

# Kihívások és lehetőségek a régészeti feltárásokat támogató térinformatikai rendszerek tervezésében

Balogh Árpád

## Absztrakt

A régészetben egyre nagyobb teret kap a digitalizáció. A feltárásokon is megjelentek mobil eszközök alkalmazásával működtetett digitális dokumentálási rendszerek, amelyek létrehozása térinformatikai szemléletet kíván és számos tisztázandó kérdést vet fel. A dolgozat a felhasználók digitális kompetenciája, a dokumentáció elemeinek újradefiniálása, az adatbázisok struktúrájának kialakítása és a rendszer erőforrásainak meghatározása tárgykörökön keresztül nyújt betekintést a témába.

DOI: 10.54098/glaeba.2021.1.7

A kézirat lezárása: 2020. február 28.

GLAEBÁ · 2021/1 | 167–177

KULCSSZAVAK: TÉRINFORMATIKA, DIGITALIZÁCIÓ, PAPÍRMENTES RÉGÉSZET

# Bevezetés

„Együtt, gyorsan, hatékonyan” – így hangzott a Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Örökségvédelmi Igazgatóság (MNM RÖG) 2018. évi tevékenységét bemutató konferencia mottója. Térinformatikai szemmel nézve ez a mottó jóval több pusztá frázisnál: a régészet – különösen a beruházásokhoz kapcsolódó megelőző feltárások – felé a digitális kor szellemében támasztott elvárások három szóba sűrített megfogalmazása. Az elvárások alapja, hogy részesei vagyunk a negyedik ipari forradalomként emlegetett változásnak, amelynek fő mozgatórugója többek közt a gyorsaság, hatékonyság növelésével kecsegtető, a mindennapjainkat is mind erőteljesebben átható digitalizáció. A hatás alól a régészet sem vonhatja ki magát, óhatatlanul kihívásokkal szembesül, amelyek megoldásához a térinformatika komplex alkalmazása jelentheti a kulcsot. A modern mobil eszközök ma már lehetővé teszik, hogy a magyarországi régészeti gyakorlatra jellemző, irodai utófeldolgozásra korlátozódó szerepkörön (Holl–Pusztai 2011) túlmutatva, közvetlenül a feltárásokon támogassuk a régészeti dokumentáció elkészítését térinformatikai rendszerek létrehozásával. Dolgozatomban az eddigi eredmények és a MNM RÖG Geodéziai és Térinformatikai Csoportja (tagjai: Látos Tamás, Zsiga Zsolt, Balogh

Árpád) által szerzett tapasztalatok bevonásával a sikeres rendszerek létrehozásához nélkülözhetetlen szakszerű tervezés kritikus pontjainak áttekintésére vállalkozom. A téma hazánkban publikációk szintjén még kevés figyelmet kapott, ezért reményeim szerint hozzájárulhatok egy diskurzus megindulásához, annak érdekében, hogy a digitalizáció jegyében régészeti szempontból is szakmailag megalapozott, valódi előnyöket nyújtó megoldások szülessenek.

## Előzmények

A komplex digitális dokumentálási rendszereknek évtizedes hagyománya van a régészetben. 2010-től kezdve sorra jelentek meg a viszonylag nagy kijelzővel ellátott, hosszú üzemidőt biztosító akkumulátorokkal felszerelt, a terepi körülmények viszontagságait tűrő táblagépek. Előnyeiket kihasználva számos projekt vált – közkeletű elnevezéssel élve – papírmentessé (pl. Pompeii Archaeological Research Project: Porta Stabia (PARP:PS): Wallrodt et al. 2015; Kaymakçı Archaeological Project (KAP): Roosevelt et al. 2015; Çatalhöyük Research Project (ÇRP): Taylor et al. 2018). A tabletek és más mobil eszközök kettő kiemelt tu-

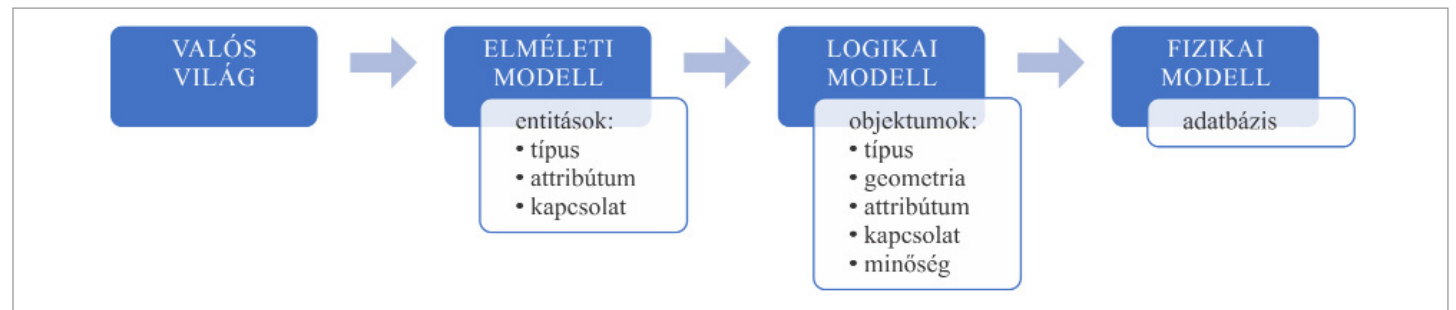
lajdonsággal bírnak, amelyek rendkívül hatékony eszközzé tehetik őket a feltárásokon. Egyrészt hordozhatóságukból fakadóan olyan adatok (pl. naplóbejegyzések, rajzok) rögzíthetők közvetlenül digitálisan, amelyeket korábban csak utólag tudtak digitalizálni. Ezáltal nem csak jelentős munkaóra takarítható meg, hanem csökkenthető a potenciális hibák száma, valamint mód nyílik a közvetlen visszacsatolásra, a digitális állomány azonnali, terepi ellenőrzésére. Másrészt a hálózati kommunikációval létrejövő interkonnektitásnak köszönhetően a gyűjtött adatok valós időben integrálhatók (Wallrodt 2016, 43–44). Az integráció célszerűen az adatok helyhez kötöttségén keresztül valósítható meg, ezért indokolt a térinformatikai megközelítés.

