

Havasi Bálint – Busznyák János

## A zalaszántói őskori tumulusok felmérésének legújabb eredményei

Zalaszántó a Keszthelyi-hegység közepén, Zala és Veszprém megye határán fekvő település (13. kép). A hazai szakirodalomban elsősorban a 2001-től megindult középkori Tátika-várban folytatott régészeti feltárásokról ismert. (NAGY 2005, 92–98., VÁNDOR 2008.) Csak a szűkebb szakmai berkekben ismeretes viszont a Tátika-hegytől nyugatra és délnyugatra a Hamvaserdőben és a Várretnen elhelyezkedő halomsírtemető. Jelen munka célja a halomsírmező eddigi kutatásainak bemutatása és a legújabb felmérési eredmények ismertetése.<sup>1</sup>

### A halmok eddigi kutatásának rövid bemutatása

A halmokról szóló legelső híradást Rómer Flórisnak a „magyar régészet atyjának” 1861-es naplófeljegyzésében olvashatjuk „Tatika Sept. 25-én alúl délre az út mellett olvashatatlan nyugoti részén számmal Kunhalmok...” (VALTER–VELLADICS 1999, 188–189.) Sajnos, mint az idézetből is kitűnik a naplóból a halmok létezésén túl sem a halmok számáról, sem azok elhelyezkedéséről nem kapunk pontos információkat. Egy későbbi bírálója szerint „Rómert azonban közelebbről – úgy látszik – nem igen foglalkozott ezen halmokkal...” (KUZSINSZKY 1920, 114.) Arra, hogy Rómert mégis foglalkoztatja a tátikai halmok problematikája az is utal, hogy 1878-ban közli (Hencz Antal felmérése alapján) a halmokról készült – a mai napig is használatos – összesítő térképet (korabeli fogalommal élve, „térrajzot”) (14. kép). Rómer a térkép alapján 82 kisebb-nagyobb csoportokban álló halmot számolt össze, melyektől jól elkülönülve 7 nagyobb halmot különített el. (RÓMER 1878, 106.)

Hencz Antal a térkép készítője egy önálló tanulmányban is összefoglalta kutatási eredményeit a zalaszántói kunhalmokról. Romantikus történelemszemléletet sugárzó művében mintegy 100 halomról tett említést (HENCZ 1877, 133.)

A halmok számával, méretével és elhelyezkedésével Kuzsinszky Bálint is foglalkozott 1920-ban megjelent munkájában. Ő a halmok számát azzal egészítette ki, hogy a „Kövesér és az országúti erdő között, szintén síkon, északdéli egyenes vonalban (...) 13 halom látható” (KUZSINSZKY 1920, 112.) Kuzsinszky a legtöbb halom méretével kapcsolatban megjegyezte, hogy méretük az 1–1,5 métert nem haladja meg és csak „egyiknek-másiknak van nagyobb átmérője” Ettől eltérő méretekről csak a már említett 13 halom esetében tesz említést, amelyek közül az északi a legkisebb és a déli a legmagasabb. Leírásában lépésben számolva megadta a halmok egymástól mért távolságát, területét valamint méterben kifejezve a halmok magasságát. Kuzsinszky újraközli a Hencz által készített halom felmérést is (KUZSINSZKY 1920, 113. 152. ábra), több ponton (szinte észrevétlenül) módosította azonban azt! (15. kép) Az átnézeti rajzról eltűnik az északjel, sőt az északirány 90 fokban keleti irányban elfordul! Az átdolgozott térképen a halmok száma is kevesebb. A hibákat észre sem véve a későbbi összefoglaló topográfiai munka is ezt a Kuzsinszky által közölt rossz tájolású és „csökkentett információtartamú” átnézeti térképet vette át (BAKAY–KALICZ–SÁGI 1966, 179. 44. kép)

A halmok bolygatásáról valamint régészeti kutatásáról is a XIX. század második feléből rendelkezünk az első információkkal. Rómer Flóris – már említett – naplójában arról tudósít, hogy az egyik „felásott” halomban egy ölnyi mélységben kövek és föld között egy darab fekete vastag cserép került elő. (VALTER–VELLADICS 1999, 188–189.)

A zalaszántói születésű Csák Árpád, a keszthelyi Balatoni Múzeum alapítója már 1884 előtt két halmot tárt fel. Sajnos ásatási eredményeiről csak másodkézből értesülhetünk: Lipp Vilmos arról számolt be, hogy Csák Árpád az egyik halomban „guggoló” csontváza talált, mellette fekete cserépdarabokkal, alatta pedig faragatlan kőlapokból álló rekesz helyez-

kedett el, melyben fekete agyagedényt is találtak. (LIPP 1884, 2.) Csák Árpád szóbeli közlése alapján Kuzsinszky az előbbihez hozzáfűzte, hogy a Sümeg felőli első nagy halomban a humusz réteg alatt a halom bazalt és lávakörétegében mésszel leöntve került elő a guggoló helyzetű csontváz, körülötte szarvasagancsrészek, vaddisznóagyarak és egy csésze alakú edény. A csontváz alatt, mélyebben látott napvilágot a hat nagy kőlapból álló kamra, melyből egy bronzpánttal díszített sötétszürke edény került elő. (KUZSINSZKY 1920, 114. 154. ábra) Csák Árpád ásatási eredményei alapján Márton Lajos megállapította, hogy a Csák által feltárt sírban a halom felső részében egy késővas kori utótemetkezés került elő. (MÁRTON 1933–1934, 112.)

Az ásatások 1899-ben folytatódtak, amikor is Darnay Kálmán eredménytelenül próbált feltárni egy halmot. A feltárt halmokat a Hallstatt-kultúra időszakára keltezte. Érdekes adalék munkája a kor ásatási technikájához: mivel a nagyméretű halmot 2 nap alatt igyekezett feltárni és ez nem sikerült, a munkát abbahagyta (sic!) (DARNAY 1899, 277. valamint a KESZTHELYI HÍRLAP 1899. január 29. száma 4. oldal)

Sajnos csak a Keszthelyi Hírlap 1902-es tudósításában érhető tetten egy 1902-es ásatás, amikor Trager berlini antropológus jelenlétében újabb sírhalmot tártak fel. (KESZTHELYI HÍRLAP 1902. augusztus 31. 5. oldal)

A halmokra vonatkozó ismereteket 1966-ban összegezték, az ekkor folytatott terepbejárások során új felmérést nem készítettek, hanem Kuzsinszky Bálint nyomán Hencz Antal felmérését közzölték. (BAKAY–KALICZ–SÁGI 1966, 178–179.)

A halmok modern régészeti kutatására 1972-ben került sor, amikor Patek Erzsébet az MTA Régészeti Intézetének munkatársa a legnagyobb egy vonalban sorakozó halmok közül kettőt (északról számítva a másodikikat és a legdélebbit) tárt fel. Az előkerült korszakos régészeti leletanyag alapján a halmokat a kora vaskor időszakára keltezte (Ha C–D) és a Hallstatt-kultúrához kötötte. (PATEK 1973, 261–262. valamint PATEK 1974–1975. 206–207.)

Legutóbb Kiss Gábor a Nyugat-Magyarországi egyetem Geoinformatikai Főiskolai Karának egykori hallgatója 2003 és 2004 folyamán 2 sírhalom fotogrammetriai felmérését végezte el egy szakdolgozati munka keretében. (KISS 2004.)

### A halmok kérdése a kataszteri térképek tükrében

A területre vonatkozó legkorábbi térképi forrás a Habsburg Birodalom első katonai felmérése, amely 1763–1785 közötti időszakban készült. A Zalaszentőrk környékét is bemutató szelvény 1782–1785 közötti

állapotokat tárja elénk. (AZ ELSŐ KATONAI FELMÉRÉS 2006.) Sajnos a térképszelvényről a halmokra vonatkozóan információt nem találunk, azt viszont jól látható, hogy a halmok elterjedési területén, Zalaszentőrtől északkeletre erdőt ábrázol a térkép. (16. kép) Ez utóbbi azért fontos információ, mivel a halmok pusztulásához gyakran a szántóföldi művelés vezet.

Halomsírra vonatkozó legkorábbi térképi adat a második katonai felmérésen található. (A MÁSODIK KATONAI FELMÉRÉS 2005) A térképmű, amelyet II. Ferenc féle országfelmérésnek is neveznek és az egész Osztrák Birodalmat felöleli, 1819–1869 között készült. A térképen a falutól északkeletre tűnik fel egyetlen egy halom. (17. kép) Fontos megállapítani, hogy a terület egy részén az erdőt kiirtották és legelőként, rétként hasznosították, ami a halmok fennmaradása szempontjából kedvező.

Az Osztrák Magyar Monarchia harmadik katonai felmérése 1869–1887 között zajlott. A Zalaszentőrk környéki területekre vonatkozó 1872–1884 között készült térképszelvényen (HARMADIK KATONAI FELMÉRÉS 2007.) az előbbiekhöz képest meglepően nagy számban ábrázolnak halomsírokat. (18. kép)

Érdekes megemlíteni, hogy sem a második sem a harmadik katonai felmérés jelkulcsában nincs a halmokra vonatkozó jelölés, információ. A térkép készítői a halmokat egyszerű tereptárgyként, kisebb „dombokként” értelmezték.

A negyedik topográfiai térkép amit a munkánk során használtunk, a Földmérési és Távérzékelési Intézetől (továbbiakban Fömi) a Zala Megyei Múzeumok Igazgatósága számára vásárolt 1:10.000-es méretarányú 42–412 számú, EOV koordináta-rendszerű topográfiai térkép volt. A térképszelvényen a harmadik katonai felméréshez hasonlóan sok halomsír található. (19. kép)

### Az irodalmi és térképi adatgyűjtés eredményeinek összegzése és térinformatikai feldolgoása

Az irodalmi és térképi forrásokból származó adatok összegzése az 1. képen látható.

