

Eke István – Frankovics Tibor – Kvassay Judit

Első tapasztalatok a nagyfelületű régészeti feltárások térinformatikai feldolgozása során Zala megyében¹

1. Bevezető

A letűnt korok fennmaradt tárgyi, építészeti emlékei a ma élő emberiség múltjának és jelenének pótolhatatlan, egyedi és meg nem újítható forrása, elődeink kulturális hagyatéka.

Az emlékek által megtestesített történelmi, esztétikai és vagyoni értékek felbecslésén túl komoly erkölcsi kötelezettséget is jelent a műemlékek és régészeti lelőhelyek feltárása, rehabilitációja és megóvása a jövő nemzedékei számára. Ennek a kötelezettségnek a megvalósítása a szakmai, elsősorban régészeti és építészeti kérdéseken túl jogi, pénzügyi és műszaki részfeladatokat is tartalmaz.

A kulturális örökség védelméről a 2001. évi LXIV. törvény rendelkezik, mely szabályozza a nemzeti és az egyetemes történelem során felhalmozott kulturális örökség feltárásának, tudományos feldolgozásának, megóvásának, védelmének, fenntartható használatának és közkinccsé tételének feltételeit is.

A Zala megyei múzeumi szervezet történetének eddigi legnagyobb vállalkozása az M7 és M70 autópályák nyomvonalán és a hozzá kapcsolódó létesítmények, beruházások területein található régészeti lelőhelyek feltárása volt. A projekt terepmunkái 2007. nyarán zárultak. Természetesen több más zalai régészeti kutatás napjainkban is folyik. A munkákat olyan szakemberek irányítják, akik nagy tapasztalatot szereztek a korábbi zalai régészeti nagyprojekteken, a Kis-Balaton elárasztása előtti régészeti expedícióban, a Hahót-medence lelőhelyeinek feltárásában és a Kerka-völgyében, illetve a magyar-szlovén vasút nyomvonalán végzett kutatásokban is. A nagyobb felületű ásatásoknál korábban is magas szintű precizitást kívánt meg a szakszerű tudományos feldolgozás, mindig fő cél volt az is, hogy

a kereshetőség és az összehasonlító elemzés megfelelően biztosított legyen. Mindig törekedtünk arra, hogy különböző dokumentációink, leltáraink a lehető legjobb színvonalon készüljenek. A különböző dokumentumok azonban nálunk is, 1999-ig – az autópályás ásatások beindulásáig – szinte kizárólag csak papírra készültek. Az 1990-es évek közepétől már rendelkezünk ugyan számítógépekkel, de a régészeti dokumentációs munkáknál csak a leíró szöveges részek vettük hasznukat. A magyarországi nagyberuházások szélesebb körű beindulásának időszakában – az örökségvédelmi törvényből adódóan, ez értelemszerűen a nagyfelületű régészeti ásatások nagyobb számban való elindulásának időszaka – jött a lehetőség a „digitális forradalom” vívmányainak régészeti szolgálatba állítására. Zalában 1999-től használunk digitális eszközöket a terepi és feldolgozó munkáknál. Szerencsések vagyunk, hogy olyan fiatal régészek kerültek intézményünkhöz, akik jártasak a térinformatika területén is. Tanulmányunkban be szeretnénk mutatni azt a térinformatikai rendszert, amely segíti a régész feldolgozó munkáját, s amelynek alapjai a törvényileg, rendeletileg szabályozott ásatási dokumentumok és múzeumi leltárak. Kihhasználja a modern informatikai eszközök és módszerek által nyújtott lehetőségeket, forradalmasítva a régészeti kutatást, feldolgozást.

2. Miért van szükség régészeti térinformatikai rendszerre?

Magyarországon a nagy felületű ásatások (autópálya és más nagyberuházás építését megelőző feltárások, „nagyüzemi ásatások”) során előkerült régészeti leletanyag feldolgozása, kiértékelése olyan feladat elé állította a régészeti kutatást, amelyre a

hagyományos módszerek már nem voltak megfelelőek. A feltárt objektumok száma ásatásonként akár több ezerre is tehető. Egy-egy feltárás nagysága jelentősen meghaladta az addig megszokott 500–1000 m²-es területet. Ezen nagyfelületű ásatások dokumentálása során olyan mennyiségű adat keletkezik, amelynek kezelése, feldolgozása, átláthatósága igen nehézkes lenne hagyományos módszerekkel. A megoldást a számítógépes feldolgozás jelenti. Ezért indokolt újabb módszerek kifejlesztése és elterjesztése a hazai régészeti kutatásban.

A számítógépek elterjedése a régészeti feldolgozó munkát is megkönnyíti. A szövegszerkesztő, táblázatkezelők, esetleg adatbázis-kezelő programok használatával a feldolgozó munka könnyebbé, hatékonyabbá válik, de ez nem jelent komplex megoldást az előkerült régészeti anyag feldolgozására. Olyan rendszerre van szükség, amely az ásatások összes adatának – rajzos dokumentáció (objektum alap- és metszetrajz, összesítőterkép, tárgyrajz), a szöveges dokumentáció (objektumleírás, leltárkönyv) és a fényképes dokumentáció (ásatási felvétel, tárgyfotó) – együttes kezelését valósítja meg. A megoldást a térinformatika, illetve a földrajzi információs rendszerek (FIR) régészeti alkalmazása jelenti. A régészeti lelőhelyek térinformatikai feldolgozása, a rögzített adatok digitális feldolgozása egyfelől meggyorsítja az egyes feltárások eredményeinek publikálását, másrészt komplexebb vizsgálatokat tesz lehetővé, és új nézőpontból közelíti meg elődeink életének vizsgálatát.

A régészet a társadalomtudományok olyan speciális ága, amely kutatásának tárgyát saját maga hozza napvilágra. Az előkerült leletek, régészeti jelenségek térbeli elhelyezkedésének rögzítése alapvető. A régészeti kutatásban használt módszerekhez mindig is hozzátartozott a topográfia, a lelőhelyek, régészeti objektumok térképen való megjelenítése. Ezen módszerek használatának „korszerűsítését” jelenti a térinformatikai eszközök és módszerek régészeti célú alkalmazása (CZAJLIK–MARTON–HOLL 1997).

