



A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű vizsgálata bűnügyekben I. A DNS-azonosítás szintet lép

Analysis of biological traces given activity level propositions
in criminal cases I.

DNA identification reaches a new level

Füredi Sándor

Dr., PhD, genetikus szakértő
Nemzeti Szakértői és Kutató Központ
furedis@nzszzk.gov.hu



Absztrakt

Cél: A háromrészes tanulmány első részének célja, hogy magyar nyelven bemutassa az igazságügyi genetikai új tudományágára, a bűnügyekben rögzített biológiai anyagmaradványokon végzett genetikai szakértői vizsgálatok eredményeinek cselekvési szintű értékelésére vonatkozó alapelveket.

Módszertan: A publikáció készítéséhez a nemzetközi szakirodalmat, szakmai ajánlásokat és adatbázisokat vetette össze a szerző.

Megállapítások: A bűnügyekben vizsgált biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű igazságügyi valószínűsítő (probabilistic) értékelése már több mint egy évtizedes múltra tekint vissza a világ számos országában. A cselekvési szintű valószínűsítő interpretációt alapvetően a vizsgált biológiai anyagmaradványok (főképpen a DNS) közvetlen vagy közvetett átkerülésére, megmaradására, elterjedtségére és visszanyerhetőségére (TPPR) vonatkozó ismeretek folyamatos bővülése tette és teszi lehetővé. Amennyiben a vádnak és a védelemnek a bűnügyben vitatott cselekvési állításához tartozó megfigyelt TPPR-gyakoriságok egymástól eltérnek, akkor a genetikai bizonyítékra számolt kimutatói valószínűségi hányados (LR) érték alátámaszthatja a vád vagy a védelem

A szerző a kéziratot magyar nyelven nyújtotta be. Benyújtás: 2025. 04. 17. Átdolgozás: 2025. 08. 24.
Elfogadás: 2025. 09. 15.

feltevést, így segítve az eljáró hatóság munkáját a bűncselekmény eseményeinek rekonstruálásában.

Érték: Magyar nyelven a szerző elsőként mutatja be ezt a szakterületet az igazságszolgáltatás szereplőinek, megteremtve a szakmai háttérrel és nyelvezettel a magyarországi alkalmazásban.

Kulcsszavak: igazságügyi genetikai vizsgálatok, biológiai anyagmaradványok, cselekvési szintű értékelés, DNS

Abstract

Aim: The aim of Part I of this three-part study is to present, in Hungarian, the fundamental principles of a new subfield of forensic genetics: biological trace evidence evaluation performed at activity level in criminal cases.

Methodology: For the preparation of this publication, the author reviewed and synthesized international scientific literature, professional guidelines, and expert databases.

Findings: Probabilistic evaluation of biological traces examined in criminal cases has been applied at activity level in numerous countries around the world for over a decade. Activity level probabilistic interpretation has been made possible – both historically and currently – by the growing body of knowledge regarding the direct or indirect transfer, persistence, prevalence, and recovery (TPPR) of the investigated biological material (mainly DNA). If the observed TPPR frequencies associated with the prosecution's and the defense's competing activity propositions in a criminal case differ, then the likelihood ratio (LR) calculated for the genetic evidence can support either the prosecution's or the defense's proposition, thereby assisting the authorities in reconstructing the events of the crime.

Value: The author is the first to introduce this area of expertise in the Hungarian language to members of the judicial system, establishing the professional background and terminology for its application in Hungary.

Keywords: forensic genetic examinations, biological traces, activity level evaluation, DNA

Bevezetés

Az igazságügyi genetika az elmúlt négy évtizedben néha még a szakemberek számára is meglepően szédületes fejlődésen ment keresztül. A kezdeti

nagyobb mennyiségű és friss nyomok úgynevezett DNS-ujjlenyomat elemzése (DNA fingerprinting) után most már vizsgálhatóvá váltak rendkívül kis mennyiségű, látens és bomlott biológiai anyagmaradványok is (például ujj- vagy érintkezési nyom, hajszál, csont), melyek a nyilvántartások segítségével sokszor rövid időn belül személyazonosíthatók (Jeffreys et al., 1985; van Oorschot & Jones, 1997; Gill, 2001; Martin et al., 2022; Wilson, 2023). Ehhez az úgynevezett ős-DNS kimutatási módszereket is segítségül tudják már hívni a szakértők (Hofreiter et al., 2021). Ezek mellett a nyomhagyó tettes vagy az ismeretlen személyazonosságú holttest életföldrajzi eredetének, korának, külső megjelenésének vagy rokonának meghatározására is van már lehetőség (Wen et al., 2023; Zbić-Piekarska et al., 2015; Kayser, 2015; Kling & Füredi, 2016; Wang et al., 2024). Mindezen lehetőségek gyakorlatilag ugyanazt a célt szolgálják, a biológiai anyagmaradványt hátrahagyó személy vagy az ismeretlen holttest azonosítását. Közigazgatási vagy körözési ügyekben vizsgált ismeretlen holttestek esetében a genetikus szakértő munkája általában itt véget is ér. Ugyanakkor bűnügyekben az eljáró hatóság részéről a „*Ki?*” kérdése mellett mindig felvetődik a „*Hogyan?*” és/vagy a „*Mikor?*” problematikája a nyomozás és a bizonyítás során (Fenyvesi, 2013).

A biológiai nyomok és anyagmaradványok közül elsőként a jól látható és morfológiailag jellemezhető vérfoltok jelentették az első fizikai bizonyítékot a bűncselekmény történéseinek és részesei tevékenységeinek rekonstruálása céljából (Piotrowski, 1992). A daktiloszkópiái nyomok esetében – a ritka kivételektől eltekintve – a személy és a hordozó felület között a közvetlen kontaktus alapvetés, ott legfeljebb annak jellege (például erőssége, irányultsága, időtartama) és megtörténtének időpontja a kérdéses (de Ronde et al., 2019).

A testből kikerült biológiai anyagra térbeli és időbeli dinamika jellemző, mely változásokat mind a szakértőnek, mind az eljáró hatóságnak figyelembe kell vennie a biológiai bizonyítékok értékelése során. A biológiai anyagmaradvány és annak összetevőinek (például fehérjék, DNS, RNS) mennyisége és minősége az idő múlásával általában csökken, de saját vagy idegen komponensekkel is összekerülhet, keveredhet. Ezek a maradvány időben csökkenő mértékű visszanyerhetőségét (recovery), eltűnését és kimutathatatlanságát, de egyes esetekben (például használati tárgyakon) a maradvány lerakódását (deposit), megmaradását (persistence), felhalmozódását, vagy más személyek/egyedek maradványaival történő keveredését is okozhatja (van Oorschot et al., 2019). A DNS-technológia kimutatási érzékenységének növekedése együtt jár a bűncselekmény szempontjából irreleváns DNS detektálási valószínűségének megemelkedésével, amely különösen alacsony DNS-tartalmú maradványok esetében bír nagy relevanciával. Ezen jelenségek miatt a genetikai vizsgálatok során

mindig számolni kell a bűncselekményhez és személyekhez közvetlenül nem köthető, úgynevezett háttér (background) DNS előfordulásának lehetőségével, illetve a bűnjel (korábbi) legális használójának, viselőjének úgynevezett saját (self, prevalent) DNS-ével (Gill et al., 2020, 2. megfontolás). A testről, testből a nyomhordozóra átkerült biológiai anyag térbeli dinamikájában nemcsak a közvetlen átvitel (elődleges vagy direkt transzfer) jöhet számításba. Az átvitel közvetítő vektor(ok) révén, közvetett módon (másodlagos, harmadlagos stb., vagy összefoglalóan indirekt transzferrel) is megvalósulhat, mely vektorok lehetnek más személyek, élőlények, tárgyak vagy közvetítő közegek (víz, szél, aeroszol) (van Oorschot et al., 2019). Az átvitel mértéke nagyon sok tényezőtől függhet, de általában a kiindulási anyag mennyiségével egyenesen, míg a közvetítő vektorok számával fordítottan arányos. Az átvitt maradvány kimutatható mennyisége és minősége így valószínűségi alapon korrelálhat a direkt vagy indirekt transzferrel. A biológiai anyagmaradványok átkerülésének (transfer), megmaradásának (persistence), elterjedtségének (prevalence) és visszanyerhetőségének, kimutathatóságának (recovery) további jellegzetességeiről, gyakorlati meghatározásukról e tanulmány később publikálásra kerülő, különálló második részében esik bővebben szó. E jelenségeket az angol nyelvű szakirodalom azok megnevezésének kezdőbetűivel összefoglalóan TPPR-ként jelöli, és én is így használom e magyar nyelvű tanulmányban. A terminológiát illetően az angol nyelvű publikációkban a biológiai anyagot, anyagmaradványt, a DNS-nyomot (DNA trace) és sokszor önmagában a DNS-t is egymás szinonimájaként használják a szerzők. A DNS-t azért, mert a biológiai anyagmaradvány jelenlétét a legtöbb esetben DNS-vizsgálattal mutatják ki, illetve az érintési nyomok egyik fő alkotóeleme a sejtmentes DNS (Burill et al., 2019). Ebben a tanulmányban egységesen a biológiai anyagmaradvány (BAM) kifejezést fogom alkalmazni, kivéve azokat az eseteket, amikor az elkülönítés jelentőséggel bír.

A biológiai anyagmaradványok változásának előbbieken tárgyalt időbeli és térbeli dinamikája lehetőséget nyújt a szakértő és az eljáró hatóság számára, hogy a genetikai bizonyítékokat nemcsak személyazonosítási célból elemezze, hanem minden olyan cselekvés vizsgálatára is felhasználja, amelyekben az analizált maradvány átkerült. Sőt, tulajdonképpen a genetikai személyazonosítás értelme bűnügyekben megkérdőjelezhető, ha abból a nyomhagyó cselekvésére vagy a vele történetekre nem vonható le semmilyen érdemi következtetés. Példaképpen, ha egy családon belüli erőszakban a sértettel együtt élő gyanúsított DNS-ének azonosítása az illegális cselekedetre vonatkozóan nem bír semmilyen információval, akkor a genetikai vizsgálat eredménye irrelevánsnak tekinthető.

A genetikus szakértői vizsgálati eredmények valószínűsítő (probabilistic) értékelésének három alapelvnek kell megfelelnie (Evet & Weir, 1998).

- 1) Minden megfigyelést az ügy releváns körülményeinek keretrendszerében kell értékelní. Ha az érintett felek (például vád és védelem) állításait (feltevéseit, propozícióit) (proposition) befolyásoló körülmények változnak, akkor a szakértői interpretáció is változhat.
- 2) A megfigyeléseket legalább két, egymással versengő és egymást kölcsönösen kizáró állításra vonatkozóan kell értékelní. Kizárólag csak az egyik állításra tett szakértői megállapítás és értékelés nem értelmezhető és félrevezető lehet.
- 3) A szakértő feladata alapvetően a megfigyelések (szakértői vizsgálati eredmények) valószínűségeinek meghatározása az elfogadott állításokra vonatkozóan, és nem az állítások valószínűségeinek megállapítása a megfigyelései alapján.

E három alapelvnek tökéletesen megfelel a vizsgálati eredmények bayesiánus statisztikán alapuló kiértékelése. A matematikai Bayes-tétel esély formájú képletének egyik tagja az igazságügyi genetikában már évtizedek óta rutinszerűen meghatározásra kerülő valószínűségi hányados (likelihood ratio, LR) (Evet & Weir, 1998):

$$LR = \frac{\Pr(E | H_p, I)}{\Pr(E | H_d, I)}$$

ahol a számláló a vád állításának (H_p) elfogadása esetén a bizonyíték (E) kimutatási/megfigyelési feltételes (conditional) valószínűségét (Pr, itt likelihood) fejezi ki, míg a nevező a védelem feltevésére (H_d) vonatkozóan ugyanezt. I a szakértői vizsgálat szempontjából releváns (task relevant) háttérinformációt jelöli. Amennyiben a valószínűségi hányados egytől eltérő, akkor a bizonyíték egyik vagy másik állítást támogatja, támasztja alá, erősíti. Figyeljük azt meg, hogy az LR semmit sem mond az állítások valószínűségéről, annak megbecslése általában nem a genetikus szakértő feladata (Gill et al., 2020, 1. ajánlás). Az állításoknak a szakértői elemzést megelőző, előzetes (prior, a priori) valószínűségét, illetve a szakértői elemzés eredményét is magában foglaló következtetett (posterior, a posteriori) valószínűségét a teljes Bayes-képlet foglalja magába:

$$\frac{\Pr(H_p | E, I)}{\Pr(H_d | E, I)} = LR \times \frac{\Pr(H_p | I)}{\Pr(H_d | I)}$$

Tekintettel arra, hogy a fenti képletben az LR mellett jobb oldalon szereplő, a vád, illetve a védelem feltevésére vonatkozó előzetes valószínűségeket a szakértő általában nem ismeri, illetve nem tudja meghatározni, így a szakértő az egyes állítások valószínűségét sem tudja megállapítani. Cserébe ugyanakkor

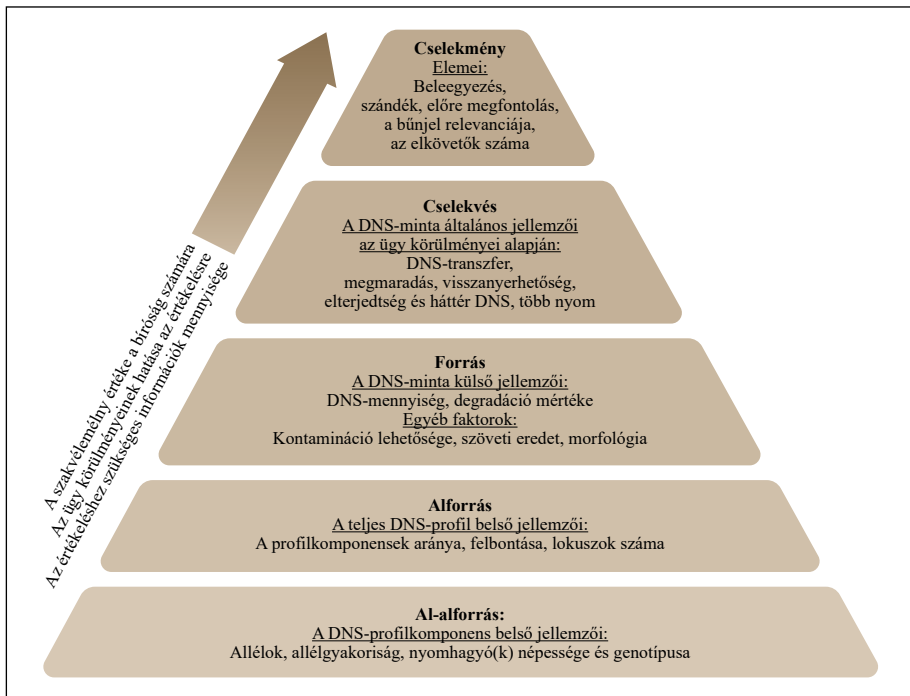
az LR-alapú elemzés lehetőséget biztosít az elfogulatlan és pártatlan szakértői értékelésre, hiszen az előfeltevések valószínűségei és a többi, szakterületen kívüli bizonyíték és érdektelen nyomozati információ nem befolyásolja az LR-érték meghatározását.

