

KÜLÖNBÖZŐ LELETFELDERÍTÉSI MÓDSZEREK TALÁLKOZÁSA TÉRBE ÉS IDŐBE BADACSONYTOMAJON (VILLA RUSTICA)

SZÉKELY BALÁZS¹, MOLNÁR GÁBOR¹, PATTANTYÚS Á. MIKLÓS²

¹ ELTE Geofizikai Tanszék Úrkutató Csoport, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/a.

² Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, 1145 Budapest, Kolumbusz utca 17-23.

e-mail: balazs.szekely@elte.hu

Összefoglalás

A geofizikai módszerek jelentős része kiválóan alkalmas felszínközeli régészeti objektumok kimutatására. Ugyanakkor problémaként vetődik fel, ha a régészeti objektum által okozott jelet az időközben ráhordott érdemi vastagságú, antropogén törmelék által keltett mérési zaj elnyomja, vagy nehezen kimutathatóvá teszi.

Esetünkben a fejlesztési területként kijelölt, Badacsonytomaj külvárosában, korábban ismert római „Villa Rustica” lelőhely feltételezett területének egy részét a XX. század második felében kb. 2 méter vastag feltöltéssel borították. Az eredeti térszínen lemerített, 1 ha-t meghaladó terület nyugati részén a földradar módszer alkalmazásával sikerült behatárolni a törmelékes zónákat, ettől kissé K-re pedig feltérképezni az épületek elhelyezkedését, sokszor teljes kontúrját. A déli, feltöltött területen azonban földradaros vizsgálatokat nem volt célszerű elvégezni az utólagos bolygatások és a feltöltési inhomogenitások zavaró hatásai miatt.

Megvizsgáltuk annak lehetőségét, hogy az archív, a feltöltést megelőző időből (különböző évszázakból, napszakokból) származó, mérőkamerával készített, térképezési célú légifelvételken az épületmaradványok kimutathatók-e. A felvételek szokásos kiértékelési módja a lineamentumok, vonalas képrészletek, és a régészeti objektumokat jelenthető foltok vizuális azonosítása. A módszert a földradaros eredményekkel teszteltük. A kiértékelés során csak a régészeti objektumok várható karakterisztikus méretét vettük figyelembe, a kiértékelés a geofizikai eredményektől függetlenül történt, a kiértékelő személy a mérések pontos helyzetét, kiterjedését nem ismerte. A számos légifelvételen elvégzett vizuális kiértékelés eredményeit a méteres nagyságrendbe eső pontossággal ortorektifikált légifelvételen térinformatikai módszerekkel összeillesztettük a földradaros eredményekkel. A földradar által kimutatott objektumok jó egyezést mutattak a lineamentumokkal. Ennek alapján azt várhatjuk, hogy a ma már nem mérhető, a feltöltés alatt elhelyezkedő területen vélelmezett objektumok egy része régészeti eredetű, azaz a terület egy része a védendő értékek jelenléte miatt biztosan nem vonható fejlesztésbe. A módszert ajánljuk olyan feltételezett lelőhelyek kutatására, ahol a geofizikai módszerek alkalmazására csak részben van lehetőség, és a nem mérhető terület jellegében történt változás előtti időből archív légifelvétel létezik.

Abstract

Most of the geophysical methods are well-suited to detect shallow archaeological objects. However, the signal can be muted by the noise caused by the anthropogeneous debris covering the objects.

In our study area, in the outskirts of the town of Badacsonytomaj, the Roman archaeological site "Villa Rustica", recognised earlier, has been covered by a 2 m thick earth dump in the second half of the 20th century. In the uncovered part of the site ground penetrating radar (GPR) measurements revealed structures in the soil. More to the east, remnants, sometimes contours of buildings have been traced in the GPR images. The southern part of the area was not suitable for measurements because of the inhomogeneous dumps.

According to our assumption, such features can also be traced on archive aerial photographs, taken for military mapping purposes, shot before the accumulation of dumps reveal archaeological features in the latter area, too.

Commonly, the aerial photographs are evaluated visually to delineate indications of archaeological features. Our evaluation has been cross-checked by GPR measurements. The GPR results were not known to the observer during the visual evaluation. The evaluation results of several orthorectified aerial images were then integrated in GIS together with the indications of the GPR images. The position of remnants revealed by the GPR correlated strongly with the lineaments. One may expect that such lineaments indicate archaeological features in the non-measurable area, too. Consequently, this area is not suitable for commercial development because of the plausible presence of archaeological features.

This combination of techniques may be useful at archaeological sites where parts of the area are not measurable, but archive aerial photographs exist predating the change in the land use.

KULCSSZAVAK: RÓMAI KOR, GPR, LÉGIFÉNYKÉP, ORTOFOTÓ, LINEAMENTUM, VILLA RUSTICA.

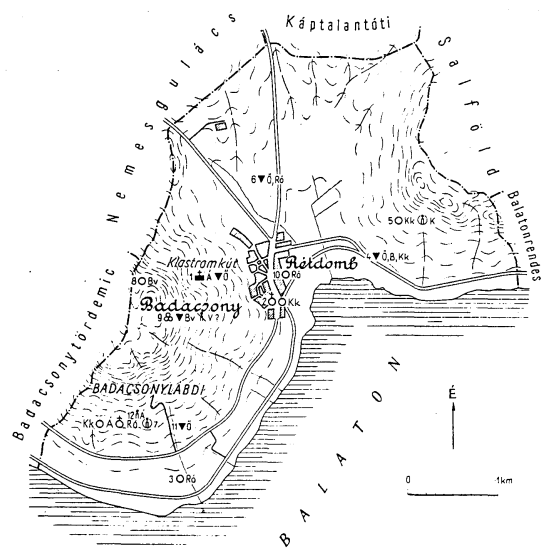
KEYWORDS: ROMAN PERIOD, GPR, AERIAL PHOTOGRAPHY, ORTOPHOTO, LINEAMENTS, VILLA RUSTICA.