2.1 Hol tudja használni a régész a térinformatikát, illetve a Földrajzi Információs Rendszereket?

Adatok feldolgozása

A GIS rendszerek nagy segítséget nyújthatnak a régészeti lelőhelyekről megismert adatok feldolgozásakor. Az ásatási dokumentáció szöveges részeit, rajzait és fényképeit együtt lehet kezelni. A különböző korszakból származó objektumokat külön tudja megjeleníteni a rendszer, és így a kutató az általa kiválasztott korszakból származó objektumokkal, leletekkel tud dolgozni. Feltételek megadásával lekérdezések hozhatók

létre, amelyek segítségével a bevitt adatokból csak a feltételeknek megfelelőeket választja ki, és jeleníti meg a rendszer.

Térbeli analízis lehetőségei

A térbeli analízis a helyhez kapcsolódó kérdések megválaszolását teszi lehetővé. Az alapvető kérdések lehetnek helyre vonatkozó (Mi található az adott helyen?), körülményekre vonatkozó (Hol van az a hely, ahol ... ?) kérdések. Lehetőség van az objektumok egymáshoz viszonyított kapcsolatának megjelenítésére is. Ez a régészetben különösen fontos, amikor két vagy több korból származó régészeti objektum időbeliségét akarjuk eldönteni.

Megjelenítés

A megjelenítés történhet jelek, grafikus ábrák vagy képek formájában. Az információkat tartalmazó adatbázis külön jelenik meg.

A térbeli adatok alapján a lelőhelyet térben is meg tudjuk jeleníteni. Ez már egy bonyolultabb feladat, amely a 3 dimenziós modellezés felé mutat.

Archiválás

A mai számítástechnikai rendszerek egyik alapkövetelménye a biztonságos adattárolás. A térinformatikai rendszerek lehetővé teszik nagy mennyiségű, pótolhatatlan adatsorok tárolását (esetleg több egymástól független helyen is). A többszintű hozzáférés lehetővé teszi, hogy csak a rendszert működtető szakember tudjon törölni a rögzített adatok közül.

Mérés, statisztika

A bevitt adatok alapján lehetőség van térbeli elemzések, statisztikák készítésére. A térbeli adatok felhasználásával tudunk távolságokat mérni, területeket meghatározni. Az egyes objektumokhoz kapcsolt leíró adatok alapján számítások végezhetők. Egy régészeti térinformatikai rendszerben lehetőség van akár az átlagos objektummélység vagy leletsűrűség, leleteloszlás kiszámítására és megjelenítésére.

2.2 Célkitűzés

A cél egy olyan régészeti térinformatikai rendszer kidolgozása, amely rugalmas keretet biztosít bármely régészeti lelőhely térinformatikai feldolgozására. A rendszerhez kapcsolódó adatbázist úgy kell kialakítani, hogy Magyarországon valamennyi ásatás méretétől függetlenül feldolgozható legyen.

A régészeti kutatás fő problémája napjainkban a szabványos módszertan hiánya és a meglévő régészeti adatbázisok közötti összeegyeztethetlenség, ezért fontos, hogy a felhasználhatóságot ne befolyásolja az

adatok mennyisége és formátuma, azonban alapvető kritériumként kell megfogalmazni az adatok minőségét (REZI KATÓ 2003).

Célunk nem csak az egyes lelőhelyek különálló feldolgozása, távlati célkitűzés az azonos korszakból álló lelőhelyek összehasonlító elemzése, illetve a különböző korszakok környezeti, gazdálkodási változásainak összevetése.

A régészeti célú térinformatikai rendszernek két szintjét mutatja be dolgozatunk: az első részben Zala megye területén található ismert régészeti lelőhelyek információs rendszerét; a második részben pedig egy ásatás komplex térinformatikai rendszerét.

3. Térinformatikai rendszer Topográfiai szint

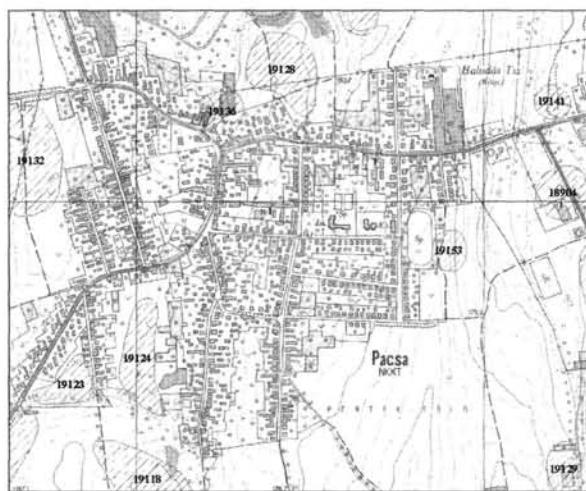
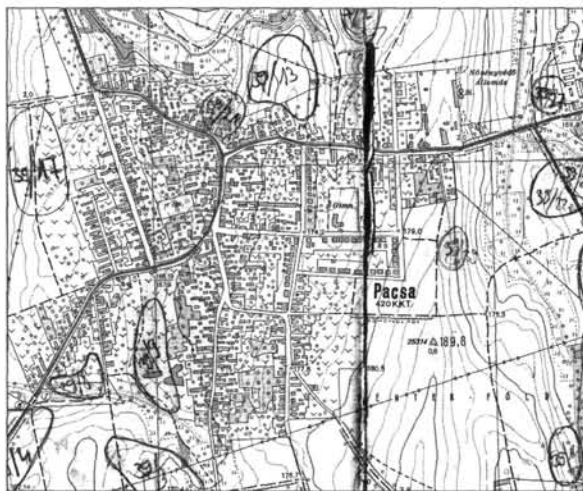
3.1 A topográfiai térinformatikai rendszer kialakításának célja, előnyei

A múzeumok létrejöttével szinte egy időben jelentkezett az igény, hogy a régészeti lelőhelyekre vonatkozó valamennyi, az intézmény különféle gyűjteményeiben fellelhető adatot könnyen, gyorsan át lehessen tekinteni. Ez, még abban az ideális esetben is, hogyha a gyűjtemények előírt mutatózása alapos és naprakész, legalább három alapvető mutatókarton-rendszer (adat-tári dokumentumok, fotótár, régészeti gyűjtemény) időigényes végigbongészését jelentheti. A térinformatika elterjedésével a magyarországi régészetben már tíz éve megjelentek az első kezdeményezések a lelőhelyek nyilvántartási szisztémájának kidolgozására. Ezek az országos szintűre tervezett térinformatikai rendszerek azonban nem jutottak el a megvalósulásig (REZI KATÓ 1995; CZAJLIK–HOLL 1997).