Forrás	Halmok száma
Második katonai felmérés (1763–1785)	1
Harmadik katonai felmérés (1819–1869)	50
Hencz Antal felmérése (1877)	96
Rómer Flóris (1878)	82
Kuzsinszky B. térképe (Hencz nyomán; 1920)	90
42–412 számú topográfiai térkép (1970-es évek)	65

1. kép: Az irodalmi és térképi adatgyűjtés összegzése  
Fig. 1: Summing of literature and map data

A vizsgált források alapján a halmok száma 50–96 között változik (természetesen a második katonai felmérés jelen esetben irreleváns adatát nem számítva). Már az adatgyűjtés során is világossá vált, hogy a leíró adatokon túl, fontos vizsgálni a halmok és halomsoportok „időben eltérő” térbeli elhelyezkedését, térképi megjelenését. Az egyes raszteres adatok összevethetőségének alapfeltétele az azonos vonatkozási rendszer megléte. Esetünkben ez nem okozott problémát, hiszen a második és harmadik katonai felmérés térképszelvényei transzformálhatók – a jelen esetben közös vonatkozási rendszerként választott – EOVS vetületi rendszerbe. A transzformáció során fellépő illesztési hiba 200 méter körüli a második katonai felmérés esetében és 100 méter körüli a harmadik katonai felmérésnél. (TIMÁR–MOLNÁR 2003, 27–31.; valamint TIMÁR–MOLNÁR 2008, 23–27.)

A raszteres állományok az ESRI cég ARCGIS 9.2 verziójú programjában kerültek feldolgozásra. A cél olyan vektoros állomány(ok) létrehozása volt, ahol a különböző korból származó térképen lévő halomsírokra vonatkozó adatok összevethetők, vizsgálhatók. A kívánt cél elérése érdekében a halomsírok vektorizálását manuálisan a raszteres kép monitoron való megjelenítése közbeni „on-screen” kézi vektorizálással oldottuk meg. A digitalizált kész térképi állomány, amely tartalmazza a második és harmadik katonai felmérésről származó adatokat, valamint a 42–412. számú térképen található halomsírokat a 20. képen látható.

A Hencz Antal féle felmérését és a belőle készített Kuzsinszky féle térképet nem lehetett georeferálni (és így a térinformatikai rendszerbe illeszteni), mivel sem az affin transzformációs eljáráshoz, sem a síkbeli hasonlósági transzformációs eljáráshoz nem lehetett közös, megfeleltethető illesztő pontokat találni.

A térképi adatgyűjtésből származó feldolgozás azt az eredményt hozta, hogy a halmok nagy területen mintegy 62 hektáron szóródnak. A különböző térképekről származó halmok illetve halomsoportok egy része a fellépő illesztési hiba ellenére is megfeleltethetőnek tűnt egymással. A halmok egy csoportja – a vizsgált terület keleti részén – viszont csak a harmadik katonai felmérésen tűnt fel, máshol nem.

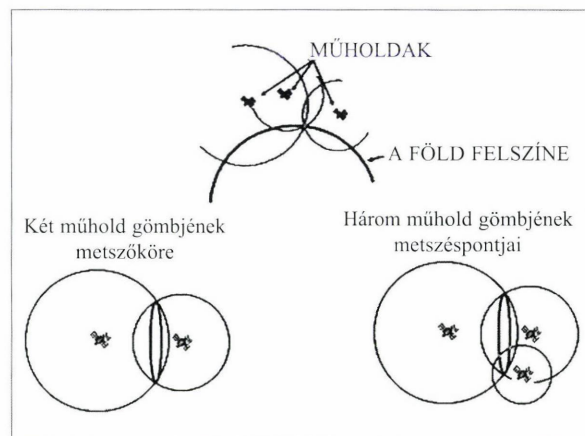
Az irodalmi és térképi adatgyűjtés és ezek feldolgozása azt mutatta, hogy a meglévő adatok és felmérések nem támasztják alá egymást, felülvizsgálatra, revízióra szorulnak.

A fentiek alapján az eredeti terveinkkel is egybevágó terepi adatgyűjtés elkerülhetetlennek bizonyult. Az adatgyűjtés módszereként még korábban felmerült az elérhető légifotók és műholdfelvételek feldolgozása. Ez sajnos zsákutcának bizonyult, mivel a felvételek olyan időpontban készültek amikor a vegetáció takarta a vizsgált terepi objektumokat.

A terület nagyságára, a várhatóan nagyszámú mérési pontra és az elérhető eszközállományra való tekintettel a GPS-szel történő terepi mérés mellett döntöttünk. A célul kitűzött feladat, azaz a halmok újbóli felmérése és saját elvárásaink is az adatminőség tekintetében viszont szubméteres pontosságot követeltek meg. A kívánt adatminőség elérése érdekében speciális ún. DGPS mérést alkalmaztunk.

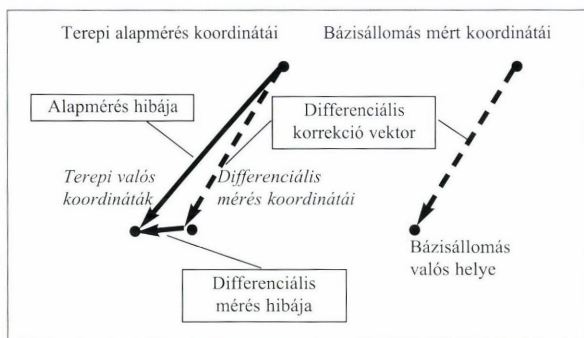
## A DGPS mérési módszer és technikai hátterének leírása

Ahhoz, hogy a GPS mérés megvalósuljon, adott időpontban ismernünk kell három műhold koordinátáit. Amennyiben nagyon pontosan tudjuk mérni az időt, akkor a hullám terjedési sebesség és a közben eltelt idő alapján meghatározható, hogy milyen távolságra vagyunk a műholdtól. Ez egy műhold esetén egy gömbfelületet ad. Amennyiben két műhoddal van kapcsolatunk, akkor mindkét műhold „gömbjén” rajt kell, hogy legyen. Két gömb metszeteént egy kört kapunk. A harmadik műhold „gömbje” és a kör metszéspontjaként két pontot kapunk, amelyek közül mindig kizárható az egyik (pl. földfelszíntől távoli pontok). (2. kép) (BUSZNYÁK, 2004b)



2. kép: A GPS helymeghatározás elve  
Fig. 2: The principle of the GPS localization

Amennyiben mérésünk környezetében található ismert koordinátájú pontra telepített bázisállomás, és igaz, hogy a mérési hibák nagy része (a műholdak pályaadatainak hibája, az ionoszféra és a légkör által okozott késleltetések, a műholdak óráinak hibája) mindkét érzékelő eredményeit azonos módon torzítja, akkor a bázisadatok megosztásával a hibák jelentős része kiküszöbölhető, a mérés pontossága egy nagyszámmal növelhető. (3. kép)



3. kép: A DGPS mérés elve

Fig. 3: The principle of the DGPS measuring

Feltételezve, hogy a két mérés hibája azonos, a bázisállomás hibavektorával korrigáljuk a terepi alapmérés koordinátáit. Az így kapott pont a felhasználó valódi helyzetét az előzőnél nagyságrendileg jobban megközelíti. Tökéletes korrekció nem valósítható meg, mert a mérések hibáinak egy részét egymástól független hatások okozzák (többutas terjedés, takarás).

## GNSS (Global Navigation Satellite Systems)

Az Egyesült Államok által üzemeltetett “Navstar GPS” rendszer mellett a nem teljes kiépítettségű, orosz “Glonass” rendszer is működik és 2008-ra az Európai Unió “Galileo”, illetve a kínai “Beidou” első két kísérleti műholdja is üzemel. Így a GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, vagyis a globális helymeghatározás rendszerei megnevezésére praktikus okokból, mivel a GPS az USA rendszere, a GNSS (Global Navigation Satellite Systems) elnevezés van terjedőben. A műholdas rendszerek részei, az űrben található műholdak, a földi követőállomások és a jeleket érzékelő mérőeszközök fejlesztése egyre megbízhatóbbá teszi a pozíció meghatározását, de technológiai okokból maximálisan 3 méteres (jellemzően 5–10 m) átlagos pontosság érhető el.

Azon alkalmazások esetén, ahol szükséges ennél pontosabb mérés, ami szubméteres, vagy akár centiméter pontosság is lehet, további eszközrendszerre van szükség. Ezen rendszerek arra épülnek, hogy egy adott földrajzi hely környezetében a mérési hibák jellege és nagysága jelentősen egyező. A mennyiben egy, a globális helymeghatározás koordinátarendszerében ismert ponton arra alkalmas (kétfrekvenciás) vevővel mérünk, akkor a 30–50 kilométeres sugarú körön belül a hibát folyamatosan jól becsülhetjük. A pontosító jeleket aztán helyi rádiósugárzással, műholdas rendszerekkel (EGNOS, NAVSTAR, WAAS...), vagy interneten bocsáthatjuk a felhasználók rendelkezésére. Magyarországon jelenleg két interneten elérhető

pontosítási lehetőség létezik: a Földmérési és Távérzékelési Intézet GNSS rendszere, illetve 2008-tól alternatív rendszerként a GeotradeGNSS rendszere.

## Georgikon GNSS bázisállomás

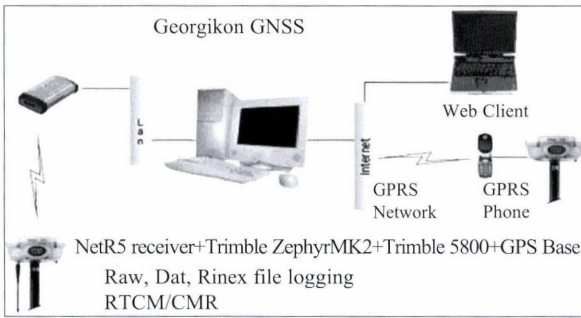
A Pannon Egyetem Georgikon Karán évek óta (2002-től intenzíven) folynak a GPS technológia alkalmazási lehetőségeivel foglalkozó kutatások. Ezen kutatási munkák a 90-es évek elejétől folyó távérzékelési, térinformatikai fejlesztésekre és az IST5 EU kutatási program által kínált lehetőségekre építve indultak. A 2003-óta működik a Georgikon Térképszerver (<http://map.georgikon.hu>), melynek feladata a térinformatika, távérzékelés, GPS-technológiák integrálásával oktató, kutató bázis kialakítása a nyugat-balatoni térségben.

