvestades Eesti maa-ala konfiguratsiooni (väljavenitatud ida-lääne suund) on ristkoordinaatide arvutamisel projektsioonidest kõige sobivam Gauss-Lamberti kooniline võrdnurkne projektsioon. Lähtudes nõudest, et arvutused analüütilise geomeetria järgi ei annaks kaugustes mitte suuremaid vigu kui $S/40000$, kus S on joone pikkus, valiti kaks nullpunkti. Praktilistest seisukohtadest lähtudes valiti need punktid ühel ja samal meridiaanil, mis riigi keskelt läbi läheb. Sel alusel valiti Põhja-Eesti nullpunktiks punkt

$$\varphi = 59^{\circ} 06'$$

$$\lambda = 25^{\circ} 00' \text{ Greenwichist}$$

ja Lõuna-Eesti nullpunktiks

$$\varphi = 58^{\circ} 06'$$

$$\lambda = 25^{\circ} 00' \text{ Greenwichist.}$$

Piiriks kahe süsteemi vahel oli paralleel $58^{\circ} 36'$. Punktidele, mis asetsesid sellest paralleelist 10 km põhja või lõuna poole arvutati koordinaadid mõlemas süsteemis. Ristkoordinaatide arvutamisel võeti Põhja-Eesti nullpunkti koordinaatideks

$$x = + 200\,000 \text{ m}$$

$$y = + 200\,000 \text{ m}$$

ja Lõuna-Eesti nullpunkti jaoks

$$x = + 88634.86 \text{ m}$$

$$y = + 200\,000 \text{ m.}$$

I järgu punktide geodeetiliste koordinaatide kataloog koostati 1940. aastal ja trükiti masinakirjas paaris eksemplaris. Kataloogis oli antud punkti nimetus, järjekorra number, märgi tüüp, tsentri asetamise aasta, asukoha kirjeldus ja koordinaadid. Kataloogid on tänaseks leidmata.

Teises kataloogis anti punktide ristkoordinaadid kõikide triangulatsioonijärkude (I-IV) kohta. Kataloog koosneb 60-st vihust. Punktide asukohad ja vihikute jaotus on antud M 1:200 000 kaardilehel. Kataloogist on säilinud ainult 1941. aasta algul Katastri ja Maakorralduse Osakonnas koostatud käsi-

kirjaline eksemplar.

Käesolev ülevaade on koostatud G. Zelnini töö "Astronoomilis-geodeetilised tööd ENSV territooriumil" ja EV Kaitseväge Staabi Topo-Hüdrograafia Osakonna 1918.-1940. aasta koosseisude ja tegevusaruannete alusel.



MÕÕDISTUS- VAHENDID

- * *Jaapanist*
- * *USA-st*
- * *Saksamaalt*
- * *Šveitsist*

AS VARMÄT

Planimeetrid

Möödulindid

Möödulatid

Nivelliirid

Teodoliidid

Kaugusmõõtjad

Ekrid

Raadiotelefonid

Lasernivelliirid

Tahhümeetrid

GPS-mõõtjad

Mustamäe tee 33
tel/fax 527 401
EMT 25 243 408
EE0006 Tallinn



Ottomar Douglas – 100

Ivar Treikelder

Käesoleval sügisel möödub sada aastat Eesti vanema põlvkonna väljapaistva geodeedi, Eesti Vabariigi esimese geodeesia-doktori Ottomar Douglase sünnist.

Ottomar-Siegfried Douglas sündis 7. oktoobril 1893. aastal Amblas saksa kaupmehelise perekonnas. Ta õppis Tallinna Reaalkoolis, mille lõpetas 1910. aastal. Kuna reaalkooli lõpetamine tol ajal ei andnud õigust ülikooli astumiseks, siis sooritas ta täiendavalt ladina keele eksamid Tallinna Nikolai Gümnaasiumis ja astus 1910. aastal Tartu Ülikooli matemaatikat õppima. Veidi enne ülikooli lõpetamist, 1914. aastal algas I maailmasõda ja üliõpilane Douglas kutsuti sõjaväeteenistusse. Juba 1915. aastal sai ta ohvitseriks ja teenis Vene sõjaväes kuni selle lagunemiseni 1918. aasta alguses.

Sel aastal üritas ta jätkata oma haridusteed okupatsiooniaegses Tartu Saksa Ülikoolis. Poliitilised ja sõjalised sündmused arenesid aga omasoodu ja juba 1918. aasta novembris astus Ottomar Douglas vabatahtlikuna uuesti sõjaväkke, seekord Eesti kaitseväge koosseisus olevasse Balti pataljoni. Selles väeosas tegi ta kaasa Vabadussõja lahingud algusest lõpuni, olles 1919. aasta maikuust alates 1. kompanii ülemaks. Kui Balti pataljon 1920. aastal laiali saadeti, jäi Ottomar Douglas edasi Eesti kaitseväge teenistusse. Ta määrati Eesti Kaitseväge Staabi Hüdrograafia Osakonna geodeedi assistendiks. Samal ajal immatrikuleeriti ta uuesti Tartu Ülikooli.

Sel ajal algasid Eestis triangulatsioonitööd Helsingi Ülikooli professori Erich Schoenbergi juhtimisel. Eestis ei olnud siis vajaliku kvalifikatsiooniga eriteadlasi astrogeodeetiliste mõõtmiste ja kõrgema geodeesia alal, Tartu Ülikoolis aga vastavat haridust omandada ei saanud. Seepärast saadeti 1922. aastal noor matemaatikust ohvitser alamkapten Ottomar Douglas Saksa maale edasi õppima ja geodeedi elukutseks ette valmistuma. Ta õppis Berliini Ülikoolis, kuulus täiendavalt loenguid põllumajanduskõrgkoolis ja valmistas ette oma doktoriväitekirja Potsdami Geodeesia Instituudis professor Ernst Kohlschütteri juhendamisel. 1923. aastal abiellus ta Göttingenist pärit raudteeametniku tütre Marie Fischeriga.

