



Kriminalisztikai tradíció és innováció A vizualitás, a 3D rekonstrukció és a digitális technológiák szerepe a modern bizonyításban

Tradition and Innovation in Criminalistics: The Role of Visuality, 3D Reconstruction and Digital Technologies in Modern Evidentiary Practice

Horváth Orsolya

Dr., PhD, óraadó
Nemzeti Közszolgálati Egyetem,
Rendészettudományi Kar,
Pécsi Tudományegyetem,
Állam- és Jogtudományi Kar
horvath.orsolya@pte.hu



Magyar
Tudomány
Társaság



Absztrakt

Cél: A tanulmány célja a klasszikus kriminalisztikai nyomtan és a modern digitális technológiák – különösen a háromdimenziós (3D) rekonstrukció – találkozási pontjainak, valamint a bűnügyi múltkutatásban betöltött szerepének bemutatása Fenyvesi Csaba professzor elméleti modelljeinek és a releváns nemzetközi szakirodalomnak a tükrében.

Módszertan: A tanulmány a kriminalisztikai tradíció és innováció kapcsolatát elemzi a legfrissebb hazai és nemzetközi szakirodalmi források segítségével, valamint konkrét esettanulmányok (például a brit mock juror vizsgálat, hazai „leeséses” emberölési ügy) feldolgozásával. A kutatás elméleti keretét a Fenyvesi-féle 751-es piramismodell és az „első csapás” (First Strike) elve adja.

Megállapítások: A digitális innovációk nem a kriminalisztikai tradíciók megtörését, hanem azok magasabb szintű, tudományosan validált kiteljesítését jelentik. A 3D rekonstrukció a piramismodell rendszerében „szuper mediátorként” funkcionál, amely képes egyetlen térbeli és logikai vázba integrálni a nyomokat, az anyagmaradványokat és a vallomásokat. A technológia lehetővé teszi az

A szerző a kéziratot magyar nyelven nyújtotta be. Benyújtás ideje: 2026. 03. 10. Átdolgozás: 2026. 04. 07. Elfogadás: 2026. 05. 21.



„első csapás” digitális konzerválását, biztosítva a bűnügyi helyszín milliméteres pontosságú virtuális bejárhatóságát és az adatok kihúléstmentes újraelemzését a bírósági szakaszban.

Érték: A tanulmány szintetizáló narratívát kínál a szakmai közönség számára, amelyben a 3D technológiák nem csupán illusztrációs eszközként, hanem tudományos metrológiai műszerként jelennek meg. Az írás transzparens módon ismerteti a digitális bizonyítás elméleti kockázatait, miközben olyan módszertani válaszokat ad, amelyek garantálják az innovatív bizonyítékok bírósági befogadhatóságát és a történeti igazság megállapítását.

Kulcsszavak: kriminalisztikai tradíció, 3D rekonstrukció, 751-es piramismodell, digitális technológiák, tudományos validáció, első csapás (First Strike)

Abstract

Aim: The aim of the study is to present the points of intersection between classical forensic traceology and modern digital technologies, especially three-dimensional (3D) reconstruction as well as their role in criminal past research, in light of Professor Csaba Fenyvesi’s theoretical models and the relevant international literature.

Methodology: The study analyses the relationship between forensic tradition and innovation with the help of the most recent Hungarian and international literature, as well as through the processing of specific case studies, such as the British mock juror study and a Hungarian “fall-related” homicide case. The theoretical framework of the research is provided by Fenyvesi’s 751 pyramid model and the principle of the “first strike” (First Strike).

Findings: Digital innovations do not represent a break with forensic traditions, but rather their higher-level, scientifically validated fulfilment. Within the system of the pyramid model, 3D reconstruction functions as a “super-mediator” that is capable of integrating traces, material remnants, and testimonies into a single spatial and logical framework. The technology enables the digital preservation of the “first strike,” ensuring the millimetre-accurate, virtual walk-through capability of the crime scene and the reanalysis of data without cooling down during the judicial phase.

Value: The study offers a synthesising narrative for the professional audience, in which 3D technologies appear not merely as illustrative tools, but as scientific metrological instruments. The paper transparently presents the theoretical risks of digital evidence, while providing methodological responses that guarantee the admissibility of innovative evidence in court and the establishment of historical truth.

Keywords: forensic tradition, 3D reconstruction, 751 pyramid model, digital technologies, scientific validation, first strike (First Strike)

Bevezetés

A közvetett bizonyítékok térhódítása, a módszertani fejlődés és a technológiai megújulás jellemzi a kriminalisztika fejlődéstörténetét (Fenyvesi, Herke & Tremmel, 2022). Ezt a folyamatot számos tudományág támogatja, eredményeit a kriminalisztika adaptálja. Fenyvesi Csaba professzor munkáiban a múlt-jelen-jövő hármas egységére épülő szemléletmódot képviseli ezzel is kifejezve az alkalmazott ténytudomány folyton változó, dinamikus jellegét (Fenyvesi, 2025). Ezt erősíti meg Mátyás (2024) is, mikor a magyar kriminalisztika fejlődését olyan mérföldkövek mentén értelmezi, melyek a klasszikus értelemben vett nyomozati hagyományokat és a modern technológiai elvárásoknak való megfeleléseket is integrálják. A kettő kapcsolata, azaz a bűnüldözés eredményessége és hitelessége a tárgyalóteremben mérettetik meg, ahol a tárgyi bizonyítékok tudományos megalapozottsága jelenti a garanciát az igazságszolgáltatási hibák, justizmordok elkerülésére (Fenyvesi, 2017).

