

Az ivanicsi (ivaníci) rendszer paraméterezése a térinformatikai alkalmazásokban

Dr. Timár Gábor¹, Markovinović Danko², Kovács Béla³

¹ELTE Geofizikai Tanszék Űrkutató Csoport

²Zágrábi Egyetem, Geodéziai Intézet, Geomatikai Tanszék

³ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék



Bevezetés

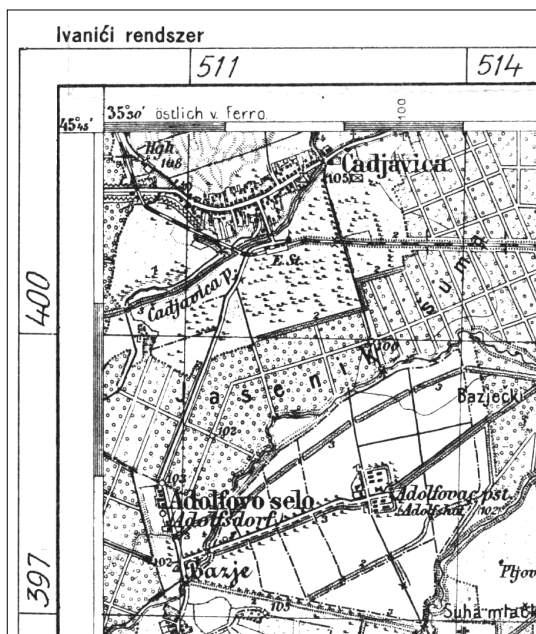
A történelmi Magyarország területe a XIX. századi térképezési-felvételezési kampányok idején több részre, mai szóhasználatnál élve zónára oszlott. Így történt ez a második és harmadik katonai felmérés geodéziai és térképezési munkálatai idején is.

A második katonai felmérés (*Hofstätter*, 1989; *Jankó*, 2001) során a magyarországi és az erdélyi hálózatok mellett, attól függetlenül készült el a horvátországi kerethálózat a XIX. század első felében (*Varga*, 2005). Az előbb említett geodéziai alapokon értelmezték a magyarországi vetületi hálózatot, bécsi középponttal, illetve az erdélyi hálózatot, vízaknai középponttal. Ezen térképek vetülete a Cassini-vetülettel közelíthető, de azzal nem egyezik meg pontosan, ezért az irodalomban a vetületnélküli rendszerek kifejezés is elterjedt (*Varga*, 2002). Ezen rendszerek térképeinek térinformatikai adatbázisokba történő beillesztését korábbi munkáinkban (*Timár*, 2004; *Timár és Molnár*, 2003; *Timár et al.*, 2004) már bemutattuk. Horvátországban mind a geodéziai, mind pedig a vetületi középpont az ivaníci zárdatorony (mai nevén: *Klostar Ivaníci*, a továbbiakban a rendszert a magyar szakirodalom által használt, horvát kiejtés szerint ivanicsiként említjük), az alapfelület pedig a Zach-Oriani hibrid ellipszoid (*Varga*, 2002).

A későbbiekben Magyarországon és Erdélyben újabb geodéziai alapokon történt a sztereografikus térképezés, a harmadik felmérés keretében. Ennek eredményeként jött létre a budapesti és a marosvásárhelyi rendszer, gellérthegyi és kesz-

tejhegyi középpontokkal, délnyugati tájékozással (*Marek*, 1875). Az alapfelület a Bessel-1841 ellipszoid, a kataszteri alkalmazásokban pedig annak Gauss-féle simulógömbje volt. Az említett két rendszer tájékozását később megfordították, és a középpontok új, zérustól eltérő vetületi koordinátákat rendeltek. Ezt oly módon oldották meg, hogy a korábbi koordinátákat a marosvásárhelyi rendszer esetén 600000 méterből, a budapesti rendszer esetén pedig 500000 méterből kivonták (*Varga*, 2002), így a térképezéssel érintett területen minden pont koordinátái pozitív értéket kaptak. Itt kell megjegyezni, hogy a tájékozás megfordítása és az új koordináták alkalmazása a kataszteri térképeket nem érintette, azokat csak a topográfiai térképeken alkalmazták.