Nyilvántartásunk egységesítése és korszerűsítése céljából kezdtük el 2004-ben a Zala megyei digitális régészeti lelőhelykataszter kialakítását. Az a törekvésünk, hogy a különféle gyűjteményekben fellelhető alapadatokat egy egységes rendszerben tároljuk, ne kelljen az említett leltárkönyveket vagy ezek mutatóit forgatni az adatok összevadásása céljából. A robbanásszerűen megemelkedett számú régészeti munkához elengedhetetlenül fontos az adatokhoz való gyors, ugyanakkor megbízható és pontos hozzáférés. A térinformatikai rendszerben létrehozott nyilvántartás áttekinthetősége, egyszerű és gyors kezelése mellett az előhívható tudományos eredmények is jelentősek: lekérdezések segítségével egy-egy szűkebb terület, tájegység, patak völgy vagy egyes korszakok lelőhelyeinek összefoglaló megjelenítése lehetőségessé válik a megye területén. A Zala Megyei Múzeumok Igazgatósága szervezetén belül három múzeum működik. Közülük a zalaegerszegi Göcseji Múzeum és a keszthelyi Balatoni Múzeum gyűjtőterületén található lelőhelyek feldolgozása kezdődött meg.

3.2 A topográfiai térinformatikai rendszer alapjai

A nyilvántartás alapja az M=1:10 000 méretarányú Egységes Országos Vetületben (EOV) ábrázolt topográfiai térkép 1976 óta felvett, Zala megyét ábrázoló lapjainak digitalizált változata. Ezen ábrázoljuk a régészeti lelőhelyeket, amelyek leíró szöveges részeit adatbázissá átalakítva kapcsoljuk hozzá. Abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy a lelőhelyek jelentős részénél nem csupán a leírásokra vagy a helyszínvázlatokra támaszkodhatunk, hanem megyénkben rendelkezésre állnak a topográfiai térkép 1952–80 közt felvett, papíralapú, vegyesen sztereografikus és Gauss-Krüger vetületű szelvényei. Az 1980-as évek közepén



1. kép: Topográfiai adatok hagyományos és digitális megjelenítése
Fig 1: Conventional and digital depiction of topographical data

megindult régészeti topográfiai előmunkálatok (terepbejárások)² alkalmával felderített lelőhelyek ezeken a lapokon kerültek bejelölésre, és ezek köre folyamatosan bővült a későbbikben ismertté vált lelőhelyekkel. Első lépésben tehát a topográfiai munkálatok során felderített régészeti lelőhelyek papírtérképen bejelölt földrajzi helyzetét rajzoljuk át a digitális térképre. Az átalakítás módszere: a régészeti lelőhely középpontjának koordinátáit visszük át a digitális térképre, magát a lelőhelyet hossz tengelye iránya és kiterjedése alapján ArcGIS-ben poligonként jelenítjük meg (1. kép).

A keszthelyi múzeum gyűjtőterületén található lelőhelyek esetében a kiindulási alapot a már megjelent Régészeti Topográfiai kötet³ szolgáltatja. (Ennek megjelenésekor Keszthely és környéke közigazgatásilag Veszprém megyéhez tartozott.) A könyvben kiadott községtérképeket szkenneljük majd transzformáljuk az EOV digitális térképlapokra. Az ábrázolás és a leírás alapján jelenítjük meg ArcGIS-ben poligonként.

2003 második félévétől kezdve a megelőző régészeti feltárások határpontjai mérőállomással, a terepbejárások során megismert lelőhelyek geometriai pontjai pedig GPS vevővel kerülnek rögzítésre, a lelőhelyek ábrázolása a felvett pontok alapján történik. A modern műszerek használata pontosabbá teszi a terepi adatrögzítést.

Az, hogy a digitális térképállományon valamennyi lelőhely megjelenítésre kerül (a régi, csak szövegből és vázlatból ismert; a papíralapú térképlapokra felrajzolt; a modern technikával rögzített helyzetű), már jelentős eredménynek tekinthető, hiszen így egyszerre áttekinthetővé és megjeleníthetővé válnak a mai települések határában elhelyezkedő, esetleg egy-egy patak völgyben fekvő korábbi településnyomok. Térinformatikai műveletek segítségével könnyen megadhatóvá válnak egy-egy vonalas létesítmény nyomvonalába (pufferzóna) eső lelőhelyek is. De mindez önmagában még nem elegendő, hiszen a terepbejárásokhoz számos egyéb fontos információ is kapcsolódik, mint például a jelenségek korát meghatározó leletanyag ismertetése vagy a megfigyelés körülményeinek leírása. Ezért a terepbejárások jelentéseinek alapadatait szintén feldolgozzuk, amelyeket relációs adatbázisban kapcsolunk a térképi megjelenítéshez. Az adatbázis és a térképi elemek között a kapcsolatot a lelőhely azonosítójaként a jogszabályban előírt KÖH nyilvántartási szám biztosítja. Beépítettünk minden egyéb fellelhető adatot a kiterjedéstől és koordinátáktól kezdve, a megfigyelt jelenségek jellegén és korán át, a lelőhelyen végzett tevékenységeken keresztül a megfigyeléseket tartalmazó adattári dokumentumokra való hivatkozásig. Az adattáblák alapján ezután különböző, a földrajzi elhelyezkedéseken túlmutató,

szakmai szempontú lekérdezések is készíthetők, mint például egy-egy korszak, vagy még finomabban, egy-egy őskori kultúra lelőhelyeinek megjelenítése.

3.3 Adatok forrásai

Az adatok forrásai az adattári dokumentumok, amelyek kiegészülnek a régészeti szakirodalom és a középkori települések történeti adataival. Az adattári dokumentumok közül a topográfiai munkálatok keretében végzett terepbejárások leírásai alkotják az elsődleges forráscsoportot. Ezek elsősorban az újonnan felderített lelőhelyekről adnak információt. Azonban kisebb arányban tartalmazzák az adattári vagy szakirodalmi említésből ismert, korábbi lelet-előkerülések, lelőhely-bejelentések és megfigyelések, valamint ásatások helyszínének azonosítását is. Egyúttal törekszünk a történeti irodalomból ismertté vált, elpusztult középkori települések helyének lokalizálására.

