

**Forenzikus archeológia –
Bűnügyek felderítése a háromdimenziós képkalkotás
és a kiterjesztett észlelés felhasználásával¹**

Bevezetés

Kezdjük talán azzal a filozofikusnak tűnő kérdéskörrel, hogy mindaz az adathalmaz, amit egy bűnügyi helyszínnel kapcsolatban észlelnek, majd információként felhasználnak, a gondolati rekonstrukció során egyfajta kiterjesztett valóságot (augmented reality) hoz létre. A kiterjesztés mértéke érdemben attól függ, hogy mennyi és milyen adatot sikerült kinyernünk a múlt tényszerűen megtörtént eseményláncából, azokat miként értelmezzük, illetőleg a hiányzó láncszemeket miként tudjuk pótolni az emberi gondolkodás színes és szerteágazó tárházának felhasználásával. Bár a bűnügyi tudományok és a kriminalisztika sokszor hivatkozik az objektivitásra, rögtön szembetűnik, hogy alapfeltételezésünk szerint nem lehet – még ugyanazon helyszínt érintően sem – két egyforma helyszíni szemlét végrehajtani, illetőleg ugyanolyan, minden részletében egyező helyszíni rekonstrukciót elvégezni. Elfogadva Milgram érvelését,² miszerint a *kevert valóság* (mixed reality) egyik végpontján a valós környezet (unmixed, unaugmented environment, azaz olyan környezet, ami kizárólag valós tárgyakkal áll), míg másik végén a virtuális környezet (virtual environment, például a számítógépes szimulációk, amelyek csak virtuális tárgyakat tartalmaznak) található, a kiterjesztett valóság valahol a kettő között „csúszkál”, attól függően, hogy mennyi valós és/vagy virtuális tárgyat tartalmaz. Az olvasó iránti kímélet okán, már csak félve tesszük hozzá, hogy amennyiben re-

¹ A tanulmány a Rendőrségi Oktatási és Kiképző Központ 2019. évi pályázatán első helyezést elért pályamű szerkesztett változata.

² Paul Milgram: Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. In: Telemanipulator and Telepresence Technologies. SPIE, 2351/1994. 283. o.

konstrukciónk döntően nem megfigyelt tárgyakon, vagy nem objektíválható megfigyeléseken, gondolkodási műveleteken, hanem fikción alapul, akkor helyesebb kiterjesztett virtualitásról (augmented virtuality), mintsem kiterjesztett valóságról beszélni.

A kiterjesztett valóság tehát egyfajta információtöbblet, a szemlélő (v.ö. helyszínelő) saját valósága a valóságról, azaz érdemben kiterjesztett érzékelés (augmented perception), szemben a virtuális valósággal, ami a kiterjesztett fantázia (augmented fantasy) lehetőségét nyújtja.³

Fontos megjegyezni azt is, hogy a kiterjesztett valóság esetén nem jön létre egy új vagy másik valóság, csupán a valóságról származó információink mennyisége nő meg, valamint a valós és virtuális tárgyak közötti különbségtétel relativizálódik. Utóbbit érintően gondoljunk csak egy éppen működésben lévő georadar kijelzőjére, amelynek szabálytalan vonalait szemlélve, majd elemezve egy elásott holttestre következtetünk, vagy a Virtopsy® projekt⁴ testfelszíni letapogatójára, amelynek monitorján megjelenő kóros elváltozás láttán lehetőségünk van akár a virtuálisan jelen lévő szervi elváltozásból történő közvetlen mintavételre is.

A „*prekriminalisztikai*” korszak⁵ nyomozása, büntető igazságszolgáltatása (jó esetben) arról szólt, hogy a szemtanúkat meghallgatták az általuk látott (látni vélt) eseményről. A tudományos, technikai fejlődés vívmányai kezdetben csak elszigetelten, egyes kirívó, általában nagy port felkavart ügyekben jelentek meg az ítéletalkotásban. Érdemben a XVI. századtól kezdődően ez leginkább az orvostudományi eredmények büntető igazságszolgáltatásban történő felhasználását jelentette. Andreas Vesalius boncolási tapasztalatait 1543-ban „*De Corporis Fabrica*” című anatómia tankönyvében jelentette meg Páduában, Ambroise Paré francia sebész 1575-ben tankönyvet adott ki a halálos sérülésekről. Fortunato Fidelis híres olasz

³ Schoellner, Karsten: Augmented Reality and Augmented Perception. In: José María Ariso (ed.): Augmented Reality: Reflections on its Contribution to Knowledge Formation. De Gruyter. 171–192. o.

⁴ Thali, M. J. – Jackowski, C. – Oesterhelweg, L. – Ross, S. G. – Dirnhofer, R.: VIR-TOPSY - The Swiss virtual autopsy approach. Legal Medicine, 2007/9. 100–104. o.

⁵ Hans Gross, osztrák jogászprofesszor – aki éveken át vizsgálóbíróként is dolgozott – a XIX. század végén vezette be és tette elismertté a „*kriminalisztika*” fogalmát.

orvos könyve „*De Relationes Medicorum*” címmel 1602-ben jelent meg, Paolo Zacchia pedig 1621-ben adatta ki tankönyvét „*Questiones medico-legales*” címmel, ami évszázadokra meghatározta a forenzikus medicina fejlődését. Végül fontos megemlíteni Giovanni Battista Morgagni anatómia professzor háromkötetes kompendiumát, amely „*De Sedibus et Causis Morborum per Anatomem Indagatis*” címmel 1761-ben jelent meg.⁶

Az igazságügyi orvostan (forenzikus medicina) önállóvá válását érdemben a jog által megfogalmazott igények motiválták. A társadalmi konfliktusok a fejlődés során jogi problémákká (is) konvertálódtak, és a jogfejlődés eredményeként egyre fontosabb szerep hárult a bizonyításra. A természettudományos eredmények új horizontot nyitottak ebben a folyamatban, ami oda vezetett, hogy a XIX. század második felétől egyre-másra megjelentek a tárgyalótermekben a kémia, fizika, biológia tudományának képviselői, szakértői. Gondoljunk csak a Schönbein-féle vérelőpróbára (1863), Virchow hajvizsgálataira (1879), Bertillon antropometriai munkásságára (1883), vagy akár Locard nyomkicserélődés elméletére (1920).⁷ Idővel aztán a tudományterületek ismeretanyagának folyamatos növekedése egyrészt új tudományterületek megjelenéséhez vezetett, másrészt viszont interdiszciplináris kutatómunkát és tudományos integrációt igényelt.

Az egyre komplexebbé váló közösségi együttélésben olyan új élethelyzetek jelentek meg, amelyek erkölcsi megítélését illetően a társadalomban véleménykülönbség alakult ki, ennek okán pedig a korábbiaktól eltérő, új konfliktusok és devianciák születtek. A társadalom, a jog pedig egyre nagyobb bizonyosságot, kétséget kizáró valószínűséget várt, és vár el a kriminalistáktól és a forenzikus szakértőktől ezeknek a viszonyoknak a rendezésében. A valóság megismerésének igénye tehát újabb és újabb eljárások kifejlesztését, és a meglévő módszerek finomítását szükségeltette.

⁶ Fischer-Homberger, Esther: *Medizin vor Gericht. Gerichtsmedizin von der Renaissance bis zur Aufklärung*. Verlag Hans Huber. Bern, Stuttgart, Wien, 1983.

⁷ Inman, Keith – Rudin, Norah: *Principles and Practice of Criminalistics: The Profession of Forensic Science*. CRC Press. Boca Raton, FL, USA, 2000. 332–335. o.

Az emberi élet végével kapcsolatos ismereteink bővülése a tanatológia⁸ mellett a forenzikus patológiában, majd a forenzikus antropológiában is tetten érhetővé vált. Az embernek a múltja megismerését célzó, soha nem múló vágya pedig inspirálta ezeket a kutatásokat, nem csak a természettudományok, hanem immár a szellemtudományok (például történettudomány) oldaláról is. A múltra vonatkozó tudományos eredmények ma már – hála a számítógépeknek és a programoknak – szinte kézzel foghatóvá teszik őseink életének mindennapjait. Ehhez azonban a múltban megtörtént események aprólékos kutatómunkája, az eredmények megfelelő értékelése és a hiteles számítógépes szimuláció elérhetősége együttesen szükségeltetik. Érdemben e három kérdéskört járjuk végig a tanulmányunkban a forenzikus archeológia, mint egy viszonylag új tudományterület kompetenciáinak, technikai lehetőségeinek, valamint jövőképeinek bemutatásával. Ennek keretében megpróbáljuk elhelyezni a bűnügyi régészetet a hazai kriminalisztikatudományban, adott esetben szétfeszítve ezzel egyes meglévő paradigmákat. Kiemelt célunk végül az is, hogy bemutassuk a modern krimináltechnikai eszközök témánkhoz kapcsolódó felhasználását – különösen a háromdimenziós képalkotás és az észlelés kiterjesztése területén.

Archeológia: a régészecsettől Ullastretig

Mielőtt azonban elkezdenénk a barangolást a bűnügyi régészet szövevényes rendszerében, elengedhetetlen, hogy tisztázzuk magának a régészetnek a territóriumát. Ebben a fejezetben bemutatjuk tehát az archeológia kialakulását, fejlődésének folyamatát és mérföldköveit, valamint kutatási irányait.

A peloponnészoszi háború történetírója, Thuküdidész, amikor a görögök előtörténetét tárgyalta, akkor használta először az *arkheologieo* (magyarul: régi történetet elmesélni) kifejezést, amiről aztán a tudományág az elnevezését kapta.⁹

⁸ A halál vizsgálatával foglalkozó tudományterület.

⁹ Trigger, Bruce: *Time and Tradition. Essays in Archeological Interpretation*. Columbia University Press. New York, 1978. 75–95. o.

A középkorban nemigen foglalkoztak a régészettel, a reneszánsz azonban ebből a szempontból is újjászületés volt: ókori, elsősorban nagy értékű műtárgyakat ástak ki, vizsgáltak és adtak közre. Ennek a folyamatnak az eredményeként a XVIII. századra kristályosodott ki az az (ön)definíció, miszerint a régészet leginkább művészettörténet. Az ősrégészet volt az első, amely a XIX. században nyitott a földtudományok felé. Először a geológiai, leginkább a sztratigráfiai (rétegtani) vizsgálatok kaptak helyet a régészeti kutatásokban; ekkor még az ókort továbbra is ásátások és írásos emlékek, görög és latin szövegek alapján kívánták megismerni. Míg a XIX. század végén még maguk a régészek is a történelem szolgáltatójaként határozták meg saját tudományukat, a leletek pontos származási idejét lehetővé tévő módszerek megjelenésével a régészet a történettudományok sorába emelkedett.

A változást a XX. század hatvanas éveiben, az angolszász világban, Nyugat-Európában és Észak-Amerikában a processzuális régészet, vagy ahogy elindítói¹⁰ nevezték, az újrégészet (new archeology) folyamatai hozták. Az újrégészet a természettudományok bevonásával erőteljesen átalakította a régészet koncepcióját, megismerési módszereit.¹¹ Nem nehéz elképzelni, hogy milyen archeológiai, módszertani különbségek lehetnek a Pompejiben történt ásátások és (mondjuk) egy amerikai polgárháborús tömegsír feltárása között. A múlt század végétől aztán a természettudományok szinte berobbantak a régészet területére. A radiokarbon (¹⁴C izotóp) alapú kormeghatározással kezdődött mindez, majd számos egyéb (többek között termolumineszcenciás, dendrokronológiás¹²) kormeghatározáson át eljutottunk a környezetrégészetig, azaz a paleoökológiáig.¹³ Megítélésünk szerint

¹⁰ Willey, Gordon – Phillips, Philip: *Method and Theory in American Archaeology*. University of Chicago Press. Chicago. 1958. 2. o.

¹¹ Binford, Sally R. (1968): *New Perspectives in Archaeology*. Aldine Press, Chicago.

¹² A fák évgyűrűinek vizsgálatán alapuló kormeghatározás.

¹³ Bedő Viktor: *Tudományközi beszélgetések: régészet*. Világosság, 2004/1. 83–90. o.

a régészet ma már kevésbé a régmúlt történetének krónikája,¹⁴ sokkal inkább a múltbetekintés lehetősége és módja. A modern technológiai lehetőségek (archeogenetika, izotópvizsgálatok, tájrekonstrukció) és az ezzel kapcsolatos technológia fejlődése azt eredményezte, hogy a jelenkor régészetében már nem egyszerűen régészeti lelőhelyeket tudunk vizsgálni, mint egy-egy település vagy temető nyoma, hanem az egész táj – és benne az emberi hatások – történetét és összefüggéseit lehet rekonstruálni.¹⁵

Végül – az utóbbi gondolat kapcsán – érdemes foglalkozni a számítógép segítségével generált történeti rekonstrukciókkal. A kezdeti, 90-es években megjelent, úgynevezett drótvázás perspektívák, axonometriák helyét gyorsan, szinte néhány év alatt átvették a már valóságként ható anyagokkal operáló, valós fényviszonyokat mutató látványok. Korunk információéhsége a történelem interpretációját is kényszerpályára állította. A történelmi ihletettségű filmek vizuális világa ma már színesen és részletgazdagon ábrázolja az adott kor világát. A film ugyanakkor azért készül, hogy egy szubjektív narrációt keretbe foglaljon, a tudománynak viszont a „mese” határán meg kell állnia.¹⁶ A tudományos rekonstrukció egyik érdekes példája a katalán város, Ullastret.

¹⁴ Magyarországon az akadémiai definíció szerint a régészet a történettudomány keretébe tartozik.

¹⁵ Tudományos módszerek a régészetben. Innotéka: tudomány, innováció, zöldkörnyezet. Forrás: https://www.innoteka.hu/cikk/tudomanyos_modszerek_a_regeszetben.1804.html Letöltés ideje: 2019.10.31.

¹⁶ Vasáros Zsolt: Látvány és tudomány: kritikai elemzés. Archeologia. Altum Castrum Online Magazin.

Forrás: <https://archeologia.hu/content/archeologia/229/vasaros-zsolt.pdf>
Letöltés: 2019. 11. 08.



1. számú kép

A 2200 éves spanyol város, *Ullastret* egyik utcájának virtuális rekonstrukciója



2. számú kép

Ullastret 3D-s immerzív virtuális valósága a barcelónai Katalán Archeológiai Múzeum állandó kiállításán¹⁷

A vaskori város maradványait az 1930-as években fedezték fel, majd 1952-ben indultak meg a feltárások. Az elmúlt időszak geofizikai kutatásait követően egy multidiszciplináris csapat virtuális 3D rekonstrukciót készített a városról, utcákról, házakról, sőt még a helyiségekről és berendezési tárgyairól is. Az eredményt a Katalán Archeológiai Múzeumban lehet megtekinteni, illetőleg abban „elmerülni”. A látogatók ugyanis egy 3x3 méteres területen lépkedve, virtuális szemüvegben bejárhatják a város tereit, beleshetnek a szobákba, sőt bekukkanhatnak az ott lévő amfórákba is. A 3D tapasztalás révén részeseivé válhatunk tehát a múltunknak, olyan többlet tudás megszerzésével, amely közvetlen impressziókon alapul, de mégis anélkül, hogy poros régészeti ásatások mély gödreibe esnénk.

