

PRVA SISTEMATSKA TRIANGULACIJA NA NAŠEM OZEMLJU

THE FIRST SYSTEMATIC TRIANGULATION PERFORMED IN THE TERRITORY OF
SLOVENIA

Marjan Jenko

UDK: 528.33

POVZETEK

V članku so opisani elaborati katastrske triangulacije višjih redov iz let 1820–22 v velikem delu južne in manjšem delu osrednje Slovenije ter na sosednjem hrvaškem ozemlju. Manjši del gradiva je v Arhivu RS; tja pa spadajo tudi tri knjige, ki so bile v zadnjem času v zasebni hrambi. Obstajajo tri vrste pisnih elaboratov (knjig) in razni grafični prikazi mrež. Članek vsebuje opise in razlage omenjenih dokumentov in navaja rezultate nekaterih analiz triangulacijske mreže, ki pokažejo, da je bila kakovost takratne triangulacije neenakomerna in, v celoti gledano, bistveno slabša v primerjavi z novimi mrežami, ki so začele nastajati proti koncu 19. stoletja.

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.04

ABSTRACT

The article describes the reports on cadastral triangulation of higher orders of the 1820–22 period performed in the major part of southern Slovenia, smaller part of central Slovenia and in the neighbouring Croatian territory. A minor part of the material is stored in the Archives of the Republic of Slovenia; the three other books, previously in private hands, will be also stored there. The material includes three kinds of written reports (monographs) and different graphical representations of the networks. The paper contains descriptions and explanations of these documents and sums up the results of selected analyses of the triangulation network, thereby showing that the quality of the triangulation was irregular, and, in general, of poorer quality than compared to the new networks that started to be created by the end of the 19th century.

KLJUČNE BESEDE

triangulacijske mreže, zgodovina

KEY WORDS

triangulation networks, history

UVOD

V začetku leta 2007 so mi prišle v roke tri debele knjige formata 37 oz. 35 x 24 cm, ki sodijo v elaborate prvotne katastrske triangulacije 2. in 3. reda (kot bi rekli danes) na slovenskem ozemlju. Dolga leta jih je hranil eden od mojih kolegov; ta jih je svoj čas rešil pred uničenjem. Prva je nekakšen katalog rezultatov triangulacijskih mrež, ki jih je v letih 1820 in 1821 ustvaril stotnik Andreas von Bosio na območju takratnega novomeškega in (civilnega) karlovškega okrožja. Druga knjiga vsebuje poročilo nadporočnika Haana o terenskem delu na triangulaciji zahodnega dela novomeškega in manjšega dela ljubljanskega okrožja v letu 1822, nato pa rezultate ustreznih kotnih opazovanj za nad 250 trikotnikov mreže. V Arhivu Republike Slovenije (ARS) hranijo še

eno tako knjigo s poročilom nadporočnika Catharina o sočasnem trianguliranju v vzhodnem delu novomeškega okrožja in z rezultati tamkajšnjih kotnih opazovanj za skoraj 200 trikotnikov. Tretja knjiga (od uvodoma omenjenih) vsebuje računanja triangulacijskih mrež, ki sta jih leta 1822 v novomeškem okrožju ustvarila nadporočnika Catharin in Haan.

ARS hrani tudi številne karte triangulacijske mreže 3. reda na območju krimskega koordinatnega sistema. Te vsebujejo kvadratno mrežo z oštevilčenimi kolonami in conami (1 kvadrat oz. sekcija = 4000×4000 sežnjev = 1 kvadratna milja), triangulacijske točke z imeni in s koordinatami znotraj sekcije ter stranice z dolžinami; koordinate in stranice so zaokrožene na 0,1 sežnja.

Največja je pregledna karta mrež v obeh severnih kvadrantih, in sicer v ljubljanskem okraju dežele Kranjske in v deželi Koroški – z vsemi Julijskimi in z delom Karnijskih Alp vred. Zavzema 20 zahodnih in 8 vzhodnih kolon ter cone 1–19 (Krim je med 18. in 19. cono). Merilo ni napisano; znaša približno $1 : 290\,000$, upoštevati pa je treba, da je risalni papir skrčen za pribl. 1 %. Sledi pregledna karta mreže novomeškega, večjega dela postojnskega in južnega pasu ljubljanskega okrožja v merilu $\sim 1 : 188\,000$; obsega 17 kolon in 14 con.

Obstaja 14 delnih kart mreže v merilu $\sim 1 : 58\,000$: 5 za ljubljanski, 7 za novomeški in 2 za postojnsko okrožje. Karte praviloma obsegajo po 4 cone, medtem ko je število kolon različno.

Posebnost predstavljajo t. i. "skice" na običajnem papirju formata 36×23 cm. V sredini je v merilu $\sim 1 : 58\,000$ prikazan en sam miljski kvadrat z delčkom triangulacijske mreže v kvadratu in okolici.

ARS hrani tudi karto dela mreže karlovškega okrožja v merilu $\sim 1 : 150\,000$ iz leta 1820; tudi ta del mreže je opisan v okviru tega sestavka.

Naj omenim še zvezek zanimivih topografskih opisov točk na ožjem območju Ljubljane iz let 1867–68, torej iz časa pred reambulacijo katastra. Možno je, da gre za enega od 20 zvezkov opisov, omenjenih v primopredajnem seznamu, ki ga je sestavila GURS.

V ARS najdemo tudi liste grafične triangulacije nižjega reda za celoten ljubljanski okraj, ki je med drugim obsegal vso Gorenjsko do Bele Peči onkraj Rateč.

V tem prispevku k zgodovini naših triangulacijskih mrež bi rad predstavil geodetska dela na začetku omenjenih triangulatorjev (podpisovali so se z nazivom Trigonometer), seveda v okviru žal nepopolnih informacij in podatkov, ki jih nudijo zgoraj naštetih štiri knjige.

Po koncu napoleonskih vojn (1815) je v srednji Evropi zavladal dolgoleten mir. V avstrijskem cesarstvu so se resno lotili izdelave zemljiškega katastra, katerega načrti naj bi imeli enotno geodetsko osnovo, veljavno za čim večje ozemlje. Osnovno triangulacijsko mrežo (1. reda) so v tistih časih razvijali za potrebe vojaške kartografije in je bila dobrodošla osnova tudi za katastrsko izmero. Podrejene mreže pa so katastrski triangulatorji (ki so bili prav tako vojaški častniki) raje razvijali na novo.

