

Review
Received: 15-10-2008
Accepted: 25-11-2008

Geodetic Monuments - Coordinate System Origins of Cadastral Survey in Croatia

Miljenko SOLARIĆ

University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia

e-mail: miljenko.solaric@geof.hr

4

Abstract: *The paper describes how Emperor Francis I made a law about cadastral survey for the needs of land taxing and establishing the first stable cadastre in a graphic way. The territory of present Croatia was divided into four coordinate systems: the Krim, Vienna, Budapest and Kloštar Ivanić ones. Their origins have been preserved and geodesists in the whole Europe consider them as their monuments. Namely, cadastral surveys in Europe have played a significant part in those countries' economies.*

Key words: *monument, coordinate system origin, cadastre, survey, trigonometric network, plane table, law on cadastral survey, Croatia*

1. Introduction

In old Babylon, Egypt and Greece, rulers gathered taxes from their people in order to be able to organize and finance their armies, administrations and construction of roads, canals and buildings. During the 18th and 19th centuries of the new age, Europe had rapid development of industry, manufacture and cities. European rulers required additional money to defend their countries, construct roads, canals and other public objects, as well as to establish administration to collect taxes.

The need arose for a scientific way to determine positions in space and survey and take inventory of their content and graphically and descriptively represent all

content related to land. Topographic maps as accurate as possible had to be produced for needs of the army, road and canal construction, as well as to establish cadastre and land register.

In antiquity, Eratosthenes of Cyrene (276 – 194 B. C.) stated that accurate maps could be produced using surveyed latitudes and longitudes. Accurate clocks (chronometers) did not exist at the time, so it was a problem to survey longitudes.

However, astronomic measurements could not meet new strong requirements of map and plan accuracies in the new age. A new approach had to be applied to produce accurate maps using trigonometric network. In order to achieve such a feat, trigonometric knowledge needed to be advanced. Origins of trigonometry can be found in works of the famous Alexandrian scientist Aristarchus of Samos (310 – 230 B. C.). After developing in Indian and Arabic mathematics, trigonometry was brought to Europe in the 15th century (Gusić 1995, page 239).

German mathematician and astronomer Johannes Regiomontanus (1436–1476) (real name Johann Müller) wrote *Five Books About All Types of Triangles* (*De triangulis omnimodis libri quinque*) in the middle of the 15th century. The first book contained all existing knowledge about trigonometry which affected its development in the whole Europe. The work also affected the development of technical knowledge. Trigonometry has not depended on astronomy ever since.

The first proposal of using trigonometric network (triangulation) as a new method of determining position on the Earth was described by a Flemish mathematician, cartographer, physician and astronomer Reigner Gemma

Pregledni rad
 Primljeno: 15-10-2008.
 Prihvaćeno: 25-11-2008.

Geodetski spomenici

- ishodišne točke koordinatnih sustava katastarske izmjere u Hrvatskoj

Miljenko SOLARIĆ

Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

e-pošta: miljenko.solaric@geof.hr

5

Sažetak: U radu je opisano kako je car Franjo I. donio zakon o katastarskoj izmjeri za potrebe zemljišnog oporezivanja i uspostavi prvoga stabilnoga katastra, i to grafičkim načinom. Teritorij današnje Hrvatske bio je podijeljen na četiri koordinatna sustava: Krimski, Bečki, Budimpeštanski i Kloštarivanički. Ishodišne točke tih koordinatnih sustava sačuvane su do današnjih dana i geodeti ih u čitavoj Europi čuvaju kao svoje spomenike. Naime, katastarske izmjere u Europi imale su, a i danas imaju, veliki značaj u gospodarstvima svih država.

Ključne riječi: spomenik, ishodišta koordinatnih sustava, katastar, izmjera, trigonometrijska mreža, geodetski topografski stol, zakon o katastarskoj izmjeri, Hrvatska

1. Uvod

Već u starom vijeku u Babilonu, Egiptu i Grčkoj vladari su skupljali poreze (davanja) od svojih podanika da bi mogli organizirati i financirati vojsku, administraciju i izgradnju putova, kanala i javnih zdanja. U novom vijeku, krajem 18. i početkom 19. stoljeća, došlo je u Europi do naglog napretka industrije, manufakture i razvoja gradova. Vladarima u Europi trebalo je sve više novca za obranu države, izgradnju cesta, kanala i ostalih javnih objekata, te za uspostavu sve bolje administracije, koja će ubirati od kraljevih podanika.

Zato se pojavila potreba da se na znanstveni način odredi mjesto u prostoru i njegov sadržaj izmjeri, inventarizira, te grafički i opisno predoči sve što je vezano uz

zemlju. Trebalo je izraditi što točnije topografske karte za potrebe vojske, izgradnju cesta i kanala, ali i za uspostavu katastra i zemljišnih knjiga.

Već je u starom vijeku Eratosten iz Kirene (Eratostenes) (276–194. pr. Kr.) izrekao misao da se točne karte mogu izraditi s pomoću izmjerenih geografskih širina i dužina mjesta. U to je doba bio problem mjerenja geografske dužine mjesta, jer nisu postojali točni satovi (kronometri).

Međutim, te tada velike zahtjeve za točnost izrade karata i planova u novom vijeku nisu mogla zadovoljiti samo astronomska mjerenja. Zato se morao pronaći novi pristup za izradu točnih geografskih karata uz pomoć trigonometrijskih mreža. Da bi se to moglo postići trebalo je usavršavati znanje iz trigonometrije. Tako se javljaju začeci trigonometrije u radovima slavnoga aleksandrijskog znanstvenika Aristarha sa Samosa (310–230. pr. Kr.). Nakon razvoja u indijskoj i arapskoj matematici, trigonometrija je prenesena u 15. stoljeću u Europu (Gusić 1995, str. 239).

Njemački matematičar i astronom Johannes Regiomontan (1436–1476) (pravim imenom Johann Müller) napisao je sredinom 15. stoljeća djelo Pet knjiga o trokutima svih vrsta (*De triangulis omnimodis libri quinque*). U prvoj knjizi objavio je sve dotadašnje znanje iz trigonometrije, koje je utjecalo na razvoj te vrste znanosti u cijeloj Europi. To je djelo utjecalo i na razvoj tehničkog znanja. Od tada je trigonometrija neovisna o astronomiji.

Prvi prijedlog uporabe trigonometrijske mreže (triangulacije) kao nove metode određivanja položaja na Zemlji opisao je flamanski matematičar, kartograf, liječnik i astronom Reigner Gemma Frisius (1508–1555) u svojem radu *Libellus de locarum* u Apianovoj *Cosmographiji* iz 1533. godine.

Frisius (1508–1555) in *Libellus de locarum* in Apian's *Cosmography* from 1533.

However, Willebrord Snell van Royen (Latin Snellius) (1580–1626), a Dutch mathematician, physicist, astronomer, and arguably geodesist was the first to apply a trigonometric network to determine distances between points Bergen op Zoom ($\varphi = 51^{\circ}30'$, $\lambda = 4^{\circ}17'$) and Alkmaar ($\varphi = 52^{\circ}38'$, $\lambda = 4^{\circ}44'$) in order to determine the Earth's radius. He elaborated the procedure and published it in the book *Dutch Eratosthenes* (*Eratosthenes Batavus: De terrae ambitus vera quantitate*) in 1617. The work is considered the beginning of scientific geodesy. He also wrote the book *Doktrina triangulorum* about trigonometry in 1627, which was published a year after his death.

This method only required one to measure one side of a triangle as accurate as possible, while the other sides could be calculated by knowing at least two angles in each of the triangles (Fig. 1). It should be mentioned that at the time, angles could be measured more accurately than long sides, especially on a rough terrain. This continued to be the case until electronic distance meters were constructed in the second half of the 20th century.

In a triangle network, i.e. trigonometric network, the triangles are touching each other and it is only necessary to measure the length of a single side of a triangle in the entire network. This length could be measured where the terrain was flat and where it was the easiest to do.

Therefore, starting from Snellius, trigonometric networks gradually became the basis for all further cadastral land surveys in all European countries: France, England, Bavaria, Austria-Hungary, etc. This continued to be the case until the present day when artificial Earth's satellites are employed for this purpose: GPS (Global Positioning System), GLONASS (Globalnaja navigacionaja sputnikovaja sistema, Global Navigation Sputnik System) and others.

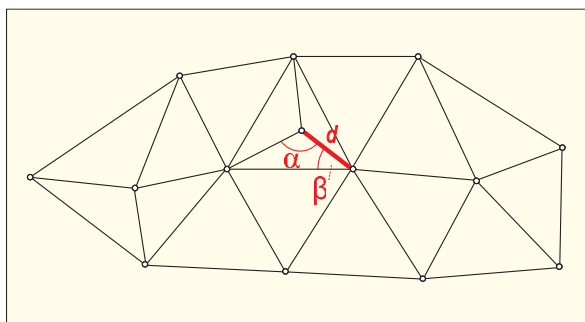


Fig. 1. Trigonometric network in which only one triangle side and at least two angles in each of the triangles was measured

Slika 1. Trigonometrijska mreža u kojoj je izmjerena samo jedna dužina stranice trokuta i najmanje po dva kuta u svakom od trokuta



Fig. 2. A portrait of Empress Maria Theresa (URL 1)
Slika 2. Portret carice Marije Terezije (URL 1)

2. Decision to Establish the First Accurate Cadastre

Maria Theresa, the Empress of the Holy Roman Empire of German Nationality and the Croatian-Hungarian queen (May 1, 1717 – September 29, 1780) ruled from 1740 to 1780 (Fig. 2). In 1756, she enacted a unique measure of length for all countries of the Austrian Empire. This was the Viennese fathom, 1.896484 m long. Thus she made the foundation for many future topographic maps and cadastral plans, but which would continue to be used for old plans for more than two centuries. During the Empress Maria Theresa's reign, the so-called *Generalquartiermeisterstab* (GQMSt) was established in 1758 and functioned until 1865.

In addition, under an order by Empress Maria Theresa, in 1762 Liesganig measured the length of basis at Wiener Neustadt which would later become the fundamental measured line segment for determining line segments between trigonometric points in all coordinate systems of the first cadastral survey in the Austrian-Hungarian Empire.

The Emperor Joseph II the Reformer (March 13, 1741 – February 20, 1790) was the Emperor of the Roman Empire of German Nationality who did not have the formal right to the title of the Croatian-Hungarian king, because he was not crowned with the crown of St. Stephen, and he ruled until 1790 (Fig. 3). He issued a law (decree – patent¹) about peasant emancipation, allowing them to migrate, among other rights. Unfortunately, peasants never found out about the decree due to resistance from lower administrative bodies. His reign also included the

¹ The word patent has different meanings, i.e.: 1) decree, charter, order, decision, solution, diploma, certificate; 2) craft or trade license; 3) license issued to an inventor for exclusive use of an invention



Fig. 3. A portrait of Emperor Joseph II (URL 2)

Slika 3. Portret cara Josipa II. (URL 2)



Fig. 4. A portrait of Emperor Francis (Franz) (URL 3)

Slika 4. Portret cara Franje (Franza) I. (URL 3)

Međutim, Willebrord Snell van Royen (latinski Snellius, 1580–1626), nizozemski matematičar, fizičar, astronom, a može se reći i geodet, prvi je primijenio trigonometrijsku mrežu za određivanje udaljenosti između točaka Bergen op Zoom ($\varphi = 51^{\circ}30'$, $\lambda = 4^{\circ}17'$) i Alkmaar ($\varphi = 52^{\circ}38'$, $\lambda = 4^{\circ}44'$) za određivanje polumjera Zemlje. Razradio je postupak i objavio ga 1617. godine u radu *Holandski Eratosten (Eratostenes Batavus: De terrae ambitus vera quantitate)*, koji se uzima kao početak znanstvene geodezije. Godine 1627. objavio je i rad o trigonometriji *Doktrina triangulorum*, koji je tiskan godinu dana nakon njegove smrti.

U toj metodi trebalo je što točnije izmjeriti samo jednu duljinu stranice trokuta, a ostale stranice trokuta mogle su se izračunati s pomoću izmjerena najmanje dva kuta u svakom od trokuta (sl. 1). Pritom treba naglasiti da je u to doba bilo moguće točnije izmjeriti kut nego dugačke stranice, posebice na neravnom terenu. Tako je bilo sve do konstrukcije elektroničkih daljinomjera u drugoj polovici 20. stoljeća.

U mreži trokuta, tj. u trigonometrijskoj mreži, trokuti su naslonjeni jedan na drugi i dovoljno je izmjeriti duljinu samo jedne stranice trokuta u čitavoj mreži. Ta duljina stranice mogla se izmjeriti na mjestu gdje je teren ravan, gdje je to bilo najlakše učiniti.

Zato su, počevši od Snelliusa, trigonometrijske mreže postale postupno osnova za svu daljnju katastarsku izmjeru zemljišta u svima europskim državama: Francuskoj, Engleskoj, Bavarskoj, Austro-Ugarskoj itd. Tako je bilo sve do danas, kada se za tu namjenu koriste mjerenja s pomoću umjetnih Zemljinih satelita: GPS-a (Globalni pozicijski sustav), GLONASS-a (Globalnaja navigacionaja sputnjikovaja sistema) i drugih.

