

# A földi fotogrammetria új technológiái és eszközei az oktatásban

Balázsik Valéria adjunktus,

Dr. Engler Péter főiskolai docens, Dr. Jancsó Tamás egyetemi docens

Nyugat-magyarországi Egyetem Geomatikai Intézet  
Fotogrammetria és Távérzékelési Tanszék



## Bevezetés

Napjaink piaci igényeihez alkalmazkodva igyekszünk hallgatóinknak lehetőséget biztosítani korszerű technológiák, eszközök megismerésére. A Karunkon végzett szakemberek elhelyezkedési területe meglehetősen színes képet mutat a húsz évvel ezelőtti időszakkal összehasonlítva. Néhány évtizeddel korábban még az volt a jellemző, hogy a végzetek nagy többsége állami vállalatoknál talált munkahelyet, ez az arány mára már megváltozott, áttolódott a vállalkozói szféra területére. A geodéziai tevékenységet folytató közepes- és különösen a kisvállalkozásokra nem jellemző, hogy professzionális fotogrammetriai eszközökkel rendelkezzenek, és az ilyen eszközök, módszerek használatát igénylő mélyebb szakmai ismereteknek sincsenek minden esetben a birtokában. Ennek egyszerű magyarázata az eszközök magas ára és az, hogy a módszerek korszerűsödésének nyomon követése nem kis teher.

Vannak fotogrammetriai feladatok, melyek megoldására nem mindig egyedüli lehetőség a drága eszköz és a legmélyebb szakmai ismeret. Léteznek olyan eljárások, melyek akár rendszeresen, akár időnként adódó feladatok teljesítését teszik lehetővé viszonylag könnyen elsajátítható, elérhető árú szoftver alkalmazásával. A Geomatikai Intézetben készült szakdolgozatoknál alkalmazták egy az előzőekben vázoltaknak megfelelő programot, a kanadai Eos System Inc. által kifejlesztett PhotoModelert. Erről a szoftverről és ennek építészeti alkalmazásának tapasztalatairól már olvashattunk *Szerdahelyi András* tollából e folyóirat egy korábbi számában (2008/3).

Cikkünkben a program régészeti alkalmazásának tapasztalatait osztjuk meg az olvasóval, melyeket az M6 autópálya nyomvonalán feltárt lelet-együttes egy részletének dokumentálásánál szereztünk. A Geoinformatikai Karnak és a Fotogrammetria és Távérzékelés Tanszéknek a Fejér Megyei Múzeumok Igazgatóságával való jó kapcsolata már régre nyúlik vissza. Több esetben is felkérték iskolánkat különböző feladatok megoldását keresve, melyek mindig megvalósultak. Részt vettünk a történelmi belváros közel 300 épülete homlokzatrajzának elkészítésében, számos alkalommal végeztünk dokumentatív felmérést és fényképezést Székesfehérváron, a ma már Nemzeti Emlékhelyként ismert Romkertben. A mostani régészeti alkalmazás ötletét egy régészekkel folytatott beszélgetés adta, melynek folyamán szóba került az autópálya építések során a rájuk háruló nem kis feladat, a leletek megfelelő pontosságú, rövid idő alatt – gyakran mostoha körülmények között – történő dokumentálása. Mielőtt bemutatjuk a konkrét feladatot és megoldását, tekintsük át röviden a földi felvételek készítésére és feldolgozására alkalmas eszközöket és szoftvereket.

## Kamerák

A digitális kamerákat a fotogrammetria szemszögéből két csoportba soroljuk. Az első csoportba a hétköznapi célokra használatos amatőr kamerák, míg a második csoportba a metrikus, fotogrammetriai kiértékelésekre alkalmas képeket adó mérőkamerák tartoznak.

### Amatőr kamerák

A digitális fényképezéssel foglalkozó szakirodalomban többféle csoportosítást olvashatunk, ezek közül egy lehetőség a következő [2].