Do leta 1806 so Francozi razširili osnovno triangulacijo severne Italije tudi na naše primorske kraje. Od leta 1817 dalje so Avstrijci prav od tam nadaljevali to triangulacijo, zlasti v severni smeri s ciljem, da se sčasoma povežejo z neko mrežo v današnji severni Avstriji (Zeger, 1992). To so bile

ugodne okoliščine, da se je katastrska izmera lahko začela razvijati najprej. Leto 1817 lahko štejeemo za rojstno leto krimskega sistema, prvega katastrskega koordinatnega sistema v slovenskih in okoliških deželah. Merilo in orientacijo je krinski sistem prejel od francoske stranice Slavnik-Učka, povezane s Krimom preko točk Snežnik in Nanos (Zeger, 1991).

Kolikor nam je znano, so prve skupine triangulatorjev poslali na teren leta 1817, in sicer na tržaško območje (Zeger, 1991). Iz pregledanega gradiva pa je razvidno, da so v letih 1818 in 1819 triangulirali že na Notranjskem, v Gorskem Kotaru in v Vojni krajini.

1 GLAVNA KNJIGA (OPERAT) TRIANGULACIJE (TRIANGULIRUNGS-PROTOCOLL) (SLIKI 1 IN 2)

Iz uvodnega naštevanja je razvidno, da obstajajo trije tipi knjig s podatki triangulacije. Najprej opišimo starejšo knjigo z Bosiovimi mrežami iz let 1820 in 1821; zanjo lahko rečemo, da predstavlja nekakšen triangulacijski operat, tj. katalog vseh za uporabnike triangulacije pomembnih podatkov. Knjiga ima numerični in opisni del; prvi obsega 123 dvojnih strani, drugi 150 enojnih, sledi skupno kazalo. Knjiga je nastala z vezavo ustreznih tiskanih in kaligrafsko izpolnjenih formularjev.

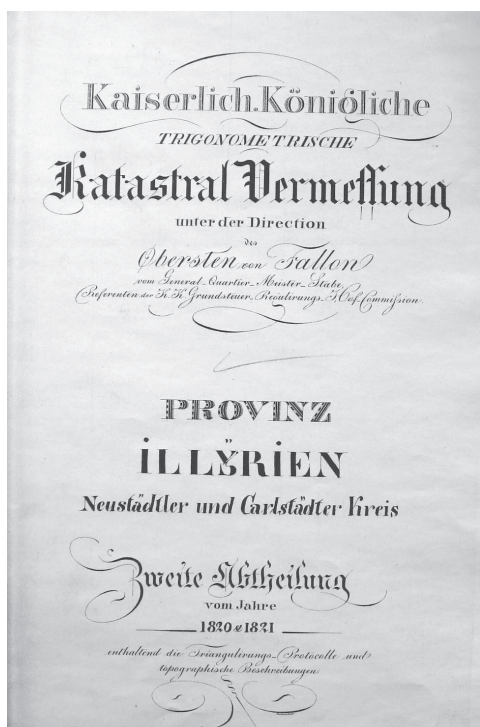
Numerični del knjige je urejen po trikotnikih. Tiskani formular ima čez dve strani stolpce za: številko in skico trikotnika, imena oglišč, opazovane kote, kotne popravke, popravljene kote, dolžine stranic z njihovimi logaritmi, smerne kote in krimske koordinate točke, ki se v tekočem trikotniku urezuje. Na vsaki strani je prostora za štiri trikotnike. Ponekod so izpolnjeni samo prvi trije stolpci; trikotnik morda sploh ni bil izračunan. Marsikje sta zadnja dva stolpca prazna: izračunani trikotnik ni bil porabljen za urezovanje. Očitno so vsi podatki prepisani iz računskih obrazcev, ki jih nimamo, so pa verjetno enake oblike kot tisti, ki so opisani v 3. poglavju. Razvidno je, da so se za vsako novo točko računale koordinate iz več trikotnikov (dveh do štirih, celo več), včasih pa tudi le iz enega. Na dnu strani so v prostor za opombe vpisovali dokončne koordinate – navadne sredine iz vseh izračunanih parov koordinat. Oznake koordinat so: w:P oz. ö:P za ordinate (+Y oz. -Y) in s:M oz. n:M za abscise (+X oz. -X); očitno pomenita M in P meridian in paralelo, s/w/n/ö pa jug, zahod, sever in vzhod. Kotne vrednosti so dosledno podane na 0,1", dolžine in koordinate na 0,001 sežnja; logaritmi so sedemdecimalni (1 dunajski seženj = 1,896484 m).

Opisni del knjige vsebuje topografske opise (Topographische Beschreibungen) triangulacijskih točk. Pri teh opisih ni nobenih položajnih skic.

Vsebina obeh delov se deli na več poglavij, ki ustrezajo Bosiovim deloviščem.

	Triang. Protocoll			Topogr. Beschreibungen		
	Okrožje	leto	število trik. str. od-do	število opisov str. od-do		
	Neustadt	1820	68 3-19	49/29	125-150	
	Carlstadt	1820	78 24-43	53/43	161-191	
	Adelsberg	1820	41 49-59	36/34	192, 202-217	
	Neustadt	1821	37 113-122	42/29	253-256, 262-270	
	Carlstadt	1821	194 62-110	103/77	222-252	

Za postojnski (Adelsberg) okraj ni merskih podatkov; tu najdemo le skice trikotnikov in imena točk. Topografski opisi obstajajo.



Slika 1: Glavna knjiga triangulacije – naslovna stran.

1.1 Topografski opisi

V zgornji razpredelnici so pri topografskih opisih preštete najprej vse vpisane točke (npr. 49), nato pa točke, ki so dejansko o p i s a n e (npr. 29): v glavnem gre za novodoločene točke. Nekatero dane točke so vpisane večkrat, obstajajo tudi primeri ponovljenega opisa iste nove točke. Pri danih točkah se največkrat omenja le ime geodeta, ki je točko postavil in izmeril, ter ustrezna letnica. Podobno velja za tiste nove točke iz leta 1820, ki se omenjajo še enkrat skupaj s točkami iz leta 1821. Točke so načelno razvrščene po abecednem redu.

Topografske opise smo pregledali še nekoliko podrobneje, pri tem pa izpustili bolj oddaljene točke na Hrvaškem onkraj črte, ki poteka od Save pod Bregano čez Sv. Nedeljo, Galgovo in Jastrebarsko do Draganičev; tako smo zajeli mrežo na območju Žumberka, ne pa ostalih Bosiovih točk na obsežnem območju od Zagreba ob Savi navzdol do Siska in Petrinje ter proti jugu vse do Karlovca in do spodnjega toka Kolpe.