2. Odluka o uspostavljanju prvoga točnoga katastra

Marija Terezija, carica Svetoga Rimskoga Carstva Njemačke Narodnosti i kraljica hrvatsko-ugarska (13. V. 1717 – 29. IX. 1780), vladala je od 1740. do 1780. (sl. 2). Godine 1756. donijela je zakon o jedinstvenoj mjeri za dužine za sve zemlje austrijske carevine. Bio je to bečki hvat, koji je bio dugačak 1,896484 m. Na taj je način postavila temelj na kojem će se dugo godina poslije izrađivati topografske karte i katastarski planovi, a oni će opstati u upotrebi na starim planovima više od dva stoljeća. Za vrijeme carice Marije Terezije 1758. godine osnovan je i tzv. *Generalquartiermeisterstab* (GQMST) pri generalštabu, koji je radio sve do 1865. godine.

Osim toga, Liesganig je, po caričinoj naredbi, 1762. godine izmjerio dužinu osnovice kraj Wiener Neustadta, koja je poslije uzeta kao osnovna izmjerena dužina za određivanje duljina između trigonometrijskih točaka u svima koordinatnim sustavima prve katastarske izmjere u Austro-ugarskom carstvu.

Josip II. reformator (13. III. 1741 – 20. II. 1790) bio je car Rimskoga Carstva Njemačke Narodnosti, koji nije imao formalno pravo na naslov hrvatsko-ugarskoga kralja, jer nije krunjen krunom sv. Stjepana, a vladao je sve do 1790. godine (sl. 3). On je izdao zakon (dekret – patent¹) o emancipaciji kmetova, dajući im, među ostalim, slobodu seljenja. Nažalost, zbog otpora nižeg upravnog aparata kmetovi za taj dekret nikad nisu doznali. Za

¹ Riječ patent ima različita značenja, npr.: 1) dekret, povelja, naredba vlasti, odluka, rješenje, diploma, svjedodžba; 2) dozvola za pravo vođenja obrta ili trgovine; 3) dozvola koja se izdaje izumitelju za pravo isključivog iskorištavanja izuma

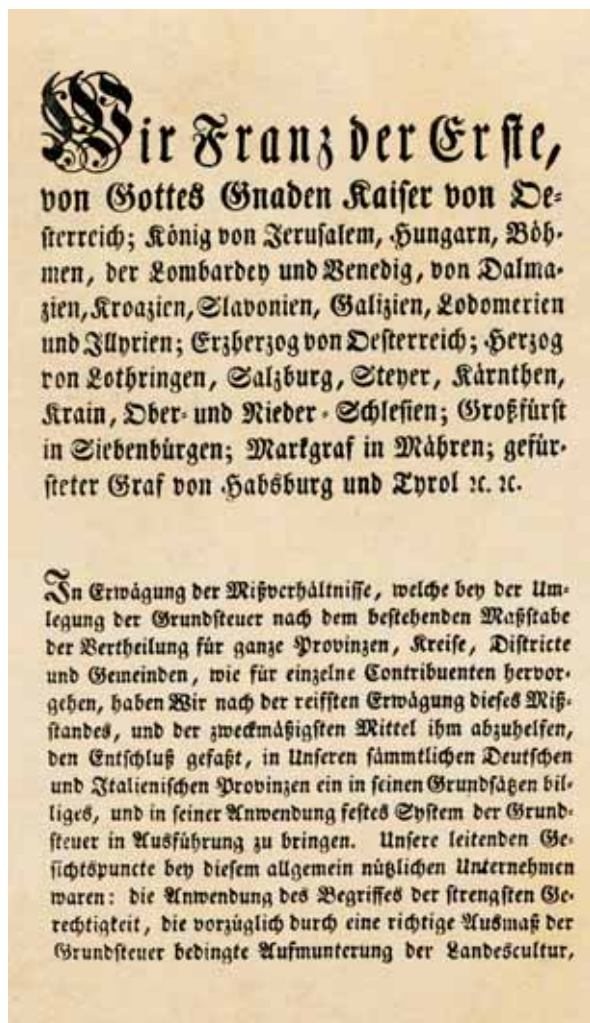


Fig. 5. The first page of Emperor Francis I's Order About Cadastral Survey for Land Taxing Needs of the so-called stable land cadastre from December 23, 1817 (Korošec 1978, page 168)

Slika 5. Prva stranica Naredbe cara Franje I. od 23. 12. 1817. o katastarskoj izmjeri za potrebe zemljišnog oporezivanja, tzv. stabilnoga katastra zemljišta (Korošec 1978, str. 168)

“Joseph II Tax Law”, which was very advanced at the time. Those law's regulations strived to a just and equal land profit taxing for all groups of inhabitants, i.e. land users.

There was also the “Joseph II Land Cadastre” for the entire Austrian Empire which was produced from 1780 to 1790. The cadastral survey included calculations of cultivated parcel and forest areas, as well as field survey sketches, but not cadastral plans (Božićnik 1990). Since it was very advanced, it met opposition from large land owners, aristocracy and the Church.

Joseph II's successor, the Emperor Leopold II (1747–1792), who ruled from 1790 to 1792, cancelled all of his older brother's reforms, even the Law on Land Cadastre

and the Tax Law. Thus the first systematic Joseph II cadastral survey was abandoned.

The Emperor of the Holy Roman Empire of German Nationality and Emperor of Austria, Francis (Franz) I (1768–1835) (Fig. 4) ruled from 1792. He was advised to take measures to begin a new and improved survey of the empire. Thus preparations started in 1806, when the Court Office was entrusted with creating a new land tax system and when, in 1810, a special national committee was established with the name *Grundsteuer Regierung Hof Commission* and with the goal of creating a new land tax system and introducing a stable cadastre. The term stable cadastre – in professional terminology at the time, about 1820, meant that cadastral survey was executed exclusively by producing adequate graphical documentation in the form of cadastral plans. In the earlier Joseph II cadastral survey, account was taken of cultivated parcel and forest areas, as well as field survey sketches, but not produced cadastral plans (Božićnik 1990).

At the same time, the emperor commanded the army to prepare for establishing a trigonometric network for the second land military topographic survey at the scale 1:28 800. Therefore, the Astronomical-Triangulation Office and the Topographic Institute were founded in GQMSt in 1807. Members of the Court Committee were aware that the main requirement for success of the cadastral survey would be basically a precise trigonometric network. In order to make the work as fast, efficient and cheap as possible, collaboration was settled between all responsible factors in all activities of trigonometric work, topographic survey and plan production. Therefore, all preparations were done very carefully in order to avoid previously made errors. There were studies about contemporary cadastral surveys in France and Bavaria based on a fixed trigonometric network and a detailed parcel survey. In addition, test surveys were conducted.

The Committee took as the principle that the survey should be conducted “from large to small”, wanting to avoid errors of previous surveys conducted “from small to large” method in which each cadastral district was surveyed independently, which prevented the production of maps of larger areas. Thus it was sought to establish a common trigonometric network over the entire country based on an existing precisely measured base line.

The whole empire was divided into 11 coordinate systems with different prime meridians passing through origins. There were four on the territory of present Croatia. The Krim and Viennese were under Austrian authority, and the Budapest and the Kloštar Ivanić ones were under Hungarian authority. This was done to reduce projection errors originating in dependence of distance from the prime meridian.

When all had been planned in detail, the Emperor Francis I issued an Order About Cadastral Survey for Land Taxing Needs on December 23, 1817 (Fig. 5).

This date can be considered an important geodetic historical date about the establishment of the first stable

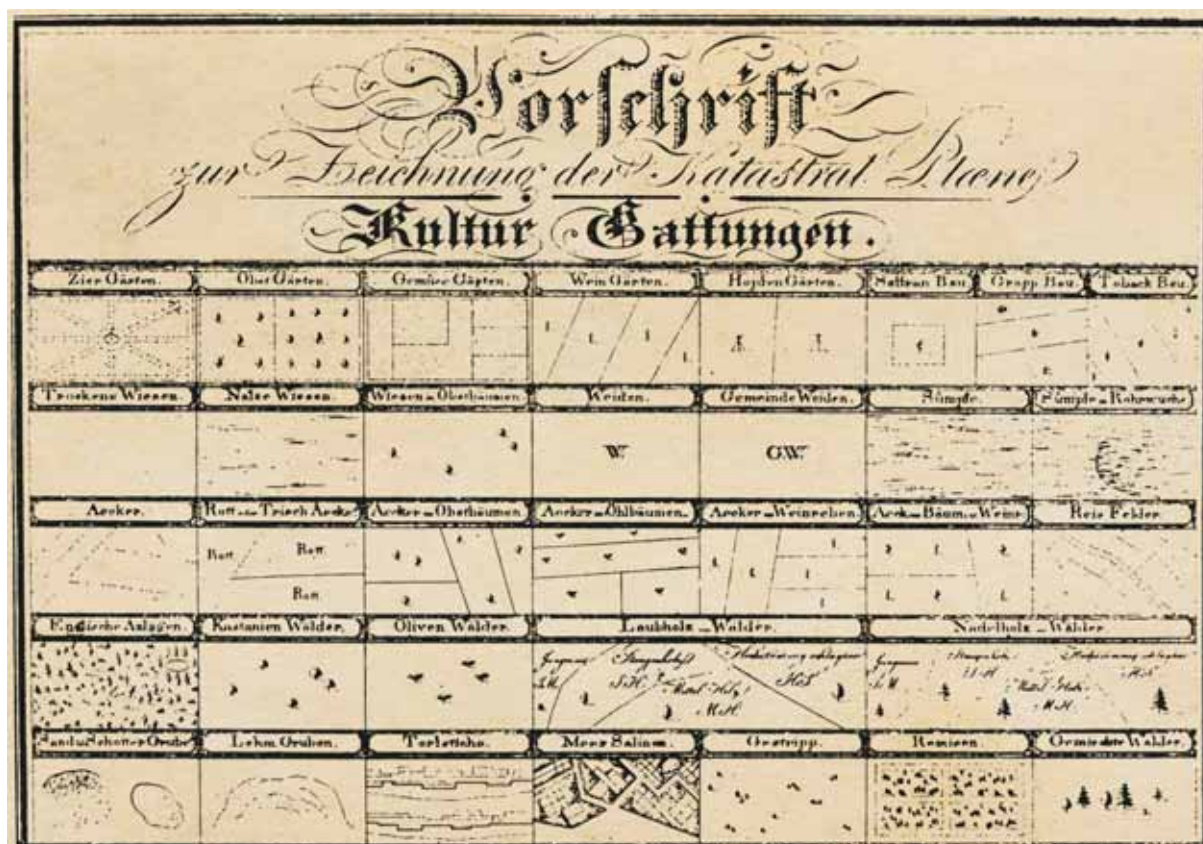


Fig. 6. The first topographic key for producing cadastral plans as an integral part of *Instruktion für Mesztischaufnahme* from 1820 (Božičnik 1978)

Slika 6. Prvi topografski ključ za izradu katastarskih planova iz 1820. godine kao sastavni dio *Instruktion für Mesztischaufnahme* (Božičnik 1978)

njegove vladavine donesen je i "Jozefinski poreski zakon", kao vrlo napredan za svoje doba. Odredbe toga zakona težile su pravednom i ravnomjernom oporezivanju prihoda sa zemljišta za sve slojeve stanovništva, odnosno korisnika zemljišta.

Od 1780. do 1790. godine izrađen je i "Jozefinski katastar zemljišta" za područje cijele austrijske carevine. U toj katastarskoj izmjeri uz račun površina obradivih katastarskih čestica i šuma postojale su samo priručne skice terenskih mjerenja, a nisu bili izrađeni katastarski planovi (Božičnik 1990). Kao vrlo napredan doživio je protivljenje veleposjednika, plemstva i Crkve.

Nasljednik Josipa II., car Leopold II. (1747–1792), koji je vladao od 1790. do 1792. godine, ukinuo je sve reformatorske mjere svojega starijeg brata, pa i Zakon o izradi katastra zemljišta i Zakon o porezima. Tako je u Austriji napuštena prva sustavna jozefinska katastarska izmjera.

Car Svetoga Rimskoga Carstva Njemačke Narodnosti i austrijski car Franjo (Franz) I. (1768–1835) (sl. 4) bio je na vlasti od 1792. godine. On je na prijedlog svojih savjetnika poduzimao mjere za otpočinjanje nove poboljšane izmjere prostrane carevine. Tako se s pripremama započelo 1806. godine, kada je Dvorskom uredu povjerenjena izrada novog sustava zemljišnog poreza, a 1810. osnovano je posebno državno povjerenstvo *Grundsteuer*

Regierung Hof Commission sa zadaćom izrade novoga sustava uređenja zemljarine i uvođenja stabilnoga katastra. Riječ stabilni katastar – u stručnoj terminologiji onoga doba, oko 1820. godine – značilo je da je katastarska izmjera bila izvedena isključivo s izradom odgovarajuće grafičke dokumentacije u obliku katastarskih planova. Na taj je način utvrđena razlika prema prije izvedenoj jozefinskoj katastarskoj izmjeri, u kojoj su uz obračun površina obradivih čestica i šuma postojale samo priručne skice terenskih mjerenja, a nije imala izrađene katastarske planove (Božičnik 1990).