Az informatika régészetben történő alkalmazásának kezdeti időszakában gyakran fordultak elő a modern technika bűvöletében született, ad hoc jellegű megoldások (Lock 2003, 265), és keltettek valamilyest azóta is meglévő bizalmatlanságot. A tervezés jelentőségét ezért sem lehet eléggé hangsúlyozni, mert elhagyása, hiányosságai nem várt problémákhoz vezethetnek és joggal ébresztenek kritikát. Térinformatikai rendszerek tervezésekor a „GIS atyja”, Roger Tomlinson általános érvényű, meghatározott lépé-

sekből álló módszertanából indulhatunk ki. Az egyes lépések projektől függően átfedhetik egymást, más-más prioritással szerepelhetnek, vagy akár teljesen ki is maradhatnak, azaz a metódus rugalmasan követhető (Tomlinson 2013, 46–47).

## Digitális kompetencia

A régészet vonatkozásában a Tomlinson-féle módszertan első sarkalatos pontja a technológiai kérdések egyeztetésének szükségessége. A felhasználókat nem elég a kész rendszer használatára betanítani, hanem meg kell ismerniük és meg kell érteniük az alapkoncepciót, a tervezés folyamatát, a kapcsolódó terminológiát (Tomlinson 2013, 48–49). Tulajdonképpen egyfajta digitális kompetencia kialakításáról van szó, amelynek nélkülözhetlenségét több tényező alátámasztja. A techvilág hajlamos egy-egy hívószóra (buzzword) alapozva hatalmas előnyöket prognosztizálni és túlzott optimizmust kelteni, holott az elérhető implementációk ezt nem feltétlenül indokolnák. Megfelelő tájékozottsággal a marketing mögé láthatunk, és pontos képet alkothatunk a megoldások tényleges régészeti alkalmazhatóságáról, így például elkerülhetők az ahhoz hasonló esetek, mint amikor csak a feltáráson szembesültek a készen kapott (off-the-shelf) szoftver korlátaival (Sayre 2016, 186–187).



**1. kép.** A térinformatikai modellalkotás folyamatán keresztül lehetséges a régészeti tevékenység eredményeinek digitális módon történő kifejezése (Detrekői–Szabó 2002, 47, 3.1. ábra nyomán).

Az MNM RÖG régészei a legnépszerűbb térinformatikai szoftverek (ArcGIS, QGIS) használatán keresztül sajátíthatják el az alapfogalmakat és a digitális absztrakció eszközkészletének rutinszerű alkalmazását. Utóbbi azért is különösen fontos, mert gyakran idézett kritika a papírmentes megoldásokkal, elsősorban a digitális rajzolással szemben, hogy – ellentétben az üres papír jelentette kognitív szabadsággal – korlátozzák a kulcsfontosságú régészeti ismeretek teljes kibontakozását, és végső soron leértékelik a szaktudást (pl. Roosevelt et al. 2015, 339; Paclíková–Preusz 2017, 34–35). Ugyanakkor a kritika megfogalmazója, Caraher úgy véli, hogy nem feltétlenül leértékelődés történik, hanem egy váltás megy végbe, és a kulcsfontosságú régészeti ismeretek helyébe a lényegi régészeti folyamat egészéből valójában nélkülözhető műszaki-informatikai ismeretek lépnek (Caraher

2016, 436). Véleményem szerint a régészet képes úgy alkalmazkodni a körülötte lévő valóságot uraló technológiai fejlődéshez, hogy az új ismeretek befogadása mellett a klasszikus ismeretek helye is biztosítva legyen az átalakuló közegben. A térinformatikai szemlélet utat mutathat, ha a régészeti tevékenységet modellalkotási folyamatként képzeljük el (1. kép). Az első lépés során, az elméleti modell megalkotásakor kiválasztjuk a valós világ számunkra érdekes entitásait – a régészeti jelenségeket –, és meghatározzuk jellemzőiket, kapcsolataikat a régészeti szaktudás birtokában. Ezután létrehozuk a kiválasztott entitások számítógépes reprezentálását megvalósító logikai modellt. A megválaszolandó kérdés, hogy milyen mértékben szükséges, és mennyire vagyunk képesek a valóságot digitálisan leképezni. Végül a fizikai modell fogja tartalmazni a tényleges értékeket (Detrekői-

Szabó 2002, 46). A papíralapú dokumentáláshoz képest ez esetben különbség, hogy az elméleti modellből nem rögtön születik fizikai modell, rajz és leírás, hanem a digitális átalakítás miatt a folyamat egy köztes lépéssel bővül. Megfelelő digitális kompetenciával ez a megközelítés összeegyeztethető az analóg rajzolás hagyományaival (Morgan–Wright 2018, 147–148), és stabil alap lehet a szokásokhoz ragaszkodó régészet és a relatíve gyorsan változó digitális világ viszonyának – függőben lévő (Huvila–Huggett 2018) – tisztázásához.