Oma doktoriväitekirja kaitses Ottomar Douglas 1926. aastal Berliini Friedrich-Wilhelmi Ülikoolis. Pealkiri "Üheajalise aja- ja laiuse määramise kasutamine asimuutmehodite järele" näitab väitekirja kuulumist astronoomilise geodeesia valdkonda. Seega sai Ottomar Douglasest Eesti Vabariigi esimene geodeesiadoktor.



O. Douglas üliõpilasena 1912. aastal.



O. Douglas (paremal) polgu staabis 1917. a.

Kui dr. phil. O. Douglas 1926. aastal Eestisse tagasi pöördus, oli siin olukord muutunud. Professor Schoenberg oli sidemed Eestiga katkestanud, Eesti oli aga astunud rahvusvahelise teadusliku organisatsiooni Läänemeremaade Geodeetilise Komisjoni (BGK) liikmeks. See komisjon, kuhu kuulusid kõik Läänemere-äärsed riigid, kavandas rea ulatuslikke geodeetilisi töid, millest olulisim oli nn. Läänemere ring: rahvusvaheline I järgu triangulatsiooniahel ümber Läänemere. Eesti alal kulges see ahel alates Keri-Naissaare joonest üle Eesti looderaniku, Hiiu- ja Saaremaa kuni Sõrve poolsaareni. BGK programmis olevate tööde vastutavaks täitjaks Eestis sai Eesti Kaitsevägede Staabi Topo-Hüdrograafia osakond. Selle osakonna "geodesistik" (juhtivgeodeediks) määrati vahepeal majoriks ülendatud Ottomar Douglas. Ta jäi ühtlasi Eesti

esindajaks BGK-s, võttis osa kõigist selle organisatsiooni konverentsidest ja esines enamikul neist ettekannetega.

Tööd rahvusvahelise triangulatsiooniahela juures algasid O. Douglase juhtimisel 1926. aastal nurgamõõtmistega Eesti-Soo-me ühenduskolmnurkades ja Tallinna-lähedase Nehatu baasijoone mõõtmisega. Esialgu kulgesid tööd kogemuste ja vahendite nappuse tõttu aeglaselt. Alates 1930. aastast lülitus triangulatsioonitöodesse ka Põllutöoministeeriumi Katastriamet, kellega koostöö sujus hästi. Paralleelselt Läänemere ringiga algasid I järgu triangulatsioonitööd kaardistamise otstarbel ka Kirde- ja Kagu-Eestis. Kui 1935. aastal alustati kaitseväge 1:50 000 taktikalise kaardi valmistamist, tekkis vajadus triangulatsioonitööde kiirendamiseks ning kogu maa otsustati katta esimese järgu kolmnurkade võrguga. 1939. aastaks oli 119 punktist koosnev Eesti I järgu triangulatsioon valmis. Loomulikult arendati samal ajal edasi ka madalama järgu võrke.

Paralleelselt mõõtmistega toimus nendel aastatel ka esialgne võrgu tasandamine ja punktide koordinaatide arvutamine. Enne Teise maailmasõja algust oli Eestil esimest korda ajaloos ühtne geodeetiline alusvõrk.

Ottomar Douglase osa nendes töodes ei piirdunud ainult üldise juhtimisega. Ta mõõtis isiklikult umbes 35 % nurkadest esimese järgu kolmnurkades, ligikaudu 90 % astronoomilistest asimuutidest ja osales kõigi baasijoonte mõõtmisel. Ta osales ka mõõtjana Nehatu ja Karula baasidel ning mõõtetrassi ettevalmistajana rahvusvahelise mõõtekomisjoni jaoks Saaremaa baasil. Ta võttis aktiivselt osa ka võrgu tasandusarvutustest ja koordinaatide arvutamisest.

Tolleaegsetele Eesti geodeetidele ja personaalselt Ottomar Douglasele on aeg-ajalt ette heidetud, et võrgu tasandamine ei ole tehtud küllalt rangel teaduslikul tasemel, et ei ole arvestatud Laplace'i asimuute, et võrgu orienteerimisel Besseli ellipsoidil on lähtepunkti koordinaadid võetud ühest vanast

tsaariaegsest (nn. Ivanovi) kataloogist, asimuut aga teisest (nn. Scharnhorsti) kataloogist. Kritiseerijad on järeldanud, et kõige selle alusel loodud nn. 1937. aasta koordinaatide süsteemil ei ole erilist väärtust. Rangelt teaduslikult seisukohalt lähtudes võib neid etteheiteid muidugi mõista. Tuleks aga arvestada, et 1937.a. süsteem oli vaid ajutine ja oli ette nähtud ainsa praktilise ülesande jaoks – anda koordinaadistik 1:50 000 kaardile. Selleks otstarbeks oli ta piisavalt täpne.