Usporedno s time, car je izdavao naredbe vojsci, odnosno generalštabu, za pripremu postavljanja trigonometrijske mreže za drugu zemaljsku vojnu topografsku izmjeru u mjerilu 1:28 800. Zbog toga su pri GQMSt-u 1807. godine osnovani Astronomsko-triangulacijski ured i Topografski zavod. Članovi Dvorskog povjerenstva bili su svjesni da će za uspjeh točne katastarske izmjere glavni uvjet biti naslanjanja na preciznu trigonometrijsku mrežu. Radi bržeg, efikasnijeg i jeftinijeg rada dogovorena je tijesna suradnja između svih odgovornih čimbenika u svim poslovima trigonometrijskih radova, topografske izmjere, katastarske izmjere i izrade plana. Zato su sve pripreme izvedene vrlo pažljivo, uz nastojanje da se izbjegnu prethodne pogreške. Proučavana su iskustva tadašnjih modernih katastarskih izmjera u Francuskoj i



Fig. 7. The first-order trigonometric point no. 172 on Krim - origin of the Krim Coordinate System and the brass memorial plate (photo, August 2007)

Slika 7. Trigonometrijska točka prvog reda broj 172 na Krimu - ishodište Krimskoga koordinatnog sustava i mjedena spomen-ploča (snimljeno, kolovoz 2007.)

10

cadastre in the entire Austrian-Hungarian Empire, and therefore in Croatia as well. The cadastral survey was supposed to serve the new land profit taxing system.

Much attention was paid to all surveying details, with special care of survey tolerance and unification of all map symbols on cadastral and topographic maps. Thus the first topographic key for producing cadastral plans was published as an integral part of *Instrukzion für Mesztischtaufnahme* in 1820 (Fig. 6). In order to be able to conduct this great work in the same way for the entire empire, strict military working discipline had to be introduced. For example, there were punishments for non-professional work. If a professional error occurred and surveying had to be repeated, the surveyor (leader of plane table) who made the error had to pay two thirds of correction costs, and the inspector one third (Božićnik 1978).

Despite all attempts to work correctly, there were cases in which surveys had to be repeated, for example works on trigonometric network conducted prior to 1861. Namely, there were cases when new knowledge could be applied in practice. For example, networks were at first adjusted by an approximate (test) method. The least squares method was conceived by Carl Friedrich Gauss in *Theoria motus corporum coelestium* in 1809 and elaborated in detail in *Supplementum theoriae combinationis* in 1826, and it was applied for the first time in Austrian cadastral trigonometric network in 1861 (Borčić and Frančula 1969, page 33).

The unit of length in that survey was the Viennese fathom (Klafter), which was briefly indicated as 1° in the Austria-Hungary ($1^\circ = 1.896484$ m), and was divided into six feet. One foot had 0.316081 m and was indicated as

$1'$. A foot was divided into 12 inches, indicated as $1''$. One inch had 2.634 cm.

A larger unit of length was a mile, which had 4000 fathoms, meaning it was 7585.94 m long.

The plan (detailed plans – sections) scale was:

1 inch on a plan = 40 fathoms in nature
(or, according to old Austrian-Hungarian notation,
 $1'' = 40^\circ$)

Since a fathom had 6 feet, and each foot had 12 inches, it means a fathom had 72 inches. Thus the scale of those plans was:

1 inch : 40 fathoms
1 inch : (40 × 72) inches = 1:2880

Dimensions of detailed sheets (sections) in nature were $1000^\circ \times 800^\circ$, which means plans at the scale 1:2880 were drawn on a paper with the size $25'' \times 20''$ (i.e. 65.85 cm × 52.68 cm).

Areas were expressed in square fathoms, with 1 square fathom = 3.596652 m². A larger unit of area was 1 acre (1 acre = 1600 square fathom = 5754.642 m²) (Macarol 1978).

July 13, 1871 is also an important date for geodetic survey and cadastre production. Namely, that was the day when meter was introduced in the Austria-Hungary as the new official international unit of length (Božićnik 1978). The meter system officially replaced the Viennese fathom system on that day. However, the old fathom system continued to be used in practice, since existing official documentation in cadastral and land register were expressed in fathoms.

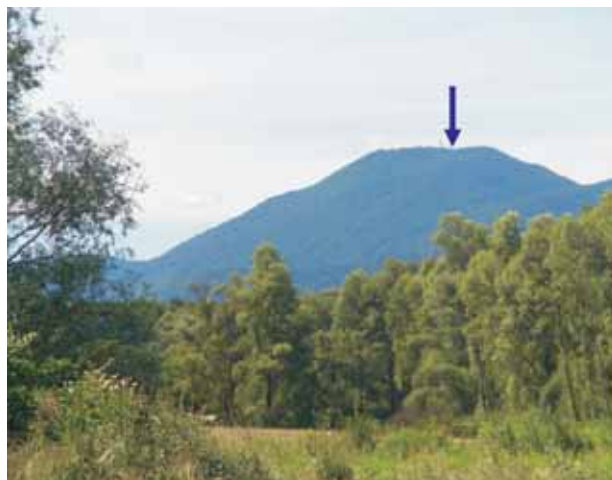


Fig. 8. (left) View of the Krim hill from the platform on the south Ljubljana by-passing road (photo, July 2008)

Fig. 9. (right) Lookout in the vicinity of the origin where routes to major mountain peaks are drawn (photo, August 2007)

Slika 8. (lijevo) Pogled na brdo Krim s odmorišta na južnoj ljubljanskoj zaobilaznici (snimljeno, srpanj 2008.)

Slika 9. (desno) Vidikovac u neposrednoj blizini ishodišne točke na kojem su označeni pravci prema većim planinskim vrhovima (snimljeno, kolovoz 2007.)

11

Bavarskoj oslonjenih na čvrstu trigonometrijsku mrežu i detaljnu izmjeru čestica. Osim toga izvođena su i pokusna mjerenja.

Povjerenstvo je prihvatilo načelo da se izmjera provede po metodi "iz velikog u malo" želeći pritom izbjeći pogreške ranijih izmjera provedenih po načelu "iz malog u veliko", kada je svaka katastarska općina mjerila samostalno, što nije omogućilo sastavljanje karata većeg područja. Tako se nastojalo preko cijele države uspostaviti zajedničku trigonometrijsku mrežu oslonjenu na postojeću precizno izmjerenu osnovnu (polaznu) stranicu mreže.

Cijela carevina bila je podijeljena na 11 koordinatnih sustava s različitim početnim meridijanima koji prolaze kroz osnovne ishodišne točke. Na teritoriju današnje Hrvatske bilo ih je četiri: u nadležnosti austrijskoga katastra bili su Krimski i Bečki, u nadležnosti mađarskoga katastra Budimpeštanski i Kloštarivanički. To je učinjeno kako bi se smanjile pogreške projekcije koje nastaju u ovisnosti o udaljenosti od osnovnog meridijana.

Kad je bilo sve detaljno isplanirano, car Franjo I. izdao je Naredbu o katastarskoj izmjeri za potrebe zemljišnog oporezivanja od 23. 12. 1817. (sl. 5).

Zato bi se taj datum mogao uzeti kao značajan geodetski povijesni datum o uspostavi prvoga stabilnoga katastra u cijelom austrijsko-ugarskom carstvu, a tako i u Hrvatskoj. Ta katastarska izmjera ponajprije je trebala poslužiti novom sustavu oporezivanja na prihode od zemljišta.

Velika je pozornost bila posvećena svim detaljima mjerenja s posebnim osvrtom na dopuštena odstupanja mjerenja i ujednačavanje svih kartografskih oznaka na katastarskim i topografskim kartama. Tako je, među ostalim, bio izdan i prvi topografski ključ za izradu katastarskih planova iz 1820. godine kao sastavni dio

Instrukzion für Mesztischaufnahme (sl. 6). Da bi se izveli tako veliki radovi i k tome na isti način za cijelu carevinu, morala se uvesti stroga vojna disciplina rada. Tako su bile uvedene i kazne za nestručno izrađen posao. U slučaju stručne pogreške, ako je trebalo ponoviti mjerenja, onaj mjerik (voditelj geodetskog stola) koji je pogriješio morao je snositi 2/3, a inspektor 1/3 troškova za ispravak (Božičnik 1978).

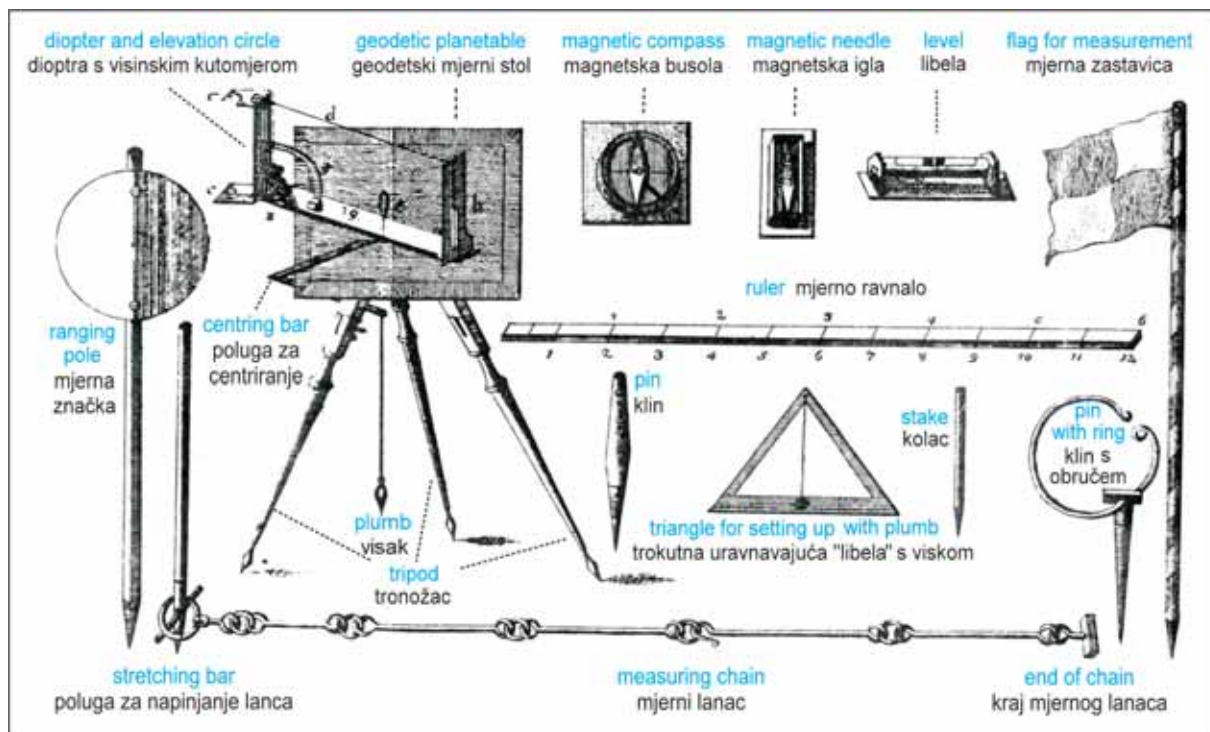
Unatoč svim nastojanjima da se radi točno, bilo je slučajeva kada su se mjerenja morala ponoviti, kao na primjer radovi na trigonometrijskoj mreži izvedenoj prije 1861. godine. Naime, bilo je slučajeva kada su se skupila nova znanja koja je trebalo primijeniti u praksi. Na primjer, u početku su mreže izjednačavane nekom približnom (pokusnom) metodom. Metodu najmanjih kvadrata osmislio je Carl Friedrich Gauss 1809. godine u radu *Theoria motus corporum coelestium* i detaljno ju razradio 1826. godine u *Supplementum theoriae combinationis*, a prvi put je primijenjena u austrijskoj katastarskoj trigonometrijskoj mreži 1861. godine (Borčić i Frančula 1969, str. 33).

Jedinica za dužinu u toj izmjeri bila je bečki hvat (Klaffer) (1 hv = 1,896484 m), koji je u Austro-Ugarskoj kratko označavan 1°, a bio je podijeljen na 6 stopa. Jedna stopa imala je 0,316081 m i bila je označavana kao 1'. Stopa je bila je podijeljena na 12 palaca, koji su označavani 1". Palac je imao 2,634 cm.

Veća jedinica za duljinu bila je milja, koja je imala 4000 hv, a to znači da je bila duga 7585,94 metra.

Prvotno mjerilo planova (detaljnih listova – sekcija) bilo je:

*1 palac na planu = 40 hvati u prirodi
(ili prema starom austrougarskom označavanju
1" = 40°).*



12

Fig. 10. Surveyor's tools of the late 18th century, according to Lang's manual from 1804 (Korošec 1978, page 136). A pair of compasses with two spikes, i.e. tools for drawing and mapping points should be added.

Slika 10. Mjernička pomagala kasnog 18. stoljeća po Langovu priručniku iz 1804. godine (Korošec 1978, str. 136). Tu bi trebalo još dodati šestar s dva šiljka, tj. pribor za crtanje i kartiranje pojedinih točaka.

2.1. Austrian cadastre

The Croatian areas included in the Krim Coordinate System and the Viennese Coordinate System were included to Austrian cadastre authority.

2.1.1 Origin of the Krim Coordinate System

The origin of the Krim Coordinate System is the first-order trigonometric point no. 172 (Fig. 7) located on top of the Krim hill, 1107 m high, about 15 km south of the centre of Ljubljana and about 11 km from the platform on the south part of the Ljubljana by-passing road (Fig. 8). The brass memorial plate reads:

The first-order trigonometric point no. 172 on Krim is the origin of the first cadastral survey of countries Kranjska and Koroška, as well as the Littoral together with Istria between 1817 and 1828, $\varphi = 45^{\circ} 55' 12.69''$, $\lambda = 14^{\circ} 28' 15.96''$, $H = 1107$ m.