Az adatbázisban először a Zala megye régészeti topográfiája tervezett 2. kötet területén (a megye északkeleti vidéke, az egykori zalaszentgróti járás nyugati, valamint a zalaegerszegi járás északi fele) végzett terepbejárások adatait rögzítettük. 2004 és 2006. között 69 település régészeti topográfiai adatainak teljes feldolgozását végeztük el. A választás kézenfekvő, hiszen a topográfia keretében a kijelölt települések határából több szezonban, szisztematikusan végzett terepbejárások adatai állnak rendelkezésre, és részben megtörtént a korábbi terepmunkákból, valamint a szakirodalomból ismert lelőhelyek lokalizálása is.⁴ A keszthelyi Balatoni Múzeum gyűjtőterülete lelőhelyeinek feldolgozása 2005 nyarán indult el. Az adatbázis feltöltése ebben az esetben jó alkalom a kötet megjelenése óta bekövetkezett változások összefoglalására is. A folytatást a zalaegerszegi Göcseji Múzeum teljes gyűjtőterületére kiterjedően (a zalaegerszegi járás déli fele és a lenti járás), valamint a nagykanizsai Thúry György Múzeum gyűjtőterületére (volt nagykanizsai és letenyei járás) tervezzük.

3.4 Felhasznált programok, megjelenítés, működés

A digitális alaptérképhez MS Access alapú relációs adatbázist kapcsolunk a fentebb már ismertett ArcGIS térinformatikai szoftver alkalmazásával. Az adatbázis három fő adatsort tartalmaz: a lelőhely geometriai értékeit (a lelőhely középpontjának EOV koordinátái, magassági adatok, hossz tengely iránya, kiterjedés), a régészeti információkat (a lelőhely által érintett földterület helyrajzi száma, a lelőhely jellege, korszak, megfigyelés körülményei) és a források

(adatgyűjtő, a lelőhelyen végzett tevékenység, adattári tétel, szakirodalom bibliográfiája) felsorolását. A megjelenés és a működés megegyezik az egyes ásatások feldolgozásával (ld. 6. pont).

A régészeti térinformatikai rendszer ezen topográfiai szintje és a lelőhely szintű feldolgozása között az átjárhatóság az adatok összekapcsolásával teremthető meg (lásd például JANKOVICH 2003).

3.5 Fejlesztési lehetőségek, távlati tervek

A kialakított térinformatikai rendszerhez kapcsolódó adatbázis feltöltése (2007. augusztus 30. állapot szerint 1437 rekord) során felmerült igények – amelyek még árnyaltabb, részletesebb lekérdezéseket tesznek lehetővé – alapján megtörtént az adatstruktúra finomítása.

Ideális lenne a digitális térképállomány bővítése a külön domborzati, vízrajzi, településhálózati, út- és vasúthálózati vektoros formátumú részlettérképek beszerzésével. Ezeknek a rétegeknek a szétválasztásával lehetségessé válik különféle típusú térképeknek a szerkesztése, pl. csak a domborzati és vízrajzi állománnyal a megszokott régészeti elterjedési térképek megrajzolása.

Az ArcGIS segítségével előállítható 3D modelleken a domborzat és a régészeti lelőhely viszonyának bemutatása, szemléltetése válik lehetővé.

Egyre inkább előrehalad a 18–19. századi topográfiai és kataszteri térképek digitalizálása. Ezek integrálása térinformatikai rendszerünkbe elsősorban az elpusztult középkori települések lokalizálásában nyújthat segítséget, de éppúgy hasznos lehet a „Varga Sándor földjén” típusú lelőhelyek beazonosításánál is.

Az ArcGIS alkalmas légifelvételek georeferálására is. Amennyiben megfelelő eljárással készült és átalakított légifotók állnak rendelkezésre, ezek adataival is bővíthetjük a lelőhelyekre vonatkozó ismereteinket.

A távlati tervek közt szerepel a megyei múzeumi szervezet harmadik intézménye, a nagykanizsai Thury György Múzeum gyűjtőterületére eső lelőhelyek feldolgozása igény szerint. Itt, a zalaegerszegihez hasonlóan, a tervezett Zala megyei topográfia I. kötetéhez megtörtént az egykori nagykanizsai járás szisztematikus terepbejárása, amely a tapasztalatok szerint kiváló kiindulási alpnak tekinthető.

Fontosnak tartjuk, hogy az alapadatok rögzítése után megteremtjük a lehetőséget a rendszer tervezett bővítésére és mindenek előtt karbantartására. Tehát ki kell dolgoznunk azt az adekvát ügymenetet is, amellyel biztosíthatjuk az új lelőhelyek adatainak felvételét, illetve a már ismert lelőhelyek esetében az információk bővülésének bekerülését a rendszerbe. Csak így biztosítható a naprakész nyilvántartás.

3.6 Mobil térinformatikai eszközök használata régészeti topográfiai terepbejárások során

Az informatikai eszközök fejlődése az elmúlt években olyan lehetőségeket kínál a terepi adatgyűjtésben, amely nagymértékű változást eredményezett a régészeti lelőhelyek felderítése illetve dokumentálása során. Intézményünk által használt terepi adatgyűjtő eszköz és a topográfiai terepbejárások dokumentálására, geodéziai helyzetének rögzítésére szolgáló adatbázis jelentős előnyöket nyújt a régészeti topográfiai terepbejárások során.

A szükséges hardver-eszköz egy pocket PC (kéziszámítógép), amely tartalmaz belső GPS-vevőt vagy külső GPS-hez kapcsolható. A szoftveres háttérrel esetünkben az ESRI ArcPad szoftvere nyújtja, amelyet speciálisan terepi adatgyűjtésre, kéziszámítógépekre fejlesztettek ki. Ezt egészíti ki a speciálisan régészeti terepbejárásokra jelen tanulmány szerzőinek tervezete alapján kialakított adatbázis. A hardver-szoftver-adatbázis hármassával felállt terepi adatgyűjtő eszköz (2. kép) alkalmas a régészeti topográfiai terepbejárások összes adatának rögzítésére.



2. kép: Terepi adatrögzítés belső GPS-vevővel ellátott kézi számítógépen

Fig 2: Data recording during field survey by palmtop with built in GPS-receiver

Geodéziai adatok rögzítése: a terepbejárás során három alapvető geodéziai adatot kell rögzítenünk. A geodéziai helyzetet a GPS-vevő által meghatározott koordináták jelentik. Ezekhez különböző leíró adatok kapcsolódnak. A mért adat jelenthet régészeti lelőhelypontot, amelyhez azonosító adatok (lelőhelykód és név, jelleg, korszak, intenzitás) tartoznak; jelenthet régészeti objektumot, melynek leírása tartalmazza az objektum jellegét és korszakát; illetve jelenthet régészeti leletet (fajtáját, korát). A régészeti lelőhely kiterjedését több mért pont alapján felrajzolt poligon jelenti. Ezáltal mérhető a lelőhely területe és pontosan felrajzolható kiterjedése, topográfiai helyzete.