Bevezetés

A badacsonytomaji Rét-domb felszínfejlődése a római időktől napjainkig

A Badacsonytomaji ún. Rét-domb területe a felszíni leletek alapján készült (GEREVICH 1969; **1. ábra**) szerint feltáratlan római kori villagazdaságként ismert régészeti lelőhely. Badacsonytomaj városának K-i határa ma már idáig terjed, és felmerült a továbbparcellázás kérdése, aminek előfeltétele a régészeti lelőhely pontos területi lehatárolása. A jelen vizsgálat eredeti célja tehát a lehatárolás volt, később azonban megkíséreltük a részletesebb mérest az eredmények esetleges régészeti célú használhatósága érdekében.

A jelenlegi felszíni viszonyok változatosak: az elmúlt kétezer év természetes és antropogén folyamatai nyomot hagytak a tájon. Ma a nyugati rész mezőgazdasági művelési ág szerint rét, legelő kategóriába tartozik, ennek egy része kissé mocsaras és legújabban nyomokban illegálisan lerakott kommunális hulladék is megjelenik.



1. ábra

Badacsonytomaj területén található régészeti objektumok a Veszprém megye régészeti topográfiája alapján. A 10-es számmal jelölt objektum jelzi a kutatási területet. (Az északi irány az ábra teteje felé mutat.)



2. ábra

A kutatási terület mai képe. (a): északra, háttérben a Gulács. (b): kilátás déli irányba, a feltöltött területtel.

Az északi rész mezőgazdasági művelés alatt van, a domb egy része valóban rét, amint a neve is mutatja, a déli részt pedig kb. másfél-két méter magasan feltöltötték (**2. ábra**). A feltöltő anyag összetétele ismeretlen, feltételezhetően zömében törmelék, de nem zárható ki a kommunális hulladék sem.

Ismeretes, hogy a Balaton vízszintjét hosszú idő óta – a kora középkor óta biztosan, de feltehetőleg már római időkre is visszanyúlóan – mesterségesen szabályozták (BENDEFY és NAGY, 1967). Várakozásaink szerint esetleg ennek térképi nyomai is lehetnek, ez indokolja archív térképi adatoknak a vizsgálatba vonását. Esetünkben a tó szintváltozásainak az a jelentősége, hogy a megváltozó vízszinttel a helyi erőzibázis érdemben módosul, ami a területen üledékképződést vagy épp ellenkezőleg lepusztulást jelent. Az előbbi folyamat a régészeti objektumok mélyebbre kerülését, az utóbbi értelemszerűen részleges kireparálódását jelentheti.



3. ábra

(a): A kutatási terület piros körrel jelölve az I. katonai felmérés térképén (b): a II. katonai felmérés térképén (Az északi irány az ábra teteje felé mutat.)

A tomaji öblözetet feltöltő vízfolyás lejtése itt már kicsi, következésképpen a deltaépítés, illetve a Balaton esetében közismert vízlengés (*seiche*, CHOLNOKY, 1913) által okozott vízfelszín alatti erózió kölcsönhatása, egyensúlya a feltehetőleg csekély mélységben lévő leletek fedőrétegének vastagságát befolyásolhatja.

A vizsgálatunkban használható, megfelelő felbontású archív térképként jönnek számításba az ún. Első és Második Katonai Felmérés 1:28800 méretarányú vonatkozó térképlapjai (HOFSTÄTTER, 1989, JANKÓ, 2001).

Az Első Katonai Felmérés térképlapjának részlete. A térképlap jelzete: 7. oszlop 19. sor (**3a. ábra**). Az 1700-as évek második felében készült térképmű rögzíti a korabeli táj állapotát. A térkép magasságadatokat nem jelöl, de a rajzoló vonalkázással (ún. *summerolás*) érzékelteti a domborzatot. A térképen látható, hogy a település magja a kiemelt térszíni területen található. A régi egyutcás település kertjei még a magasabb térszínen vannak. A térkép ezen a területen sem épületeket, sem romokat, sem épületmaradványokat nem jelöl. A Balatonba torkolló vízfolyásra, illetve annak pozíciójára utal a kicsiny, torkolatszerű beöblösödés a tó partvonalában.

A Második Katonai Felmérés térképlapja. A második katonai felmérés (georeferálás)