**Ultrakompakt:** a legkisebb, zsebként könnyen hordható gépek kategóriája. Előnyük a kis méret és súly adta kényelem. Hátrányuk, hogy sok esetben képességeik terén is elmaradnak az átlagtól, és a kis méretből adódóan használatuk néha kényelmetlen. Egyszerű hobbi- és amatőr használatra többnyire megfelelők.

**Kompakt:** a digitális fényképezőgépek legszélesebb kategóriája, minden olyan, viszonylag kisméretű gép ide sorolható, amely egymagában sokféle fotós feladatra alkalmas. Előnyük a relatíve kis méret és súly, valamint a széleskörű használhatóság. Hátrányuk a későbbi korlátozott bővíthetőség. Egyszerűbb modelljeik hobbi- és élményfotózásra, komolyabb modelljeik igényesebb amatőr-fotózásra kiválóak lehetnek.

**SLR-like:** tükörreflexes kinézetű. Meglehetősen erőltetett kategória. Az olyan, kompakt csoportba tartozó, formára komolyabb gépeket sorolják ide, amelyek a tükörreflexes gépek kialakítására, külsejére emlékeztetnek. Nem jelent feltétlenül komoly tudású gépet is, de a legtöbbet tudó kompakt gépek ide sorolhatók. Jelesebb modelljeik az igényes amatőrök kedvelt eszközei, de ha valakit behatóbban érdekel a fotózás, akár kezdőgépként is megfelelő lehet.

**Bridge:** egyfajta átmenet a komolyabb kompakt és a tükörreflexes (SLR) gépek között. Ezek a „tükörreflexes” keresővel ellátott, azonban nem cserélhető objektíves gépek.

**Tükörreflexes (D-SLR vagy DSLR):** a tükörreflexes keresővel ellátott, cserélhető objektíves digitális gépek csoportja (DSLR = Digital Sing-

le Lens Reflex). Általában profi fotósok, vagy a fotózás iránt érdeklődő komoly amatőrök használják. Előnye az igény szerinti szabad bővíthetőség, megannyi kiegészítővel és objektívvel. Hátránya a mérete és a súlya, nem utolsó sorban pedig az ára.

A fényképezőgépeket több paraméterrel is jellemezhetjük, mint például felbontás, ISO érzékenység, képstabilizátor. Egy fénykép annál pontosabb adatokat tud szolgáltatni, minél jobb a geometriai, a radiometriai, illetve a spektrális felbontása. A maximális felbontás (pixel×pixel) értéke adja az összes pixelszámot, ami meghatározza egy kép digitális méretét [1]. Többek között ezeket is figyelembe véve elsősorban az utolsó csoportba tartozó tükörreflexes gépek használhatók fotogrammetriai célokra.

A később ismertetett feladatnál a fényképezéshez *Sony DSC R1* típusú amatőr digitális kamerát alkalmaztunk (1. ábra).

A kamera fontosabb jellemzői:

- Felbontás: 10,3 Mpixel
  - maximum: 3888×2592 pixel (38,88 mm×25,92 mm)
  - minimum: 1296×864 pixel
- Érzékelő típusa: CMOS technológia
- 3:2 oldalarányú 21,5×14,4 mm (szenzor méret: 10 i)
- Záridő: (akár 3 min)
  - maximum: 30/2000 s
  - minimum: 1/2000 s
- Fényérzékenység: ISO 100–3200
  - automata: ISO 160–400
- Fókusz távolság: 24–120 mm (25,2487 mm)
- Fényerő: f/2,8–4,8 Carl Zeiss zoom objektív

### Mérőkamerák

Az általában nagyobb felbontású, ebből adódóan pontosabb kiértékelést lehetővé tevő mérőképek készítésére a fotogrammetriában a mérőkamerákat használjuk. A legfontosabb eltérés az amatőr kamerákhoz képest az, hogy a mérőkamerák esetében pontosan ismerjük a belső adatokat (H főpont,  $c_k$  kameraállandó, elrajzolás).