A Georgikon Karon és más intézményekben, vállalkozásoknál egyre nagyobb az igény a geodéziai (centiméter) pontosságú helymeghatározásra. Egyre több tudományterület próbálja kihasználni a GPS mérések (térinformatika) által kínált lehetőségeket a természettudományok mellett a társadalomtudományok területén is (TAMÁS, LÉNÁRT, 2003). Az igények a navigációs, térinformatikai és geodéziai pontosságú (BUSZNYÁK, 2004a) lehetőségekre egyaránt megmutatkoznak. Egyre intenzívebben érkeznek jelzések, igények az infrastruktúra fejlesztésére. A geodéziai pontosság, mint cél már megszokottan (nemcsak hagyományos geodéziai alkalmazások esetében) jelentkezik igényként.

2007 nyarán került sor a Georgikon Bázisállomás üzembehelyezésére, amely azóta mind interneten (online), mind utólagos feldolgozás tekintetében folyamatosan szolgáltat pontosító adatokat (Keszthely 30–50 km sugarú körzetében hatékonyan alkalmazható; szubméteres pontossággal (DGPS) az egész országban használható) (DGPS, RTK2.1, RTK2.3, RTK3.0, CMR+...). Pillanatnyilag a Nyugat-Balaton, Zala, Somogy és Veszprém megye intézményeinek, vállalkozásainak (geodéziai, térinformatikai, régészeti, környezetvédelmi, agrár) felhasználási igényeihez nyújt segítséget a rendszer. Mindemellett a Bázisállomás csatlakozva a GeotradeGNSS országos lefedettségű rendszeréhez hozzájárul a magyarországi infrastruktúra megújításához.<sup>2</sup>

## Technikai jellemzők

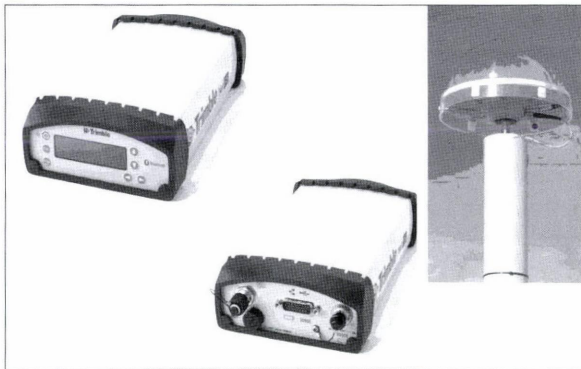
A Bázisállomás struktúrája úgy került kialakításra, hogy alkalmas legyen többirányú kiszolgáló feladatra, és fejlesztésére is lehetőség nyíljon. Alkalmas on-line és off-line pontosításra internetes kiszolgálóként, egyszerű eszközökkel továbbfejleszhető a Galileo rendszerhez. (4. kép)



4. kép: A Georgikon GNSS rendszer  
Fig. 4: The Georgikon GNSS system

**NetR5 GNSS vevő**

A Bázisállomás egy Trimble NetR5 „háromfrekvenciás” vevő (GPS/GLONASS/L2C,L5). IP címmel rendelkezik, beépített NTRIP szerverrel, FTP szerverrel és NTRIP Casterrel. Mérési gyakoriság: 1,2,5,10 Hz; mérési pontosság 5 mm + 0,5 ppm h, 5 mm + 1 ppm v.



5. kép: A NetR5 GNSS vevő  
Fig. 5: The NetR5 GNSS receiver

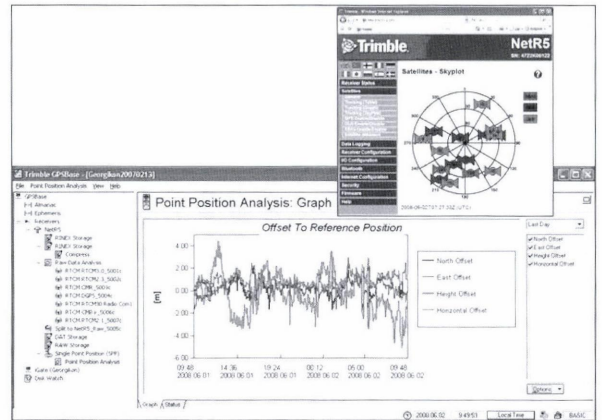
Zephyr Geodetic MK, háromnormás (GPS/Glonass/Galileo) antenna. (5. kép)

Az antenna képes minden GPS jel vételére:  
GPS L1/L2 GPS modernizáció (L2C,L5)  
GLONASS L1/L2/L3,Galileo (E1/E2/E5/E6)  
SBAS/WAAS/EGNOS/QZSS/Gagan/MSAS/OMI NISTAR.

Feldolgozás 5 fokos elevációtól. Fáziscentrum helyzete: 0,2 mm élességgel modellezhető (jobb, mint a Choke Ring antenna esetében!).

Szoftverek

NetR5 bázisállomás menedzselhető IE 6.0,vagy FireFox1.5-ös verziófával. (6. kép)

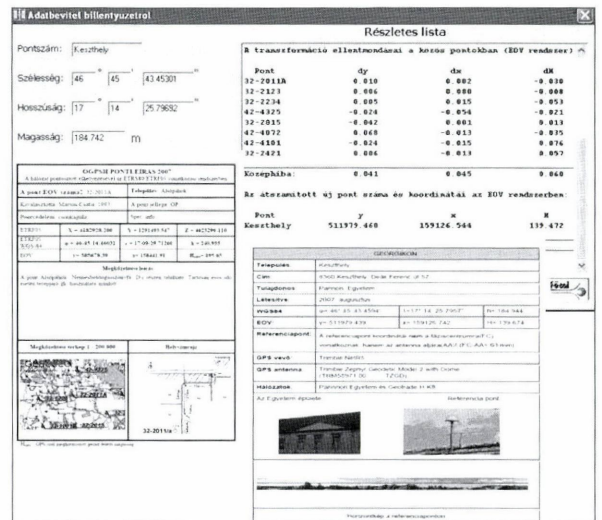


6. kép: NetR5 bázisállomás menedzselése  
Fig. 6: The managing of the NetR5 Base Station

A GPSBase szoftvere kiszolgálja a mobiltelefon-rendszereket az RTK adatkommunikációban, illetve hálózati RTK (RTK-VRS) rendszerre fejleszhető. Lényeges, hogy egyetlen GPSBase szoftverrel több állomás is üzemeltethető, és azok a már meglévő állomások összekapcsolását is lehetővé teszik!<sup>3</sup>

**Bázisállomás alaplérései**

Az alaplérések kiszámításához meg kell határozni azokat a transzformációs paramétereket, amelyek hatással lesznek a bázisállomás koordinátaira. Ezt a FÖMI által készített EHT 2007 szoftverrel tudjuk elérni. A 7. kép mutatja, hogy a bázisállomás (Keszthely) nyers WGS 84 (földrajzi) koordinátáinak milyen OGPSh környezetben kell végleges vetületi paramétert adni ahhoz, hogy korrekt EOv koordinátát kapjunk. A „Részletes lista” mutatja a vetületi transzformáció közös pontjait.

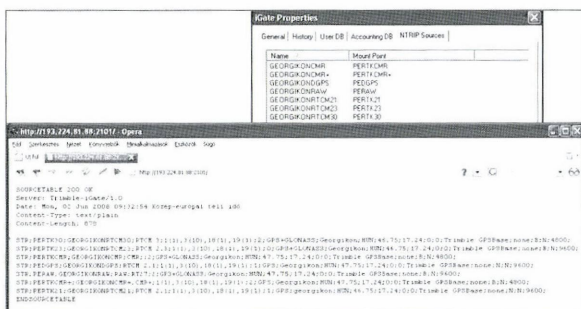


7. kép: A bázisállomás alaplérései  
Fig. 7: Basic measurement of the Base Station

A 7. kép mutatja, hogy a felhasznált pontleírások milyen módon tartalmazzák mindkét rendszerben a pont koordinátáit. A Bázisállomás által mért és tárolt adatokat utófeldolgozással határoztuk meg a közelben lévő országos permanens állomás méréseinek felhasználásával.

A számítás megbízhatósága: Vízzintesen:  $\pm 13$  mm, Magasságilag:  $\pm 18$  mm, az antenna a Trimble saját kalibrálásával.

### Georgikon GNSS Bázis szolgáltatásai



8. kép: A Georgikon GNSS rendszer szolgáltatásai  
Fig. 8: The services of the Georgikon GNSS system

A Georgikon Bázis szolgáltatásai (RTK 2.1, 2.3, 3.0, RAW, DGPS, CMR, CMR+ és DAT, RINEX utófeldolgozásra) a Délnyugat-Dunántúlon (több mint 10000 km<sup>2</sup>) hatékonyan alkalmazhatóak GPS mérések pontosítására.

### Georgikon GNSS és valós idejű szubméteres pontosság egyszerű eszközökkel

A valós idejű helymeghatározás egyre inkább előtérbe kerül mindenféle geodéziai és térinformatikai (GIS) alkalmazásban. Az RTK GPS iparszerű használata előtt (1994 előtt) jóformán minden geodéziai vagy GIS feladat helymeghatározása utófeldolgozást igényelt, kivéve a kitzúzési vagy navigációs feladatokat, melyeket mérőállomással vagy navigációs GPS-szel lehetett elvégezni. 1994 után a valós idejű kinematikus (Real Time Kinematic = RTK) mérési módszer bevezetése nagy lendületet adott a GPS mérések hatékonyságának. 2000 óta a Trimble IP-címezhető eszközeinek köszönhetően kezd az adatrádiók helyett egyre elterjedtebbé válni, az alsógeodéziában és a GIS területén is a valós idejű helymeghatározás (BORZA-BUSICS 2006). Az NTRIP (Network RTCM Transmission via Internet Protocol) fejlesztésével lehetőség nyílt a valós idejű korrekciók internetre való továbbítására és bázisállomások hálózatát létrehozva, mindenhol el lehet juttatni a centiméter-pontos mérésekhez szükséges korrekciót.