¹⁷ Képek forrása: Albert Sierra – Gabriel de Prado – Isis Ruiz Soler – Ferran Codina: *Virtual Reality And Archaeological Reconstruction: Be There, Back Then*. MW:17. Museums and the Web. 2017.

Forrás: <https://mw17.mwconf.org/paper/virtual-reality-and-archaeological-reconstruction-be-there-be-back-then-ullastret3d-and-vr-experience-in-htc-vive-and-immersive-room/>

Letöltés ideje: 2019.11.06.

Bűnügyi régészet és interdiszciplinaritás

A bűnügyi (igazságügyi vagy forenzikus) régészet létrejöttének kezdete a múlt század 80-as éveire datálható. A bíróságok előtt ekkor kezdtek elbukni olyan emberölési ügyek, ahol az eltemetett vagy a szabadban meghalt és oszlásnak indult holttestekkel kapcsolatos tevékenység, a szemlét végzők nem megfelelő szakismeretei miatt, kívánnivalót hagyott maga után. A szakszerűtlenül begyűjtött bizonyítási eszközök, vagy éppen a be nem gyűjtött, figyelmen kívül hagyott elváltozások nem egy esetben a vádlottak felmentéséhez vezettek. Bűnüldözői és jogalkalmazói igény támadt az eltemetett vagy szabadban enyészetnek indult holttestekkel kapcsolatos minél szakszerűbb, tudományosan megalapozott szakértői tevékenységre. Egy viszonylag új terminológia szerint a bűnügyi régészet a konfliktus régészet (conflict archeology) egyik ága, a hadirégészet (military archeology, battlefield archeology) és az emberi jogi régészet (human rights archeology) mellett.

Feladata a régészet elméleti és gyakorlati módszereinek a büntető igazságszolgáltatás szempontjai szerinti alkalmazása.¹⁸ Tárgykörébe tartozik a holttestek (rejtett) eltemetési helyének felkutatása, valamint a megtalálási (temetkezési) hely és a holttest vagy holttestek feltárása is. Kialakulásának indoka az volt, hogy a régészeti készségek hatékonyan hozzá tudnak járulni az eltemetési helyekből, sírokból és tömegsírokból eredeztethető bizonyítékok teljeskörű összegyűjtéséhez és elemzéséhez.

A forenzikus tafonómia (forensic taphonomy), azaz a holttesteken végbemenő változásokat vizsgáló tudományág feladata – életellenes bűncselekmények helyszínén, temetési helyeken, holttest elrejtésekor, tömegsírok feltárasakor, halálos áldozatokat követelő katasztrófák esetén – általában kettős. Egyrészt a holttest(ek) és a környezet interakcióinak vizsgálatát követően választ kell adnia arra kérdésre, hogy adott test, testrészt, elválto-

¹⁸ John Hunter: Forensic Archeology. Encyclopedia of Archeology. 2008. 1396–1403. o.
 Forrás: <https://doi.org/10.1016/B978-012373962-9.00116-3>
 Letöltés ideje: 2019.11.02.

zás miért olyan, amilyen, azaz milyen halál utáni hatások vezettek a kialakult állapothoz. Hiányos testek, szétszórt testrészek esetén az elhelyezkedési mintázatból levonható következtetések is ide tartoznak. A másik fontos feladata a halál óta eltelt idő (post-mortem interval) becslése. Ezen kérdések megválaszolása, bár döntően az igazságügyi orvosszakértő kompetenciakörébe tartozik, sok esetben kell a komplex vizsgálathoz és véleményezéshez biológus, entomológus (rovartani), vagy egyéb társszakértőt is igénybe venni.

2014 nyarán, egy rövid távú tafonómiai vizsgálat részeként 4 db 42–44 kg testtömegű süldő sertés tetemét helyeztük ki egy előzetesen vizsgált talajösszetételű telken. A meteorológiai viszonyokat folyamatosan monitoroztuk, a testek környezetébe rovarcsapdákat raktunk le. A tetemeket a madarak és emlősállatok károsító hatásának kiküszöbölése miatt hálóval védjük. A talajnak – a holttestek bomlása miatti – szerves nitrogéntartalom változása és a mikrobiológiai összetétele detektálásának céljából napi rendszerességgel mintavételek történtek. A vizsgálat egyik érdekes eredménye volt, hogy 10 nap alatt, 27 Celsius fokos napi átlaghőmérséklet és teljes csapadékmentesség mellett 80%-os testtömegvesztéseket észleltünk.



3. számú kép

A kísérletes tafonómiai vizsgálatok céljából kihelyezett 42–44 kg-os süldő sertések

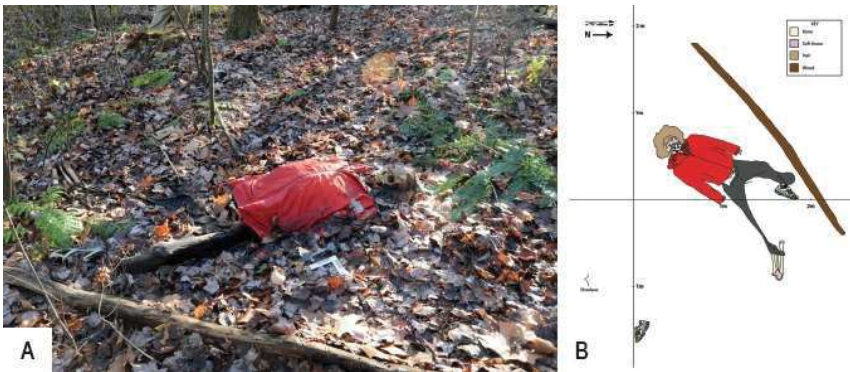


4. számú kép

Az egyik állat 6 kg-os (csont és bőr) maradványa a vizsgálat 10. napján

Ha a forenzikus régészet és a tafonómia létjogosultágát vesszük górcső alá, akkor az egyik első kérdés, amit fel kell tennünk, hogy mennyiben más

egy beltéri (lakásban, üzemépületben) és egy kültéren (udvaron, erdőben) elkövetett életellenes bűncselekmény (vagy halálos tömegszerencsétlenség) helyszíne, illetve ebből adódóan a helyszíni szemléje. Nyilvánvaló, hogy a természetben bekövetkezett halálesetek során a természeti környezetnek (a flórának és a faunának, a talajnak, adott esetben a víznek, a meteorológiai viszonyoknak) kiemelkedő szerepe van a holttesten és annak környezetében bekövetkező változásokban. Ez nem azt jelenti, hogy a releváns nyomok, bizonyítékok teljes egészében megsemmisülnek, de mennyiségük és minőségük biztosan változik. Más jellegű információt tartalmaz egy kültéri helyszín, mint egy beltéri, így másfajta információszerzési módszertanra van szükségünk, hogy ezt az információt kiszűrjük, megszerezzük. A környezeti tényezők ismerete, ezen adatok rögzítése és értelmezése miatt tehát a kültéren bekövetkezett halálesetek mindig komplex vizsgálatot igényelnek. A környezetből nyert adatok, az interakciók érdemben befolyásolják azt az értelmező tevékenységet, ami végül a cselekmény rekonstrukciójához vezet. Az új típusú bizonyítékok (biológiai anyagok lebomlási fokozatai, állatok nyomai, növények és rovarok általi hatások), valamint azon tény, hogy a helyszín nincs szigorú értelemben vett falakkal körbevéve (azaz határai nehezen definiálhatók, és nem hermetikusan zártak), tehát az eddigi paradigmák újragondolását kellett hogy eredményezze. Ennek a paradigmaváltásnak az egyik legfontosabb következménye, hogy társtudományok ismeretanyagának, eredményeinek bevonása vált szükségessé a kültéren bekövetkezett halálesetek részletes és hatékony hatásági vizsgálatához.



5. számú kép

Levelekkel részlegesen fedett erdei holttest (A) és a holttestről, valamint a releváns tárgyakról készített rajzos (B) átnézeti kép¹⁹

A már említett szakértői területek mellett csontvázlelet vizsgálata esetén antropológus igénybevétele válik szükségessé. Az antropológia az ember eredetének, lehetőségeinek és kulturális különbségeinek diszciplínákon felülemelkedő tudománya. Jelentős szaktudományaiként elsősorban a biológiai antropológiát (humánbiológia), a filozófiai antropológiát, a teológiai antropológiát és a (szociológiai-etnológiai) kultúranropológiát kell megemlíteni. Az embernek – a biológiai antropológiát illetően – morfológiai (alaki), fiziológiai (élettani), metrikus (mérhető) és genetikai (öröklődő) tulajdonságai vannak. Az antropológusok nagyon régóta dolgoznak együtt a régészekkel. Elsősorban a csontok, a koponya metrikus adatai, formái alapján lehet következtetéseket levonni koherens csoportokra, és ún. behatoló, másfajta embercsoportokra. A csontok kopásából az életmód bizonyos jellemzőire vonatkozó megállapításokat szűrhetünk le. Egy másik antropológiai tudományág, a paleopatológia vizsgálatai pedig azért fontosak, mert a csontok elváltozásai, deformálódásai alapján degeneratív, reumás, esetleg rákos megbetegedésekre, sérülésekre lehet következtetni. Ilyen módon lehetővé válhat egy adott népesség egészségügyi állapotának felmérése. Az

¹⁹ Dennis C Dirkmaat – Luis L. Cabo: Forensic Archaeology and Forensic Taphonomy: Basic Considerations on how to Properly Process and Interpret the Outdoor Forensic Scene. Academic Forensic Pathology 2016/3. 439–454. o.

igazságügyi antropológia (forensic anthropology) a biológiai antropológia ismereteinek alkalmazása az igazságszolgáltatás kiszolgálása céljából. Kiemelt feladata a személyazonosítás. Csontvázlelet alapján történő személyazonosításra abban az esetben kerülhet sor, ha a vizsgálati eredmények alapján felmerül a csontok adott személy(ek)től való származása. A szakértői munka eredményességét – a személy kiléte kiderítésének irányába – a párhuzamosan folyó egyéb helyszíni, kriminalisztikai tevékenység, valamint a nyomozati munka (körüzés) nagymértékben befolyásolja.



6. számú kép
Erdőben szkeletizálódott koponya
(a szerzők felvétele)



7. számú kép
Srebrenicai (Bosznia-Hercegovina) tömegsír²⁰

Az ökológia forenzikus vizsgálati lehetőségei

Az ökológia az egyedek feletti biológiai rendszerekben tapasztalható (azaz a természettel kapcsolatban lévő) jelenségekkel és azok okaival foglalkozó tudomány. Korábban értekeztünk arról, hogy nyílt helyszínek esetén a természeti környezet direkt hatást gyakorol a holttesteken végbemenő változásokra. Az egyén halálát követően – izolált környezetben – a biológiai oxidáció viszonylag jól meghatározható kronológiában, ismert biokémiai és mikrobiológiai folyamatok révén következik be, létrehozva a test teljes dekompozícióját (bomlását). Izoláció hiányában, változó vagy változatos

²⁰ Forrás: <https://balkaninsight.com/2015/07/10/memories-and-bones-the-missing-of-srebrenica/>

Letöltés ideje: 2019.11.15.

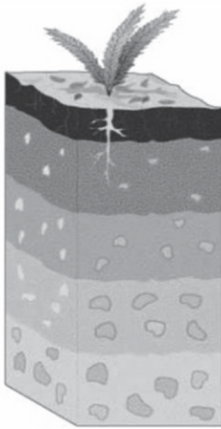
ökológiai környezetben a test bomlása a megszokottól eltérően megy végbe. Adott eltérés detektálása esetén ugyanakkor – megfelelő mennyiségű megfigyelés, kísérletes adat birtokában – következtetéseket vonhatunk le a környezeti behatások jellegére. Ugyanez igaz fordítva is, azaz ha ismerjük az adott környezeti körülményeket, azok jellegét, időbeni változását, akkor – az aktuális időpontban a holttesten észlelt státusz alapján – visszakövetkeztethetünk az eredeti, a halál időpontjában fennállt állapotra. A természeti környezet jelenségeinek ismerete tehát kiemelt jelentőségű a bűnügyi régészet sikeressé tételében. Az alábbiakban – a témánk szempontjából különösen fontos – ökológiai tudományterületek forenzikus vonatkozásait ismertetjük.

Az emberi létezés – a fentieket alapul véve – a földdel (a talaj- és kőzet-takaróval), a levegővel és a vízzel való kapcsolatrendszeren alapul. Mind ezen közegeknek számos előfordulási formája ismert, a különböző talajtípusoktól kezdve a változatos ásványokon és meteorológiai jelenségeken át, egészen a vízciklus egyes elemeiig.

A forenzikus geológián belül megkülönböztethetünk talajtani (pedológiai) és ásvány- vagy kőzettani (mineralógiai) vizsgálatokat.²¹ A földfelszínnel való érintkezés során a ruházatra, eszközökre különféle talaj- és kőzetmaradványok kerülhetnek fel, melyek számos olyan morfológiai, ásványi és kémiai összetételbeli tulajdonsággal jellemezhetők, amelyek alapján alkalmassá válnak kriminalisztikai vizsgálatokban történő felhasználásra.

A minket körbevevő levegővel – kriminalisztikai kontextusban – a forenzikus meteorológia foglalkozik. Feladata a releváns időszak meteorológiai viszonyainak – mérésekkel igazolt – tisztázása mellett ezen tényezők (eső, hó, páratartalom) helyszínrre gyakorolt hatásainak elemzése is.

²¹ L. J. Donnelly: The applications of forensic geology to help the police solve crimes. European geologist. Journal of the European Federation of Geologists 2003/16. 8–12. o.



O szint (organikus szint, humusz)

A szint (kilúgozási zóna)

H szint (tőzegszint, le nem bontott növényi maradványok)

B szint (akkumulációs zóna, meszes, a szerves anyag már kevés)

C szint (gyengén mállott zóna, szerves anyag nélkül)

1. számú ábra
Talajszelvény a talajszintekkel²²

A vizek lehetséges vizsgálatait közül leginkább a vízanalitikai, vízkémiai vizsgálatok azok, amelyek szerepet játszhatnak a bűnügyi régészet tárgykörében lévő esetek megoldásában. A holttestek vízben, vizes környezetben jellegzetes átalakuláson, felázáson (maceráción) mennek keresztül. Obez (kövér, zsíros) holttest esetén, oxigénhiányos, vizes környezetben gyakran találkozunk a holttest hullaviaszos átalakulásával (adipocera), ami telített és telítetlen zsírsavak és ezek kalciumsóinak felszaporodását jelenti a szervezet trigliceridjeinek a bomlása (hidrolízise) következtében.²³ Ha a környezetben lévő vízben magas a kalciumtartalom, ez a metamorfózis gyorsabban alakul ki.

²² Szakács Sándor: Talajtan. Egyetemi jegyzet, Kolozsvár, 2008.

Forrás: <http://kt.sapientia.ro/data/dokumentumok/segedanyag-talajtan.pdf>
Letöltés ideje: 2019.11.01.

²³ Fiedler, S. – Graw, M.: Decomposition of buried corps, with special reference to the formation of adipocere. *Naturwissenschaften* 2003/90. 291–300. o.