## A dokumentáció elemei

Tomlinson módszertanában kiemelt lépés az információs termékek meghatározása, ezzel a gyűjtőfogalommal illet minden GIS által szolgáltatott eredményt. A definiáláson túl a termékek részletes specifikációja tartalmazza az előállításukhoz szükséges adatokat, eljárásokat és a használatukból származó előnyöket (Tomlinson 2013, 109–110). A feltárási dokumentáció jogszabály által meghatározott kötelező tartalma és a szakmai irányelvek egyértelműen kijelölik az alapvető információs termékeket, de előállításuk változatos formákban történhet a dokumentációs stratégia szabad megválasztásából következően. Újabban hazánkban is elterjedt – és az

MNM RÖG feltárásain is rendszeresen alkalmazott módszer (2. kép) –, hogy a különböző rajzok készítését fotogrammetriai termékekkel támogatják (pl. Pokrovszki et al. 2016; Mészáros et al. 2017). Egy ortofotó geometriai értelemben vitathatalanul előrelépés a mérőszalag és milliméterpapír párosához képest, rögtön valós méretekkel, és akár abszolút koordinátákkal dolgozhatunk. Háromdimenziós modelleknél ráadásul a jelenségek teljes térbeli kiterjedése rögzíthető, nem csak felszín- és metszetrajzokon megjelenített kiválasztott síkok. Az interpretációnál kétségtelen előny, hogy akár skiccek is elegendőek, elhagyható a méretarányos ábrázolás, de végeredményül csupán kétdimenziós munkarészeket kapunk. Ha eltekintünk a jogszabályi kötelezettségtől, akkor felmerül a kérdés, hogy szükségszerű-e a dimenzióvesztés? Nem inkább arról van-e szó, hogy rabjai vagyunk a tradicionális rajzolás berögzült kereteinek? A digitális közegben rejlő lehetőségek kiaknázása hosszabb távon mindenképpen megkívánja a dokumentálási módszerek és elemek revízióját. Más-más megoldásokkal operálva, de több projekt mutatott rá sikeresen arra, hogy a rajz interpretációs végtermék szerepe kiváltható, ha a dokumentációs stratégiát az adatbázis, mint központi elem köré szervezzük (pl. Roosevelt et al. 2015 329–330; Jackson et al. 2016, 180–181; Jensen 2017, 5).



**2. kép.** Ortofotó és vektoros ábrázolás Szalaszend, Nagy- és Kishegy lelőhelyről (feltárásvezető: Libor Csilla). A régészeti dokumentáció elkészítésében elterjedtek a 3D felmérési módszerek, de az interpretációs folyamat továbbra is jellemzően 2D termékeket eredményez a hagyományos rajzolás kereteit követve.

# Adatbázis-tervezés

Minden adatbázis létrehozásának alapja a megfelelő adatmodell és a kapcsolódó adatbázis-kezelő rendszer kiválasztása. Lényegében arról hozunk ekkor döntést, hogy a valós világot milyen mértékben és milyen erőforrások árán leszünk képesek digitálisan leképezni (Tomlinson 2013, 257–258). Az adatmodellek előnyeinek és hátrányainak mérlegelése kiváltképp fontos, ha figyelembe vesszük, hogy a folyamatosan, gyorsuló ütemben növekvő, egyre nagyobb mennyiségű és változatos digitális adatok kezelésének kérdése, a big data problematikája a régészetet is elérte, és megoldásokat keres a kihívásokra (Huggett 2020).

Az adatbázisok használata megköveteli a rögzítendő adatok körének explicit meghatározását. Ez a régész számára a dokumentálási szabadság korlátozásnak érezhető, valójában azonban minden olyan megfigyelést tárolhatunk, amely digitálisan reprezentálásra kerül. Körültekintően megtervezett, kellően rugalmas, utólag is bővíthető struktúrájú adatbázisokkal kiküszöbölhető az esetleges adatvesztés, adattorzulás (Ryan 2004, 9).

Napjainkban a viszonylag könnyen implementálható relációs adatmodell a legelterjedtebb, amely közös tulajdonságokat tartalmazó azonos mezők al-