A kamerakalibráló jegyzőkönyvben megadják az M és az O (képfőpont) közötti különbséget  $\mu$ m pontossággal, a képfőpont koordinátáit, a kameraállandót és az objektív elrajzolás értékeit. Megadják a CCD vagy CMOS szenzorok lapkaméretét és a pixelek számát. Ha ezeket mind ismerjük, akkor kiszámolhatjuk, hogy 1 pixel mekkora méretű.



1. ábra Sony DSC R1 típusú kamera

Tanszékünk egy Rolleiflex 6008 típusú digitális mérőkamerával rendelkezik (2. ábra).

A kamera 3 fő részre tagolódik:

- objektív,
- kamera test,
- digitális hátfal, ami tartalmazza a CCD szenzort és az LCD kijelzőt.

A képek rögzítése tükrereflexes zárszerkezet segítségével történik. A képi adatokat közvetlenül RAW (nyers) formátumban lehet tárolni a digitális rátétben elhelyezett CF (CompactFlash) memóriakártyán. A képek utófeldolgozással jönnek létre. A veszteségmentesen tömörített képek a kamerához tartozó programmal – Capture One Pro 3.7.6 – kicsomagolhatók. Kicsomagolás után a képek utófeldolgozáson esnek át (editálás), hogy a kiértékeléshez jobb minőségűek legyenek.

Felvételkor a mérőkamera szimulálja a hagyományos filmek fényérzékenységét ( $^\circ$ =DIN), amely digitális rátétől függően lehet ISO 50 (18 $^\circ$ ), 100 (21 $^\circ$ ), 200 (24 $^\circ$ ), 400 (27 $^\circ$ ), 800 (31 $^\circ$ ). Közvetlen meghajtású, elektronikusan vezérelt központi zárszerkezettel rendelkezik. Minden objektív metrikusan kalibrált. A gép alapfelszereltségéhez tartozik a kamera test rögzített digitális rátéttel, kameravédő sapka, kézi fogantyú, kamera elem készlet gyorstöltővel, kereső ernyő nagytóval, Capture One DB szoftver, újratölthető elem és töltő a digitális rátéthez, védő doboz.

Opcionális kiegészítők is beszerezhetők, nevezetesen kioldó kábel, sztereo-kioldó, 45 $^\circ$ -os vagy 90 $^\circ$ -os prizmás kereső. A kamera méretei kb. 143×139×177mm (szélesség×magasság×mélység), súlya kb. 2000 g objektív nélkül.

A fényképezésnél négy lehetőség közül választhatunk:

- egyszerre egy képet rögzít,
- egyszerre hármat azonos beállítások mellett,
- három képet, de azokat egy kicsit különböző beállításokkal,
- folyamatos felvételezés.

Fontosabb adatok:

- kameraállandó:  $c_k = 51,99$  mm,
- CCD szenzor mérete: 36,684 mm×36,720 mm,
- pixelek száma: 4076×4080,
- pixel méret: 9×9 mikron,
- LCD kijelző mérete: 2,2"
- 16 Mpixel felbontás (szenzor P20),
- színmélység: 16 bit színsatornánként,
- érzékenység: ISO 50, 100, 200, 400 a digitális rátétől függően [3].



2. ábra Rolleiflex 6008 tükrereflexes mérőkamera

## Szoftverek

Karunk három földi fotogrammetriai képfeldolgozó programmal rendelkezik. A Rolleimetric cég (Rollei Metric GmbH) MSR (Metric Single image Rectification – egyképes képátalakítás) feldolgozó programjával, valamint a képek tájékoztatóhoz és vonalas kiértékeléséhez a CDW szoftverrel. A CDW szoftverhez opcionálisan csatlakoztatható az AutoCad. Különálló harmadik program az EOS Systems Inc. cég által forgalmazott PhotoModeler. Ezt a szoftvert kimondottan földi felvételek feldolgozására szánják. A 3D modell előállítás után lehetőség van ortofotó készítésére is.

Tekintsük át a felsorolt programok szolgáltatásait bővebben.