A Fenyvesi által megalkotott és elismert 751-es (korábbi változatában 731-es) piramismodell biztosítja az alapokat a modern bizonyítási eljárások számára (Fenyvesi & Orbán, 2019). A kriminalisztikai hét fő kérdés megválaszolása, mint a modell bázisa segíti a múlt objektív és torzításmentes feltárását (Fenyvesi, 2017). A mi, hol, mikor, hogyan, ki, kivel és miért kérdéseit követik a mediátorok a piramis közepén, melyek köre az utóbbi időszakban jelentősen bővült. Ötödik pillérként jelent meg a nyomok, anyagmaradványok, vallomások és okiratok mellett az elektronikus adat, mely a kriminalisztika fejlődésének egyben ötödik mérföldköve is (Fenyvesi, Herke & Tremmel, 2022). „*Egy kép többet mond ezer szónál*” - idézi Fenyvesi ars poeticájában (Fenyvesi, 2025), mivel a vizualitás szerepe jelentősen felértékelődött a modern bizonyítási rendszerekben. A hagyományos, két dimenzióra épülő helyszínrögzítési módokat, mint a statikus fénykép vagy kézi helyszínrajz, fokozatosan egészítik ki a háromdimenziós (továbbiakban: 3D) technológiák (Horváth, 2024). A bűnügyi helyszínek milliméter pontosságú rögzítését teszik lehetővé a fotogrammetria, lézerszkennelés segítségével, ezáltal is utólagos újraértelmezési lehetőséget és vizuális bejárhatóságot nyújtva (Metzger et al., 2020). Az innováció ilyen irányú megjelenése és integrációja a bűnfelderítés területére, szorosan kapcsolódik az „első csapás” (first strike) elvéhez. A forró nyomos üldözés szakaszában ugyanis a nagyfelbontású 3D modellezés lehetőséget biztosít a bűnüldöző

hatóságok számára, hogy részletgazdagon rögzítsék a környezetet, miközben megőrzi a helyszín sértetlenségét a későbbi szakértői elemzések számára (Fenyvesi, 2025).

A tanulmány célja, hogy bemutassa a 3D rekonstrukció és a digitális technológiák nem a kriminalisztikai tradíciók megtörését képviselik, hanem azok magasabb szintű, tudományosan is megerősített kiteljesítését, ezáltal is biztosítva a „tényészet”, vagyis a releváns adatok felkutatásának primátusát (Fenyvesi, 2017).

A klasszikus kriminalisztikai nyomtan és vizualitás alapjai

A releváns adatok felkutatása a kriminalisztika, mint alkalmazott ténytudomány elsődleges feladata, mely mindig megelőzi a jogi minősítést. A kriminalisztikai megismerés és bizonyítás a múltbeli események leképeződésén alapszik. A folyamat alapját a Locard-féle kölcsönhatás, vagy másnéven nyomkereszteződés (transfer principle) elve jelenti. Eszerint minden találkozás, érintkezés nyomot hagy (Balláné Füsztér, 2019). Ez teremti meg annak lehetőségét, hogy a jelenben rögzített elváltozásokból következtetni tudjunk a múltbeli cselekményre, kiküszöbölve az időbeli távolságot az esemény és annak elbírálása között (Petrétei, 2022).

A piramismodell mediátorai segítik a végső cél elérését, a 751-es piramismodell csúcsán elhelyezkedő azonosítást (Fenyvesi & Orbán, 2019). Az elektronikus adat mint ötödik közvetítő elem illeszkedik a hagyományos nyomtan elméleti kereteibe, ugyanakkor meg is változtatja annak karakterét (Fenyvesi, 2014). A tradicionális felfogás a nyomot mint alaki visszatükröződést („kulcsín”), az anyagmaradványt mint anyagi összetételt („belbecs”) határozza meg, így biztosítva a bizonyítás objektivitását (Fenyvesi, 2017). Ezzel szemben az elektronikus adat kilép a fizikai világ törvényszerűségeiből, új, immateriális dimenziót hoz be a bizonyításba. Egy 3D modell egyszerre ad számunkra morfológiai információt (a helyszín adatait) és metaadatokat, mint időbélyeg, hash-érték stb., melyek az anyagi, azaz „belbecs” eredetét igazolják. Ahhoz azonban, hogy az ötödik pillérig megérkezzünk, hosszú utat kellett bejárni a kriminalisztika történetében.

A vizualitás mint a dokumentáció és kommunikáció legfontosabb eszköze a kezdetektől jelen van a kriminalisztikában. A helyszíni szemlén alkalmazott hagyományos rögzítési módok, mint a fényképfelvétel, a helyszínrajz, kézi helyszínvázlat alkalmazása több évszázadra tekint vissza (Gárdonyi, 2024). A két-dimenzió azonban információvesztéssel jár, ahogy erre Metzger és szerzőtársai

(2020) is rámutatnak. A takarások, perspektívaorzulások az egyes tárgyak térbeli pozíciójának akadályozott rekonstruálását teszik csak lehetővé egy papíron vagy monitoron keresztül szemlélve (Ujvári & Metzger, 2024). Az olyan vizuális jellegű bizonyítékok, mint egy lábbelinyom gipszöntvénye, vagy akár egy bűnjeltárgy fényképe, segítik, támogatják a bíróság számára közvetetten a helyszín észlelését. A digitális fordulat az ötödik pilléren keresztül érkező azonban kiterjeszti az állapotörögzítés eddigi dogmáját, és a statikus helyzetkép helyett egy dinamikus rekonstrukciós lehetőséget biztosít, ezáltal is túllépve a két dimenzió korlátain (Horváth, 2024).

A tárgyi bizonyítékok mint „megvásárolható tanúk” magasabb validitást képviselnek a szubjektív személyi bizonyítékhoz képest, ezért a kriminalisztikai tradíció nem mást jelent, mint a nyomok és vizuális bizonyítékok objektivitásába vetett bizalmat. A tettes, a sértett és a tetthely háromszöge a tárgyi bizonyítékokon keresztül válik ellenőrizhetővé, tudományosan igazolhatóvá (Fenyvesi, 2017). Ebben a rendszerben az innováció nem ezen alapok elvetését jelenti, hanem azok kiteljesítését. A mediátorok magasabb szintű vizuális integrációjával csökkenthetők a torzítások, a múlt jobban megismerhetővé válik a jogalkalmazók számára (Fenyvesi, 2025).

Digitális fordulat, az új vizuális és rekonstrukciós technológiák megjelenése

Ahogy az előző fejezetben ismertettük, jelentős paradigmaváltás zajlott a kriminalisztikai helyszínörögzítés technológiai hátterében az elmúlt évtizedben. Ebben a szakaszban röviden áttekintjük az ehhez kapcsolódó innovációkat.