A terepen gyűjtött adatokat a topográfiai terepbejárások adatait tartalmazó adatbázisba tudjuk áttölteni, ezzel kiegészítve, pontosítva már meglévő adatainkat.

Az alkalmazás egyaránt használható ellenőrző terepbejárások és új lelőhelyek felderítése során. Ellenőrző bejárások alkalmával a terepi munka előtt a meglévő adatainkat a kéziszámitógépre töltjük és azokat a helyszínen pontosítjuk. Amennyiben az új lelőhely felderítése beruházáshoz kapcsolódik, annak határait szintén a kéziszámitógépre töltve magunkkal vihetjük.

Tapasztalataink szerint nagy előnye, hogy földrajzilag pontos adatokkal javíthatjuk már meglévő adatainkat, illetve az új régészeti lelőhelyek megbízható pontossággal kerülnek rögzítésre, az adatok pedig egyszerűen kapcsolhatók már meglévő rendszerünkhöz.

4. Régészeti térinformatikai rendszer kialakításának folyamata

4.1 Kezdetek

Megyénkben a 2001 előtt végzett ásatások dokumentációi még hagyományos módon készültek, bár már ekkor is használtunk digitális eszközöket. Az M7-M70 autópálya-építést megelőző feltárások dokumentációinak részmunkáit számítógépen rögzítettük. Az ásatásokon már nagyrészt digitális fényképezőgépekkel dolgoztunk. A részlet- és összesítő rajzokat még manuálisan, pauszpapírra rajzoltuk át, és az objektumok leírása is csak szöveges formában készült el, nem dolgoztunk egységes adatbázisban. Elsődleges feladatnak tekintettük, a dokumentáció gyorsabb és pontosabb elkészítése érdekében, hogy az ásatáson készült rajzok számítógépes feldolgozását megoldjuk.

4.2 Rajzok digitalizálása

2002-ben kezdtük el visszamenőleg is a rajzanyag digitalizálását. A feladatot AutoCad Map programmal végeztük el. Azért esett a választás az AutoCad-re,

mert széles körben elterjedt, rajzolótulajdonságai nagyon jók, alapszintű kezelése gyorsan elsajátítható. A szoftver kezelésének alap- és középszintű oktatása szűkebb környezetünkben is elérhető volt. Előnye továbbá, hogy nemzetközi szabványokat használ, ami a későbbiekben lehetővé tette a rajzok könnyű konvertálását a kialakításra került térinformatikai rendszerbe.

A digitalizálási munka során az ásatáson készült objektumrajzokat, részletrajzokat szkenneljük. A beolvasás után keletkezett raszterképet képszerkesztő programmal készítjük elő vektorizálásra. A kézzel rajzolt vonalakat kiemeljük, illetve a milliméterpapír rácshálóját eltüntetjük. Ezután az egyszerűbb rajzokat automatikusan, az összetett rajzokat félautomatikusan vektorizáljuk. Az így előkészített rajzot olvassuk be AutoCad Map szoftverbe, itt kijavítjuk a vektorizálás hibáit, és egy előkészített sablonra helyezzük a kész digitális rajzot. Ez a több lépcsős – esetleg a leírásban bonyolultnak tűnő – feladat jó szervezéssel és kellő gyakorlattal jóval gyorsabb és pontosabb, mint a hagyományos, sokszorosítást előkészítő pauszra történő átrajzolás.

Az összesítő térkép a vektorizált részletrajzok alapján készül. A feltárás minden régészeti objektumához minimum két mérőpontot rendelünk, amelyeket a részletrajzokon feltüntetünk. Ezeknek a mérőpontoknak térbeli adatait mérőállomással rögzítjük (módszert ld. 6.1). Ezekre a pontokra illesztjük rá a kész digitalizált objektumrajzokat. Az így elkészült Egységes Országos Vetületi Rendszerben elhelyezett térkép az alapja a térinformatikai rendszerünknek.

4.3 A digitális ásatási dokumentáció

A digitális rajzállomány megvalósításával párhuzamosan célul tűztük ki az ásatási dokumentáció teljesen digitális formában történő feldolgozását. Ez az adatállomány a hagyományos „papír alapú” dokumentumokkal szemben hatékonyabb, könnyebben és gyorsabban kezelhető. Ezen modern módszerek segítségével teljesíteni tudjuk a törvényben és rendeletekben előírt, egyébként szoros határidejű dokumentálási kötelezettségeinket.

A Zala Megyei Múzeumok Igazgatóságánál használt, törvényi előírásoknak megfelelő dokumentációs struktúra a következő elemeket tartalmazza:

Szöveges dokumentáció

- Összefoglaló jelentés (.doc)
- Ásatási napló (.doc)
- Objektumleírások (.doc)
- Koordinátajegyzék (.xls)
- Fotónyilvántartás (.xls)
- Rajznyilvántartás (.xls)

Térképi és rajzos dokumentáció

- Ásatás földrajzi helyzete M=1:10.000 topográfiai térképen (.dwg)
- Ásatási összesítő térkép, objektumrajzok (.dwg)

Ásatási felvételek

- Foltfotók, objektumfotók, részletfotók (.jpg)
- Ásatási életképek (.jpg)
- Légifotók, tájképek (.jpg)

Nehézséget jelentett, hogy a feldolgozó munkához egyszerre több programot kellett használni, amelyek egymástól függetlenül kezelték az egymáshoz kapcsolódó adatokat. További logikus fejlesztési célként jelentkezett, hogy az összetartozó adatok között a valóságos kapcsolatot létrehozzuk.

A különböző formátumú adatok (szöveg, táblázat, kép) együtt kezelésére, illetve egy felületről történő elérésére kerestünk megoldást, amelynek segítségével akár az összes adattal együtt, akár objektumonként külön-külön lehet dolgozni. A megoldást egy adat-integrációs rendszer alkalmazása jelentette.

Megoldás lehetett volna egy jól megszerkesztett webes alkalmazás, amely együtt tudja kezelni ezeket az adatokat, de ez nem alkalmas elemzések végrehajtására.

Az igazi megoldást egy régészeti célú térinformatikai rendszer jelenti, amely alkalmas különböző forrásokból származó adatok integrációjára, azaz az összegyűjtött, digitálisan rögzített régészeti adatokat egy rendszerben kezeli. Fontos tulajdonsága, hogy nagy mennyiségű adat feldolgozására képes, és a rendszer segítségével elemzések, lekérdezések végezhetőek el a bevitt adatokból. A lekérdezések eredményei külön térképként megjeleníthetők, eltárolhatók. Emellett lehetőség van – amennyiben az adatok rendelkezésre állnak – a földrajzi környezet és a régészeti lelőhelyek közötti összefüggések vizsgálatára.