Od 65 obravnavanih triangulacijskih točk je 16 cerkvenih zvonikov: 12 je t. i. vizurnih točk, na štirih so merili kote (Sv. Križ nad Črnomljem, Sv. Peter nad Sotesko, Šipak (Sv. Jure) pri Draganičih

in kapiteljski zvonik v Novem mestu). Ostalih 49 točk je bilo signaliziranih z lesenimi piramidami, razen ene (vizurne), na kateri je stal preprost talni signal. Višina signalov je večinoma znašala 2 do 3 sežnje, 4 do 6 sežnjev visokih piramid je bilo šest. Pogosto so piramido obdali z nasutjem (Sockel) iz kamenja ali zemlje; višje nasutje je omogočalo višji horizont instrumenta. Oder za opazovalca so verjetno po potrebi pritrdili na piramidne noge; v enem primeru je bila zgrajena dva sežnja visoka notranja piramida kot podstavek teodolita. Dvignjenih ali visokih stojišč je bilo (pod piramidami) sedem.

Stabilizacija točk je bila raznolika. Na dobri četrtini 48 točk s piramidami najdemo le kol(iček) ali pa (dvakrat) drevesni štor z žebljem, vedno v vertikali vrha piramide. Na 7 točkah so predstavljali center točke štirje koli: ni jasno, koliko so bili visoki in ali so bili zabiti tesno skupaj ali kako drugače. V 10 primerih so odžagali drevo na primerni višini, da so nanj postavili teodolit; na treh točkah so v ta namen pokončno vkopali ali vzdali v tla primeren hlood. Naravni kamen ali skalo z vklesanim križem so za stabilizacijo uporabili desetkrat. Je še nekaj primerov kamnitih centrov, verjetno vkopanih, primer žeblja, vzdanega v obstoječ zidan temelj, in primer "predpisom ustrezajočega" kamna (Oklinak, točka vojaške mreže 1. reda). Trajno stabiliziranih točk je bilo skupno 14. Pri dveh točkah način stabilizacije sploh ni naveden.

Razen stotnika Bosia je zgoraj omenjeno skupino točk postavljajl poročnik Scheuch, po vsej verjetnosti Bosiov pomočnik. Nadporočnik Coronini je omenjen pri dveh danih točkah (Kučer in Oštrc (Štula 576)).

Na straneh, namenjenih postojnskemu okraju, je opisanih 30 točk. Piramide so bile visoke 2 do 3 sežnje, le na Krimu in na Ljubljanskem vrhu 4 sežnje. Trajno stabilizacijo je imelo le 7 točk (med njimi Krim, edina s "predpisanim kamnom"); pri treh stabilizacija ni omenjena. Najdemo precej imen geodetov: zastavnik Kohout (15 točk), nadporočnik Baraty (pri starejših točkah, npr. pri Krimu), stotnik Hablitschek (pri starejših točkah), Haan, Bosio (le dvakrat), in Catharin.

1.2 Numerični operat

Poleg "rednih" trikotnikov so poznali tudi dopolnilne in pomožne trikotnike (Neben- oz. Hilfs-Dreyecke). Prvi so praviloma brez enega merjenega kota; rabili so določevanju dopolnilnih točk (zlasti cerkva) le z zunanjimi smermi. Pomožni trikotniki pa so, kot se zdi, enakopravni rednim, to je tistim, ki so bili predvideni za računanje. Ker je bilo na številnih stojiščih opazovanih zelo veliko smeri – smeri "velike mreže", "male mreže", smeri za urezovanje dopolnilnih točk –, je bilo možno za računanje izbirati ogromno število trikotnikov, ni pa bilo treba izračunati prav vseh; kljub temu je bilo včasih treba rednim trikotnikom, predvidenim za računanje, dodati še kakšnega "pomožnega". Zelo malo je trikotnikov, razen dopolnilnih, s samo dvema izmerjenima kotoma; zato v mreži skoraj ni enostransko opazovanih smeri. Redni trikotniki so oštevilčeni z rimskimi številkami, dopolnilni z malimi črkami, pomožni pa z arabskimi številkami.

V triangulacijskih računanjih tistega časa je bil poudarek na trikotnikih – ne glede na red mreže. Po analognem postopku, kot se je računala osnovna triangulacija, so se računale tudi odvisne mreže, imenovane "velika" in "mala mreža": razrešitvi trikotnikov je sledilo orientiranje potrebnih stranic in računanje koordinat po formulah prve osnovne geodetske naloge. Kombinirani urezi so bili

Toliko bi bilo v glavnem povedati o Bosiovi knjigi, ne da bi se spuščali v ugotavljanje geografskega položaja vsake triangulacijske točke, v nazorne grafične prikaze mrež, v domnevno zaporedje trigonometričnih in analitičnih računov in v konkretne vsebine topografskih opisov.

2 GLAVNE TERENSKJE KNJIGE (ORIGINAL WINKEL BEOBACHTUNGEN UND RELATIONEN) (SLIKI 3 IN 4)

Razpolagamo z dvema knjigama te vrste. Kot že rečeno v uvodu, vsebujeta opis poteka terenskih del in rezultate kotnih opazovanj na območju novomeškega okrožja, vključno z ozemeljskim pasom ob levi strani Save od Ljubljane do Krškega.

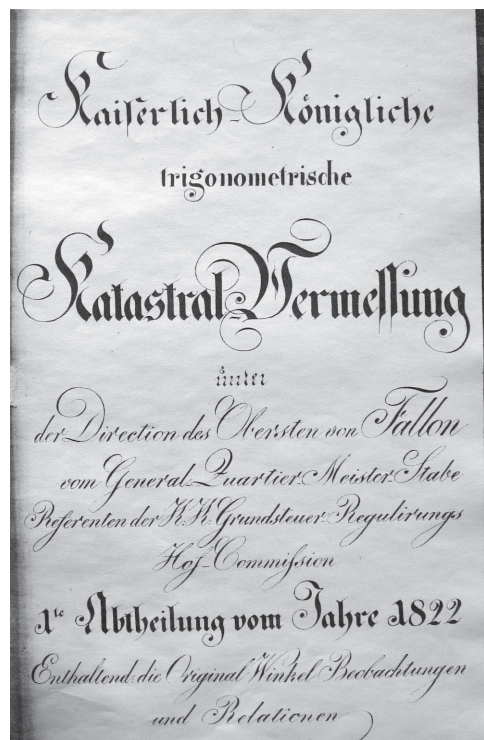
2.1 Catharinova terenska knjiga

2.1.1 Poročilo ("Relation ...")

Na začetku knjige je dobri dve strani dolgo poročilo o terenskem delu v letu 1822, z datumom Gradec, 28. 02. 1823. Navajamo povzetek poročila.

