

# A második világháború német katonai térképeinek koordinátarendszere

Dr. Timár Gábor<sup>1</sup>, Lévai Pál<sup>2</sup>, dr. Molnár Gábor<sup>1</sup>, dr. Varga József<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ELTE Geofizikai Tanszék Úrkutató Csoport

<sup>2</sup>FÖMI Adat- és Térképtári Osztály

<sup>3</sup>BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék



## Bevezetés

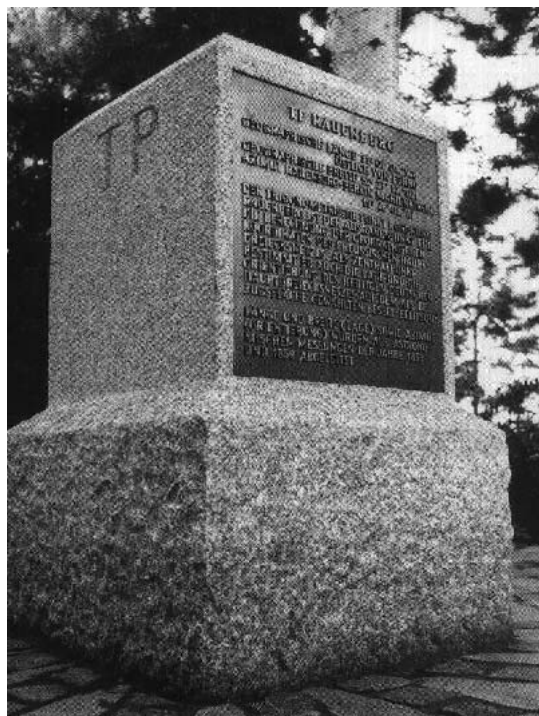
A második világháború első szakaszában, 1942 végéig a német hadsereg egyre újabb és újabb területeket hódított meg. Kelet-Európa hatalmas területei kerültek német megszállás alá, amely alól csak a *de facto* szövetséges államok területe volt kivétel, és mint a magyar példa mutatja, azok sem a háború végéig. A német katonai térképészet azonnal megkezdte a meghódított területek térképezését, részben zsákmányolt térképek, részben saját felmérések felhasználásával. Az így létrejött katonai térképek koordináta-rendszerének elnevezése: *Deutsche Heeres Gitter* (DHG; német katonai hálózat). Amint azt alább részletezzük, a rendszer a méretarány-tényezőtől eltekintve megegyezik az UTM rendszerrel, alapfelülete pedig a Bessel-1841 ellipszoid. Az alapfelület elhelyezése és tájékozására vonatkozó adatok csak egyes területekre érhetők el (pl. *Homoródi*, 1952; *Mugnier*, 2000a, 2000b, 2002; *Řadej*, 2001). Egyes területekre, így a Német Birodalomba beolvasztott Ausztria és Csehország területére, illetve Szlovákiára és Magyarországra kiterjesztették a németországi alapfelületet, gyakorlatilag megkezdve az első európai regionális geodéziai alaphálózat kialakítását. Más, főként megszállt területeken a DHG koordináta-rendszer alapjaként a Bessel-ellipszoidokon értelmezett helyi dátumokat vették át.

Jelen munkánkban rövid áttekintés jelleggel bemutatjuk a németországi geodéziai alapfelületeket és azok térinformatikai célú paraméterezését. Kü-

lön kiemeljük a második világháborús német katonai térképészet által is használt rendszert, illetve, a teljesség igénye nélkül, annak kiterjesztését egyes kelet-európai területekre. Elemezzük a rendszer magyarországi realizációját. Végül megadjuk a térképészet térinformatikai integrációjához szükséges paramétereket, amelyek megfelelnek a GPS-alkalmazások céljára is, megnyitva ezzel a lehetőséget a német katonai koordinátákkal megadott tereppontok mai, GPS-alapú rekonstrukciójához is.

## A németországi geodéziai alapfelületek (dátumok)

A Németországban a huszadik században és ma is használt topográfiai térképek alapja az 1875-ös poroszországi felmérés volt, amelyet a XIX. század végén kiterjesztettek a Német Császárság többi területeire is. A felmérésben a Bessel-1841 ellipszoidot használták, a geodéziai kezdőpont a Berlin Tempelhof kerületében emelkedő Marienhöhe nevű dombon levő Rauenberg elsőrendű háromszögelési pont volt (*I. ábra*). Ennek földrajzi koordinátáit a berlini régi csillagvizsgálóból vették le, később határozták meg a Rauenberg pont és a Marienkirche tornya által adott háromszögoldal azimutját. Utóbb észrevették, hogy a pont hosszúságában 13,39"-es hibát követtek el. A pont alapfelületi koordinátáit (csakúgy, mint a munkában említett, de meg nem adott egyéb németországi koordinátákat) LNW (1999) közli. A rendszer méretarányát az ún. legális méter (legales



1. ábra A Rauenberg alappont helyén álló emlékmű a berlini Marienhöhe dombon.