Az állítások hierarchiája

A bűnügyek vizsgálatát egy piramishoz hasonlíthatjuk, ahol a legtöbb építőkö, a bűncselekményre vonatkozó legtöbb és legapróbb információ legalul helyezkedik el, és felfelé haladva az összeált „információ kövek” a piramis csúcsában, a bűncselekmény teljes rekonstrukciójában végződnek. Ez a képzeletbeli piramis szintekre osztható attól függően, hogy a vád és a védelem állításai milyen típusú információ köre, ügyadatra vonatkoznak (1. számú ábra) (Taylor & Kokshoorn, 2023; Petrétei, 2023).

1. számú ábra

Az állítások hierarchiájának piramisa



Forrás. A szerző saját szerkesztése

A biológiai anyagmaradványok esetében, részben eltérően más forrásazonosító szakterületek által vizsgált tárgyi bizonyítékoktól, a kérdésfeltevés al-forrás (sub-subsource) szintű is lehet, ha a maradvány DNS-tartalmának csak egy komponensére (például major, minor, női, férfi) végezzük el a kiértékelést. Ez a helyzet gyakran előfordul olyan többszemélyi eredetű keverékek esetében, ahol az egyik (például major) komponens kitüntetett szerepet tölt be a vizsgálat szempontjából, vagy például szexuális erőszakban a sértettől vett hüvelykenet saját női DNS-tartalma érdektelen az eljáró hatóság számára. Ebben a példában a vád állítása a következő lehet ezen a szinten: „*A hüvelykenet férfi eredetű DNS-e a terhelttől származik.*” A védelem feltevése pedig így szólhat: „*A hüvelykenet férfi eredetű DNS-e a terhelttel rokonságban nem lévő másik személytől származik.*”

Az alforrás (subsource) szinten már a teljes DNS-tartalom származására irányul a szakértői interpretáció. Ennek következtében a vád és a védelem állítása ezen a szinten így módosul: „*A hüvelykenet DNS-e a sértettől és a terhelttől származik*” kontra „*A hüvelykenet DNS-e a sértettől és a terhelttel rokonságban nem lévő másik személytől származik.*” Ezen a szinten a szakértőnek fokozottan figyelembe kell vennie a DNS-profil alkotó alléltulajdonságok intenzitási és minőségi viszonyait, az allélok véletlenszerű kimutathatatlanságát (allél-kiesés), sporadikus vagy műtermék allélok megjelenését (allél-beesés, stutter), több személy DNS-ének esetleges keveredését és azok keveredési arányát (Gill et al., 2018).

Az alforrás szint sokszor összemosódik a következő, forrás (source) szinttel, amely a biológiai anyagmaradványra vonatkozó állításokat képviseli. Azonban a bűnügyi minta potenciálisan többszemélyi és/vagy különböző sejt-, szövet- vagy testváladék típus eredete, sejtípusonként esetlegesen eltérő bomlottsági állapota, valamint a felülszennyezés (kontamináció) lehetőségének mérlegelhetősége indokolja az alforrás és forrásszintű értékelés megkülönböztetését. Ezen a szinten a vád és a védelem feltevései a következők lehetnek: „*A hüvelykenet ondószennyeződése a terhelttől származik*” kontra „*A hüvelykenet ondószennyeződése a terhelttel rokonságban nem lévő másik személytől származik.*” Az ügypélda is érzékletesen szemlélteti azt, hogy míg az alforrás szinten a DNS szöveti eredete (például bőrhám, nyál, ondó) nem képezi a szakértői vizsgálat tárgyát, addig forrás szinten a bűncselekmény nyomozása és bizonyítása szempontjából az is egy lényeges, akár perdöntő momentum.

A következő szint egyfajta minőségi ugrást jelent a feltevések hierarchiájában, mivel a genetikus szakértői értékelés már nem a személy vagy testváladék azonosítására, hanem a biológiai anyagmaradvány(ok), nyom(ok) létrejöttét, lerakódását vagy átkerülését okozó cselekvésre (activity), vagy annak időbeliségére

(timing) irányul (Gill et al., 2020, 4. ajánlás). Itt is hangsúlyozandó, hogy a szakértő nem az állításokat (például a kérdéses cselekvést, a direkt vagy indirekt DNS-transzfert) valószínűsíti, hanem megállapítja azt, hogy a cselekvésre vonatkozó állítások elfogadása esetén a biológiai bizonyíték kimutatása mennyire valószínű. Felmerülhet az a jogos kérdés, hogy a genetikus szakértői terület és maga a szakértő rendelkezik-e a bűncselekmények során előforduló cselekvések elemzéséhez szükséges tudományos háttérrel, szaktudással, tapasztalattal és így megfelelő kompetenciával (Biedermann et al., 2016; Yang et al., 2022; Printz et al., 2024). Felismerve e szakterület speciális sajátosságait, Hollandiában például külön cselekvési szintű DNS-szakértői szakterületre lehet és kell bejegyezni az ezen a területen dolgozni kívánó szakértőket (Kokshoorn & Luijsterburg, 2023; URL1). A cselekvési szintű genetikai vizsgálatok tudományos háttérét több tényező is garantálja, amelyek közül az alábbiakat emelhetjük ki (Taylor & Kokshoorn, 2023):

- a biológiai anyag (közte a DNS) típusára, átvitelére, megmaradására, elterjedtségére és kimutathatóságára vonatkozó valószínűségi, gyakorisági ismeretanyag;
- a háttér (background) DNS gyakoriságára vonatkozó ismeretanyag;
- a személyek biológiai nyomhagyására, és az élőlények, tárgyak DNS-átvitelére vonatkozó ismeretek;
- a helyszíni és laboratóriumi kontaminációra vonatkozó gyakorisági adatok;
- az állításokra vonatkozó statisztikai modellek és a cselekvési szinten elemző Bayes-hálózatok megalapozottsága. (A Bayes-hálózatokról, azok szoftveres értékelési lehetőségeiről konkrét ügypéldákkal e tanulmány harmadik része fog részletesen foglalkozni.)

A fenti lista alapján belátható, hogy amennyiben más szakértői terület is rendelkezik a szakterület által kitüntetetten vizsgált nyomra, anyagmaradványra (például lőpor, textilszál, festék, robbanóanyag, kábítószer, üvegmaradvány, pollen) vagy digitális szignálra (például mobiltelefon átjátszóállomás adatai) vonatkozó fenti ismeretanyaggal, akkor az a szakterület cselekvési szintű értékeléssel is segíteni tudja a bűncselekmény nyomozását, bizonyítását. Visszatérve a konkrét ügypéldánkra, cselekvési szinten a vád és a védelem állítása a következő lehet: „*A bűncselekmény időpontjában a terhelt vaginálisan közösült a sértettel, és a sértett hüvelyébe ejakulált*” kontra „*A kérdéses napon a terhelt nem találkozott a sértettel. Az előző napon a terhelt vaginálisan közösült a sértettel és a sértett hüvelyébe ejakulált.*” Ebben az ügypéldában szándékosan egy olyan vádlotti védekezés van feltüntetve, amiben a vádlott a közösülés tényét nem tagadja, csak annak időpontját egy nappal korábbra teszi. Ebben az esetben

tehát a hüvelykenet ondószennyeződésének személyazonosítása nem mérvadó a terhelt bűnösségének vagy ártatlanságának megítélhetősége szempontjából, a szakértőnek ehelyett a hüvelybe került ondó megmaradását és időbeli kimutathatóságát kell értékelnie a két állítás alapján.

Az állítások hierarchiáját szemléltető képzeletbeli piramisunk csúcsán a bűncselekményi (offence) szint áll. Ezt az 1. számú ábrán „Cselekmény”-nek tituláltam, így jelezve azt, hogy néha a szakértői elemzés a cselekmény illegális voltának eldönthetőségére irányul (például kiskorú megrontása, vérfertőzőes ügyek, vagy más szakterületeknél rendkívüli halál vizsgálata, kábítószeres ügyek). A szakértői vizsgálatok döntő többségében azonban a genetikus szakértő nem kompetens közvetlenül a bűncselekményre vonatkozó állítások (statisztikai alapú) értékelésében. Ez az eljáró hatóság feladata a büntetőügy különböző szintjein összegyűjtött nyomozati információk, tanúvallomások és tárgyi bizonyítékok alapján. A konkrét példánkban a bűncselekményi szinten a vád és a védelem a következőket állíthatja: „*A terhelt megerőszakolta a sértettet*” kontra „*A kérdéses napon a terhelt nem találkozott a sértettel. Az előző napon a terhelt és a sértett saját akaratukból és kölcsönös beleegyezéssel szeretkeztek.*”

Az állítások hierarchiájára a következő általános alapvetések tehetők (Taylor & Kokshoorn, 2023). A hierarchiában az egyre magasabb szinten végzett szakértői vizsgálatok eredményei egyre hasznosabb szakvéleményt jelentenek az eljáró hatóság számára, ugyanakkor ehhez a szakértőnek egyre több információt kell figyelembe vennie és értékelnie. Az adott szinten megállapított statisztikai eredmény egy másik szinten önmagában már nem érvényes (még az alforrás-forrás szintek között sem! – Gill et al., 2020: 2. ajánlás.), ugyanakkor a magasabb szinten az alacsonyabb szint következtetései tényként kezelhetők, amennyiben azt az érintett felek elfogadják. A szintek emelkedésével az ügy releváns körülményeinek egyre nagyobb befolyása van a szakértői értékelésre és annak eredményére.

Magyarországon a Nemzeti Szakértői és Kutató Központban (NSZKK) az előbbi két fejezetben leírt alapelvek, illetve a későbbekben említésre kerülő szakmai irányelvek és ajánlások mentén a DNS-azonosítás cselekvési szintű értékelésének módszertana az NSZKK minőségpolitikai nyilatkozatának (URL2) megfelelően kidolgozásra került.

Célkeresztben a cselekvési szintű szakértői értékelés

Az elmúlt években a cselekvési szintű szakértői vizsgálatok számos oknál fogva a szakértők és az eljáró hatóságok figyelmének fókuszába kerültek. Az okok közül talán a legfontosabb az a körülmény, hogy a DNS-alapú személyazonosítás

már elérte azt a szintű megbízhatósági és érzékenységi fokot, ahol az eljárásban érintett felek már nem vitatják a DNS és a biológiai anyag származásának forrását, hanem inkább annak leképződési mechanizmusát és időbeliségét firtatják. Ez különösen akkor bír nagy jelentőséggel a hatóság és a védelem számára, mikor a magas kimutatási érzékenységnek köszönhetően már olyan, rendkívül kevés [ügynevezett alacsony kópiaszámú (LCN/LL/LT)]¹ DNS-t tartalmazó biológiai anyagmaradvány is személyazonosításra kerül, amelynek szövegi, testváladék vagy sejtípus eredetét nem lehet egyértelműen meghatározni. Az ilyen típusú BAM-okat az angol nyelvű szakirodalomban DNS-nyomnak (DNA trace) vagy látens (latent) DNS-nek hívják. Ott szintén elterjedt az érintési, érintkezési DNS (touch, contact DNA) kifejezés, melyet célszerű csak akkor használni, ha a DNS érintési, érintkezési eredete alátámasztható (Taylor & Kokshoorn, 2023). Ellenkező esetben a kifejezés félrevezető lehet, és a szakértői értékelésben elfogultság és megerősítési torzítás jelentkezik a vizsgálandó biológiai anyagmaradvány tekintetében (Kassin et al., 2013).

A komplex DNS-profilok forrásszintű kiértékelésében a szakértők számára már számos, ügynevezett valószínűsítő (probabilistic) szoftver áll rendelkezésre, amelyek nagy segítséget nyújtanak az alacsony DNS-tartalmú anyagmaradványok személyazonosításában. E szoftverek közül két ingyenesen elérhető program (LRmixStudio, EuroForMix) és egy licenccijás szoftver (DNAXs) az NSZKK Genetikai Szakértői Intézetében (GSZI) is évek óta használatban van (Gill & Haned, 2013; Gill et al., 2021; Benschop et al., 2019; Füredi, 2024). Más szoftverprogramok cselekvési szinten is képesek könnyen áttekinthető grafikus felület segítségével, statisztikailag kezelni az anyagmaradványok genetikai vizsgálatának eredményeit (Taylor et al., 2018a; URL3). E szoftverekről a tanulmány harmadik részében esik majd bővebben szó.

A szakfolyóiratok és a média révén nemzeti és nemzetközi szinten is a figyelem középpontjába kerültek olyan bűnügyek, ahol a büntetőeljárás során és a bírósági ítéletekben nagy szerepet kapott a biológiai anyagmaradványok és a DNS átkerülési mechanizmusának és időbeli megmaradásának problematikája. Erre szemléltetésképpen konkrét ügyek e tanulmány második részében kerülnek majd röviden bemutatásra.