Korrektse, teaduslikult põhjendatud koordinaatide süsteemi loomine ei olnud tol ajal Eestis veel võimalik ega ka otstarbekohane. Laplace'i punktide mõõtmisele väljaspool Läänemere ringi ahelat jõuti asuda alles siis, kui võrgu tasandamine oli juba lõppjärgus. Vastavalt rahvusvahelisele kokkuleppele pidi BGK kõikidelt liikmesriikidelt saadavate andmete alusel tasandama kogu Läänemere ringi tolleaegsel rahvusvahelisel 1924.a. Hayfordi ellipsoidil. Sellega pidi loodama ühtne Balti koordinaatide süsteem, mille külge siis liikmesriigid oleksid saanud siduda oma triangulatsioonivõrke. Eesti püüdlustel luua oma eraldiseisev lõplik koordinaatide süsteem ei oleks niisiis olnud erilist mõtet.

Balti koordinaatide süsteemi loomiseks oleks kulunud veel hulk aastaid. Eestil polnud aga aega oodata: kaitseväge taktikaline kaart pidi valmima juba 1944. aastaks. O. Douglase ja teiste Eesti geodeetide otsust, luua vahepeal ajutine koordinaadistik, tuleb selles olukorras lugeda ainuõigeks.

Mõõtmised ise olid läbi viidud täiesti korrektselt. Arvestades mõõtmiste üldist taset ja Laplace'i punktide suurt tihedust valis BGK Läänemere ringi tasandamise kava autor dr. Ölander näitliku tasandusarvutuse objektiks just Eesti lõigu. Kiitva hinnangu Eesti töödele Läänemere ringi osas andis ka tuntud Nõukogude Liidu geodeet professor F. N. Krasovski. Võib arvata, et tehtud mõõtmiste alusel oleks Eestis loodud kõigi-

le nõuetele vastav koordinaatide süsteem BGK kava järgi, kui vahele ei oleks tulnud kõigile teadaolevad poliitilised sündmused.

Ottomar Douglase tegevus ei piirdunud ainult otseste teenistusülesannete täitmise-ga. Ta oli üks Eesti Geodeetide Ühingu asutajaliikmetest, avaldas erialaseid kirjutisi ajakirjas "Geodeet", kaitseväge topo-hüd-rograafia aastaraamatutes ja mujal, oli ka Eesti Entsüklopeedia mitmete geodeesiaalaste artiklite autor. Ta oli Kaitseministeeriumi esindaja Eesti Geodeetilises Komitees ja alates 1935. aastast õppejõud kaitseväge topo-hüd-rograafia kursustel. Sel aastal ülendati ta kolonel-leitnandiks ja 1936. aastal autasustati teda Eesti riigile osutatud teenete eest Kotkaristi teenetemärgiga.

1939. aasta sügisel, baltisakslaste ümber-asumise aktsiooni käigus, lahkus Ottomar



O. Douglas 1983. aastal.

Douglas Eestist ja asus koos abikaasa ja pojaga elama Saksamaale.

II maailmasõja ajal teenis ta Saksa sõjaväe kaardistamise ja geodeesia osakonnas ning demobiliseeriti oobersti (koloneli) auastmes 1944. aastal.

Alates 1944. aastast kuni pensionile jäämiseni elas Ottomar Douglas Berliinis ja töötas teadusliku kaastöölisena geodeesiainstrumente tootvas firmas "Askania-Werke". Tema viljakast tegevusest sel perioodil annab tunnistust 1956. aastal tema nimele välja antud patent uuelaadse nurga-

mõõteinstrumendi kohta. Aastal 1963 asus ta elama Göttingeni, kus ta 20. juulil 1984.a. 91. eluaastal suri.

Ottomar Douglas elas rohkem kui pool oma elust väljaspool Eestit. Teeneka geodeedi elutööst on aga valdav osa seotud Eestiga. Selleks on ka Eesti Vabariigi geodeetilise alusvõrgu loomine.

Avaldan siinkohal tänu Ottomar Douglase tütrele Uta Parkerile, kes andis väärtuslikke andmeid. Ka Kalju Kukkurile tänu O. Douglase teenistuskäiku puudutavate dokumentide eest.

Eesti lõunapiiri rajamisest kahe maailmasõja vahel

Anto Juske

1993.a. juulis valmis Eesti-Läti esimene 18,3 km pikkune piirilõik. Meie lõunapiiri määramine ja ehitamine on senini toimunud rahulikult ja rahvas ei kuule sellest suurt midagi. On see nii alati olnud? Mee- nutame mõningaid möödunud sündmusi piiril.

Teatavasti 15. märtsil 1917.a. oli Nikolai II sunnitud troonist loobuma ja juba 18. märtsil panid Eesti saadikud J. Tõnisson (1868 – ?), O.Strandman (1875 – 1941), J. Vilms (1889 – 1918) ja P. Põld (1878 – 1930) Venemaa Ajutise Valitsuse esimehe vürst G. Lvovi (1861 – 1925) lauale projekti, mis käsitles loodava Eesti omavalitsuse korraldust, olemasolevate kubermangude ümberkorraldust jne. On huvitav, et nimetatud projektis olid ettepanekud Eesti-Läti piiri rajamise ja Valga linna kohta. Projekti kohaselt tuli Eesti-Läti piiri küsimus otsustada vastavas komisjonis või siis kohaliku rahva hääletuse teel.

Edasine revolutsioon tõmbas endale kogu tähelepanu, kuid kui Vabadussõja ajal rinne jõudis Lätimaale, tõusid piiriküsimused jällegi tulipunkti.