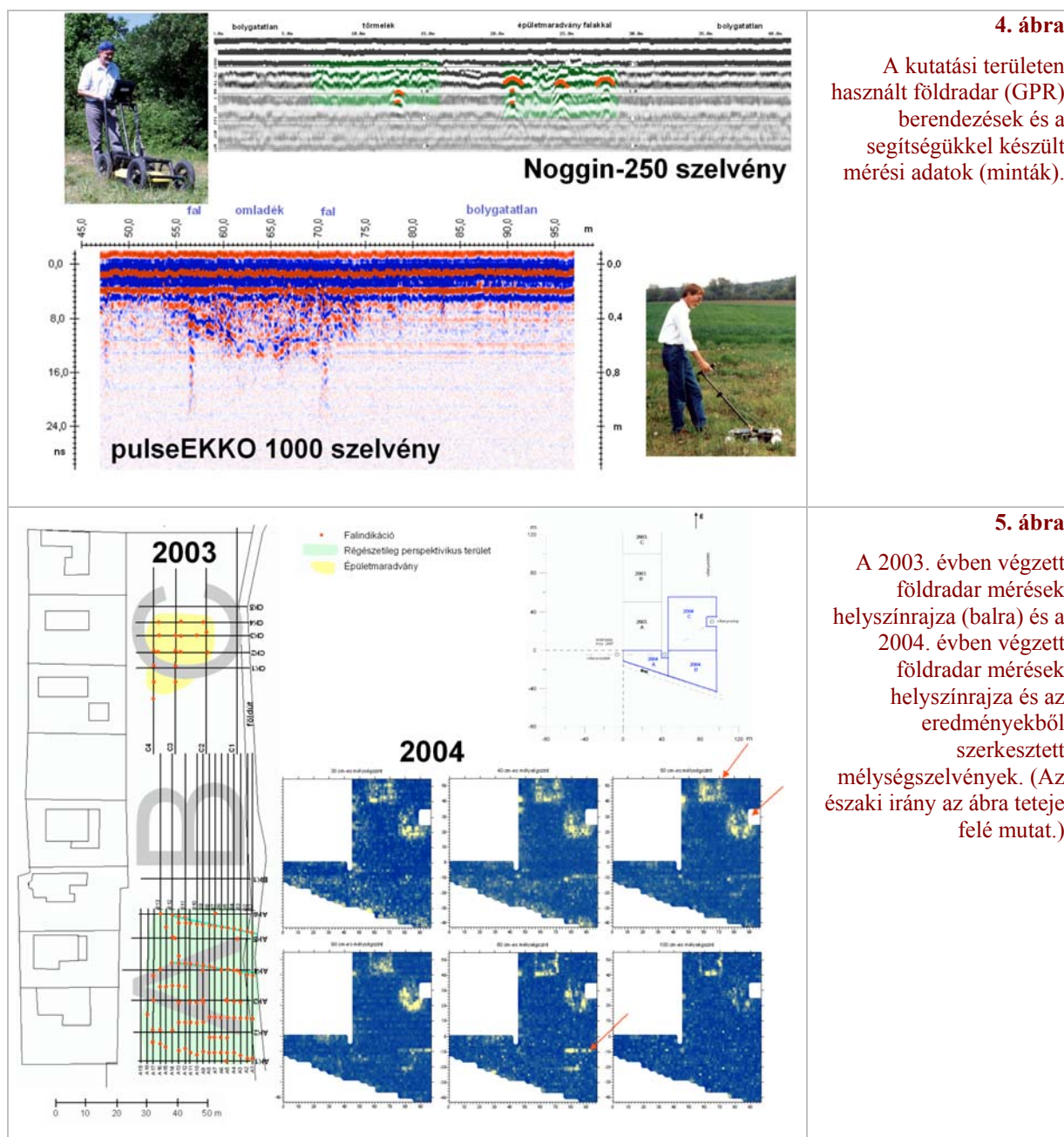
részletesen ld. TIMÁR & MOLNÁR, 2003; TIMÁR et al. 2006) eredetileg ugyancsak 1:28800 méretarányú térképlapja az 1800-as évek első felének állapotát tükrözi (**3b. ábra**). A térkép részletesen ábrázolja a megnövekedett méretű települést. A térkép színei és rajzolata elkülönülten jelöli a kerteket (sötétzöld), a legelőt (türkiz), a nádat (sárga) és a tavat (kék). A legelő mocsaras, vizenyős részét vonalkázás jelzi. Elkülöníthető, és magasabb térszínre utal a legelőből leválasztott szántóföld (fehér). Ezen a térképen sem azonosíthatók épületromok a vizsgált területen, viszont az is megállapítható, hogy – ellentétben az I. katonai felmérés térképén látható helyzettel – vizsgálandó terület részben vízjárta, időnként elöntött terület. Ez üledékképződésre utal, ami valamelyest növelhette a régészeti objektumok eltemettségét, ugyanakkor a fehérrel jelzett, a lelőhelytől ÉNy-ra fekvő területek geometrikus jellege pedig antropogén feltöltésre utal.

Az országos vonalas létesítmények megjelenése, a vasút, később a műút az üledékképződést és a terület vízháztartását érdemben megváltoztatta, a köztes terület részleges elmocsarasodását okozva.

Az 1950-es években készült légifotók (részletesen lásd később, **6. ábra** jobb oldala) alapján az állapítható meg, hogy bár a település továbbfejlődött, e területen a művelési ágak elterjedése/eloszlása – rét, kiskertek – kevésbé változott. Ebben szerepet játszhatott a régészeti lelőhely már fent idézett azonosítása és védelme. Ugyanakkor a későbbi évtizedekben – éppen a kialakult mocsarasság hatásának csökkentésére – a déli rész feltöltési területté vált, építési törmelék és újabban kisebb részben illegális kommunális hulladék jelent meg.

A földradar lehetőségei a helyi leletfelderítésben

A földradar (Ground Penetrating Radar, GPR) módszer már több római kori régészeti területen bizonyította alkalmasságát a perspektivikus területek kijelölésére, valamint egyes építménymaradványok feltérképezésére. Ennek alapja a falmaradványok és a köztes kitöltő üledék dielektromos állandójának kontrasztja, mely a keltett elektromágneses hullámok visszaverődését okozza az eltérő típusú anyagok határáról. Így például egy homokos-agyagos folyóvízi üledékben eltemetett kőfal, vagy egy keményre dőngölt vagy kavicsos szőrt út jól látható radarjelet okoz. Sajnos azonban ugyanez a helyzet a modern antropogén törmelékkel, szeméttel is: a benne lévő, egymásra lazán rétegzett, igen változatos anyagi minőségű részek zavart radarképet adnak.



Többféle földradar berendezés létezik, ezek a használt frekvenciában, felbontásban és a mérési sebességben különböznek egymástól. Átnézetes méréshez, gyors horizontális lehatároláshoz kisebb felbontás is elegendő, de a vertikális pozíció meghatározása itt kisebb megbízhatóságú. A GPR eszközök behatolási mélységét a használt frekvencia és az altalaj összetétele és szerkezete határozza meg, és ez legtöbbször nem haladja meg a néhány decimétert.

Archív légifelvételek jelentősége a római kori leletek felderítésében

A GPR és más geofizikai módszereknek a feltöltött részen való korlátozott alkalmassága (a zavaró hatások és a megnövekedett mélység miatt) a

feltöltés megtörténte előtti adatok használatát igényelné. A legtöbb ilyen helyen csak távérzékelte adat, konkrétan légifénykép áll rendelkezésre.

A régészeti objektumok légifényképeken való detektálhatóságának egyik oka a leletek mikrodomborzat-módosító hatása. Alacsony megvilágítási szög esetén a mikrodomborzati elemek megnyúlt árnyéka vizuálisan jól felismerhető (SCOLLAR et al. 1990). A másik lehetőség hogy az objektumok a növényzet megváltozásán keresztül jelentkeznek, ami a vízháztartás, a talaj helyi geokémiai viszonyainak eltérései miatt jön létre. Magának az eltérésnek csökkent vagy éppen ellenkezőleg nagyobb növényméret, eltérő zöldesség vagy stresszes

(tápanyag- vagy vízhiányos) növényborítás a következménye.