Végezetül a biológiai anyagmaradványok átkerülésére, megmaradására, elterjedtségére és visszanyerhetőségére, azaz a TPPR-re vonatkozó ismeretek, kísérletes szakirodalmi adatok, szakkönyvek és szakmai továbbképzési lehetőségek egyre növekvő mennyisége és száma mindinkább megteremtette a lehetőséget a cselekvési szintű szakértői értékelésnek a legkülönbözőbb

1 Low copy number, low level, low template.

bűnügyekben (Taylor et al., 2018b; Taylor & Kokshoorn, 2023; Cadola et al., 2021; URL4, URL5).

Tévedések, tévképzetek, kételyek és kifogások

Az elmúlt évek során a cselekvési szintű genetikus szakértői elemzéssel szemben az ügyekben érintett felek számos kételyt fogalmaztak meg, illetve ezt a fajta tudományos értékelést is terhelhetik tévedések, tévképzetek (fallacy), kognitív torzítások (Taylor & Kokshoorn, 2023). Az egyik leggyakoribb tévedés az úgynevezett felcserélt feltételek (transposed conditional), vagy más néven az ügyész (vád) tévképzete (prosecutor's fallacy) (Gill et al., 2020, 3. ajánlás; Evett & Weir, 1998). Ezt a tévedést nemcsak szóban és írásban, hanem sokszor kimondatlanul, gondolatban is elkövethetik az érintett felek, leggyakrabban a nyomozó és vádhatóság. E tévképzet abból fakad, hogy a bizonyítékra számolt valószínűség (likelihood) vagy a valószínűségi hányados (LR) utólagos (posterior) valószínűségként kerül interpretálásra. Magas LR esetén ez rendkívül hátrányosan érintheti a terheltet, mivel a számára statisztikailag esetlegesen enyhítő előzetes (prior) valószínűségek figyelmen kívül maradnak. A felcserélt feltételre cselekvési szinten egy ilyen téves konklúzió lehet például: „A szakértő az LR-értékre 100-at kapott, tehát 100-szor nagyobb a valószínűsége, hogy a cselekvés a vád állításának megfelelően történt a védelem feltevéséhez képest.” Ebben az esetben a helyes interpretáció a következő lenne: „A szakértő az LR-értékre 100-at kapott, tehát a bizonyíték 100-szor valószínűbb akkor, ha a cselekvés a vád állításának megfelelően történt a védelem feltevéséhez képest.”

A téves alapismeretek vagy azok elhanyagolása (base rate fallacy, base rate neglect) is problémát okozhat a bizonyítékok és egyéb információk értékelése során, amikor is előzetes valószínűségek nélkül, vagy azokat nem megfelelő módon figyelembe véve mondunk következtetést az utólagos valószínűségekre. Cselekvési szinten az eljáró hatóság elkövethet ilyen hibát például akkor, ha két egymás utáni cselekvés valószínűségének megbecsülésekor nem veszi számításba azt, hogy a második cselekvés utólagos valószínűsége függ az első cselekvéstől.

Az asszociációs tévképzetben (association fallacy) az (al)forrás szintű eredményeket változatlan formában akarjuk érvényesíteni a cselekvési szinten (Gill, 2014). Például, ha egy sértetti köröm alatt vizsgált DNS terhelttől való feltételezett származására egymillió LR-értéket határozott meg a szakértő, akkor tévedés lenne az eljáró hatóság részéről azt mondani, hogy a genetikai bizonyíték egymilliószor valószínűbb, ha a sértett a terheltet karmolta meg egy másik

személyhez képest. Vegyük azt észre, hogy az (al)forrásszintű statisztikai eredmény önmagában nem elegendő a cselekvés (ti. a karmolás) teljes körű, statisztikai alapú kiértékeléséhez.

A szelekciós torzítás (selection bias) során az értékelésnél számításba vett bizonyítékok és információk nem reprezentálják megfelelően a megfigyelt valóságot az összes feltevésre vonatkozóan, így azok látszólag az egyik vagy másik állítást támogatják. Ennélfogva cselekvési szinten is rendkívül fontos az összes bizonyíték figyelembevétele, még az is, ami nem került kimutatásra (például a gyanúsított DNS-e az elkövetési eszközön).

A forrásszintű DNS-vizsgálat igen gyakran, a cselekvési szintű elemzés ritkábban nagyon magas LR-értéket adhat eredményül. Amennyiben azt az állítást, amit a magas LR támogat, kategorikusan igaznak fogadja el az eljáró hatóság az előzetes valószínűségek mérlegelése nélkül, akkor az úgynevezett individualizációs tévképzet valósul meg. Ez tulajdonképpen az állításba vetett személyes hit, amely meggyőződés az eljáró hatóság és a védelem előjoga, de magukból a genetikai bizonyítékokból tudományos alapon, objektíve nem következik.

A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű elemzésének elfogadhatóságával szemben támasztott kételyek alapvetően négy típusba sorolhatók, amelyek a következőkben röviden kifejtésre kerülnek (Biedermann et al, 2016; Taylor & Kokshoorn, 2023). Az eljáró hatóság vagy a védelem kifogásolhatja azt, hogy a vizsgálandó cselekvések értékeléséhez szükséges körülményeket nem lehet specifikusan meghatározni, vagy az egyáltalán nem ismert. Utóbbira példa lehet az, ha a terhelt élve a hallgatás jogával, nem nyilatkozik egy alternatív cselekvésről, amely a védelemnek a tevékenységre vonatkozó védekező állítását képviselhetné. A másik hasonló kétely, hogyha meg is lehet pontosan határozni az ügyhöz illeszkedő cselekvések mechanizmusát, dinamikáját és időbeliségét, az azzal kompatibilis tudományos adatok és eredmények nem elérhetők vagy nem megfelelőek. E két kifogástípus tévesen nem veszi azt figyelembe, hogy a tudományos alapú szakértői értékelések során a szakértő – az elemzett állítások bármelyik szintjén – mindig csak modellezi a valóságot, és így a felállított modellek szükségszerűen tartalmazznak ismeretlen vagy bizonytalan változókat, melyeknek az interpretációra gyakorolt hatását például érzékenységi (szenzitivitási) tesztekkel lehet vizsgálni. Például egy garázdaság miatt folytatott eljárásban a védelem kifogásolhatja, hogy nem lehet pontosan megállapítani azt, hogy az elkövető milyen erővel ragadta meg a sértett pulóverét és milyen hosszú ideig fogta azt a kezével, mely körülmény befolyással bírhat arra nézve, hogy az elkövető kezéről mennyi bőrhám került át a sértett pulóverére. Ugyanakkor elérhetők lehetnek olyan imitációs kísérletes eredmények a szakirodalomban, ahol a megragadásra vonatkozó tesztek úgy végezték el, hogy a megragadást

különböző erővel és időtartammal hajtották végre a kísérletben részt vevők, és így módon fedték le a reálisan számításba jövő lehetőségek körét.

Előfordulhatnak olyan ügyek is, amelyekben az eljáró hatóság vagy a védelem úgy véli, hogy annak a megítélése, hogy egy cselekvés (például nemi aktus, ütés, késeelés) megtörtént-e vagy sem, kizárólag az eljáró hatóság feladata, abba a szakértőnek nincs beleszólása, és csakis (al)forrásszinten adhat szakvéleményt. Valóban, ahogy a korábbiakban már kifejtésre került, a szakértő a cselekvési szintű állításokra sem mond kategorikus vagy valószínűsítő értékelést, hanem csak a bizonyítékra vonatkozóan a vád és a védelem feltevéseinek elfogadásával. Ebben viszont a szakértő igenis rendelkezhet kompetenciával és segítheti az eljáró hatóság munkáját.

A cselekvési szintű szakértői vizsgálatokkal szemben támasztott, általam utolsóként említésre kerülő kétely általános jelleggel megkérdőjelezi a bayesiánus LR-alapú valószínűsítés létjogosultságát a büntetőügyekben, ahol a bírónak vagy az esküdtszéknek kategorikus (tehát nem valószínűsítő) ítéletet vagy döntést kell hoznia a vádlott bűnösségére vagy ártatlanságára vonatkozóan. Ugyanakkor a bayesiánus valószínűség és a bírósági ítéletek alapjául szolgáló minden kétséget kizáró bizonyítottság ugyanarról a töről fakad: mindkettő személyes hitünk a valóságról. A statisztikai alapú szakértői elemzés valószínűségi értékekkel segíti e személyes meggyőződés kialakítását és formálódását a bíróban és az esküdtekben.

Az ügyre vonatkozó cselekvési szintű információk szerkezete

A cselekvési szintű szakértői elemzés során az ügyre vonatkozó információkat három részre oszthatjuk. A vizsgálatok fő elemei az állítások (feltevések, pro-
pozíciók) (proposition), melyek témába vágó, megfelelő és kielégítő meghatározásának számos követelménynek kell megfelelnie, amiket a későbbiekben részletezek. A lényeges információk második elemét a feltételezések (assumption) képezik. A feltételezések az ügyben vizsgálandó cselekvés olyan részleteire vonatkoznak, amelyekben – a szükséges és elégséges nyomozati információk, tanúvallomások vagy bizonyítékok hiányában – bizonytalanság van az eljáró hatóság vagy a szakértő részéről, viszont a hatóság és a szakértő közös álláspontra jut velük kapcsolatban. Az eljáró hatóság és a védelem által elfogadott feltételezésekre tipikus példa lehet az, hogy az elkövető a bűncselekmény során kesztyűt viselt, vagy hogy az elkövető a bűncselekménykor a népszerűségben megfigyelt átlagos erősségű fiziológiás nyomhagyói állapottal rendelkezett. Az információk harmadik elemét a cselekvési szintű értékeléshez kapcsolódó

olyan kontextusfüggő és tényszerű információk (task relevant, background information) jelentik, amelyeket az eljárásban érintett felek egyáltalán nem vitatnak, és szükségesek a szakértői elemzéshez, mint háttérinformációk. Ezek a háttérinformációk az alábbiakra terjedhetnek ki (URL6):

- a cselekmény részletei (helyszín, idővonal, az ügyben érintett tárgyak és azok múltja a cselekmény előtt és sorsa a cselekmény után);
- a sértett, a terhelt és egyéb személyek egymással és az ügyben érintett tárgyakkal való kapcsolata;
- a vizsgálatra kerülő tárgyak állapotára, csomagolására, tárolására és szállítására vonatkozó információk;
- a tárgyak esetleges korábbi szakértői vizsgálatára vonatkozó információk.

A szakértőnek ugyanakkor figyelnie kell arra, hogy a háttérinformációknak ténylegesen csak az elemzéshez feltétlenül szükséges részét használja fel, és a többi adat ne okozzon kognitív torzítást az eredmények interpretációjában (Morgan, 2023). Konkrét ügyekben tipikus háttérinformáció lehet például az, hogy a terhelt és a sértett a bűncselekmény előtt nem találkozott egymással, vagy hogy az eljárásban lefoglalt kés az elkövetési eszköz.

A cselekvési szinten megfogalmazott állítások csak akkor lehetnek hasznosak az eljáró hatóság és a szakértő számára, ha azok legalább kilenc alapkövetelményt teljesítenek. Az első és talán a legfontosabb, egyúttal triviális alapfeltétel, hogy az állításoknak az ügyben mérvadónak kell lenniük a szakértői vizsgálat céljából. Mindig legalább két állításnak kell elemzésre kerülnie, és az egyes feltevésekben nem lehet bizonytalan momentum. Például az nem megfelelő, ha azt állítjuk, hogy „*Elképzeltető, hogy a terhelt a lefoglalt késsel megszúrta a sértettet.*” A helyes állítás az, hogy „*A terhelt a lefoglalt késsel megszúrta a sértettet.*” Erre a védelemnek egy megfelelő feltevése lehet az, hogy „*A terhelt a lefoglalt késsel a bűncselekmény előtt egy nappal kenyeret szeletelt, és egy másik személy szúrta meg a sértettet.*” Előfordulhat az is, hogy az érintett felek, leginkább a védelem egyszerre vagy egymás után több alternatív cselekvési állítással hozakodnak elő. Ebben az esetben is az egyes terhelti állításokat a vád feltevésével kell párokban összehasonlítani. Ha és amennyiben több, egymással összefüggő és egymást követő cselekvés vizsgálata a cél az adott szakterületen, akkor az azokra vonatkozó állításokat célszerű együtt kezelni, mint egyfajta „árukapcsolást” (package deal) (Taylor & Kokshoorn, 2023). Az állításoknak az ügy kontextusában egymást kölcsönösen kizáró és kimerítő cselekményekre kell vonatkozniuk. Tehát például a vád azon állítására, hogy „*A terhelt a később lefoglalt késsel megszúrta a sértettet.*” önmagában nem elégséges ellenhipotézis az, hogy „*A terhelt a később lefoglalt késsel*

a bűncselekmény előtt egy nappal kenyeret szeletelt.”, mivel attól még ő lehetett az elkövető. Szükséges a védelem állításához azt is hozzá tenni (a fentiek szerint), hogy *„Egy másik személy szúrta meg a sértettet.”* A cselekvésre tett állítások akkor tekinthetők kimerítőnek, ha más alternatív cselekvés kizárható, nem életszerű, nagyon valószínűtlen vagy érdektelen az ügy szempontjából. Nagyon fontos követelmény a cselekvési szintű elemzések során az is, hogy az állításoknak specifikusoknak kell lenniük (lásd Gill et al., 2020, 7. ajánlás). Példa a nem megfelelő specifikusságra a következő állítás: *„A terhelt és a sértett dulakodott.”* A „dulakodás” szó kiegészítő háttérinformációk nélkül nem írja le pontosan a vizsgálandó cselekvést, helyette például azt lehet állítani, hogy *„A terhelt és a sértett megragadta egymás karját.”* A szakértőnek óvakodnia kell attól is, hogy az állítások bármelyik tagjába beépítse a szakértői vizsgálati eredményének bármely komponensét, az eredményekre adott magyarázatát vagy az eredményt potenciálisan okozó mechanizmusokat (lásd Gill et al., 2020, 6. ajánlás). Ez a szakértői interpretációban kognitív torzításhoz vezethet, illetve az eljáró hatóság a korábban említett felcserélt feltételek tévképzetébe esne. Egy tipikusnak nevezhető ilyen hiba például a vád feltevésében, amely emellett nem is specifikus a vizsgálandó cselekvésre vonatkozóan: *„A terhelt DNS-e közvetlen átvitelrel került a késre.”* Láthatjuk ebben a példában, hogy a „terhelt DNS-e” már a genetikai vizsgálat eredménye (amely a cselekvés lehetséges okozata), illetve a „közvetlen átvitel” egy transzfer mechanizmus, és önmagában semmit sem mond a cselekvésről (egyszeri érintés, rendszeres használat, köhögés? stb.). Végül, de nem utolsó sorban az állításokat lehetőség szerint tömören kell megfogalmazni. A hosszú és bonyolult állítások az érintett felek számára nehezen követhetők, felesleges ismétléseket vagy lényegtelen információkat tartalmazhatnak, valamint szakértői értékelésük is ellehetetlenülhet. Terjengős állítások esetén célszerű megvizsgálni azt, hogy a cselekvések alcselekvésekre szétbonthatók és külön kezelhetők-e, illetve az állításokban szereplő ügyinformációk a feltételezésekhez vagy a háttérinformációkhoz sorolandók (lásd Gill et al., 2020, 5. ajánlás).