Fotogrammetria és 3D helyszínörögzítés

Egy digitális fényképezőgép segítségével vagy akár egy nagyfelbontású kamerával rendelkező okostelefonnal is megvalósítható a legdinamikusabban terjedő eljárás, a fotogrammetria, mely nem igényel speciális hardvert (Metzger et al., 2020; Ujvári & Metzger, 2024). A nagyszámú fényképfelvétel felhasználásával a szoftver rekonstruálja az egyes objektumok térbeli struktúráját, amit a felvételek 60–80%-os átfedése segíti. A létrehozott pontfelhőt követően egy fotorealistikus 3D modellt kapunk (Ujvári & Metzger, 2024). Az eljárás alkalmazásával bűnügyi helyszínek, holttestek és bűnjeltárgyak dokumentálására is lehetőség van, melyet magyar kutatók is igazoltak (Metzger et al., 2020). Rucska (2026) azt is leírja, hogy bár a technológia pontosságát több tényező is

befolyásolja (fényviszonyok, felvételi protokoll), mégis 0,5–2 mm-es megbízhatóság érhető el alkalmazásával, mely vetekszik a lézerszkennerek pontosságával. A módszer előnye, hogy nem veszélyezteti a nyomok fizikai integritását, azaz nondestruktív jelleggel bír, mivel egy lábbelinyom mélysége anélkül megállapítható, hogy abban sérülés keletkezzen (Ujvári & Metzger, 2024). Az eljárás drónok segítségével nagy területeken (akár több km²) is alkalmazható, gyorsan leképezve a helyszínt.

Lézerszkennelés, pontfelhők és digitális helyszínmodellek

A passzív, fényképalapú fotogrammetriával szemben a lézerszkennelés távérzékelési technika (LiDAR), amelyben az egyes objektumok térbeli helyzete a lézersugarak segítségével rögzített. A helyszínrögzítés „arany standardjaként” ismert eljárás nagy kiterjedésű helyszíneken, közúti balesetknél, robbantások helyszíneken is alkalmazható (Hołowko et al., 2016). Az eljárás során generált több tízmilliárd pontból álló pontfelhő a helyszín olyan elemzését és bejárását teszi lehetővé milliméteres pontossággal, melyre ezidáig más technológia segítségével nem volt lehetőség (Rucska, 2026). A módszer előnyei mellett azonban hátrányait is ki kell emelnünk, ami nem más, mint a magas költségvonzat (eszközbeszerzés, képzés, fenntartás), az egyes alkalmazási helyszínek, körülmények során jelentkező anomáliák. Ilyen lehet a csillogó felületeken jelentkező elváltozás, mint az ablaküveg hiánya a modellben, ami külön mérlegelést igényel a gyakorlatban (Ujvári & Metzger, 2024). Hátrányt jelent továbbá az állványos elhelyezési kényszer, a csapadékra és extrém hőre való érzékenység, az egy helyszínhez kapcsolódó akár 60–100 GB-os adatfájlok tárolási terhe, valamint a pontfelhő-megjelenítéshez szükséges speciális hardver, ami a bírósági alkalmazást is korlátozza (Kellessy, 2026).

Virtuális bejárás, VR és digitális ikermodell

Egy valós helyszín, tárgy vagy személy digitális másolatát, mely teljes egészében megfeleltethető annak, digitális ikernek hívjuk, a 3D modellezés csúcspontjának (Becker et al., 2025). Hazai viszonylatban a rendőrség az IdomSoft együttműködésével tesztelte a piacon elérhető grafikus motorokat és 3D képalkotó eljárásokat (Kellessy, 2024). Ez a megközelítés egybevág azzal a gondolattal, hogy virtuális valóságként lépjenek be a helyszínre nyomozók, ügyészek vagy bírák és több perspektívából is értékeljék a bizonyítékokat (Horváth, 2024).

A digitális iker kettős szereppel bírhat. Egyrésztől szemléltető eszköz, másrészt a szakértői következtetés alapja is lehet. Utóbbi esetre világít rá egy

gyermekbántalmazási ügy, melyben olyan méréseket voltak képesek a szakértők utólag elvégezni a testen, melyre a valóságban nem kerülhetett volna sor (Becker et al. 2025). Ezt támasztja alá Petrétei (2022) is, mikor megfogalmazza, hogy a digitális rögzítés segítségével a helyszín dinamikus újraértelmezése valósulhat meg.

MI-támogatott vizualizáció és képelemzés

Felzárkózva a technológiai fejlődéshez, ma már nem a háromdimenziós technológiák alkalmazása, hanem azok mesterséges intelligenciával (MI) történő támogatása adja a legújabb irányait a jövő kriminalisztikájának. A generatív modellek képzajszűrésre és mintaillesztésre korlátozottan alkalmazhatók; a hiányos 3D adatok generatív kiegészítése rendvédelmi célra nem ajánlott, mivel a generatív modellek hallucinációaránya ~45% körüli, ami az igazságszolgáltatásban elfogadhatatlan (Kellessy, 2026). Kizárólag célzott, analitikai MI-megoldások javasoltak tehát ilyen jellegű feladatokra. A lehetőségek mellett azonban itt is számba kell vennünk a veszélyeket. A deepfake és a manipulált felvételek kockázata Herke (2025) szerint fel kell, hogy vesse minden esetben a bizonyítékok hitelességének kérdését, ellenőrzését (például metaadat-elemzés). A különböző technikai indikátorok (például egységes időbélyegek, tömeges metaadatmezők törlése stb.) mind olyan ellentmondások, melyek segíthetik a vizuális bizonyítékok hitelességének és integritásának ellenőrzését Priski szerint (2026). Fontos kiemelni ugyanakkor, hogy a több száz forrásfotóból analitikusan épített fotogrammetriai modellek nehezen hamisíthatók. Egyes okostelefonokban az MI-alapú képfeldolgozás nem kapcsolható ki, így a helyszíni felvételek szándékosság nélkül is módosulhatnak (Kellessy, 2026).