apján logikailag összekapcsolt táblázatok összessége. Szerkezete átlátható, az adatok feltöltése intuitív, de a valós világ komplex leírására kevésbé alkalmas, és az adatelérés lassú lehet. Az objektumorientált adatmodell egy az egyben képezi le a valós világ entitáseit, tervezésük, implementálásuk azonban speciális szaktudást igényel, és az interakció más típusú adatbázisokkal komoly nehézségekbe ütközhet. Kompromisszumot az objektum-relációs adatmodell alkalmazása jelenthet, amely az előbbi kettő adatmodell jellemzőit egyesíti, és biztosítja a nagy mennyiségű adatok hatékony integrálását, gyors elérését, szimultán szerkesztését (Tomlinson 2013, 286–287). Népszerű objektum-relációs adatbázis-kezelő rendszer az ingyenes és nyílt forráskódú PostgreSQL, amely a PostGIS térinformatikai bővítménnyel kiegészülve már több régészeti projektben került eredményesen felhasználásra (pl. Hodgkinson et al. 2013, 743; Roosevelt et al. 2015, 333–334; Holdaway et al. 2018, 879–880), valamint a tényleges háromdimenziós alkalmazások (van Leusen–Nobles 2018) és az időadatok bizonytalanságainak kezelése (Van Daele 2013) kapcsán is jelentős potenciállal rendelkezik. Az MNM RÖG-nél jelenleg előrehaladott fejlesztéseket folytatunk, hogy az irodai digitalizálást PostgreSQL alapú többfelhasználós környezetbe ültessük át, ez később megalapozhatja egy közvetlen terepi adatbázis létrehozását.

# Erőforrások kiválasztása

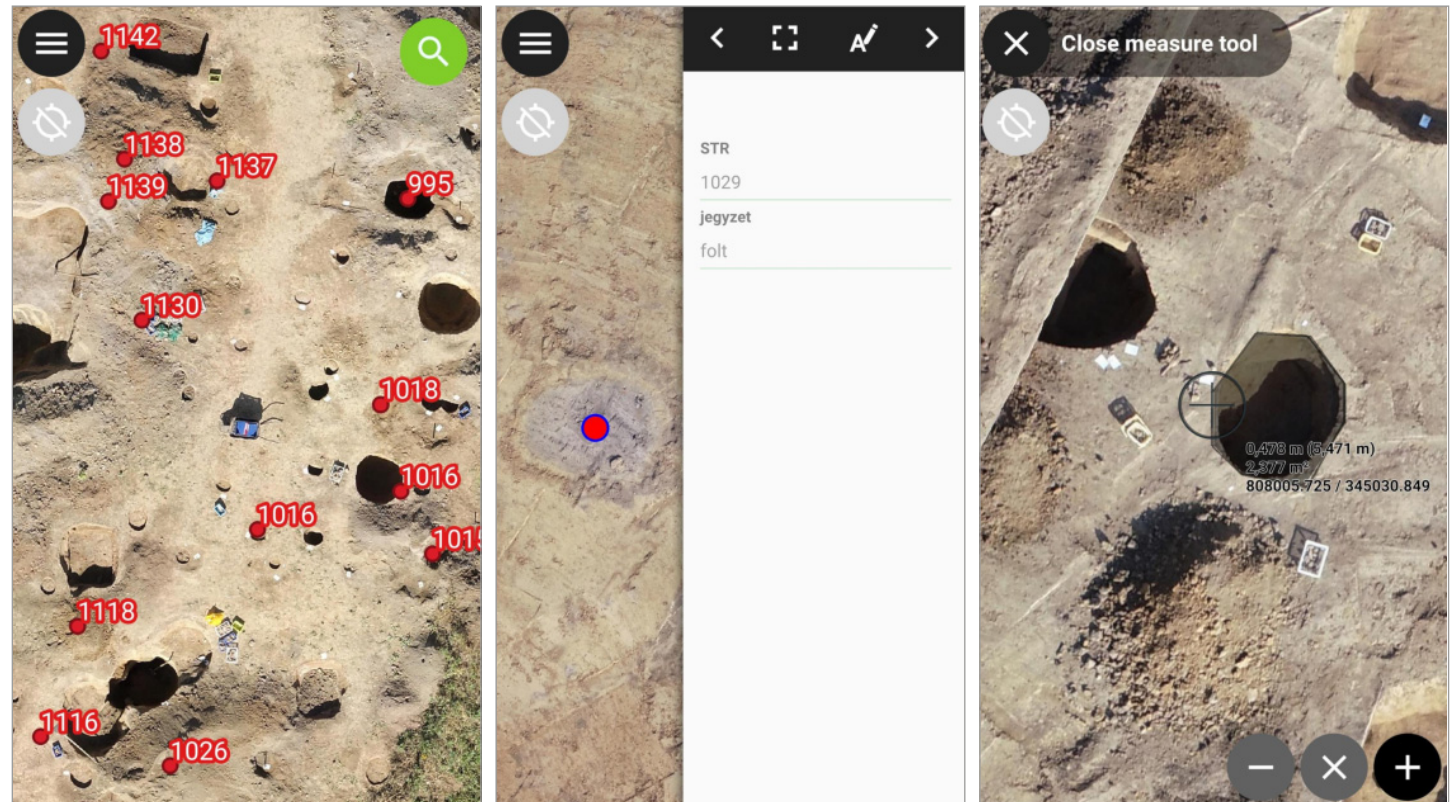
Térinformatikai rendszertervezési szempontból az adatbáziskezelő rendszer előző fejezetben említett kiválasztása a rendszerkövetelmény-specifikáció tárgykörébe tartozik, amelynek során meghatározzuk a kiszolgáló erőforrások körét, hardver és szoftver elemeket, hálózati infrastruktúrát (Tomlinson 2013, 290).