Felmerülhet egy olyan kérdés, hogy vajon mit tehet/tegyen a szakértő, ha ugyan az eljáró hatóság részéről lenne igény az ügyben vizsgálandó vagy már megvizsgált biológiai anyagmaradványra vonatkozóan a cselekvési szintű interpretációra, azonban magát a kiértékelendő cselekvés mikéntjét az eljáró hatóság, a sértett, a terhelt vagy a védelem nem képes vagy nem akarja meghatározni. Ebben az esetben a bűncselekmény típusától, a rendelkezésre álló adatoktól és bizonyítékoktól függően a szakértő több lehetőség körül választhat. Számára a legkönnyebb és leggyorsabb megoldás, hogy cselekvési szinten nem nyilatkozik. A második lehetőség, hogy az ügyre vonatkoztatható TPPR-tanulmányok megállapításairól

általánosságban tájékoztatja a hatóságot. Harmadik lehetőségként az ügy történeteire vonatkozóan cselekvési szinten különböző feltételezésekkel él, amelyeket aztán (statisztikai) teszteknek vet alá, és azok eredményét, mintegy előzetes szakértő tájékoztatást vagy véleményt előterjeszti az érintett feleknek. A helyzet negyedik megoldása pedig az lehet, hogy a szakértő legjobb tudása szerint meghatározza az ügyben életszerűnek tekintett cselekvésekre vonatkozó állításokat, és amennyiben azokat az eljáró hatóság és a védelem nem kifogásolja, akkor elvégzi az általa felállított feltevésekre a cselekvési szintű kiértékelést. A négy lehetőség közül természetesen az utolsó három lehet hasznos az eljáró hatóság számára, és így a követendő eljárás a megfelelő szaktudással rendelkező genetikus szakértő részéről. Mindezek mellett a szakértő felhívhatja a hatóság figyelmét a cselekvési szintű vizsgálati kompetenciákkal rendelkező egyéb szakértői területek kirendelésének lehetőségéről is.

Az LR-érték kiszámításának alapvelei cselekvési szinten

E tanulmánynak nem célja, hogy matematikai útmutatóul szolgáljon a bűnügyekben cselekvési szinten megfogalmazott állításokra vonatkozó valószínűségi hányados (LR-) értékek kiszámításához. Erre vonatkozóan szakkönyv és számos szakcikk áll az érdeklődő olvasó rendelkezésére (Taylor & Kokshoorn, 2023). Ugyanakkor itt kifejtésre kerülnek azok az alapelvek, amelyek mentén az LR kiszámításához szükséges képlet meghatározható. Ezek az alapelvek még azon szakemberek számára is fontosak és hasznosak lehetnek, akik nem kézzel, hanem grafikus felületű, például Bayes-hálózatkezelő szoftver segítségével végzik el a kalkulációkat.

Az első lépésben a vizsgálatunk alappilléreit, az előző fejezetben jellemzett állításokat, feltételezéseket és háttérinformációkat kell meghatározni a kérdéses ügy elemezni kívánt cselekvésére vonatkozóan. A cselekvéshez tartozó információk alapján a szakértő abduktív érveléssel² megállapítja a biológiai anyagmaradvány (közte a DNS) átkerülésének lehetséges útját és időbeli sorrendjét. Az útvonal és a sorrendiség [az úgynevezett út- és idővonal (pathways, timeline)] ismerete elengedhetetlen feltétele annak, hogy az LR meghatározásához szükséges képlet elemeit levezessük, illetve a Bayes-hálózat cselekvési, átviteli (transzfer) és eredmény csomópontjait, valamint a csomópontokat összekötő nyilakat (éleket) megrajzoljuk.

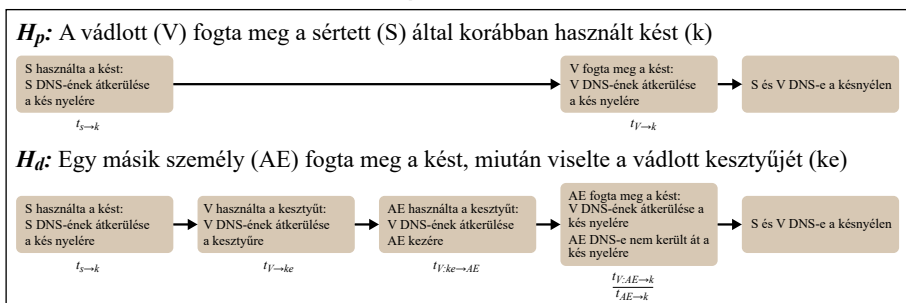
2 Abduktív érvelés: a megfigyelésekből a legegyszerűbb és legvalószínűbb következtetés levonása a konkrét megfigyelésekre vonatkoztatva.

Az LR-képlet manuális levezetéséhez alapvetően két módszer alkalmazható. A szabatosabb, de hosszabb levezetés esetében a vizsgált cselekvésekhez tartozó összes megfigyelt eredmény valószínűségét figyelembe vesszük, és a valószínűségi számítás törvényeinek alkalmazásával, a lehetséges egyszerűsítésekkel tagokként lépésről lépésre beépítjük azokat a képletbe. Első körben a cselekvésekre vonatkozó lehetséges genetikai eredményeket vesszük számba (például a terhelt DNS-e az elkövetési eszközön), majd azokat a faktorokat, amelyek a szakértői vizsgálat során kimutatott eredményeket létrehozhatták. E faktorok közé tartoznak a biológiai anyag (közte a DNS) átvitelére, megmaradására, elterjedtségére (köztük a saját és a háttér DNS-ére), illetve kimutathatóságára vonatkozó TPRR-mutatók. A hosszabb levezetés lerövidíthető azáltal, hogy már az LR-képlet felállításának a legelején elhagyjuk azokat a részeredményeket és faktorokat, amelyek azonosak, vagy a bűnösség megítélése szempontjából lényegtelenek a vizsgált két cselekvésre vonatkozó állítások kapcsán.

Az LR-képlet manuális úton történő meghatározását szolgáló másik módszer alkalmazása során a fentiekben említett transzfer út- és idővonal minden egyes részéhez TPRR-valószínűségi faktort rendelünk, melyeket aztán az összeg- és a szorzatszabály alkalmazásával összerendelünk. Vegyünk példaként egy olyan rablást, ahol az elkövető a sértett (S) kését (k) magához véve azzal megfenyegette a sértettet, miközben – a sértett elmondása szerint – nem viselt kesztyűt (ke) (Taylor & Kokshoorn, 2023). A genetikai vizsgálat eredménye alapján a vád és a védelem tényként elfogadja, hogy a vádlott (V) DNS-e a sértettével együtt megtalálható a késen. A vádlott ugyanakkor úgy védekezik, hogy valaki ellopta a kesztyűjét, közvetlenül a bűncselekmény előtt viselte azt, és az a másik személy (AE: alternatív elkövető) fenyegette meg a sértettet a késsel. A két állításra vonatkozó cselekvési út- és idővonal, és a hozzájuk tartozó DNS-transzfer valószínűségi komponensek (t) a 2. számú ábrán láthatók.

2. számú ábra

A DNS-transzfer út- és idővonala a vád (H_p) és a védelem (H_d) állításához



Forrás. A szerző saját szerkesztése.

Amennyiben a 2. számú ábrán feltüntetett DNS-transzfer eseményeket – kivéve az alternatív elkövető kezéről történő DNS-átvitelt és annak elmaradását – egymástól függetlennek tekintjük, akkor a szorzatszabály alkalmazásával megkaphatjuk a valószínűségi hányados képletét:

$$LR = \frac{(t_{S \rightarrow k}) (t_{V \rightarrow k})}{(t_{S \rightarrow k}) (t_{V \rightarrow ke}) (t_{V:ke \rightarrow AE}) (t_{V:AE \rightarrow k}) (t_{AE \rightarrow k} | t_{V:AE \rightarrow k})}$$

Ha azzal a feltételezéssel élünk, hogy a kézről történő DNS-átvitel valószínűsége szempontjából mindegy, hogy saját vagy idegen DNS kerül át, azaz

$$t_{V \rightarrow k} = t_{V:AE \rightarrow k} ,$$

akkor a fenti LR-képlet így egyszerűsíthető:

$$LR = \frac{1}{(t_{V \rightarrow ke}) (t_{V:ke \rightarrow AE}) (t_{AE \rightarrow k} | t_{V:AE \rightarrow k})}$$

Azaz csak a védelem állítására vonatkozó transzfer események valószínűségével kell majd a továbbiakban foglalkoznunk. Ezzel gyakorlatilag befejeztük az LR-képlet felállítását. Figyeljük azt meg, hogy a képletünk nevezőjének utolsó tagja egy feltételes valószínűség, ami arra vonatkozik, hogy mi annak a valószínűsége, hogy az alternatív elkövető DNS-e nem kerül át a képre, miközben a vádlott DNS-e az alternatív elkövető kezéről átjut a kés nyelére. Az LR-képlet levezetéséhez használt útvonal módszer azt a veszélyt hordozza magában, hogyha a 2. számú ábrától eltérően minden átvitelt kizárólag lineárisan rajzolunk fel, akkor a feltételes függőségek elsikkadhatnak. Ennek ellenére, különösen összetettebb cselekvésnél, az LR-érték kézzel történő kiszámításának preferált módszere az út- és idővonalak felrajzolása és a TPPR-faktorok hozzárendelése.

Az LR-képlet birtokában a releváns valószínűségek a képletbe behelyezhetők és az LR-érték meghatározható. A rendelkezésre álló saját tapasztalati, kísérletes vagy szakirodalmi adatok alapján a valószínűségeket közvetlenül a megfigyelések számából, vagy közvetve a megfigyelt eredményeket modellező eloszlásokból határozhatjuk meg. Az előzetes (például háttér DNS tartalomra vagy érzékenységre vonatkozó) valószínűségek lehetnek konkrétan meghatározottak vagy egyenletesek (uniform). A helyesen felállított LR-képlet és a megfelelően alkalmazott valószínűségek révén az eredmény (likelihood) és az utólagos valószínűségek nem vesznek fel sem 0, sem 1 értéket, ami egyébként módszerhibára utalna. A valószínűségi hányados szoftverrel történő megállapítása általában Bayes-hálózatelemzéssel történik, amellyel e tanulmány harmadik része fog majd részletesebben foglalkozni.

A valószínűségek meghatározásának szempontjai és a kiértékelés megbízhatóságának tesztelése

A cselekvési szinten értékelésre kerülő biológiai anyagmaradványok genetikai vizsgálati eredményének leggyakoribb fajtái a következők:

- testvadásék, illetve a DNS jelenléte vagy hiánya (lásd Gill et al., 2020, 10. ajánlás);
- beazonosított egyszemélyi DNS-profil;
- beazonosított major és/vagy minor komponensű DNS-profil keverék;
- ismeretlen eredetű DNS-profil keverék;
- értékelhetetlen DNS-profil keverék;
- ismeretlen eredetű egyszemélyi DNS-profil;
- DNS-profil hiánya.

A bűnügyekben a nyomhordozókon a biológiai anyagmaradványok (köztük a DNS) mennyiségi jelenléte folytonos eloszlású és normális eloszlással modellezhető. A gyakorlatban azonban sokszor hasznos azok mennyiségét diszkrét részekre osztani (például magas, alacsony, semmi) vagy szimplán binárisnak tekinteni (van/nincs). A mennyiségen alapuló értékelés előnye, hogy flexibilisen alkalmazható a legkülönbözőbb ügy- és cselekménytípusra, és a szakirodalmi experimentális háttéradat forrása is a legnagyobb. Ellenben a mennyiség mint kvantitatív érték nagy variabilitást és szórást mutathat mind az aktuális ügyben, mind a kísérletes vizsgálatokban, ami nehézséget okozhat az ügygel kompatibilis helyzet meghatározásában és a megfelelő valószínűségi adatok kiválasztásában. Ezzel szemben a DNS-profil segítségével történő interpretáció kvalitatív jellegénél fogva stabilabb eredményen alapuló értékelést biztosíthat. Ugyanakkor itt a nehézség pedig a kompatibilitás megteremtésében rejlik, mivel az interpretáció laborspecifikusabb, és érzékeny lehet az egyes laboratóriumok által alkalmazott DNS-profil kimutatási módszerek különbségeire, például a mintavételezés, a DNS-tisztítás, a DNS-profil meghatározás és/vagy a DNS-profil értékelés területén.