A tradíció és innováció találkozási pontjai

Ahogy Fenyvesi írja (2017), amíg a bűnügyi múltkutatás logikai alapja állandó, addig az adatok kinyerésének és értelmezésének módszertana változó, átalakul az új technológiai környezetben. A következőkben az egyes klasszikus rögzítési módokat és a hozzájuk kapcsolódó digitális innovációk kapcsolatát mutatjuk be.

Helyszínrajz és 3D modell

A helyszínrajz az egyik legfontosabb kriminalisztikai tradíció, amely az egyes releváns objektumok helyzetét képes térben rögzíteni (Petrétei, 2014). Azonban

legyen ez kézi vázlat, vagy egy számítógépes ábra, óhatatlanul hordoz szubjektív elemeket is, hiszen készítője dönti el, hogy mit tart fontosnak, mit emel ki és mit mellőz a rajzon (Horváth, 2024). Legyen szó fotogrammetria vagy lézerszkennelés segítségével előállított 3D modellről, objektív módon, úgymond „válogatás nélkül” képes rögzíteni a teljes környezetet (Rucska, 2019). A 3D modell azonban nem felváltja a helyszínrajzot, hanem magasabb absztrakciós szintet képvisel, ahogy erre rámutat Ujvári és Metzger (2024). Míg a klaszikus helyszínrajz az adott szubjektum által kiemelt lényegre fókuszál, addig a 3D modell megadja a lehetőséget mérések utólagos elvégzésére, akár olyan tetszőleges tárgyak között is, amelyek a szemle idején nem tűntek relevánsnak (Rucska, 2026). A tradíció és innováció találkozását a méretarányos, pontos felülnézeti helyszínrajz adja, mely egyesíti a digitális objektivitást a hagyományos áttekinthetőséggel (Nyitrai, 2025).

Fénykép és digitális térrekonstrukció

A 19. század vége óta a bizonyítás „zsinórmértéke” a statikus fényképfelvétel (Petrétei, 2020a). Ugyanakkor azt is tudjuk, hogy kétdimenziós leképezése a háromdimenziós valóságnak óhatatlanul is információvesztéssel jár. A korábban ismertetett fotogrammetria itt jelent hidat a múlt és jövő között. Hagyományos fényképezési alapelvekre épít, a felvételeket azonban térbeli pontokká, textúrázott felületekké alakítja, ezáltal „digitálisan konzerválja” a helyszínt (Ujvári & Metzger, 2024).

A fénykép tehát – akárcsak a helyszínrajz – egy-egy nézőpontból rögzíti a valóságot, míg a 3D rekonstrukció virtuális bejárást is lehetővé tesz, így a jogalkalmazó bármilyen tetszőleges pozícióból – legyen szó a tettes vagy a sértett feltételezett szemmagasságáról – vizsgálhatja meg a helyszínt (Rucska, 2026). Ezt a váltást hívhatjuk a „nézésről” a „látásra” való áttérésnek a tárgyalási szakban.

Tárgyi bizonyítás fizikai bemutatása és virtuális demonstráció

A tárgyi bizonyítékok fizikai bemutatása a bizonyítási eljárásban nagy meggyőző erővel bír, ahogy Fenyvesi (2017) is írja. Azonban a bűnjelek törékenysége, megsemmisülési lehetősége, vagy akár veszélyessége, de van, hogy mérete korlátozza a bemutatás lehetőségét. Horváth (2025) kiemeli, hogy a 3D rekonstrukció nem pusztán korszerű dokumentációs eljárás, hanem a bizonyítás forradalmi eszköze is. Komplex helyszíni adottságokat, eseményeket képes torzításmentesen megjeleníteni. A homokban vagy hóban maradt lábbeli nyomok nagy pontosságú rögzítése is lehetővé válik azok fizikai megsemmisülése előtt.

A digitális innováció a 3D nyomtatáson és virtuális valóságon (VR) keresztül támogatja a korábbi korlátozások feloldását. Fülöp et al. (2023) bemutatják, hogy a 3D technológiával rögzített bűnjeltárgyak (például lövési sérült koponya) pontos másolata kinyomtatható anélkül, hogy az eredeti tárgy megsérülne, integritása veszélybe kerülne. A nyomtatott tárgy így nemcsak a szakértő, hanem az ügyész, bíró számára is információértékkel bírhat. Megjegyzendő, hogy a jelenlegi VR/AR-technológiák tetszőleges nagyítású virtuális vizsgálatot tesznek lehetővé, így a 3D nyomtatás önálló eszközként egyre inkább háttérbe szorul (Kellessy, 2026).

A VR-szemüveg segítségével a virtuális demonstráció a tárgyalóterem részévé válhat, a résztvevők beléphetnek a bűncselekmény helyszínére (Kellessy, 2024). A bejárásnak nemcsak „látvány” szerepe van, hanem segítségével ellenőrizhetők a tanúvallomások is. Ki, honnan, mit láthatott (Sieberth et al., 2019)? A vallomás ellenőrzése mint tradíció, és az innováció mint VR-tér közvetlenül egymást erősíti, támogatva a justizmordok elkerülését.

Mészáros (2025) rámutat, hogy a kriminalisztikai innováció egyik legmodernebb iránya az MI alkalmazása kihallgatások támogatására. A verbális és nonverbális jelek valós idejű elemzésével a kérdezési stratégia optimalizálása érhető el. Megjegyzendő, hogy a valós idejű MI-elemzés kihallgatások során jelenleg nem alkalmazott Magyarországon. Fontos kiemelni – ahogy a szerző is hangsúlyozza –, hogy az MI célja nem a nyomozói szaktudás kiváltása, hanem egy olyan objektív döntéstámogató eszköz, funkció, ami segít csökkenteni a szubjektív torzításokat.

Rekonstrukció mint kriminalisztikai állandó, technológia mint változó

Korábban már utaltunk rá, de fontos hangsúlyozni, hogy a múlt megismerése a jelenben fellelhető nyomok alapján lehetséges. Ez a kriminalisztika egyik axiómája (Petrétei, 2022). A rekonstrukció logikai rendje, a tényekből való visszafüggő következtetés változatlan évszázadok óta. Az innováció ebben az esetben támogatja ezt a logikai folyamatot, objektívizálja és finomítja azt (Nyitrai, 2025).