### MSR

AZ MSR szoftver segítségével digitális képátalakítást tudunk végezni, vagyis az elkészült fotón megszüntethetjük a perspektív torzulást [4]. Magassági torzulás kiküszöbölésére nincs mód. Ebből következik, hogy csak közel sík felületek esetén alkalmazható nagy pontossággal. Tipikusan épületek homlokzatrajzának előkészítéséhez használják. A betöltött fotókat tájékozni kell a keretjelek által megadott képkoordináta rendszerbe. A tájékozás után a fotón párhuzamos vonalakat jelölhetünk ki vízszintesen és függőlegesen. A kijelölt vonalak alapján a szoftver minden pixelt újra mintavételezéssel átranzszformál egy közös ortogonális síkba (3. ábra).

A mintavételezés során megadható a kimeneti kép felbontása, pixelmérete. Az átalakított képnek méretarány adható, illetve ha a képen rendelke-

zünk illesztőpont-hálózattal, akkor a kép beilleszthető a tárgy-koordináta rendszerbe. Ha nincsenek párhuzamos vonalak a képen vagy nagyobb pontosságra törekszünk, akkor távolságokat adhatunk meg pontok között és ezek alapján történik a képátalakítás. Harmadik lehetőségként diszkrét pontokat jelölhetünk ki a képen, melyek illesztőpontként szolgálnak és ezen pontok tárgykoordinátáit már korábban geodéziai méréssel meghatároztuk. A képeken pontosan kijelölhetők a transzformációra szánt területek, így egy képen több részletről is készíthető foto-transzformátum. Ezzel a technikával elvileg lehetőség nyílik arra, hogy különböző síkokban lévő objektum részleteket külön-külön transzformáljunk egy közös tárgykoordináta síkba. Az elkészült transzformátumokat végül egy egységes képbe lehet mozaikolni. A mozaikolásnak két feltétele van: legyen legalább két közös pont a két csatlakozó képen; a képek felbontása, pixelmérete legyen azonos. Az elkészült mozaik képek az MSR szoftveren belül vonalasan kiértékelhetők. Az elkészült rajzokat DXF formátumban ki lehet exportálni külső programok számára.

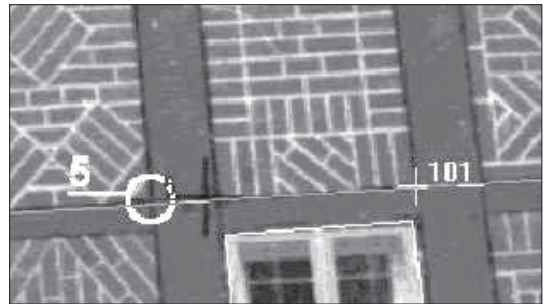
Összefoglalva, az MSR az egyképes kiértékelést támogató szoftver, melynek központi eleme a digitális képátalakítás.

### CDW

A CDW szoftver a többképes térbeli kiértékelést támogató programcsomag [5]. Központi eleme a képek egymáshoz tájékozását megvalósító sugáryaláb-kiegyenlítés. Az abszolút értelemben tájékozott képeken az összetartozó pontok mérésével térbeli kiértékelés valósítható meg. A kiértékelés hatékonysága növelhető, ha a szoftvert csatoló program segítségével AutoCad-hez kapcsoljuk, de a szoftver e nélkül az opció nélkül is használható. A program a kiértékelést nem támogatja sztereó-szemléléssel, vagyis a közös pontokat egyenként kell megirányozni a képeken. Ugyanakkor a tájékozott képeken az összetartozó pontok beazonosítását segíti, hogy a program epi-



3. ábra Párhuzamos vonalak kijelölése a transzformációhoz



4. ábra Epipoláris vonal használata a pontazonosításban

poláris vonalakkal jelzi a mérendő pont helyét a képen, vagyis azt az egyenest, amelyen rajta van a mérendő pont. Ha a mérendő pont az objektumon egy él része vagy végpontja, akkor az epipoláris egyenes metszi ezt az élt is, ilyenkor a beazonosítás pontossága nagymértékben függ az él és az epipoláris egyenes által bezárt szögtől (4. ábra).