The point was ceremonially marked by Slovenian geodesists on October 26, 1994, which can be read on a tin plate below the memorial plate. In the vicinity, there is also a gazebo or lookout (Fig. 7) where mountaineers can view drawn routes to major mountain peaks. According to France Josip Černe, graduate engineer, it is a place where Slovenian geodesists meet annually, making geodetic history in Slovenia more important, but also acknowledging generations of geodesists in Slovenia.

The trigonometric network was divided into four orders. The average distance between first-order trigonometric

points was about 34.5 km (Fig. 9), and about 15 km between second-order points. The third order was made by densifying; there were at least three trigonometric points in each Austrian square mile, which was one basic trigonometric sheet. Angles in the trigonometric network were measured with Reichenbach theodolites, and trigonometric points were marked with pyramids, pillars and other signals. The fourth-order trigonometric network was developed graphically with a plane table on maps at the scale 1:14 000. Afterwards, a detailed survey could be conducted, also with a plane table, also called the Praetorius table after its inventor, Johann Praetorius (1537–1616). The plane table was later also improved by Johann Jakob Marinoni (1676–1775) prior to test survey in Milan in 1714, i.e. prior to the first Milan cadastre production (1720–1723).

Fig. 10 shows tools a geodesist had at disposal in the field, Fig. 11 shows the principle of working with a plane table, and Fig. 12 shows a plane table and an instrument called *kipregel* used to determine a straight line to surveyed points on the plan.

Plane tables played a historical role in graphic cadastre, because they were used to produce the fourth-order trigonometric network and survey all detailed points of cadastral survey and, for topographic maps, all characteristic points of field configuration according to location and height for so-called military topographic maps.

Horizontal angles in first- and second-order networks were surveyed in 8 to 12 repetitions; vertical angles, i.e. zenith distances were surveyed in two to four repetitions.

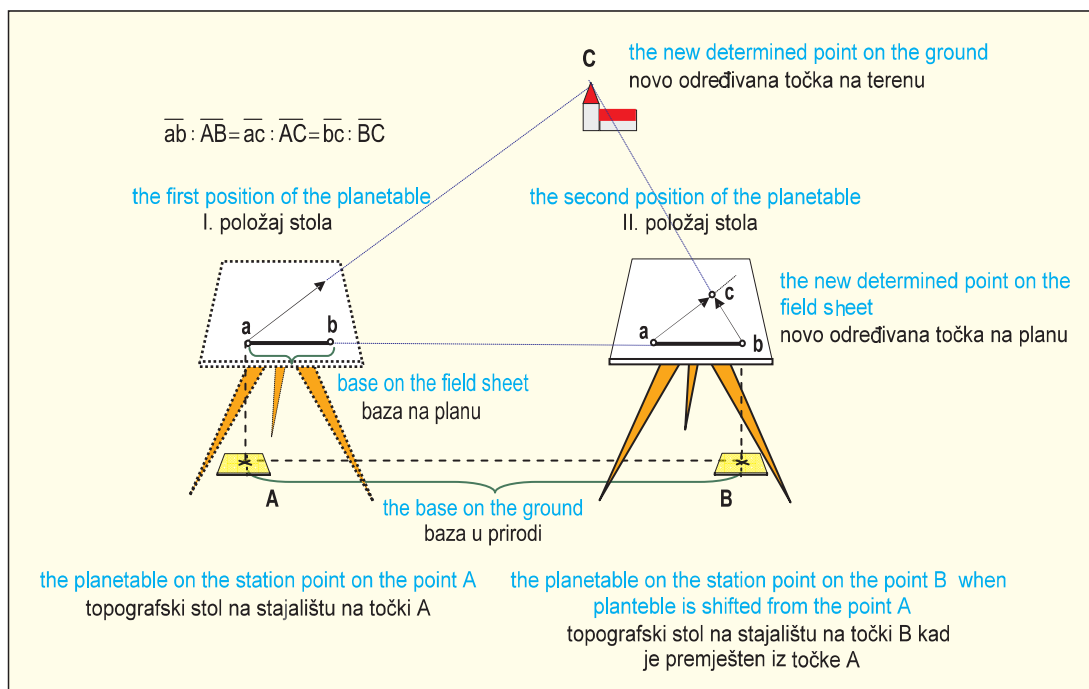


Fig. 11. A clear representation of field mapping by a forward intersection with a plane table (Praetorius surveying table) from points A and B. The point C was determined. In point A, the table is oriented toward point B and a straight line is drawn toward point C, and in point B, the table is oriented toward point A and a straight line is drawn toward point C. The new point is at the intersection of the two straight lines. On the horizontal plane table, one can see in point B that horizontal length in nature between points A, B and C are proportional to length on the plan of the planetable between points a, b and c. The scale of the produced plan is the scale of base relations, plan base and base in nature.

Slika 11. Zorni prikaz kartiranja terena presjekom naprijed s geodetskim topografskim stolom (Praetoriusovim mjernim stolom) iz točaka A i B. Novoodređivana točka je C. Na točki A stol se orijentira prema točki B i ucrtava pravac prema točki C, a na točki B stol se orijentira prema točki A i ucrtava pravac prema točki C. Novoodređivana točka nalazi se u presjeku tih dvaju pravaca. Na horizontaliranom geodetskom stolu u točki B vidi se da su horizontalne duljine u prirodi između točaka A, B i C proporcionalne s duljinama na planu geodetskog stola između točaka a, b i c. Nastali plan bit će u mjerilu odnosa baza, baze na planu i baze u prirodi.

Kako je hvat imao 6 stopa, a svaka je stopa imala 12 palaca to znači da je hvat imao 72 palca. Tako je mjerilo tih planova bilo:

$$1 \text{ palac} : 40 \text{ hvati}$$

$$1 \text{ palac} : (40 \times 72) \text{ palaca} = 1:2880.$$

Dimenzije detaljnih listova (sekcija) u prirodi bile su 1000 hv × 800 hv, a to znači da su planovi u mjerilu 1:2880 bili iscrtani na papiru dimenzija 25 palaca × 20 palaca (tj. 65,85 cm × 52,68 cm).

Površine su bile izražene u četvornim hvatima (čhv), a pritom je 1 čhv = 3,596652 m². Veća jedinica za površinu bilo je 1 jutro ili ral (1 j = 1600 čhv = 5754,642 m²) (Macarol 1978).

Za geodetsku izmjeru i izradu katastra zemljišta značajan je datum i 13. srpnja 1871. Naime, tada je u Austro-Ugarskoj uveden metar, kao nova službena međunarodna jedinica za mjerenje duljina (Božičnik 1978). S tim datumom službeno je metarski sustav zamijenio sustav bečkoga hvata. Međutim, stari hvatni sustav i dalje se koristio u praksi, jer je do tada postojeća službena dokumentacija u katastrima i zemljišnoj knjizi bila izražena u hvatima.

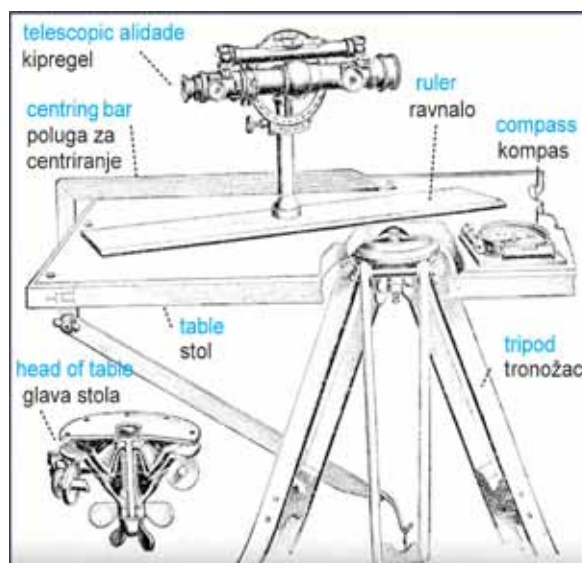
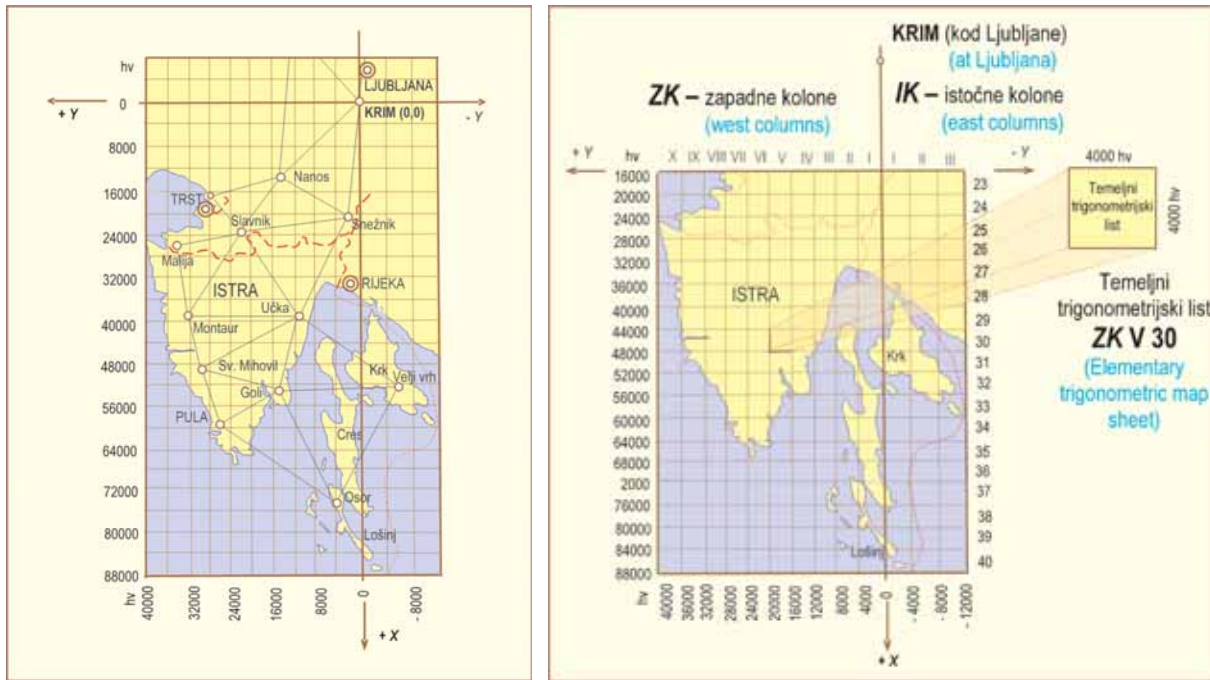


Fig. 12. A plane table with alidade Wild from 1927
Slika 12. Geodetski topografski stol s kipregelom Wild iz 1927. godine



14

Fig. 13. (left) The first-order trigonometric network in Istria and on the islands of Krk, Cres and Lošinj (according to Škalamera, 2000), which was developed for the needs of the Francis I Survey from 1817 to 1823. It also formed the foundation of some newer first-order trigonometric networks.

Fig. 14. (right) Division of basic trigonometric sheets in the Krim Coordinate System for the first cadastral survey in Istria, on the islands of Krk, Cres and Lošinj. Columns are marked with Roman numbers, and rows with Arabic numbers, according to Borčić and Frančula (1969) and Manin (2006)

Slika 13. (lijevo) Trigonometrijska mreža I. reda u Istri i na otocima Krku, Cresu i Lošinju (prema Škalameri, 2000), koja je razvijena za potrebe Franciskanske izmjere od 1817. do 1823. godine. Tvorila je temelj i novijih trigonometrijskih mreža I. reda.

Slika 14. (desno) Podjela na temeljne trigonometrijske listove u Krimskom koordinatnom sustavu za prvu katastarsku izmjeru u Istri, na otocima Krku, Cresu i Lošinju. Kolone (stupci) su označene rimskim brojkama, a redovi arapskim brojkama, prema Borčiću i Frančuli (1969) i Maninu (2006).

In the first- and second-order networks, sometimes (Tirrol and Vorarlberg) curvature of the Earth was taken into account and spherical triangles were transformed into plane triangles using the Legendre's rule, and with a special procedure in others.

According to Borčić and Frančula (1969), the trigonometric network of the Krim Coordinate System (Fig. 13) was produced from 1823 to 1825, and is connected to the trigonometric network of the Military-Geographic Institute in Vienna which was implemented from 1817 to 1824. The trigonometric network was established up to the Krim point until 1819.

Basic trigonometric sheets in that coordinate system were grouped into columns and rows (Fig. 14). There were XIX columns in the west and XIII in the east, while columns were grouped from 1 to 40. In so doing, the first row was positioned north of Krim at a distance of 18 Austrian miles⁽²⁾ (136.548 km) (Hartner-Doležal, 1910). Division of basic trigonometric sheets into detailed sheets (sections) is represented in Fig. 15, where a basic trigonometric sheet is divided into 20 detailed sheets.

2.1.2. Origin of the Viennese Coordinate System (Church of St. Stephen)

The origin of the Viennese Coordinate System was situated in the apple of the tower of the Church of St. Stephen (St. Stephan) in the centre of Vienna (Fig. 16a).

On the floor of the Church of St. Stephen (Fig. 16b), there is a memorial plate with the origin of the cadastral survey coordinate system. It says in German the following:

Coordinate origin
of cadastral survey of Empire and Kingdom
from 1817 to 1837
for crown countries Lower Austria,
Moravia, Silesia and Dalmatia
longitude: $\varphi = 34^{\circ} 02' 27.32''$ east of Ferro,
latitude: $\lambda = 48^{\circ} 12' 31.54''$.