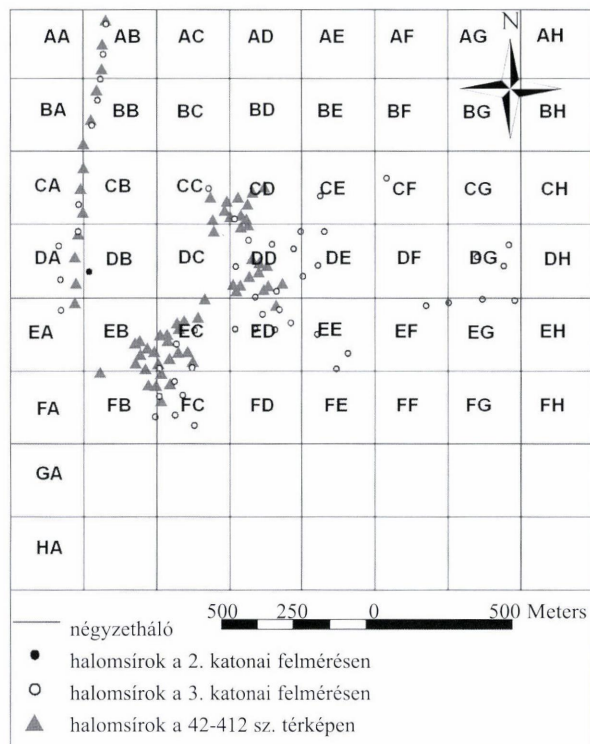
A térinformatika pontossági igénye sokkal szerényebb! Az egyvevős térinformatikai rendszerek mindazonáltal csak valamilyen differenciális mérési módszerrel képesek méter alatti, vagy néhány deciméter pontosságú helymeghatározásra. Kezdetben csak olyan korrekciók továbbítására volt lehetőség, amelyek a koordinátákból ismert műhold-vevő távolság és a mért kódtávolság különbségeit tartalmazták. Ezeket nevezük DGPS korrekcióknak, a kód mérésen alapuló, valós idejű relatív módszert pedig DGPS (differenciális GPS) módszernek (BUSZNYÁK, 2004). A Keszthelyen üzemelő Bázisállomás mindkettő RTCM DGPS korrekciót sugároz, aminek vételével lehetővé válik egész Magyarország területén az 1 méter alatti (jellemzően 0,1–0,25 m) pontosság elérése az RTCM formátumokat venni képes GIS vevőkkel. Az EOVS vetületi torzulása némiképp árnyalja a képet, de elmondhatjuk, hogy akár már egy 3 paraméteres vetületi egyenlettel transzformáló algoritmus is 10–15 cm-es EOVS – belső pontosságot ad az egész ország területére. Figyelembe véve, hogy jelen pillanatban milyen ingyenes (pontatlanabb) és piaci (drága) differenciális módszerek érhetőek el, elmondhatjuk, hogy a keszthelyi DGPS korrekció rengeteg segítséget jelenthet a magyarországi, térinformatikai vevővel rendelkező felhasználók számára!

### Terepi adatgyűjtés valós időben vagy utófeldolgozással Trimble GeoXH eszközzel

Egyfrekvenciás vevők, így a GeoXH eszköz is a nyers GPS mérések korrekciója nélkül nem nyújtanak szubméteres pontosságot. Valós idejű vagy utólagos korrekciókra van szükség. A műholdon keresztül sugárzott ingyenes (pl. EGNOS, WAAS) vagy fizetős (pl. OmniStar) valós idejű korrekciók használata a holdakra való rálátás és (az EGNOS esetében jelenleg) a szolgáltatás nem teljeskörű kiépülése miatt nem minden esetben használható megfelelően.

A magyarországi földi pontosító hálózatok (Geotrade GNSS, KGO GNSS) referenciaállomásai az interneten keresztül a szubméteres pontosságot lehetővé tevő DGPS-korrekciók mellett (más műszerrel) ennél precízebb mérésre alkalmas RTK-korrekciókat is nyújtanak valós időben. A szerver terepi eléréskor a használt mobilhálózat GPRS-lefedettsége jelent korlátokat. Utólagosan letölthető korrekciós adatokat is használhatunk.

A mérések során alkalmazott Trimble GeoXH eszköz valós időben és utófeldolgozással is alkalmas szubméteres pontosságú mérések elvégzésére. Ilyen nagyságrendű vízszintes pontossága a méréseknek a gyártó által átlagos mérési feltételek mellett (minimálisan 4 műhold, maximálisan 6 PDOP és megfelelően kis takarás...) garantált.



9. kép: A terepi felmérés négyzetháló rendszere  
Fig. 9: The site grid of the field survey

Utófeldolgozásos mérés esetén adatainkhoz felhasználhatunk Trimble DAT formátumú, de akár RINEX csereformátumú adatokat is. A GPS Analyst bővítmény használata teszi lehetővé a differenciális korrekciót a GPS adatokon a ArcGIS Desktop feldolgozáson belül, és az ArcPad GPSCorrect használatával kaphatunk teljeskörű mérőrendszert.

GeoXH GPSCorrect segítségével a nagy pontosságú pozíciók valós időben is elérhetők. Könnyen megtalálhatunk betemetett, rejtett, terepen nehezen azonosítható objektumokat. Az irodai feldolgozás kiesik, így lerövidül, egyszerűsödik a munkafolyamat.

A mérések helyszínének megfelelő GPRS lefedettsége és 30 kilométeren belüli távolsága a Georgikon Bázisállomástól a fentebb leírtaknak megfelelően lehetővé és hatékonyá tette az online korrekciók használatát

### A terepi adatgyűjtés

A vizsgált területet a ma használatos régészeti szakmai protokollok<sup>4</sup> és a régészeti terepbejárásokra vonatkozó gyakorlat és irodalom (JANKOVICH 1993.) alapján kisebb egységekre lett felosztva és egyedi azonosítóval ellátva. (17. kép) A terepbejárás alapját az így kialakított 250 x 250 méteres egységek jelentették.

A mesterségesen kialakított négyzethálószerű egységeket az ún. „grid-walking” (négyzethálós-terep-

bejárás) módszerével kutattuk át. Ezt a módszert kisebb területek részletesebb vizsgálatánál szokták alkalmazni felszíni leletgyűjtésnél, de a módszer pontossága és jelen esetünkben a célobjektum (azaz a halom) nagysága miatt tökéletesen megfelelt. Az egyes egységeket 50 méteres sávonként jártuk át, mivel a terepi adatgyűjtésben résztvevő csapatot minimum 3 fő alkotta, így 1 főre kevesebb mint 20 méteres sáv rész jutott, ami halomsírok kutatása esetén jónak mondható.

A terepi adatgyűjtést általában 3 fő végezte.<sup>5</sup> 1 fő kezelte a GPS készüléket, 1 fő az űrlapokat vezette és a halmokat látta el azonosító számmal. 1 fő a halomsírokat fotózta és lemérte átmérőjüket. A terepbejárásra 2008. szeptemberében és októberében került sor. A terepi mérések összesen 10 napot vettek igénybe.

A terepi felmérés előtt meghatározásra kerültek azok az adatok, amelyeket az adatgyűjtés során fel kívántunk venni. Ezek a következők:

1. Halom azonosítására szolgáló információ
  - a. Halom száma
  - b. Négyzetháló azonosítója
2. Felmérés dátuma
3. GPS mérés helyére vonatkozó információ (ha halom közepe nem megközelíthető)
4. Halom méreteire vonatkozó információk
  - a. Átmérő
  - b. Magasság
  - c. Lepusztult (igen/nem)
  - d. Leírás
5. Halom bolygatására vonatkozó információk
  - a. Bolygatott (igen/nem)
  - b. Teteje berogyva (igen/nem)
  - c. Bolygatás helyének, mértékének leírása
6. Fedettség
  - a. Fával fedett (igen/nem)
  - b. Fedettség mértéke (1–3 fa minimális, 4–7 fa közepes, 7-nél több fa sűrű)
7. Fotózásra vonatkozó információk
  - a. Fotószám
  - b. Fotózás irány
  - c. Fotós neve
  - d. Fotózás dátuma

A felsorolt adatokat az egységes adatfelvétel elősegítésére és a későbbi adatbázisba történő adatfelvitel miatt űrlappá szerkesztettük. A terepi adatgyűjtéskor ezeket az űrlapokat használtuk adatfelvétellel.

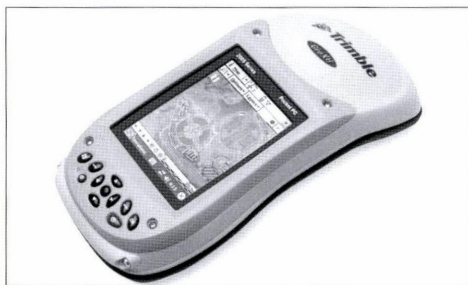
A terepi méréseket a Trimble cég GeoXH GPS eszközzel végeztük (10. kép), amelyen Windows Mobile 5.1 operációs rendszer futott, 416 MHz Intel X-Scale processzor, Bluetooth és 802.11b WiFi LAN wireless technológiával, 64 MB RAM and 512 MB belső Flash diszk memóriával, TFT, 240 x 320 pixel kijelzővel felszerelve. Az eszköz támogatja a H-Star technológiát,

RTCM valós idejű korrekciót, az NMEA és TSIP protokollokat, továbbá beépített SBAS-szel rendelkezik.<sup>6</sup> A korrekciós jelek a keszthelyi Georgikon szerverről mobilinterneten keresztül jutottak el az eszközökhöz. A GPS készülék és a mobiltelefon Bluetooth kapcsolaton keresztül kommunikált.