Abban az esetben, ha nem kapcsoljuk a CDW-t AutoCad-hez csak az alapvető rajzi elemeket (pont, vonal, poligon) tudjuk kiértékelni, de a kiértékelést rétegekbe szervezhetjük. A szoftver lehetőséget biztosít az egyképes kiértékelésre is. Ekkor az abszolút értelemben tájékozott képhez hozzá kell rendelni egy alapsíkot és minden kiértékelt pont erre a kijelölt síkra vetül, vagyis a kiértékelt pontok harmadik koordinátája konstans lesz.

## PhotoModeler

A szoftver szolgáltatásai sokrétűek. A következő feladatok elvégzésére van lehetőség [6]:

- automatizált kamera kalibráció;
- képek külső tájékozása közös pontok, vonalak alapján. Speciális pontjelek alkalmazásával lehetőség van automatizált külső tájékozásra;
- 3D modell készítése többféle megjelenítéssel: rácshálós modell, TIN modell, felületmodell, fotó-renderelt modell (5. ábra);
- ortofotó készítése;
- a létrejött modell exportálása a legismertebb formátumokba, többek között 3D studio és VRML formátumba.



5. ábra Elkészült modell, amelyre a felhasznált képet feszítettük rá

A szoftver alkalmazási köre igen széles. Hatékonyan használható a következő területeken:

- építészet: épületek 3D modellje, homlokzatrész készítése;
- régészet: ásatások dokumentálása beleértve a leleteket is.
- gépészet, egyéb mérnöki tudományok: alak meghatározás, deformáció-vizsgálat, reverse engineering;
- Baleseti helyszínelés – a járművek és a helyszín pontos felmérése térben;
- bünyügyi alkalmazások: tett helyszínének 3D dokumentálása.

A képek kiértékelése itt sem támogatott sztereó-szemléléssel. A közös pontok beazonosítását itt is az epipoláris vonalak segítik. A létrejött modellekre ráfeszíthetők a képek, így valós 3D modell hozható létre. Abban az esetben, ha a fotón zavaró tárgyak vagy olyan objektumok vannak, melyek nem részei a felmérni kívánt objektum-

nak, akkor ezek a valós 3D modellen is láthatók lesznek, így rontják a modell élvezhetőségét és ezzel a felhasználás körét is beszűkítik. Tipikusan ilyen helyzet áll elő, ha egy épületet modelleznek, de az épület előtt autók vagy fák állnak. Ekkor az autó vagy a fa képe a fotó-renderelt 3D modellen, az épület falán torzultan látszani fog. Ezen az anomálián csak előzetes képfeldolgozással, retusálással lehet segíteni.

A bemutatott szoftvereken kívül számos hasonló program létezik a piacon, de mindegyikről elmondható, hogy minden lehetséges feladatra nem adnak megoldást. Egy ideálisan elképzelt földi fotogrammetriai szoftvernek a következő szolgáltatásokkal kellene rendelkeznie, ha a teljességre törekednének:

- automatizált kamera kalibráció;
- automatikus belső- és kölcsönös tájékozás;
- sztereó-szemlélés opcionális támogatása;
- külső tájékozás, előre jelölt illesztőpontok esetében automatikus algoritmussal;
- sugárnyaláb kiegyenlítés;
- valódi ortofotó előállítás;
- perspektív képátalakítás sík felületek esetén;
- egyképes kiértékelés támogatása;
- 3D modellezés CAD környezetben;
- felületek modellezése;
- automatizált TIN modellezés;
- automatizált felületmodellezés mintaillesztéssel;
- beépített képfeldolgozó szoftver, amely a szokásos képjavító eljárások mellett lehetőséget ad a hiányzó vagy hibás, zavaró képrészletek helyettesítésére a környezetbe illő, esetleg más képekről vett részletekkel vagy színekkel;
- komplex formák kifejtése síkba vagy előre definiált vetületbe az elkészült 3D modell alapján (pl. kupolafelületek);
- 3D modell exportálása ismert formátumokba;
- 3D modell publikálása a weben pl. vrmf környezetben.