Hasonló eljárást követtek az ivanicsi középpontú rendszerrel is: itt a korábbi koordinátákat 400000 méterből vonták ki. Valószínűleg a hasonló eljárás az oka, hogy az irodalom egy része tényként kezeli, hogy az ivanicsi rendszer sztereografikus volt (pl. *Hofhauser*, 1938, de mai tankönyvek is). Meg kell, hogy jegyezzük, hogy a térinformatikai adatintegrációhoz szükséges 10-20 méteres vízszintes pontosság eléréséhez mind a Cassini- mind pedig a sztereografikus vetület megfelelő az ivanicsi rendszer közelítéséhez. Emiatt a jelen munkában nem lenne szükséges állást foglalnunk abban a kérdésben, hogy a rendszer milyen vetületben készült, mégis elfogadjuk *Varga* (2005a; 2005b) XX. század eleji szakirodalmi bázison alapuló kutatási eredményeit, és a rendszer térképeit vetületnélkülieknek tekintve, a továbbiakban azokat Cassini-vetület helyettesítjük.



1. ábra Egy, az ivanicsi rendszer koordinátavonalaival ellátott 1:75 000 méretarányú térképszelvény sarokrészlete a koordináta-rendszer megnevezésével.

Az ivanicsi rendszerrel az 1:75 000 méretarányú, koordinátavonalakkal felülnyomott régi, poliéder-vetületű térképeken találkozhatunk (1. ábra). Az alábbiakban megadjuk az ivanicsi rendszerben készült térképek térinformatikai rendszerbe integrálásához szükséges vetületi- és dátumparamétereket.

Az ivanicsi rendszer kezdőpontja

Amint a bevezetőben említettük, a rendszer vetületi kezdőpontja a Kloster Ivanić-i zárdatorony (2. ábra). A torony koordinátái a második felmérés alapfelületén ismertek (Marek, 1875; Varga, 2002), de a poliéder-vetület alapfelületeként alkalmazott Bessel-ellipszoidon nem. A kezdőpontról mindazonáltal rendelkezésünkre állt egy 1:75000 méretarányú, 1882-ben felmért térképszelvény, amelyről a torony koordinátáit kb. 20 méter pontossággal le tudtuk olvasni. A Ferro-Greenwich eltolást $17^{\circ} 39' 46''$ -nek definiálva, a Kloster Ivanić-i zárdatorony koordinátái a térképszelvényen:

$$\begin{aligned}\Phi &= 45^{\circ} 44' 21,5'' \\ \Lambda &= 16^{\circ} 25' 22,4''\end{aligned}$$

A torony koordinátái Marek (1875) alapján:

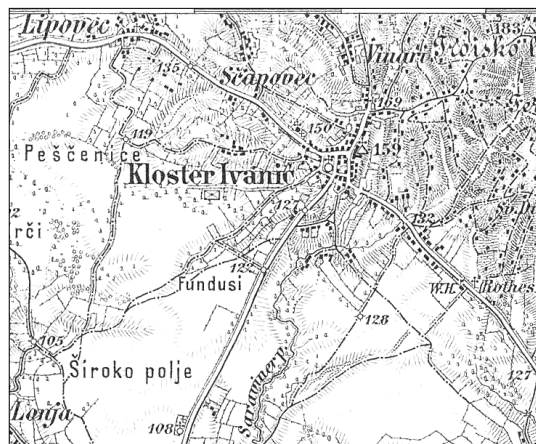
$$\begin{aligned}\Phi &= 45^{\circ} 44' 21,25'' \\ \Lambda_F &= 34^{\circ} 05' 9,16'' \text{ (Ferrótól)} \\ \Lambda_G &= 16^{\circ} 25' 23,16'' \text{ (Greenwich-től, a fent említett eltérés alkalmazásával)}\end{aligned}$$

Ez alapján kijelenthetjük, hogy a térképről leolvasott koordináták a leolvasás pontosságán belül megegyeznek a torony Marek (1875) által még a második katonai felméréshez és a korabeli kataszteri rendszerhez megadott koordinátaival. Ha azzal a feltételezéssel élünk, hogy a koordinátákat a Bessel-ellipszoidon is érvényesnek tekintették, úgy javasolható a vetületi kezdőpont Marek-féle definíciójának elfogadása.

Természetesen az ivanicsi koordinátavonalakkal felülnyomott térképek maguk poliéder-szelvényezésűek (Varga, 2002). A szelvények georeferálásának módját az utolsó fejezetben ismertetjük. Az ivanicsi rendszer koordináta-vonalainak felülnyomása során a térképen 1 milliméteres hibák is jelentkeztek, amelyek a terepen 75 métert tesznek ki.