5. Térinformatikai rendszer Lelőhely szint

5.1. Felhasznált adatok

Geometriai adatok

Az ásatásokon a régészeti jelenségekhez tartozó geometriai adatok felvétele a következőképpen történik. A feltárásokon a már említett mérőpontok segítségével rögzítjük a régészeti objektumok földrajzi helyzetét. A felméréseken alkalmazott koordináta rendszer a Magyarországon használt Egységes Országos Vetületi rendszer. A felmérés alapja a magyarországi geodéziai alapponthálózat. Ezen alappontok alapján a feltárás közelében mérőállomás segítségével

meghatározzuk az ásatás alappontját, esetenként több pontot, és telepítjük is ezeket. Ha nincs a közelben geodéziai alappont, akkor GPS vevőket használunk a pontsűrítéshez. A részletmérések ehhez az ásatási alapponthoz történnek.

A részletmérés során meghatározzuk az ásatási szelvények töréspontjainak és a régészeti objektumok mérőpontjainak háromdimenziós adatait (x, y koordináta, magasság). Természetesen bemérésre kerülnek a fontosabb leletek is. Minden pontot külön azonosítóval jelölünk, amely tartalmazza a régészeti objektum azonosítóját és a mért pont számát. Azért elegendő csak a mérőpontok bemérése, mert bármely részletrajz digitalizálása és georeferálása után az objektum bármely pontjának, jelenségének földrajzi helyzete egyértelműen meghatározott.⁵

A terepi munkával párhuzamosan történik a rajzok digitalizálása, georeferálása és térképi megjelenítése. A mérési eredményeket ez alapján ellenőrizni tudjuk, és az esetleges mérési hibákat a visszatemetés előtt még javítani lehet. Ebből következik, hogy tulajdonképpen a feltárás befejezésének időpontjában elkészül a rajzi dokumentáció.

Attribútum adatok

Az attribútum vagy leíró adatokat két részre kell választanunk, az ásatásra vonatkozó adatokra és az objektumleíró adatokra. Az első kategóriába tartoznak az ásatás eredményeit összefoglaló jelentés, a ásatási napló, az ásatáson készült rajzok és fotók listája, valamint az objektumok mérőpontjainak és a feltárás nevezetes pontjainak koordinátajegyzéke.

A második kategória az ásatáson készült objektumleírások adatai alapján készített adatbázis. Ez tartalmazza az összes adatot, amit a feltárás során rögzítettünk a régészeti jelenségekről.

5.2 Adatbázis

Mint fentebb említettük, az objektumleírások adatait adatbázisba rendezzük. Ezeket az adatokat egy erre a célra kidolgozott formanyomtatványon (3. kép) rögzítjük az ásatáson. Ez a következő főbb elemeket tartalmazza:

A lelőhely megnevezése és kódja (egyedi)

Az objektum száma (egyedi azonosító)

Objektum rendeltetése: Ha megállapítható, akkor milyen funkciót tölthetett be a régészeti objektum (cölöplyuk, tűzhely, kemence, anyagnyerő gödör, gabonatóroló verem... stb.).

Kor: A régészeti objektum abszolút és relatív kronológiai helyzete a leletanyag alapján.

Az objektum foltja: A régészeti objektum jelentkezési körülményeinek leírása (formája, színe).

ZMMI megelőző régészeti feltárás az M7 autópálya nyomvonalán					
2006.	Datálás:	716 NAGYRÉCSE – BARÁKA-DÚLÓ		Objektumszám: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Folt	Betöltés	Szelvény	<input type="text"/>	Pozicionálás:	Rétegek:
<input type="checkbox"/> elmosódó	<input type="checkbox"/> sötétbarna				
<input type="checkbox"/> határozott	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> sötét, határozott	<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> faszenes	<input type="checkbox"/> faszenes	<input type="checkbox"/> paticsos			
<input type="checkbox"/> paticsos	<input type="checkbox"/> hamus	<input type="checkbox"/> kerámias			
<input type="checkbox"/> kerámias	<input type="checkbox"/> kemény	<input type="checkbox"/> laza			
Felülnézet (forma)	Metszet (oldal)	Hozzá tartozik:			
<input type="checkbox"/> kerek	<input type="checkbox"/> függőleges	<input type="checkbox"/> ívelt	Leírás		
<input type="checkbox"/> ovális	<input type="checkbox"/> egyenesen szűkülő	<input type="checkbox"/> teknőszerű			
<input type="checkbox"/> tojásdad	<input type="checkbox"/> egyenesen bővülő	<input type="checkbox"/> méhkasalakú			
<input type="checkbox"/> lamorf	<input type="checkbox"/> lépcsős	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/> hosszúkás					
<input type="checkbox"/>					
Metszet (alj)	Méretetek (cm)				
<input type="checkbox"/> lapos	Hossztengely iránya:				
<input type="checkbox"/> ívelt	H: Sz:				
<input type="checkbox"/> egyenetlen	Átm: M:				
<input type="checkbox"/> lépcsős					
<input type="checkbox"/> Lelet nélküli	LELETANYAG			Intenzitás:	
Kerámia	Kő	Fém	Csont	Anyagminta	
<input type="checkbox"/> edény töredék	<input type="checkbox"/> pattintott	<input type="checkbox"/> bronz	<input type="checkbox"/> állat	<input type="checkbox"/> paticos	
<input type="checkbox"/> orsógomb	<input type="checkbox"/> esiszolt	<input type="checkbox"/> vas	<input type="checkbox"/> kagyló/ésiga	<input type="checkbox"/> salak	
<input type="checkbox"/> nehezék	<input type="checkbox"/> örlőkö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> csonteszköz	<input type="checkbox"/> föld	
<input type="checkbox"/> plastika	<input type="checkbox"/> ütőkö			<input type="checkbox"/> faszén	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> kő/kavics				
			<input type="checkbox"/> Ltsz:		
				Megnevezés	
				<input type="checkbox"/> gödör	<input type="checkbox"/> cölöplyuk
				<input type="checkbox"/> tűzhely	<input type="checkbox"/> kemence
				<input type="checkbox"/> ház	<input type="checkbox"/> padló
				<input type="checkbox"/> árok	<input type="checkbox"/> karólyuk
				<input type="checkbox"/> omladék	<input type="checkbox"/>
				Fotó	
				<input type="checkbox"/> bontás közben	<input type="checkbox"/> bontás közben
				<input type="checkbox"/> részlet	<input type="checkbox"/> totál
				<input type="checkbox"/> felülnézet	
				<input type="checkbox"/> metszet	
				<input type="checkbox"/> folt	
				Rajz	
				<input type="checkbox"/> alaprajz	<input type="checkbox"/> üres db
				<input type="checkbox"/> metszet	<input type="checkbox"/> teli db
				<input type="checkbox"/> foltrajz	
				Adatbázis	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. kép: Objektum adatlap
Fig 3: Feature data sheet

Az objektum betöltése, rétegei: A régészeti objektum betöltődésének leírása, rétegződése.