## Alkalmazás

Jelenleg folyik az M6 autópálya Dunaújvárost Szekszárddal összekötő szakaszának építése. Itt található Baracs (római nevén Annamatia) köz-ség határában, a Kokasdi-ér partján az az ásatási terület, melyen egy római kori – akkor a Limesen szolgáló katona tulajdonában lévő – épületmaradvány tetőomladékát dokumentáltuk amatőr-

kamerás digitális felvételek felhasználásával és a PhotoModeler modellalkotó szoftver alkalmazásával. A régészektol kapott tájékoztatás szerint az épület tulajdonosa vélhetően középosztálybeli altszint volt, a ház az akkori szokásnak megfelelően „római módra” épült, tetőfedő anyaga égetett cserép volt. Az épület pusztulását a jelek szerint tűz okozta. A tetőomladék térbeli elhelyezkedésének pontos ismerete egy régésznek számos további információt rejt magában, ezért annak feltárásakor „rögzítése” nagy segítséget jelenthet a szakma számára. Jelenleg a szokásos eljárás a milliméterpapírra készített szabadkézi rajz az anyagra vonatkozó feljegyzésekkel [8].

A PhotoModeler fényképekből szerkeszthető 3D vektorgrafikus ábra készítését teszi lehetővé viszonylag egyszerűen. A program használata könnyen elsajátítható, számos szakterületen nyújt felhasználási lehetőséget. A Windows alapú programmal – a célkitűzéshez igazodva – fotogrammetriai feltevővel és amatőr kamerával készült képek egyaránt feldolgozhatók. Ez utóbbi megoldás esetében a kamerát kalibrálni kell, szükséges belső adatainak ismerete. A terepi fényképezést megelőzően érdemes a program használatába belekóstolni, ugyanis annak során szerzett tapasztalataink nagyban segíthetik a legkedvezőbb „álláspontból”, nézetből történő fényképek megtervezését.

A program használatakor a funkciók menüből, ikonról egyaránt elérhetők. A „project”-ben történik a munka fontosabb dokumentációinak létrehozása. Használat során a CAD ismeret előnyt jelent.

A térbeli modell előállítás legalább két különböző álláspontból készült felvétel alapján, a sztereofotogrammetria alapelvei szerint történik. Egy pont térbeli helyzetét kettő vagy több – a pontra menő irány által meghatározott – egyenesek metszéseként kapjuk. Ez a metszéspont, vagyis a meghatározandó pont térbeli helyzete annál pontosabb, minél inkább közelíti az irányok által bezárt szög a 90 fokot. Természetesen a fényképezés során ez egy térbeli objektum vagy kiterjedt felület esetén nem vehető figyelembe minden egyes pontra, de a legjobb

végeredmény elérése érdekében a tervezésnél nagy gondot kell erre fordítani. Ha „biztosra” akarunk menni, akkor háromszoros átfedéssel készítjük felvételeinket, így három lehetőségünk is van a megfelelő metszést adó képpár kiválasztására (1–2; 1–3; 2–3). A 3D modell előállításához az összetartozó képeket egymáshoz tájékozunk. Az egyes képpárok tájékozásához 6 közös pontra (továbbiakban kapcsolópontra) van szükség. Az első modell létrehozását követően minden további kép „hozzákapcsolásánál” elengedhetetlen, hogy a kapcsolópontok között legyen olyan pont, amelyet a már meglévő modellnél is felhasználtunk. Az egyes tájékozások, illesztések minőségét statisztikai adatok jellemzik. Nem megfelelő eredmény esetén a kapcsolópontok változtatásával javíthatunk a pontosságon [6].

Az ilyen módon egymáshoz tájékozott képek alapján építhető fel a térbeli modell pontokból, vonalakból, ívekből és felületekből. Az egyes grafikus elemek létrehozásánál minden rajzelem valamennyi pontját mindkét képen meg kell jelölni, amiben segítségünkre van a második képen a pont elhelyezkedését jelölő epipoláris egyenes, melyet a pont és a kép perspektív centruma határoz meg. A felületek létrehozását követően azokra az eredeti képek megfelelő részletei ráilleszthetők, ezáltal fotorealistikus látvány hozható létre.