A cselekvési szintű vizsgálatok egyik kulcskérdése, hogy a cselekvésnek a szakértő által vizsgált eredményét befolyásoló faktorokhoz a bűnügyben és az elemzett cselekvésben megfelelő valószínűségeket tudjunk rendelni. A legmegbízhatóbb valószínűségi adatokat az ügghöz szabott és a vizsgált cselekvéseket imitáló kísérletek szolgáltathatnak. Ugyanakkor erre az anyagi és időbeli korlátok miatt sokszor nincs lehetőség. Mindemellett az ilyen kísérletnek gátat szabhatnak egyéb tényezők is, például kivitelezhetőségi nehézségek, etikai korlátok, valamint az ügy ismeretlen aspektusai és körülményei. Mindezek

a nehézségek azonban nem tántorították és nem tántorítják el a kutatókat attól, hogy a szakterületen dolgozó szakemberek részéről érdeklődésre számot tartó, az átvitel mechanizmusára vagy időbeliségére irányuló kísérleteket végezzenek el, és azok eredményeit szakfolyóiratokban publikálják (Cadola et al., 2021). Ezek a szakirodalmi adatok az ügyekben használható valószínűségi értékek legfőbb forrásául szolgálhatnak, de természetesen csak akkor, ha a felhasznált adatoknak az elemzéshez való alkalmassága és kompatibilitása alátámasztható. Amennyiben a publikációkban szereplő kísérleti körülmények nem illeszkednek megfelelően az ügyhöz, akkor az adatok attól még használhatónak tekinthetők, ha különböző szakértői megfontolásokkal (például extrapolációval, hatékonysági faktorokkal történő korrekcióval, összevonással, egyszerűsítéssel) kompatibilissé tesszük azokat (lásd Gill et al., 2020, 4. megfontolás). Előfordulhatnak olyan ügyek és cselekvések is, amelyek értékeléséhez még nem állnak rendelkezésre szakirodalmi adatok. Ekkor a szakértőt a korábban hasonló ügyekben szerzett tudása és tapasztalata, illetve azon ügyek adatai segíthetik az alkalmas valószínűségi értékek megbecsülésében. Ennek szubjektivitása csökkenthető azáltal, hogy több szakértő becslésének átlagértékét rendeljük a kérdéses cselekvési faktorhoz.

Egy vizsgálati módszer megbízhatóságának (robustness) tesztelésére, azaz a bizonytalanság meghatározására számos eljárás létezik. Ezek lehetnek például a megbízhatósági tartomány megállapítása, a mérési hiba vagy a hibahatár megbecslése, a hiteles vagy valószínűségi tartomány kijelölése, a mérési bizonytalanság meghatározása, a pontosság és a precizitás szintjének megadása, és végül, de nem utolsó sorban az érzékenység (szenzitivitás) vizsgálat (Taylor et al., 2018b). A cselekvési szintű elemzések eredményeinek megbízhatósága alapvetően négy dologtól függ: a manuálisan vagy szoftver segítségével levezetett LR-formulának (vagy a Bayes-hálózat architektúrájának), az alkalmazott faktorok valószínűségének, a forrásszintű genetikai eredmények és az ügy ismert körülményeinek az érvényességén. A cselekvési szintű interpretációkban leggyakrabban alkalmazott megbízhatósági teszt az érzékenység analízis, ami azt vizsgálja, hogy például a cselekvési faktorokhoz rendelt valószínűségek kisebb vagy nagyobb megváltoztatása hogyan befolyásolja az LR számszerű értékét. Amennyiben egy realisztikus valószínűségi tartományon belüli kisebb változtatás is az LR értékét nagyságrendekkel növeli vagy csökkenti, akkor az értékelés módfelett érzékeny arra a cselekvési faktorra. Ebben az esetben meg kell azt vizsgálni, hogy ahhoz a faktorhoz rendelt valószínűség megfelelően nagy adatsoron alapul-e mind az adatokból számolt valószínűség, mind a teljes elemzés megbízhatósága szempontjából. A szenzitivitás tesztekre egy gyakorlati példa e tanulmány harmadik részében kerül bemutatásra.

A testváladékok, szövet- és sejttípusok szerepe a cselekvési szintű kiértékelésekben

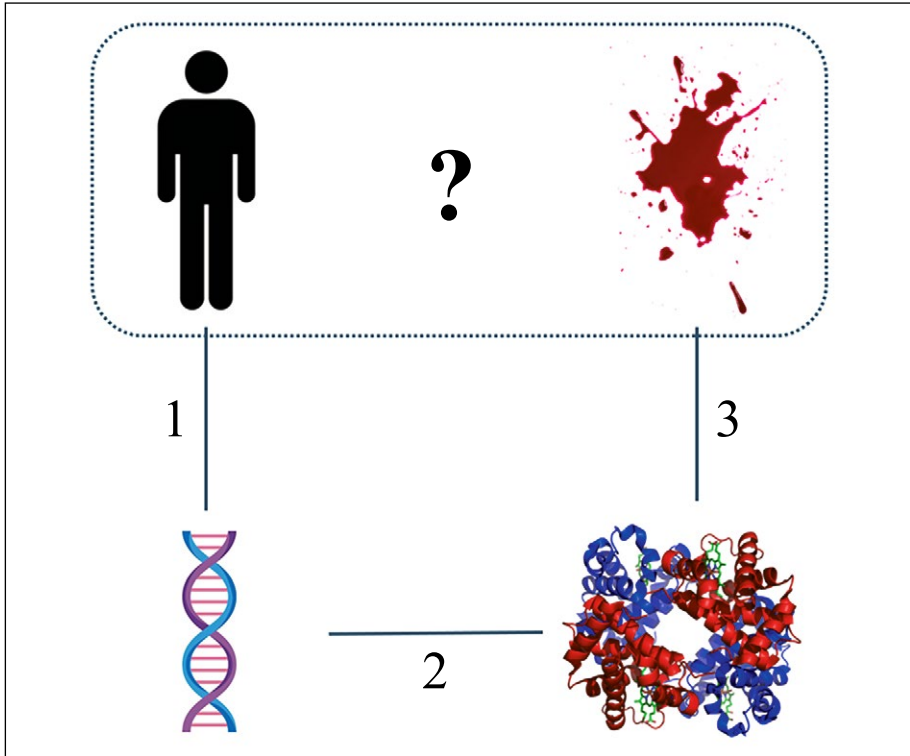
A bűncselekményekben a DNS leképződése és átkerülése nem önmagában szabadon, hanem ép állapotú vagy szétesett sejtek részeként, vagy azok mellett történik. Könnyen belátható, hogy a DNS testváladék (például nyál, ondó), szövet- (például vér, csont, bőrhám) vagy sejttípus (például spermium) forrásának meghatározása információt szolgáltat a bűnyűben értékelendő cselekvéshez. Tekintettel arra, hogy a típusmeghatározás során természetesen nincs lehetőség a sejtek összes jellemzőjének analizésére, és ezek a fehérje, nukleinsav (DNS, RNS) vagy mikrobiom³ alapú biokémiai, immunológiai vagy genetikai vizsgálatok téves pozitív vagy téves negatív eredménnyel is járhatnak, ezért a típusmeghatározásnál a bayesiánus megközelítés a nemzetközileg ajánlott módszer (URL7).

A biológiai anyagmaradványok forrásszintű személyazonosítása során három kérdéses kapcsolat meglétét kell igazolni. Egyrészt bizonyítani kell az anyagmaradvány DNS-ének a vizsgált személytől való származását (lásd 3. számú ábra 1). Másrészt igazolni kell azt, hogy ez a DNS és a sejttípus meghatározásakor analizált másik sejt-komponens azonos sejtekből eredt (lásd 3. számú ábra 2). Végül alá kell azt is támasztani, hogy ennek a másik sejt-komponensnek (például vér esetében a hemoglobin fehérjének) a detektálása jellemző arra a sejttípusra nézve, amely jelenlétének a mintában való kimutatására irányult az elővizsgálatunk (lásd 3. számú ábra 3). Ezek a kérdéskörök akkor válhatnak igazán bonyolulttá már forrásszinten is, amikor több személy különböző típusú biológiai anyagmaradványa (például vére, nyála, ondója vagy hámja) került egymáshoz egy személy testfelületén, testüregében vagy a nyomhordozón. Tipikusan ilyen kevert anyagmaradványok kerülhetnek szakértői vizsgálatra például szexuális erőszakokban, illetve például szűrő, vágó, ütő elkövetési eszközökről vagy elkövetői ruházatról biztosított minták esetében.

3 A mikrobiom az emberi testben vagy testfelszínen élő mikroorganizmusok alkotta ökológiai rendszer.

3. számú ábra

A biológiai anyagmaradvány forrásszintű azonosításának analitikai útvonala



Forrás. A szerző saját szerkesztése.

A testvázlatok, szövet- és sejttípusok figyelembevétele a cselekvési szintű kiértékelésekben függ attól, hogy a típusmeghatározás a szakértő véleménye alapján az eljáró hatóság és a védelem részéről kategorikusan elfogadható-e. Amennyiben igen, akkor a cselekvések értékelésekor a megállapított típusok tényként kezelhetők, így azokban a már nem létező bizonytalanságot valószínűséggel nem kell reprezentálni. Ellenkező esetben azonban vagy a típusmegállapításhoz kiszámolt forrásszintű bayesiánus statisztikai valószínűséget (likelihood vagy LR) (Samie et al., 2022; URL8), vagy az elővizsgálati tesztek pozitív és negatív eredményeinek valószínűségét lehet és kell felhasználni az interpretációhoz. Az utóbbi a preferált eljárás a szakértők részéről, mert ehhez áll rendelkezésre a legtöbb tapasztalati vagy kísérletes TPRP-adat a szakirodalomból, illetve a tesztek gyártók és felhasználók laboratóriumi validálási eredményeiből.

Példaként vegyünk egy olyan szexuális erőszakot, ahol a női sértett elmondása szerint a férfi elkövető megnyalta a sértett nemi szervét, és a szakértői vizsgálat során a sértett alsónadrágjának belső részéről vett mintán elvégzett, nyál-szennyeződésre utaló alfa-amiláz enzimteszt pozitív eredményt adott (Taylor & Kokshoorn, 2023). A DNS-analízis eredményeképpen e mintából kimutatott, női és férfi DNS-től eredeztethető többszemélyi, kevert DNS-profil átfedést mutat a terhelt genetikai profiljával, ugyanakkor az eljáró hatóság szerint a szakértői vizsgálat eredménye forrásszinten nem tudja kellőképpen alátámasztani (se kizárni) azt, hogy a férfi DNS nyál eredetű. A szakirodalmi adatok alapján az alfa-amiláz a nyál mellett alacsonyabb enzimaktivitással és koncentrációban a hüvelyváladékban is megtalálható (Sari et al., 2019). Ebben az esetben a vád és a védelem cselekvési szintű állítása a következő lehet: „A terhelt a bűncselekmény során megnyalta a sértett nemi szervét.” kontra „A terhelt a cselekmény időpontjában a sértetthez közel ülve beszélgetett vele, többször megérintette a sértett kezét és a felső ruházatát, de sohasem ért a sértett nemi szervéhez.” E két állítás cselekvési szintű értékeléséhez meg kell vizsgálni azt, hogy orális szexuális aktus megtörténte vagy meg nem történte esetére elérhető-e az (aktus után hordott) alsóneműre nézve tapasztalati vagy kísérletes gyakorisági adatok az alábbi genetikai szakértői eredményekre vonatkozóan (Breathnach & Moore, 2013):

- pozitív vagy negatív alfa-amiláz tesztreakció; vagy
- pozitív alfa-amiláz tesztreakció kimutatható DNS nélkül,
- pozitív alfa-amiláz tesztreakció csak a ruha női viselője DNS-ének kimutatása mellett,
- pozitív alfa-amiláz tesztreakció férfi DNS kimutatása mellett.

Laikus szemmel is belátható, hogy a fenti vizsgálati eredmények gyakorisága más és más lehet orális aktus után és annak hiányában, így az ebből számolt eltérő valószínűségek cselekvési szintű, statisztikai alapú értékelésre adhatnak érdemi lehetőséget a példaügyünkben.

A cselekvési szintű vizsgálati eredmények szakvéleménybe foglalása

A szakértői vizsgálatok „végterméke” a szakértői vélemény, amelynek tudományos szempontból precízen, ugyanakkor a laikusok számára is érthetően kell a szakértői elemzés eredményét és annak interpretációját tartalmaznia. A szakvélemények a következő három típusba, vagy azok keverékébe sorolhatók:

technikai jellegű (tényközlő), kivizsgáló (investigative) vagy kiértékelő (evaluative) jellegű (Petrétei, 2023). A kizárólag tényközlő szakvélemény cselekvési szinten nem jellemző, mivel a szakértőnek (legalábbis a genetikai szakterületen) nem feladata a cselekvés tényszerű megállapítása. A szakértő részéről ténymegállapítások általában általánosító vagy konkrét példákat felsorakoztató ismeretközlés formájában történnek a szakértői tapasztalatok és a szakirodalmi adatok felhasználásával.

A szakértő kivizsgáló szerepet akkor tölt be, amikor még nem ismert a cselekvésben érintett személy, vagy maga a cselekvés sem. A forrásszintű eredmények és tapasztalatain nyugvó tudása alapján a szakértő abduktív érveléssel magyarázatokkal szolgál a biológiai anyagmaradvány lehetséges forrására (például sértett, vértlen vagy elkövető), leképződésére (például érintés, vérzés, ejakuláció) vagy átkerülésére (közvetlen vagy közvetett átvitel, transzfer vektor típusa) vonatkozóan. Például egy betöréses lopás sértett által lakott helyszínén vett több, feltételezett érintési mintából kimutatott, egymással megegyező egy személyi DNS-profil detektálásának magyarázatául inkább az szolgálhat, hogy a nyomok nem a betörésből, hanem a sértettnek a lakásban végzett mindennapi tevékenységéből származnak.