V prvi polovici marca 1822 je Catharin prejel ukaz, da odpotuje na Kranjsko, konec marca pa delovni nalog (Instruktion), s katerim je bil zadolžen za triangulacijo vzhodnega dela novomeškega okrožja, in sicer od juga proti severu do štajerske meje. 23. aprila se je nekje pri Novem mestu sestal s svojim pomočnikom von Hennerjem; do konca meseca sta rekognoscirala priključek na obstoječe točke vzdolž južne meje terena. Catharin se je nato lotil nove mreže južno od Novega mesta (do Mirne gore in hribov nad Semičem, op. p.), Henner pa v Gorjancih nad Kostanjevico, odkoder je širil novo mrežo po dolini Krke: tako je Catharin konec maja lahko začel z opazovanjem, Henner pa je nadaljeval s postavljanjem točk po vzhodnem delu terena. Junija in do polovice julija je Catharin opazoval in na Kočevskem povezal svojo mrežo s Haanovo. Medtem je Henner nadaljeval svoje delo v severni smeri, konec julija dosegel Savo, nato še Bohor in v zahodni smeri prišel do danih točk Kum in Zglavnica. Od polovice avgusta je opazovanje potekalo od Sv. Duha (pri Vel. Trnu) proti zahodu in nato proti Novemu mestu. V septembru se je nadaljevalo na Štajerskem ob Savi navzgor, nato od Kuma proti zahodu v smeri Šmartna do stika s Haanovo mrežo, medtem ko je postavljanje mreže prešlo iz novomeškega v ljubljansko okrožje z verigo trikotnikov od severozahodne sosesčine Kuma vzdolž severne meje Haanove mreže vse do Rašice. Konec septembra je potekalo opazovanje povezave s Haanovo mrežo južno od Kuma in nazadnje, do konca oktobra, opazovanje verige na severu. Z mrežo je bilo pokritih skupno 42 kvadratnih milj (2417 km²).

Po ukazu območne direkcije ("Unterdirection") sta Catharin in Henner v začetku novembra odpotovala iz Ljubljane na njen sedež, v Gradec; tam sta obdelovala terenske podatke. Na koncu poročila Catharin pohvali sposobnosti svojega pomočnika pri postavljanju mreže in da priznanje krajevnim oblastem za pomoč pri pripravljanih delih.



Slika 3: glavna terenska knjiga – naslovna stran.

2.1.2 “Observations-Protocoll”

Ta obsega ves ostali del knjige, to je 388 strani tiskanega formularja, ki se razteza čez dve strani, razdeljen je na štiri široke stolpce. V prvi stolpec se vpisuje številka trikotnika in riše orientirana skica istega, pod njo pa je predvideno njegovo eventualno predhodno računanje po sinusovem stavku; še nižje je prostor za opombe. Ostali stolpci so namenjeni trem ogliščem trikotnika in vsebujejo: ime stojiščne točke ter leve in desne vizure, datum (ali vsaj letnico) opazovanja in vrsto teodolita; sledijo opazovane vrednosti kota iz posameznih girusov, njihova aritmetična sredina in navedba opazovalnih pogojev; v spodnjem delu je predvideno eventualno računanje centriranja z ekscentričnega stojišča ali z ekscentričnega signala na center točke – posebej za levo in za desno vizuro; čisto spodaj se vpisuje centrirani kot.

Redni trikotniki so oštevilčeni z rimskimi, dopolnilni z arabskimi številkami. Skupine rednih trikotnikov se menjavajo s skupinami dopolnilnih. Rednih trikotnikov je 159, ostalih je 36 (s temi je bilo določenih 12 “vizurnih” novih točk). Teodolit je bil znamke Reichenbach. Na vsakem stojišču je opazovanih 4 do 6 girusov, redko 3, 7 ali 8. Število centriranja ekscentrično merjenih kotov znaša okoli 40. Ekscentrična stojišča so bila le na točki St. Agnes/Kum in na še treh točkah, kjer pa ni bilo cerkva; ekscentričnih signalov ni najti.

Vrstni red trikotnikov je skladen s časovnim potekom opazovanj, kot je ta opisan v poročilu: začne se južno od Novega mesta, zaključi pa med Ljubljano in Kamnikom. Vse opazovanje je Catharin opravil osebno.

2.2 Haanova terenska knjiga

2.2.1 Poročilo

Na začetku knjige je tri in pol strani dolgo poročilo o terenskem delu v letu 1822, z datumom Ljubljana, 31. 01. 1823. Iz poročila izvemo, da so Haana v začetku leta 1822 premestili iz Galicije v Ilirijo in mu dodelili zahodni del novomeškega okrožja. Svojo mrežo naj bi navezal na obstoječo mrežo zahodno in južno odtod, in sicer na črto Krim – Šop (Novaška gora 998) – Vinji vrh – Korošče (Koščakov grič 860) – Nad Krogom (Mačkovec 911) – Platnik (Mikunca 870) – Racna gora – Požarišča (1063) – Travlanski v. (1061) – Kraljev v. (945) – Mož (S Mož 1125) – Morič (SE Borič 909) – Kuželjska stena (874) – Špičasti v. (703) – Levešni v. (734) – Ferdrenger (Verderbška gora 810) – Jesus (Petrov hrib 890) – Kugelhaus (Kopa 1077) – V. Rog (1099) – Sv. Peter (888), torej od Rakitniške planote mimo Blok, čez Loški Potok in Prezid v dolino Kolpe do Kostela in nato po Kočevskem v severni smeri do reke Krke. Omenjene točke so pripadale mrežam nadporočnika grofa Coroninija (1818), nadporočnika von Barathya (1819) in stotnika Bosia (1820). Haanova mreža se je opirala tudi na točke “velike triangulacije” Kucelj (748), Grmada (887), Zabukovje (Zglavnica 549) in Sv. Neža (Kum).