Az objektum alakja: A feltárt régészeti objektum formájának leírása (felülnézet, oldal, alj).

Leletanyag: Az objektumból előkerült régészeti leletanyag összegzése..

Ehhez az adattáblához kapcsolódik a leltárkönyvi adatbázis. Ez tartalmazza az ásatásról előkerült összes régészeti lelet azonosítóját, leírását, méretadatát, stb. a múzeumi nyilvántartási előírások szerint. Ugyancsak kapcsolódik a természettudományos vizsgálatok eredménye is (faszénminták, kőanyag, növényi minták, paticsos vizsgálati eredménye). Természetesen az adatbázis kialakításakor felmerült az adatok homogenitásának problémája. Az elnevezésekben helyi szinten, egymás között sikerült konszenzusra jutnunk (témához kapcsolódóan lásd: REZI KATÓ 1995).

5.3 Geometriai és attribútum adatok összekapcsolása

Az általunk tervezett és megvalósított térinformatikai rendszerhez az ESRI által fejlesztett ArcGIS

8.3. szoftvert választottuk. A kiválasztás okai között szerepelt, hogy a program olyan nemzetközi szabványt (.shp) használ, amelyet a legtöbb térinformatikai rendszer integrálni tud. Emellett nagyon jó adatintegrációs képességgel rendelkezik, és nagymennyiségű adatot tud egyszerre kezelni. A program felépítése is igazodott elvárásainkhoz, ugyanis az ArcGIS termékcsaládja úgy van kialakítva, hogy a felhasználó igényeire szabottan saját adatlapok, alkalmazások is készíthetők, amelyek megkönnyítik a program használatát azoknak a felhasználóknak, akik nem ismerik a program működését. Ezeknek a fejlesztéseknek a megvalósítása távlati terveink között szerepel.

A térinformatikai rendszer felépítésekor kísérleti modellként a 2002-ben feltárt Letenye–Lapulevelsdűlő ásatás térinformatikai modelljét készítettük el⁶. Az M7–M70 autópályák megelőző régészeti feltárás-sorozatának minden régészeti lelőhelye feldolgozásra kerül a projekt 2008. nyarán való lezárulásáig. Emellett megkezdttük a „Magyar-Szlovén vasút kiépítése” program keretében feltárt régészeti lelőhelyek térinformatikai feldolgozását.

A koordinátahelyesen elhelyezett objektumrajzok és az adatokkal feltöltött adatbázis kapcsolatát ArcGIS-ben valósítottuk meg. A rendszer felépítése és a meglévő adatok integrálása a következő lépésekben történt.

Az objektumok vonalas AutoCad rajzát konvertáltuk ArcGIS-be. A zárt vonalakkból poligonokat generáltunk (poligonizáció). Az így előállt területekhez rendeltük hozzá külön mezőben az egyedi objektumazonosítókat (4. kép). Ez az azonosító szerepel az objektumleírás adattábla azonosító mezőjében is. A kapcsolatot ez a mező biztosítja a poligonok és az adatbázis között. A kapcsolat típusa egy az egyhez, azaz minden objektumhoz egy rekord kapcsolódik. Az objektumleírás adattáblához társítottuk a régészeti leltárkönyv adattáblát. Ez tartalmazza a lelőhelyen előkerült tárgyak meghatározását, leírását. Ezek a rekordok úgy vannak kötve a főtáblához, hogy annak egy rekordjához több leltárkönyvi adat kapcsolódhat. Hasonlóképpen integrálhatók a természettudományos és anyagvizsgálati adatok is. A régészeti objektumokról készült fényképek, digitalizált rajzok, illetve az előkerült leletek fotói, rajzai az objektumhoz hyperlink kapcsolattal vannak kötve.

A régészeti feltárás területéhez kapcsoljuk hozzá azoknak a dokumentumoknak a digitális nyomtatványait, amelyek általánosan az ásatásról szólnak (ásatási jelentés, ásatási napló, légifotók). Az így létrehozott adatkapcsolatok segítségével egy adott helyről valamennyi rögzített információ megjeleníthető.

6. Lelelőhely szintű térinformatikai rendszer eredményei

A régészeti lelőhelyről összegyűjtött különböző forrásokból származó információk egy felületről érhetők el. Ez a felület az ásatási összesítő térkép. Itt külön főlián szerepel az ásatási terület és a régészeti jelenségek foltszerű rajza. Minden régészeti objektumhoz kapcsolódik a róla összegyűjtött összes adat (leírás, rajz, fotó, leletanyag), és ezek egyszerűen megjeleníthetők.

Az adatbázisban rögzített adatok alapján lekérdezéseket tudunk készíteni az adatbázis bármely elemére, és ezek eredménye térképként megjeleníthető. Az eredménytérképek információt adhatnak akár a lelőhelyen megismert történeti korszakokból származó régészeti jelenségek helyzetéről, az előkerült egyes lelettipusok elterjedéséről, az ugyanazon korszakban létező objektumok viszonyáról, egyes speciális leletek lelőhelyen belüli megjelenéséről.

Egy lekérdezés lefutásával szétválaszthatók a különböző korszakokból származó régészeti objektumok és az ehhez kapcsolódó adatok.

Több lelőhely térinformatikai feldolgoása után összehasonlító elemzéseket végezhetünk a lelőhelyek között, új eredményekkel gazdagítva a régészeti kutatást.



4. kép: A térinformatikai rendszerbe beillesztett lelőhelytérkép adatlap

Fig 4: Site map inserted into GIS

7. Összegzés

Jelen dolgozatból¹⁷ reményeink szerint kitűnik, hogy milyen eredményekkel jár a modern informatikai eszközök és módszerek használata a régészeti lelőhelyek és kutatások adatainak feldolgozásában. A bemutatott feltöltés, fejlesztés alatt álló rendszer tapasztalatainak közzététele hasznos lehet a magyar régészetben mielőbb szükséges egységes, országos szintű térinformatikai rendszer kialakításához, amely azt a nagymennyiségű, értékes információt gyűjtené össze, tenné könnyebben kutathatóvá, amelyet a hazai régészeti kutatás több mint száz esztendő alatt felszínre hozott. Ehhez azonban széles körű, a szakma egészét érintő összefogásra lenne szükség.