Hardverek tekintetében a mobil eszközök használatának előnyeire a hazai régészetben is korán rávilágítottak (Eke et al. 2007, 263–264). Manapság, köszönhetően annak, hogy az okostelefonok széles körben elérhetővé váltak, az előnyök minimális befektetéssel érvényre juttathatók. Saját példáink közül említhető Garadna, Kovács-tanya lelőhely, ahol a téli leállítás után az okostelefonra telepített QField alkalmazásban megjelenített ortofotók és mért pontok segítettek a tájékozódást, továbbá lehetővé vált a jelenségek bontási állapotának digitális rögzítése a munkálatok tervezéséhez (3. kép). A telefonok kijelzője azonban sok esetben nem elégséges méretű, ilyenkor praktikusabb táblagépekkel dolgozni. Megállapítható – és bizonyára az ártényező jelentős szerepet játszik ebben –, hogy nem kifejezetten terepi használatra szánt tabletek alkalmazása terjedt el a régészetben.



Tipikusan felmerülő problémák az erős napfényben nehezen látható kijelző és a túlmelegedés, de ezek módszeres odafigyeléssel könnyen kezelhetők (pl. Fee et al. 2013, 53; Gordon et al. 2016, 127; Taylor et al. 2018, 10).

Az ideális szoftverek kiválasztása első közelítésben az információs termékek és az előállításukhoz szükséges eljárások alapján történhet (Tomlinson 2013, 301). A régészeti dokumentáció digitális rajzi munkarészei mind GIS, mind CAD szoftverekkel elkészíthetők. Utóbbiak azonban elsősorban tervező szoftverek, natív fájlformátumuk – például a DWG az Autodesk termékeinél – nem biztosítja a geometriai és leíró adatok optimális kapcsolatát, csak utómunkával hozható létre belőlük térinformatikai elemzésekre alkalmas állomány. A GIS szoftverek a 3D kezelés terén lemaradásban vannak, de adatintegrációs előnyeik miatt egyértelműen elsődleges eszközként számolnak velük a feltárások dokumentálásakor (Jensen 2017, 5–6). Költséghatékonysági és speciális régészeti igényekre való testreszabhatósági szempontokból érdemes megfontolni a nyitást az ingyenes, szabad és nyílt forráskódú szoftverek irányába, amelyek több területen felveszik a versenyt kereskedelmi forgalomban kapható vetélytársaikkal. A QGIS megfelelő alternatívája a ArcGIS-nek, korábbi verziói is bizonyították régészeti felhasználhatóságukat (pl. Vágvölgyi 2014; Wells et al. 2015), a 2018-ban megjelent hosszú távú



**3. kép.** Kijelzőképek a QField 1.0 alkalmazásból Garadna, Kovács-tanya lelőhelyről (feltárásvezető: Tóth Krisztián). Az alkalmazás segítségével a QGIS asztali térinformatikai szoftverrel készített projekteket a helyszínen jeleníthetjük meg, és egyszerűbb szerkesztéseket, méréseket is végezhetünk.

kiadás, a QGIS 3.4 pedig még gyorsabb, még stabilabb működést biztosít, és sok új funkcióval bővült (pl. 3D megjelenítő, több réteg tartalma mozgatható egyidejűleg a töréspont eszközzel stb.). A fotogrammetriai

kiértékeléshez egyelőre nincs a kereskedelmi Agisoft termékekhez hasonló kompakt, robusztus megoldás. Légi fotogrammetriai feldolgozásra kiválóan alkalmas az OpenDroneMap ([www.opendronemap.org](http://www.opendronemap.org)),

amely web alapú grafikus felhasználói felülettel is rendelkezik (*WebODM - 4. kép*). A Meshroom ([www.alicevision.org/#meshroom](http://www.alicevision.org/#meshroom)) felhasználóbarát megoldást nyújt 3D modellek előállítására, de a léptékezés valós méretekre és a georeferálás a programon belül egyelőre nem megoldott (*5. kép*). Az OpenDroneMap és a Meshroom kiterjedt paraméterezési lehetőségeiknek köszönhetően kontrollálhatóbb kiértéklést tesznek lehetővé, a folyamat átláthatóbb, mint az Agisoft termékeinél, ahol ismeretlen (black box) algoritmusok befolyásolják az eredményt. Utóbbiak vizsgálata és feloldása előfeltétele egy felelősségteljes, módszertanilag alaposan definiált digitális régészeti gyakorlat kialakulásának (Huggett 2020, 515).

A hálózati kapcsolat legfőbb szerepe a feltárásokon az interkonnectivitás megvalósítása. Helyi hálózatok kiépítésével garantálható a folyamatos adatáramlás internetelés hiányában is (pl. Roosevelt et al. 2015, 332–333; Sayre 2016, 188). Kapcsolat nélkül az adatokat ideiglenesen helyben tárolhatjuk az eszközökön a későbbi szinkronizációig (pl. Fee et al. 2013, 51; Sikora–Kittel 2018, 202–203). A jövőben az 5G hálózat kiépülése a felhő alapú szolgáltatások térnyerését hozhatja, amelyekkel a rendelkezésre álló erőforrások megnövelhetők. Hálózaton keresztül egy számítógépfürttel kommunikálva például felgyorsítható a rendkívül erőforrás-igényes fotogrammetriai feldolgozás (Stott et al. 2018).