Mindkét esetben a detektálhatóság a konkrét körülményektől, évszaktól, napszaktól, a megvilágítás jellegétől függ, így lehetőség szerint minél több felvételen kell a kiértékelést elvégezni és a kapott eredményeket össze kell hasonlítani (SCOLLAR et al. 1990).

Adatok és módszerek

A földradaros mérések

A terület GPR-es kutatása több mérési kampányban történt. A 2003-ban alkalmazott Noggin-250 típusú gyorsszelvényező berendezés (**4. ábrán felül**), a kanadai Sensors & Software Inc. gyártmánya, 250 MHz frekvencián, 5 cm-es vonalmenti mintavételi sűrűséggel mér és tárolja az adatokat. Az első mérési ciklusban ezt a műszert alkalmaztuk, mivel csak a feltételezett objektum(ok) lehatárolása volt a célunk.

2004-ben a kanadai Sensors & Software Inc. pulseEKKO 1000 (pE-1000) típusú berendezését választottuk, 450 MHz frekvenciájú antennával (**4. ábrán alul**). Ennek a műszernek az előnye az előzőhöz képest, hogy a tárolt adatok alkalmasak komolyabb utólagos számítógépes feldolgozásra, így többféle megjelenítéssel tehetjük érzékletesebbé az eredményeket.

2003. évben a méréseket a nyugati részen és a réten végeztük (**5. ábra** bal oldalán). A mért részen a mérési hálózatot, vagyis a mérési vonalak helyét és sűrűségét a helyszíni viszonyoknak megfelelően és a mérési adatok változásai szerint határoztuk meg. A mintegy 160 x 35 méteres területet három, (A,B,C; a továbbiakban 2003A, 2003B és 2003C) részterületre osztottuk É-D-i irányban. A hosszirányú mérési vonalak sűrűsége az A területen 2 m, a B területen 2, illetve 4 m, a C területen 5 m volt. A keresztirányú vonalak távolságát az aktuális mérési eredmények alapján határoztuk meg: a távolság az A területen 5 m, a B területen csak egy vonalat mértünk (teljesen anomáliamentes), a C területen, az anomális helyen 5 m volt a keresztirányú vonalsűrűség. A teljes mérési vonalhossz kb. 2300 méter volt.

2004. évben az előző évi területtől egyrészt délre másrészt keletre eső részen végeztük a szisztematikus (négyzethálós) mérést, most már a pE-1000 típusú berendezéssel, 450 MHz frekvencián (**4. ábra** alján). A mérési négyzetháló 2 méteres volt, a vonalmenti mintavételi sűrűség pedig 5-8 cm. A mérést K-NY-i irányú vonalak mentén végeztük. Itt is három (A, B és C; továbbiakban 2004A, stb.) részterületre osztottuk a terepet (**5. ábra** jobb oldalán), a teljes mérési vonalhossz kb. 2680 méter volt.

A vizsgált terület nyugati részén a földradar módszer alkalmazásával sikerült lehatárolni a törmeléken zónákat, a terület keleti részén pedig feltérképezni az épületek elhelyezkedését, sokszor teljes kontúrját. Példaként két szelvényt mutatunk be a **4. ábrán**. (Az eredmények részletezését lásd később.)

A mérések az egyes évek mérési kampányai során néhány napot vettek igénybe.

Légifényképek

A II. világháború után az 1950-es évekkel kezdődően, a kor színvonalának megfelelő katonai térképek készítéséhez az ország egész területéről mérőkamerás légifényképeket készítettek. A felvételek kiértékelésének technikája megkövetelte, hogy a fényképeket közel függőlegesen lefelé készítsék, úgy, hogy a szomszédos felvételek 60%-ban átfedjék egymást.

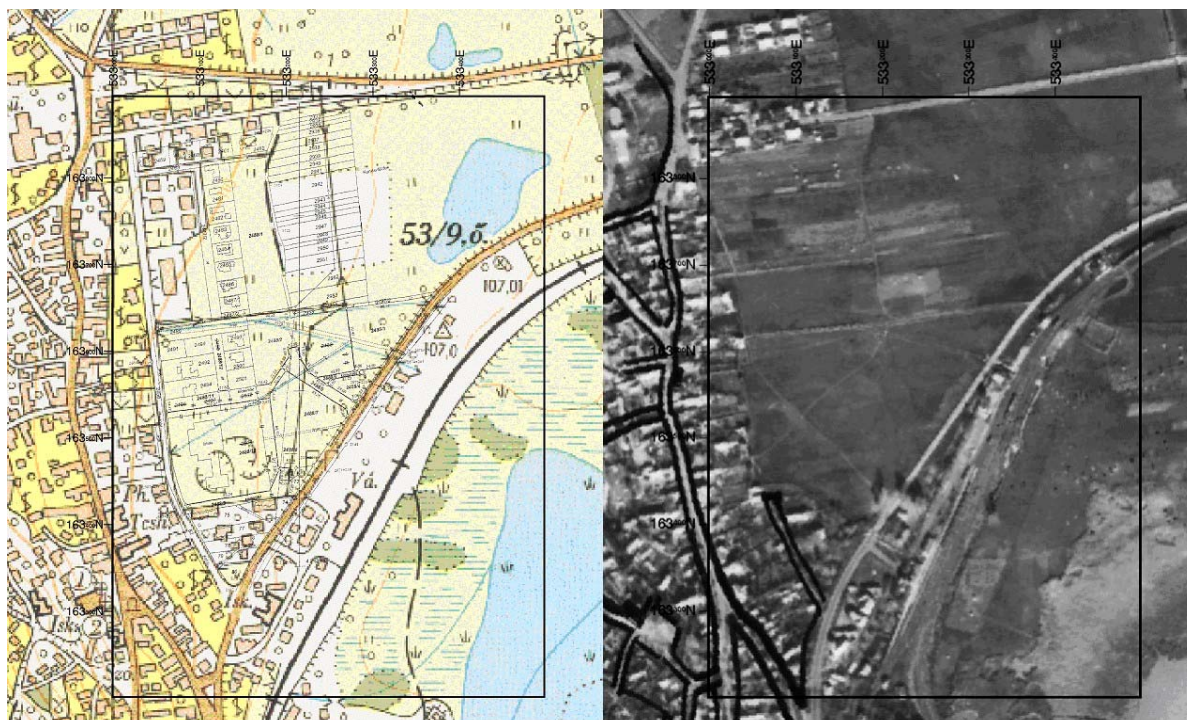
Bár a közel függőleges kameratengely kevésbé alkalmas régészeti célú felmérésre, a képek közötti átfedés a vizsgált terület többszörös lefedését biztosítja. A felvételekből egy sorozat a Hadtörténelmi Intézet Térkép- és Levéltárában található. A felvételeket a Gauss-Krüger szelvényezés szerinti rendszerben tárolják, így a Badacsonytomajt is ábrázoló felvételek L3348Ca jelzetűek.