Meter) jelentette: a német földmérés által használt minta 13,355 mikronnal rövidebb volt, mint a nemzetközi méter. A kezdőmeridián – hasonlóan a Monarchia térképészetéhez – előbb a ferói, majd a greenwichi meridián volt. Az új kezdőmeridiára történő áttérés egy véletlen körülmény miatt semmilyen nehézséget sem okozott. Greenwich ugyanis  $17^{\circ} 39' 46,02''$ -cel van Ferótól keletre, a régi berlini csillagvizsgáló tornyának hosszúsága pedig, amelyből Rauenberg hosszúságát levezették  $13,39''$ -cel hibás volt. Így a fokbeosztást  $17^{\circ} 39' 59,41''$ -cel kellett volna eltolni. Kerekén  $17^{\circ} 40' 00,00''$ -es eltolást alkalmaztak, aminek eredményeként a topográfiai térképek régi szelvénybeosztását is meg lehetett tartani (Trájer, 1926). Ezt az értéket vette át Ausztria, Csehszlovákia és Jugoszlávia is.

A berlini régi csillagvizsgálót lebontották, és a Rauenberg alappontot a XX. század elején fokozatosan ipartelepek vették körül, emiatt a rendszer geodéziai kezdőpontját a közeli Potsdamban, a Geodéziai Intézet területén álló Helmert-toronyba helyezték át, a hálózatba vont alappontok koordinátáinak változatlanul hagyásával. Ez utóbbi hely ma a potsdami Földtudományi Kutatóközpont (*GeoForschungsZentrum*, Potsdam; 2. ábra) ré-

sze. A most már potsdami kezdőpontú rendszert 1940-ig egységesítették, és a létrejött rendszer korabeli elnevezése *Reichsdreiecksnetz 1940* (RDN-1940) lett. A második világháború során a rendszert a Nagynémet Birodalomba újonnan annektált területeken is bevezették (RMI, 1944). Amint azt a jelen munka során elvégzett, és alább bemutatott számítások igazolják, arra is törekedtek, hogy a rendszert ne csak a német katonai vagy



2. ábra A potsdami *GeoForschungsZentrum*.

polgári közigazgatás alatt levő területekre, hanem egész Közép-Európára ki lehessen terjeszteni.

A második világháborút követő megosztottság időszakában mind a nyugati (NSZK), mind a keleti (NDK) Németország geodéziai szolgálata átvette az RDN-1940 rendszerben meghatározott alapponti koordinátákat. Keleten a rendszer nevét is megtartották, miközben több alkalommal elvégezték a kizárólag az NDK területére vonatkozó újra-kiegyenlítést. A nyugati rész-rendszer neve *Deutsche Hauptdreiecksnetz 1977* (DHDN77) lett.

A régi német rendszer megtartása mellett az NDK katonai célokra a Szovjetunióban, később a Varsói Szerződés tagállamaiban bevezetett egységes katonai alapfelületet, a Kraszovszkij-1940 ellipszoid Pulkovo-1942 dátumát vette át. Nyugat-

Németország részt vett a Hayford-ellipszoidon alapuló egységes európai kiegyenlítési munkálataiban (megjegyezzük, hogy amint arra *Homoródi*, 1952, is utal, e munkák nem korlátozódtak Nyugat-Európára, hiszen a számításokat magyarországi alappontokra is elvégezték, de nálunk e rendszert a gyakorlatban nem alkalmazták). Ez a munka eredményezte az európai 1950-es rendszert (*European Datum* 1950; ED50). Ennek a rendszernek a geodéziai kezdőpontja is a potsdami Helmert-torony lett. A sort a München-Frauenkirche kezdőpontú új európai ED87 rendszer, illetve az újraegyesített országban a WGS84- és ETRS89-alapú geocentrikus rendszerek bevezetése zárja.

A fentiek eredményeképp a geodéziai alapfelületek kezdőpont szerinti neve bizonyos zavart okozhat. Mind a régi, Bessel-ellipszoidi német, mind az 1950-es, Hayford-ellipszoidi európai rendszer kezdőpontja a potsdami Helmert-torony, ezért a térinformatikai és a GPS-tárgyú, nem tudományos irodalomban gyakran mindkettőt „Potsdam Datum” néven említik, pedig a kettő nem ugyanaz. Az ellentmondást feloldandó, a régi, Bessel-ellipszoidi rendszert szokás még mindig Rauenberg vagy még inkább Potsdam-Rauenberg dátumnak is nevezni (annak ellenére, hogy a „Rauenberg” pont nem Potsdamban van), míg az európai rendszer helyes megnevezése ED50.