A térképek alapfelülete és annak elhelyezési paraméterei

A Monarchia térképészete a második katonai felmérést követően, de a gyakorlatban már 1863-tól a Bessel 1841 ellipszoidot, illetve annak Gauss-gömbjét használta alapfelületként (Marek, 1875). A Bessel-ellipszoidnak azonban számos eltérő elhelyezésű változatát használták (Mugnier, 1997; 1999; 2004; Varga, 2002; Timár et al., 2003;



2. ábra. A mai Kloster Ivanić település 1:75 000 méretarányú térképrészletén. A vetületi kezdőpont a háromszögelési jellel jelölt torony.

2004; Ádám, 2004). Ezek egy részének térinformatikai integrációja megoldott, elhelyezési paramétereik ismertek. Nem mondható el ez az ivanicsi rendszer térképeinek, és általában a Habsburg Monarchia 1:75 000-es térképszelvényeinek az alapfelületére. A Gauss-féle simulógömb alkalmazása a közvetlen sztereografikus vetítéshez képest csak centiméteres eltérést okoz (Hőnyi, 1967), így annak hatását a magyarországi megoldáshoz (Tímár et al., 2003) hasonlóan elhanyagoljuk.

A térinformatikában használt elhelyezési paraméterek az alapfelületként használt ellipszoid középpontjának és a Föld tömegközéppontjának (a WGS84 dátumnak) egymáshoz képest érvényes helyzetét írják le a Földhöz rögzített, földközépponti (ECEF – *Earth Centered, Earth Fixed*) koordinátarendszerben. Ennek a vektornak a három, méterben kifejezett komponense az, amely a térinformatikai rendszerek számára egyértelműen leírja az alapfelület, esetünkben a Bessel-ellipszoid elhelyezését.

A vetületi kezdőpontnak nemcsak az előző pontban megadott Bessel-ellipszoidi, hanem a mai horvát HDKS (Hrvatski Državni Koordinatni Sustav) nemzeti vetületi rendszer 5. zónájában érvényes koordinátái is ismertek:

$$E = 5610821,17 \text{ m}$$

$$N = 5067029,45 \text{ m}$$

Ez a rendszer egy $E_0 = 5\,500\,000 \text{ m}$; $N_0 = 0 \text{ m}$ vetületi koordinátákkal rendelkező $\Phi_0 = 0^\circ$ $\Lambda_0 = 15^\circ$ kezdőpontú, 0,9999 méretaránytényezőjű transzverzális Gauss-Krüger vetület (Mugnier, 1997). Alapfelülete a Bessel-ellipszoid, a következő elhelyezési paraméterekkel: $dX = +674$; $dY = -203 \text{ m}$; $dZ = +474 \text{ m}$.

Ezekből az adatokból az ivanicsi rendszer alapfelülete és a WGS84 rendszer közötti elhelyezési paraméterek levezethetők, és ezek a következők:

$$dX = +675 \text{ méter};$$

$$dY = -108 \text{ méter};$$

$$dZ = +447 \text{ méter}.$$

A paraméterek hibáját a kezdőpont alapfelületi koordinátáinak leolvasási hibája határozza meg, így azt mintegy 20 méterre kell, hogy becsüljük.

Alkalmazás

A fent ismertetett vetületleírás és alapfelületi paramétersor felhasználásával az ivanicsi rendszerben készült térképek a felülnyomás maximális hi-

bájából származó, mintegy 70 méteres pontossággal integrálhatók a térinformatikai alkalmazásokba. Az általunk vizsgált szelvények esetén ez a 70 méter felső határnak bizonyult, a szelvények nagy részén a hiba a leolvasási pontosság alatt maradt.

A gyakorlatban az integráció első lépése, hogy az általunk használt térinformatikai programot „meg kell tanítsuk” a fent leírt vetületre és geodéziai dátumra. Ez a GIS-szoftverek nagy részében szöveges file-ok szerkesztését jelenti, néhány programban a definíció a menürendszerből is megoldható. Ezután a térképszelvények csak a vetületi koordinátavonalak metszéspontjainak, mint illesztőpontoknak a felhasználásával georeferálhatók, majd a szoftver segítségével az eredmény a modern térképi vetületekbe (pl. UTM, HDKS) transzformálható.

Az olyan 1:75 000 méretarányú szelvények esetén, amelyek bár Horvátországot ábrázolják, de nincs feltüntetve rajtuk az ivanicsi hálózat, a következőképpen kell eljárni. Definiálnunk kell egy sztereografikus síkvetületet, amelynek kezdőpontja a szelvény középpontja. Javasoljuk, hogy a Ferro-Greenwich eltérésre ebben az esetben is a $17^\circ 39' 46''$ konstans használjuk, mert az elhelyezési paraméterek meghatározásakor is ezt alkalmaztuk. A térkép négy sarokpontját használjuk illesztőpontnak, térképi koordinátáik pedig ebben a sztereografikus vetületben adandók meg, a geodéziai alapfelület pedig azonos az előző pontban ismertetettel. Amennyiben néhány tíz méteres maradék hibák jelentkeznek, azok a térképi tartalom forgatásmentes eltolásával korrigálhatók.