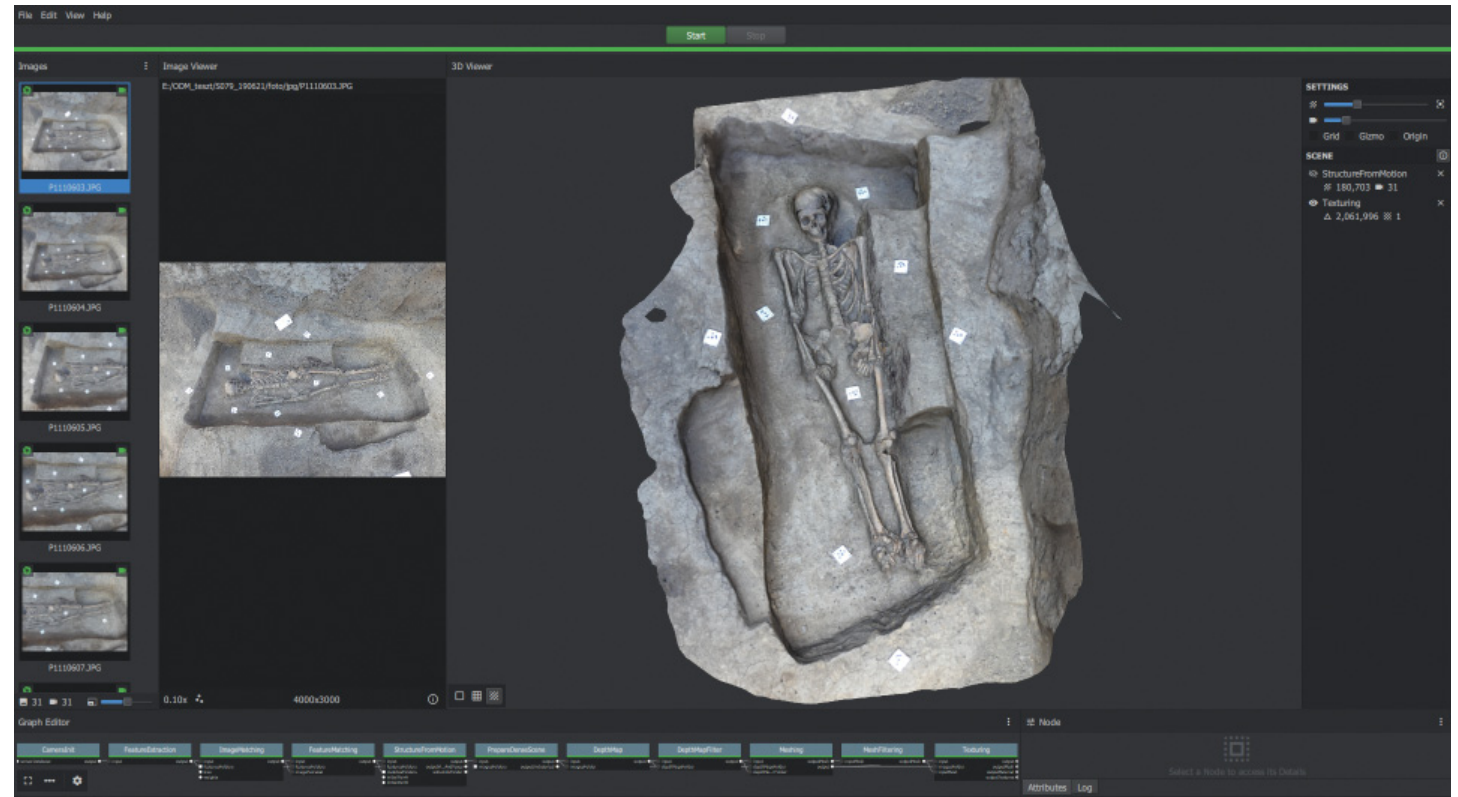


**4. kép.** Nyergesújfalú, Duna-dűlő lelőhely feltárását ábrázoló ortofotó részlet megjelenítése WebODM 1.2.1 programban (feltárásvezető: Czifra Szabolcs). A WebODM légi fotogrammetriai feldolgozásban megfelelő alternatívája lehet az Agisoft termékeinek.



## Konklúzió

Dolgozatomban a térinformatika komplex régészeti célú felhasználásának lehetőségeire világítottam rá, kiemelve négy kritikus pontot: a digitális kompetencia kialakítását, a dokumentáció munkarészeinek újragondolását, az integrált adatbázisok létrehozásának kérdéseit és a rendszerkövetelmény-specifikáció szempontjait. Éppen csak karcoltuk egy összetett témakör felszínét, de véleményem szerint annyit biztosan kijelenthetünk, hogy a dokumentálási módszerek nagyobb mértékű digitalizációja elkerülhetetlen. A régészeti tevékenység unikális jellege, lokális eltérései és az informatika jelenlegi fejlődési üteme, sokrétűsége miatt arra valószínűleg hiába várnánk, hogy a digitális eljárások kiforrt, univerzális állapotukban terjedjenek el a magyarországi régészetben, ezért a saját utunkat kell járni. A digitális világban a térinformatika szakszerű alkalmazásával jelölhető ki a követendő irány, és segítségével elérhetjük, hogy kialakuljon egy 21. századi kép a régészekről, akik együtt, gyorsan, hatékonyan képesek megoldást találni a felmerülő kihívásokra.



**5. kép.** Szécsény, Sas utcai parkoló lelőhelyen feltárt csontvázás temetkezés fotogrammetriai feldolgozása Meshroom 2019.2.0 szoftverben (feltárásvezető: Libor Csilla). A szoftverrel felhasználóbarát módon állíthatunk elő textúrázott 3D modelleket, de a valós geometriai méretekhez kapcsolódó funkciók egyelőre hiányoznak.