### A németországi dátumok elhelyezése

A térinformatikai gyakorlatban a dátumok elhelyezését nem a kezdőpontként használt alappont koordinátaival, hanem a dátumellipszoid valódi geometriai középpontjának a WGS84 földi ellipszoid középpontjához (a földi tömegközéppont-hoz) képest érvényes geocentrikus eltolási paraméterekkel (Molodensky, 1960) írják le. A továbbiakban ismertetett dX, dY és dZ eltolási paraméterek tehát ennek megfelelőek, a transzformációs irány mindig a helyi rendszerből a WGS84 rendszerbe történő transzformációnak megfelelő. Bár az irodalomban számos paraméteregyüttes található, amelyek az elhelyezésen kívül a tájékozás és a méretarány-tényező leírását is tartalmazzák, a jelen dolgozat gyakorlati részében kizárólag az alapfelületek elhelyezésével foglalkozunk, vállalva az ezzel járó nagyobb illeszkedési hibákat is. Ugyancsak kihagyjuk vizsgálatunkból a keletnémet területeken a XX. század második felében bevezetett rendszert, amely a Varsói Szerződés országaiiban közösen használt alapfelület (S-42) he-

lyi realizációja, de a második világháborús térképészetre nézve nincs jelentősége.

A német szakirodalomban és főként az Interneten olyan nagyszámú forrás ismerteti a német rendszerek alapfelületének elhelyezési paraméte-

transzformáció	dX (m)	dY (m)	dZ (m)
1 Potsdam (Rauenberg) » WGS84 (Internet)	606	23	413
2 DHDN77 » WGS84 (Internet)	631	23	451
3 ED50 » WGS84 (DMA, 1990)	-87	-96	-120
4 Potsdam (Rauenberg) » ED50	718	123	566
5 Potsdam (Rauenberg) » WGS84 (3.+4.)	631	27	446
6 Potsdam (Rauenberg) » WGS84 (GPS mérés)	636	28	451

1. táblázat A németországi alapfelületek elhelyezési paramétere.

reit, hogy meg sem kísérelhetjük felsorolásukat (*Ihde és Lindstrot*, 1995, jó áttekintést adnak). Az ismertetett paraméterek részben az eredeti Rauenberg-rendszerre, részben a DHDN77 rendszerrel vonatkoznak (1. táblázat első és második sora). Elérhetők emellett a szintén Potsdam-kezdőpontú ED50 rendszer elhelyezési paramétere (1. táblázat harmadik sora). Mivel a potsdami Helmert-turm ellipszoidi koordinátái mind a Rauenberg-mind az ED50-rendszerben ismertek (LNW, 1999), az egyes rendszerekben értelmezett geoidunduláció becslésével a Rauenberg → ED50 közötti eltolási paraméterek közvetlenül is kiszámíthatók (1. táblázat 4. sora), így a Rauenberg-rendszer paramétereire nézve újabb, az ED50-en át történő közvetett becslést adhatunk (1. táblázat 5. sora). Végül megemlíthetjük, hogy találtunk az Interneten olyan GPS-terepont (Waypoint) adatbázist, amely tartalmazta a Rauenberg felsőrendű háromszögelési pont helyén álló emlékmű WGS84 koordinátáit, feltételezésünk szerint a kézi GPS-vevőkre jellemző kb. 5 méteres vízszintes hibával. Az EGM96 globális geoidmodell felhasználásával ebből az adatból is megbecsülhetjük a Rauenberg rendszer és a WGS84 közötti transzformáció eltolási paramétereit (1. táblázat 6. sora). Ezt az adat elemzéseink ellenőrzésére használjuk.

Vizsgáljuk meg az 1. táblázatban foglalt adatokat! Láthatjuk, hogy az 5. és 6. sorban feltüntetett becslött paraméterek a térinformatikai (de nem a geodéziai!) hibahatáron belül megegyeznek a nyugatnémet DHDN77 rendszer paraméterezésével. Várakozásunk azonban az lenne, hogy e becslések a teljes Németországra vonatkozó Rauenberg- (ill. második világháborús néven: RDN-1940) rendszerrel essenek egybe. Van itt ellentmondás?

Véleményünk szerint nincs. Ha jobban megvizsgáljuk az *1. táblázat* első és második sorának adatait, arra az eredményre juthatunk, hogy a két paramétersor Németország területére vízszintes értelemben nagyon hasonló eredményeket ad. Jelölje  $r_1$  a WGS84 ellipszoid geometriai középpontjától az első sorban felírt Rauenberg-dátum középpontjához húzott helyvektort! Ennek koordinátái pont az első sorban írt számértékek ellentettjei lesznek.  $r_2$ -vel jelöljük a WGS84 középpontjától a DHDN77 középpontjába húzott helyvektort. Képezzük a két helyvektor háromdimenziós különbségét:

$$r_{diff} = r_1 - r_2 = (dX_{diff} = 25\text{m}; dY_{diff} = 0\text{m}; dZ_{diff} = 38\text{m}) \quad (1)$$