Nagyobb földrajzi egységet felölelő térinformatikai rendszer kialakítása kezdődött meg intézményünkben. Az alkalmazás topográfiai terepbejárások eredményire épülő, régészeti lelőhelyeket feldolgozó információs rendszer. Célja Zala megye összes régészeti lelőhelyének feldolgozása, naprakész nyilvántartása. A rendszer a terepbejáráskor rögzítésre került adatokon alapul, emellett tartalmazza az egyéb módszerekkel (légifotó, ásatás, régi térképek) megismert régészeti lelőhelyeket, illetve a lelőhelyekről későbbiekben megismert információkkal bővíthető.

Az alkalmazás eredménye: naprakész, gyors adat-szolgáltatás régészeti hatástanulmányokhoz, szakmai kutatásokhoz, nagyberuházásokat megelőző feltárások előkészítéséhez.

A dolgozat bemutat továbbá egy lelőhely szintű térinformatikai rendszert, amely tartalmazza egy feltárt régészeti lelőhely összes megismert adatát (térbeli koordináták, objektumleírás, fotó, rajz), előkerült leletek leírását és ábrázolását (leltárkönyv, tárgyfoto és tárgyrajz), természettudományos vizsgálatok eredményeit. A rendszer segítséget nyújt a régészeti lelőhelyek tudományos feldolgozásához.

Az alkalmazás eredményei: a régészeti objektumok összes adatát együtt kezeli. Lekérdezések alapján eredménytérképek hozhatók létre (korszak, objektum-típus, leletanyag). Több régészeti lelőhely rendszer-szintű feldolgozása után alkalmazásá válik egyes korszakok átfogó elemző vizsgálatára.

Jegyzetek:

- ¹ Az Intézményünkben folyó térinformatikai munkák első ismertetése megjelent: István Eke – Tibor Frankovics – Judit Kvassay: Using Archaeological GIS in Zala County. In: Archaeological and Cultural Heritage Preservation. Within the Light of New Technologies. Selected papers from the joint Archaeolingua–EPOCH workshop, 27 September – 2 October 2004, Százhalombatta, Hungary. Edited by Erzsébet Jerem, Zsolt Mester and Réka Benczes. Budapest 2006 [2007] 111–119.
- ² Az egykori nagykanizsai járás területén Horváth László; az egykori zalaszentgróti és zalaegerszegi járasok területén pedig Horváth László András és H. Simon Katalin voltak a munkálatok vezetői.
- ³ Magyarország Régészeti Topográfiája I. kötet. Veszprém megye. szerk.: Sági Károly. A keszthelyi és tapolcai járás. írta: Bakay Kornél, Kalicz Nándor, Sági Károly. Budapest 1966.
- ⁴ A kötet előkészítő terepmunkálatait 1985–2000 között Horváth László András és H. Simon Katalin vezették.
- ⁵ Más módszerek is léteznek a régészeti jelenségek földrajzi helyzetének meghatározására és térképi ábrázolására. Ez egyik elterjedt módszer szerint az objektum minden töréspontja, vagy jellegzetes pontja bemérésre, rögzítésre kerül. Ezen töréspontok összekötésével készül el az objektumalaprajz. Egy másik gyakran használt módszer, amikor a régészeti jelenségeket szelvény-felületrajként ábrázoljuk, és csak az ásatási szelvényháló nevezetes pontjait mérjük be. Ezen adatok alapján történik a szelvény-felületrajzok összeillesztése. Jelen dolgozatnak nem tárgya a módszerek összehasonlítása vagy értékelése, ezért ezekre bővebben nem térünk ki.
- ⁶ Az ásatás vezetője Száraz Csilla, aki részt vett a térinformatikai modell elkészítésében is.
- ⁷ A kézirat lezárva 2005. szeptember 30-án, aktualizálva 2007. november 30.

Irodalom:

CZAJLIK – HOLL 1997

Czajlik Z. – Holl B.: Magyarország régészeti lelőhelyeinek hálózati térinformatikai adatbázisa (tervezet). In: *Múltunk jövője 97*. Budapest. 28.

CZAJLIK – MARTON – HOLL 1997

Czajlik Z. – Marton Á. – Holl B.: Az M3-as autópálya régészeti leletmentéseinek térinformatikai feldolgozása. In: *Utak a múltba: Az M3-as autópálya régészeti leletmentései*. Budapest. Magyar Nemzeti Múzeum és Eötvös Loránd Tudományegyetem Régészettudományi Intézet.

JANKOVICH 2003

Jankovich B. D.: Régészeti lelőhelyek nyilvántartása In: Visy Zsolt (ed), *Régészeti műemlékek kutatása és gondozása a 3. évezred küszöbén*. Pécs. 5–13.

REZI KATÓ 1995

Rezi Kató G.: Archaeological GIS in the Hungarian National Museum. *Folia Archeologica* 44. 243–251.

REZI KATÓ 2003

Rezi Kató. G.: A régészeti műemlékek központi adattárától a régészeti műemlékek egységes adatbázisáig. In: Visy Zsolt (ed), *Régészeti műemlékek kutatása és gondozása a 3. évezred küszöbén*. Pécs. 15–19.

Primary experiences in processing geographic information of large-scale excavations of Zala County*

Elaboration of a geographic information system ranging over a wide geographical unit has recently begun in our institution. This application is actually an information system processing archaeological sites based on topographic field surveys. Its goal is the up-to-date elaboration of every archaeological site in Zala County. Data recorded during field surveys constitute the system's basis. In addition it contains sites discovered by other means (air photograph, excavation, old map) and can be completed by new information about the sites. Result is prompt and up-to-date data supply for archaeological impact study, for preparation of excavations preceding building projects as well as for scientific surveys.

Present paper also describes a site level GIS that contains all available data of an excavated site (coordinates, description of features, photo, drawings), the description and depiction of finds (register, photo and drawing of artefacts) as well as the results of scientific analysis. This system assists archaeological analysis. Advantage is that all data of the features can be accessed on one interface. Queries are visualised on result maps (periods, types of features, finds). Systematic elaboration of sites enables comprehensive analytic investigation of different archaeological periods.

Translated by: Judit Kvassay

* See footnote 1 for bibliographical data of the first overview of GIS-work in our institution