A kivizsgálás és a kiértékelés elegye jellemző a bűnügy esetleges előzetes szakértői értékelésére még a bűnjelek laboratóriumi analízise előtt (angolul case pre-assessment, vagy más néven case assessment and interpretation, CAI) (Cook et al., 1998). Ez különösen akkor lehet hasznos, ha a bűncselekményre vonatkozóan már rendelkezésre állnak a szakértő által is értékelhető adatok, és a hatóságnak eljárásjogi, anyagi vagy időbeliségi szempontok miatt azokra a szakértői vizsgálatokra kell fókuszálnia, amelyek a leginkább előre viszik az ügy nyomozását és bizonyítását. A genetikus szakértő az előzetes értékelés során az alábbiakban lehet képes szakértői tájékoztatást, felvilágosítást adni:

- javaslat a vád és a védelem releváns cselekvési szintű állításaira, a feltételezésekre és a háttérinformációkra;
- az ügyben már cselekvési szinten is felhasználható ismeretek, eredmények, és azok becsült megkülönböztető ereje az egyes állításokra vonatkozóan;
- a (kiegészítő) szakértői vizsgálatok lehetősége, indokoltsága és azok lehetséges eredménye;
- a szakértői vizsgálat költség- és időigénye.

A CAI-elemzés mindezek mellett segíthet kiküszöbölni a konkrét szakértői vizsgálati eredményeken alapuló értékelések során elkövethető kognitív torzításokat. A kétféle interpretáció konklúziója között esetlegesen fennálló jelentős különbség ugyanis felhívhatja a szakértő és az eljáró hatóság figyelmét arra, hogy ez

az eltérés nemcsak az ügy sajátoságaiból, hanem a téves szakértői értékelésből vagy kognitív torzításból is fakadhat.

A cselekvési szinten adott szakértői véleményeknek is a közös vonása az, hogy a szakértő a vád és a védelem állításainak elfogadásával a genetikai bizonyíték valószínűségéről (súlyáról) fogalmazza meg a véleményét és nem magáról a feltételezésekről. A szakvéleményből ki kell derülnie annak, hogy a bizonyíték súlya jelentősen függ nemcsak magától a genetikai analízis eredményétől, hanem az állításoktól, a feltételezésektől és az érdemi háttérinformációktól. A szakvéleményben az értékelést az eljáró hatóság számára átláthatóan, nyomon követhetően és reprodukálhatóan kell végrehajtani. Amennyiben az interpretációhoz az LR-érték meghatározásra került, akkor azt a szakvéleményben mindig fel kell tüntetni. A bizonyíték súlyát az LR-érték alapján szöveges formában is ki lehet fejezni, azonban ilyenkor a verbális kifejezések skáláját számszerű tartományokkal meg kell adni, mint például „*a genetikai bizonyíték:*

- *nem cáfolja, de nem is támasztja alá (ha $LR = 1$)*
- *támogatja (ha $1 < LR \leq 10$)*
- *alátámasztja (ha $10 < LR \leq 100$)*
- *nagymértékben alátámasztja (ha $100 < LR \leq 1.000$)*
- *igen nagymértékben alátámasztja (ha $1.000 < LR \leq 1.000.000$)*
- *rendkívüli mértékben alátámasztja (ha $1.000.000 < LR$)*
- *az egyik állítást a másikkal szemben” (lásd Gill et al., 2020, 11. ajánlás).*

Belátható, hogy egy adott szint felett szövegesen már nincs értelme fokozni a bizonyíték súlyát. Cselekvési szinten is úgy célszerű megállapítani a verbális skálát, hogy azt más szakterület is ugyanúgy tudja használni, ezáltal az egyes szakterületek eredményeinek bizonyító ereje egymással összehasonlíthatóvá tehető ügyn belül és ügyek között.

A cselekvési szintű kiértékelő szakértői vélemények felépítése és tartalma a konkrét ügytől és a megválaszolandó kérdésektől függhet, azonban a szakvélemények több közös jellemzővel rendelkezhetnek. Előjáróban foglalkoznak a bűnügyben vizsgálendő cselekvés rövid leírásával, és a rendelkezésre álló, általában (al)forrásszintű genetikai eredmények ismertetésével. A következőkben az értékeléshez szükséges feltételezések és háttérinformációk megadása mellett a szakértő leírja a vád és a védelem álláspontját hűen tükröző, a cselekvésre vonatkozó releváns állításokat. A vizsgált cselekvésekhez a szakértő szöveges formában vagy ábrán közli a cselekvésekben szerepet játszó biológiai anyagmaradványok TPPR-eseményeihez tartozó út- és idővonalakat. Az ezek ismeretében levezetett LR-képlet vagy felrajzolt Bayes-hálózat szintén részét képezi a szakvéleménynek. Az egyes TPPR-faktorokhoz rendelt valószínűségek

általában úgynevezett feltételes valószínűségi táblázatokban kerülnek megadásra a valószínűségi adatok forrásainak feltüntetésével (Gill et al., 2020, 9. ajánlás). Összetettebb cselekvés vagy genetikai eredmény esetén a bonyolultabb LR-képletet, Bayes-hálózati rajzot, valamint a hozzájuk tartozó valószínűségi táblázatokat célszerű a szakvélemény mellékletébe vagy függelékébe helyezni. A kiértékelés számszerűsített eredménye a valószínűségi hányados (LR), amelyhez a szakvélemény konklúzió részében szöveges értékelés is társulhat, például: „*A szakértői vizsgálat eredménye 100-szor valószínűbb, ha a cselekvés a vád állításának megfelelően történt a védelem állításához képest. Ennek alapján a bizonyíték a vád állítását támasztja alá.*” Szöveges interpretáció esetén a szakvéleménynek, vagy annak mellékletének tartalmaznia kell a bizonyítottság mértékét kifejező, korábban említett verbális skálát is. A szakértő a véleményének a végén kihangsúlyozhatja, hogy a megadott statisztikai eredmény nem az állítások és így a cselekvések valószínűségét hivatott megbecsülni, illetve a statisztikai eredmény és az abból levont következtetés is változhat, amennyiben az elemzett cselekvésre vonatkozó állítások, feltételezések vagy háttérinformációk változnak.

A cselekvési szintű vizsgálatokra vonatkozó szakmai ajánlások, irányelvek, útmutatók

Kimondottan az igazságügyi szakértői vizsgálatok eredményeinek kiértékelésére és szakvéleményezésére vonatkozóan – beleértve a cselekvési szintű elemzéseket is – a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) e tanulmány írásának időpontjáig még nem bocsátott ki szabványt. Jelenleg jóváhagyás alatt van az ISO 21043-4 és az ISO 21043-5 szabvány, amelyek a forenzikus analízisek eredményeinek interpretációját és szakvéleménybe foglalását hivatottak majd nemzetközileg standardizálni (URL9, URL10). Tekintettel arra, hogy a cselekvési szintű elemzések közvetlenül nem a laboratóriumi vizsgálati eredmények megállapításáról szólnak, így az igazságügyi vizsgáló laboratóriumok ISO 17025 szabvány szerint akkreditált minőségirányítási rendszere csak közvetetten érvényesíthető ezen a szakterületen. Ugyanakkor már jelenleg is számos külföldi, nemzeti és nemzetközi hatáskörű szakmai ajánlás, irányelv és útmutató áll rendelkezésére az e szakterületen dolgozó szakértők számára. Ezek a szakanyagok elősegítik azt, hogy a cselekvési szintű szakértői vélemények a tudomány aktuális állásának megfelelően, a szakma szabályai szerint, és egymással nemzetközileg is kompatibilis módon kerüljenek előterjesztésre.

Jelenleg az igazságügyi genetikai szakterületen szakmailag a legmagasabb szintű ajánlásnak a Nemzetközi Igazságügyi Genetikai Társaság (ISFG) DNS Bizottságának 2020-ban publikálásra került irányelve tekinthető (Gill et al., 2020). Az irányelv 11 ajánlási (recommendation) és négy megfontolási (consideration) pontban foglalja össze a szakterület alapelveit és a követendő gyakorlatot. E tanulmány azon részei, amelyek megfeleltethetők az ISFG irányelvének valamelyik pontjával, a lábjegyzetben feltüntetésre kerültek. A tanulmány egy kivételével minden ajánlást érintett. A kimaradt 8. számú ajánlás a korábban említett felcserélt feltételek ügyészi tévedés TPPR-re vonatkozó elkerülésére ad javaslatot. Ez azt rögzíti, hogy az értékelést mindig a biológiai anyagmaradvány kimutatási valószínűségére kell alapozni, amely függ a vizsgált cselekvés során bekövetkezett direkt vagy indirekt transzfertől és a BAM elterjedtségétől. Azaz helytelen a transzfer valószínűségéről beszélni a kimutatás függvényében. Az ISFG-irányelv megfontolásai között szerepel az is, hogy a „transzfer” szakszó kettős értelemben is használható. Egyrészt szimplán jelölheti egy cselekvés direkt következményét, a biológiai anyagmaradvány átkerülését. Másrészt a szakértő beleértheti azt az összetett folyamatsort, amely a BAM átkerülését, megmaradását és kimutatását jelenti. Az utolsó, eddig nem érintett megfontolás pedig röviden ismerteti azt, hogyha a cselekvésben direkt vagy indirekt módon érintett személy DNS-e nem mutatható ki a helyszínen vagy a bűnjelen, és/vagy egy ismeretlen személy (mint egy lehetséges alternatív elkövető) DNS-e (is) detektálható ott, akkor a genetikai vizsgálat eredménye általában a védelemnek a terhelt cselekvésére vonatkozó állítását erősíti.

Az Európai Forenzikus Szakértői Intézetek Hálózata (ENFSI) 2022-ben kibocsátott a humán forenzikus biológiai és DNS-profil vizsgálatokra vonatkozóan egy legjobb gyakorlatok kézikönyvét (BPM), amely az előbbieken említett ISFG-irányelvek mentén az eredmények kiértékeléséhez és interpretációjához gyakorlatban is érvényesíthető útmutatót ad a cselekvési szintű elemzésekhez is (URL7). A kézikönyv nagyban támaszkodik az ENFSI 2015-ben kiadott, a kiértékelő igazságügyi szakvéleményadásra vonatkozó irányelvére (URL11). A BPM függelék része az interpretáció tárgykörében részletesen foglalkozik a kiértékelő szakvéleményadás alapelveivel, a testvadászatok elemzésével, a feladathoz kapcsolódó háttérinformációkkal, az állítások hierarchiájával, az ügyek előzetes értékelésével (CAI), valamint a cselekvési szintű vizsgálatoknak e tanulmányban is már tárgyalt alapelveivel. A függelék másik fele összefoglalja az ENFSI-nek a szakvéleményadásra és a szakértők bírósági tárgyaláson való kommunikációjára vonatkozó gyakorlati módszereit, tanácsait, javaslatait. Ez utóbbit a BPM 17 pontban rögzíti, melyek közül kiemelendő, hogy a szakértőnek adott esetben a bírósági tárgyaláson is ki kell azt hangsúlyoznia, hogy a forrás szinten kapott

statisztikai LR-eredmény közvetlenül nem érvényes a cselekvési szinten. Ezek mellett a szakértőnek figyelmeztetni kell az eljáró hatóságot vagy a védelmet akkor, ha tévesen értelmezik a szakértői vizsgálat eredményét. Ahogy már korábban bemutatásra került, különösen a felcserélt feltételek tévedés lehet rendkívül hátrányos a terheltre nézve, pláne akkor, ha azt már nemcsak a nyomhagyásra, hanem a terhelt feltételezett tevékenységére vonatkoztatják, tévesen.

Az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Igazságügyi Intézetének (NIJ) és Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézetének (NIST) szervezésében 2020-ban megalakult egy szakértői munkacsoport az igazságügyi DNS-vizsgálati eredmények interpretációjának fejlesztése és a szakértői értékelések során esetlegesen elkövetett emberi hibák minimalizálása céljából. E munkacsoport 2024-ben kiadott egy részletes jelentést a szakértői interpretáció és az emberi tényezők összefüggéseinek vizsgálati eredményéről (URL12). A jelentés 44 szakmai ajánlást tartalmaz ebben a tárgykörben, amelyek közül három felhívja a figyelmet a direkt és indirekt transzfer, illetve a DNS TPPR-jelenségek lényegi megértésének, megértetésének és kormányzatilag finanszírozott kutatásának a fontosságára.

Az NIST szintén 2024-ben megjelentetett egy részletes összefoglaló munkát a DNS-keverékek kiértékeléséről (URL13). Ugyan az összefoglaló nagyobb része a többszemélyi eredetű (kevert) DNS-profilok alforrás szintű interpretációjáról szól, de egy külön fejezet a genetikai eredmények cselekvési szintű kiértékelésének részleteit taglalja. E fejezet az alábbi öt pontban foglalja össze a kevert DNS-profilokat is potenciálisan tartalmazó szakértői vizsgálati eredmények cselekvési szintű kiértékelésének alapelveit és az arra vonatkozó javaslatokat:

- A DNS egy személyről vagy felületről egy másik személyre vagy felületre több alkalommal is átkerülhet.
- Az érzékeny genetikai vizsgáló módszerek megnövelték az ügy szempontjából érdektelen DNS kimutatásának az esélyét. Az alacsony DNS-tartalmú bizonyíték értékelésénél mindig mérlegelni kell annak relevanciáját is.
- Az érzékeny genetikai vizsgáló módszerek megnövelték a kontamináció kimutatásának az esélyét. A kontamináció minimalizálására törekedni kell mind a helyszínen, mind a vizsgáló laboratóriumban.
- Az alforrás szintű statisztikai eredmény semmit sem árul el a biológiai anyagmaradvány leképződésének/átkerülésének módjáról, idejéről és relevanciájáról. Ennélfogva az LR kontextus nélkül félrevezető lehet.
- Az a tény, hogy a DNS könnyen átkerülhet egyik helyről a másikra nem érvényteleníti a DNS-bizonyítékot. Ugyanakkor annak bizonyító ereje az ügy körülményeitől függ.