Lássuk, hogy ez a helyvektor a középpontból az alapfelület milyen szélességgel és hosszúsággal megadott pontjára mutat:

$$\begin{aligned} \varphi_r &= \arctan\left(\frac{dZ_{diff}}{\sqrt{dX_{diff}^2 + dY_{diff}^2}}\right) = \\ &= \arctan\left(\frac{38}{25}\right) \approx 56.6^\circ, \quad (2) \end{aligned}$$

$$\lambda_r = \arctan\left(\frac{dY_{diff}}{dX_{diff}}\right) = \arctan\left(\frac{0}{25}\right) = 0^\circ, \quad (3)$$

míg a helyvektor hossza (a háromdimenziós eltérés, méterben):

$$|r_{diff}| = \sqrt{dX_{diff}^2 + dY_{diff}^2 + dZ_{diff}^2} = 45.5, \quad (4)$$

ami közelítőleg megegyezik az EGM96 globális geoidmodell által Berlin térségére becsült geoidunduláció (kb. 40 m) értékével.

Eszerint a két, internet-forrású dátum-definíció a térinformatikai hibahatáron belül vízszintes értelemben megegyezik, térben pedig annyiban különböznek, hogy az *1. táblázat* első sorában ismertett paramétersor nem veszi figyelembe a geoid magassági helyzetét.

Pontosabb egyezést kapunk, ha az első sor paramétereit az általunk az ED50 adatain keresztül becsült 5. sor értékeivel vetjük egybe. Ekkor  $\varphi_r \approx 52,5$  fok;  $\lambda_r \approx 9$  fok, míg a függőleges eltérés 41 méter. Látható, hogy a helyvektorok különbsé-

ge itt pontosan Németországra mutat, tehát a vízszintes értelmű eltérés minimális. Az ötödik és az ellenőrzésre használt hatodik sor különbsége szintén függőleges értelemben jelentkezik, és akár a kézi GPS-sel vett alappont mérési hibájából, akár az ED50-re vonatkozó potsdami geoid-unduláció elhanyagolásából is adódhat.

A fentiek alapján tehát javasolható a – térinformatikai pontosságon belül egyébként is azonos – német alapfelületek paraméterezésére az *1. táblázat* 5. sorában leírt számsor használata. Így a továbbiakban térinformatikai célokra az RDN-1940 » WGS84 transzformáció paramétereiként a  $dX=+631$  m;  $dY=+27$  m;  $dZ=+446$  m adatokat javasoljuk használni, egyelőre legalábbis Németország területére.

### A DHG koordinátarendszer kelet-európai alapfelületei

A második világháború során, a német hadsereg előnyomulásának, illetve a német érdekszféra kiterjedésének megfelelően az RDN-1940 rendszert Közép-Európa nagy területeire kiterjesztették, vagy előkészítették azt (RMI, 1944). A megszállt területeken a meglévő geodéziai hálózat újramérésével, illetve zsákmányolt haditérképek felhasználásával folyt a munka, míg a *de facto* szövetséges államok geodéziai szolgálatait felkérték meglévő felsőrendű hálózataik átszámítására az RDN-1940 rendszernek megfelelően. Ezen az alapfelületen, illetve más helyi Bessel-dátumokon (Mugnier, 2002) definiálták a német katonai térképi koordináta-rendszert, a DHG-t. Ez a vetületi rendszer, eltekintve a zónákra utaló vezérszámoktól és az alapellipszoidtól, gyakorlatilag megegyezik a Varsói Szerződés későbbi Gauss-Krüger vetületi rendszerével, vagyis 6 fokos sáv szélességű, érintő helyzetű transzverzális hengervetületekből áll.

Az Anschluss utáni ausztriai (korabeli nevén ostmarki) újraszámításról nem áll rendelkezésünkre információ, viszont Homoródi (1952) megemlíti, hogy a magyar hálózat átszámításához osztrák és (a bécsi döntés határvonalától északra található) felvidéki alappontok német koordinátái voltak adottak, így joggal feltételezhetjük hogy ezeken a területeken az átszámítás megtörtént. Szintén Homoródi (1952) írja, hogy az átszámításhoz egy délvidéki pont koordinátáit is megadták, de arra nézve nincs információnk, hogy ezt az adatot a németek a volt Monarchia bécsi archív adatainak átszámításával vagy Jugoszlávia megszállása utáni helyszíni mérésekkel kapták.



A Cseh-Morva Protektorátus 1939-es bekebelezése után azonnal megindult a terület újrafelmérése, ill. az alapponti koordináták átszámítása a német rendszerbe. *Řadej* (2001) szerint Csehországon, ill. Kelet-Morvaországon át két, nagyjából észak-déli hálózati kerettel kötötték össze az országtól északra és délre már meglévő német háromszögelési rendszert.