A terepi adatgyűjtéshez az Esri cég Arcpad 7.0.1 szoftverét használtuk.<sup>7</sup> A keszthelyi szerverről sugárzott korrekciós jelek feldolgozására a Trimble cég GPScorrect™ extension for ESRI ArcPad nevű szoftverét alkalmaztuk.<sup>8</sup> A terepen történő tájékozódást elősegítendő a műszerre fel lett töltve a FÖMI-től vásárolt 42–412 számú digitális EOVS térképállomány is.

A mérés során a GPS készülékkel a halmok közepe, ha ez valamilyen terepakadály (bokrok, fa) miatt nem volt lehetséges akkor a halom meghatározott szélé lett bemérve. Mivel a halmok átmérője az esetek nagy részében az 5 métert is meghaladta, ezért a halmok közepén mért szubméteres pontosság a felmérés szempontjából tökéletesen megfelelt.

A mérést elősegítette, hogy az erdőben fekvő halmok nem zárt lombkorona alatt helyezkedtek el (a mérés előtt és vele párhuzamosan is erőteljes fakitermelés zajlott). A lombohullást az őszi idő is előnyösen befolyásolta.

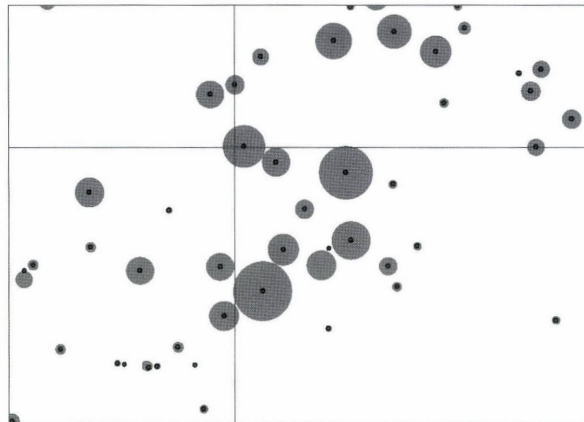


10. kép: A Trimble GeoXH GPS készülék  
Fig. 10: The Trimble GeoXH GPS set

A terepi adatgyűjtés nem várt eredményt hozott: egyrészt sikerült beazonosítani a már ismert halmokat és halomsoportokat, másrészt a terepbejárás során több új eddig ismeretlen halomsír került elő.

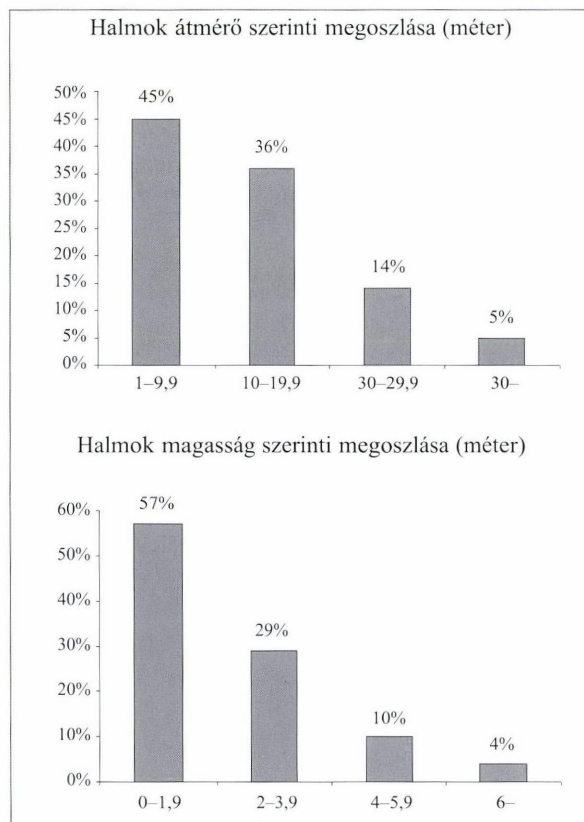
#### *A terepi mérés feldolgozása és eredménye*

A mérés eredményeit a már meglévő ArcGis geoadatbázisba integráltuk. A geoadatbázis úgy alakult kialakításra, hogy szerves részét képezze a Zala Megyei Múzeumok Igazgatóságánál kifejlesztett térinformatikai rendszernek. (EKE–FRANKOVICS–KVASSAY 2007, 259–269.) Mivel a halmokról csak pontszerű térbeli adatokkal rendelkezünk, ezért az úrlapra felvett attribútum adatok alapján megrajzoltuk a halmok térbeli kiterjedését, körként jellemezve azokat. (11. kép)



11. kép: A halmok síkábrázolása a térinformatikai rendszerben  
Fig. 11: The flat imagery of the mounds in the GIS system

A terepi adatgyűjtés során 301 pontot mértünk. A mért pontok közül biztosan halomnak tekinthető objektumok száma 288, a kérdéses objektumok száma 13. (21. kép) A felszíni nyomok alapján a halmok közül 58 bolygatott/rabolt. A halmok átmérője 3 és 45 méter között változik, magasságuk 0,5 és 10 méter között szóródik. (12. kép)



12. kép: A halmok átmérő és magasság szerinti megoszlásának diagramjai  
Fig. 12: Distribution charts of the mounds' diameters and heights



### *A felmérés és a geodátbázis felhasználásának lehetőségei*

A térinformatika egyik közhelye hogy a rendszer legdrágább eleme az adat. Így van ez esetünkben is, hiszen maguk az adatok és az adatminőség határozza meg felhasználásának lehetőségeit is. Az előző oldalakon felvázolt térinformatikai alrendszer több felhasználási lehetőséget is rejt magában. A legkézenfekvőbb ezek közül *a régészeti célú felhasználás.*

A rendszer hatékonyan segítheti a tudományos feldolgozó munkát, a terepi régészeti feltárás előkészítését. (Tipikusan feltehető kérdés: Bizonyos kritériumok meghatározása után, melyik halmot/halmokat érdemes feltárni?)

A rendszer hatékony segédeszköze lehet a *kulturális örökségvédelmi*<sup>9</sup> illetve *szakhatósági munkának*.<sup>10</sup> (A Kulturális Örökségvédelmi Hivatal vagy éppen a területileg illetékes természetvédelmi hivatal számára maga a digitális halomkataszter léte is hiánypótló, hiszen mindennapi munkájukat segíti elő. (Esetükben feltehető kérdések: az adott területen engedélyezhető földmunkavégzés vagy nem? Az adott területen a fakitermelés, (tuskózás) csak felügyelettel engedélyezett-e?)

Egy jól elkülöníthető felhasználási lehetőség a *turisztikai célú hasznosítás.* A rendszer lehetővé teszi régészeti tanösvények tervezését és ezeknek a már meglévő turistaút és tanösvény hálózatba történő integrálását.

### *Jegyzetek:*

<sup>1</sup> A jelen munka keretei nem tették lehetővé a teljes halomkataszter részletes közlését. A teljes dokumentáció a Balatoni Múzeum adattárában lett elhelyezve, száma: 2339.2008. KBM

<sup>2</sup> A bázisállomás honlapja a <http://gnss.georgikon.hu> címen elérhető, további információ a [bjs@georgikon.hu](mailto:bjs@georgikon.hu) címen kérhető.

<sup>3</sup> További technikai információ a <http://trimble.com> honlapon érhető el.

<sup>4</sup> Régészeti lelőhelyek feltárása során alkalmazott geodéziai eljárások dokumentációja: [http://www.kosz.gov.hu/documents/KOSZ\\_dokumentacios\\_eljarasok.pdf](http://www.kosz.gov.hu/documents/KOSZ_dokumentacios_eljarasok.pdf)

<sup>5</sup> A terepi munkákban nyújtott nélkülözhetetlen segítségért köszönet illeti Tóth Judit régészt, Gönye András és Kiss Viktor régésztechnikusokat. A 2008. évet megelőzően Büki Ágnes, Egyházi Dóra és Gaál Erika vettek részt a halmok felmérését célzó terepbejárásokban, köszönjük segítségüket.

<sup>6</sup> Az eszközről technikai információk érhetők el a <http://www.trimble.com/geoxh.shtml> oldalon.

<sup>7</sup> A szoftverről bővebb információ található a [http://www.esrihu.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=137&Itemid=218](http://www.esrihu.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=218) oldalon.

<sup>8</sup> A GPSCorrectTM extension for ESRI ArcPad szoftverről leírás található a [http://www.esrihu.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=156&Itemid=242](http://www.esrihu.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=242) oldalon.

<sup>9</sup> A Kulturális Örökségvédelmi Hivatal több éve tervezte a 2001. évi LXIV. törvény alapján a Zalaszántó-Vár rét és Hamvas-erdő területén elterülő halomsírmező fokozottan védett régészeti lelőhelyé nyilvánítását. A védetté nyilvánítási eljárás 2006-ban megindult.

<sup>10</sup> Érdekes adalék az őskori halmok kérdéséhez, hogy a törvényalkotók a halmok védelmét (1996. évi LIII. törvény 23§ (2)) a területileg illetékes természetvédelmi hatóság (esetünkben a Balaton-felvidéki Nemzeti Park) hatáskörébe utalta. A most elkészült halomkataszter reményeink szerint nagymértékben segíti munkájukat.

### *Irodalom:*

#### A MÁSODIK KATONAI FELMÉRÉS 2005

A Második katonai felmérés: Magyar Királyság és a Temesi Bánság 1819–1869. DVD Arcanum Kiadó 2005. (ISBN 963 7374 21 3)

#### AZ ELSŐ KATONAI FELMÉRÉS 2006

Az Első Katonai Felmérés: Magyar Királyság 1763–1785. DVD Arcanum Kiadó 2006. (ISBN 963 7374 34 5)

#### BAKAY-KALICZ-SÁGI 1966

Bakay K. – Kalicz N. – Sági K.: Magyarország Régészeti Topográfia I. kötet. Veszprém megye

régészeti topográfiaja. (A keszthelyi és a tapolcai járás), Budapest, 1966.