Forenzikus zoológia, entomológia, botanika és palinológia

Az ökológiai hatások mellett a környezetünk élőlényei is érdemben befolyásolják a holttesteken bekövetkező, halál utáni változásokat. Erdei környezetben a rovarok petéi rövid idő alatt megjelennek a holttesten, a ragadozók pedig általában a vérző testrészeket kezdik el károsítani. A holttesten, annak ruházatán lévő növényi törmelékek és a környezeti flóra különbségei utalhatnak a holttest mozgására, vagy akár a halál bekövetkeztének adott területtől eltérő helyszínére is. Ebben az alcímben az élővilág non-human szakértőivel foglalkozunk. Ugyanakkor mivel ezeknek a forenzikus területeknek értelemszerűen nem csak a bűnügyi régészettel vannak kapcsolódási pontjai, ezért röviden kitérünk ezekre a kérdéskörökre is.

Akár az emberek által állatok, az állatok által emberek, vagy az állatok által állatok (gondoljunk például az illegális állatviadalokra) sérelmére elkövetett cselekményeket nézzük, az eljárás során az állat kriminalisztikai és szakértői (taxonómiai, illetőleg egyed-) azonosítása döntő lehet nem csak a történetek rekonstrukciójában, hanem a követendő orvosi ellátásban is. Az azonosítás az állat és az általa okozott sérülés morfológiai jegyeinek megfigyelésével és leírásával kezdődhet. Előbbit elősegítheti, ha az állat fellelhető és/vagy valamilyen jelölés (chip, gyűrű, billog.) megtalálható rajta, míg utóbbi azonban csak az állatfajta azonosításában játszhat szerepet (például kutya vagy macska által okozott sérülés, kígyómarás). Gerinces állatok által okozott harapott sérülések esetén lehetőség van a sérülések igazságügyi fogorvostani, illetőleg igazságügyi állatorvostani vizsgálatára. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy egyedi azonosítás ezen módszer esetében csak igen ritkán adatik meg. Hasonlóan váltakozó sikerrel kecsegtethet az állati szőrök morfológiai összehasonlító vizsgálata is.²⁴

²⁴ Farkasné Halász Henrietta: Állatok a büntetőeljárásban: „állati” és állatok elleni bűnök. In: Gaál Gyula – Hautzinger Zoltán (szerk.): Szent Lászlótól a modernkori magyar rendészettudományig. Pécsi Határőr Tudományos Közlemények XIX. Pécs, 2017. 183–188. o.

A non-human forenzikus DNS vizsgálatok elmúlt két évtizedben történt folyamatos térnyerése új perspektívát nyitott az állatok által és állatok sérelmére elkövetett cselekmények felderítésében.²⁵ A taxonómiai azonosításához leginkább az állati egyedekből származó minták mitokondriális citokróm-b gén (cyt-b) és citokróm oxidáz gén (COI) DNS szekvenciájának vizsgálata alkalmas. A cyt-b lókuszt vizsgálata alapján lehetőségünk van számos gerinces faj (cápák, kígyók, teknősök, orrszarvúk, tigrisek, elefántok) elkülönítésére, a COI gén szekvenciája alapján pedig különbség tehető több gerinctelen állatfaj és halfaj között. A fajspecifikus mitokondriális DNS vizsgálat mellett, megfelelő összehasonlító minta megléte esetén, a sejtmagi DNS rövid, tandem ismétlődő (short tandem repeat, STR) szekvenciáinak vizsgálatai az egyedazonosítást teszik lehetővé. Ehhez számos domesztikált állatfaj (kutya, macska, ló, szarvasmarha, házigalamb) és néhány vadállat (vaddisznó, szarvas, szirti sas, csörgőkígyó) esetében már megfelelő nagyságú populációgenetikai (allélfrekvenciás) adatbázis áll rendelkezésre.

A holttest környezetében fellelt rovarok mint anyagmaradványok információval szolgálnak a személy halálának időpontjáról, a holttest helyszínen töltött idejéről, vagy akár a halálának okáról is. A helyszíneken az adott élőhely típusától függően változatos rovarvilág jelenhet meg, azonban igazságügyi rovarozás szempontból jelentőséggel a holttesten egymást követően megjelenő dögevő rovarcsoportok bírnak. A helyszíni szemle során az egységes végrehajtást segíti a megfelelő rovarozási adatlap kitöltése, különösen akkor, ha rovarozási szakember nincs jelen a szemlén. A különböző rovarok (legyek, bogarak) minden fejlődési stádiuma (pete, lárva, báb, üres báb, kifejlett rovar) releváns, ezért az egyes megjelenési formák helyszíni összegyűjtése alapvető fontosságú.²⁶ Az összegyűjtött rovarfajok morfoló-

²⁵ Zenke Petra – Egyed Balázs – Pádár Zsolt – Kovács Gábor: Increasing relevance of non-human genetics in Hungarian forensic practice. In: Forensic Science International: Genetics Supplement Series, 5, e250-e252. 2015.

²⁶ Bozó Csaba: Rovar eredetű anyagmaradványok. In: Gárdonyi Gergely (szerk.): Módszertani útmutató 1. bűnügyi technikusok részére. NKE RTK, Budapest, 2014. 80–84. o.

giai és molekuláris genetikai alapú fajmeghatározását forenzikus entomológus szakértő végzi. Az azonosítás, majd a fejlődési idő, a generációk számának ismerete és az állatok életkorának becslése által a személy halálától a felfedezésig tartó idő, azaz a halál időpontjának meghatározása válik lehetővé.²⁷ A rögzített és kiértékelt rovarügyi és egyéb (például klimatikus, meteorológiai) adatok alapján következtetni lehet a holttest mozgására, a halál módjára, esetleg a holttestben lévő mérgező anyag jelenlétére is, amely a rovarok toxikológiai célú vizsgálatával kimutatható lehet.

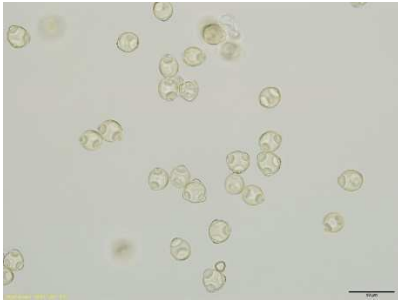
A forenzikus botanika a növények (és gombák) igazságügyi célú vizsgálatával foglalkozik. Ezen belül egy elkülönült terület a palinológia (régies nevén virágporszemtan), amely a pollenek és gombaspórák morfológiáját és egyéb tulajdonságait vizsgálja. Bűncselekményekkel összefüggésben különleges, növényrendszertani (fitotaxonómiai) szakértelemre leginkább természetkárosítás esetén van szükség (sokszor állatrendszertani [zootaxonómiai] ismeretekkel párhuzamosan). A másik klasszikus eset a kábítószer (kannabisz) ültetvény, ahol a helyszíni szemlén botanikus szakértő vagy „növénytermesztésben jártas” szakember jelenléte kötelező. A szakértőnek a növényeket fajta és fejlettségi szintek szerint csoportokba kell foglalni, és így kell egy-egy csoport számát meghatározni. Egy osztályba a látszatra azonos fajtájú, ivarú, fejlettségű és méretű egyedeket kell besorolni.

Botanikus szakértelemre szükség lehet nem természetes haláleset helyszínén is, amikor például a lakásán holtan talált személy ruházatán ismeretlen eredetű növényi részeket találnak. A botanikai szakértelem ki kell, hogy terjedjen a növényrendszertanra, a növény anatómiára és az ökológiára is, hiszen adott esetben a környezettel összefüggésben kell a megállapításokat megtenni, vagy csak apró, töredékes növényi részek vizsgálatára

²⁷ Amendt, Jens et al.: Best practice in forensic entomology – standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine*. 2007/121. 90–104. o.

nyílik lehetőség, ilyen esetekben az ökológiai, illetve a mikroszkópos (sejt-tani) ismeretek alapvető fontosságúak.²⁸

Az elfogyasztott növények gyomortartalomból (ami lehet holttest, vagy élőben hányadék, gyomormosó folyadék) történő azonosításának nem csak bűnügyi, de utóbbi esetben terápiás jelentősége is lehet. A növényi részek alapján meghatározható az utoljára elfogyasztott (adott esetben mérgező vagy mérgezett) étel és – holttest esetében – akár a halál időpontja is.



8. számú kép

Közönséges mogyoró (*Corylus avellana*)
pollenek mikroszkópos képe²⁹



9. számú kép

Különböző morfológiájú diatóma vázák
mikroszkóp alatti megjelenési formái³⁰

Minden növény sajátos alakú és mintázatú, csak az adott fajra jellemző pollenekkel, a gombák pedig jellegzetes spórákkal rendelkeznek. Egyetlen növény egyetlen szezonban pollenek millióit juttatja a környezetébe, amelyek betérítik azt. A palinológia forenzikus felhasználása tipikusan a személy (holttest vagy tárgy) és az adott helyszín egymáshoz kötését szolgálja. A pollenek előfordulhatnak a személy ruházatában, gépkocsiban (különösen a szellőzőrendszerben). A helyszínen az úgynevezett pollencsapda

²⁸ Hall, David W.: Forensic Botany. In: Haglund, William D. – Sorg, Marcella H. (eds.): Forensic Taphonomy. The Postmortem fate of Human Remains. CRC Press. Boca Raton, FL, 1997. 353–362. o.

²⁹ Bozó Csaba gyűjteményéből.

³⁰ Forrás: Center for Limnology. University Wisconsin-Madison.

Forrás: <https://blog.limnology.wisc.edu/diatoms-prove-that-not-all-algae-is-ugly/>
Letöltés ideje: 2019.10.21.

igénybevételével minta gyűjthető az adott mikrokörnyezetet jellemző pollenekből. A szakértő a polleneket főleg pásztázó elektronmikroszkóppal hasonlítja össze. Adott pollen jelenlétének kimutatása és azonosítása – például elásott holttest ruházatán – segíthet a halál helyének és idejének (évszaknak) a beazonosításában is.³¹

Végül érdemes megemlíteni az algákat, amelyek érrendszer nélküli, fotoszintetizáló, egysejtű (néha kolóniákat alkotó) élőlények. Meghatározott területen való előfordulásuk reprezentatív lehet. A zöld algák egy csoportja szilícium-dioxid (kova) vázzal rendelkezik, amely rendkívüli ellenállképességet biztosít számukra. Ezek a diatómák (kovaalgák) természetes vizeink lakói, így vízbefulladás esetén az emberi szervezetbe kerülnek. Az igazságügyi orvostan régóta használja bizonyos szervrészeket (például lép, csontvelő) kénsavas roncsolását követően a fény- vagy polarizációs mikroszkópos vizsgálatot, mint egyszerű diatóma kimutatást, amellyel a vízbefulladás válhat bizonyítottá. Az utóbbi időben molekuláris genetikai módszerek is rendelkezésünkre állnak a kovaalgák vizsgálatára, így sokkal hatékonyabban és megbízhatóbban tudjuk ezeknek az apró élőlényeknek a jelenlétét kimutatni, vagy akár a fajtáját meghatározni.³²

A képkalkotás és az észlelés kiterjesztése

Legyen az régészeti lelőhely vagy akár bűnügyi helyszín, előzetes ismeretekkel kell rendelkezünk arról, hogy mire is számíthatunk az adott területen. Az archeológiában a történeti dokumentumokon nyugvó narratíva, a nyomozás során az alap- vagy indító információ értelemszerűen megszabja azokat a választott technikai eljárásokat, amelyekkel aztán (elsődlegesen) kijelöljük a helyszín határait, felmérjük nagyságát (adott esetben háromdimenziós kiterjedését), feltérképezzük környezeti összefüggéseit, majd

³¹ Bozó Csaba: Palinológia a kriminalisztika gyakorlatában. *Belügyi Szemle* 1999/10. szám. 107–108. o.

³² Rácz Evelin et al.: PCR-based identification of drowning: four case reports. *International Journal of Legal Medicine* 130 (5). 2016. 1303–1307. o.

mindezt (többféle módon) úgy dokumentáljuk, hogy az majd felhasználható legyen az eljárás későbbi szereplői számára és a további vizsgálatok céljára is. A választás, döntés, kijelölés, dokumentáció módja és jellege azonban az eljárást végző szubjektív felelőssége. Az alábbiakban azok közül a technikai lehetőségek és szubjektív készségek közül szemezgetünk, amelyek lehetőséget nyújtanak arra, hogy használható, tényszerű „képet alkossunk” a múlt eseményét reprezentáló helyszínről.

A fényképészet

*„A bűnügyi fényképezés a krimináltechnika önálló ága. Magába foglalja a bűncselekmények megelőzése, felderítése szempontjából szükséges tények, helyzetek, személyek, tárgyak, iratok, nyomok, anyagmaradványok rögzítést.”*³³ Avagy *„egy kép többet mond ezer szónál”*. Vajon mit árul el a tény, hogy egy szakterület lényege, jelentősége és fontossága egyetlen, közhelylyé kopott szállóigében avagy szállóigévé nemesedett közhelyben összefoglalható?

A fényképészet a létrejöttét követő mintegy 170–180 év³⁴ alatt a látott valóság sajátos, pontos és tartós leképezését teszi lehetővé. És még mást is...

Régóta ismert ugyanis, hogy a fénykép képes láttatni számtalan olyan dolgot, amit a szem nem lát. Gondolhatunk itt Muybridge fényképsorozatára, ami megmutatta, hogyan fut a ló; eldöntve az évszázados tudományos és művészi vitát, ami szerint van-e olyan pillanat vágta közben, amikor a ló egyetlen lába sem érinti a talajt. Vagy a modernebb korban: hogyan szakítja át a lövedék az almát Harold E. Edgerton 1964-es *„Mit gondolt volna – ezt látva – Tell Vilmos?”* című felvételén.³⁵ Van pillanatképünk továbbá

³³ Tremmel Flórián – Herke Csongor – Fenyvesi Csaba: Kriminálisztika. Tankönyv és Atlasz. Dialóg Campus Kiadó. Budapest–Pécs, 2004. 221. o.

³⁴ Joseph N. Niépce 1826 körül készíti el a világ első fényképét *„Kilátás a dolgozószoba ablakából”* címmel; Louis J. M. Daguerre első felvétele 1837-ben született meg, találmánya 1839. augusztus 19-én robbant a köztudatba. Lásd Willfried Baatz: Fotográfia. Kosuth Kiadó. 2003. 17–20. o.

³⁵ Szilágyi Gábor: A fotóművészet története. A Képzőművészeti Alap kiadványa. Budapest, 1982. 380. o.

az atombomba robbanása után 0,025 másodperccel kialakult, meglepően anyagszerű látványt nyújtó izzó plazmagömből.³⁶

A kriminalisztikában is egyrészt azért fényképezünk, hogy feltáruljanak a kész képen olyan részletek, amelyeket a fénykép nélkül nem látnánk. Ilyen az összes olyan képalkotó eljárás, amivel nem a látható fény spektrumában alkotunk képet, vagy amikor különleges fényforrásokat, megvilágításokat használunk. Ennél is alapvetőbb azonban a látvány „leképezése”, egyrészt hogy mindazok „képet kapjanak” (milyen beszédes szóképek!) a helyszínről, a bűnjeltárgyról, akik azt eredeti állapotában nem láthatták; másrészt hogy azok, akik látták, a képre nézve bármikor felfrissíthessék emlékeiket. Egy jól elkészített kép pedig tényleg többet mond ezer szónál, hatásosabb lehet, mint bármilyen leírás. A leghétköznapibb példa a személyleírás és a személyről készült fénykép összevetése: pusztán szóbeli leírással egész egyszerűen nem lehet elérni, hogy valaki később felismerje a leírt személyt, főleg ha több hasonló közül kell kiválasztania. A fényképre vetett pillantással ez természetesen minden további nélkül lehetséges. A jó kép ráadásul hordozhat olyan érzelmi többletet, ami hatást gyakorol a megtekintőjére.