Az NIST egy másik testületének, a forenzikus tudományokkal foglalkozó Tudományos Területi Bizottságok Szervezetének (OSAC) e tanulmány írásának idejében születőben van egy legjobb gyakorlatra vonatkozó ajánlása az értékelő igazságügyi DNS-szakértői tanúvallomásokhoz (URL14). A korábban említett ENFSI-kézikönyvhöz hasonló módon, de attól részben eltérően kizárólag csak a szakértői kiértékelésre fókuszálva fogalmazza meg ez a tervezet formában már elérhető OSAC-ajánlás az al-alforrás-, alforrás-, forrás- és cselekvési szintű szakértői interpretáció és eredményközlés irányelveit. Ezek az ajánlások gyakorlatilag átfedésben vannak az ISFG korábban megfogalmazott irányelveivel (Gill et al., 2018; Gill et al., 2020), kiegészülve az eljáró hatóság vagy a védelem részéről a szakértőnek feltett, úgynevezett hipotetikus kérdések megválaszolására vonatkozó javaslatokkal. Az olyan jellegű elméleti kérdések, mint például „*Lehetséges-e az, hogy...?*” gyakran az eredményeken és nem a cselekvés körülményeire vonatkozó háttérinformációkon alapulnak, ezért ilyenkor a szakértőnek jeleznie kell azt, hogy csakis a megfelelő állításokra vonatkozó bizonyítékok valószínűségének megbecsülésében kompetens. Emellett az OSAC ajánlása azt is kihangsúlyozza, hogy a szakértő óvakodjon attól, hogy az értékeléshez szükséges ügyinformációk híján spekulációkba bocsátkozzon a cselekvési állításokra, a DNS-transzferre, a szakértői vizsgálat (lehetséges) eredményére, valamint azok valószínűségére vonatkozóan. Amennyiben a hipotetikus kérdéshez vagy állításhoz a szakértőnek aktuálisan (például a bírósági tárgyalás keretei között) nem áll rendelkezésre olyan adat vagy eljárás, amely lehetőséget adna a bizonyíték súlyának értékelésre, akkor a szakértőnek arról tájékoztatnia kell az eljáró hatóságot. Ezekén túl az ajánlás függelék része számos kiegészítő információt tartalmaz az egyes ajánlásokat támogató és indokoló szakmai körülményrendszeréről. Mindezek mellett a függelék rész konkrét példaügyeken keresztül javaslatokat ad a korrekt szakvéleményezésre és a szakvélemény megfelelő előadására a tárgyalóteremben, beleértve a tárgyaláson esetlegesen felmerülő egyes kételyek és kérdések helyes kezelését, megválaszolását.

Hollandia Bűnügyi Szakértői Intézete (NFI) 2023-ban angol nyelven közzétett egy néhány oldalas segédletet a cselekvési szintű szakértői vizsgálatokban érdekelt és érintett szakemberek számára (URL15). Ez az útmutató az alábbi négy, egymásra épülő kérdéssel kapcsolatban foglalja azt össze, hogy az eljáró hatóság számára mikor, milyen feltételek mellett és milyen körülmények fennállása esetén lehet informatív az ügy cselekvési szintű vizsgálata.

- Van egynél több magyarázata (szcenáriója) az igazságügyi szakértői vizsgálat eredményének az eljáró hatóság és a védelem részéről?
- Ezek a magyarázatok valószínűek és az ügy aktájában fel vannak tüntetve?

- A magyarázatok igazságügyi vizsgálati és értékelési módszerekkel tesztelhetők?
- A magyarázatok kellően specifikusak?

A segédlet tehát kihangsúlyozza a legalább két, valószerű, specifikus és igazságügyi vizsgálati módszerekkel tesztelhető állítás meglétének a fontosságát. Az útmutató minden érintett szakterületen használható, mivel alapvetően általánosan fogalmaz, a DNS-vizsgálatok csak egy-egy példa kapcsán kerülnek szóba.

Kapcsolódás más szakterületekkel

Ahogy az állítások különböző szintjein végzett kiértékelésen alapuló igazságügyi szakértői interpretáció, úgy a bayesiánus statisztikai analízis sem korlátozódik kizárólag a genetikai szakterületre. Az ENFSI korábban említett 2015. évi irányelve nyolc példaügy [DNS, üveg, beszédhang-felvétel, cipőnyom (2), CCTV-kamerafelvétel, löpormaradvány (2)] LR-statisztikai kiértékelését mutatja be, melyek közül négy [DNS, üveg, löpormaradvány (2)] cselekvési szinten került interpretálásra. Az irányelv kimondja, hogy „*A cselekvési szintre vonatkozó állításokat akkor kell használni, ha szakértői ismeretekre van szükség olyan tényezők figyelembevételéhez, mint az átviteli mechanizmusok, a megmaradás és az anyagok háttérszintje, amelyek hatással lehetnek a tudományos eredmények megértésére az állítólagos cselekvésre vonatkozóan. Ez különösen fontos az olyan tárgyi bizonyítékok esetében, mint a mikroanyagmaradványok (textilszálak, üveg, löpormaradványok, egyéb részecskék) és kis mennyiségű DNS, kábítószer vagy robbanóanyag.*”⁴ (URL11).

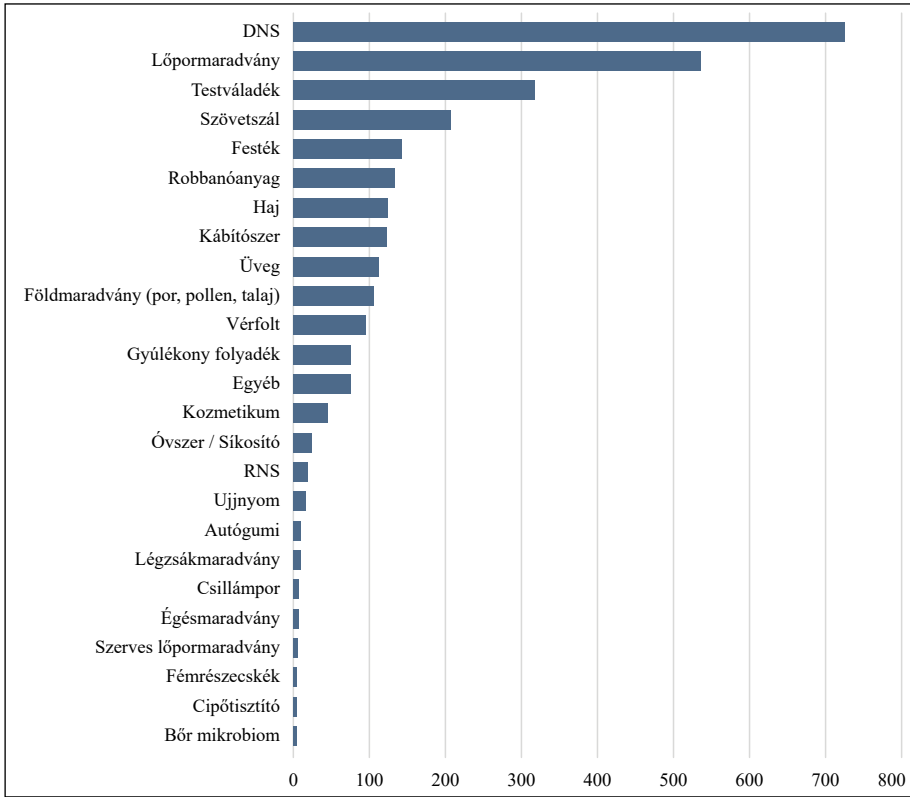
Ausztrália és Új-Zéland Nemzeti Forenzikus Tudományok Intézete (NIFS) 2017-ben kibocsátott egy útmutatót a kiértékelő igazságügyi szakértő vizsgálatokról és szakvéleményadásról (URL16; Catoggio et al., 2019). A kiadvány függelék részében lőfegyver, festék- és ujjnyom, valamint üvegmaradvány vizsgálatán keresztül követhetjük azt végig, hogy az „állítások – elvárások – analízisek – eredmények – kiértékelések – konklúzió” módszertani láncolata hogyan illeszkedik ezeknek a különböző szakterületeknek a vizsgálati sorába.

A kiértékelés Bayes-alapú módszertana cselekvési szinten is alkalmazható azokon az igazságügyi szakterületeken, ahol a vizsgálandó nyom, anyagmaradvány vagy digitális/elektronikus jel TPPR-faktorai jellemezhetők (4. számú ábra), és értékeik potenciálisan eltérhetnek egymástól az egyes feltevések függvényében.

4 A szerző fordítása.

4. számú ábra

A bűnügyekben vizsgált nyomok és anyagmaradványok TPPR-adataira vonatkozó tudományos publikációk száma a kanadai TTADB publikációs adatbázis (Cadola et al., 2021; URL4) alapján



Forrás. A szerző saját szerkesztése.

A DNS-en kívüli klasszikus biológiai eredetű kriminalisztikai nyomok és anyagmaradványok, melyek cselekvési szintű elemzésekben is szerepet játszhatalnak, a vérfoltmintázatok és a daktiloszkópiái nyomok. Kitüntetett szerepüket mindkét csoport DNS-vizsgálati lehetősége erősíti, illetve bizonyos esetekben a morfológiai mintázatok valószínűségi megközelítéssel történő vizsgálata is lehetséges (Attinger et al., 2022; Li et al., 2024). A vérfoltmintázatok főképpen a leképződési mechanizmusuk, a daktiloszkópiái nyomok pedig elsősorban az elhelyezkedésük révén játszhatnak fontos szerepet a cselekvési szintű interpretációban. Mindezek mellett cselekvési szinten mindkét csoport, forrásszinten pedig a daktiloszkópiái nyomok értékelése kiegészítheti a DNS-vizsgálati

eredményeket és vice versa. A nem humán eredetű biológiai anyagmaradványok (például állatszőrök, növényi magvak, pollenek, kovamoszatok) azonosításával a terhelt vagy elhunyt személy a helyszínhez köthető. Az ember testüregében és testfelszínén élő mikroorganizmusok (mikrobiom) elemzése pedig potenciálisan segíthet meghatározni azt, hogy egy tárgy melyik testrészre került megérintésre (Dimitriu et al., 2019).

A nyomok, anyagmaradványok és elektronikus jelek szakterületen belüli és interdiszciplináris elemzésénél is figyelembe kell venni azt, hogy azok elterjedtségét és háttérszintjét (prevalence, background) milyen csoportokra vonatkozóan vizsgáljuk. Ezek a csoportok lehetnek a tényleges elkövetők, illetve a véletlen személyek körei, valamint hasonló típusú bűncselekmények helyszínei (Champod et al., 2004). Betöréses lopással gyanúsítható személyek ruházatán például potenciálisan több vagy többféle üvegmaradvány található meg az átlag népességhez képest (Coulson et al., 2001). Erőszakos bűncselekmények gyanúsítottjainak ruházatán, illetve a helyszínein a vérszenyeződések előfordulási gyakorisága lehet magasabb. Mindezen különbségeket a vád és a védelem állításaihoz tartozó háttérgyakorisági értékek megbecsülésénél figyelembe kell venni.

A DNS-analízis más szakterületekkel karöltve megkönnyítheti a bűncselekmény egyes eseményeinek a rekonstrukcióját. Szexuális erőszakos ügyekben a nemi aktust alátámasztó genetikai szakértői eredmény mellé az orvosszakértői vélemény a fizikai bántalmazást tudja igazolni. Lopásokban és rablásokban az ajtózárbán talált idegen anyag (például fólia), helyszínen fellelt kesztyű vagy ragasztószalag DNS- és nyomszakértői vizsgálata értékes információt szolgáltat az elkövető személyére és az elkövetés módjára vonatkozóan (Fullár et al., 2020; Pirrie & Pirrie, 2017; Wieten et al., 2015). Hasonlóképpen az elkövetési eszközök, illetve a cselekményben érintett ruházatok együttes genetikai, daktiloszkópiái, fiziko-kémiai, orvos- és nyomszakértői elemzése szakterületenként egy-egy mozaikdarabkát szolgáltat az elkövető személyére és az elkövetés módjára vonatkozóan (Fullár et al., 2020; Pirrie & Pirrie, 2017; Wieten et al., 2015). Hasonlóképpen az elkövetési eszközök, illetve a cselekményben érintett ruházatok együttes genetikai, daktiloszkópiái, fiziko-kémiai, orvos- és nyomszakértői elemzése szakterületenként egy-egy mozaikdarabkát szolgáltat az elkövető személyére és az elkövetés módjára vonatkozóan (Fullár et al., 2020; Pirrie & Pirrie, 2017; Wieten et al., 2015).

Hasonlóképpen az elkövetési eszközök, illetve a cselekményben érintett ruházatok együttes genetikai, daktiloszkópiái, fiziko-kémiai, orvos- és nyomszakértői elemzése szakterületenként egy-egy mozaikdarabkát szolgáltat az elkövető személyére és az elkövetés módjára vonatkozóan (Fullár et al., 2020; Pirrie & Pirrie, 2017; Wieten et al., 2015). Hasonlóképpen az elkövetési eszközök, illetve a cselekményben érintett ruházatok együttes genetikai, daktiloszkópiái, fiziko-kémiai, orvos- és nyomszakértői elemzése szakterületenként egy-egy mozaikdarabkát szolgáltat az elkövető személyére és az elkövetés módjára vonatkozóan (Fullár et al., 2020; Pirrie & Pirrie, 2017; Wieten et al., 2015).

A különböző bizonyítékok interdiszciplináris, statisztikai alapú kombinálhatóságának két alapfeltétele van. Az egyik, hogy az értékelések keretrendszere mindegyik szakterületen ugyanaz legyen. Egy ilyen kompatibilis keretrendszert a Bayes-hálózat-lemzés biztosíthat. A másik alapfeltétel az, hogy az egyes bizonyítékok között esetlegesen meglévő függőségi viszony statisztikailag modellezhető legyen. Például egy elkövetési eszköz nyelén, markolatán kimutatott

ujjnyom és DNS leképződése, megmaradása és detektálhatósága általában egymástól nem független események. Az egymástól részben vagy teljes egészében független bizonyítékok lehetőséget teremtenek az ügyben egy úgynevezett bizonyíték séma (evidence scheme) felrajzolására, ahol a kérdéses személyt vagy személyeket a vizsgált tárgyakon és bizonyítékokon keresztül párhuzamosan összekötjük az elemzett egy vagy több cselekvéssel. A párhuzamos, egymástól független bizonyítékokra számolt LR-értékek szorzata megadja az összes szakértői eredmény bizonyító erejét. Ha a párhuzamos bizonyítékok között mégis függőség áll fenn, akkor ott a teljes bizonyíték súlya legalább akkora, mint a legerősebb bizonyítéké. Ha egy bizonyítékláncon belül van függőség, akkor a bizonyítéksor bizonyító ereje legalább akkora, mint a leggyengébb bizonyíték LR-értéke (de Koeijer et al., 2020).