#### BUSZNYÁK 2004a

Busznyák J.: Mobil eszközzel is elérhető térinformatikai és egyéb adatbázisok fejlesztése. Acta Agraria Kaposváriensis, Volume 8 No 3 2004, 61–75. ISSN 1418–1789.

#### BUSZNYÁK 2004b

Busznyák J.: Mamika Elektronikus Tananyaggyűjtemény: GPS helymeghatározás, navigáció és

- adatgyűjtés, Keszthely, ISBN 963 9096 84 9.
- BORZA–BUSICS 2006**  
Borza T. – Busics Gy.: Ajánlás a GNSS technikával végzett pontmeghatározások végrehajtására, dokumentálására, ellenőrzésére. Kozmikus geodéziai obszervatórium (<http://www.sgo.fomi.hu/ajanlas.html>), Budapest, 2006.
- DARNAY 1899**  
Darnay K.: A Zala-szántói halmok és két magyar lovassír. In: ArchÉrt (XIX.) 1899, 277–280.
- EKE–FRANKOVICS–KVASSAY 2007**  
Eke I. – Frankovics T. – Kvassay J.: Első tapasztalatok a nagyfelületű régészeti feltárások térinformatikai feldolgozása során Zala megyében. In: ZM 16 (2007) 259–269.
- HARMADIK KATONAI FELMÉRÉS 2007**  
Harmadik katonai felmérés 1869–1887. DVD Arcanum Kiadó 2007. (ISBN 978–963–7374–54–8)
- HENCZ 1877**  
Hencz A.: Kunhalmok Zalamegyében. In: Adatok Zala megye Történetéhez (3), Nagy–Kanizsa, 1877. 132–138.
- JANKOVICS 1993**  
Jankovics B. D.: A felszíni leletgyűjtés módszerei és szerepe a régészeti kutatásban. Régészeti Továbbképző Füzetek 4. Budapest, 1993.
- KESZTHELYI HÍRLAP 1899.**  
Január 29. száma 4. oldal.
- KESZTHELYI HÍRLAP 1902.**  
Augusztus 31. 5. oldal.
- KISS 2004.**  
Kiss G.: Késő bronzkori, kora vaskori sírhalmok digitális terepmodelljének elkészítése földi felvételek alapján. Szakdolgozat (Nyugat Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Főiskolai Kar) Székesfehérvár, 2004. (Göcseji Múzeum Adattára 2004.2676 valamint CD nyilvántartás 16–2004)
- KUZSINSZKY 1920**  
Kuzsinszky B.: A Balaton környékének Archaeológiája, Budapest 1920.
- LIPP 1884**  
Lipp V.: A keszthelyi sírmezők, Budapest, 1884.
- MÁRTON 1933–1934**  
Márton L.: A korai La Tène leletanyaga. In: Dolgozatok (IX–X) 1933–1934, 93–165.
- NAGY 2005**  
Nagy V.: Tátika vára. In: Műemlékvédelem XLIX. 2005/2, 92–98.
- PATEK 1973.**  
Patek E.: Zalaszántó, ásatási beszámoló in: ArchÉrt (100) 1973, 261–262.
- PATEK 1974–1975**  
Patek E.: Zalaszántó, Várrét. In: MittArch (5) 1974–1975. 206–207.
- RÓMER 1878**  
Rómer F.: Résultatats généraux du mouvement archéologique en Hongrie, Compte Rendu II: Budapest, 1878.
- TAMÁS–LÉNÁRT (2003)**  
Tamás, J. – Lénárt Cs.: Terepi Térinformatika és a GPS Gyakorlati Alkalmazása. Litográfia Kft. Debrecen, 2003
- TIMÁR – MOLNÁR 2003**  
Timár G. – Molnár G.: A második katonai felmérés térképeinek közelítő vetületi és alapfelületi leírása a térinformatikai alkalmazások számára. Geodézia és Kartográfia 55(5), 2003: 27–31.
- TIMÁR – MOLNÁR 2008**  
Timár G. – Molnár G.: A harmadik katonai felmérés térképeinek georeferálása. Geodézia és Kartográfia 60(1–2), 2008: 23–27.
- VALTER–VELLADICS 1999**  
Valter I. – Velladics M.: Rómer Flóris Jegyzőkönyvei Somogy, Veszprém és Zala megye (1861), OMvH, Budapest, 1999.
- VÁNDOR 2008**  
Vándor L.: Tátika vára in: Kastélyok, várak, templomok 2008/6 (in print)
- RÖVIDÍTÉSEK FELOLDÁSA:**  
ZM: Zalai Múzeum  
ArchÉrt: Archeologiai Értesítő  
MittArch: Mitteilungen des Archäologischen Institutes der Ungarischen Akademie der Wissenschaften  
OMvH: Országos Műemlékvédelmi Hivatal
- WEBLIOGRÁFIA**  
Georgikon bázisállomás: <http://gnss.georgikon.hu>  
Georgikon térképszerver: <http://map.georgikon.hu>  
Geotrade Kft.: <http://geotrade.hu>  
Geotrade GNSS: <http://geotradegnss.hu>  
Trimble honlapja: <http://trimble.com>  
Az Európai Űrügynökség Galileo honlapja: <http://esa.int/esaNA/galileo.html>  
GNSSnet Szolgáltató Központ: <http://gnssnet.hu>  
EUPOS (európai rendszer): <http://eupos.org>  
SAPOS (német rendszer): <http://sapos.de>

## The most recent results of the measuring of the prehistoric tumuli at Zalaszántó

Zalaszántó lays in Western Hungary, in the middle of the Keszthely Mountains, near the border between Zala and Veszprém county (*Fig 13*). The barrow field is known since 1861, it is situated northeast from the village. Former literature and maps contain various numbers of mounts (*Fig 1*). On the basis of the few excavations, the barrows were raised in the Early Iron Age (Ha C–D).

The field survey of the mounds was made in the fall of 2008, followed by GIS elaboration and fabrication of a site register.

Considering the extent of the territory, the high number of points and the reachable tools, GPS field measuring was chosen. The aimed task: the re-measuring of the mounds as well as our own requirements demanded accurate measuring (sub metric), so we used a special DGPS method. Trimble GeoXH device was applied to field measuring and the needed correction data was provided by the Georgikon GNSS Base Station in Keszthely (<http://gnss.georgikon.hu>), which is a Trimble NetR5 triband receiver (GPS/GLONASS/L2C,L5). It has an IP address, internal NTRIP server, FTP server and NTRIP Caster.

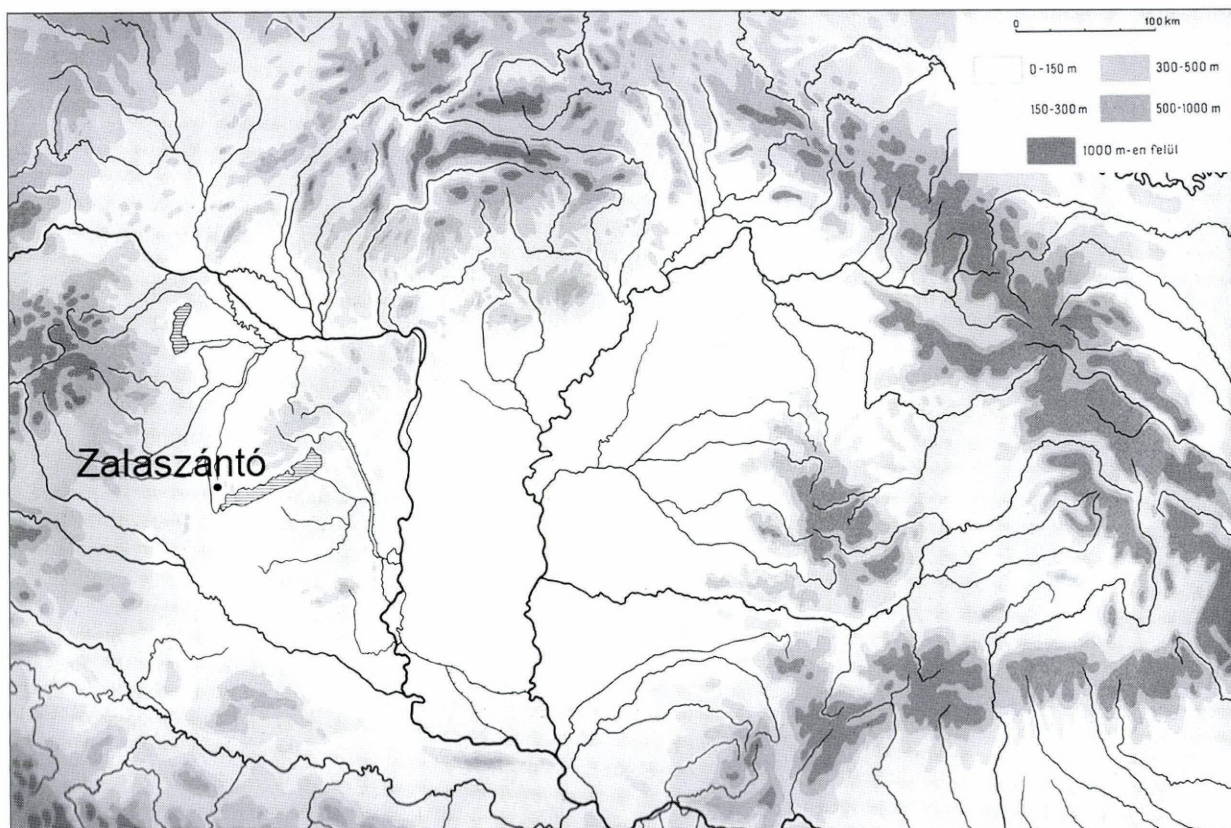
The measuring frequency is 1,2,5,10 Hz, the measuring accuracy is 5mm+0,5ppm v. (*Fig 4–8*). All needs of the university and Southwest Transdanubia (more than 10000 km<sup>2</sup>) can be supported by the Georgikon Base, it has wide range of online/offline services (RTK 2.1, 2.3, 3.0, RAW, DGPS, CMR, CMR+ and DAT, RINEX.)