Mindez hosszú ideje ismert. Az *„Útmutatás a bűnügyi nyomozás alkalmával követendő eljárásra nézve a M. Kir. Csendőrség számára”* című, 1924-ben kiadott könyv a bűnügyi fényképészet négy előnyét sorolja fel. Egyrészt a *„fénykép hamisítatlanul adja vissza mindazt, ami a helyszínen látható volt”*.³⁷ Így a nyomozó a képekre nézve mindig fel tudja frissíteni a helyszínről vonatkozó emlékeit. Másrészt a tárgyaláson lényegesen könnyebb eldönteni a ténykérdéseket, illetve ellenőrizni a tanúk vallomását, ha

³⁶ A felvételt 1945. július 16-án a Trinity kísérleti atomrobbantás során rögzítették. Forrás: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Trinity_\(nukle%C3%A1ris_teszt\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Trinity_(nukle%C3%A1ris_teszt))
Letöltés ideje: 2019.11.05.

³⁷ Soltész Imre: *Útmutatás a bűnügyi nyomozás alkalmával követendő eljárásra nézve a M. Kir. Csendőrség számára*. Palladis kiadása. Budapest, 1924. 187. o.

készült fénykép-dokumentáció. Harmadrészt a fénykép adekvát nyomrögzítő módszer, például láb- és ujjnyomok esetében.³⁸ A Soltész-kötetben vázolt negyedik előny az, hogy a fénykép lelki hatással lehet a vádlottra és a bíróra is. Ezt már ekkor is vitatott, kifogásolt módszernek állítja be, ugyanakkor nyíltan állást foglal mellette; álláspontja szerint nem hatásvadászat, ha a képanyag a bűncselekményt a maga borzalmasságában, a valóságnak megfelelően a bíró és az esküdtek elé tárja.³⁹ Egy évtizedekkel későbbi szakcikkben azt olvashatjuk, hogy az angolszász jog kifejezetten megtiltja az esküdtek ilyen jellegű befolyásolását.⁴⁰ Az Egyesült Államokban a szövetségi bizonyítási szabályok közt a 403. számú zárja ki az olyan bizonyítékokat, amelyek alkalmasak lehetnek az előítéletek felkeltésére, az esküdtek befolyásolására, az esküdtek összezavarására vagy időhúzásra.⁴¹ Van azonban olyan jogeset is, amikor az erre hivatkozó védekezést a bíróság alaptalannak ítéli: a helyszín eredeti állapotának és a holttest sérüléseinek bemutatása önmagában még nem minősül az esküdtek befolyásolásának.⁴² Az általános szabályt talán úgy lehet megfogalmazni, hogy bármely bizonyíték által kiváltott érzelmi hatás még nem teheti problematikusá az adott bizonyítékot; ezzel együtt a kifejezetten az előítéleteket felkorbácsoló, bizonyítási értékkel kevésbé rendelkező felvételek bemutatását meg lehet tiltani.⁴³ Ennek eldöntése a bíróság feladata.

A jó kép vált ki érzelmi hatást, a jó kép gondolkodtat el. A gyengébb minőségű képnek általában nincs ilyen hatása. És ezen a ponton visszautat-

³⁸ Soltész Imre: i. m. 188. o.

³⁹ Uo.

⁴⁰ Mackall, Laidler B.: „*I Now Offer This Photograph In Evidence*”. Insurance Counsel Journal. 1953/4. 110–113. o.

⁴¹ Rule 403. Federal Rules of Evidence.

Forrás: <http://federalevidence.com/downloads/rules.of.evidence.pdf>

Letöltés ideje: 2019.10.27.

⁴² Lewis v. Mississippi 905 So.2d. 729 (November, 2004); idézi: Buckles, Thomas: Crime Scene Investigation, Criminalistics, and the Law. Delmar Learning. NY USA, 2007. 48–49. o.

⁴³ L. Morris, Stanley L.: The Admissibility of Photographs of the Corpse in Homicide Cases. William and Mary Law Review. 1966/1. 137–145. o.

lunk a bevezetőben írt gondolatokra az objektivitásról. Ugyanis a fényképek valójában korántsem rendelkeznek a teljes és személytelen tárgyilagossággal, amivel gondolatban szeretjük őket felruházni.⁴⁴ A fénykép nem a valóság pontos mása.⁴⁵ A fénykép két dimenzióba emel ki egy képet a komplex téridőből.⁴⁶ A kész fényképen az és úgy látszik, amit és ahogy a készítő lefényképezett.⁴⁷ Ennek megfordítása, azaz teljesen objektív fénykép nem létezik: a témaválasztás, a nézőpont elfoglalása, a látószög, képkivágás, a technikai beállítások, az utómunkálat mind választás, emberi döntés eredménye.⁴⁸ (Megjegyzés: egyébként az emberi döntések, alkotói választások sorozata emelhet egyes fényképet a képzőművészeti alkotások közé, az oldja fel az automatizmust, az humanizálja a technikát.⁴⁹)

Már hétköznapi eszközökkel is lényegesen több információt örökíthetünk meg a perspektíva, képkivágás, képsík változtatásával. Ugyanilyen jelentősége van a nézőpont megváltoztatásának is. Van lehetőségünk a „gyalogos” fényképészet két dimenziójában mozgó nézőpontjaihoz egy harmadik dimenziót hozzátenni, azaz madártávlati felvételekkel kiegészíteni a képi dokumentációt, és ennek haszna vitathatatlan. Gondoljunk a közismert Nasca-vonalakra Dél-Amerikában, amelyek kizárólag a levegőből láthatók

⁴⁴ Petrétei Dávid: A bűnügyi helyszín a szabványosítási tendenciák és az új Be. tükrében. Rendőrségi Tanulmányok. 2018/3. szám 5-48. o.

⁴⁵ Sevcsik Jenő: Fényképészeti ismeretek. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1955. 135. o.

⁴⁶ Flusser, Vilém: A fotográfia filozófiája. 1990.

Forrás: <http://www.artpool.hu/Flusser/Fotografia/01.html>

Letöltés ideje: 2019.10.11.

⁴⁷ Duncan, Christopher H.: Advanced Crime Scene Photography. CRC Press. Boca Raton, FL USA, 2010. 50–51. o.

⁴⁸ Szarka Klára: A választás kétes kiváltsága. In: Fotóművészet. 2005. 1–2. o.

Forrás: http://www.fotomuveszet.net/korabbi_szamok/200512/a_valasztas_ketes_kivaltsaga?PHPSESSID=009ec2c3284796597f95b170e17f4c7f

Letöltés ideje: 2019.10.11.

⁴⁹ Gyenes Zsolt: A vizuális zene aktualitása.

Forrás: http://vizualzene.hu/vz_akt_tan_gyenes.pdf

Letöltés ideje: 2019.10.11.

illetve értelmezhető, a síkban mozgó néző illetve fényképész nézőpontjából csak kőhalmok.⁵⁰

A kamerákkal felszerelt drónok bűnügyi célú felhasználása tipikusan tehát a kriminalisztikai fényképezés: a szemlék, azaz a bűncselekmények illetve egyéb rendkívüli események helyszínének távérzékelése, ott álló- és mozgóképek rögzítése. Az évtized közepe óta a drón egyre több közfeladatot ellátó szervnél elérhető technikai eszköz.⁵¹

A madártávlati áttekintő képek kriminalisztikai jelentősége igen nagy lehet, főleg a nagy kiterjedésű helyszínek esetében: közlekedési balesetek, robbanások, több épületet érintő tüzesetek. A magasabb nézőpont, a „plusz dimenzió” hozzáadása jobb áttekintést, később a helyszín pontosabb megítélését szolgálja.

Jóformán alternatíva nélküli a légi fényképezés a környezetkárosító bűncselekmények felderítésekor: nem csak az erdőirtásokra gondolhatunk, hanem például földbe ásott veszélyes hulladék felkutatására, vízfelületen úszó olajfoltra is. Elásott, betemetett vegyi anyagok megváltoztathatják a talajfelszín hőmérsékletét annyira, hogy hőkamerával készített felvételen az megítélhető legyen.⁵²

A magasból letekintve a bűnügyi helyszínre felfedezhető akár menekülési útvonalak, hátrahagyott tárgyak is. Ez orientálja az eljárási cselekményt fogantatókat a szemle kiterjesztésekor.

A „*mapping*”, a helyszín elhelyezkedésének lehető legpontosabb dokumentálása georeferált ortofotókkal is történhet. A drónnal készült felvételen be kell jelölni olyan tereptárgyakat, amelyek GPS-koordinátáit pontosan kimértük, ismerjük. Ezt követően az egybe szerkesztett légifelvételt rá lehet húzni akár Google Maps térképszelvényre is. Ennek eredménye olyan

⁵⁰ Petrétei Dávid: Drónok bűnüldözési célú felhasználása. In: A nyílt információgyűjtés fejlődő területei. BM Duna Palota. Budapest, 2015. 121–131. o.

⁵¹ Németh András: UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I. Hadmérnök 2018/2. szám. 37–60. o.

Németh András: UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II. Hadmérnök 2018/3. szám. 68–86. o.

⁵² Petrétei Dávid: Drónok bűnügyi és rendészeti felhasználása. Magyar Bűnüldöző 2015/1–3. szám. 70–81. o.

lesz, mintha Google Maps alkalmazással nyitnánk meg a helyszínről készült drónfelvételt – az általunk készített kép azon a területen felülírja az eredeti műholdképet.⁵³ Sőt, megfelelő szoftverekkel és megfelelő módszertannal elkészített légifelvételekből a felszíni tárgyak háromdimenziós képe is megalkotható. Természetesen nem olyan pontossággal, mint egy lézerszkenner esetében, de gyorsabb és olcsóbb megoldásként számos esetben megfelelő lehet ez az eljárás is.⁵⁴

AIS – a hiperspektrális távérzékelés

Képalkotó spektrometriának vagy hiperspektrális fényképészetnek nevezik azokat a módszereket, ahol a fényképezőgép nem csak az emberi szem számára észlelhető sugarakat, hanem az elektromágneses spektrum több sávját, tartományát is egyetlen képre rögzíti. Sőt, célszerűbb nem is képként, hanem adatcsomagként felfogni mindazt, amit egy hiperspektrális képalkotó eszköz rögzít: 3D-s adatkockaként, ahol az x- és y-tengelyek a lefényképezett felszín koordinátáinak felelnek meg, a z-tengely pedig a rögzített spektrum-tartományoknak. Egy hagyományos digitális fényképezőgép három tartományt rögzít a spektrumból: a kéket, a zöldet és a vöröset, kb. 100–100 nm széles sávban. Egy hiperspektrális képalkotó eszköz 60 vagy akár 105 tartományt rögzít, 5–6 nm széles sávban. Ezeket az adatokat lehet értékelni, értelmezni, látható képpé alakítani. Ezek a képek természetesen nem lesznek színhelyesek, mert a kész kép egyes színei az emberi szem számára láthatatlan ibolyántúli vagy infravörös „színeket” is jelképezhetik.⁵⁵ Az eljárás jelentősége abban rejlik, hogy a látható fénynél szélesebb

⁵³ Molnár András: Robotrepülőgépes kárfelmérés, kárelhárítás és monitorozás a mezőgazdaságban. In: A nyílt információgyűjtés fejlődő területei. BM Duna Palota. Budapest, 2015. 99–108. o.

⁵⁴ Molnár András – Stojcsics Dániel: Multikopteres légi felvételek fotogrammetriai alapú 3D objektumrekonstrukciója. In: A nyílt információgyűjtés fejlődő területei. BM Duna Palota. Budapest, 2015. 89–98. o.

⁵⁵ Doneus, Michael – Verhoeven, Geert – Atzberger, Clement – Wess, Michael – Ruš, Michal: New ways to extract archaeological information from hyperspectral pixels. Journal of Archaeological Science 52. 2014. 84–96. o.

spektrumú, vagy több spektrumtartományt rögzítő képalkotás feltárja a „hasonló színű”, de eltérő minőségű tárgyak közti különbséget.

Mind az ibolyántúli, mind az infravörös fényképészetet használja egyébként a bűnügyi technika. A hiperspektrális fényképészet elterjedt analitikai módszer, forenzikus célokra is alkalmazható⁵⁶; alkalmas lehet például vérnyomok keletkezési idejének megbecslésére⁵⁷. Alapvetően műholdas távérzékelés céljára fejlesztették ki, először az 1972-ben felbocsátott LANDSAT-1 műhold használt ötsávós, a láthatón túl infravörösben is rögzítő képalkotó berendezést.⁵⁸ A régészet és a kriminalisztika is felfedezte a hiperspektrális távérzékelésben rejlő lehetőségeket, tömegsírok⁵⁹ illetve egyedi sírok feltérképezéséhez.⁶⁰ A friss növényzet, az idősebb növényzet, a beteg növényzet képe más és más; hasonlóan a csupasz föld színéhez. Az ásás megbolygatja a réteges talajt, a visszatemetés során így jól körülhatárolható és általában szabályos alakú területeken olyan anyagok is megfigyelhetők lesznek a felszínen, amelyek a felszín más, meg nem bolygatott részein nem. Az ásás és visszatemetés során a felszínre kerülnek olyan talajrétegek, amelyek egyébként mélyebben voltak. Még szabad szemmel sem látható feltétlenül a talajrészek közti minőségi különbség, egy digitális felvételen pedig szinte biztosan nem; a hiperspektrális fénykép ellenben meg tudja mutatni a szabad szemmel nem látható részleteket is.

⁵⁶ Edelman, Gerda J. – Gaston, Edurne – van Leeuwen, Ton G. – Cullen, P. J. – Aalders, Maurice C. G.: Hyperspectral imaging for non-contact analysis of forensic traces. *Forensic Science International* 223. 2012. 28–39. o.

⁵⁷ Edelman, Gerda – van Leeuwen, Ton G. – Aalders, Maurice C. G.: Hyperspectral imaging for the age estimation of blood stains at the crime scene. *Forensic Science International* 223. 2012. 72–77. o.

⁵⁸ Chabries, Douglas M. – Booras, Steven W. – Bearman, Gregory H.: Imaging the past: recent applications of multispectral imaging technology to deciphering manuscripts. *Antiquity* 77/ 296. 359–372. o.

Forrás: <https://doi.org/10.1017/S0003598X00092346>

⁵⁹ Kalacska, Margaret – Bell, Lynn S.: Remote sensing as a tool for the detection of clandestine mass graves. *Canadian Society of Forensic Science Journal* 2006/39. 1–13. o.

⁶⁰ Leblanc, George – Kalacska, Margaret – Soffer, Ray: Detection of single graves by airborne hyperspectral imaging. *Forensic Science International* 2014/245. 17–23. o.