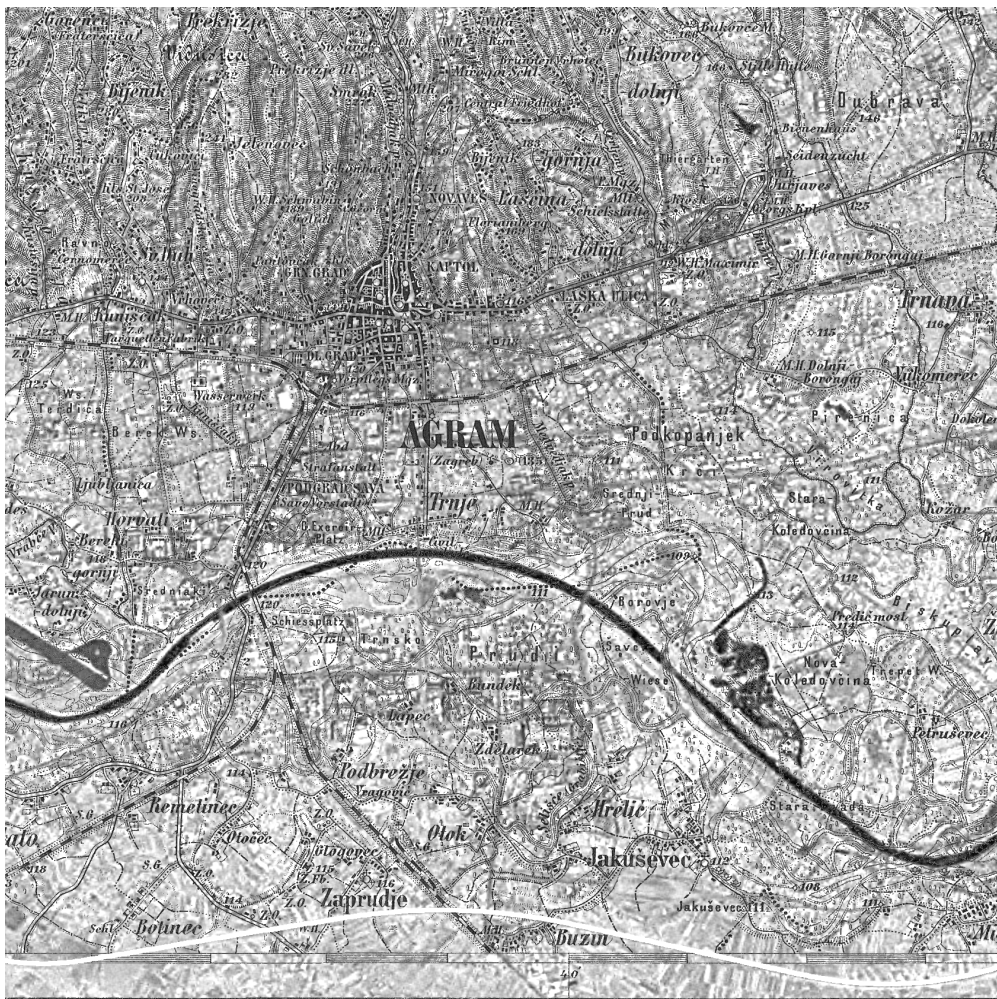
Az alkalmazásra mutat példát a 3. ábra: 15 méter felbontású Landsat-ETM műholdfelvételt kombináltunk a Zágrábot ábrázoló 1:75000-es térképszelvény georeferált tartalmával, illetve a várostól délre húzódó autópályán felvett GPS-trackloggal. Az alkalmazás lehetővé teszi a korabeli névrajz megjelenítését, illetve a természetes és az épített környezet változásának elemzését is.

Köszönetnyilvánítás

A munka elkészítését a Magyar Űrkutatási Iroda TP 277/2006 jelű témapályázata támogatta. A vetületi koordináták nélküli 1:75000 méretarányú szelvények szkennelését a Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtárának anyaga alapján az Arcanum Adatbázis Kft. végezte és bocsátotta a szerzők rendelkezésére. A szerzők köszönetet mondanak dr. Varga József (BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék) megjegyzéseiért és javaslataiért.