During the field research the EOVS (HUNGARIAN PROJECTION SYSTEM) coordinates of the mound's centre was recorded with the number of the feature, its height, diameter, its state (disturbing), and the number of trees on the barrow. We took digital pictures, too.

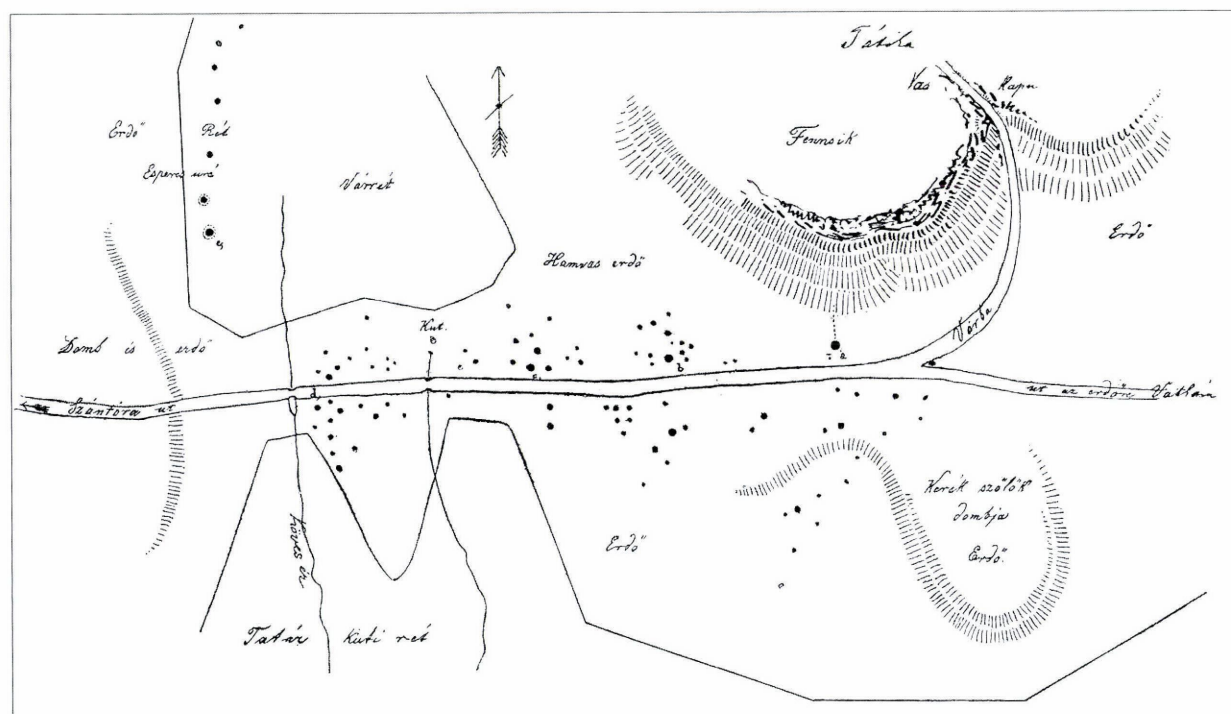
The data of the fieldwork was processed by the ESRI Arcgis 9.2 software, and was set up into a personal geodatabase.

On the basis of the results, 288 mounds were examined, 13 are pending (*Fig 21*). 58 barrows showed up traces of disturbance or robbery. The diameter varies between 3 and 45 meters, the height is between 0,5 and 10 meters (*Fig 12*).

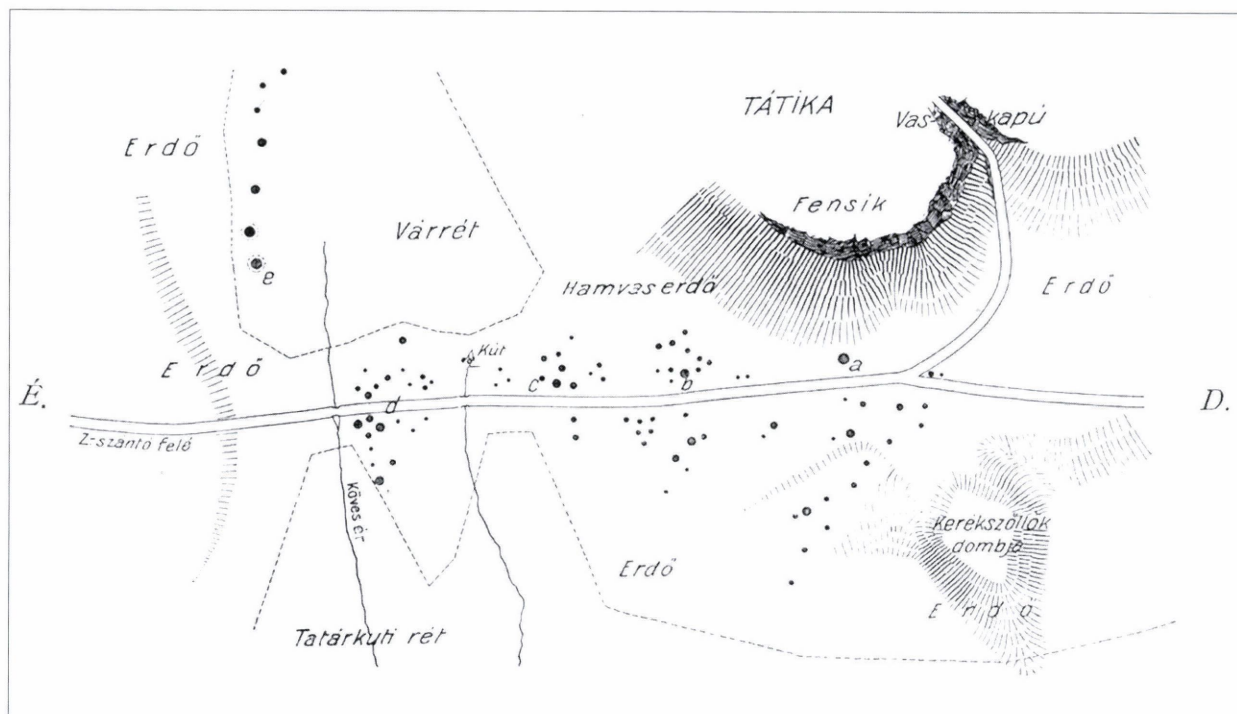
*Translated by Zoltán Fullár*



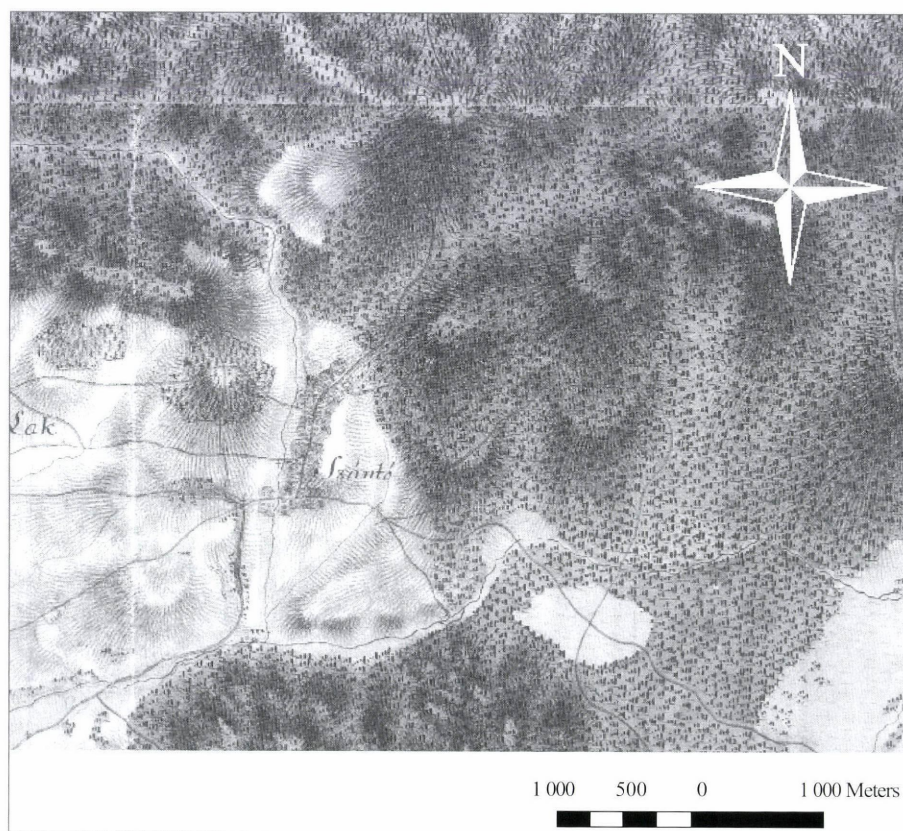
13. kép: Zalaszántó fekvése  
Fig. 13: Location of Zalaszántó



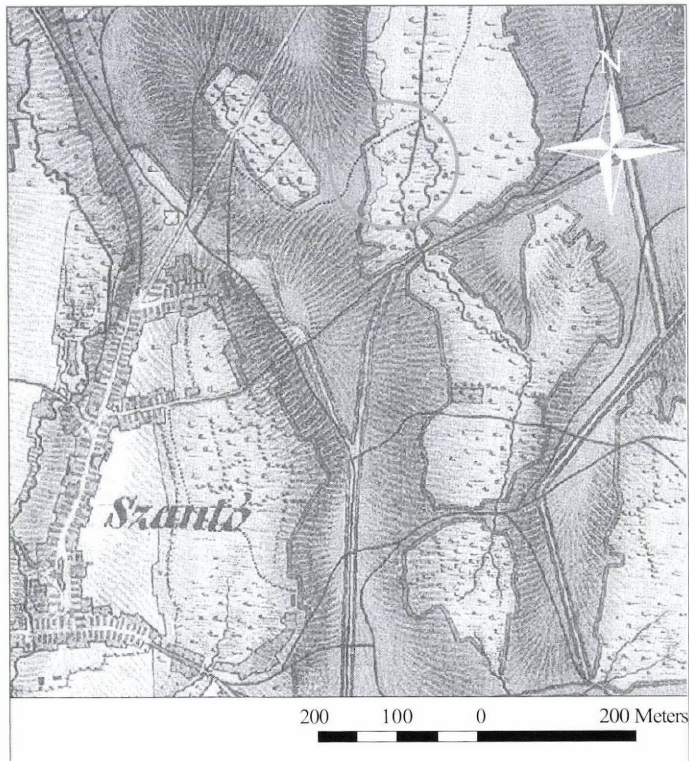
14. kép: A tátikai halmok (Rómer 1878 nyomán)  
Fig. 14: The mounds at Tátika (by Rómer 1878)