A nemzetközi kutatási eredmények is igazolják, hogy a 3D technológiák alkalmazása a bűnügyi rekonstrukcióban a hagyományos módszereknél pontosabb, és újraértelmezhető lehetőségeket nyújtanak a bizonyítás számára (Balbudhe et al., 2025). A piramismodell csúcsán elhelyezkedő azonosítás és történeti igazság megállapítása, a cél mindig állandó (Fenyvesi, 2017), csak maga a technológia változik. Ez a technológiai váltás azonban az adatok rögzítése pontosságának növelése mellett a bizonyítási folyamat módszertani integritását is mélyíti, ha a szakértő rendszerezi az adatokat. Így elmondható, hogy a technikai

erőforrások és a humán szakértelem szintézise valósul meg (Vári, 2015), amely a bizonyítás objektivitását biztosítja.

Hazai és külföldi példák

A korábbiakban ismertetett 3D technológiák és digitális vizualizációk gyakorlati hatékonysága ma már kutatásokon és esettanulmányokon keresztül alátámasztott. Az eredmények rávilágítanak, hogy a helyszíni észlelés és a tárgyalótermi bizonyítás közötti információs szakadék miként hidalható át a technológia segítségével. Ebben a fejezetben pár példán keresztül mutatjuk be ezeket az eredményeket.

Vérnyommintázat és 3D pontfelhő a tárgyalóteremben

Egy 2024-es brit kutatás a vizualitás meggyőző erejét és a döntéshozókra gyakorolt hatását vizsgálta. A kutatás során 150 esküdtet (felkért szerep) vontak be egy emberölési ügy bizonyításának értékelésébe. A kísérlet során igazolták, hogy azok a résztvevők, akik a hagyományos fényképfelvételek mellett a 3D pontfelhő alapú helyszíni bejárást is megtekintették, szignifikánsan jobban értették a vérnyomok elhelyezkedését a térben és az esemény lefolyását. Emellett az is igazolást nyert, hogy a 3D vizualizáció segítette az esküdteket a tények felidézésében anélkül, hogy érzelmileg túlzottan befolyásolva lettek volna, mint ahogy az hagyományos fényképfelvételek megtekintésekor történik. Az eset tehát azt igazolja számunkra, hogy a 3D rekonstrukció, modellezés az illusztrációs szerepkörön túlmutat, és a megértést is elősegíti a bírósági szakaszban (Home et al., 2024).

Gyermekebántalmazási ügy és digitális ikermodell

A digitális ikermodell alkalmazása segített egy csecsemőhalál körülményeinek tisztázásában. Becker és társai (2025) esettanulmányukban igazolták, hogy egy gyengébb felbontású mobiltelefonnal készített videóból előállított 3D modell hogyan segítheti a bizonyítást. A szakértők a videó segítségével képesek voltak rekonstruálni a gyermek környezetét és testhelyzetét, a koponyaméret milliméter pontosságú mérését utólag. Az eljárás eredményeként bizonyították, hogy a felvétel készítésekor már fennállt a gyermeknél a bántalmazásból eredő duzzanat, ezzel megdöntve a védekezés narratíváját. A digitális ikermodell ebben az esetben – akárcsak az előbbi példánál is – nemcsak egy szemléltető eszköz

volt, hanem az orvosszakértő munkájával következtetési alap is lett, mintegy pótolva a fizikai vizsgálatot (Becket et al., 2025).

Halálos lépcsőn esés rekonstrukciója CT, fotogrammetria és VR segítségével

A multimodális adatok, mint például a CT-felvételek, fotogrammetriai modellek és lézerszkennelt terek integrálása egyre gyakoribbá válik a nemzetközi gyakorlatban. A legújabb kutatások rámutattak, hogy ezek segítségével olyan virtuális rekonstrukció állítható elő, ami bármilyen szögből ellenőrizhető. Legyen szó egy halálos lépcsőn leesésről, vagy egy lőfegyverrel elkövetett bűncselekményről, a holttest belső sérüléseiről készült CT-felvétel és a külső felületi változások a 3D fotogrammetria segítségével közös koordináta-rendszerbe integrálhatók (Lux et al., 2026). Ezzel a módszerrel csökkenthető a szakértői szubjektivitás, valamint a virtuális boncolás (virtopsy) eredményei is felhasználhatók (Villa et al., 2023).

Hazai példák

Szerencsére Magyarországon is egyre több kísérleti projekt, valós ügyeken végzett módszerek tesztelése zajlik több képalkotó megoldás együttes használatával. Egy átlagos okostelefonnal 4–6 perc alatt annyi adatmennyiséget rögzítettek egy kísérletben, ami később lehetővé tette a VR-szemüveggel bejárható modell megalkotását (Kellessy, 2024). Valós ügyeknél a helyszín eredeti állapotának digitális rögzítése az „első csapás” elvét szolgálja, ugyanis lehetővé teszi annak vizsgálatát a későbbi bizonyítás számára, a legkorszerűbb eljárások alkalmazásával.

Egy másik esetben egy valós, rendkívüli haláleset körülményeit tisztázták kutatók multidiszciplináris szakértői együttműködés és innovatív virtuális technológiák segítségével. A RealityCapture (az Epic Games fotogrammetriai) szoftver felhasználásával létrehozták a bűnügyi helyszín milliméter pontosságú 3D modelljét, majd az Unity-t alkalmazták a virtuális modellkísérletekhez. Az eséshez kapcsolódó haláleset vizsgálatkor a kutatás igazolta, hogy a virtuális térben végzett szimuláció eredményei összhangban voltak a helyszíni empirikus bábukísérletekkel. Az eredmények tanúsították, hogy a gyanúsított által előadott „véletlen leesés” nem állta meg a helyét, így tudományos alapú cáfolatot nyújtott a virtuális szimuláció az adott esetben. A férfit emberölés bűntett miatt ítélték el (Fullár et al., 2025). Ez az eset hazai környezetben tekinthető precedensnek, mely bizonyítja, hogy a digitális technológia nem csupán illusztrációs eszköz. Egy olyan validált módszertan, amely a mediátorokat egyetlen logikai láncolatba fűzi össze a történeti igazság felderítése érdekében.