13. jaanuaril 1920. aastal jõudis Tallinna Läti välisminister Z. A. Meierovics (1861 – 1925), kes sõitis siitkaudu Helsinki nn. rajariikide konverentsile (15. – 19. jaan.), kus osalesid veel Eesti, Leedu, Poola ja Soome. Z. A. Meierovics pidas Tallinnas nõu Eesti Vabariigi valitsuse esindajatega Eesti-Läti piiri-, eriti aga Valga linna küsimuses. Helsinki jõudnud, ütles Z. A. Meierovics: "... mõlemad pooled ütlesid juba ette ära, et nemad aukohtu alla paenutavad" (Vaba Maa, 15. 01. 1920). Seega Valga küsimus ei jõudnudki rajariikide konverentsile. Mee- nutame, et 3. jaanuaril 1920 sõlmiti Vabadussõjas relvarahu ja Tartus peeti samal ajal

Eesti ja Venemaa vahelisi rahuläbirääkimisi.

Pärast arvukaid läbirääkimisi oli kõigile selge, et mõlemat poolt rahuldavat piiri on võimatu rajada. Oli vaja vahekohtunikku ja selleks sai Briti kolonel S. G. Tallents (1880 – 1942). Kui piiritalude tükeldamine oli rohkem kohaliku tähtsusega küsimus, siis Valga saatuse otsustamine tõusis riiklikule tasemele.

Tallents soovitas pooltel vabatahtlikult kokku leppida, vastasel korral tõmbavat ta piirijoone, mis nii hea ei tule kui kokku leppides. Pärast arvukaid Valga jagamise plaane, "panid asjad paika" Tallentsi 1. ja 3. juulil 1920.a. Valgas allakirjutatud otsused. Nn. Tallentsi piirijoon kanti kaartidele ja tolelaegses kirjapildis "uus piir astus jõusse 17. juulil 1920".

Tehtud otsusele järgnesid eriti Läti poolt raevukad protestid. Riias oodati aga isegi valitsuse kriisi.

Maade jagamisel püüti kasutada ka jõu- võtteid. 10. juulil 1920 ilmus Vana-Laitsena vallavanema juurde ohvitseri juhtimisel salk läti ratsanikke, kes nõudsid valla üleandmist Lätile. Vana-Laitsena (ka Vana-Laitsna) vald Võrumaal moodustati 1919. aastal Läti Valgamaa Veclaicene valla põhjaosast. Lõ- huti ka kitsarööpmelist raudteed jne. Eest- lased ei olnud samuti uue piiriga rahul. Sellel puhul peeti näiteks 11. juulil 1920 Valgas rahvakoosolek.

Omaette lugu oli Ruhnu saarega. Lätla- sed nõudsid segakomisjonis Ruhnut Lätile. Eestlased vastasid "... neil Ruhno üle võima- ta on kaubelda" (Vaba Maa, 01.09.1920). Ajakirjanduse andmetel tahtsid lätlased Ruhnule rajada Riia eelsadama ja sütejaa- ma, mis aga mereasjanduse ekspertide arva- tes oli puhas fantaasia, sest Ruhnul ei ole ühtegi sobivat sadamalahte. Tolleaegsete

ajalehtede järgi oli lätlastel plaan rajada Ruhnule ka sunnitöövangla.

24. juuli paiku 1920 saabus Ruhnu lähiste Prantsusmaa sõjalaev, kust 70 meest koos ohvitseridega maale tuli. Mehed vaatasid saart ja Ruhnu kirikut. Õpetajale rääkisid prantslased, et vastavalt liitlaste otsustele antakse saar lätlastele. Pärast prantslaste lahkumist sattusid ruhnulased ärevusse ja ruhnulaste saadikud sõitsid Kurssaarisse teatega, et nad tahavad elada Eesti riigis. Kui lätlastele sai selgeks, et nad Ruhnult ei saa, nõuti, et eestlased ei ehitaks saarele kindlustusi! Eestlased keeldusid ka sellest. Lätlaste pahameelest tuleb ka aru saada, sest nii luhtusid katsed saada Lätile airukest meresaart koos rootslastest saareelanikega.

22. novembril 1923.a. loovutas Läti valitsus Ruhnu saare lõplikult Eestile.

30. juunil 1920 toimus Ruhnul raske õnnetus. Poisid leidsid rannast miini, tõid selle külasse, valasid bensiiniga üle ja panid põlema. Miin põles ligi tund aega, ajades välja mitmevärvilist suitsu. Kokkutulnud külaelanikud olid lõpuks miini vaatamisest tüdinenud ja süüremalt jaolt juba lahkunud, kui käis hirmus pauk. Plahvatuse tagajärjel suri 2 poissi ja üks vanem naine, 7 inimest sai raskelt vigastada. Plahvatuslaine paiskas ümber ka kolm puktuulikut.

Järgnevate aastate jooksul kaevati Läti-Eesti piiril piirikraavid, mõõdeti tükeldatud piiritaludele uued piirid ja pandi paika ajutised piirimärgid. Nimetatud töödega saadi hakkama põhiliselt 1924. aasta sügiseks. 1. juulil 1924 kell 12 asuti aga piirivalvele juba uuele piirijoonele. Lõplik piiri väljaehitamine lõpetati 1927. aastal. Piir märgistati püsimärkidega. 28.-30. märtsil 1927 kirjutati alla piiridokumentid ja uus piirijoon astus jõusse 1. aprillil 1927.a. Lõunapiiri pikkus oli 375 km, millest 317 km kulges mööda maismaad ja 58 km mööda vett (järved, jõed, 21 km mööda Koivat).