² one Austrian mile = 7.586 km (Šentija 1979)

2.1. Austrijski katastar

Iz Hrvatske su u nadležnost austrijskoga katastra ubrajana područja koja su uključena u Krimski i Bečki koordinatni sustav.

2.1.1. Ishodište Krimskoga koordinatnog sustava

Ishodišna točka Krimskoga koordinatnog sustava je trigonometrijska točka prvog reda br. 172 (sl. 7), koja se nalazi na vrhu brijega Krim, visokom 1107 m, oko 15 km južnije od središta Ljubljane, a oko 11 km od odmorišta na južnom dijelu zaobilaznice oko Ljubljane (sl. 8). Na postavljenoj mjedenoj (mesinganoj) spomen-ploči piše:

Trigonometrijska točka I. reda br. 172 na Krimu je ishodište prve katastarske izmjere država Kranjske i Koruške, te Primorja s Istrom 1817.-1828. godine
 $\varphi = 45^{\circ} 55' 12,69''$, $\lambda = 14^{\circ} 28' 15,96''$, $H = 1107$ m.

Tu su točku svečano obilježili slovenski geodeti 26. 10. 1994., što se može pročitati na limenoj ploči postavljenoj ispod spomen-ploče. U blizini je postavljen i vidikovac (sl. 9), na kojem planinari mogu vidjeti ucrtane pravce prema većim planinskim vrhovima. Prema riječima Franca Josipa Černea, dipl. ing., na tome mjestu se jednom godišnje sastaju slovenski geodeti, te tako daju veći značaj geodetskoj povijesti u Sloveniji, ali na neki način odaju i zahvalnost naraštajima geodeta u Sloveniji.

Trigonometrijska mreža bila je podijeljena u četiri reda. Srednja udaljenost između trigonometrijskih točaka prvog reda bila je oko 34,5 km (sl. 9), a drugog reda oko 15 km. Treći je red nastao progušćavanjem, tako da su na svaku austrijsku četvornu milju, koja je činila jedan temeljni trigonometrijski list, došle najmanje tri trigonometrijske točke. Kutovi u trigonometrijskoj mreži mjereni su Reichenbachovim teodolitima, a trigonometrijske točke bile su označene piramidama, stupovima i drugim signalima. Zatim je razvijena trigonometrijska mreža četvrtog reda, i to grafičkim načinom mjerničkim topografskim stolom na kartama u mjerilu 1:14 000. Tada se moglo prijeći na detaljnu izmjeru, također geodetskim topografskim stolom, koji je nazivan i Praetoriusov stol po njegovu izumitelju, konstruktoru Johannu Praetoriusu (1537–1616). Poslije je doprinose poboljšanju mjernog stola dao i Johann Jakob Marinoni (1676–1775) pred početak pokusnog mjerenja u Milanu 1714. godine, tj. prije prve izrade milanskoga katastra (1720–1723).

Na sl. 10 vidi se pribor kojim je raspolagao geodet na terenu, na sl. 11 prikazan je princip rada s mjernim stolom, a na sl. 12 vidi se mjerni stol i instrument nazvan *kipregel*, kojim se na planu određivao pravac prema mjerenim točkama.

Geodetski mjerni stol odigrao je povijesnu ulogu u grafičkom katastru, jer je s njim izrađena trigonometrijska mreža IV. reda i izmjerene su sve detaljne točke katastarske izmjere, a za topografske karte sve karakteristične točke konfiguracije terena po položaju i visini za tzv. vojne topografske karte.

Horizontalni kutovi u mrežama I. i II. reda mjereni su u 8 do 12 ponavljanja, vertikalni kutovi, tj. zenitne uda-

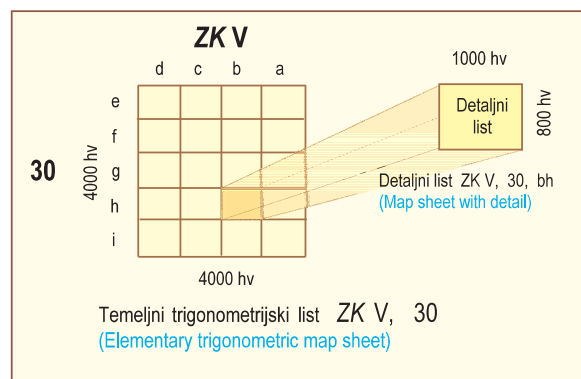


Fig. 15. Division of basic trigonometric sheet with dimensions $4000^{\circ} \times 4000^{\circ}$ into detailed sheets (sections) with dimensions $1000^{\circ} \times 800^{\circ}$

Slika 15. Podjela temeljnog trigonometrijskog lista dimenzija 4000 hv \times 4000 hv na detaljne listove (sekcije) dimenzija 1000 hv \times 800 hv.

ljenosti, mjereni su u dva ili četiri ponavljanja. U mreži I. i II. reda vodilo se katkad (Tiroi i Vorarlberg) računa o zakrivljenosti Zemlje i prelazilo se od sfernih trokuta na trokute u ravninu s pomoću Legendrova pravila, a u nekim drugima s pomoću nekoga posebnog postupka.

Prema Borčiću i Frančuli (1969) trigonometrijska mreža Krimskoga koordinatnog sustava (sl. 13) rađena je od 1823. do 1825., a naslonjena je na trigonometrijsku mrežu Vojnogeografskog instituta u Beču, koja je izvedena od 1817. do 1824. Trigonometrijska mreža postavljena je do točke Krim do 1819. godine.

Temeljni trigonometrijski listovi u tom koordinatnom sustavu svrstani su u kolone (stupce) i retke (sl. 14). Na zapadu je bilo XIX kolona, a na istoku XIII, dok su redci svrstani od 1 do 40. Pritom je prvi redak smješten sjeverno od Krima na udaljenosti od 18 austrijskih milja⁽²⁾ (136,548 km) (Hartner-Doležal 1910). Podjela temeljnih trigonometrijskih listova na detaljne listove (sekcije) prikazana je na sl. 15, gdje je temeljni trigonometrijski list podijeljen na 20 detaljnih listova.

2.1.2. Ishodište Bečkoga koordinatnog sustava (crkva sv. Stjepana)

Ishodište Bečkoga koordinatnog sustava postavljeno je u jabuku tornja crkve sv. Stjepana (St. Stephan) u središtu Beča (sl. 16a).

Na podu u crkvi sv. Stjepana (sl. 16b) postavljena je spomen-ploča na kojoj je označena točka ishodišta koordinatnog sustava katastarske izmjere. Na njoj na njemačkom jeziku piše:

Koordinatno ishodište
 katastarske izmjere carstva i kraljevstva
 od 1817. do 1837. godine
 za zemlje krune Donju Austriju,
 Moravsku, Šlesku i Dalmaciju
 geografska dužina: $\varphi = 34^{\circ} 02' 27,32''$ istočno od Ferra,
 geografska širina: $\lambda = 48^{\circ} 12' 31,54''$.

¹ jedna austrijska milja = 7,586 km (Šentija 1979.)



Fig. 16. a) (left) Tower of the Church of St. Stephen (St. Stephan) in Vienna is the origin of the coordinate system for Dalmatia (photo, 1996) b) (right) The origin of the coordinate system of the 1817-1837 cadastral survey for the crown countries Austria, Moravia, Silesia and Dalmatia, on the floor of the Church of St. Stephen (St. Stephan) (photo by Dr. Z. Galić, 2002)

Slika 16. a) (lijevo) Toranj crkve sv. Stjepana (St. Stephan) u Beču ishodišna je točka koordinatnog sustava za Dalmaciju (snimljeno, 1996), b) (desno) Na podu u crkvi sv. Stjepana označena je točka ishodišta koordinatnog sustava katastarske izmjere od 1817. do 1837. godine za zemlje krune Donju Austriju, Moravsku, Šlesku i Dalmaciju (snimio dr. Z. Galić, 2002.)

16

The memorial plate was ceremonially placed by geodesist colleagues from Austria in 1990 (Božičnik 1991).

Work on the trigonometric network in the Viennese Coordinate System for cadastral needs was started in 1817, and finished in 1821. The base line Leopoldsberg Kuppel-Hundsheimerberg was taken from the trigonometric network of the Military-Geographic Institute, determined between 1806 and 1808, with a length of 24717.391 Viennese fathoms. This base line length was calculated starting from the Wiener Neustadt base line, surveyed by Liesganiing in 1762.

The entire coordinate system is oriented using the St. Stephen-Leopoldsberg base line, with the azimuth determined by astronomer Ritter von Bürg, $\alpha = 165^{\circ}55'22.0''$, calculating it from south over west, as it was done at the time in these old coordinate systems.

The trigonometric network was connected with the trigonometric network in the Krim Coordinate System and the trigonometric network in Dalmatia (Fig. 17).

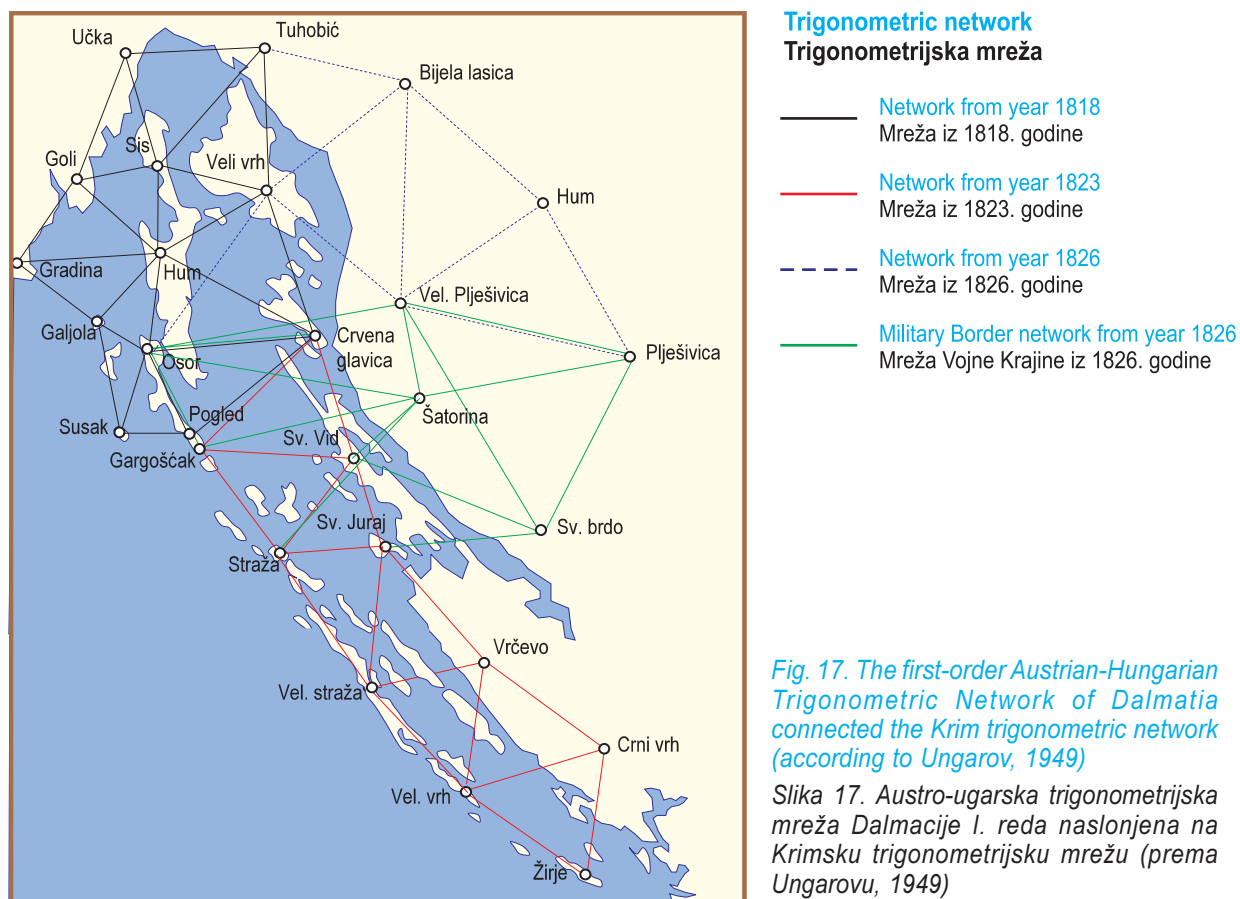
The coordinate system for Dalmatia has XX columns of basic trigonometric sheets in the west and XXX in the east. Layers are grouped into rows from 1 to 41, and the first row is 48 miles (192 000 fathoms) (i.e. 364.125 km) south of Vienna (tower of the Church of St. Stephen) (Hartner-Doležal, 1910) (Fig. 18). Division into detailed sheets in the coordinate system is the same as the one in the Krim Coordinate System.

In this coordinate system, the northern part of Dalmatia from the Trogir-Knin line was surveyed in an unusual scale, 1:2904.1672. This special scale was obtained by error in 1823, when the new (Dalmatian) trigonometric network was erroneously connected to the existing one. Namely, the trigonometric network of Dalmatia was connected to the Osor triangle (north of the island of Lošinj), Pogled (south of the island of Lošinj) and Crvena Glavica (island of Rab). That was the last triangle in the network which had been developed over Lower Austria, Slovenia, Istria and Kvarner islands in 1818. In the connecting process, the surveyor sighted a wrongly placed signal on the hill of Pogled, i.e. Gargoščak (Fig. 17). The error was not noticed until 1827. The cadastral material had already been completed for most of Dalmatia, and the decision was to keep the plans already produced and multiply the scale 1:2880 with 1.0083914, because it is the ratio between the wrong and the right base line length. Thus the 1:2904 scale was obtained.