Bizonyításelméleti és módszertani kérdések

Az előzőekben ismertetett technológiák azonban nem érnek önmagukban semmit, ha a büntetőeljárásba történő integrációjuk pusztán technikai, és mellőzi a bizonyításelméleti kérdések megválaszolását. Fenyvesi (2017) is hangsúlyozza, hogy a kriminalisztikai „tényészet” eredményei a tárgyalóteremben ítéltetnek meg, ahol a tudományos megalapozottság jelenti a legfőbb garanciát az igazságszolgáltatási hibák elkerülésére (Kármán, 2017). A digitális fordulat azonban ezt a folyamatot nemcsak támogatja, hanem nehezíti is. Sok esetben a jogalkalmazók olyan komplex adatállományok értékelésével találkoznak, melyek belső logikája még a szakértők számára is fekete dobozként (black box) jelenik meg (Dufeniuk et al., 2024).

A 3D rekonstrukciók bírósági felhasználását a magyar büntetőeljárás törvény (2017. évi XC. törvény) 165. § f) pontja biztosítja. Ebben a jogalkotó az elektronikus adatot önálló bizonyítási eszközként nevesíti, mintegy elismerve tárgyi bizonyíték jellegét (Petrétei, 2022). Sorbán (2016) azonban rámutat, hogy a digitális bizonyítékok módosíthatósága fotogrammetriánál nehezebben kivitelezhető; lézerszkennelésnél az egy helyszínhez kapcsolódó 60–100 GB-os adatmérték önmagában is tárolási kihívást jelent (Kellessy, 2026), és immateriális jellege miatt hitelességük igazolása kulcskérdés lehet az eljárásban (Tóth, 2024). A 3D modellek bizonyító ereje a valóság hiteles leképezésén alapul, mivel a helyszín releváns adatait hordozzák.

A digitális megoldások integrációjával kapcsolatban Hautzinger (2019) rámutat, hogy a kriminalisztika sui generis jellegének megőrzése kulcsfontosságú. Az új szakértői módszerek alkalmazhatósága azok megbízhatóságának igazolásától függ. A szakértői vizsgálat eredményeit csak akkor lehet elfogadni az igazságszolgáltatásban, ha az alkalmazott módszerek ellenőrizhetők. Ez összhangban áll a nemzetközi gyakorlatban ismert Daubert-kritériumokkal (Kármán, 2017). Eszerint vizsgálni szükséges, hogy az adott technika, technológia tesztelhető-e, publikálták-e a módszert lektorált szaklapokban, és ismert-e a hibaaránya (Fenyvesi, 2018). Esetünkben elmondható, hogy mind a fotogrammetria, mind a lézerszkennelés a legmagasabb bizonyító erővel bír, hiszen rendelkezésre állnak standardizált metrológiai protokollok, amik a mérések reprodukálhatóságát biztosítják (Ujvári & Metzger, 2024).

A hitelesség technikai garanciáját a hash-érték (például SHA-256) biztosítja, ami a rögzített adat keletkezésétől a bírósági bemutatásig változatlan marad a digitális rekonstrukciónál. A hash-láncolat alkalmazása nélkül jogilag támadhatóvá válik a 3D modell bizonyító ereje, ahogy Petrétei (2025) hangsúlyozza. A tárgyi bizonyíték integritása nem sérül a bírósági szakaszban sem,

ha a bizonyítéklánc (chain of custody) dokumentálása megfelelő. Utóbbi szigorú fenntartását hangsúlyozza Kreitz (2025) is, kiemelve a bizonyítékok integritásának és manipulációmentességének legfőbb garanciájaként. A digitális adatok láncának fenntartásával kapcsolatban a nemzetközi szabványok, mint az ISO 21043:2018 módszertani elveinek követését emeli ki.

Az MI által támogatott vizualizációk – amelyek esetén az alkalmazott MI-eszközök ismert hibaszázalékait a szakértőnek kötelezően ismertetni kellene – és modern képalkotó eljárások újabb kockázatait is szükséges megemlíteni. Ez nem más, mint annak veszélye, hogy a döntéshozók hajlamosak kritika nélkül elfogadni a technológia által sugallt narratívát, amit a szakirodalomból CSI-hatásként (Angyal, 2018) ismerünk. Az automatizációs torzítás következtében így a demonstrációs látványosság összekeverhető annak valódi bizonyító erejével. Bár a technológia segít csökkenteni az emberi észlelés szubjektív torzításait, a szakértői mérlegelés és interpretáció felelőssége továbbra is az emberé marad (Nyitrai, 2025).

A kriminalisztika jövője

A tanulmányban ismertetett technológiai és módszertani fejlődés a klasszikus elvek digitális környezetben való újraértelmezését jelentik. Mindezek alapján négy olyan tézis fogalmazható meg, mely a kriminalisztika jövőjét a tradíció és innováció szintézisében látja.

- 1) Az első csapás digitális konzerválása. A 3D technológiák segítségével a Fenyvesi-féle „első csapás” elve időben kiterjeszthető. A bűnügyi helyszín milliméter pontosságú rögzítése lehetővé teszi az adott állapot rögzítése mellett a helyszín objektív konzerválását, a virtuális bejárhatóságát és az évekkel későbbi újraértelmezését is a cselekmény után.
- 2) A 3D modell szuper-mediátor szerepe. A 751-es piramismodellben az elektronikus adat az ötödik mediátor pillér. A 3D rekonstrukció egy olyan speciális multidiszciplináris integrátor, ami képes egyszerre logikai és térbeli keretbe is foglalni a nyomokat, anyagmaradványokat, vallomásokat, mindezek egymáshoz való viszonyának ellenőrzésével.
- 3) Új absztrakciós szint. A 3D modell nem váltja fel a helyszínrajzot, hanem egy magasabb absztrakciós szintet képvisel. A 3D pontfelhő objektíven képes a teljes környezetet rögzíteni, válogatás nélkül téve azt a helyszínrajzhoz viszonyítva. Ez támogatja a szemle során elkövetett észlelési hiányosságok feloldását.