Läti Vabariigi 11. aastapäeva puhul korraldas Eesti-Läti ühing Tallinnas 18. novembril 1929 piduliku aktuse. Aktusekõnes tuletas Eesti välisminister J. Lattik (1878 – 1967) meelde oma lapsepõlvkodu, mis asus Läti piiril ja kus ta varakult kuulis laulu, mis kõlas: "... Kui viid mind üle Koiva, sa Läti parvemees, saad tasuks see eest kulda, ja selle sõidu eest...". Kõneleja arvates näitas see laul, et Eesti ja Läti vahel ei olegi piiri. "On rahvaid, kelle vahel seisavad kõrged mäed, sügavad mered ja jõed, kuid Koivast viib Läti parvemees üle. Niisugune piir kohustab. Me peame kokku jääma eluks ja surmaks. Sellel päeval, kui meie kokku ei jää, oleme kadunud," ütles välisminister J. Lattik.

K R O O N I K A

Ühe Riia komanderingu aruanne

Heiki Potter

9. kuni 13. augustil 1993.a. oli Riias maamõõtmise ja kartograafia organiseerimise alane seminar, mille korraldasid Saksa Maamõõtjate Ühing ja Läti Ülikool. Seminarile oli lahkelt kutsutud ka Eesti ja Leedu kolleege. Läti ja Saksa Maamõõtjate Ühing korraldas seminarist osavõtjatele ka piduliku vastuvõtu.

Saksa Maamõõtjate Ühing (Deutscher Verein für Vermessungswesen) – DVW on ühiskondlik organisatsioon, mis ühendab valdava osa Saksamaa geodeesia-, kartograafia- ja katastrispetsialiste ning teadustöötajaid. DVW moodustati 1949. aastal Saksa Föderatiivse Vabariigi põhiseaduse kohaselt Siseministeeriumi juurde liidumaade vastavate organisatsioonide tsentraliseerimise tulemusena. Tegevliikme aastamaks on 100 DEM, peale selle saab ühing raha sponsorite käest ja vist ka majanduslikust tegevusest.

Balti riikide esindus seminaril

Eestist viibis seminaril 16 spetsialisti ja riigiametnikku, neist olid pidevalt kohal vast pooled. Esindatud oli Riigi Maa-amet, Pärnu maakonna ja Pärnu linna Maa-amet, riigiettevõtted Eesti Maauuringud ja Kaardikeskus, RAS REI ja Põllumajandusülikool. Leedu delegatsioon oma 25 maakorraldusteenistuse ja geodeesiaspetsialistiga oli kõige ühtlasem. Ülejäänud kohad auditooriumis, kus pidevalt viibis 70-80 inimest, täitsid kohalikud spetsialistid ja teadurid.

Käsitletavad teemad:

- maamõõtmine ja geodeetilised võrgud,
- fotogramm-meetria,
- GIS/LIS (infosüsteemid),

- katastri- (kinnisvarade arvestus) süsteemid ja katastrimõõtmiste korraldamine,
- kinnisvarade hindamine,
- maakorraldus ja urbaniseeritud alade planeerimine,
- GPS-tehnoloogia.

Seminaril toimus ka firma Carl ZEISS moodsate geodeetiliste riistade näitus. Viimasel päeval tutvustasid ka Balti riikide esindajad oma tegevust. Lepiti kokku, et Põhja-Rein-Vestfaali liidumaa üks riiklik kaardistamise ettevõtte jääb Eesti uue Kaardikeskuse alaliseks šefiks põhiliselt kaadri väljaõppe ja uue tehnoloogia juurutamise alal. Loodi isiklike kontakte ja otsiti edasise koostöö võimalusi.

Saksa riiklik (Siseministeeriumi halduses) maamõõdu- ja katastriteenistus on kolmetasandiline ning selles töötab 28,5 tuhat kõrgharidusega spetsialisti. Keskmiselt tuleb üks geodeesia- (maamõõdu-) büroo 100 km² territooriumi või 20 tuhande elaniku kohta.

Seminari läbiviimiseks moodustatud delegatsiooni juhtis DVW aseesimees hr. R. Richter ja liikmed esindasid Esseni, Põhja-Rein-Vestfaali liidumaid ja Hamburgi linna ning idaalade Alam-Saksoonia piirkonda. Delegatsioonis oli kümme geodeesia-, katastri- ja kaardistamise spetsialisti. Eraettevõtlust esindas Schleswig-Holsteini liidumaa maamõõdubüroo (Vermessungsbüroo, tegutseb litsentsi alusel) juhataja, litsentseeritud maamõõtjate ühingu viitsepresident, dipl.-insener V. Teetzmann. Saksa maal tegutseb praegu umbes 1200 litsentseeritud maamõõtjat, kelle teenistuses on 80 tuhat töötajat. Nende esinduseks on lit-

sentseeritud maamõõtjate ühing. Firmat Carl ZEISS esindasid kaks spetsialisti.

Kuigi esinejad olid valdavalt praktikud, esineti kõrgel professionaalsel ja tehnilisel tasemel. Ettekanded olid hästi illustreeritud graafiliste materjalide ja näidistega. Sakslastel oli kaasas ka tõlk, kes sai suurepäraselt oma ülesandega hakkama.

Seminari materjalid lubati kirjastada ja osalejatele saata.

Mõningaid mõttekilde seminarilt

– Saksamaa põhikaart (Deutsche grund-Karte) on mõõtkavas 1:5000, urbaniseeritud aladel 1:1000, sisaldades kogu katastri informatsiooni. Uued põhikaardid koostatakse juba digitaalkujul.

– Idaaladel on katastriarvestuse taastamisel hinnatud materjaliks endise Nõukogude Armeed topograafilised kaardid mõõtkavas 1:10 000, mida koheselt asuti aktualiseerima.