A vizsgált területről felvételek az 1951, 1953, 1955, 1972, 1977 és 1984 évekből álltak rendelkezésre. Ezek közül az 1951-ben, 1953-ban és 1955-ben készült felvételek között találhatók olyanok, amelyek a vizsgálatunknak megfeleltek. Az 1972-es és azutáni felvételek nagyobb repülési magasságból, kisebb méretű filmlemezre készültek, így ezek a felvételek nem biztosítják a régészeti vizsgálatokhoz szükséges terepi felbontást.

Az **1. táblázatban** foglaltuk össze a felhasznált képek azonosítóit.

Év	Repülésszám / képkockaszám	Levéltári jelzet
1951	65/54	17085
	65/55	17086
1953	198/79	17093
	198/80	17095
	199/41	17097
	199/42	17098
1955	285/11	17103
	285/12	17104
	285/7	17100
	285/8	17101
	285/9	17102

1. táblázat A Hadtörténelmi Intézet Térkép- és Levéltárában található, itt felhasznált légifényképek azonosítóit.



6. ábra

A kutatási terület topográfiai térképe és rávetítve a kataszteri térkép (balra) és geokódolt légifotó a kutatási területről (jobbra). (Az északi irány az ábra teteje felé mutat.)

A légifelvételek pozitív kontaktmásolatokként álltak rendelkezésre. Ezeket a fényképeket digitalizáltuk (szkenneltük). A digitalizált állományokat térképi vetületbe transzformáltuk (ortorektifikáltuk), ehhez az ER Mapper raszteres térinformatikai programcsomagot használtuk. Az ortorektifikációkor a magassági hatást is korrigáljuk, vagyis hogy a magasabb térszínen levő tereptárgyak a kép széle felé eltolódva jelennek meg a felvételen. Az ortorektifikációhoz a felvételen és a térképen is jól azonosítható pontokat kerestünk. Ezen illesztőpontok segítségével történt a felvételező kamera pontos térbeli helyzetének a számítása, és a leképezési geometria segítségével az egyes képpontokhoz tartozó vetületi koordináták számítása. A feldolgozás eredményeként álltak elő a pontos térképi vetületbe transzformált, ún. ortorektifikált légifényképek.

Példaként bemutatjuk az 1953-ban készült, 198/79 számú légifelvételt geometriailag korrigálva, a felvételre rajzolt EOY koordinátakerettel (**6. ábra jobb oldala**). Az itt közölt, valamint a további felvételeken a vizuális percepció megzavarását elkerülendő szándékosan nem alkalmaztunk koordinátahálót. Ezen a képen ugyancsak nem alkalmaztunk digitális képjavítási eljárásokat, így a kép kontrasztviszonyai nagyjából az eredeti kontaktmásolat dinamikáját tükrözik. Az egyes képeken látható vastag vonalak a

kontaktmásolatokon lévő, a korabeli katonai térképész kiértékelőtől származó jelölések.

A vizsgált légifelvételek dinamikája évenként is és azonos éven belül is változó. Az interpretációhoz a dinamikatartományt a feldolgozás során hisztogram-kiegyenlítéssel célirányosan növeltük, ez által kisebb mértékű kontraszterősödést értünk el.

A vizsgálatok eredménye és kiértékelésük

GPR mérések eredményei és interpretációja

A Noggin berendezéssel mért adatok a helyszínen értelmezhetők. A berendezés a mért adatokat csupán képi formában rögzíti, a regisztrátum maga nem digitális, így utólagos feldolgozás csak a képek manipulációjával lehetséges. A 4. ábra tetején egy ilyen felvételt mutatunk be. A szelvényen piros színnel jelöltük a fal-indikációkat, zöld tónusozással a fal- és épület-omladékként értelmezett zónákat.

Az egyes szelvények összesített értelmezését adjuk meg az **5. ábra** bal oldalán, amelyen a fal-indikációkat piros pontokkal, a régészetileg perspektivikus területet zöld, az (egyéb?) épületmaradványra utaló zónát sárga foltal jelöltük.

Az „2003A” területen mért összes szelvényen tapasztalható régészeti objektumra utaló fal-indikáció, omladék vagy törmelék, kivéve talán az A19 vonalat. Ez alapján az „2003A” terület egésze régészetileg perspektivikusnak ítéltető.

A „2003B” terület egyetlen szelvényén sem található jelentős anomális zóna, ezért a radarmérések szempontjából a „2003B” terület egyértelműen negatívnak minősíthető.

A „2003C” területnek egy kisebb, a felszíni domborzat alapján is elkülöníthető részén található kevésbé erőteljes fal-indikációk és egy jól körülhatárolható törmelékes zóna. A radarkép az „2003A” terület objektumaitól érdemben eltér, ennek alapján a maradványok jellege és esetleg kora nem azonos, régészeti jelentősége pontosan csak feltárással határozható meg.

A pulseEKKO berendezéssel viszonylag gyorsan és hatékonyan végezhető sűrű szelvényezés. A vizsgálat helyszínén csupán az adatok megléte és minősége ellenőrizhető, az adatok megjelenítése csak a több lépcsőben végrehajtandó utólagos feldolgozás és néhány matematikai művelet végrehajtása (erősítés, frekvenciaszűrés, stb.) után lehetséges. A feldolgozás eredményeképp részletes, képileg könnyen értelmezhető, szelvényyszerű információ áll elő. Ebből az információhalmazból szerkeszthetők meg azután a területi térképek.