Na potovanju z Dunaja je Haan v Gradcu od območnega katastrskega direktorja majorja von Gepperta prejel merski pribor, razen teodolita, ki ga je čakal v Ljubljani pri Bosiu; to je bil “enostavni” Reichenbachov instrument (ni bil repeticijski). Dodeljen mu je bil strokovni pomočnik, poročnik Unger iz novomeške posadke. Dobila sta se v Ljubljani. Tu sta se še oskrbela z denarjem iz “Katastrske blagajne” in 22. aprila odpotovala na teren. Že naslednji dan sta začela z rekognosciranjem – bila sta na Ostrem vrhu (dani točki na Veliki gori blizu Ribnice); spoznala sta, da zaradi gorate in gozdnate pokrajine delo ne bo teklo hitro. Unger je začel delovati na Kočevskem, Haan pa na območju Ribnice.

Rekognosciranje sta hitro opravila. Nekaj čez polovico maja je bilo postavljenih (signaliziranih in stabiliziranih) toliko točk, da se je v kolpski dolini že lahko začelo opazovanje mreže. Haan je v juniju razvijal mrežo na območju Žužemberka, nato pa opazoval jugozahodni del svoje mreže (imela sta le en teodolit!). Opazovanje na Kočevskem in ob Kolpi je bilo končano julija; nadaljevalo se je v predelu vzhodno od Ribnice. Unger je šel razvijati mrežo na območje Trebnjega. Avgustovska vročina je ovirala Haana pri opazovanju mreže zahodno in severno od Ribnice, Unger pa je svojo mrežo povezal s Catharinovo (glej pogl. 2.1.1.). Ugodno vreme v septembru je omogočilo zaključek del v celotnem vzhodnem pasu mreže; Unger jo je medtem razvijal v zahodni smeri prav do Ljubljane. V oktobru se je Unger pridružil Haanu: do konca meseca sta uspela zaključiti opazovanje mreže kljub pogostni megli.

Nova mreža je pokrila 36 kvadratnih milj (2072 km²), območje opazovanj pa se je raztezalo (zaradi danih točk) čez 43 kv. milj (2474 km²).

Sledili so višji ukazi: Haan je ostal v Ljubljani, Unger pa se je nekaj dni pozneje vrnil v svoj pehotni polk. Na koncu Haan močno pohvali svojega pomočnika in ugotavlja, da je z njegovim odhodom izgubil marljivega, natančnega in uporabnega sodelavca.

2.2.2 "Observations-Protocoll"

Urejen je enako kot v Catharinovi knjigi. Na 504 izpolnjenih straneh je dokumentirano merjenje 190 rednih in 62 ostalih trikotnikov. Tudi Haanov teodolit je bil znamke Reichenbach. Opazovanih je od 4 do 6 girusov, redko več ali manj. Ekscentrično merjenih kotov je okoli 40; ekscentričnih signalov nismo zasledili.

Provinz *Ägypten*

Dreiecks N^o II.



Vorläufige Berechnung des Δ

Rechnung = $100^{\circ} 00'$

Long. Sin =

Long. Cos =

Long. Tan =

Long. Cot =

Long. Sec =

Long. Cosec =

Anmerkungen

Umstände der Messung

Rechnung und andere Operationen

Reduction to Centrum:

Chord. Sin. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000. 1001. 1002. 1003. 1004. 1005. 1006. 1007. 1008. 1009. 1010. 1011. 1012. 1013. 1014. 1015. 1016. 1017. 1018. 1019. 1020. 1021. 1022. 1023. 1024. 1025. 1026. 1027. 1028. 1029. 1030. 1031. 1032. 1033. 1034. 1035. 1036. 1037. 1038. 1039. 1040. 1041. 1042. 1043. 1044. 1045. 1046. 1047. 1048. 1049. 1050. 1051. 1052. 1053. 1054. 1055. 1056. 1057. 1058. 1059. 1060. 1061. 1062. 1063. 1064. 1065. 1066. 1067. 1068. 1069. 1070. 1071. 1072. 1073. 1074. 1075. 1076. 1077. 1078. 1079. 1080. 1081. 1082. 1083. 1084. 1085. 1086. 1087. 1088. 1089. 1090. 1091. 1092. 1093. 1094. 1095. 1096. 1097. 1098. 1099. 1100. 1101. 1102. 1103. 1104. 1105. 1106. 1107. 1108. 1109. 1110. 1111. 1112. 1113. 1114. 1115. 1116. 1117. 1118. 1119. 1120. 1121. 1122. 1123. 1124. 1125. 1126. 1127. 1128. 1129. 1130. 1131. 1132. 1133. 1134. 1135. 1136. 1137. 1138. 1139. 1140. 1141. 1142. 1143. 1144. 1145. 1146. 1147. 1148. 1149. 1150. 1151. 1152. 1153. 1154. 1155. 1156. 1157. 1158. 1159. 1160. 1161. 1162. 1163. 1164. 1165. 1166. 1167. 1168. 1169. 1170. 1171. 1172. 1173. 1174. 1175. 1176. 1177. 1178. 1179. 1180. 1181. 1182. 1183. 1184. 1185. 1186. 1187. 1188. 1189. 1190. 1191. 1192. 1193. 1194. 1195. 1196. 1197. 1198. 1199. 1200. 1201. 1202. 1203. 1204. 1205. 1206. 1207. 1208. 1209. 1210. 1211. 1212. 1213. 1214. 1215. 1216. 1217. 1218. 1219. 1220. 1221. 1222. 1223. 1224. 1225. 1226. 1227. 1228. 1229. 1230. 1231. 1232. 1233. 1234. 1235. 1236. 1237. 1238. 1239. 1240. 1241. 1242. 1243. 1244. 1245. 1246. 1247. 1248. 1249. 1250. 1251. 1252. 1253. 1254. 1255. 1256. 1257. 1258. 1259. 1260. 1261. 1262. 1263. 1264. 1265. 1266. 1267. 1268. 1269. 1270. 1271. 1272. 1273. 1274. 1275. 1276. 1277. 1278. 1279. 1280. 1281. 1282. 1283. 1284. 1285. 1286. 1287. 1288. 1289. 1290. 1291. 1292. 1293. 1294. 1295. 1296. 1297. 1298. 1299. 1300. 1301. 1302. 1303. 1304. 1305. 1306. 1307. 1308. 1309. 1310. 1311. 1312. 1313. 1314. 1315. 1316. 1317. 1318. 1319. 1320. 1321. 1322. 1323. 1324. 1325. 1326. 1327. 1328. 1329. 1330. 1331. 1332. 1333. 1334. 1335. 1336. 1337. 1338. 1339. 1340. 1341. 1342. 1343. 1344. 1345. 1346. 1347. 1348. 1349. 1350. 1351. 1352. 1353. 1354. 1355. 1356. 1357. 1358. 1359. 1360. 1361. 1362. 1363. 1364. 1365. 1366. 1367. 1368. 1369. 1370. 1371. 1372. 1373. 1374. 1375. 1376. 1377. 1378. 1379. 1380. 1381. 1382. 1383. 1384. 1385. 1386. 1387. 1388. 1389. 1390. 1391. 1392. 1393. 1394. 1395. 1396. 1397. 1398. 1399. 1400. 1401. 1402. 1403. 1404. 1405. 1406. 1407. 1408. 1409. 1410. 1411. 1412. 1413. 1414. 1415. 1416. 1417. 1418. 1419. 1420. 1421. 1422. 1423. 1424. 1425. 1426. 1427. 1428. 1429. 1430. 1431. 1432. 1433. 1434. 1435. 1436. 1437. 1438. 1439. 1440. 1441. 1442. 1443. 1444. 1445. 1446. 1447. 1448. 1449. 1450. 1451. 1452. 1453. 1454. 1455. 1456. 1457. 1458. 1459. 1460. 1461. 1462. 1463. 1464. 1465. 1466. 1467. 1468. 1469. 1470. 1471. 1472. 1473. 1474. 1475. 1476. 1477. 1478. 1479. 1480. 1481. 1482. 1483. 1484. 1485. 1486. 1487. 1488. 1489. 1490. 1491. 1492. 1493. 1494. 1495. 1496. 1497. 1498. 1499. 1500. 1501. 1502. 1503. 1504. 1505. 1506. 1507. 1508. 1509. 1510. 1511. 1512. 1513. 1514. 1515. 1516. 1517. 1518. 1519. 1520. 1521. 1522. 1523. 1524. 1525. 1526. 1527. 1528. 1529. 1530. 1531. 1532. 1533. 1534. 1535. 1536. 1537. 1538. 1539. 1540. 1541. 1542. 1543. 1544. 1545. 1546. 1547. 1548. 1549. 1550. 1551. 1552. 1553. 1554. 1555. 1556. 1557. 1558. 1559. 1560. 1561. 1562. 1563. 1564. 1565. 1566. 1567. 1568. 1569. 1570. 1571. 1572. 1573. 1574. 1575. 1576. 1577. 1578. 1579. 1580. 1581. 1582. 1583. 1584. 1585. 1586. 1587. 1588. 1589. 1590. 1591. 1592. 1593. 1594. 1595. 1596. 1597. 1598. 1599. 1600. 1601. 1602. 1603. 1604. 1605. 1606. 1607. 1608. 1609. 1610. 1611. 1612. 1613. 1614. 1615. 1616. 1617. 1618. 1619. 1620. 1621. 1622. 1623. 1624. 1625. 1626. 1627. 1628. 1629. 1630. 1631. 1632. 1633. 1634. 1635. 1636. 1637. 1638. 1639. 1640. 1641. 1642. 1643. 1644. 1645. 1646. 1647. 1648. 1649. 1650. 1651. 1652. 1653. 1654. 1655. 1656. 1657. 1658. 1659. 1660. 1661. 1662. 1663. 1664. 1665. 1666. 1667. 1668. 1669. 1670. 1671. 1672. 1673. 1674. 1675. 1676. 1677. 1678. 1679. 1680. 1681. 1682. 1683. 1684. 1685. 1686. 1687. 1688. 1689. 1690. 1691. 1692. 1693. 1694. 1695. 1696. 1697. 1698. 1699. 1700. 1701. 1702. 1703. 1704. 1705. 1706. 1707. 1708. 1709. 1710. 1711. 1712. 1713. 1714. 1715. 1716. 1717. 1718. 1719. 1720. 1721. 1722. 1723. 1724. 1725. 1726. 1727. 1728. 1729. 1730. 1731. 1732. 1733. 1734. 1735. 1736. 1737. 1738. 1739. 1740. 1741. 1742. 1743. 1744. 1745. 1746. 1747. 1748. 1749. 1750. 1751. 1752. 1753. 1754. 1755. 1756. 1757. 1758. 1759. 1760. 1761. 1762. 1763. 1764. 1765. 1766. 1767. 1768. 1769. 1770. 1771. 1772. 1773. 1774. 1775. 1776. 1777. 1778. 1779. 1780. 1781. 1782. 1783. 1784. 1785. 1786. 1787. 1788. 1789. 1790. 1791. 1792. 1793. 1794. 1795. 1796. 1797. 1798. 1799. 1800. 1801. 1802. 1803. 1804. 1805. 1806. 1807. 1808. 1809. 1810. 1811. 1812. 1813. 1814. 1815. 1816. 1817. 1818. 1819. 1820. 1821. 1822. 1823. 1824. 1825. 1826. 1827. 1828. 1829. 1830. 1831. 1832. 1833. 1834. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846. 1847. 1848. 1849. 1850. 1851. 1852. 1853. 1854. 1855. 1856. 1857. 1858. 1859. 1860. 1861. 1862. 1863. 1864. 1865. 1866. 1867. 1868. 1869. 1870. 1871. 1872. 1873. 1874. 1875. 1876. 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. 1883. 1884. 1885. 1886. 1887. 1888. 1889. 1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900. 1901. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1907. 1908. 1909. 1910. 1911. 1912. 1913. 1914. 1915. 1916. 1917. 1918. 1919. 1920. 1921. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 214

Na hitro smo ocenili notranjo natančnost merjenih kotov tako, da smo med rednimi trikotniki izbrali vsakega devetega in tako dobili vzorec 21 kotnih meritev. Po elementarnih formulah smo vsakokrat izračunali srednja odklona enkrat merjenega kota in aritmetične sredine. Velikosti teh odklonov znatno variirajo: pri sredinah od 0,9" do 3,8", splošna kvadratična sredina teh odklonov znaša 1,83". (Uteži so enake številu meritev kota.)

Vrstni red trikotnikov se v grobem ujema s časovnim potekom opazovanja. Začenja se na Kostelskem in Kočevskem; nadaljuje se proti Ribnici in še naprej proti severozahodu ter na sever proti zgornji dolini Krke. Od str. 209 naprej smo na severu Dolenjske (Trebneje, Gabrovka), nato okoli Litije, Grosuplja in Stične, okoli Žužemberka in spet na severu v širši okolici Litije (vzhodno in zahodno). Sledi območje Velike Lašče–Turjak–Rakitna, nazadnje pa vzhodna ljubljanska okolica.