A „*távérzékelés*” általában a magasból, műholdról vagy repülőőről (drónról) végzett képalkotást jelenti. Ennek előnye egyrészt a drónfényképezésnél is említett madártávlati megfigyelési mód, másrészt pedig az, hogy viszonylag rövid idő alatt is hatalmas területek tekinthetők át, térképezhetők fel. Hátránya is éppen ebben jelölhető meg: a repülőgépről, merevszárnyú drónról, több száz méter magasságból végzett távérzékelés felbontása csupán néhány deciméter; azaz a kész kép egy pixele a valóságban például 40x40 centiméter, vagy még nagyobb lesz. Például egy 1x2 méteres sír így a kész képen 3x5, 3x6 pixel lesz csupán.⁶¹

Egy 2017-ben közzétett kutatás szerint a legjobb eredményeket a három hónaposnál régebbi sírok esetében tapasztalták, és főleg a spektrum infravörös tartományában, méghozzá rendkívül szűk sávokban, amelyeket csak a valódi hiperspektrális képalkotó eszközök képesek megörökíteni.⁶²

Háromdimenziós térszkennner

Napjaink egyik uralkodó paradigmája a multi- és interdiszciplináris megközelítés, nem csak a kriminalisztikában, de a legtöbb tudományban. A régészetbe is betörték a természettudományok, a geofizika és a geodézia eszközei. Az elmúlt harminc évben integrálódott a teodolit és a távmérő (kiegészülve a digitális adatrögzítőkkel) geodéziai mérőállomássá, majd annak automatizálása és panoráma fényképezővel való kiegészítése megteremtette a térszkennereket, a 3 D-s képrögzítés eszközeit. A körbe forgó lézertől kilövellt impulzusok a környezet tárgyairól visszaverődnek az esz-

⁶¹ Leblanc et al. (2014)

⁶² Silván-Cárdenas, José Luis – Corona-Romero, Nirani – Madrigal-Gómez, José Manuel – Saavedra-Guerrero, Aristides – Cortés-Villafranco, Tania – Coronado-Juárez, Eric: On the Detectability of Buried Remains with Hyperspectral Measurements. Pattern Recognition. MCPR 2017.

Forrás: https://doi.org/10.1007/978-3-319-59226-8_20

közbe, a kibocsátás és a visszaérkezés közt eltelt időből a számítógép kiszámolja az objektum távolságát.⁶³ A lézerpulzusok milliói így gömbhéjszerűen letapogatják a környezet tárgyait, akár olyan sűrűséggel, hogy ötven méter távolságban minden négyzetmilliméterre jut sugár. Az ezekből a visszavert sugarakból képzett fénypontfelhő számítógépes feldolgozása során éppen ezért minden fénypont egymáshoz képesti távolsága milliméter pontossággal lemérhető lesz. A fénypontfelhő természetesen nem színhelyes, a számítógépen megjelenő színek a felületek reflexiós tulajdonságaitól függenek. Éppen ezért a térszkennerbe gömbpanoráma készítésére alkalmas fényképezőgépet is építenek. A gyakorlatban egy felvételkészítés (felbontástól függően kb. 3–25 perc) során elkészülnek a fénypontfelhő és a fényképfelvételek is. A szoftver a kész gömbpanoráma felvételt ráilleszti a fénypontfelhőre. Ráadásul a különböző álláspontokból felvett fénypontfelhőket és gömbpanoráma képeket a szoftver hibátlanul összeilleszti. Ehhez csak az szükséges, hogy a mesterséges intelligencia által könnyedén felismerhető viszonyítási pontok (kihelyezett tárcsák vagy gömbök, kezelő által megjelölt egyéb támpontok, például épület sarka) közül legalább kettő a készülék által látható legyen két egymást követő álláspontban. Így például egy ház kívülről és belülről tökéletesen felmérhető, és a kész anyag, az összeillesztett panoráma felvételek és fénypontfelhők egyetlen képpé állnak össze, egy mérhető, forgatható képpé, ami olyan, mintha bejárnánk a helyszínt. Gyakorlatilag bárhol felnézhetünk a plafonra vagy benézhetünk a tereptárgyak mögé, sőt „körbejárhatjuk” a tereptárgyakat. Mintha a számítógép képernyőjén élő képet kapnánk egy helyszínen éppen dolgozó operatortól, aki a mi parancsainkat követi; ráadásul valamennyi felvétele pontosan mérethelyes lenne.⁶⁴

⁶³ Wen, Che-Yen – Chen, Hsuan-Hsiao – Lin, Chao-Kuo – Yang, Wen-Chao: A Study of Applying Light Detection and Ranging (LIDAR) to Crime Scene Documentation. *Forensic Science Journal*. 12 (1). 2013. 31–46. o.

⁶⁴ Petrétei Dávid: Háromdimenziós képalkotás a kriminalisztikában. *Belügyi Szemle* 2016/7–8. szám 77–86. o.

A képrögzítés során beszerezhető adatok mennyiségéről és sokrétűségéről álljon itt egy példa. 2014-ben a wisconsinai (Egyesült Államok) Mazomanie városban egy emberölés helyszínét 37 álláspontból kivitelezett szkenneléssel dolgozták fel. Az eredményről a szkennelésben részt vevő rendőrtiszt azt mondta, hogy a begyűjtött adatok egytizedének megszerzése napi nyolc óra munkával egy teljes hetet vett volna igénybe, két helyszínelő csapat részvételével.⁶⁵ A térszkennerek napjainkra világszerte elterjedtek a bűnüldöző és igazságügyi szakértői munkában. A magyar rendőrség is hosszú évek óta rendelkezik ilyen eszközzel.⁶⁶ A lézerszkennerek által készített képek mellett a rögzített mérési adatoknak is óriási kriminalisztikai jelentőségük van: a helyszín kiterjedésének, a tárgyak, elváltozások térbeli elrendeződésének teljes kontextusa rögzíthető.⁶⁷

LiDAR és ALS

A térszkennerek egyfelől tehát az automatizált geodéziai mérőállomás és a panoráma fényképező integrációja, másfelől működési elve alapján úgynevezett LiDAR (Light Detection and Ranging), „lézer-radar”, lézersugár-impulzusok visszaverődése alapján végez távérzékelést. Az archeológiában és a kriminalisztikában is használható a LiDAR és a légifényképezés kombinációja, az angol rövidítése (airborne laser scanning) alapján ALS-nek nevezett módszer. (Zavart okozhat, hogy az általános kriminalisztikában az ALS a különleges fényű megvilágító eszközök összefoglaló neve, az angol alternate light source alapján.) Ennek analógiájára a hagyományos „földi” 3D térszkennereket TLS-nek (Terrestrial Laser Scanning) nevezik.

ALS esetén a lézersugár-impulzusok egy repülőgépről érkeznek merőlegesen a talajra, és onnan verődnek vissza. A képkalkotás bonyolult algo-

⁶⁵ Forrás: <http://wid.wisc.edu/featured-science/csi-discovery/>
Letöltés ideje: 2019.10.20.

⁶⁶ Pásztor László: A 3D térszkennerek működése, tapasztalatok, lehetséges további felhasználási területek. *Belügyi Szemle* 2016/7–8. szám. 61–69. o.

⁶⁷ Johnson, Ronn (szerk.): *Emerging and Advanced Technologies in Diverse Forensic Sciences*. Routledge, 2018.

ritmikus műveletekkel lehetséges a felfogott nyers adatokból, ugyanis a felszíni növényzet felülete a lézert szétszórja. Ezért a szerkezet megkülönbözteti egymástól a különböző visszaverődéseket, amelyek közül az első visszaverődésről feltételezi, hogy a növényzet (lombkorona, ágak) teteje, az utolsó visszaverődésről pedig azt, hogy a talaj. Ezt követően interpolációk sorozatával a szoftver és a képközpontozó szakember meghatározza a DTM (digital terrain model) nevezetű, a talajfelszín mutató modellt, illetve a DSM (digital surface model) nevezetű, a lombkorona tetejét mutató modellt. A kettő közti különbség a CHM (canopy height model), a növényzet magasságára vonatkozó modell.⁶⁸

Látható, hogy ALS esetében nem is pusztán képrögzítés történik, hanem tág értelemben vett képközpontozás, modellalkotás. A modell azonban természetesen részletes mérési adatokra épül, adott esetben több egymást követő mérésre, illetve kiegészíthető egyéb módszerek eredményeivel – például gyalogosan meghatározható a fák körülbelüli átlagmagassága, vagy akár a hagyományos térszkennelés adatai is felhasználhatók.

Az ALS eredménye nem fotórealisztikus, főleg nem színhelyes; a DTM általában monokróm kép, ami azonban nagy érzékenységgel mutatja meg a talajszint mélyedéseit, barázdáit, oromzatait, egyenetlenségét.

A talajfelszín egyenetlenségeire való különleges érzékenysége miatt a légi lézerszkennelést felfedezte az archeológia is.⁶⁹ Sikeresen alkalmazták erdővel borított területen is a középkori mezőgazdasági művelés nyomainak felfedezésére.⁷⁰

Felbontása nem túl nagy, 0,5–1 méter közt alakul, azaz a kész kép egy pixele 0,5x0,5 vagy 1x1 métert tesz ki. Egy tipikus sűrű a kész anyagban így

⁶⁸ Shan, Jie – Toth, Charles K.: *Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing*. CRC Press. Boca Raton, FL USA, 2018. 390–392. o.

⁶⁹ Faltynova, Martina – Pavelka, Karel: *Aerial laser scanning in archeology*. Geoinformatics CTU FCE, vol. 6., 2011. 103–108. o.

⁷⁰ Sittler, Benoit: *Revealing historical landscapes by using airborne laser scanning – A 3D model of ridge and furrow in forests near Rastatt (Germany)*. *Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment*. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXVI-8/W2. 2004. 258–261. o.

mindössze 1x2 vagy 2x3 pixel méretű lesz. Éppen ezért a hasonló kis méretű anomáliák detektálásához célszoftvereket alkalmaznak.⁷¹ Pontosabb eredmény érhető el azáltal, ha egymás után több légi szkennelést végeznek, és ezek adatait összegezve használják fel.⁷²

Talajradar – kiterjesztett észlelés a föld alatt

A LiDAR „lézer-radar”, de a hagyományos, rádióhullámokkal működő radarnak is van archeológiai, illetve forenzikus felhasználása, ez pedig a talajradar, angol eredetű betűszóval GPR (ground penetration radar). Rendkívül hasznos, nem invazív eljárás. Definíciós kérdés, hogy a távérzékelés módszereihez soroljuk-e. Nem képalkotó módszer ugyanis, inkább az észlelés kiterjesztése.

A módszer lényege, hogy a talajba hatoló, majd onnan visszaverődő rádióhullámok feltárják a talaj szerkezetének megváltozását, illetve a talaj tulajdonságaitól eltérő (anyagú) tárgyakat. A természetes talaj konzisztens és homogén. Ha ebben ásást végzünk, ez a konzisztencia és homogenitás bomlik meg, és az így keletkező anomália a talajradar segítségével még évek múlva is kimutatható lesz.

A földtudományok, az építőipar, majd a régészet után a forenzikus tudományok is felfedezték az eszközt. Először 1986-ban alkalmazták elásott

⁷¹ Sevara, Christopher – Pregesbauer, Michael – Doneus, Michael – Verhoeven, Geert – Trinks, Immo: Pixel versus object — A comparison of strategies for the semi-automated mapping of archaeological features using airborne laser scanning data. *Journal of Archaeological Science: Reports* 5. 2016. 485–498. o.

Forrás: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.12.023> 2352-409X/

⁷² Blau, Soren – Sterenberg, Jon – Weeden, Patrick – Urzedo, Fernando – Wright, Richard – Watson, Chris: Exploring non-invasive approaches to assist in the detection of clandestine human burials: developing a way forward. *Forensic Sciences Research* 2018/4. 304–326. o.

Forrás: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1493809>

holttest felkutatására.⁷³ Sokáig a nyomozó hatóságok „külsős szakembereket”, például régészeket bízták meg talajradaros vizsgálatok elvégzésére.⁷⁴ Napjainkban már számos rendőrség rendelkezik saját talajradarral, köztük a hazai is.⁷⁵

Fontos kiemelni, hogy a GPR egy eszköz az eszköztárból; a radarvizsgálat csak része az elásott holttest felkutatására tett komplex erőfeszítéseknek. Együtt kell dolgoznia a helyszínen a bűnügyes szakembereknek, a radar kezelőjének és számos más szakértőnek (geológia, botanika, archeológia, igazságügyi orvostan és antropológia).⁷⁶

A GPR előnye, hogy nem invazív, nem szükséges a talaj felásása, megbolygatása a használatához. A talaj összetételétől függ, hogy milyen mélységbe „lát le”, a finomabb szemcséjű anyagokban (lösz, agyag) kevésbé terjed; általában természetes talajokban az első vízzáró rétegegig lát. Hátránya, hogy időigényes, illetve a növényzet tarvágása szükséges a használatához. A talajradar mérőeszköz, a mérési eredmények értelmezéséhez és értékeléséhez képzett szakemberre van szükség.

⁷³ Novo, Alexandre – Lorenzo, Henrique – Rial, Fernando I. – Solla, Mercedes: 3D GPR in forensics: Finding a clandestine grave in a mountainous environment. *Forensic Science International* 204. 2011. 134–138. o.

⁷⁴ Schultz, John J.: Using ground-penetrating radar to locate clandestine graves of homicide victims: forming forensic archaeology partnerships with law enforcement. *Homicide Studies* 2007/1. 15–29. o.

Forrás: <https://doi.org/10.1177/1088767906296234>

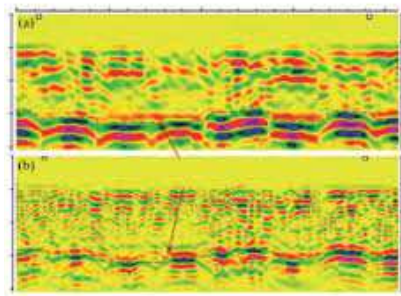
⁷⁵ Mama Sándor – Gárdonyi Gergely: A talajradar használatának gyakorlati tapasztalatai a hazai bűnügyi helyszínelésben. *Belügyi Szemle* 2016/7–8. szám. 70–76. o.

⁷⁶ Salsarola, Dominic – Poppa, Pasquale – Amadasi, Alberto – Mazzarelli, Debora – Gibelli, Daniele – Zanotti, Emma – Porta, Davide – Cattaneo, Cristin: The utility of ground-penetrating radar and its time-dependence in the discovery of clandestine burials. *Forensic Science International* 253. 2015. 119–124. o.

Forrás: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.06.006>



10. számú kép
Talajradar a magyar rendőrségen



11. számú kép
Talajradar kijelzője működés közben⁷⁷

Az észlelést kiterjesztő egyéb eszközök

A magnetométerek a mágneses mezőket mérik. A régészetben is használható magnetométerek a talaj belsejében lévő, egymástól eltérő mágneses tulajdonságú talajrészek vagy egyéb objektumok feltérképezésére szolgálnak.⁷⁸

A proton-precessziós magnetométer működési elve a következő: protonokban gazdag folyadék (például petróleum, kerozin, dekán) gerjesztése történik elektromágnes segítségével. A gerjesztés során a protonok az elektromágnes irányába állnak be, a gerjesztés végeztével pedig visszaállnak a környezet mágneses tere irányába. Ez a visszaállás azonban oszcillálva történik, ez az oszcilláció (precesszió) mérhető és abból következtetéseket lehet levonni. Továbbfejlesztett változata az Overhauser-magnetométer, ahol a protonokban gazdag folyadékhoz szabad elektronokban gazdag folyadékot kevernek, a gerjesztést pedig rádiófrekvenciás mágneses térrel végzik. Az Overhauser-magnetométerrel folyamatos mérést lehet végezni. Az optikai pumpálás elvén működik az alkáli-gőz magnetométer (vagy elektronhég-magnetométer), ami ugyancsak folyamatos mérést tesz

⁷⁷ Forrás: <http://siklosihirek.hu/mint-a-filmeken-uj-felszerelés-a-rendorsegnel/>

Forrás: http://www.geomuanyag.hu/uploads/documents/201112181042_ddd_1103_geosynthetic.pdf

Letöltés ideje: 2019.11.14.