A grafikus rajzelemek (pontfelhő, drótváz), a definiált homogén felületek és a felületekre ráhelyezett fényképrészletek alkotta térbeli modell a tér különböző pontjából szemlélhető, elforgatható (körbejárható), lehetőséget adva ezzel



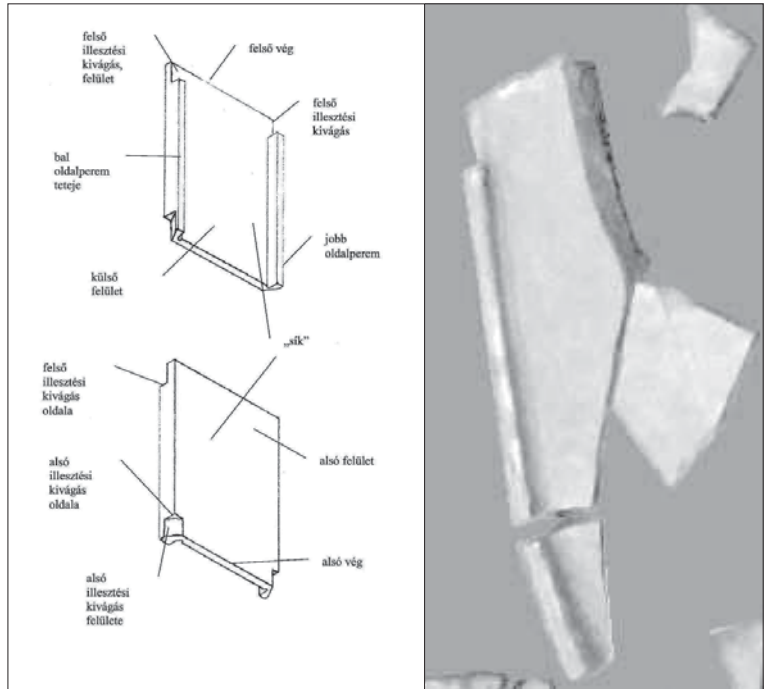
6. ábra A szabadkézi rajz készítésénél használt fakeret

újabb információk nyerésére. Modellünknek méretarányt adhatunk, illetve koordináta-rendszerbe illeszthetjük ismert terepi pontok vagy mért távolságok alapján. Mivel a terepen illesztőpontokat nem mértünk, így az illesztéshez a felvételeken leképződött – a régészek által a szabadkézi rajz készítéséhez használt – 1×1 méteres fa keretet használtuk fel (6. ábra). Sajnos ennek pontos méretét a terepen nem ellenőriztük, így az időjárás hatására bekövetkezett „vetemedések” okozta pontatlansága a modell pontosságára kedvezőtlenül hatott.

Tíz kiválasztott cserépdarab élhosszát vizsgálva a modelltől levett értékek és a kézi rajz értékeinek átlagos eltérésére így is 0,65 cm-t kaptunk, ami a régészeti szabadkézi rajz lehetőségét tekintve – a régészek által is megerősítve – biztató eredmény. A megbízhatóság vizsgálatára korrektebb eljárás lett volna a kiválasztott élek terepi lemérése, a mért értékek modellbeli értékeivel való összehasonlítása [9].

A kísérleti jellegű régészeti alkalmazás eredményeit megmutattuk szakembereknek, tapasztalatainkat összevetettük a régészeti szakmai igényekkel. Ennek során a következők állapíthatók meg:

- a tapasztalatok sorában kiemelendő, hogy a fényképezéskor rendkívül körültekintően kell eljárni a takart részek, oldalak két képen történő leképezésére. Esetünkben néhány cserép vastagságának megállapítása emiatt nem volt lehetséges;
- a feltárások fényképekkel történő dokumentálása a helyszínen mindenképpen gyorsabb eljárás a terepen történő rajzoláshoz;
- bár a feltárások során a régészek is fényképeznek, de a készített fotókat legtöbbször minden további feldolgozás nélkül csatolják a szabadkézzel rajzolt dokumentációhoz. A milliméterpapíron rögzített „nézet” gyakran vegyesen tartalmazza az egyes elemek vízszintes vetületét és más elemek vízszintesbe forgatott képét (kétdimenziós