- 4) Demonstrációtól a mérésig. A 3D rekonstrukció illusztrációs szerepe mellett egy tudományos metrológiai műszer is. Hash-értékkel védett, tudományosan validált és további tények származtathatók belőle, mint például lőirányok, vérnym-kiindulópontok.

A modern bizonyítás eszközének ismertetésével kapcsolatban kijelenthető, hogy a múltat élesebbé teszik a jogalkalmazó számára, ugyanakkor valódi értéke az elméleti keretek között is kell, hogy érvényesüljön. A modern bűnüldöző tehát egyszerre kell, hogy értsen a hagyományos nyomtan logikájához és a digitális ökoszisztéma nyelvéhez is. Ezáltal lesz képes a történeti igazság győzelmét biztosítani a 21. századi bíróságokon (Szabó, 2025).

Felhasznált irodalom

- Angyal M. (2019). Kognitív tudományok és kognitív ismeretek. In M. Angyal (Ed.), *Kognitív kriminalisztika. Ismeret–elmélet–történet* (pp. 241–282). Dialóg Campus.
- Angyal M., Bezsenyi T., & Petrétei D. (2018). „Az egész eljárásnak több a kára, mint a haszna” – A kriminalisztikai fejlesztések dilemmái. *Rendőrségi Tanulmányok*, 1(2), 69–92.
- Balbudhe, M., Shetty, B., Arun Kumar, N., et al. (2025). Crime scene reconstruction: A scoping review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 15, Article 79. <https://doi.org/10.1186/s41935-025-00495-5>
- Balláné Füsztér E. (2019). *Krimináltechnika*. Dialóg Campus Kiadó.
- Becker, S., Fritzsche, T. H., & Labudde, D. (2025). The role of a digital twin in supporting criminal investigations – a case report about a possible abuse. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 21, 245–254. <https://doi.org/10.1007/s12024-024-00857-w>.
- Dufeniuk, O., Melnyk, N., Nahorniak, Yu., & Melnyk, S. (2024). Innovative potential of 3D technologies in crime investigation. *Social and Legal Studies*, 7(4), 222–230. <https://doi.org/10.32518/sals4.2024.222>
- Fenyvesi Cs. (2014). A kriminalisztika piramismodelljének második változata. *Belügyi Szemle*, 62(9), 32–43. <https://doi.org/10.38146/bsz-ajia.2014.v62.i9.pp32-43>
- Fenyvesi Cs. (2017). *A kriminalisztika tendenciái. A bűnügyi nyomozás múltja, jelene, jövője*. Dialóg Campus.
- Fenyvesi Cs. (2018). Az agyolvasó monoscanner elméleti modellje. *Magyar Rendészet*, 18(2), 69–75. <https://doi.org/10.32577/mr.2018.3.5>
- Fenyvesi Cs. (2025). *The Past, Present and Future of Criminalistics*. Forum Iuris.
- Fenyvesi Cs., & Orbán J. (2019). Az elektronikus adat mint a 751-es kriminalisztikai piramismodell építőköve. *Belügyi Szemle*, 67(2), 45–55. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2019.2.3>.
- Fenyvesi Cs., Herke Cs., & Tremmel F. (Szerk.). (2022). *Kriminalisztika*. Ludovika Egyetemi Kiadó.

- Fullár, A., Fülöp, P., Kristóf, I. A., Somogyi, P., & Petréttei, D. (2025). A fejszével elkövetett emberölések szakértői vizsgálata akkor és most. In Kosztia S., Fullár A., Pamjav, H., Petréttei D., Szoldán Z., Teknős-Abonyi M., & Ujvári Zs. (Szerk.), *Gigantum humeris incumbius: Százhatvan éve született Kenyeres Balázs akadémikus* (pp. 111–123). Nemzeti Szakértői és Kutató Központ.
- Fülöp P., Ujvári Zs., Petréttei D., Kiss I., Dudás-Boda E., Metzger M., & Fullár A. (2023). Az igazságügyi szakértői szemléltetés modern eszközei és lehetőségei. *Ügyészek Lapja*, 30(5–6), 91–102.
- Gárdonyi G. (2024). *A bűnügyi szemle*. Ludovika Egyetemi Kiadó.
- Hautzinger Z. (2019). Gondolatok a kriminalisztika elméleti rendszeréről. *Jura*, 25(1), 84–93.
- Herke Cs. (2025). Hogyan segítheti a mesterséges intelligencia a bűnügyi szakértők munkáját? In Petréttei D. (Szerk.), *Angyal 60. Ünnepi tanulmányok Angyal Miklós 60. születésnapjára*. Jurisconsultus.
- Home, P. H., et al. (2024). 3D scanning a crime scene to enhance juror understanding of blood-stain pattern analysis evidence. *Science & Justice*, 64(3), 333–338.
- Horváth O. (2024). Digitális valóság kriminalisztikai kontextusban. In Gy. Gaál & Z. Hautzinger (Szerk.), *Rendészeti kutatások és innováció* (pp. 233–241). Magyar Hadtudományi Társaság Határőr Szakosztály Pécsi Szakcsoport.
- Horváth O. (2025). A 3D rekonstrukció kriminalisztikai jelentősége a helyszíni szemlétől a tárgyalóteremig. In Kosztia S., Fullár A., Pamjav, H., Petréttei D., Szoldán Z., Teknős-Abonyi M., & Ujvári Zs. (Szerk.), *Száz éve született Katona Géza: Centenárium kiadvány* (pp. 139–146). Nemzeti Szakértői és Kutató Központ.
- Kármán G. (2017). *A kriminalisztikai szakértői bizonyítás* (PhD-értekezés). Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Kellessy T. (2024). *Digital twin és AI a rendvédelemben*. (Előadás). Budapest, 2024. szeptember 10. Nemzeti Bűnmegelőzési Tanács (NBT) és vármegyei bűnmegelőzési tanácsok ülése: „A metaverzum és a mesterséges intelligencia lehetőségei és veszélyei”
- Kellessy T. (2026). *3D technológiák alkalmazása* (Zártkörű előadás). Budapest, 2026. május 21.
- Kreitz Z. (2025). A chain of custody szerepe a bizonyítékok integritásának biztosításában. In Németh K., Jakab B., & Péter E. (Szerk.), *IX. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Tanulmánykötet* (pp. 142–155). Pannon Egyetemi Kiadó.
- Lux, C., Ebert, L., Schweitzer, W., Ampanozi, G., Chatzaraki, V., Bösch, M., Kreitmeier, F. F., & Kettner, M. (2026). Photography techniques for 3D surface reconstruction during autopsy. *Forensic Science International*, 378, Article 112702. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2025.112702>
- Mátyás Sz. (2024). *Mérföldkövek a magyar kriminalisztika történetéből*. Rendőrség Tudományos Tanácsa.
- Mészáros B. (2025). A mesterséges intelligencia alkalmazásának lehetőségei a kihallgatások támogatására. In Gaál Z., & Hautzinger Z. (Szerk.), *Rendészeti kutatások és innováció* (pp. 219–224). Magyar Hadtudományi Társaság Határőr Szakosztály Pécsi Szakcsoport.
- Metzger M., Ujvári Zs., & Gárdonyi G. (2020). A fotogrammetria kriminalisztikai célú alkalmazása: helyszínek, holttestek, tárgyak rekonstrukciója három dimenzióban. *Belügyi Szemle*, 68(11), 57–70. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.11.4>.