– Katastrimõõtmiste tulemusel määratakse kinnistute piiripunktide koordinaadid 2-5 cm täpsusega.

– Maamaksu määramise aluseks on põllumajanduskõlvikute hindamise andmed 100-pallise skaala järgi. Maamaks laekub kohalikku eelarvesse. Kohalik võim võib kehtestada erinevaid maksumäärasid.

– Idaaladel toimub praegu maade majanduslik hindamine. Seda teevad litsentseeritud vähemalt kolmeliikmelised ekspertkomisjonid: arhitekt (või ehitusinsener), maakler ja geodeet. Haldusala jaguneb hindamistsoonideks.

– Idaalade kinnisvarade registri taastamise aluseks on nagu meilgi maaregistriraamat, kuid seda koostatakse kõrgemal tehnilisel ja professionaalsel tasemel. Kogu süsteem põhineb automatiseeritud andmetöötlusel ja digitaaltehnoloogial.

Elukutse – maamõõtja

Kuna maa saab meil oma hinna jälle tagasi, töötab maamõõtja elukutse kujuneda lähemal ajal üheks nõutavamaks inseneriametiks. Kust aga võtta piisavalt mehi, kes nüüdisaegseid tarkusi silmas pidades maad tööpoolest mõõta oskaksid? Meeldivalt asjakohase ettepanekuga tuli välja maailma üks tuntumaid optikafirmasid *Leica*, pakkudes end üles seadma tänapäeva tehnika tipptasemel geodeesialaboratooriumi Tallinna Tehnikaülikoolis. Selle maksumus on ümmarguselt 0,5 milj. Eesti krooni. Kes aga koolitab välja õpetajad? Siin tuli appi Valli-

la Ametikool. Soome maamõõduasjatundjad lubasid TTÜ teedeinstituudi geodeesia õppetooli õppejõud mõneks ajaks oma hoolde alla võtta. Seega on alust loota, et meie insenerihakatised saavad juba koolipingis tipp-topp klaariks nii moodsa geodeesiainstrumentaariumi kui ka selle juurde kuuluva tarkvara.

Koostöölepingu sõlmimise puhul käisid Tallinnas *Leica Nilomark OY* kommertsdirektor M. Jaakola ja Vallila Ametikooli rektor M. Linnoaro.

Tehnika ja Tootmine nr. 7, 1993.

Piiril tehti ajalugu

7. juulil 1993 paigutati Mõniste Põhikooli teise korruse klassituppa lippudega ehitud lauad. Nende taha kogunes Eesti-Läti piiri segakomisjon. Kohal olid Eesti ja Läti dip-

lomaadid, piirivalve kõrgemad ohvitserid, geodeedid, piiriehitajad, kokku 16 inimest. Lisaks filmimehed ja vaatleja Stockholmist ning Tallinnast.



Eesti piirivalveohvitser piiril 1993. a. juulis.

Mõnistes kirjutati 7. juuli õhtupoolikul alla Eesti-Läti piiri esimese piirilõigu (18,3 km) vastuvõtuaktile. 15.-16. juunil tegutses piirilõigul tehniline komisjon ja 7. juulil tehsegakomisjoni poolt nimetatud piirilõigul veel valikulist ülevaatus. Piiril käisid segakomisjoni Eesti delegatsiooni juht U. Helme, Läti delegatsiooni juht A. Berzinš, Eesti Piirivalve juhtimiskeskuse ülem A. Evisalu, Mõniste vallavanem M. Pennula, Võru maavanem E. Rannit, AS Mave esindaja T. Mugra ja teised. Vastuvõetav piirilõik kulges mööda Võru ja Valga maakonda.

Teatavasti peavad eestlased rajama Eesti-Läti ca 310 km piirist 159 pikkuse lõigu, mis algab Pedetsi jõest ja lõpeb 8 kilomeetrit Valgast põhja pool. Sealt kuni mereni ehitab piiri välja Läti. Piiritrass puhastatakse metsast ja võsast ning tähistatakse värviud piiripostidega. Nurgapostidel on kahe riigi vapid. Kui piir kulgeb mööda veejuhtmeid, asetatakse jõe kummalegi kaldale teatud vahemaa tagant piiripostid. 1993. aasta kevadel pildistati ajutiselt tähistatud piiri õhust. Seda tegi Taani firma Scankort I/S Photogrammetric Company ja 7. juulil 1993 said segakomisjoni liikmed juba õhust tehtud fotonegatiive vaadata. Eesti firma



Läti piirivalveohvitser piiril 1993. a. juulis.

AS Geoestonia koos taanlastega valmistab piirikaardi.

Eraldi tahaks kiita piiriehitajaid, AS Mave mehi. Maaparandusinseneridest moodustatud rühm on teinud kõvasti tööd. 1993. aastal tahetakse üle anda veel üks piirilõik.

Mõnistest õnnestus 7. juulil saada telefonühendus Riiaga ja segakomisjon saatis 6. juulil valitud Läti presidendile G. Ulmani-sele tervitustelegrammi. Pärast piirilõigu



Eesti ja Läti piirivalveohvitserid piiril.

vastuvõtmist jätkas segakomisjon 8. juulil tööd Mõniste metskonna ruumides, kavandamiseks uusi ülesandeid.

Enne lahkuminekut arvasid segakomisjoni liikmed heatujuliselt, et komisjoni töö laabus tänu Mõniste kokkade poolt valmistatud maitsvale ehtsale maatoidule.

Võru ja Valga maakondade rahval paluti aga hoida ehitatud piiritähiseid. Kui Te märkate rikitud piiritähiseid, teatage sellest kohe piirivalvele.