IRODALOM

- Ádám J. (2004): Magyarország hagyományos és műholdas geodéziai hálózatai. In: Ádám J., Bányai L., Borza T., Busics Gy., Kenyeres A., Krauter A., Takács B. (eds): Műholdas helymeghatározás. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 264–274.
- Hofhauser J. (1938): Az országos felmérés és térképezés honvédelmi megvilágításban, *Térképészeti Közöny* 5 (3–4): 146–158.
- Hofstätter, E. (1989): Beiträge zur Geschichte der österreichischen Landesaufnahmen, I. Teil, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 196 p.
- Hőnyi E. (1967): Két földi ellipszoid relatív helyzetének meghatározása a háromszögelési hálózat alapján. *Geodézia és Kartográfia* 19:263–268.
- Jankó A. (2001): A második katonai felmérés. *Hadtörténeli Közlemények* 114: 103–129.
- Marek, J. (1875): Technische Anleitung zur Ausführung der trigonometrischen Operationen des Katasters, Budapest, 397p.
- Mugnier, C. J. (1997): Grids & Datums – Yugoslavia. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 63: 1042 & 1062.
- Mugnier, C. J. (1999): Grids & Datums – Republic of Hungary. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 65: 423 & 425.



3. ábra: A koordináta-illesztés eredménye: Zággráb 1:75000 méretarányú térképszelvényének egy része Landsat ETM hamis színes kompozit űrfelvétellel és az autópályán GPS-szel felvett útvonallal (világos színű vonal az ábra alsó részén) kombinálva.

- Mugnier, C. J. (2004): Grids & Datums – Republic of Austria. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* **70**: 265 & 267.
- Timár, G. (2004): GIS integration of the second military survey sections – a solution valid on the territory of Slovakia and Hungary. *Kartografické listy* **12**: 119–126.
- Timár G.–Molnár G. (2003): A második katonai felmérés térképeinek közelítő vetületi és alapfelületi leírása a térinformatikai alkalmazások számára. *Geodézia és Kartográfia* **55**(5): 27–31.
- Timár G.–Molnár G.–Márta G. (2003): A budapesti sztereografikus, ill. a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára. *Geodézia és Kartográfia* **55**(3): 16–21.
- Timár G.–Molnár G.–Păunescu C.–Pendea F. (2004): A második és harmadik katonai felmérés erdélyi szelvényeinek vetületi és dátumparamétereit. *Geodézia és Kartográfia* **56**(5): 12–16.
- Varga J. (2002): A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig. Kézirat, BME, Budapest, URL: http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm
- Varga J. (2005a): Volt-e ivanicsi (ivaníci) sztereografikus vetület? *Geomatikai Közlemények VIII*: 45–51.
- Varga J. (2005b): Volt-e Ivanicsi (Ivaníc) Sztereografikus Vetületi Rendszer? *Geodézia és Kartográfia* **57**(4): 21–26.

Projection and datum parameters of the old Croatian Ivaníc grid for GIS applications

G. Timár – D. Markovinović – B. Kovács

Summary

The geodetic datum parameters are presented between the world's quasi-standard, the geocentred WGS84 datum and the datums used for

the XIXth century topographic maps of Croatia. Together with the datum, the map projection is discussed. This data set enables to fit the old Croatian maps to the modern ones in GIS packages without using selected ground control points but using only the indicated grid values and crosshairs, or the map frames and corners of the usual 1:75000 sheets. The shift parameters between the old Croatian datum and the WGS84, are the followings:

Ellipsoid: Bessel 1841 (a = 6377397.155 m; f = 1/299.1528128)

Molodensky-type location parameters: dX = +675m; dY = -108 m; dZ = +447 m.

The map projection parameters are the followings:

Projection type: in GIS practice it is suitable to choose either Cassini or oblique Stereographic (Roussilhe-type or Extended Stereographic) projection.

False Eastings=False Northings = 400000 meters
Scale factor = 1.0

Coordinates of the projection center:

$$\Phi = 45^{\circ} 44' 21,25''$$

$$\Lambda = 16^{\circ} 25' 23,16''$$

If no projection coordinate lines are indicated on the 1:75 000 sheets, the correct way of the georeferencing is the following: define an oblique Stereographic projection with a center at the geometric center of the sheet. The four corners of the sheet can be used as ground control points. The map coordinates of them should be given in this local Stereographic projection, and the datum parameters of the Bessel ellipsoid should be set as provided above. Then, a map-to-map reprojection can be applied to transform the sheet content to the modern map projection systems, eg. to UTM or the Croatian HDKS grid.