# Irodalom

Caraher 2016 | **Caraher, William**: Slow Archaeology: Technology, Efficiency, and Archaeological Work. In: Averett, Erin Walcek–Gordon, Jody Michael–Counts, Derek B. (eds.): *Mobilizing the Past for a Digital Future. The Potential of Digital Archaeology*. Grand Forks 2016, 421–441.

Detrekői–Szabó 2002 | **Detrekői Ákos–Szabó György**: *Térinformatika*. Budapest 2002.

Eke et al. 2007 | **Eke István–Frankovics Tibor–Kvassay Judit**: Első tapasztalatok a nagyfelületű régészeti feltárások térinformatikai feldolgozása során Zala megyében – Primary experiences in processing geographic information of large-scale excavations of Zala County. *Zalai Múzeum* 16, 2007, 259–269.

Fee et al. 2013 | **Fee, Samuel B. –Pettegrew, David K. –Caraher, William R.**: Taking Mobile Computing to the Field. *Near Eastern Archaeology* 76/1, 2013, 50–55.  
<https://doi.org/10.5615/neareastarch.76.1.0050>

Gordon et al. 2016 | **Gordon, Jody Michael–Averett, Erin Walcke–Counts, Derek B. –Koo, Kyosung–Toumazou, Michael K.**: DIY Digital Workflows on the Athienou Archaeological Project, Cyprus. In: Averett, Erin Walcek–Gordon, Jody Michael–Counts, Derek B. (eds.): *Mobilizing the Past for a Digital Future. The Potential of Digital Archaeology*. Grand Forks 2016, 111–141.

Hodgkinson et al. 2013 | **Hodgkinson, Anna K. –Bianconi, Luca –Costa, Stefano**: Open Source GIS for Archaeological Data: Two Case Studies from British and Egyptian Archaeology. In: Earl, Greame–Sly, Tim–Chrysanthi, Angeliki–Murrieta-Flores, Patricia–Papadopoulos, Constantinos–Romanowska, Iza–Wheatley, David (eds.): *Archaeology in the Digital Era II. e-Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Southampton, 26–29 March 2012*. Amsterdam 2013, 742–751.

Holdaway et al. 2018 | **Holdaway, Simon J. –Emmit, Joshua –Phillips, Rebecca –Masoud-Ansari, Sina**: A Minimalist Approach to Archaeological Data Management Design. *Journal of Archaeological Method and Theory* 26, 2018, 873–893.  
<https://doi.org/10.1007/s10816-018-9399-6>

Holl–Pusztai 2011 | **Holl Balázs–Pusztai Tamás**: Térinformatika alkalmazása a régészeti feltárásokon. In: Müller Róbert (szerk.): *Régészeti kézikönyv*. Budapest 2011, 321–375.

Huggett 2020 | **Huggett, Jeremy**: Is Big Digital Data Different? Towards a New Archaeological Paradigm. *Journal of Field Archaeology* 45, 2020, 8–17.  
<https://doi.org/10.1080/00934690.2020.1713281>

Huvila–Huggett 2018 | **Huvila, Isto –Huggett, Jeremy**: Archaeological Practices, Knowledge Work and Digitalisation. *Journal of Computer Applications in Archaeology* 1/1, 2018, 88–100.  
<https://doi.org/10.5334/jcaa.6>

Jackson et al. 2016 | **Jackson, Sarah E. –Motz, Christopher F. –Brown, Linda A.**: Pushing the Paperless Envelope. Digital Recording and Innovative Ways of Seeing at a Classic Maya Site. *Advances in Archaeological Practice* 4/2, 2016, 176–191.  
<https://doi.org/10.5334/jcaa.6>

Jensen 2017 | **Jensen, Peter**: Where are we? Reviewing the Integration of Complex Spatial Data in Current Field Archaeology. *Internet Archaeology* 44, 2017.  
<https://doi.org/10.11141/ia.44.8>

Lock 2003 | **Lock, Gary**: *Using Computers in Archaeology: Towards Virtual Pasts*. London 2003.

Mészáros et al. 2017 | **Mészáros János–Pányi István–Petkes Zsolt–Szücsi Frigyes**: Térinformatika és fotogrammetria alkalmazási lehetőségei a régészetben – Application of GIS and photogrammetry in archeology. In: Balázs Boglárka (szerk.): *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában* 8. Debrecen 2017, 223–230.

Morgan–Wright 2018 | **Morgan, Colleen–Wright, Holly**: Pencils and Pixels: Drawing and Digital Media in Archaeological Field Recording. *Journal of Field Archaeology* 43/2, 2018, 136–151.  
<https://doi.org/10.1080/00934690.2018.1428488>

Paclíková–Preusz 2017 | **Paclíková, Klára–Preusz, Michal**: Paperless Archaeology on Castrum Novum. *Museum: Museum and Regional Studies* 55/2, 2017, 27–35.  
<https://doi.org/10.1515/mmv-2017-0043>

Pokrovenszki et al. 2016 | **Pokrovenszki Krisztián–Vágvölgyi Bence–Tóth Zoltán**: A csókakői vár feltárása során alkalmazott 3D fotogrammetriai módszerek gyakorlati tapasztalatai – Practical experience with the 3D photogrammetric methods used at the excavation of Csókakő Castle. *Magyar Régészet* 2016 ősz - *Hungarian Archaeology* 2016 Autumn, 2016, 31–38.