The rotation angle of the connected trigonometric network, which changed the scale, directed to the Viennese Coordinate System, amounts to $2^{\circ}08'07.2''$.

2.2. Hungarian Cadastre

Authority of Hungarian cadastre included areas of the Budapest Coordinate System and the Kloštar Ivanić Coordinate System.



17

Spomen-ploču su svečano postavili kolege geodeti iz Austrije 1990. godine (Božićnik 1991).

Radovi na trigonometrijskoj mreži u Bečkom koordinatnom sustavu za katastarske potrebe započeti su 1817. godine, a završeni 1821. Osnovna strana Leopoldsberg Kuppel-Hundsheimerberg uzeta je iz trigonometrijske mreže Vojnogeografskog instituta, koja je određena između 1806. i 1808. godine, a njezina je duljina 24717,391 bečkih hvati. Ta duljina stranice izračunana je polazeći od osnovice kraj Wiener Neustadta (Bečkog Novog Mjesta), koju je izmjerio Liesganing 1762. godine.

Čitav koordinatni sustav orijentiran je s pomoću strane Sv. Stjepan–Leopoldsberg, čiji je azimut odredio astronom Ritter von Bürg, a koji iznosi $\alpha = 165^{\circ}55'22,0''$, računajući ga od juga preko zapada, kao što se to činilo tada u tim starim koordinatnim sustavima.

Na tu trigonometrijsku mrežu bila je naslonjena trigonometrijska mreža u Krimskom koordinatnom sustavu, a zatim trigonometrijska mreža u Dalmaciji (sl. 17).

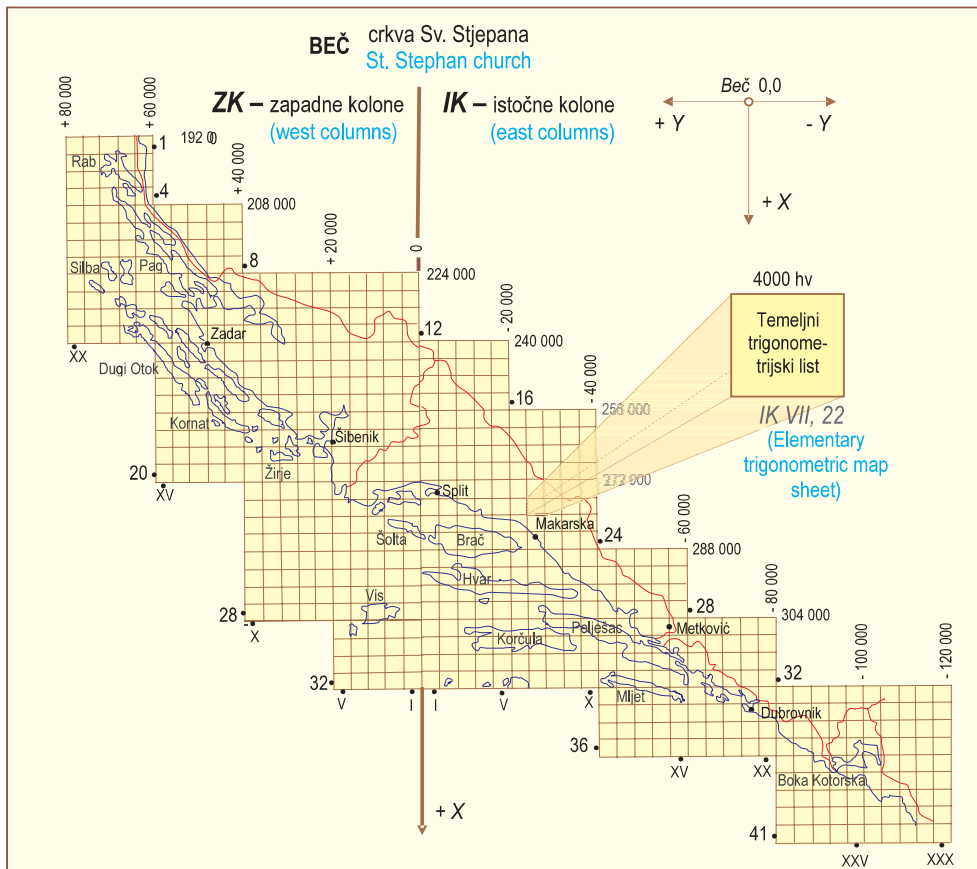
Koordinatni sustav za Dalmaciju ima XX kolona temeljnih trigonometrijskih listova zapadno i XXX istočno. Slojevi su svrstani u redove od 1 do 41, a prvi redak nalazi se 48 milja (192 000 hv) (tj. 364,125 km) južnije od Beča (tornja crkve sv. Stjepana) (Hartner-Doležal 1910) (sl. 18). Podjela na detaljne listove u tom koordinatnom sustavu jednaka je kao u Krimskom koordinatnom sustavu.

U tom koordinatnom sustavu sjeverni dio Dalmacije od linije Trogir–Knin izmjereno je u neuobičajenom mjerilu 1:2904,1672. Do tog posebnog mjerila došlo je 1823. godine zbog pogrešnog priključka nove (dalmatinske) trigonometrijske mreže na već postojeću trigonometrijsku mrežu. Naime, trigonometrijska mreža Dalmacije naslonjena je na trokut Osor (na sjeveru otoka Lošinja), Pogled (na jugu otoka Lošinja) i Crvena Glavica (na otoku Rabu). To je bio posljednji trokut u mreži koja je već prije 1818. godine, razvijena preko Donje Austrije, Slovenije, Istre i Kvarnerskih otoka. Prilikom povezivanja triangulator je vizirao na pogrešno postavljen signal na brdu Pogled, tj. Gargoščak (sl. 17). Pogreška je primijećena tek 1827. godine. Za veći dio Dalmacije bio je već prije završen katastarski operat, te je riješeno da se zadrže već izrađeni planovi, s tim da se mjerilo 1:2880 pomnoži s 1,0083914, jer je to odnos između pogrešne i prave dužine osnovne stranice. Tako se došlo do mjerila koje zaokruženo iznosi: 1:2904.

Kut zakreta te naslonjene trigonometrijske mreže, koja je izmijenila mjerilo snimanja, prema Bečkom koordinatnom sustavu iznosi $2^{\circ}08'07,2''$.

2.2. Mađarski katastar

U nadležnost mađarskoga katastra ubrajana su područja koja su uključena u Budimpeštanski koordinatni sustav i Kloštarivanički koordinatni sustav.



18

Fig. 18. Division into basic trigonometric sheets in the Viennese Coordinate System for the first cadastral survey in Dalmatia and Boka Kotorska. Columns are marked with Roman numbers, and rows with Arabic numbers. Coordinates of a certain number of trigonometric sheet edges are expressed in fathoms (according to Borčić and Frančula, 1969)

Slika 18. Podjela na temeljne trigonometrijske listove u Bečkom koordinatnom sustavu za prvu katastarsku izmjeru u Dalmaciji i Boki kotorskoj. Kolone (stupci) su označene rimskim brojkama, a redovi arapskima. Koordinate rubova izvjesnog broja trigonometrijskih listova izražene su u hvatima (prema Borčiću i Frančuli, 1969)

2.2.1. Origin of the Budapest Coordinate System (Gellértheygy)

The origin of the Budapest Coordinate System is located in Budapest, in the trigonometric point positioned within walls of the fortress above Danube on the Gellért Hill (Fig. 19). It is a dominant spot offering a beautiful view of Budapest, Danube and eight bridges over Danube. Directly in front of Gellért Hill fortress walls, there is a monument to Liberty (Hungarian – szbadság Szobor). The place is visited by numerous Hungarian and foreign tourists. There used to be an old astronomical observatory “Urani” within the walls. The monument on the Gellért Hill can be seen in Fig. 20.

The origin of the coordinate system has the following geographic coordinates:

$$\varphi = 47^{\circ} 29' 15.97'' \text{ and } \lambda = 36^{\circ} 42' 51.57''$$

(east of Ferro) (Marek 1875)

calculated starting from the Viennese observatory. There are also newer data:

$$\varphi = 47^{\circ} 29' 09.6380'' \text{ and } \lambda = 36^{\circ} 42' 53.5733''$$

(east of Ferro) (Fasching1909).

The trigonometric network with the origin in Budapest was called the “Old Main Network Over Danube” and was connected to the trigonometric network of the Military-Geographic Institute from Vienna, which was established in 1848. The trigonometric network of the Military-Geographic Institute from Vienna was calculated starting from the base line surveyed by Liesganing at Wiener Neustadt in 1762. Thus it was possible to calculate the coordinates and the directional angle of the side of the Barsonyos–Köröshegy trigonometric network, which was taken as the base line of the Main Network Over Danube. It was established by officials of the Triangulation Office in Budapest. Angles were measured with theodolites, and the network was adjusted with an approximate method. The network was divided into the I, II, III and IV orders, the same as the trigonometric network in the Austrian part. In so doing, the fourth order of the trigonometric network was also determined with the plane table at the scale 1:14 400.

Areas of Baranja and the south part of Slavonia were covered in field with base trigonometric sheets with dimensions 4000 fathoms × 4000 fathoms (Fig. 21), the same as in Austrian coordinate systems. However, their

2.2.1. Ishodište Budimpeštanskoga koordinatnog sustava (Gellérthegy)

Ishodište Budimpeštanskoga koordinatnog sustava smješteno je u Budimpešti u trigonometrijskoj točki postavljenoj unutar zidina tvrđave iznad Dunava na brijegu Gerhardovu brijegu (Gellérthegy) (sl. 19). To je dominantno mjesto odakle se pruža prekrasan pogled na Budimpeštu, Dunav i osam mostova koji ga premošćuju. Neposredno ispod zidina tvrđave na Gerhardovu brijegu postavljen je spomenik Slobodi (mađarski: szbadság Szobor). To mjesto posjećuje velik broj mađarskih i stranih turista. Unutar zidina bio je postavljen i stari astronomski opservatorij "Urani", kojega danas više nema. Smještaj spomenika na Gerhardovu brijegu vidi se na sl. 20.

Koordinatno ishodište ima geografske koordinate:

$$\varphi = 47^{\circ} 29' 15,97'' \text{ i } \lambda = 36^{\circ} 42' 51,57''$$

(istočno od Ferra) (Marek 1875),

koje su izračunane polazeći od bečke zvjezdarnice. Postoje i nešto noviji podaci koji iznose:

$$\varphi = 47^{\circ} 29' 09,6380'' \text{ i } \lambda = 36^{\circ} 42' 53,5733''$$

(istočno od Ferra) (Fasching 1909).

Ta mreža trigonometrijskih točaka s ishodištem u Budimpešti nazvana je "Stara glavna prekodunavska mreža" i bila je naslonjena na trigonometrijsku mrežu Vojnogeografskog instituta u Beču, koja je postavljena prije

1848. godine. Trigonometrijska mreža Vojnogeografskog instituta u Beču izračunana je polazeći od osnovice koju je izmjerio Liesganiing 1762. godine kraj Bečkog Novog Mjesta. Tako je bilo moguće izračunati koordinate i smjerni kut stranice trigonometrijske mreže Barsonyos–Körös-hegy, koja je uzeta za osnovnu stranicu Glavne prekodunavske mreže. Nju su postavili službenici Triangulacijskog biroa u Budimpešti. Kutovi su mjereni teodolitima, a mreža je bila izjednačena nekom približnom metodom. Mreža je bila podijeljena na I, II, III. i IV. red, isto kao u trigonometrijskoj mreži u austrijskom dijelu. Pritom je IV. red trigonometrijske mreže također bio određivan geodetskim topografskim stolom u mjerilu 1:14 400.

Područje Baranje i južnog dijela Slavonije bilo je pokriveno na terenu temeljnim trigonometrijskim listovima dimenzija 4000 hv × 4000 hv (sl. 21), isto kao u austrijskim koordinatnim sustavima. Međutim, ishodišna točka za njih nalazila se u Budimpešti, tj. u trigonometrijskoj točki na Gerhardovu brijegu (Gellérthegy). Temeljni trigonometrijski listovi podijeljeni su na 20 detaljnih listova (sl. 22), a katastarski planovi na koje su preslikana ta područja bili su dimenzija 25 palaca × 20 palaca (tj. 65,85 cm × 52,68 cm).