A lengyelországi (értsd: a második világháború előtti Lengyelország, leszámítva a Német Birodalomba [vissza]annektált nyugati, sziléziai és danzig-térségi [korridor] területeket) bevezetést *Mugnier* (2000b) kivonatosa tárgyalja: szerinte itt a német DHG koordináta-rendszer a lengyel Borowa Góra 1925 (Bessel-ellipszoidi) dátumon alapul. A fenti dátum és a WGS84 közötti pontos átszámítási paraméterek egyelőre nincsenek meghatározva, az 1 szögmásodperc élességű alapponti adatok felhasználásával az alábbi adatok becsülhetők:

Borowa Góra 1925 » WGS84: dX= +537 m; dY= +125 m; dZ= +499 m.

*Mugnier* (2002) részletesebb leírást ad a rendszer kiterjesztéséről Lettország területére. Eszerint a német katonai térképezés a DHG vetületi hálózat alapjaként a Bessel-ellipszoid korábbi orosz, Pulkovó-1932 dátumát használta fel. Az utóbbi alapfelületen érvényes koordinátákat – feltehetően szákmányolt – orosz (szovjet) katalógusokból szereztek meg. Mivel a világháborúban, és azt követően 1946-ig a szovjet katonai térképek szintén a Pulkovó-1932 dátum alapján, Bessel-ellipszoidon készültek, feltehető, hogy az ideiglenesen elfoglalt, igen nagy kiterjedésű szovjet területeken a német hadsereg mindenütt ezt a rendszert vette át. Felhasználva, hogy CSC (1971) szerint a Pulkovó alappont Bessel-ellipszoidi koordinátáit az 1915-ös Balti-tengeri felmérés során rögzítetthez (*Treikelder*, 2000) képest 1932-ben 1 szögmásodpercnél kisebb értékkel változtatták csak meg, felhasználva továbbá a pont S-42 koordinátáit és az S-42 » WGS84 transzformáció paramétereit, a következő transzformációs paraméterek becsülhetők:

Pulkovó-1932 » WGS84: dX= +383 m; dY= +147 m; dZ= +577 m.

Ez utóbbi paramétersort Sztálingrád második világháborús, Pulkovo-1932-alapú, és Volgográd 1960-as évekbeli, Pulkovo-1942-alapú, 1:100 000 méretarányú, Gauss-Krüger vetületű térképeinek a vetületi koordinátavonalak adatain alapuló illesztésével a gyakorlatban is kipróbáltuk, és a térképi leolvasási pontosságot (a térképi 0,5 mm = a terepi 50 méter) meg nem haladó hibával az pontoknak bizonyult.

Emellett meg kell említsük, hogy a német katonai tervezés igényeinek megfelelően Svájc területére is elkészült az 1:25 000 méretarányú topográfiai térképmű, amely egyébiránt az első ilyen méretarányú munka volt az ország területére vonatkozóan. A térképezés két fázisban történt: 1940 őszen a térképeket a német Gauss-Krüger koordináták szerint adták ki, majd az 1943-as légifényképezési adatokkal helyesbített térképeket 1944–45 telén már a DHG-koordinátákkal látták el (*Oehrli és Rickenbacher*, 2002).

Összességében tehát megállapíthatjuk, hogy a megszállt területeken az elérhető helyi Bessel-ellipszoidi dátumok, a Birodalom és a *de facto* szövetséges államok területén pedig a RDN-1940 rendszer volt a német katonai koordináta-rendszer, a DHG alapfelülete.

### **Az RDN-1940 rendszer magyarországi realizációja**

A második világháború során a német katonai térképészet felkérte a magyar hatóságokat a magyarországi elsőrendű alapponthálózat egy részének átszámítására az RDN-1940 rendszerbe. A munkát a Háromszögelő Hivatal végezte. Ennek pontos leírását adja *Homoródi* (1952), de tanulmányát olvasva figyelembe kell vennünk, hogy az 1952-es politikai helyzetben a szerzőre nézve veszélyes lett volna nyíltan írni a német katonai térképezéshez kapcsolódó munkákról. *Homoródi* (1952) ezért az átszámításra a következő módon hivatkozik:

„Segítséüinkre jött az a munkálat, melyet a Háromszögelő Hivatal az 1940-es években végzett, amikor először került szóba a Gauss-Krüger vetület bevezetése a közép-európai rendszer keretében. Ekkor elsőrendű pontjaink jórészt átszámították ebbe a rendszerbe, s ebben rendelkezésünkre állott több ausztriai, horvátországi és csehszlovákiai pont koordinátája is.”

Az írás tehát a felületes és nem szakmabeli olvasónak akár a szovjet Gauss-Krüger rendszer bevezetésére is utalhat, azonban a korabeli szakértők számára világos módon a német rendszerről van szó, s ez még egyértelműbbé válik, amikor a munka alapfelületeként a Bessel-ellipszoidot említi. A számítási munkák leírása e bevezetés után már szabatos.