- Nyitrai E. (2025). Mesterséges intelligencia a kriminalisztikában: az AI Copywriting új dimenziói. *Belügyi Szemle*, 73(különszám 1), 127–138.
- Petrétei D. (2014). Álló- és mozgókép készítése. In Gárdonyi G. (Szerk.), *Módszertani útmutató 1. bűnügyi technikusok részére* (pp. 25–33). Nemzeti Közszerológati Egyetem.
- Petrétei D. (2020). A nulladik mérőföldkő. In Gaál Gy., & Hautzinger Z. (Szerk.), *A hadtudománytól a rendészettudományig – társadalmi kihívások a nemzeti összetartozás évében* (pp. 227–234). Magyar Hadtudományi Társaság Határőr Szakosztály Pécsi Szakcsoport.
- Petrétei D. (2022). Nyomelmélet és nyomtan a 21. században. *Belügyi Szemle*, 70(5), 961–981. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2022.5.5>
- Petrétei D. (2025). Occam borotvája, a vád tévkövetkeztetése, avagy a kivétel erősíti a szabályt. In Petrétei D (Szerk.), *Angyal 60* (pp. 96–100). Jurisconsultus.
- Priski Z. (2026). A metaadatok kriminalisztikai jelentősége. In Mészáros B. (Szerk.), *Verziók: Tanulmányok a 60 éves Dr. Anti Csaba László rendőr alezredes tiszteletére* (pp. 149–154). Magyar Bűnüldözők Szakmai Egyesülete.
- Rucska A. (2026). Háromdimenziós képrögzítési módszerek és VR-szemléltetés a kriminalisztika területén. *Biztonságtudományi Szemle*, 8(1), 1-9.
- Rucska A. (2019). A nyomokkal kapcsolatos tevékenységek új krimináltechnikai eszközök segítségével. *Ügyészek Lapja*, 26(6), 23–31.
- Sieberth, T., Dobay, A., Affolter, R., & Ebert, L. C. (2019). Applying virtual reality in forensics: A virtual scene walkthrough. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 15(1), 41–47. <https://doi.org/10.1007/s12024-018-0058-8>
- Sorbán K. (2016). A digitális bizonyíték a büntetőeljárásban. *Belügyi Szemle*, 64(11), 81–96.
- Szabó Cs. (2025). Interjú a Dr. Kertész Imre-díjjal kitüntetett Fenyvesi Csaba professzor úrral. *Belügyi Szemle*, 73(8), 1812–1820. <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2025.v73.i8.pp1813-1820>
- Tóth M. M. (2024). A digitalizáció egyes kihívásai a büntetőeljárásban. *Belügyi Szemle*, 72(2), 185–210. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2024.2.1>
- Ujvári Zs., & Metzger M. (2024). A fotogrammetria kriminalisztikai alkalmazása – tudományosan megalapozott módszerek fényképezőgép segítségével történő 3D képrögzítéshez. *Rendőrségi Tanulmányok*, 7(különszám), 78–220. <https://doi.org/10.53304/RT.2024.ksz.02>
- Vári V. (2015). Hatékonyság a nyomozásban. In A. Schaub & I. Szabó (Szerk.), *III. Interdiszciplináris doktorandusz konferencia* (pp. 177–195). Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat.
- Villa, C., Lynnerup, N., & Jacobsen, C. (2023). A virtual, 3D multimodal approach to victim and crime scene reconstruction. *Diagnostics*, 13(17), Article 2764. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13172764>

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

Horváth O. (2026). Kriminalisztikai tradíció és innováció. A vizualitás, a 3D rekonstrukció és a digitális technológiák szerepe a modern bizonyításban. *Belügyi Szemle*, 74(8), 2183–2199. <https://doi.org/10.38146/bsz-ajia.2026.v74.i8.pp2183-2199>

Nyilatkozatok

Összeférhetetlenség

A szerző nem jelentett összeférhetetlenséget.

Finanszírozás

A szerző nem kapott pénzügyi támogatást a kutatáshoz, a szerzőséghez és/vagy a cikk publikálásához.

Etikai nyilatkozat

Jelen cikkhez nem kapcsolódik adatkészlet.

Nyílt hozzáférésről szóló tájékoztatás

A közlemény nyílt hozzáféréssel, a Creative Commons Attribution–NonCommercial–NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0) feltételei szerint jelenik meg. A közlemény változatlan formában, nem kereskedelmi célból, bármely médiumban és formátumban szabadon megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző(k), a közlés helye és a licenc hivatkozása megfelelően feltüntetésre kerül. Módosított vagy átdolgozott változat terjesztése, valamint kereskedelmi célú felhasználása nem megengedett.

Levelező szerző

A cikk levelező szerzője Horváth Orsolya, aki a horvath.orsolya@pte.hu e-mail címen érhető el.