Unutar zidina tvrđave postavljeni su također spomenik i spomen-ploča velikom astronomu Hrvat Mirku Danijelu Bogdaniću (kojeg su Mađari nazivali Imre Danielis Bogdanich, a Austrijanci Emerich Daniel Bogdanich). Rođen



Fig. 19. (left) Trigonometric point Gellért Hill, located within the Gellért Hill fortress in Budapest. It is the origin of the Budapest Coordinate System (photo, September 2008)

Fig. 20. (right) The position of the monument on the Gellért Hill in Budapest (photo, September 2008)

Slika 19. (lijevo) Trigonometrijska točka na Gerhardovu brijegu (Gellérthegy) smještena je unutar istoimene tvrđave u Budimpešti. Ona je ishodište Budimpeštanskoga koordinatnog sustava (snimljeno, rujna 2008)

Slika 20. (desno) Položajni smještaj spomenika na Gerhardovu brijegu (Gellérthegy) u Budimpešti (snimljeno, rujna 2008)

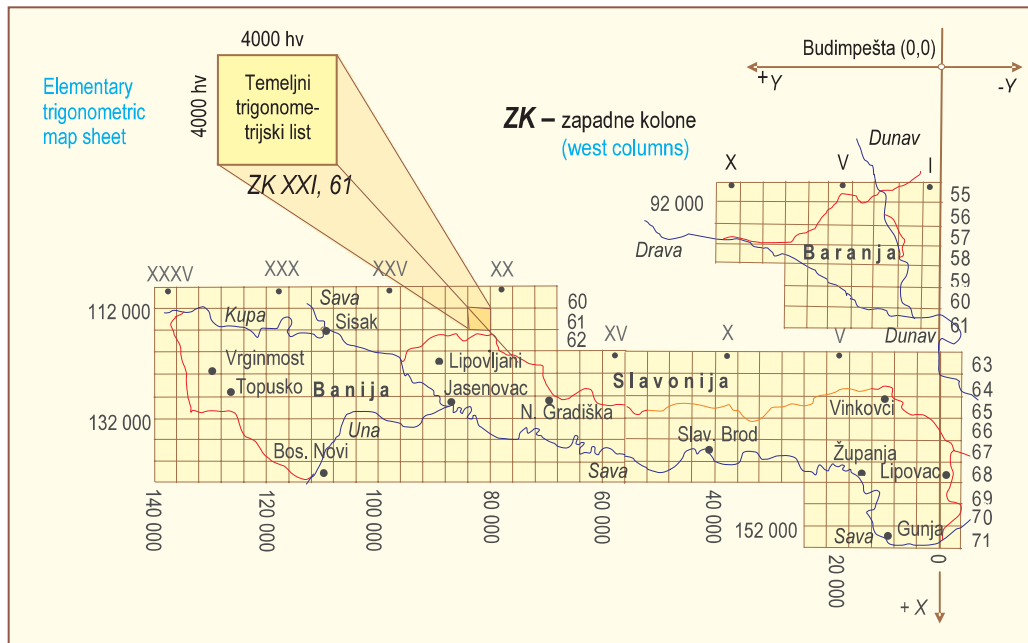


Fig. 21. Division into base trigonometric sheets of Baranja and part of the area of the Military Border Regiments (south Slavonia and Baranja) without six western Regiments, which were included into coordinate system with the origin in the Gellérthegy trigonometric point (Budapest) (according to Borčić and Frančula, 1969)

Slika 21. Podjela na temeljne trigonometrijske listove Baranje i dijela područja regimenti Vojne krajine (južne Slavonije i Banije) bez 6 zapadnih regimenti, koje su bile uključene u koordinatni sustav s ishodištem u trigonometrijskoj točki Gellérthegy (Budimpešta) (prema Borčiću i Frančuli, 1969)

origin was located in Budapest, i.e. in the Gellért Hill trigonometric point. Base trigonometric sheets were divided into 20 detailed sheets (Fig. 22), and cadastral plans in which these areas were represented were 25 inches × 20 inches (i.e. 65.85 cm × 52.68 cm).

Within the fortress walls, there is also a monument and a memorial plate to the great astronomer, Croatian Mirko Danijel Bogdanić (called Imre Danielis Bogdanich by Hungarians, and Emerich Daniel Bogdanich by Austrians). He was born in Virovitica on November 5, 1762, and died in 1802 from tuberculosis as a consequence of hard field night work (Kren 2007). In 1798, the Austrian Emperor Francis I nominated him an astronomer supposed to apply his astronomical and mathematical knowledge to determine latitudes and longitudes of certain cities and thus assist the cartographer Lipszky in producing an accurate geographic map of Hungary and Croatia. He started determining the latitude and longitude in Rijeka, and determined geographic latitudes and longitudes in a total of 150 places. He was especially accurate in determining latitudes, longitudes less so because he did not have more accurate instruments and chronometers at his disposal. Bogdanić determined longitudes by observing Moon eclipses, observing of stars with the Moon, observing Mercury pass the Sun Plate, observing eclipses of Jupiter's satellites and their entrances and exits from Jupiter's shadow.

The monument to Mirko Danijel Bogdanić was created by Janos Elter (Fig. 23). The following Latin text can be read from the monument:

IN MEMORIAM EMERICI DANIELIS
BOGDANICH INCLYTAE CROATAENATI
ERUDITISSIMIQUE MATHEMATICI ET ASTRONOMI
HUNGARIAE FACTI
1762 – 1802.

The following can be read in Hungarian from the memorial plate above the monument:

Imre Daniel Bogdanich 1762–1802, astronomer. His scientific research set the foundation for the first precise map of our homeland. In memory of that work for designating the location of the Urani observatory.

Placed by the Society for Geodesy and Cartography and the Astronomical Institute of the Hungarian Academy of Science in 1972

2.2.2. Origin of the Kloštar Ivanić Coordinate System

The origin of the Kloštar Ivanić Coordinate System of the first cadastral survey is the tower of the Franciscan Church of St. John the Baptist in Kloštar Ivanić (Fig. 24), which is how the system was named. During the Second World War, the tower was considerably damaged in 1944, but was restored by the Institute for Protection of Cultural Monuments of the Republic of Croatia in 1991 (Božićnik 1991). The church itself is still ruined and is being slowly restored by the Restoration Institute. A Franciscan monastery leans on the ruins of the church; nowadays more accurately the Carmel of Little Theresa (home to the Carmel sisters), and south of its entrance the Union of

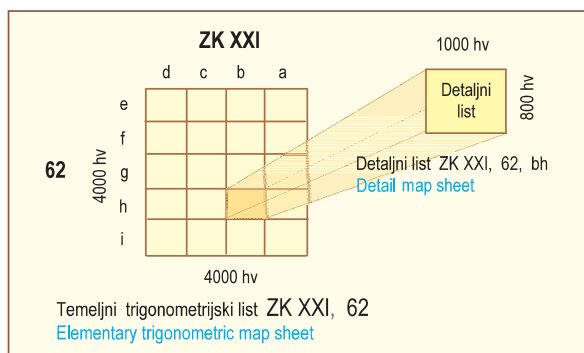


Fig. 22. Division of base trigonometric sheets in the Budapest Coordinate System, 4000 fathoms × 4000 fathoms into detailed sheets (sections), 1000 fathoms × 800 fathoms

Slika 22. Podjela temeljnih trigonometrijskih listova u Budimpeštanskom koordinatnom sustavu dimenzija 4000 hv × 4000 hv na detaljne listove (sekcije) dimenzija 1000 hv × 800 hv

2.2.2. Ishodište Kloštarivaničkoga koordinatnog sustava

Ishodište Kloštarivaničkoga koordinatnog sustava prve katastarske izmjere je toranj franjevačke crkve sv. Ivana Krstitelja u Kloštar Ivaniću (sl. 24), po kojem je taj sustav dobio ime. U Drugom svjetskom ratu 1944. godine toranj je bio znatno oštećen, a obnovio ga je Zavod za zaštitu spomenika kulture Republike Hrvatske 1991. godine (Božićnik 1991). Sama crkva je još uvijek u ruševnom stanju i vrlo sporo ju obnavlja Restauratorski zavod. Na ruševine crkve naslonjen je franjevački samostan, danas točnije Karmel Male Terezije (dom sestara Karmeličanki), te su na njegovu ulazu s istočne strane Savez društava geodeta Hrvatske (danas Hrvatsko geodetsko društvo) i Općina Ivanić-Grad postavili spomen ploču kojom se označava da je toranj crkve sv. Ivana Krstitelja bio ishodišna točka koordinatnog sustava prve grafičke katastarske izmjere u Kloštarivaničkom sustavu (sl. 25). Ta ploča postavljena je na inicijativu kolege Marijana Božićnika, dipl. ing., 1991. godine. Danas je spomen-ploču teško fotografirati zbog postavljenih skela. Osim toga slova su samo urezana u bijeli mramorni kamen te se slabo vide. Urezani tekst glasi:

je u Virovitici 5. XI. 1762, a umro je 1802. od tuberkuloze kao posljedice napornoga terenskog noćnog rada (Kren 2007). Austrijski car Franjo I. 1798. godine imenovao ga je astronomom koji će svojim stručnim astronomskim radom i matematičkim znanjem određivati geografske širine i dužine pojedinih gradova i na taj način pomoći kartografu Lipszkom u izradi točne geografske karte tadašnje Mađarske i Hrvatske. Počeo je s određivanjem geografske širine i dužine u Rijeci, a ukupno je odredio geografske širine i dužine u 150 mjesta. Posebno je točno određivao geografske širine, a geografske dužine s manje uspjeha, jer nije imao na raspolaganju točnije instrumente i kronometre. Bogdanić je određivao geografske dužine promatranjem pomrčina Mjeseca, okultacijom zvijezda s Mjesecom, praćenjem prolaza Merkura preko Sunčeve ploče, promatranjem pomrčine Jupiterovih satelita i njihovih ulazaka i izlaza iz Jupiterove sjene.

Spomenik Mirku Danijelu Bogdaniću izradio je Janos Elter (sl. 23). Na spomeniku na latinskom jeziku piše:

IN MEMORIAM EMERICI DANIELIS
BOGDANICH INCLYTAE CROATAENATI
ERUDITISSIMOQUE MATHEMATICI ET ASTRONOMI
HUNGARIAE FACTI
1762 – 1802.

Na spomen-ploči postavljenoj ispod spomenika na mađarskom jeziku piše:

Imre Daniel Bogdanich 1762–1802, astronom. Njegova znanstvena istraživanja postavila su osnovu za prvu preciznu kartu naše domovine. U znak sjećanja na taj rad za označavanje mjesta opservatorija Urani.

Postavili Društvo za geodeziju i kartografiju i Astronomski institut Mađarske akademije znanosti 1972.



Fig. 23. Monument and memorial plate in honour of the Croatian astronomer Mirko Danijel Bogdanić (called Imre Daniel Bogdanich by Hungarians) (photo, September 2008)

Slika 23. Spomenik i spomen-ploča podignuta u čast Hrvatu astronomu Mirku Danijelu Bogdaniću (kojeg su Mađari nazivali Imre Daniel Bogdanich) (snimljeno, rujna 2008)



Fig. 24. Tower of the Franciscan Church of St. John the Baptist in Kloštar Ivanić was the origin of the coordinate system, which was restored in 1991 (photo, October 2008)

22

Slika 24. Toranj franjevačke crkve sv. Ivana Krstitelja u Kloštar Ivaniću bio je ishodište koordinatnog sustava, a obnovljen je 1991. godine (snimljeno, listopad 2008)



Societies of Croatian Geodesists (nowadays the Croatian Geodetic Society) and the Ivanić Grad District placed a memorial plate indicating the tower of the St. John the Baptist Church was the origin of the coordinate system of the first graphic cadastral survey in the Kloštar Ivanić System (Fig. 25). The plate was placed because of initiative by colleague Marijan Božićnik, graduate engineer, in 1991. Nowadays, it is difficult to take photos of the memorial plate due to scaffolding. In addition, the letters were just engraved into white marble and are hard to read. The engraved text reads:

TOWER OF THE FRANCISCAN CHURCH OF ST.
JOHN
THE BAPTIST IN IVANIĆ KLOŠTAR
WITH THE LONGITUDE OF 34°05'09.16" EAST OF
FERRO
AND THE LATITUDE OF 45°44'21.25" WAS
SELECTED AROUND 1850 AS
THE COORDINATE ORIGIN
OF THE FIRST CADASTRAL
SURVEY
CONDUCTED IN THE SECOND HALF OF THE 19TH
CENTURY IN
THE AREA OF EASTERN, CENTRAL AND MOUNTAIN
CROATIA AND THE NORTHERN CROATIAN
LITTORAL
PLACED BY: UNION OF SOCIETIES OF CROATIAN
GEODESISTS
AND THE IVANIĆ GRAD DISTRICT. KLOŠTAR
IVANIĆ, SEPTEMBER 1991

Several hundred meters away, there is also a stone pillar (Fig. 26) which is the trigonometric point 210 Z. In 2006, the pillar was restored by the State Geodetic Administration (Fig. 27), which also placed a metal plate on it, reading:

The Republic of Croatia – State Geodetic
Administration
PERMANENT POINT OF GEODETIC BASE – 210
KLOŠTAR IVANIĆ – H = 159 m
Damaging and destroying forbidden by law

The trigonometric network which was established and connected to the Kloštar Ivanić tower was developed from 1855 to 1863, and it encompassed the area of former kingdom of Croatia and Slavonia (except the area of Croatian-Slavonian Military Border). It was connected to the sides of the Main Network Over Danube established in Hungary. Its production was led by the famous geodesist Franz Horsky, and continued to be produced by Franz Jeroljinek. Horsky took the length of the first side from the Main Network Over Danube, which had already been produced. According to the paper (Borčić and Frančula 1969), the trigonometric network was calculated under the assumption that the surface of the Earth was flat. In doing so, no map projections were applied. The projection for transformation from ellipsoid to plane was applied for the first time in 1863.