Roosevelt et al. 2015 | **Roosevelt, Christopher H.–Cobb, Peter–Moss, Emanuel–Olson, Brandon R.–Ünlüsoy, Sinan**: Excavation Is Destruction Digitization: Advances in Archaeological Practice. *Journal of Field Archaeology* 40/3, 2015, 325–346. <https://doi.org/10.1179/2042458215Y.0000000004>

Ryan 2004 | **Ryan, Nick**: Databases. *Internet Archaeology* 15, 2004. <https://doi.org/10.11141/ia.15.8>

Sayre 2016 | **Sayre, Matthew**: Digital Archaeology in the Rural Andes: Problems and Prospects. In: Averett, Erin Walcek–Gordon, Jody Michael–Counts, Derek B. (eds.): *Mobilizing the Past for a Digital Future. The Potential of Digital Archaeology*. Grand Forks 2016, 183–199.

Sikora–Kittel 2018 | **Sikora, Jerzy–Kittel, Piotr**: Closing a Gap with a Simple Toy: How the Use of the Tablet Affected the Documentation Work of the Excavations of the Rozprza Ring–Fort (Central Poland). In: Matsumoto, Mieko–Uleberg, Espen (eds.): *CAA2016. Oceans of Data. Proceedings of the 44th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Oxford 2018, 197–205.

Stott et al. 2018 | **Stott, David–Pilati, Matteo–Meinertz Risager, Carsten–Andersen, Jens–Bjørn Riis**: Supercomputing at the Trench Edge: Expediting Image Based 3D Recoding. In: Matsumoto, Mieko–Uleberg, Espen (eds.): *CAA2016. Oceans of Data. Proceedings of the 44th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Oxford 2018, 207–217.

Taylor et al. 2018 | **Taylor, James S.–Issavi, Justine–Berggren, Åsa–Lukas, Dominik–Mazzucato, Camilla–Tung, Burcu–Dell'Unto, Nicoló**: 'The Rise of the Machine': the impact of digital tablet recording in the field at Çatalhöyük. *Internet Archaeology* 47, 2018. <https://doi.org/10.11141/ia.47.1>

Tomlinson 2013 | **Tomlinson, Roger**: *Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. Redlands 2013.

Vágvölgyi 2014 | **Vágvölgyi Bence**: Térinformatikai fejlesztések a Dobó István Vármúzeumban. *Gesta*. 13, 2014, 33–38.

van Daele 2013 | **van Daele, Koen**: Modelling Imperfect Time in Datasets. In: Earl, Greame–Sly, Tim–Chrysanthi, Angeliki–Murrieta-Flores, Patricia–Papadopoulos, Constantinos–Romanowska, Iza–Wheatley, David (eds.): *Archaeology in the Digital Era II. e-Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Southampton, 26–29 March 2012*. Amsterdam 2013, 474–479.

Van Leusen–Nobles 2018 | **Van Leusen, Martijn–Nobles, Gary**: 3D Spatial Analysis: the Road Ahead. In: Matsumoto, Mieko–Uleberg, Espen (eds.): *CAA2016. Oceans of Data. Proceedings of the 44th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Oxford 2018, 471–478.

Wallrodt et al. 2015 | **Wallrodt, John–Dicus, Kevin–Lieberman, Leigh–Tucker, Gregory**: Beyond Tablet Computers as a Tool for Data Collection: Three Seasons of Processing and Curating Digital Data in a Paperless World. In: Traviglia, Arianna (ed.). *Across Space and Time. Papers from the 41st Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Perth, 25–28 March 2013*. Amsterdam 2015, 97–103.

Wallrodt 2016 | **Wallrodt, John**: Why Paperless: Technology and Changes in Archaeological Practice, 1996–2016. In: Averett, Erin Walcek–Gordon, Jody Michael–Counts, Derek B. (eds.): *Mobilizing the Past for a Digital Future. The Potential of Digital Archaeology*. Grand Forks 2016, 33–50.

Wells et al. 2015 | **Wells, Joshua–Parr, Christopher–Yerka, Stephen**: Archaeological Experiences with Free and Open Source Geographic Information Systems and Geospatial Freeware: Implementation and Usage Examples in the Compliance, Education, and Research Sectors. In: Wilson, Andrew T.–Edwards, Benjamin (eds.): *Open Source Archaeology: Ethics and Practice*. Warsaw/Berlin 2015, 130–146.

## Szerző

### **Balogh Árpád**

Magyar Nemzeti Múzeum  
Régészeti Örökségvédelmi Igazgatóság  
H-1113 Budapest, Daróczi út 3.  
balogh.arpad@nmn.hu

# Challenges and possibilities presented by designing geographic information systems for archaeology

## Abstract

Digitalisation is becoming an increasingly major factor in archaeology. The use of mobile devices and digital documentation system applications at excavations is more and more common, the latter of which requires insight in geoinformatics and poses several questions. The aim of this study is to redefine user-level digital competency as well as the elements used for documentation, and to provide insight on how database structures are developed and system resources are determined.

KEYWORDS: GEOINFORMATICS, DIGITALISATION, PAPERLESS ARCHAEOLOGY