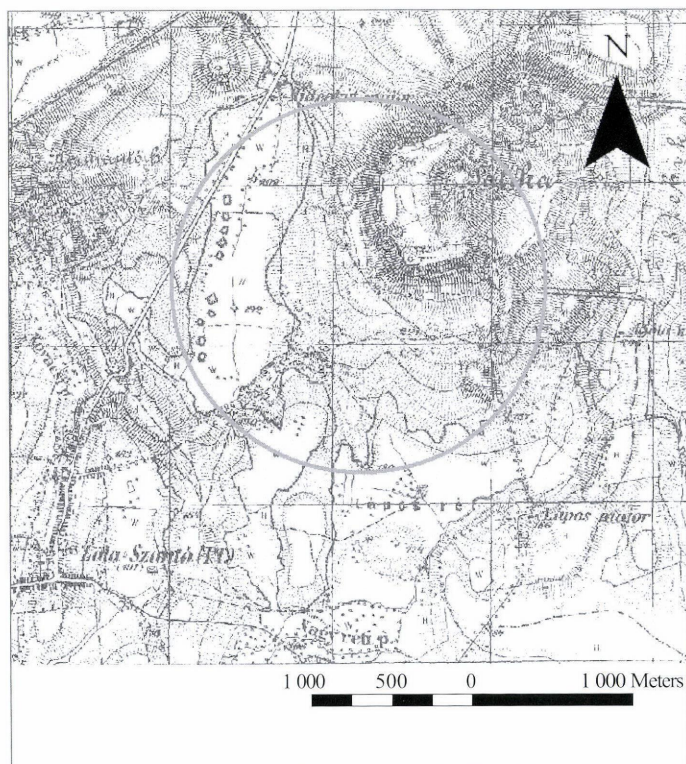
15. kép: A tátikai halmok (Kuzsinszky 1920 nyomán)  
 Fig. 15: The mounds at Tátika (by Kuzsinszky 1920)



16. kép: Zalaszántó és környéke az első katonai felmérésen  
 Fig. 16: Zalaszántó and its surroundings on the 1<sup>st</sup> Military Survey



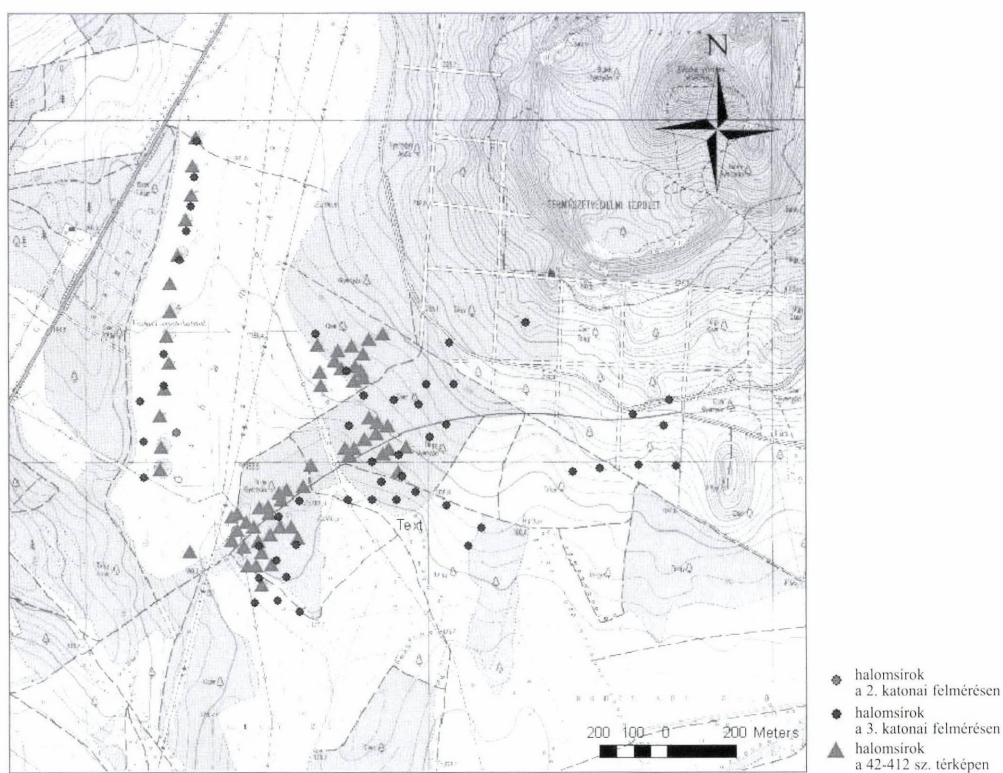
17. kép: Zalaszántó és környéke a második katonai felmérésen  
 Fig. 17: Zalaszántó and its surroundings on the 2<sup>nd</sup> Military Survey



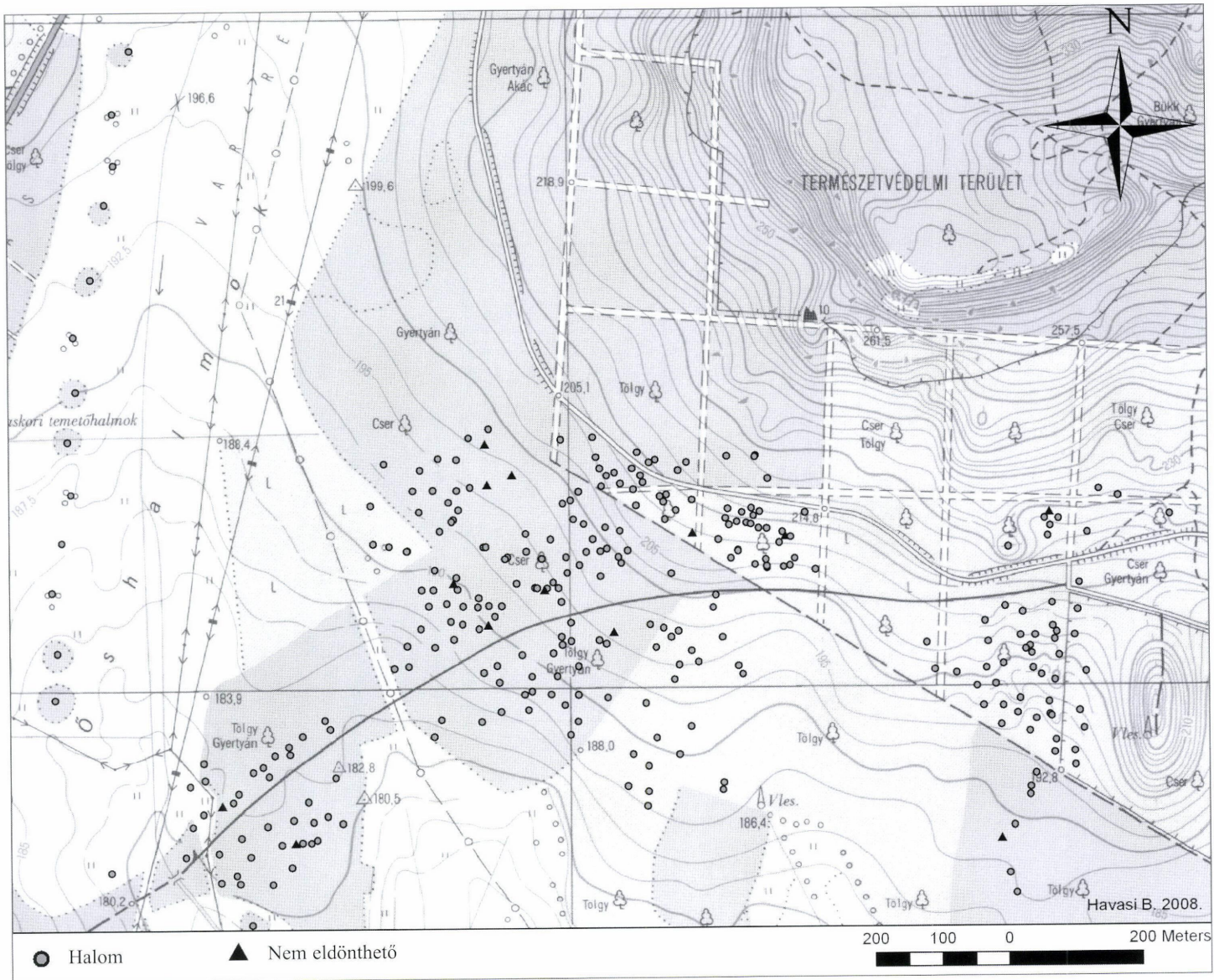
18. kép: Zalaszántó és környéke a harmadik katonai felmérésen  
 Fig. 18: Zalaszántó and its surroundings on the 3<sup>rd</sup> Military Survey



19. kép: Zalaszántó és környéke a 42-412 számú topográfiai térképen  
 Fig. 19: Zalaszántó and its surroundings on the topographic map Nr. 42-412



20. kép: A halomsírok elhelyezkedése a topográfiai térképek alapján  
 Fig. 20: The location of the mounds on the basis of the topographic maps



21. kép: A zalasántói halomsírmező átnézeti térképe a 2008-as felmérés alapján  
 Fig. 21: Site map of the Zalasántó barrow field surveyed in 2008