⁷⁸ Johnson, Jay K. (szerk.): Remote Sensing in Archeology. The University of Alabama Press. Tuscaloosa, AL USA, 2006. 205–231. o.

lehetővé, de egy nagyságrenddel pontosabb az Overhauser-magnetométer-nél.⁷⁹

A mágneses mérőeszköz pontos megválasztása elsősorban a keresett objektumok jellegéhez igazodik.⁸⁰ Sírok felkutatásához a protonprecessziós műszer is megfelelően alkalmas.

Egy hat éven át tartó kutatás folyamatosan monitorozta a sírok talajvizének fajlagos vezetőképességét (konduktivitását), illetve annak változását. A kísérlet azt mutatta, hogy a sír talajvizének vezetőképessége folyamatosan nő a környezet talajvizéhez képest. Egy évvel az elhantolás után a különbség hetvenötszörös, két évvel az elhantolás után kezd csökkenni, majd nagyjából négy, négy és fél évvel az elhantolás után áll vissza a környezeti értékre. (A környezeti érték 300–600 mS/cm körül alakult.)⁸¹ A talaj fajlagos vezetőképessége illetve fajlagos ellenállása is mérhető; az elv az, hogy a nem bolygatott talaj elektromos tulajdonságai is egységesek, a bolygatott talajéi viszont nem.⁸²

Csak említés szintjén térünk ki a tetemkereső kutyákra és a holttestek bomlásából származó gázokat detektáló mérőműszerekre. Ezek megfelelő használatához a talajba olykor kutaszt, hegyes fémrudat kell szúrni, hogy a gázok, szagok a felszínre érkezhessenek.

⁷⁹ Forrás: <http://geophysics.elte.hu/magneses1.pdf>
Letöltés ideje: 2019.11.14.

⁸⁰ Silliman, Stephen W. – Fransworth, Paul – Lightfoot, Kent G.: Magnetometer Prospecting in Historical Archaeology: Evaluating Survey Options at a 19th-Century Rancho Site in California. *Historical Archaeology*. 2000/2. 89–109. o.

⁸¹ Pringle, Jamie K. – Cassella, John P. – Jervis, John R. – Williams, Anna – Cross, Peter – Cassidy, Nigel J.: Soilwater Conductivity Analysis to Date and Locate Clandestine Graves of Homicide Victims. *Journal of Forensic Sciences* 2015/4. 1052–1060. o.

⁸² Davenport, Clark G.: Remote Sensing Applications in Forensic Investigations. *Historical Archaeology* 2001/1. 87–100. o.

Az interpretáció

Érdekesség, hogy a hazánkban is népszerű X-akták sorozat 1993-ban készült első évadában már mutattak be talajradart.⁸³ (A korabeli magyar fordításban: talajszerkezet-vizsgáló radar.) A játékfilmben a nyugdíjból visszatarteró „öreg” nyomozó kételkedve figyel a talajradarral ügyködő fiatal, szemüveges mérnököt; a készülék akkor még LCD-kijelző helyett papírszalagra nyomtatta a talaj szerkezetének diagramjait. Az „öreg bűnügyes” vitába is keveredik az egyik főszereplővel a diagrammok kiértékelése kapcsán, hiszen az neki semmit sem mond, a mérnök pedig öszerinte „csak találgat”; a modernebb gondolkodást képviselő főszereplő megnyugtatja, hogy találgatásnál lényegesen többről van szó, az illető mérnöknek ugyanis ez a szakmája. Ez a kitekintés (még a hírhedt „CSI-effect”, sőt a Daubert-ügy előtt vagyunk!) rávilágít az interpretáció szerepére a bűnügyi technikában, illetve annak szubjektív természetére, korlátjaira is.

Az Egyesült Államokban megkülönböztetik egymástól a helyszíni szemlét (crime scene investigation, crime scene process), a helyszín elemzését (crime scene analysis) és a bűncselekmény rekonstrukcióját (crime /scene/ reconstruction). Hazánkban a szakirodalom és a gyakorlat nem egységes a helyszíni szemlén történő vagy azt követő értelmező (elemző és értékelő) tevékenység kapcsán.⁸⁴ A klasszikus (rég) szerzők elutasítanak mindent, ami „vélemény” a szemle eredményeivel kapcsolatban. Egyetértve az idézett (újabb) szerzőkkel, véleményünk szerint a szemle lefolytatásának egyik legfontosabb célja – a tárgyi bizonyítási eszközök rögzítése mellett – a bűncselekmény lefolyásának gondolati rekonstruálása. A gondolati rekonstrukció kapcsán azt a megközelítést fogadjuk el, ami szerint a

⁸³ X-Files. 1. évad 21. epizód. eredeti cím: „Tooms”.

⁸⁴ Gárdonyi Gergely: A szemle szerepe a hazai büntetőeljárásban. PhD-értekezés, Győr, 2017. 209., 222., 300. o.

Petrétei (2018) i. m.

gondolati rekonstrukció az egész ügyet áthatja, tehát az a szemle kezdete-kor megindul, a szemle során alakul, a begyűjtött tárgyi bizonyítási eszközök szakértői vizsgálatát követően tovább alakul.⁸⁵

Az amerikai megközelítés alapján a helyszínelemzés mint tevékenység nem a helyszínen történik, hanem a szemle végeztével. És nem feltétlenül a szemlén részt vevők fognak elemzést készíteni. Meg lehet tehát közelíteni úgy a helyszín elemzését, hogy az egyfajta felülvizsgálata a helyszíni tevékenységeknek: a helyszínen begyűjtött adatok rendszerezése, a tárgyi bizonyítási eszközök szakértői vizsgálatának, további (laboratóriumi) nyomkutatás eredményeinek összevetése, mindezek szintetizálása és ebből (új) következtetések levonása. Kriminálisztikai szaknyelvre lefordítva: a helyszín elemzésének és a helyszíni bűnjelekkel kapcsolatos szakvélemények analízisének szintézise alapján verziókat dolgozunk ki a helyszínen történt eseményekre, cselekményekre.

Tartalmilag az interpretáció olyan hipotézisek (nyomozási verziók vagy részverziók) felállítása, ami az észlelt összességre plauzibilis magyarázatot kínál. Ezt akkor végezzük jól, ha egynél több hipotézist sikerül felállítanunk; természetesen észben tartva, hogy ezek plauzibilitása nagyban eltérő lehet. A forenzikus ismeretek a helyszín interpretációja során elengedhetetlenek; a forenzikus ismeretek segítenek annak megítélésében, hogy egy elváltozás az elkövető szándékos (tudatos) cselekvése során jött létre, vagy az elkövető „jobb híján” oldotta meg a felmerülő nehézségeket úgy, hogy az észlelt eredmény jött létre. Például ha az ölési cselekmény elkövetésének eszköze egy helyben talált kő, vagy ha kirándulók zavarják meg ásás közben a holttest elrejtésekor. A harmadik kategória, és a bűnügyi régészetben ennek igazán komoly jelentősége van, a nyomok, bűnjelek további változása a természet (vagy emberi tevékenység) hatására. Tehát azért áll elő az általunk észlelt állapot, mert egy korábbi helyzetből azt a természet ilyenre alakította. Ilyen lesz, ha az erdőben eltemetett holttest fölé cserjés vagy fa nő az évek alatt; de a holttest oszlása során is történik

⁸⁵ Petrétei (2018): i. m.

szemmel rögtön nem követhető, de hetek alatt láthatóvá váló mozgás.⁸⁶ Ennél is kifejezettebb változást idézhet elő az időjárás vagy bármilyen dögevő állat tevékenysége.

A XXI. század elejére az egyre bonyolultabbá váló életviszonyok, a műszaki és természettudományok rohamos fejlődése, illetve a már említett, uralkodó paradigmává váló interdiszciplinaritás szétfeszítette a „bűnügyi helyszínelés”, a helyszíni szemle klasszikus fogalmi kereteit. Önmagában az értelmező tevékenység széleskörű elfogadása, a „bűnügyi helyszín elemzése” minőségi különbséget jelent a pusztán deskriptív, (túl)dokumentáló, „minden bűnjelet” összegyűjtő, a szakirodalomban „objektívnek” titulált hagyományos szemletevékenységhez képest. Újraírja a szervezetten belüli információáramlás hagyományos szabályait, hiszen a szemlét követő szakvélemények később visszakerülnek a helyszínelő egységhez, akik a szemle és az ott rögzített bűnjelekről készült szakvélemények alapján újragondolják az eredetileg alkotott verziókat, tehát újabb gondolati rekonstrukciót végeznek. Ahol a bűnügyi helyszínelői munka akkreditálásra került, ott ez kötelező is.⁸⁷

Ugyancsak megkérdőjelezi a hagyományos szemle kereteit a tömegszerencsétlenségek (tömeges halálesettel járó események) áldozataival kapcsolatos munka. Régen felismerték ugyanis, hogy a holttestek számának gyarapodásával a mennyiségi különbség minőségi különbségbe csap át (avagy egy darázs a szobámban kihívás, száz darázs a szobámban vészhelyzet). Másfelől a második világháború után a fejlett világban a tömeges halálesetek legtipikusabb előfordulása a repülőgép-szerencsétlenség volt, ami – jellegéből adódóan – mindig sok külföldi elhaltat jelent a tragédia helyszínén, továbbá darabokra szakadt illetve megégett testeket. Ezekre tekintettel az Interpol kezdte összehangolni a tagállamok erőfeszítéseit, hogy

⁸⁶ Wilson, Alyson – Serafin, Stanley – Seckiner, Dilan – Berry, Rachel – Mallett, Xanthé: Evaluating the utility of time-lapse imaging in the estimation of post-mortem interval: An Australian case study. *Forensic Science International: Synergy*. 2019/1. 204–210. o. Forrás: <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2019.08.003>

⁸⁷ Petrétei Dávid: A helyszíni tevékenység akkreditálása. *Magyar Bűnüldöző* 2016/1. szám. 71–77. o.

nemzetközileg egységes, kölcsönösen kompatibilis, természettudományosan megalapozott személyazonosítási módszereket dolgozzanak ki. Ennek eredménye a DVI (disaster victim identification), a tömegszerencsétlenségek áldozatazonosítása, ami egyfelől módszertan, másfelől az Interpol ezzel foglalkozó munkacsoportjának neve is.⁸⁸ Anélkül, hogy részletekbe bocsátkoznánk, leszögezzük, hogy a DVI tevékenység során a helyszíni tevékenység teljesen más szempontjai érvényesülnek, mint a hagyományos bűnügyi, közlekedési szemlék esetében. A lényeg a gyorsaság, a kegyeleti aspektus és a nemzetközi együttműködésre való nyitottság lesz; a szakszerűség, pontosság szempontjai természetesen megmaradnak.

Vannak olyan szakterületek, tevékenységek, amelyek esetében nehéz meghúzni a határvonalat, hogy a helyszínelés egy speciális, nagyrészt a rekonstrukcióra épülő változata, vagy pedig önálló szakértői szakterület. Ilyen például a vérnymelemzés vagy a tűzvizsgálat. A nyomszakértők az esetek döntő többségében izolált nyomok azonosítását végzik el, más esetekben izolált nyomok keletkezési körülményeire nyilatkoznak. Kifejezetten ritka, amikor komplex nyomcsoportok keletkezési körülményeinek rekonstruálása a nyomszakértő feladata. A vérnymelemző és a tűzvizsgáló viszont mindig ezt teszi, méghozzá úgy, hogy komplex nyomcsoportként magát az egész helyszínt tekinti. Tűz keletkezési helyére, mozgására, a tűzzel való érintkezés sorrendjére ugyanis csak így lehet nyilatkozni: a füst és a tűz nyomai a falakon, a padlón, a bútorokon. De ugyanilyen jelentőségű az is, hogy ilyen nyomokat hol nem találunk. Vérynymok esetében is rendkívül fontos, hogy milyen mechanizmussal keletkeztek az egyes nyomok, azokon később történt-e változtatás, a berendezési tárgyak mely felületei lettek véresek.⁸⁹ A vérnymelemző és a tűzvizsgáló is elsősorban a hely-

⁸⁸ Angyal Miklós – Petrétei Dávid: Az Interpol DVI-protokoll adaptációjával a hazai áldozatazonosítás fejlesztésének útján. Nemzetbiztonsági Szemle 2019/1. szám. 3–17. o.

⁸⁹ Petrétei Dávid: Helyszíni vérynym elemzés, In: Gárdonyi Gergely (szerk.): Módszertani útmutató bűnügyi technikusoknak. NKE Budapest, 2014. 57–61. o.

Petrétei Dávid: A vérynym-elemzés mint a helyszínelés innovatív eszköze. Belügyi Szemle 2017/2. szám. 100–129. o.

színen lezajlott események rekonstrukcióját végzi el, nem pusztán a nyomok vizsgálatát. Egy, a helyszínről laborba szállított kormos vagy véres asztal alapján vajmi keveset mondhatnak, a teljes helyszín ismeretében viszont jóval többet. E szakterületek tehát mintegy metszetei a szakértői és a helyszínelői munkának; művelésükhöz különleges szakértelemre van szükség, de az elsősorban a helyszín feldolgozásával történik.

A „*bűnügyi helyszínelés*” szakirodalma hagyományosan nem szentel túl nagy figyelmet a közlekedési balesetek szemléinek. Ennek talán rég gyökerező szervezetszociológiai okai lehetnek, a közlekedési bűncselekményekkel ugyanis hagyományosan nem a bűnügyi rendőrség, hanem az egyenruhás közlekedésrendészet foglalkozik. Munkájukra külön belső utasítás vonatkozik, szakirányításukat más főosztály végzi, ami ráadásul más főigazgatóságához is tartozik a hazai rendőrségnél. A kriminalisztika klaszszikus szerzői viszont tipikusan bűnügyes múlttal rendelkeznek, ahogy a hajdani Rendőrtiszti Főiskola és a jelenlegi Nemzeti Közszolgálati Egyetem kriminalisztika oktatói is. Mindezek mellett a közlekedési balesetek helyszíni munkálatai, illetve az azt követő, arra építő közlekedési szakértői munka lényegében ugyancsak rekonstrukció, modellálás, modellalkotás. Ráadásul, ahogy a hagyományos bűnügyi helyszínekre betört a természettudomány, ahogy a helyszínekre kitelepült a labortechnika, úgy a közlekedési modellező szoftverek is egyre inkább felhasználóbaráttá váltak. Már nem szükséges ismerni a parciális differenciálegyenleteket, elegendő néhány (pontosan kimért) változó megadása, a szoftver a többit elvégzi. Így a közlekedési helyszínelő és közlekedési szakértő éles elválasztása egyre illuzórikusabb lesz; a balesetek rekonstrukciója ugyanazon a fent említett határmezsgyén mozog, ahol a vérnyomelemzés és a tűzvizsgálat.