Nem egyértelmű, hogy e munka a világháború időtartama alatt mikor történt. *Homoródi* (1952) szerint kiindulópontokként az ország határai mentén néhány olyan pont koordinátái voltak adottak a

közép-európai (itt: RDN-1940) rendszerben, amelyeknek ismert budapesti sztereografikus koordinátái voltak. Ezek között említi a délvideki Horgost, amely 1941 tavaszán Magyarországhoz került, s bár továbbra is a határ mentén feküdt (bár immár a másik oldalán), a megfogalmazás azt valószínűsíti, hogy a munka kezdete legalábbis 1941 tavasza előtt volt. A 3. ábrán (lásd a hátsó-belső borítón) bemutatott térképrészlet (eredetije az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék térképtárában van) is ezt támasztja alá: az 1940 szeptemberében készült térképen a budapesti sztereografikus koordináták mellett a németországi, 3°-os sáv szélességű Gauss-Krüger koordináták is adottak – hasonlóan az előző pontban említett, azonos időben készült svájci térképrendszerhez.

Az átszámítás eredményeként a Gellért-hegy pont koordinátái az RDN-1940 rendszerben:  $\Phi=47^{\circ} 29' 15,382''$ ;  $\Lambda=19^{\circ} 2' 59,723''$  (Homoródi, 1952). Ezt összevetve a pont WGS-84 koordinátáival, illetve a ponton az EGM96 geoidmodellből számított geoid-unduláció értékkel, az RDN-1940 rendszer magyarországi kiegyenlítésére a következő eltolási (Molodensky-) paraméterek adódnak:

RDN-1940 (HU) » WGS84:  $dX=+641$  m;  $dY=+24$  m;  $dZ=+453$  m.

Ha ezt az adatot összevetjük az 1. táblázat számértékeivel, különösen az 5. sorával, a következő megállapításokat tehetjük:

- Az eltérő paraméterek használatából 6,3 méter vízszintes eltérés adódik. Ennek forrása az RDN-1940 rendszer alább tárgyalt tájékoztatójának figyelmen kívül hagyása.

- A függőleges értelmű eltérés mintegy 11 méter. Ennek forrása az RDN-1940 rendszer térbeli elhelyezésében (geoid-illeszkedés) meglévő bizonytalanság, illetve a Berlin és Budapest geoid-unduláció értékei közötti különbség.

- A fent leírt viszonylag kis hibák lehetővé teszik, hogy az RDN-1940 rendszert a térinformatikai alkalmazásokban egységesen az 1. táblázat 5. sorában megadott paraméterekkel jellemezzük.

Homoródi (1952) közli számos alappont (RDN-1940) ellipszoidi és csillagászati koordinátáit is. A pontazonosság megállapítása után a megmaradó 13 alppont ellipszoidi koordinátái összevethetők a FÖMI vízszintes alapponti adatbázisában (VAB) található EOV-, és abból számítható HD72-koordinátákkal, és a HD72 » WGS84 transzformáció ismert paramétereivel (Timár és Molnár, 2002) azok WGS-84 koordinátái is számíthatók. Ennél lényegesen több, a régi német

rendszerben értelmezett alapponti koordináta érhető el a FÖMI archívumában elhelyezett ún. „tűzér pontjegyzék”-ben. Itt jegyezzük meg, hogy az említett pontjegyzékben a pontok keleti irányú DHG-koordinátaiban a Varsói Szerződésben használt Gauss-Krüger rendszerben megszokott vezérszámok is szerepelnek, illetve a pontok budapesti sztereografikus koordinátái is adottak.

Az említett 13 pontra egy kiegyenlítést is elvégeztünk, amelynek eredményeképp nemcsak a dátum-eltolási paramétereket, hanem az elforgatási tagokat (a rendszer tájékoztatóját) és a méretaránytényezőt is megbecsültük, az eredmények pedig a következők:

RDN-1940 (HU) » WGS84:

$dX=+566,54$  m;  $dY=+108,52$  m;  $dZ=+487,93$  m;  $eX=-2,2867$  arcsec;  $eY=-2,6409$  arcsec;  $eZ=+1,5194$  arcsec;  $k=-0,7365$  ppm.

A fenti paraméterek hibája vízszintes értelemben átlagosan 1,3 méter, a maximális eltérés a vizsgált pontokon 3 méter. A Gellért-hegy alppont adatait nem vontuk be a kiegyenlítésbe, az arra vonatkozó hiba 5,2 méter. Az elforgatási tagok a „koordináta-rendszer elforgatása” (coordinate frame rotation) konvenció szerint adódnak.