Anto Juske

14.06.93



26. augustil 1993 saabus Eestisse Taani kaardistamise, fotogramm-meetria ja maainformatsioonisüsteemi firma SCANKORT I/S asejuhataja Jens Hallund. Nimetatud firma valmistab koos Eesti firmaga GEOESTONIA Eesti lõunapiiri kaardi.

Fotol vasakult Jens Hallund ja "Geoestonia" direktor Kaljo Veskimets Tallinna lennujaamas.

27. ja 28. augustil 1993.a. toimus Tartus Eesti TA Astrofüüsika ja Atmosfäärifüüsika Instituudi, Eesti Geodeetide Ühingu ja Tartu Ülikooli Ajaloo Muuseumi korraldusel rahvusvaheline teadusajaloo konverents, mis oli pühendatud astronoomide F. G. W. Struve ja J. H. Mädleri 200-ndale ning E. J. Öpiku 100-ndale sünniaastapäevale.

Kohal viibis külalisi mitmelt maalt ja peeti 19 ettekannet. Loodetavasti avaldatakse ettekanded eri kogumikus.





3. septembril 1993.a. toimus Tallinnas Eestis elanud ja töötanud taani maaparan-
dusinseneri, Taani kindralkonsuli J. C. Jo-

hanseni 125. sünniaastapäeva tähistamiseks
rahvusvaheline sümposium. Peeti seitse et-
tekannet.

Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemise ja finantseerimise ning topograafiliste kaartide, geodeetiliste ja gravimeetriliste andmete kasutamise ajutine kord

I. ÜLDOSA

1. Riiklike geodeetiliste ja topograafiliste tööde korraldamine Eesti Vabariigis on pandud vabariigi valitsuse 10. mai 1990.a. määrusega nr. 92 Eesti Vabariigi Riiklikule Maa-ametile (Riigi Maa-amet).
2. Käesolev määrus ei käsitle piiristamis- ja markseideritöid, ehitusuuringuid ega kohalike omavalitsuste geodeesiaalutuste tegevust. Nende tööde tegemise ja korraldamise normatiivdokumendid kehtestavad, kooskõlastatult Riigi Maa-ametiga, vastavad ametkonnad ja kohalikud omavalitsused.
3. Eesti territooriumi kaardid, välja arvatud Eesti Vabariigi kaitsejõudude materjalid, on piiranguteta kasutatavad.
4. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemise õigus on kõigil, kes omavad vastavat tegevuslitsentsi, mille annab Riigi Maa-amet.
5. Kaartide, geodeetiliste, gravimeetriliste ja merenivoomõõtmiste andmete müügi korra ning hinnad kehtestavad nende materjalide omanikud.
6. Riiklike geodeetiliste võrkude andmete ja riiklike kaartide müügist saadud tulust laekub 50 % Riigi Maa-ameti eriarvele. Eriarvel olevaid vahendeid kasutatakse Kaardiarhiivi väljaarendamiseks.

II. GEODEETILISTE VÕRKUDE RAJAMINE, REKONSTRUEERIMINE JA JÄRELEVALVE

7. Eesti geodeetilise võrgu moodustavad:
 - 1) riiklikud plaanilised, kõrguselised, gravimeetrilised ja merenivoomõõtmiste (mareograafide) võrgud;
 - 2) kohalikud (linnade, alevite, valdade) plaanilised ja kõrguselised võrgud.
8. Eesti riikliku plaanilise, kõrguselise, gravimeetrilise ja merenivoomõõtmiste võrgu rekonstrueerimise ja järelevalve töid finantseeritakse riigieelarvest ja geodeetiliste võrkude väljaarendamise eest kannab vastutust Riigi Maa-amet.
9. Mareograafide võrgu väljaarendamise eest kannab vastutust Keskkonnaministeeriumi Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut.
10. Riiklikud ja kohalikud geodeetilised võrgud rajatakse valitsuse poolt kehtestatud koordinaatide ja kõrguste süsteemis.
11. Kohalikud plaanilised ja kõrguselised võrgud tuginevad riiklike võrkude punktidele. Nende võrkude rekonstrueerimise ja rajamise töid planeerivad ja finantseerivad kohalikud omavalitsused.
12. Riiklike ja kohalike geodeetiliste võrkude märgid on riikliku kaitse all. Märkide kaitset ja järelevalvet teostatakse vabariigi valitsuse poolt kehtestatavas korras.

III. KAARTIDE VALMISTAMINE

12. Omandivormi alusel Eesti kaardid jaotatakse:
 - 1) riiklikeks topograafilisteks ja teemakaartideks;
 - 2) kohaliku omavalitsuse (linnade, alevite, valdade) kaartideks;
 - 3) eraalgatuse korras valmistatud kaartideks.
13. Riiklike topograafiliste kaartide (põhikaart, baaskaart, ülevaatekaart, standardkaart) valmistamist finantseeritakse riigieelarvest ja nende valmistamise eest kannab vastutust Riigi Maa-amet.
Riiklike teemakaartide valmistamist finantseeritakse riigieelarvest ja nende tellimise (valmistamise) kohustus kuulub ametkondadele, kellele on pandud vastav tegevus riigis (kultuuri-, kaitse- ja keskkonnaministeerium, Veeteede Amet, Lennuamet jne.).
14. Kohaliku omavalitsuse kaartide valmistamist finantseeritakse omavalitsuse vahenditest. Suurte kaardistamisprojektide realiseerimiseks võib anda riik pikaajalist krediiti või toetust.