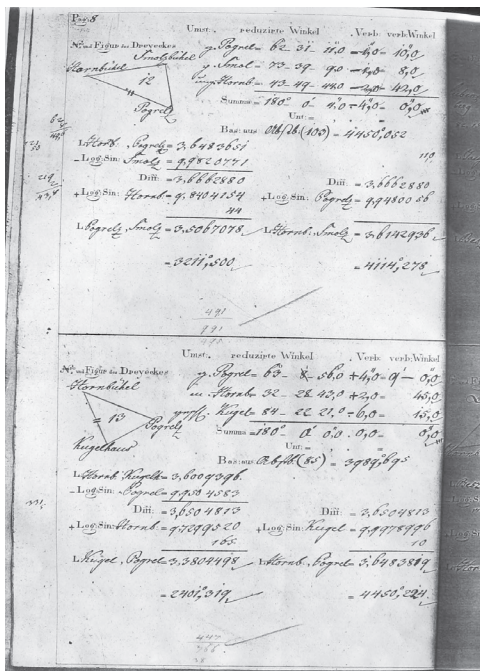
3 GLAVNI RAČUNSKI ELABORAT (ORIGINAL-BERECHNUNGEN ZU DEN PROTOCOLLEN) (SLIKI 5 IN 6)

V eno knjigo je vezan glavni elaborat mreže novomeškega okrožja iz leta 1822, ki je, kot vemo, v Posavju, v Zasavju in vse do Ljubljane segala čez Savo. Ta elaborat ne obsega pomožnih računanj razdalj in smernih kotov iz koordinat, ki so zbrana v posebni, večkrat citirani knjigi "Abstandberechnungen" (Abstb.).

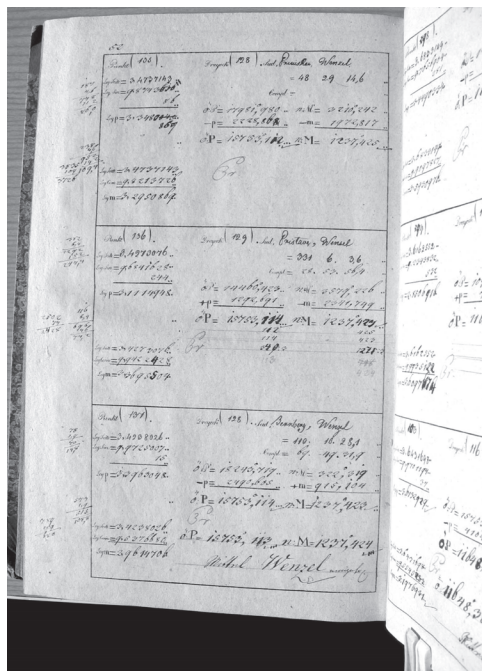
Prvi del knjige vsebuje Catharinovo mrežo, drugi pa Haanovo. V vsakem delu se zvrstijo trije računski obrazci: računanje trikotnikov po sinusovem stavku, orientiranje smeri in računanje koordinat po enačbah prve osnovne geodetske naloge. Za orientiranje smeri niso imeli tiskanega obrazca; načrtali so ga ročno. O prvotni razdelitvi elaborata na zvezke (po 24 strani) pričajo vmesni naslovi s številkami zvezkov ("Ternion ..."). Oštevilčenje strani se z vsakim obrazcem začne od 1. Tako imamo pri Catharinu 112, pri Haanu pa 141 strani trikotniških računov, orientiranja smeri 38 oz. 49 strani, koordinatnih računov pa 51 oziroma 98 strani. Kazala so na začetku trikotniških in orientacijskih računov ter na koncu koordinatnih računov: tu se navaja stran, kjer so zapisane dokončne koordinate novodoločene točke.

Računanje trikotnikov ("Berechnung der Dreyecke mit ausgeglichenen Winkeln" – tj. z izravnanimi koti). Na vsaki strani tiskanega obrazca je prostor za dva računa. Začne se s skico, na kateri je vedno označena bazna stranica; sledijo merjeni koti, njihovi popravki in popravljeni koti; baza v sežnjih; njen logaritem in log sinusa nasprotnega kota; razlika teh logaritmov ("Diff") se še enkrat napiše desno. Pod njo je log sinusa drugega oz. tretjega kota, log sin stranic in naravni vrednosti le-teh. Zveza s kotnimi podatki je številka trikotnika, pri bazi pa navedba "Abstb:(stran)", številka trikotnika ali pa včasih beseda "Versuch" (poskus)! Kotni popravki so brez pojasnila ali utemeljitve in včasih presegajo 30", izjemoma so celo še večji; zanje velja to, kar je rečeno pri opisu Bosiovega operata (pogl. 1.2.). Takrat veljavna pravila računanja triangulacije so očitno dovoljevala (in verjetno tudi omejevala) takšno "izravnavanje".

Pri Catharinu najdemo 163 izračunanih trikotnikov; trije računi so prečrtani. Vmes je še 60 trikotnikov z vpisanimi merjenimi koti (baza je vpisana le nekajkrat), ki so ostali neizračunani: v glavnem gre za trikotnike iz "velike mreže" ali za trikotnike neugodne oblike. Pri Haanu je podobno: ima 221 izračunanih (od teh 6 prečrtanih) in 60 neizračunanih trikotnikov.



Slika 5: glavni računski elaborat: trikotniki, stran 8 (Catharin).



Slika 6: glavni računski elaborat: koordinate, stran 52 (Haan).

Opravili smo oceno natančnosti kotnih opazovanj po Ferrerovi formuli. Obravnavana je v drugem delu te študije; tu le navajamo zanimivo ugotovitev, da smo dobili zelo izenačeno natančnost Catharinovih in Haanovih opazovanj, ki je občutno boljša od Bosiovih: standardna odklona njihovih kotov sta 2,9" oziroma 3,1" (prim. odstavek 1.2.).