The graphic cadastral survey in the Kloštar Ivanić Coordinate System was produced in most of contemporary



Fig. 25. Memorial plate at the home of the Carmel sisters (Carmel of Little Theresa) rose in 1991 in memory of the first graphic cadastral survey (photo, October 2008)

Slika 25. Spomen-ploča na domu sestara karmelićanki (Karmel Male Terezije) podignuta je 1991. u znak sjećanja na prvu grafičku katastarsku izmjeru (snimljeno, listopad 2008)

23

TORANJ FRANJEVAČKE CRKVE SV. IVANA
KRSTITELJA U IVANIĆ KLOŠTRU
S GEOGRAFSKOM DUŽINOM 34°05'09,16"
ISTOČNO OD FERRA
I ŠIRINOM 45°44'21,25" IZABRAN JE OKO 1850. G.
KAO
KOORDINATNO
ISHODIŠTE
PRVE KATASTARSKE
IZMJERE
PROVEDENE U DRUGOJ POLOVINI 19. STOLJEĆA
NA
PODRUČJU ISTOČNE, SREDIŠNJE I GORSKE
HRVATSKE TE SJEVERNOG HRVATSKOG
PRIMORJA
POSTAVILI: SAVEZ DRUŠTAVA GEODETA
HRVATSKE
I OPĆINA IVANIĆ-GRAD. KLOŠTAR IVANIĆ, RUJAN
1991.

Na udaljenosti od nekoliko stotina metara postavljen je i kameni stup (sl. 26) koji ima oznaku trigonometrijske točke 210 Z. Taj stup obnovila je Državna geodetska uprava 2006. godine (sl. 27) i postavila na njega metalnu ploču na kojoj piše:

Republika Hrvatska – Državna geodetska uprava
STALNA TOČKA GEODETSKE OSNOVE – 210
KLOŠTAR IVANIĆ – H = 159 m
Zakonom zabranjeno oštećivanje i uništavanje.

Trigonometrijska mreža koja je bila postavljena i oslonjena na toranj Kloštar Ivanić razvijena je od 1855. do 1863. godine, a obuhvaćala je područje tadašnje kraljevine Hrvatske i Slavonije (izuzev područja Hrvatsko-slavonske vojne krajine). Ona je bila oslonjena na stranice Glavne prekodunavske mreže postavljene u Mađarskoj. Njezinu izradu vodio je poznati geodet Franz Horsky, a nastavio ju je izrađivati Franz Jeroljinek. Duljinu prve stranice Horsky je uzeo iz Glavne prekodunavske mreže, koja je bila prethodno izrađena. Prema radu (Borčić i Frančula 1969) trigonometrijska mreža izračunana je pretpostavljajući površinu Zemlje ravninom. Pritom nije primijenjena nikakva projekcija. Projekcija za prijelaz s elipsoida na ravninu prvi je put primijenjena tek 1863. godine.

Grafička katastarska izmjera u Kloštarivanićkom koordinatnom sustavu bila je izrađena u najvećem dijelu suvremene Hrvatske, a podjela na temeljne trigonometrijske listove u tom koordinatnom sustavu vidi se na sl. 28.

Podjela temeljnih trigonometrijskih listova u Kloštarivanićkom koordinatnom sustavu dimenzija 4000 hv × 4000 hv na detaljne listove (sekcije) dimenzija 1000 hv × 800 hv jednaka je kao i u Budimpeštanskom koordinatnom sustavu.

Svaki detaljni list (sekcija) imao je osim oznake svog položaja i tekući broj unutar jedinice izmjere (bivše



Fig. 26. Tower of the Franciscan church (trigonometric point 210 S) is the origin of the Kloštar Ivanić Coordinate System, and the stone pillar was indicated as the trigonometric point 210 Z (photo by MSc. M. Kadi, 2005)

24

Slika 26. Toranj franjevačke crkve (trigonometrijska točka 210 S) ishodišna je točka Kloštarivaničkoga koordinatnog sustava, a kameni stup označen je kao trigonometrijska točka 210 Z (snimio mr. sc. M. Kadi, 2005. godine)



Fig. 27. The State Geodetic Administration restored the stone pillar, the trigonometric point 210 Z and secured a metal plate to it (photo, October 2008)

Slika 27. Državna geodetska uprava obnovila je kameni stup trigonometrijske točke 210 Z i na njega učvrstila metalnu pločicu (snimljeno, listopad 2008)

Croatia, and the division into base trigonometric sheets in the coordinate system can be seen in (Fig. 28).

The division of base trigonometric sheets in the Kloštar Ivanić Coordinate System with dimensions 4000 fathoms \times 4000 fathoms into detailed sheets (sections) with dimensions 1000 fathoms \times 800 fathoms is the same as in the Budapest Coordinate System.

Each detailed sheet (section) had a marking of its position, as well as the ordinal number in the surveying area (former taxing district). The numbers started on the northwest sheet of every district and ran continuously in rows of detailed sheets from west to east.

The production of trigonometric networks and cadastral materials in Croatia was done by few Croatians and mostly by Austrians, Hungarians, Italians and Czechs.

3. Conclusion

The cadastral survey in Croatian territory was completed in 1869, and several generations of geodetic professionals participated in it (Macarol 1978). They can be considered conscientious and pedantic in surveying, drawing cadastral plans and editing cadastral documentation.

Considering the production of cadastral plans and complete cadastral documentation took so long, there

was a need for the first cadastral plan restoration as soon as the first cadastral survey had been completed.

Geodesists attended their main points, and especially the coordinate system origins of the first cadastral survey. Thus they have been preserved for almost 190 years, and some for about 150 years, standing as monuments of the first cadastral graphic survey. Geodesists need to honour that history and past and treat them with respect.

Acknowledgement

I would very much like to thank colleagues Prof. Emeritus Dr. Nedjeljko Frančula and Prof. Dr. Božidar Kanajet for carefully reading this paper and numerous advices for improving its quality. Colleague Frančula lent me the paper "Old Coordinate Systems in the Area of the Federal Republic of Croatia and Their Transformation into Gauss-Krüger Projection Systems", and colleague Kanajet wholeheartedly lent me the book "Triangulierungen". Considering pictures, I would like to thank Prof. Dr. Zdravko Galić for Fig. 16.b and colleague MSc. Marijan Kadi for Fig. 25.

I would also like to thank the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia for partially financing this paper, which was produced within the project "Development of Scientific Surveying Laboratory for Geodetic Instruments" no.: 007-1201785-3539.

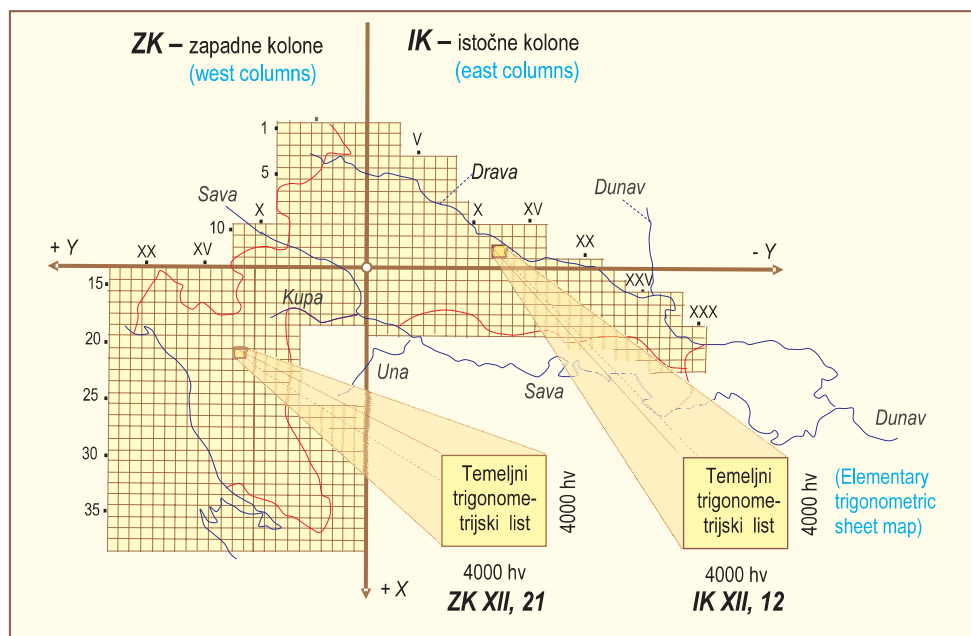


Fig. 28. Division into base trigonometric sheets in the Kloštar Ivanić Coordinate System (according to Macarol, 1977)

Slika 28. Podjela na temeljne trigonometrijske listove u Kloštarivanićkom koordinatnom sustavu (prema Macarolu, 1977)

25

porezne općine). Brojevi su počinjali na sjeverozapadnom listu svake općine i tekli kontinuirano u redovima detaljnih listova od zapada prema istoku.

U izradi trigonometrijskih mreža i katastarskih operata u Hrvatskoj sudjelovao je mali broj Hrvata, a većinom Austrijanci, Mađari, Talijani i Česi.

3. Zaključak

Katastarska izmjera u hrvatskim krajevima trajala je sve do 1869., kada je potpuno završena, a u njoj je djelovalo nekoliko generacija geodetskih stručnjaka (Macarol 1978). Za njih se može reći da su savjesno i pedantno izvodili sva mjerenja, iscrtavali katastarske planove i uređivali katastarsku dokumentaciju.

Budući da je izrada katastarskih planova i potpune katastarske dokumentacije trajala za veliko carstvo dugi niz godina, pojavila se potreba da se izvede prva reambulacija (obnova katastarskih planova) odmah po okončanju prve katastarske izmjere.

Na sve svoje glavne točke geodeti su pazili, a posebice na ishodišne točke koordinatnih sustava prve

katastarske izmjere. Tako su one očuvane već gotovo 190 godina, a neke oko 150 godina, i stoje kao spomenici prve katastarske grafičke izmjere. Geodeti tu povijest i prošlost moraju cijeniti i s poštovanjem se odnositi prema njoj.

Zahvala

Najljepše zahvaljujem kolegama prof. emeritusu dr. sc. Nedjeljku Frančuli i prof. dr. sc. Božidaru Kanajetu na pažljivom čitanju ovog rada i na mnogobrojnim savjetima za poboljšanje njegove kvalitete. Kolega Frančula mi je posudio rad "Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije", a kolega Kanajet mi je svesrdno posudio knjigu "Triangulierungen". Za slike najljepše zahvaljujem prof. dr. sc. Zdravku Galiću za sl. 16. b i kolegi mr. sc. Marijanu Kadiju za sl. 25.

Zahvaljujem također Ministarstvu znanosti, prosvjete i športa RH što je djelomično financiralo ovaj rad, koji je izrađen u okviru projekta "Razvoj znanstvenog mjeriteljskog laboratorija za geodetske instrumente" br.: 007-1201785-3539.

References / Literatura

- Borčić, B. (1954): Kloštar-Ivanički sistem, Geodetski list, str. 41-48.
- Borčić, B., Frančula, N. (1969): Stari koordinatni sustavi na području SR Hrvatske i njihova transformacija u sustave Gauss-Krügerove projekcije, Zavod za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Božičnik, M. (1978): Povodom 160. obljetnice katastarske izmjere u Hrvatskoj, Geodetski list, br. 10-12, str. 283-301.
- Božičnik, M. (1990): Zadar i njegova geodezija jučer i danas, Geodetski list, br. 4-6, str. 141-150.
- Božičnik, M. (1991): Obnova tornja crkve u Kloštar-Ivaniću, ishodišta koordinatnog sustava grafičke katastarske izmjere u sjevernoj Hrvatskoj, Geodetski list, br. 10-12, str. 415-418.
- Božičnik, M. (1994): Proslava 900. godišnjice spomena imena Kloštar Ivanića, Geodetski list, br. 4, str. 408-410.
- Fasching, A. (1909): Novi projekcioni sustavi ugarske zemaljske triangulacije i potanke izmjere, Dvostruka stereografska projekcija, Budimpešta.
- Gusić, Ivica (1995): Matematički rječnik, Element, Zagreb.
- Hartner-Doležal (1910): Niederen Geodäsie (Niža geodezija), 1. svezak, 2. dio § 59, Katastralaufnahme (Katastarsko snimanje), 10. izdanje, L. W. Seidel & Sohn, Wien.
- Korošec, B. (1978): Naš prostor v času in projekciji, Geodetski zavod SR Slovenije, Ljubljana, str. 168-172.
- Kren, T. (2007): Astronom Mirko Danijel Bogdanić i zemljopisna karta Mađarske, <http://www.astronomi.hr/content/view12/271/> (8. 04. 2008.)
- Macarol, S. (1978): Praktična geodezija, Tehnička knjiga, Zagreb
- Manin, M. (2006): Zapadna Istra u katastru Franje I (1818. - 1840.), Srednja Europa, Zagreb.
- Marek, J. (1875): Tehnički naputak za trigonometrijske radove katastra, Budimpešta.
- Šentija, J. (ur., 1979): Milja, Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda, Zagreb, sv. 5, str. 486.
- Škalamera, Ž. (2000): Franciskanska izmjera Istre 1817. - 1824., Istarski geodet, Glasilo Udruge geodeta Istarske županije, Pazin, str. 2-17.
- Ungarov, B. (1949): Mjerilo sjevero-dalmatinskih planova, Geodetski list, str. 296 - 300.
- Triangulierungen (1901): Das Ergebnisse Triangulierungen des K. U. K. Militär-Geographischen Institutes, I. Band, Triangulierung I. Ordnung, Wien.

URL 1: Kaiserin Maria Theresia

[http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Bild:Kaiserin_Maria_Theresia\(HRR\).jpg&f](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Bild:Kaiserin_Maria_Theresia(HRR).jpg&f). (16. 9. 2008.)

URL 2: Jozef II

http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_II._Holy_Roman_Emperor (17. 9. 2008.)

URL 3: Franz II

[http://de.wikipedia.org/wiki/Franz_II._\(HRR\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Franz_II._(HRR)) (22. 9. 2008.)

URL 4: Franciscus II

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FranciscusII.png> (8. 2. 2009.)