7. ábra A 3D-s modell alapján azonosított cseréptípus (Tegula)

rögzítés). Ezzel szemben a PhotoModelerrel térbeli adatrögzítés valósítható meg;

- a fénykép jóval részletgazdagabb egy kézzel készített rajznál, és a finom részletek a térbeli modellen is megmaradnak (7. ábra);
- bármikor lehetőség van a fotók alapján történő – a feltárás körülményei szerinti – utólagos adatnyerésre, amely a feltárt lelet visszatemetését vagy elszállítását követően nem lehetséges;
- a képek feldolgozását megelőzően – amennyiben lehetséges – érdemes azok minőségét javítani. A föld alól előkerült tárgyak a körülményekből adódóan földdel szennyezettek (földszínűek), kontrasztjavítással finom részletek tehetőek láthatóvá.

A szakdolgozat készítése során egy római kori tetőomladék részletének amatőr kamerás digitális felvételek alapján történő térbeli dokumentálása valósult meg, de a módszer számos további alkalmazásának lehetősége is felmerült. Példaképpen említjük a régészeknél érdeklődésre számot tartó megoldást, amikor egy omladék modelljének eredeti helyére történő visszahelyezése valósítható meg, illetve több térbeli modellrészletből az eredeti alakzat – teljes építmény – digitális modellje „rakható” össze.

A program használata nem bonyolult, bárki számára könnyen elsajátítható. Rendkívül színes megjelenítési lehetőségeket kínál, a képek felszínre illesztésével az eredeti objektum fotorealisztikus modellje szemlélhető térben. Alkalmazása mellett szól még a kisvállalkozások számára is elérhető kedvező ára.

### Összefoglalás

Jelen cikk bemutatja a földi fotogrammetriában alkalmazható felvételezési eszközök és szoftverek egy csoportját. A bemutatott megoldások közül kiemelkedik a PhotoModeler feldolgozó szoftver széles alkalmazhatósági köre. Alkalmazási példaként bemutatjuk egy régészeti ásatás dokumentálásának tapasztalatait.

### IRODALOM

1. *Daniel Lezano*: Fotós biblia, útmutató a XXI. Század fényképészeinek, Pannon-Literatúra, 2007
2. <http://bertab.fw.hu>
3. *Rolleiflex 6008 Felhasználói Kézikönyv*, Franke&Heidecke, 2007
4. *Digital Evaluation Systems for rectified photorealistic graphics – MSR*, Felhasználói Ké-

zikönyv, Rollemetric GmbH, Braunschweig, 2006

5. *Rolleimetric CDW, Felhasználói Kézikönyv*, Rollemetric GmbH, Braunschweig, 2006
6. [www.photomodeler.com](http://www.photomodeler.com), 2009
7. *Szerdahelyi A* (2008): Műemléképületek háromdimenziós fotomodelljének készítése PhotoModeler segítségével, Geodézia és Kartográfia (2008./3)
8. *Visy Zsolt* (1989): A római limes Magyarországon
9. *Farkas Krisztina*: Régészeti fotogrammetria, Szakdolgozat 2009

### New technologies and instruments of the close range photogrammetry in the education

*Balázsik, V. – Engler, P. – Jancsó, T.*

### Summary

Recent article introduces a specific group of software and imaging tools used in the terrestrial photogrammetry. From the described solutions the PhotoModeler software has remarkable advantages having wide spectra of application areas. As an example we describe shortly the experiences in archiving of an archeological excavation.

Tájékoztatjuk kedves olvasóinkat,  
 hogy a Magyar Földmérési,  
 Térképészeti és Távérzékelési Társaság  
 programjairól, híreiről  
 rendszeresen tájékozódhatnak  
 honlapunkon is.

**www.mfttt.hu**

*MFTTT vezetőség*