Szoftveres modellezés természetesen létezik a vér fröccsenési pályájának és a tűz terjedésének meghatározására is. Ezek is felhasználóbarát

Petrétei Dávid: Tüzesetek és gyűjtogatások; in: Gárdonyi Gergely (szerk.): Módszertani útmutató bűnügyi technikusoknak. NKE Budapest, 2014. 103–06. o.

Petrétei Dávid: Gondolatok a helyszíni krimináltechnika egyes elméleti és gyakorlati kérdéseiről. Belügyi Szemle 2013/10. 34–64. o.

szoftverek, azonban ez nem jelenti azt, hogy „bárki” képes „értelmes” munkát végezni velük. A bemeneti nyers adatok kinyerése a helyszínen totalitásától, azok előzetes válogatása, szűrése kompetens szakember feladata. A kész modell értelmezése, használata, vonatkoztatása a konkrét ügyre, a kész modell alapján a jogalkalmazói kérdések megválaszolása ismét csak emberi feladat. Interpretációs tevékenység, és ezzel vissza is kanyarodtunk az okfejtés kezdetéhez („Szóval csak találgat.”)

Álláspontunk szerint a forenzikus archeológia, a bűnügyi régészet a „klasszikus” helyszíni szemléből származó új krimináltechnikai szakterület, ami az eredeti paradigmát éppen úgy feszíti szét, mint a DVI, a vérnyomelemzés, a tűzvizsgálat, a balesetelemzés, a helyszínelemzés. Sajátosságait egyrészt – az ugyancsak az interpretációra építő – régészet és a bűnüldözés összefonódása adja, amikor komplex emberi és természeti jelenségek eredményei által okozott változásokat visszafejtve kívánunk válaszokat adni. Másrészt a sajátosan szűk érdeklődési területe: a szabad természetben elhalt vagy az eltemetett holttestek felkutatása, feltárása, vizsgálata határolja el a kriminalisztika egyéb területeitől.

A holttestmaradványok szakértői vizsgálata

Az archeológia egyik vezető paradigmája, hogy egy régészeti lelőhely térbeli struktúrája (nem véletlenszerű) emberi cselekvések eredménye, amelyek a leletek, maradványok (fosszília) egyfajta mintázatát hozzák létre a lelőhelyen belül. Ez a fajta mintázat az alapja annak, hogy a lelet térbeli elhelyezkedése megmutatja azt az emberi magatartást, aminek következtében létrejött, és emiatt a maradványok környezetükhöz viszonyított helyzete, beleértve a természeti környezettel való kapcsolatukat is, sokkal fontosabb, mint maguk a maradványok. A mintázat tehát utal a létrejöttének okaira. Idővel azonban a természet (vagy akár más emberek tudatos cselekvése) átrendezi ezt a mintázatot. A tafonómia ismerete segít abban, hogy ne csak az eredeti állapotot, hanem ennek a mintaátrendeződésnek az okát is rekonstruálni tudjuk. Elméletben tehát a tafonómiának biológiai, kultu-

rális és geológiai megközelítése is lehet. A gyakorlatban ugyanakkor a tafonómia testvértudományai a paleontológia és a régészet. Célja a paleokörnyezet rekonstruálása, az emberi csontokon létrejött különböző destrukciók okainak meghatározása, a maradványok szelektív transzportfolyamatainak tisztázása és a csontokon lévő elváltozások emberi vagy nem emberi közreműködéstől, ágensektől való megkülönböztetése.⁹⁰ Fontos kiemelni, hogy a tafonómia alapvetően az egyes populációkra, populációs tulajdonságokra tud következtetéseket levonni. Természetesen, ha mindezen tudást forenzikus kontextusba helyezzük, akkor az áldozat maradványainak (és annak környezete) vizsgálata révén az egyén kerül a fókuszba.



12. számú kép

Átjátszótorony 4 m mélyen kiásott göd-
rébe bedobott, majd betemetett holttest
kiemelése

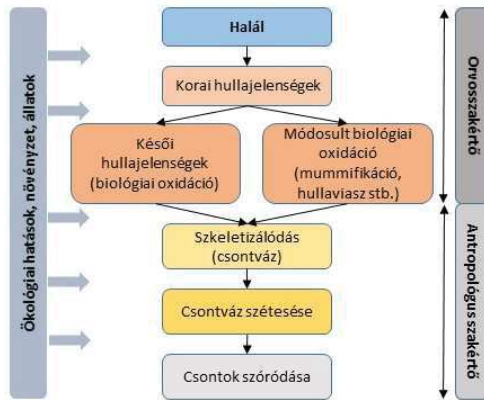


13. számú kép

A felismerhetetlen holttest bal csuklóján
karóra, jobb kezén gyűrű

A tafonómia multidiszciplinaritásából következően ezt a komplex rekonstrukciós tevékenységet több szakma képviselői együttesen végzik, azal a kitétel, hogy forenzikus szempontból releváns ügyekben a holttestmaradványok leletezése döntően az igazságügyi orvosszakértők (forenzikus patológusok), illetőleg – csontváz, csontlelet esetén – antropológusok feladata.

⁹⁰ Haglund, William D.; Sorg, Marcella H. eds.: Forensic Taphonomy. The Postmortem Fate of Human Remains. CRC Press LLC. 1997. 3. o.



2. számú ábra
Halál utáni folyamatok a holttesten

A forenzikus relevancia érdekében a halál óta eltelt időt jelenti. Ez országonként más időintervallumot jelenthet: Portugáliában a halált követő 15 év, Spanyolországban 25 év, Olaszországban akkor, ha a lelet a II. világháború utáni, Németországban pedig 50 év.⁹¹ Magyarországon mindez az elévülési időhöz kapcsolódik. Főszabály szerint az elévülési idő a büntetési tétel felső határa, de legalább öt év. Nem évülnek el azonban az emberiség elleni vagy háborús bűntettek, az életfogytig tartó szabadságvesztéssel büntethető bűncselekmények, valamint egyes (a Büntető Törvénykönyv XIX. fejezetében szereplő), ötévi szabadságvesztésnél súlyosabban büntetendő bűncselekmények, ha a bűncselekmény sértette az elkövetéskor a 18. életévét nem töltötte be.⁹² A magyar büntetőjogban nincs abszolút elévülési idő. Ez azt jelenti, hogy az elévülést félbeszakítják bizonyos eljárás cselekmények, amelyek következtében az elévülés újrakezdődik.

Csontvázlet esetén az elfekvési idő vizsgálatához a következő típusú vizsgálati lehetőségek adóttak:

⁹¹ Schmitt, A. – Cunha, E. – Pinhero, J. eds.: Forensic Anthropology and Medicine. Complementary Sciences from Recovery to Cause of Death. Humana Press. Totowa, NJ. 2006. 46–47. o.

⁹² 2012. évi C. törvény a Büntető Törvénykönyvről (Btk.) 26. § (2)-(3)

- makromorfológiai vizsgálatok,
- mikroszkópos vizsgálatok,⁹³
- képalkotó vizsgálatok,
- fiziko-kémiai vizsgálatok,
- genetikai (DNS degradációs) vizsgálatok.⁹⁴

Azok a főbb makroszkópos elváltozások, amelyek földben talált csontvázelet esetén a származási idő 50 éven belüli voltát egyértelműen kizárják, a következők:

1. a csont felületén és törési felszínein hullaviasz nyoma már nem látható,
2. a külső kompakt csontállomány mély uzurációja (kimaródása) észlelhető,
3. a külső kortikális (kérgi) réteg elemelkedik,
4. a külső lamellák (csontlemezek) feltöredeznek,
5. a csontállomány megcsavarodik (torzió),
6. intenzív barnás-fekete bevonat képződés a csonton (mikroorganizmusok),
7. brushit (kalcium-hidrogén-foszfát-dihidrát) képződés a felszínen és a velőűrben,
8. a csontok kézzel könnyen törhetőek,
9. friss fűrészelési felszínen csökkent UV-fluoreszcencia.⁹⁵

⁹³ Yoshimo, M. – Kimiyama, T. – Miyasaka, S. – Sato, H. – Seta, S.: Microscopical study on estimation of time since death in skeletal remains. *Forensic Science International* 1991/2. 143–158. o.

⁹⁴ Kaiser, C. – Bachmeier, B. – Conrad, C. et al.: Molecular study of time dependent changes in DNA stability in soil buried skeletal residues. *Forensic Science International* 2008/1. 32–36. o.

⁹⁵ Verhoff, M. A. – Kreutz, K: Macroscopical findings on soil-embedded skeletal remains allowing the exclusion of a forensically relevant lay time. *Forensic Patology Reviews* 2007/3. 239–250. o.

Az elfekvés időn túl a szakértőknek a következő kérdésekre kell választ adniuk:

1. A csontok emberi eredetű csontok-e?
2. Hány ember csontjai?
3. Milyen nemű ember(ek)től származnak?
4. Milyen eredetű⁹⁶ ember(ek) csontjai?
5. Milyen életkorú ember(ek) csontjai?
6. Milyen testmagasságú és alkatú ember(ek) csontjai?
7. Megállapítható-e valamilyen deformitás, vagy akár csont-, akár szisztémás betegségre utaló eltérés?
8. Milyen élőben vagy halál után keletkezett sérülések és (ellátott vagy ellátás nélküli) sérülés utáni állapotok találhatók a csontokon?
9. Van-e valamilyen egyedi jellegzetesség a csont(ok)on?
10. Milyen halál utáni behatások igazolhatók a csontokon?
11. Milyen kórállapotok igazolhatók a csontokból végzett kémiai, toxikológiai vizsgálatokkal?
12. Az egyén(ek) vércsoportja(i), genetikai profilja(i)?
13. Mi lehetett az egyén(ek) halálának oka?
14. Ha pedig szóba jön egy személy a csontlelettel kapcsolatban, akkor származhatnak-e a csontok az adott személytől?⁹⁷

A kérdések természetesen az adott ügy kapcsán, a hatósági igények szerint módosulhatnak, vagy akár egyéb kérdések is felmerülhetnek.

⁹⁶ Korábban a „*rassz*” kifejezést használták, újabban – szakmai indokok alapján – „*az eredet*” (ancestry) használatos.

⁹⁷ Angyal Miklós: Ismeretlen személyazonosságú holttestek azonosítása. PhD értekezés. PTE AJK. Pécs, 2014.

Post-mortem képalkotás

Ma már az orvosi tomográfiai vizsgálatoknak számos válfaja ismert: a CT (computer tomográfia), az MRI (mágneses rezonanciás képalkotás), illetve az izotóp diagnosztika két fontos módszere, a SPECT (egy-foton emissziós tomográfia) és a PET (pozitron emissziós tomográfia). A vizsgálatok célja, hogy a test keresztmetszeti rétegeit, illetve akár az azokban zajló élettani folyamatokat lehessen megjeleníteni, közvetlen észlelés, azaz műtéti vagy sebészeti beavatkozás nélkül.⁹⁸

A post-mortem képalkotó diagnosztikára – legyen az patológiai, vagy igazságügyi orvostani vonatkozású – mindig is jellemző volt, hogy hamar vizsgálni kezdte az új (ante-mortem, orvosi) módszerek lehetséges felhasználásának lehetőségét a saját szakterületén belül. A képalkotó módszerek érzékenységének, felbontóképességének valamint az informatikai háttér utóbbi 10–15 évben lezajlott rohamos fejlődésének köszönhetően ezen eszközök már számos ország igazságügyi orvostani intézetének állandó, a halálesetek kivizsgálásakor rutinszerűen alkalmazott eszközeivé váltak. Egy radiológiai képalkotó módszer legnagyobb előnye a „hagyományos” patológiai vizsgálómódszerrel, a boncolással szemben az, hogy non-invazivitása miatt nem jár együtt a holttest szükségszerű felnyitásával, sértésével. Ez a szempont jelentős mértékben hozzájárulhatott a képalkotó módszerek – különösen a post-mortem CT és MRI vizsgálatok – azon (döntően nyugat-európai) országokban való elterjedéséhez, ahol a hatályos jogi szabályozás eredményeként vagy kegyeleti okokra hivatkozva csak nagyon alacsony számban végeznek boncolásokat.⁹⁹

A natív post-mortem CT vizsgálatok során ugyanakkor a finomabb lágyrész elváltozások és a keringési rendszer, valamint annak sérülései nem

⁹⁸ Balkay, L.: Orvosi leképezéstechnika. A tomográfiai és a CT módszer kialakulása.

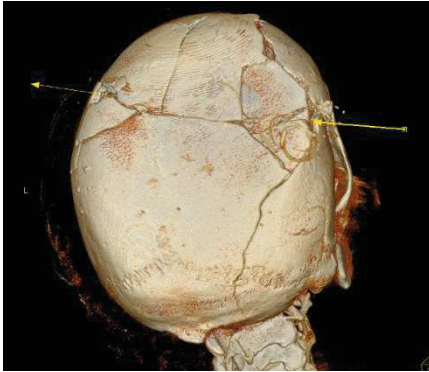
Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Orvosi_lekepezestechnika/ch12s02.html

Letöltés ideje: 2014.09.12.

⁹⁹ Németországban az összes haláleset csak 3–4%-ánál történik boncolás.

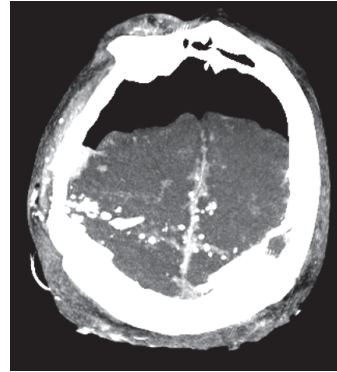
vizsgálhatók. Ennek kiküszöbölésére az utóbbi években több, egymással párhuzamosan futó fejlesztés indult meg a CT angiográfiák holttesteken való alkalmazásának kidolgozására.¹⁰⁰ A módszer segítségével a holttest érpályájába sugárszóró anyagot (kontrasztanyag) juttatnak, amely zsíroldékony természete miatt az érfalon keresztül nem tud távozni. Kiemelt jelentősége van a módszernek a különböző vérzésforrások azonosításában.¹⁰¹

A post-mortem CT vizsgálatok során elkészített felvételek megfelelő adathordozón vagy merevlemezen szinte korlátlan ideig tárolhatók. Szükség esetén újra, más személy által megtekinthetők, a szélessávú internet elterjedésének köszönhetően egy eset kapcsán akár más országokban vagy földrészekben dolgozó szakértők véleménye is kikérhető a képanyagok online megosztásával (telekonzultáció, teleradiológia).



14. számú kép

Lövés következtében létrejött koponyacsont törések 3D CT képe



15. számú kép

A lövés löcsatornájának hosszszelvényi képe a CT felvételen¹⁰²

¹⁰⁰ Grabherr, S. – Grimm, J. – Dominguet, A. – Vanhaebost, J. – Mangin, P.: Advances in post-mortem CT-angiography. *British Journal of Radiology* 2014/87. 1–9. o.

¹⁰¹ Palmiere, C. – Binaghi, S. – Doenz, F. – Bize, P. et al.: Detection of hemorrhage source: The diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Science International* 2012/222. 33–39. o.