Igen fontos megemlíteni, hogy a fenti 7 paraméter felhasználásával a Rauenberg alppont német rendszerbeli és WGS84-koordinátái között is mindössze 5 méter hibájú kapcsolat teremthető! Ez azt jelenti, hogy az RDN-1940 rendszer a Budapest–Berlin távolságon is hasonló hibával terhelte, mint a magyarországi pontokon. Kijelenthetjük tehát, hogy valóban egységes rendszerről van szó, amelynek az egyes területekre vonatkozó 3-paraméteres leírásaiban előálló kis különbségek a rendszer egységes, de a WGS84 rendszerhez képest eltérő tájékoztatóból adódnak. A ma is használatos regionális alapfelületek (ED50, Pulkovo-1942, ill. az észak-amerikai NAD-27, a dél-amerikai SAD-1969, az afrikai Adindan és ARC-1950) 3-paraméteres leírása hasonlóan, az egyes részterületekre kis eltérésekkel történik.

A rendszer magyarországi realizációjával párhuzamosan, 1940-ben megtörtént a gödöllői összehasonlító alapvonal hosszmerése a potsdami alapvonalon hitelesített invardrótok alkalmazásával (Regőczy, 1942). Az irodalomban semmilyen utalást nem találtunk arra nézve, hogy ezt az alapvonalmerést a DHG-rendszer hazai kiegyenlítésében bármilyen módon felhasználták volna. A FÖMI adattárában mindazonáltal fellelhetők olyan jegyzőkönyvek, amelyek a második világháború idején visszatért területeken további, és a gödöllői

ihöz kalibrált alapvonalak létesítésére utalnak. A gödöllői alapvonal igazi jelentősége a második világháború után jelentkezett. 1968–71 között 23 elsőrendű háromszögoldal hossz mérését végezték el elektro-optikai távmérőkkel. Ezeket az oldalak így mért hosszát a HD72 (így az EOVA; Egységes Országos Vízszintes Alapponthálózat) kiegyenlítősekor figyelembe vették. A felhasznált távmérőket általában évente kétszer egy invardróttal megmért és az eredeti gödöllőivel kalibrált alapvonalon hitelesítették. Ily módon az EOVA méretaránya gyakorlatilag a gödöllői vonalon keresztül a potsdami alapvonalhoz van kötve.

## Összefoglalás

A második világháború német katonai térképészete, az együttműködő geodéziai szolgálatok (így a magyar Háromszögélő Hivatal) közreműködésével megkezdte Európa első (és a NAD-27 után a világon a második) regionális geodéziai alapfelületének kijelölését, és annak pontossága a kor igényeinek mindenben megfelelt. A világháborút követően a győztes hatalmak és katonai szövetségi rendszereik ezeket a „kezdeményeket” használva alkották meg saját geodéziai és térképészeti rendszereiket: a NATO az ED50-alapú UTM rendszert, a Varsói Szerződés pedig a Pulkovo-1942 alapú katonai Gauss-Krüger térképművet. Magyarországon az EOVA-hálózat méretarányát megalapozó alapvonalmérések kalibrálására pedig a magyarnémet együttműködéssel a potsdami alapvonalal hitelesített gödöllői összehasonlító alapvonalat használták.

A jelen munkánkban felsorolt vetületi- és dátumparaméterek lehetőséget teremtenek arra, hogy az archív hadijelentésekben német térképi koordinátákkal jelzett pontok helyét modern térképeken azonosítsuk, illetve a helyeket a terepen, akár GPS segítségével felkeressük. Ez új lehetőségeket nyit a hadtörténet művelői részére, de érdekes módszer lehet a hadisírok kutatásában is. Ahogy a paraméterek megbecsüléséhez és érvényességi területük meghatározásához a történelmi ismeretek nélkülözhetetlenek voltak, úgy törlesztési ebbéli „adósságát” a geodézia a történettudományok felé egy ilyen eszköz átadásával.

## Köszönetnyilvánítás

A cikkben leírt módszerek megalkotását a Magyar Űrkutatási Iroda és az Informatikai és Hírközlési Minisztérium közös, TP094. sz. témapályázata támogatta.

## IRODALOM

CSC, Computer Sciences Corporation, Geonautics Department (1971): NASA directory of observation station locations, Volume 1. Second edition, Falls Church, Virginia, USA, 145 p.

DMA, Defense Mapping Agency (1990): Datums, Ellipsoids, Grids and Grid Reference Systems. DMA Technical Manual 8358.1. Fairfax, Virginia, USA

*Homoródi L.* (1952): Vizsgálatok új háromszögelési hálózatunk elhelyezésére és tájékoztására. Földméréstani Közlemények 4: 1–10.

*Ihde, J. und Lindstrot, W.* (1995): Datumstransformation zwischen den Bezugssystemen ETRF/WGS, DHDN und System 42. Zeitschrift für Vermessungswesen, 4/1995: 193–196.