IV. NORMATIIVDOKUMENTIDE KOOSTAMINE JA KEHTESTAMINE

15. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemise normatiivdokumendid kehtestab Riigi Maa-amet ja need on kohustuslikud kõigile, kes teevad neid töid Eesti territooriumil. Riiklike teemakaartide valmistamise täiendavad nõuded kehtestavad neid töid tellivad ametkonnad (ettevõtted).
16. Kohaliku omavalitsuse organitel on õigus kooskõlas Eesti Vabariigi seaduste ja normatiivaktidega kehtestada täiendavaid nõudeid geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemiseks oma halduspiirkonnas.
17. Kuni uute normatiivdokumentide kehtestamiseni tuleb geodeetiliste ja kartograafiliste tööde tegemisel juhendada antud valdkonnas seni rakendatud normatiivdokumentidest niivõrd, kui nad ei ole vastuolus Eesti Vabariigi seaduste ja normatiivaktidega.

V. GEODEETILISTE JA KARTOGRAAFILISTE TÖÖDE JÄRELEVALVE

18. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde kontrolli õigus ja kohustus on tegevuslitsentsi väljaandjal, vastavate tööde tellijatel või nende poolt volitatud isikutel.
19. Kui tööde tegemisel ei järgitud normatiivdokumentides kehtestatud nõudeid, on tegevuslitsentsi väljaandjal õigus teha ettekirjutus nimetatud rikkumiste kõrvaldamiseks. Juhendite nõuete korduval eiramisel on tellijal õigus taotleda Riigi Maa-ametilt tegevuslitsentsi tühistamist.
20. Geodeetiliste ja kartograafiliste tööde vastuvõtmise korra kehtestab tellija.
21. Mõõtkavades kuni 1:2 000 000 riiklike teema-, omavalitsuse ja eraalgatuslike kaartide trükkimine tuleb kooskõlastada Riigi Maa-ametiga. Kõigist trükitiraazidest peab tellija andma Riigi Maa-ameti Kaardiarhiivi alalisele hoiule viis ekseinplari kaarte.
Riigivalitsemise ja omavalitsusorganitele tasuta üleantavate riiklike topograafiliste ja teemakaartide jaotuskava kinnitab Rahandusministeerium Riigi Maa-ameti ettepanekul.
22. Eesti territooriumi kaardistamisotstarbeliseks aeropildistamiseks tuleb taotleda luba Riigi Maa-ametilt.

VI. KAARTIDE JA GEODEETILISTE ANDMETE SÄILITAMINE

23. Riiklike geodeetiliste võrkude andmestik, riiklike topograafiliste kaartide varud ja nende originaalmaterjalid säilitatakse Riigi Maa-ameti Kaardiarhiivis, mis tegutseb riikliku hoiupanga õigustes.
24. Riiklike teemakaartide ja nende originaalmaterjalide säilitamise koha määrab kindlaks tööde tellija kooskõlastatult Riigi Maa-ametiga.
25. Kohalike geodeetiliste võrkude andmed (dublikaadid) säilitatakse Riigi Maa-ameti Kaardiarhiivis. Nende üleandmise tingimused ja andmete kasutamise kord määratakse kindlaks omavalitsuste ja Riigi Maa-ameti vaheliste lepingutega.
26. Kohalike geodeetiliste võrkude andmestiku ja kohaliku omavalitsuse kaartide säilitamise korra kehtestavad kohaliku omavalitsuse organid.
27. Geodeetiliste andmete ja kaartide säilitamisel, korrastamisel ja komplekteerimisel üleskerkivad küsimused lahendatakse kooskõlastatult Arhiiviametiga.

VII. GEODEETILISTE ANDMETE JA KAARTIDE KASUTAMISPIIRANGUD

28. Kaitsejõudude kaartide kasutamispääs kehtestab Kaitseministeerium kooskõlas Eesti Vabariigi seadustega. Üldkasutatavatel kaartidel kujutamisele mittekuuluvate riigikaitse iseloomuga objektide ja andmete loetelu võib kehtestada Kaitseministeerium kooskõlastatult Riigi Maa-ametiga.
29. Kartograafiateosed (kaardid) on kaitstavad autoriõiguse seadusega. Avaldatud kaartide reprodutseerimine ilma autori nõusolekuta ja autoritasu maksmiseta on lubatud isiklikeks vajadusteks (uurimistöö, õppetöö). Nimetatud õigus ei laiene juriidilistele isikutele.
30. Riiklike ja kohalike geodeetiliste võrkude andmed müüakse või antakse kasutamiseks geodeetiliste tööde tegevuslitsentsi omavatele ettevõtetele ja ettevõtjatele. Viimastel on andmete ja materjalide edasimüük (-andmine) keelatud.
31. Geodeetiliste tööde tegevuslitsentse mitteomavatele ettevõtetele ja isikutele geodeetiliste andmete väljastamise otsustab andmete omanik, s.o. vastav ametkond või kohaliku omavalitsuse organ.
32. Geodeetilisi ja kartograafilisi töid tegevatel ettevõtetel ja ettevõtjatel on keelatud tellimise korras valmistatud kaartide ja geodeetiliste võrkude andmete müük või muul viisil edastamine tellija nõusolekuta, kui nendevahelises lepingus ei ole sätestatud teisiti.
33. Geodeetiliste andmete ja kaartide kasutamise eeskirjade nõuete eiramisel on õigus taotleda Riigi Maa-ametilt tegevuslitsentsi tühistamist.
34. Käesoleva korra nõuete rikkujad kannavad vastutust vastavalt Eesti Vabariigi seadustele.