Egy karakterisztikus (részben feldolgozott) szelvényt mutatunk be a **4. ábra** alsó részén. A szelvényen felül, a vízszintes skálán a pozíció (szelvényhossz), a bal oldali skálán a kétszeres hullámterjedési idő (ns), a jobb oldali skálán egy átlagsebességgel számolt, becsült mélység található. A szelvényen felismerhetők a konkrét falhatások, a törmelékes zónák, vagyis lehatárolható az építmények kiterjedése.

Az **5. ábra** alsó részén a különböző mélységtartományokra vonatkozó, egybeszerkesztett anomália-térképeket mutatjuk be, amelyhez az egymás mellett elhelyezkedő felvételek különböző idő- (illetve mélység-) tartományban mért amplitúdó értékeit használtuk fel (a megadott mélységek közelítő jellegűek). A térképeken a sárga színezés jelzi az erősebb reflexiókat okozó falakat, törmelékes zónákat.

A térképeken három kiemelkedő épület(csoport) rajzolódik ki, ezeket piros nyilak jelzik. Már 30 cm-es mélységben jól látszik két épület alaprajza a terület északi részén és a villanyoszlop (a mérésből kimaradt rész) környékén, melyek mérete kb. 15 x 15 m. A többi részen a felszínközelségben széthordott törmelék hatása követhető. Az egyre nagyobb mélység szinteken az alaprajzok kissé élesednek, majd feltűnik a déli rész közepe táján egy újabb falindikáció, illetve halvány alaprajz. Ez a terület konkrét, lehatárolható épület-maradványokat

tartalmaz, sokkal kevesebb törmelékes hatással, mint a „2003A” terület. Ez az alapfalak jó állapotára enged következtetni.

Légifényképek interpretációja

A vizsgált képeken többféle, lineamentum-, illetve foltszerű objektum azonosítható. A továbbiakban ezeket csoportosítva elemezzük. (Mint azt már említettük, az interpretálás során a kiértékelő személy a GPR-eredmények pozitív eredményéről és jellegéről tudott, de a pontos pozíciót és kiterjedést nem ismerte.)

Egyes képeken – időnként geometriai alakzatba rendeződően – világos foltokat látni (pl. az 1955-ös felvételeken). Ezen struktúrák semmiképpen sem régészeti eredetűek, hanem a mezőgazdasági hasznosítással kapcsolatos objektumok (feltehetően szénaboglyák), hiszen a képek számozása alapján megállapítható, hogy az ugyanazon évben később készült képeken már lényegesen több van belőlük.

A vizsgált terület keleti részén megjelenő NyÉNy-KDK irányú pászták valószínűleg szinten nem régészeti objektumokra utalnak. Modern eredetűket az irányuk alapján látjuk bizonyítottnak. A pászták az ekkoriban egyébként kaszálóként, legelőként hasznosított területen keresztül a vasútállomásra igyekvő gyalogosok által kijárt ösvények is lehetnek.

Az említett, nem régészeti objektumokon kívül azonosítottunk néhány, feltehetőleg vagy esetlegesen régészeti objektumokhoz kapcsolódó vonalszerű alakzatot is.

A régészetinek interpretált objektumokat két csoportra oszthatjuk: zárt, poligonális alakzatok, illetve többé-kevésbé bonyolult lefutású lineamentumok (vonalszerű, nem zárt alakzatok). A **7. ábra** bal oldalán a kataszteri térképre helyezve láthatjuk ezen azonosított alakzatokat. Az ábécé nagybetűivel (A-tól E-ig) jelöltük az északi részen, (egy kivétellel foltszerű) objektumokat amelyek (részben vagy egészben) több felvételen is azonosíthatók. L1-től L6-ig jelöltük a déli részen azon lineamentumokat, amelyek legalább két felvételen megjelennek, és régészeti jelentőségüket nem lehet kizárni. Utóbbiak egyéb ösvényekkel, útnyomokkal rokonságot mutatnak, ezért modern keletkezésű objektumok is lehetnek.

A légifelvételek interpretációjánál az objektumok láthatósága az egyes képeken más és más lehet. Ennek alapvető oka a más napállászög, a kontaktmásolatok különböző minősége, esetleges növényzetbeli, növényfejltségű különbségek a felvétel idején, illetve alárendelten a légköri állapot. A kiértékeléskor minden légifelvételt figyelembe vettünk, de az objektumlistára már csak azok az objektumok kerültek fel, amelyek legalább két felvételen azonosíthatók voltak.

Az azonosított objektumokat a **2. táblázat**ban foglaltuk össze.

2. táblázat

A légifényképek alapján interpretált objektumok

A	ÉÉK-DDNy irányú egyenes lineamentum, talán B objektumhoz kapcsolódik.
B	ÉÉK-DDNy irányú, sarkain foltokban erőteljesebb peremes téglalap
C	NyÉNy-KDK irányban elnyúlt, ovális, babformájú peremes folt
D	ÉNy-DK irányú, ovális folt, jelleghatár
E	ÉNy-DK irányban elnyújtott, téglalap alakú, részben peremes folt
L1	enyhén ívelt, kb. K-Ny-i lineamentum
L2	É-i részén ívelt, DK-i sarkán egyenesen KDK-re forduló lineamentum
L3	irányban L2 -vel rokonságot mutató tompaszögű lineamentum-alakzat
L4	az E objektumba is benyúló, irányában az L2-L3 objektumokkal rokonságot mutató, részben kanyargós lineamentum
L5	enyhén ívelt, kb. KÉK-NyDNy-i jellemző irányú lineamentum, egyes képeken ösvényhez kapcsolható.
L6	ÉÉK felé nyitott, téglalapra emlékeztető, egyenes szakaszokból álló lineamentum (jellegében hasonlít a B és E objektumokra, de északi oldala nem látszik egy képen sem, ezért került ebbe a kategóriába).