¹⁰² A szerzők saját vizsgálati anyagából.

A post-mortem „képalkotás” speciális formája az arcreekonstrukció, ami a koponyának a valós vagy virtuális lágyrész felrakással történő fejjé formálását jelenti. Előbbi esetben a csontos koponya gipszmásolatára kerül fel – anatómiai alapon, szobrászati módszerekkel – a lágyrészeket imitáló agyag (plasztikus arcreekonstrukció); míg utóbbi esetben a koponya digitális képén jeleníthetjük meg megfelelő alkalmazások segítségével a lágyrészeket, arccá formálva azt. A módszernek hazai forenzikus alkalmazása is ismert.¹⁰³ Az elmúlt évtizedben Elizabeth Daynes hiper-realistikus (történeti és történelmi jelentőségű) arcreekonstrukciói¹⁰⁴ elérhető közelségbe hozták emberőseink mindennapjait. A számítógépes paleoantropológia (computer-assisted-paleoantropology) önálló fogalommá vált. Ennek reprezentatív példája „Ötzi” maradványainak¹⁰⁵ fokozatosan bővülő, komplex vizsgálati lelete, valamint (életének, utolsó napjának, arcának, testének) interdiszciplináris rekonstrukciói.¹⁰⁶

¹⁰³ Angyal, M. – Rimmer, E. – Vollmuth, K.: Plasztikus arcreekonstrukció az igazságügyi orvosszakértői gyakorlatban. Orvosi Hetilap 1999/51. 2865–2868. o.

¹⁰⁴ Ateliér Daynes.

Forrás: <http://www.daynes.com>

Letöltés ideje: 2019.02.03.

¹⁰⁵ 1991. szeptember 9-én, az osztrák–olasz Alpokban, 3210 méter magasan, jégbe fagyva egy rézkori ember maradványait találták. A környezeti körülmények miatt jól konzerválódott holttest, megtalálási helyéről (az Ötztal Alpokról) az „Ötzi” nevet kapta.

¹⁰⁶ Turnbull, David: Out of the Glacier into the Freezer: Ötzi the Iceman’s Disruptive Timings, Spacings, and Mobilities. In: Radin, Joanna, Kowal, Emma (eds.): Cryopolitics. Frozen Life in a Melting World. MIT Press. 2017.

Forrás: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1n2ttqh.12>

Letöltés ideje: 2019.11.10.



16. számú kép

Ötzi-ről, az 5.000 éves „jégemberről” készített CT scan. A bal váll alatt jól látható a kulcscsont alatti verőeret sértő, a férfi halálát okozó nyílhegy.¹⁰⁷

A prognosztizált jövő: a helyszínen kevert valósága és a virtuális helyszín

Az elmúlt évtizedekben világossá vált, hogy a jól képzett régészek és a régészeti eljárások nagymértékben hozzájárulhatnak a bűncselekmények helyszíneinek megértéséhez, és az is, hogy a törvényszéki szemlélet és módszertan jelentős mértékben gazdagíthatja a régészeti ismereteket.¹⁰⁸ Az emberiesség elleni bűntettek során végzett forenzikus archeológiai, antropológiai tevékenység ugyanakkor rámutatott arra is, hogy milyen különbségek vannak az eljárások célját illetően az egyes bűncselekmények és a tömegsírok vizsgálatakor. Az 1995 júliusában Srebrenicában kivégzett

¹⁰⁷ Forrás: <https://anthropology.net/2007/06/10/solving-the-mystery-of-otz-is-death-the-5000-year-old-iceman/>

Letöltés ideje: 2019.11.08.

¹⁰⁸ Skinner, M. F.: Planning the archaeological recovery of evidence from recent mass graves. *Forensic Sci. Int.* 34. 1987. 267–87. o.

több ezer ember maradványainak feltárásakor a nemzetközi szakértői csoport célja nem az egyes holttestek azonosítása, hanem egy meghatározott népcsoport ellen irányuló, jogellenes, tömeges kivégzés igazolása volt.¹⁰⁹ Emellett a történeti és forenzikus archeológiai vizsgálatok összehasonlítása során észre kell vennünk, hogy a bizonyíték más értelmezéssel bír a tudományos és a jogi gyakorlatban. Azok a tudományos, sokszor kiterjesztő, spekulatív következtetések, amelyek az ókori múlt megismerésében elfogadhatók lehetnek, nem feltétlen fogják megállni a helyüket egy mai büntetőbíróság előtt. Ugyanez igaz az ezen a két területen meglévő érvelési módszerekre is. Egy hosszabb tudományos kutatás intuitív, sokszor nyílt végű eredménye tehát – eltérő természete miatt – ellentmondásba kerülhet egy konkrét bírósági ügyben hozott végleges, bináris ténymegállapítással, ítélettel.¹¹⁰ A bizonyítékok elfogadásával kapcsolatos bírósági döntések a bűnös vagy ártatlan szélsőségek elérésén alapulnak, nem pedig azon, hogy a bizonyítékok miként járulhatnak hozzá a múlt teljesebb megismeréséhez.¹¹¹

A tudományos alapú történetelbeszélés és a (közel)múlt jogilag megkövetelt feltárásának dichotómiája kijelölte tehát a forenzikus archeológia teritóriumát, vizsgálati módszertanát és ismeretanyagának jogi célú argumentációját is. Mindehhez a klasszikus antropológiai eszközpark és metódika mellé a forenzikus tudományok (fentebb tárgyalt) vizsgáló módszerei kapcsolódtak.

Az ezredfordulót követően az információtechnológia robbanásszerű fejlődésének köszönhetően megjelent a „*cyberarcheológia*”, és a kiterjesztett, kevert és virtuális valóság alapú régészeti alkalmazásokkal „látható és tapintható” közelségbe hozta elődeink mindennapjait.

¹⁰⁹ Vollen, L.: All that remains: identifying the victims of the Srebrenica massacre. *Camb-ridge Q. Healthc. Ethics* 10(3). 2001. 336–340. o.

¹¹⁰ Foster K. R. – Huber P. W.: *Judging Science: Scientific Knowledge and the Federal Court*. MIT Press. Cambridge, MA. 1999.

¹¹¹ Crossland, Zoe: Evidential Regimes of Forensic Archaeology. *Annual Review of Anthropology* 42. 2013. 121-137. o.



17. számú kép

Virtuális archeológia a Badischen Landesmuseum (Karlsruhe) kiállítótermében¹¹²

A modern post-mortem képalkotó diagnosztika és a lelőhely (v.ö. bűnügyi helyszín) digitális feldolgozásának integrációja megfelelő számítógépes alkalmazások révén további lehetőségeket nyitott meg a forenzikus archeológia és antropológia számára. A hologrammos (valós tárgyak közé kevert virtuális tárgyakkal operáló) megoldásokra már számos eszközkészlet (Google ARCore¹¹³, Apple ARKit¹¹⁴, Microsoft MixedReality-Toolkit¹¹⁵) áll rendelkezésre. Ha a hologrammos eljárások medicinában történt forradalmi térnyerését vesszük alapul, úgy véljük, hogy nincs már messze az

¹¹² Archäologie in Baden – Virtual Reality Experience.

Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=vroLX5iZKNI>

Letöltés ideje: 2019.11.01.

¹¹³ Build the Future.

Forrás: <https://developers.google.com/ar/>

Letöltés ideje: 2019.11.03.

¹¹⁴ Developer.

Forrás: <https://developer.apple.com/arkit/>

Letöltés ideje: 2019.11.03.

¹¹⁵ Github.

Forrás: <https://github.com/Microsoft/MixedRealityToolkit>

Letöltés: 2019.11.03.

idő, amikor a nyomozó (ügyész, bíró) a helyszínt „bejárva és kriminalisztikai vizsgálat alá vonva”, majd a szakértőkkel közösen végzett „helyszíni boncolással” olyan (új) bizonyíték gyűjtésére, ezáltal pedig olyan történeti rekonstrukcióra lesz képes, amely a kevert valóság általi bizonyítást a bizonyítékok királynőjévé teszi. A gondolatkísérlet (és a kevert valóság) pedig folytatódhat akár a bizonyítási kísérletekkor, helyszíni kihallgatásokkor és természetesen a bírósági tárgyalótermekben is.



18. számú kép

Svéd kutatók által kifejlesztett érintőképernyős, 3 D-s, CT képeken alapuló boncolásztal (a),¹¹⁶ és ennek egy lehetséges régészeti alkalmazása a British Múzeum múmiakiállításán (b).¹¹⁷

Végül szükséges szólnunk a modern számítógépes alkalmazásoknak a rendőrségi és forenzikus oktatásokban betöltött szerepéről. A kevert valóság alapú oktatási módszerek ma már megtalálhatók számos egyetem kurrikulumában. A folyamatosan fejlődő archeológiai MR technológiák

¹¹⁶ Forrás: <https://newatlas.com/virtual-3d-autopsy-table/13155/>

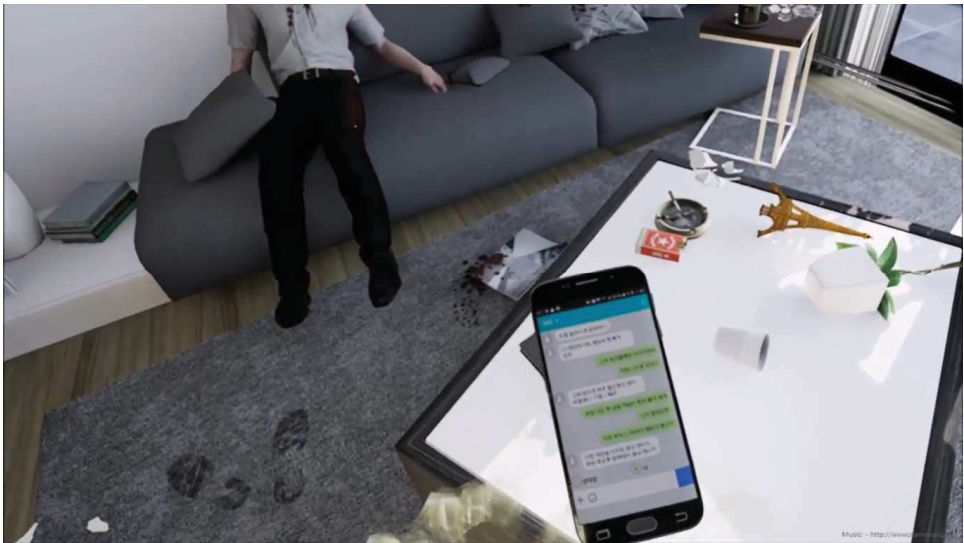
Letöltés ideje: 2019.11.01.

¹¹⁷ A vörös haja miatt Gingernek keresztelt 5 500 éves egyiptomi múmia a CT vizsgálat eredménye alapján gyilkosság áldozata lehetett.

Forrás: <https://www.world-archaeology.com/world/africa/egypt/gebelein-man-stabbed-in-the-back/>

Letöltés ideje: 2019.11.02.

lehetőséget kínálnak új narratívák bemutatására, hangsúlyozva a kontextus fontosságát, és szemléltetve a feltérképezés és a szisztematikus régészeti gyakorlat közötti lényegi összefüggéseket.¹¹⁸ Az MR és VR megoldások ugyanakkor a jövőben alkalmasak lehetnek a bűnügyi helyszínen történtek kriminalisztikai szempontú rekonstrukciós elemzésére, elősegítve ezzel az eseményekbe ágyazott információ jobb megértését és a helyszínek és emberek közötti interakciók alapos vizsgálatát is. Ezáltal az oktatásmódszertani lehetőséggel pedig olyan többlet tudás keletkezik, amely később a büntetőeljárások hatékonyságát nagy mértékben növelheti.



19. számú kép
Virtuális helyszíni szemle – egy oktató szoftver demo verziója¹¹⁹

¹¹⁸ Pettitta, Alisa – Fuhrmann, Sven: Modern Archeological Mapping: Towards Immersive VRUse in Archeology. Proceedings of the International Cartographic Association. 2019.

¹¹⁹ CSI VR educational demo software

Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=JV2joOtvj8Q>

Letöltés ideje: 2019.11.02.

Összefoglalás

A „forenzikus archeológia”, magyarul bűnügyi régészet alatt lényegében a régészeti eszközök és módszerek kriminalisztikai felhasználását értjük. A tudományos kutatásnak és a helyszíni szemlének egy sajátos, számos specifikummal rendelkező ötvözete. Az új évezredben jelent meg elkülönült szakterületként, először az Egyesült Államokban, az Egyesült Királyságban és Nyugat-Európában.

A bűnügyi régészetnek három alapvető célja van. Először is a tafonómia („*tetensorstan*”) megértése és értelmezése. Tafonómia mindaz a természetes és emberi cselekvés eredményeként előálló változás, ami a bűnügyi helyszínen, a bűnjeleken és az emberi maradványokon végbe megy azt követően, hogy a bűnügy szempontjából releváns esemény (bűncselekmény, holttest rejtése) megtörténik. Második célja mindazon történések rekonstruálása, amelyek következtében maga a helyszín létrejött. Ez a rekonstrukció a földfelszín, majd a talaj mélyebb rétegeinek aprólékos, részletes megfigyelése, átvizsgálása és az észleltek folyamatos dokumentálása során vagy azt követően valósulhat meg. A feltárás, az ásatás maradandóan megváltoztatja a bűnügyi helyszínt, ezért a kutatást és dokumentálást különös körültekintéssel kell végezni. Végül a bűnügyi régészet harmadik célja a felkutatott, rögzített nyomok és anyagmaradványok, elváltozások elemzése, valamint az ezekre épülő rekonstrukció segítségével a helyszín – bizonyítás érdekében történő – komplex értelmezése.

A bűnügyi régészet nem pusztán a kihantolás, ásatás, feltárás helyes és szakszerű módszertana. A forenzikus archeológia hadrendbe állítja, felhasználja a helyszín pontos meghatározását, felszíni megfigyelését, a felszín távérzékelését, geofizikai vizsgálati módszerek használatát, a talajra, a talajszerkezetre, a talaj alkotóelemeire vonatkozó vizsgálatokat, a biológiai antropológiát és az igazságügyi orvostani ismereteket, a háromdimenziós képalkotást, a palinológia és entomológia forenzikus ismeretanyagát, sőt a meteorológia egyes eredményeit is. Mindezt speciális jogi céllal és jogi

környezetben teszi: a feltárt leletek, elváltozások egy része bűnjel lesz, aminek rögzítése jogi eljárásban történik, jogszerűségi szempontokra is figyelemmel. Már csak ezért is különös gondot kell fordítani a kontamináció elkerülésére. A forenzikus archeológia további különlegességét adja, hogy (például) népirtások tömegsírhajai esetén akár fel nem robbant katonai lőszerekre, taposóaknákra is számítani lehet.

Tanulmányunkban igyekeztünk bemutatni ennek az érdekes, interdiszciplináris munkának az alapjait, kapcsolódásait, jelenlegi helyzetét és jövőbeni lehetőségeit. Tettük mindezt azzal a céllal, hogy felhívjuk a jogalkalmazók és releváns hatóságok figyelmét az ebben a tudományterületben rejlő lehetőségekre, amelyek megfelelő kiaknázása hatékonyabb és biztonságosabb bűnügyi munkát tehet lehetővé.