Orientiranje smeri ima dolg naslov "Winkel der Dreyecksseiten mit dem durch den Krimberg geführten Meridian (dobesedno: Koti trikotniških stranic z meridianom, ki poteka skozi Krim). Znanemu smernemu kotu so preprosto prišteli kot iz ustreznega trikotnika in tako dobili orientirano smer. Zanimivo je, da nikoli niso odštevali kota, vedno so šli v sourni smeri. Oznaka za smerni kot je "Sud" (franc. jug); abscisa os koordinatnega sistema je namreč usmerjena južno, njen smerni kot pa je enak 0. Na primer (Haan, str. 16):

Sud, Krimberg, Laibach = $192^{\circ}04'33,1''$

Opombe: Laibach = Ljubljanski grad;

Dr. 172 Haan 1822 + $36^{\circ}07'51,0''$

popravljeni kot, glej trikotnik 172;

Sud, Krimberg, Monik = $228^{\circ}12'24,1''$ (81)¹ 81 je številka koordinatnega računa.

Prvi orientirani smeri se po potrebi prišteje naslednji kot in tako dobi naslednja orientirana smer (v urni smeri). Nismo zasledili orientiranja, ki bi se naslanjalo na dva smerna kota in tako omogočilo izračun srednjega orientacijskega kota.

Koti so pogosto pisani v svinčniku; to so m e r j e n i koti. Iz njih izračunane orientirane smeri (pisane v svinčniku) se praviloma niso uporabljale v veljavnih koordinatnih računih.

Naj še pripomnimo, da se je smerni kot baze zunanega ureza le kdajpakdaj uporabljal za orientiranje smeri proti računani točki; največkrat so v ta namen uporabili smerni kot neke druge "dane" stranice.

Računanje koordinat ("Original Berechnungen zu den Protocollen des ObLieut. Catharin/Haan" – obstajali so torej tudi "Protocoll"-i, tj. katalogi Catharinove in Haanove triangulacije, takšni, kot je ohranjeni in zgoraj opisani Bosiovi). Tiskani obrazec se začne z besedo Punkt, pri kateri je vpisana zaporedna številka računa (ne pa številka točke, saj imajo točke zgolj topografska imena). Kadar obstajata različni računski varianti istega vektorja, imata isto številko, dodan pa ji je indeks 1 oz. 2. Desno zgoraj je prostor za smerni kot: v obrazcu za orientiranje (odkoder je vzet) ga najdemo s pomočjo številke računanja, ki jo poiščemo v tamkajšnjem kazalu. Pri smernem kotu je praviloma vpisana številka trikotnika, iz katerega je prevzet logaritem dolžine. Na levi strani obrazca se računajo logaritmni koordinatnih razlik p in m , v sredini pa je razviden prenos koordinat. Oznake koordinat poznamo že iz Bosiove glavne knjige. Predznaki pri koordinatnih razlikah niso pravi; so zgolj znaki za absolutno prištevanje ali odštevanje.

Posamezna stran formularja obsega tri račune. Različna računanja koordinat iste točke so vpisana praviloma drugo za drugim; enemu od teh računanj je dodan račun navadne aritmetične sredine iz vseh vrednosti koordinat. Pri zadnjem računu so spodaj vpisane v večji pisavi srednje (dokončne) koordinate s pripisom "Mittel" pred imenom točke. Mittel (sredina) piše tudi, kadar obstaja en sam račun koordinat nove točke. V računu sredin sta kot neodvisna vključena tudi matematično enaka rezultata, ki se dobita, če se v izravnem trikotniku računajo koordinate nove točke enkrat z levega, drugič z desnega krajišča baze stranice.

V abecednih kazalnih je 56 Catharinovih in 73 Haanovih triangulacijskih točk.

ZAKLJUČEK

Pregledovanje in opisovanje ohranjenih Bosiovih, Catharinovih in Haanovih elaboratov iz let 1820–22 vabi h konkretnim raziskavam mrež, ki so jih ti trije geodeti ustvarili.

Kot podlago za takšno delo smo izdelali:

- 1.) katalog vseh točk, ki vsebuje praviloma vsaj 12 podatkov na točko, med drugim tudi v Gauss-Krügerjev sistem transformirane koordinate;
- 2.) karte mrež v merilu 1 : 200 000 s prikazom izvršenih opazovanj in karte s prikazom računanja novih točk;
- 3.) pregledno karto vseh točk na TK500 v sivem tisku;
- 4.) vse točke so kartirane v DTK50.

Med prvimi nalogami je podrobna preučitev postopkov računanja. Možno je "sondiranje" pozicijske natančnosti točk glede na ne ravno številne identične točke sodobne triangulacije. Težja naloga je ugotavljanje merila in orientacije mreže v raznih njenih delih, saj je veliko število trikotnikov bolj ali manj deformiranih zaradi pretiranega popravljanja merjenih kotov v teku računanja.

Za vsak odlično izmerjen trikotnik (pri katerem vsota merjenih kotov odstopa do $\pm 7''$) lahko precej zanesljivo ugotovimo, koliko se po obliki od njega razlikuje trikotnik, definiran z dokončnimi koordinatami. Skrčkov in raztezkov ne moremo izračunati, pač pa smer njihovih dveh ekstremnih vrednosti in razliko med njima, ki je v bistvu enaka maksimalni kotni deformaciji σ (Jenko, 1987). Testirali smo 61 trikotnikov: le pri 30 je $\sigma \leq 1'$, največje vrednosti pa so – v treh različnih skupinah – $3,0'$, $2,7'$ in $13'$ (!). $1'$ pomeni 29 cm/km razlike med meriloma na glavnih oseh a fine deformacije. Torej ni čudno, da so bili stari katastrski načrti ponekod tako nekvalitetni.

Literatura in viri:

Zeger, J. (1991). *Die historische Entwicklung der staatlichen Vermessungsarbeiten (Grundlagenvermessungen) in Österreich. Band II. Triangulierungen für Katasterzwecke. Monografija. Wien.*

Zeger, J. (1992). *Die historische Entwicklung der staatlichen Vermessungsarbeiten (Grundlagenvermessungen) in Österreich. Band I. Verschiedene Arbeiten vom Altertum zum ersten Weltkrieg. Wien.*

Jenko, M. (1987). *Raziskave in sanacije triangulacijske mreže II. reda v SR Sloveniji v letih 1975–82 (str. 32–34). Raziskovalna naloga. Inštitut Geodetskega zavoda SRS. Ljubljana.*

Prispelo v objavo: 12. november 2007

Sprejeto: 18. februar 2008

Marjan Jenko, univ. dipl. inž. geod., v pokoju

Ilirska ulica 36, 1000 Ljubljana

E-pošta: jenko363@volja.net