Az objektumok közül a megfigyelhetőség szempontjából kiemelkedik a **B** objektum (**3. táblázat**): sok felvételen markánsan kiemelkedik, sőt, az 1953-as fotókon a sarkai közül háromnál is kis foltok láthatók, amelyek építészeti sajátosságok (pl. tornyok, támpillérek) is lehetnek. Megjegyzendő, hogy a **B** és **E**, valamint részben az **L6** objektumok mérete és jellege hasonló, bár tájolásuk eltér. Ez utalhat korbeli különbségre is.

A **3. táblázat**ban foglaltuk össze az egyes objektumok láthatóságát a különböző képeken. Szempontunkból az 1953-as 198-as sorozat képei bizonyultak legmegfelelőbbnek, feltehetően a növényzet éppen optimális fejlettsége miatt.

A **3. táblázat**ban szereplő „eltolódottan látható” kategóriához szükséges megjegyezni, hogy a légifelvétel illesztése az egész kép optimális illesztésén alapul, s mivel mind a fotótechnikai előkészítés, mind maga a szkennelés belső torzulásokat okozhat, a képek egyes részletei lokálisan rosszul illeszkedhetnek. Helyileg tehát az M1:10000 méretarányú térképekről levett illesztő-pontokból adódó 3 méteres illesztési hiba lokálisan akár 2-3-szorosára is növekedhet.

Erre példa a **7. ábra** középső része: a légifelvétel és a kataszteri térkép illeszkedésének hibája néha olyan jelentős is lehet, hogy egyes tereptárgyak teljes kiterjedését is elérheti. Az első ránézésre jól illeszkedő kép jobb alsó sarkában ferdén húzódó árok képét az út vonalában figyelhetjük meg: a légifelvételen világos tónusú út-árok együttes tengelye eltér a kataszteri térképen jelölt úttengelytől. Az ilyen hibákat az értelmezés során figyelembe kell venni.

A radarmérések és a lineamentumok együttes értékelése

Az általunk, távérzékeléssel vizsgált a terület földradarral is felmért részén lehetőség van a távérzékelés megbízhatóságának vizsgálatára, és így a távérzékeléses vizsgálatról várható érzékenység, pontosság megbecslésére.

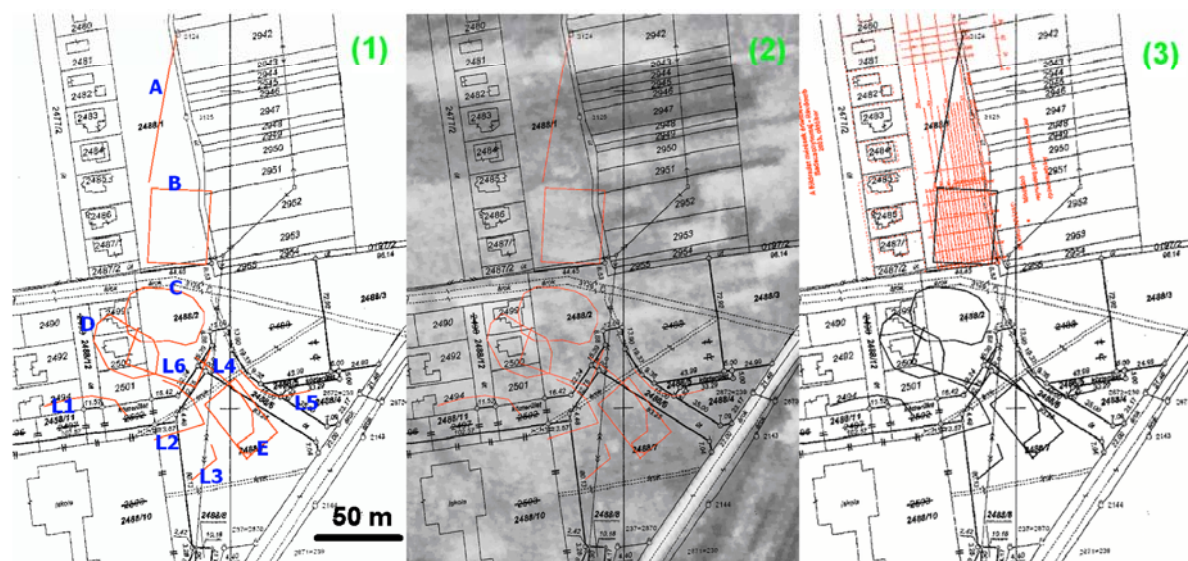
A **7. ábra** jobb oldalán a 2003-as radarmérések szelvényeit láthatjuk piros színnel. A sűrű radarszelvények területe éppen az általunk **B** objektumként azonosított alakzat területére esik. A területet nagyobb felbontásban megtekintve (**8. ábra**) láthatjuk, hogy a radarmérésnél jelzett falindikációk sora az objektumunk külső keretét meglepő pontossággal visszaadja. Itt a legfontosabb tanulság nem is a pontos illeszkedés (ami, mint láttuk, nem mindig biztosítható), hanem az objektum – a kép pozíciójától független – kiterjedésének egyezése. Az illeszkedéséről egyébként a radartérképen szintén feltüntetett épületkontúrok (piros) és a kataszteri térkép épületeinek eltérése tájékoztató.

Ugyanakkor érdekes megfigyelnünk, hogy a 2004-es felmérésben kimutatott két objektum (**5. ábra** jobb oldalán), melyek feltehetően az előzőhöz kapcsolhatók – vélhetően kisebb méretük miatt – önmagukban nem voltak azonosíthatók a légifelvételken. A pozíciójuk ismeretében indikáció szintjén észlelhetők, de ezen foltok a légifelvétel alapján nem, csak a radarmérések alapján sorolhatók régészeti kategóriába. A kisebb objektumoknál a pozícionálásnak nagyobb a jelentősége, s ahogy már említettük, a kataszteri térkép másolatos jellegéből és a másolat szkenneléséből adódóan belső torzulások léphetnek fel.