LNW, Landesvermessungamt Nordrhein-Westfalen (1999): Transformation von Koordinaten und Höhen in der Landesvermessung, Teil I: Theoretische Grundlagen. Bonn-Bad Godesberg, 88 p. (URL: <http://www.lverma.nrw.de/aktuell/downloads/fundusdownloads/downtexts/Transformationsrichtlinie Teil 1.doc>)

*Mugnier, C. J.* (2000a): Grids & Datums – Czech Republic. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 66: 30–31.

*Mugnier, C. J.* (2000b): Grids & Datums – Poland. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 66: 1063–1064.

*Mugnier, C. J.* (2002): Grids & Datums – Latvia. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 68: 861–863.

*Oehrli, M.–Rickenbacher, M.* (2002): German Army Map of Switzerland 1:25000 – a secret map series from World War II. Cartographica Helvetica 26: 3–12.

*Řadej, K.* (2001): Vznik Vojenského topografického ústavu (zahájení pøechodu od geodetického systému a zobrazení národního typu k mezinárodnímu). Web-Zememeraie2001/4.

*Regöczy E.* (1942): A gödöllői országos összehasonlító alapvonal. Az Állami Földmérés Közleményei 4: 1–45.

RMI, Reichsministerium des Innern (1944): Planheft Großdeutsches Reich – Überblick über die Landesvermessungs- und Kartenwerke. Berlin.

*Trájer I.* (1926): Németország felmérési szervezete és topográfiai térképei a háború után. Geodéziai Közlöny 1–3: 32–42.

*Treikelder, I.* (2000): Ülevaade Eestis kasutatud geodeetilistest daatumitest ja ristkoordinaatide süstemidest. Geodeet [Tallinn] 21 (45): 28–30.

Timár G.–Molnár G. (2002): A HD72→ETRS89 transzformáció szabványosítási problémái. Geodézia és Kartográfia 54(12): 28–30.

### GIS integration of the German Army Grid (DHG) and its geodetic datums

G. Timár – P. Lévai – G. Molnár – J. Varga  
Summary

The datum description parameters of the geodetic base of the German Army Grid (DHG) are discussed and estimated for different areas of the German occupied and dominated Central and Eastern European territories of the WWII. For GIS applications, the German datums of the WWII and the ones used in East and West Germany (Rauenberg, RDN-1940, DHDN77) are very similar and is proposed to use as a uniform system with the following Molodensky shift parameters:

RDN-1940 » WGS84:  $dX=+631$  m;  $dY=+27$  m;  $dZ=+446$  m. (max. est. error: 20 meters).

During the WWII, this datum has been used in the territory of the German Empire and has been introduced in some other countries as Slovakia and Hungary. In the occupied Poland, the local datum of the Bessel ellipsoid has been used with the following parameters:

Borowa Góra 1925 » WGS84:  $dX=+537$  m;  $dY=+125$  m;  $dZ=+499$  m (max. est. error: 30 meters).

In the occupied part of Soviet Russia, as well as the Baltic countries, the old Russian Pulkovo datum of the Bessel ellipsoid has been used. Its parameters has been estimated based on the Baltic Sea Triangulation 1915:

Pulkovo-1932 » WGS84:  $dX=+383$  m;  $dY=+147$  m;  $dZ=+577$  m. (max. est. error: 50 meters).

Based on these local datums of the Bessel ellipsoid, a transverse Mercator system with 6-degrees wide zones has been introduced as the German Army Grid. Its scale factor is 1.0 (similarly to the German and Warsaw Pact Gauss-Krüger maps) while the False Easting for all zones is 500000 meters (similarly to the UTM system). In the Hungarian DHG basepoint system (the so-called "artillery point list") contains the DHG easting coordinates with a leading digit, identically to the Warsaw Pact Gauss-Krüger coordinates.

The Hungarian basepoint system of the extended RDN-1940 is analyzed in the paper. It occurred a coherent system with the German one as the rotation parameters estimated for Hungary produce an error no higher than 5 meters for the Potsdam basepoint.

## GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

hirdetési díjai:

### SZÍNES ODALAK

hátsó külső oldal	110.000,-Ft
címlap belső oldal	90.000,-Ft
hátsó belső oldal	70.000,-Ft

### FEKETE-FEHÉR /BELSŐ

1 oldal	35.000,-Ft	1/2 oldal	23.000,-Ft
1/4 oldal	11.000,-Ft	1/8 oldal	8.000,-Ft

Egyedi megbeszélés alapján lehetőség van szórólap elhelyezésére is.

Áraink az ÁFÁ-t tartalmazzák.

Az árak nyomdakész hirdetésre vonatkoznak, többszöri megrendelés esetén kedvezmény!

Jogi tagjaink részére 10 % engedményt adunk!

A kézirat leadási határideje minden hónap harmadika.

Megrendelés és hirdetésfelvétel:

### MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG

1027 Budapest, II. Fő u. 68. V. emelet 510. Telefon: 201-86-42 Fax: 201-25-26