Év	Kép	jelzet	A	B	C	D	E	L1	L2	L3	L4	L5	L6
1951	65/54	17085	–	~	?	–	+	–	~	–	–	+	–
1951	65/55	17086	~	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1953	198/79	17093	++	++	++	–	~	++	++	++	++	++	++
1953	198/80	17095	+	++	~	–	–	~	+	+	–	+	–
1953	199/41	17097	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–
1953	199/42	17093	+	+	+	–	–	+	+	–	–	+	–
1955	285/7	17100	–	–	~	++	+	++	–	–	~	–	–
1955	285/8	17101	~	–	–	–	+	+	–	–	+	~	+
1955	285/9	17102	–	+	–	+	+	+	–	–	+	–	–
1955	285/11	17103	+	–	~	+	++	?	?	–	+	–	?
1955	285/12	17104	–	~	–	+	~	~	–	–	–	~	–

3. táblázat A légifényképek alapján interpretált objektumok megfigyelhetősége a különböző felvételeken.

Jelkulcs: – nem látható, ? bizonytalanul látható, ~ eltolódottan látható, + látható, ++ kiválóan látható.

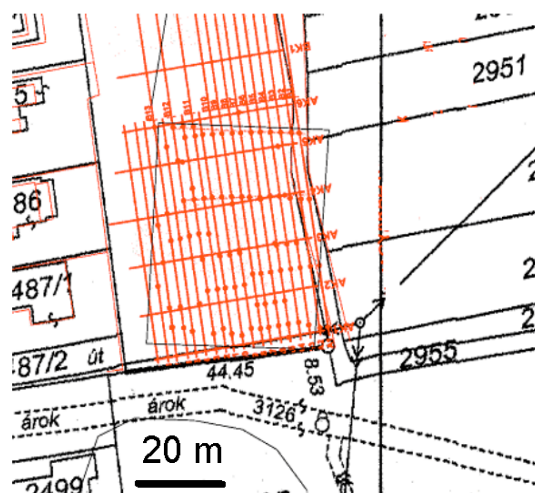


7. ábra

A légifotók alapján interpretált objektumok a kataszteri térképen (balra), egy légifotón (középen) és a radarmérések eredményeivel együtt megjelenítve (jobbra). (Az északi irány az ábra teteje felé mutat.)

Véleményünk szerint vizsgálataink szempontjából az ebből eredő, becsléseink szerint néhány méteres nagyságrendű illesztési hiba és belső koordináta-torzulás a következtetéseinkre nincs hatással. A helyszíni mérések kivitelezésekor elengedhetetlen a

pontos geodéziai tájékozás és a mérési hálónak a rendelkezésre álló térképekhez való nagy pontosságú bekötése, ezt a pontosságot azonban az archív légifelvételeknél csak ritkán sikerül elérni.



8. ábra

A radarmérések eredményei és a légifényképek alapján kapott B objektum pozíciójának összehasonlítása. (Az északi irány az ábra teteje felé mutat.)

Összefoglalás

A területen két módszerrel is azonosított, kiterjedésében lényegében lehatárolt, téglalap alakú, ÉÉK-DDNy tájékozású, északias irányban kissé elnyúlta objektum, melynek sarokpontjai több felvételen „bástyaszerűen” kiszélesednek, kontrasztosodnak feltételezhetően régészeti objektum. Véleményünk szerint a további világos foltok ennek a potenciális régészeti objektumnak építészetiileg fontos struktúráit vagy más korú, de kapcsolódó alakzatokat jeleznek. A 2004-es radarmérések által kimutatott két kisebb objektum is ehhez a struktúrához kapcsolható.

Ezen objektumoktól kissé északra egy, az objektumhoz orientációban rokon, szintén DDK-ÉÉK irányú lineamentum figyelhető meg. Ez a lineamentum útként értelmezhető, feltéve, hogy a téglalap alakú objektumok egy erősítés vagy kikötő maradványát jelzik.

Az itt használt két módszer kombinációjával bemutattuk, hogy a nagy pontossággal georeferált archív légifényképek kiértékelése a geofizikai kutatómódszereket olyan esetben is kiegészítheti, amikor a mérések kivitelezésére a terület egy részén nincs mód. Fontos azonban megjegyezni, hogy az archív felvételeknél különösen igaz, hogy csak több időpontban készített felvételsorozat együttes kiértékelése ad megbízható eredményt.

Köszönetnyilvánítás

A felhasznált archív légifényképek digitalizálása és rektifikációja (térképi vetületbe transzformálása) a T-047104 számú OTKA pályázat keretében történt, melyeket a Magyar Honvédség Hadtörténelmi Intézet Térképtára bocsátott rendelkezésünkre.

A kéziratra vonatkozó konstruktív megjegyzéseikért Bradák Balázsnak és Zöldföldi Juditnak tartozunk köszönettel.

Irodalom

BENDEFY László & V. NAGY Imre (1969): A Balaton évszázados partvonalváltozásai. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 215 pp.

CHOLNOKY Jenő (1913): A Balaton hidrográfiája, in: LÓCZY Lajos: A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. Franklin Társulat, Budapest.

GEREVICH László szerk.(1969): Veszprém Megye Régészeti Topográfiája. Akadémiai Kiadó, Budapest. 238 p.

HOFSTÄTTER, Ernst (1989): Beiträge zur Geschichte der österreichischen Landesaufnahmen, I. Teil. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 196 p.

JANKÓ Annamária (2001): A második katonai felmérés. *Hadtörténelmi Közlemények* **114**: 103-129.

SCOLLAR I., TABBAGH A., HESSE A. HERZOG I. (1990): Archaeological prospecting and remote sensing. Cambridge University Press, Cambridge, 674 pp.

TIMÁR Gábor & MOLNÁR Gábor (2003): A második katonai felmérés térképeinek közelítő vetületi és alapfelületi leírása a térinformatikai alkalmazások számára. *Geodézia és Kartográfia* **55(3)**: 27-31.

TIMÁR Gábor, MOLNÁR Gábor, SZÉKELY Balázs, BISZAK Sándor VARGA József, JANKÓ Annamária (2006): Digitized maps of the Habsburg Empire – The map sheets of the second military survey and their georeferenced version. Arcanum, Budapest, 59 p.