A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű vizsgálatának jelenlegi helyzete a magyarországi igazságügyi gyakorlatban

Egy tudományos szakterület és módszer igazságügyi gyakorlatban való alkalmazhatóságának számos előfeltétele van. Az nyilvánvaló, hogy a kirendelő vagy megbízó részéről legyen igény a szakértői vizsgálatok elvégzésére, a szakterület részéről pedig tudományosan megalapozott módszerek alkalmazásával legyen erre lehetőség. Az eljáró felek oldaláról a fő kérdés, hogy ki és milyen ügyben kezdeményezzen cselekvési szintű értékelést. Ez természetesen függ az adott ország igazságszolgáltatási rendszerétől és a konkrét ügyben bizonyítandó állításoktól. Függetlenül attól azonban, hogy egy ország büntetőeljárásai rendszere akkuzatórius (vádelvű), inkvizitórius (nyomozóelvű), vagy vegyes, mindegyik esetben mind az eljáró hatóságot, mind a védelmet be kell vonni a folyamatba (Taylor & Kokshoorn, 2023). Teljesen felesleges és félrevezető lehet ugyanis egy olyan elemzés elkészítése, amely nem megfelelően képviseli a vád és a védelem álláspontját. Tapasztalataim alapján Magyarországon mindkét fél (ti. a nyomozó hatóság/ügyészség, illetve a védelem) külön-külön, de néha együtt is szokott kezdeményezni cselekvési szintű értékeléseket az igazságügyi genetikai szakterületen belül. Ezek legtöbbször olyan ügyek, ahol a védelem elfogadja a személyazonosítás eredményét, azonban a biológiai anyagmaradvány átkerülésének idejében vagy módjában nem ért egyet a nyomozó vagy vádhatósággal. Ezekben az ügyekben az legtöbbször bizonyított, vagy legalábbis nem cáfolható, hogy a sértett és a terhelt (korábban) találkozott egymással, vagy a terhelt (korábban) legálisan járt a helyszínen, vagy ő maga előzőleg használta vagy viselte az inkrimináló bűnjelet. Ezek a kérdések természetesen akkor

szoktak a legtöbbször felmerülni, amikor forrás szinten terhelő DNS-bizonyíték szól a gyanúsított vagy vádlott ellen. Ugyanakkor az eljáró hatóság néha – elsősorban rövid szóbeli tájékoztatás formájában – CAI-elemzést is kér a szakértőtől a DNS-vizsgálatok megkezdése előtt vagy közben. Ezek az elemzések igen hasznosak lehetnek már az eljárás kezdeti szakaszában is, azonban mind a hatóságok, mind a szakértők részéről megfelelő protokollokat kell még kidolgozni a CAI-elemzés célszerű és hatékony használatához hazánkban. Az ügytípusok kapcsán arra is lehet majd számítani, hogy az eljáró hatóság vagy a szakértő nem kéri vagy nem javasolja a cselekvési szintű vizsgálatot olyan esetekben, amikor az eredmény (várhatóan) egyik fél számára sem kedvez, azaz inkonkluzív. Ilyenkor azonban az érintett feleknek sem lesz tudomásuk arról, hogy a forrásszintű genetikai bizonyíték egyik cselekvési feltevést sem erősíti a másikkal szemben, azaz valószínűleg nem bír érdemi jelentőséggel a bűnösség megítélhetősége szempontjából (Taylor & Kokshoorn, 2023).

A cselekvési szintű szakértői értékelés Magyarországon való igazságügyi alkalmazásának triviális feltétele a megfelelő kompetenciával rendelkező szakértői bázis. Tekintettel arra, hogy az igazságügyi genetikai szakterületen e tanulmány írásának időpontjában a cselekvési szintű értékelésnek nincs különálló graduális vagy posztgraduális egyetemi képzése hazánkban, ezért a szükséges ismeretanyagot jelenleg a szakértőknek autodidakta módon, illetve belső vagy külföldi képzés keretei közt kell megszerezniük. Mivel az ügyekben eljáró genetikus szakértőknek továbbra is a forrásszintű azonosításban van a legtöbb feladatuk, ezért első körben laboratóriumként csak néhány szakértő továbbképzésére van mód és szükség. Ugyanakkor 2-3 képzett szakértő előadóként, oktatóként vagy mentorként már részt tud venni a további képzésekben, tanfolyamokon, amely már a kompetens szakértői bázis kialakításának második, növekedési fázisát jelenti. A képzés harmadik szakaszában pedig lehetőség nyílna a szakterületen belüli specializációra is, például a különböző cselekvési és tárgy típusokat, a TPR-faktorok vizsgálatára irányuló kísérleteket, vagy más szakterületekkel való együttműködést illetően (Taylor & Kokshoorn, 2023). Az NSZKK GSZI-ben senior szakértők bevonásával jelenleg a képzés első fázisa zajlik, amely igény esetén kiterjeszhető intézeten kívüli szakértők számára is.

Az igazságügyi szakértés egyik kulcskérdése, hogy ki, mikor és hogyan mérí fel és dönti el egy szakértő jártasságát és illetékességét az adott szakterületen. A magyarországi jogi környezet meglehetősen megengedőnek tekinthető ebből a szempontból, mivel mind az alapképesítést, mind a szakmai gyakorlatot illetően – a korábban említett holland példával ellentétben – nem fogalmaz meg részkövetelményeket az igazságügyi genetikai szakterületen. Természetesen az elvárható, hogy a cselekvési szinten elemzést végző szakértő, amennyiben

genetikai vizsgálati eredményeket használ fel az értékeléséhez, tisztában legyen a forrásszintű genetikai analízis elméleti és gyakorlati alapjaival. Ezt legkönnyebben az ezen a területen adott, az eljáró hatóságok által is elfogadott szakvéleményeivel igazolhatja. A cselekvési szinten szerzett ismereteiről a belső vagy külső képzéseken, tanfolyamokon való részvétellel, a szakterületen tartott előadásaival, megjelent publikációival adhat számot. Ehhez tartozna még a jártassági tesztekben való sikeres részvétel, azonban ilyen a tanulmány írásának időpontjában még nem érhető el. Az NSZKK GSZI elkötelezett abban, hogy saját belső jártassági vizsgálatot szervezzen meg abban az esetben, ha külső, más intézmény által létrehozott jártassági teszt nem lesz hozzáférhető a közeljövőben.

Természetesen a szakértők részéről a szaktudás mit sem ér, ha az eljáró hatóság és a védelem nincs tisztában a szakterület lehetőségeivel és korlátaival. A magyar szakértői társadalomnak keresnie kell azokat a módokat és alkalmakat, ahogyan és amikor az érintett feleknek bemutatják a szakterületet és a módszertant. Ezek lehetnek általános, összefoglaló jellegű, magyar nyelvű ismeretterjesztő előadások, publikációk, szakértői módszertani levelek, útmutatók és segédanyagok, vagy konkrét ügyekben az érintett felekkel lefolytatott szakmai megbeszélések, egyeztetések (Taylor & Kokshoorn, 2023). Mindkét területen vannak még hiányosságok Magyarországon, amelyek kiküszöböléséhez az ehhez szükséges humán erőforrás és időkeret biztosítására lenne szükség.

A cselekvési szintű vizsgálatok módszertanának standardizálása és érvényesítése szintén elengedhetetlen feltétele a módszer igazságügyi alkalmazásának Magyarországon. Az ebben a tanulmányban bemutatásra került nemzetközi szakmai ajánlásoknak és irányelveknek megfelelő szabványos működési eljárások (standard operating procedure, SOP) kidolgozása és használata garantálhatja a korrekt szakmai gyakorlatot hazánkban is. Ezeknek a protokolloknak legalább az alábbi öt témakört ajánlott lefedniük (Taylor & Kokshoorn, 2023):

- Az ügyek befogadásának menete.
- Az ügy dokumentumaira és a szakvéleményre vonatkozó ellenőrző lista.
- A cselekvési szintű értékelés protokollja.
- A szakértők képzésére, továbbképzésre vonatkozó információk.
- A cselekvési szintű LR-számítás és a Bayes-féle hálózatalapú statisztikai elemzés módszerének leírása, az ehhez használt szoftverek ismertetése.

A cselekvési szintű értékelés protokolljának ki kell térni arra is, hogy a számításokhoz szükséges TPPR-valószínűségi értékeknek mi a forrása. A házon belül elvégzett kísérletek megtervezésében és végrehajtásában ajánlott figyelembe venni az ISFG korábban már említett irányelvének 4. megfontolását (Gill et al., 2020). Ennek alapján első lépésként az alkalmazandó statisztikai modellt kell

meghatározni, mivel ettől függ, hogy milyen TPPR-paraméterek mérésére lesz majd szükség. A kísérleti körülményeket az ügyek vizsgálata során alkalmazott rutin laboratóriumi módszerekhez kell igazítani, máskülönben a kísérletben kapott TPPR-eredmények nem lesznek érvényesek a konkrét ügyekben. A szakirodalmi és saját laboratóriumi protokollok összehasonlításával, a korábban publikált kísérletek ismételt elvégzésével, vagy laboratóriumok közötti összehasonlító vizsgálatokkal meghatározhatók azok a hatékonysági és korrekciós faktorok, amelyek lehetővé teszik a szakirodalmi TPPR-adatok felhasználását a magyarországi eljárásokban is.

A fentieknek megfelelően elkészített szabványos működési eljárások korábban mások által kiértékelt és publikált ügyesetek vagy kísérletek saját elemzésével, illetve belső vagy külső jártassági tesztek sikeres elvégzésével érvényesíthetők, és így a módszer akkreditálásának alapját képezhetik Magyarországon is.

Felhasznált irodalom

- Attinger, D., De Brabanter, K., Champod, C. (2022). Using the likelihood ratio in bloodstain pattern analysis. *J Forensic Sci.*, 67(1) 33–43. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14899>
- Benschop, C.C.G., Hooenboom, J., Hovers, P., Slagter, M., Kruise, D., Parag, R., Steensma, K., Slooten, K., Nagel, J. H. A., Dieltjes, P., van Marion, V., van Paassen, H., de Jong, J., Creeten, C., Sijen, T., Kneppers, A. L. J. (2019). DNAXs/DNAStatistX: Development and validation of a software suite for the data management and probabilistic interpretation of DNA profiles. *Forensic Science International: Genetics*, 42, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.06.015>
- Biedermann, A., Champod, C., Jackson, G., Gill, P., Taylor, D., Butler, J., Morling, N., Hicks, T., Vuille, J., Taroni, F. (2016). Evaluation of Forensic DNA Traces When Propositions of Interest Relate to Activities: Analysis and Discussion of Recurrent Concerns. *Front Genet.*, 7, 215. <https://doi.org/10.3389/fgene.2016.00215>
- Breathnach, M., Moore, E. (2013). Oral intercourse or secondary transfer? A Bayesian approach of salivary amylase and foreign DNA findings. *Forensic Science International*, 229(1–3), 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.03.029>
- Cadola, L., Charest, M., Lavallée, C., & Crispino, F. (2021). The occurrence and genesis of transfer traces in forensic science: a structured knowledge database. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 54(2), 86–100. <https://doi.org/10.1080/00085030.2021.1890941>
- Catoggio, D., Bunford, J., Taylor, D., Wevers, G., Ballantyne, K., & Morgan, R. (2019). An introductory guide to evaluative reporting in forensic science. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 51(sup1), S247–S251. <https://doi.org/10.1080/00450618.2019.1568560>
- Champod, C., Evett, I. W., Jackson, G. (2004). Establishing the most appropriate databases for addressing source level propositions, *Science & Justice*, 44(3), 153–164. [https://doi.org/10.1016/S1355-0306\(04\)71708-6](https://doi.org/10.1016/S1355-0306(04)71708-6)

- Cook, R., Evett, I. W., Jackson, G., Jones, P. J., Lambert, J. A. (1998). A model for case assessment and interpretation. *Sci Justice*, 38(3), 151–6. [https://doi.org/10.1016/s1355-0306\(98\)72099-4](https://doi.org/10.1016/s1355-0306(98)72099-4)
- Coulson, S. A., Buckleton, J. S., Gummer, A. B., Triggs, C. M. (2001). Glass on clothing and shoes of members of the general population and people suspected of breaking crimes. *Science & Justice*, 41(1), 39–48. [https://doi.org/10.1016/S1355-0306\(01\)71847-3](https://doi.org/10.1016/S1355-0306(01)71847-3).
- de Koeijer, J. A., Sjerps, M. J., Vergeer, P., Berger, C. E. H. (2020). Combining evidence in complex cases - a practical approach to interdisciplinary casework, *Science & Justice*, 60(1), 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2019.09.001>
- de Ronde, A., Kokshoorn, B., de Poot, C. J., & de Puit, M. (2019). The evaluation of fingermarks given activity level propositions. *Forensic Science International*, 302, 109904. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109904>
- Dimitriu, P. A., Iker, B., Malik, K., Leung, H., Mohn, W. W., Hillebrand, G. G. (2019). New Insights into the Intrinsic and Extrinsic Factors That Shape the Human Skin Microbiome. *mBio*, 10(4), e00839–19. <https://doi.org/10.1128/mbio.00839-19>
- Evett, I. & Weir, B. (1998). *Interpreting DNA Evidence: Statistical Genetics for Forensic Scientists*. Sinauer Associates.
- Fenyvesi Cs. (2013). A kriminalisztika alapkérdései. *Pécsi Határőr Tudományos Közlemények. XIV*. Pécs, 341–349. <https://www.pecshor.hu/periodika/XIV/fenyvesics.pdf>
- Fullár, A., Kutnyánszky, V., Leiner, N. (2020). Identification of burglars using foil impressing based on tool marks and DNA evidence. *Forensic Sci Int.*, 316, 110524. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110524>
- Füredi S. (2024). A magyarországi bűnügyi DNS-profil nyilvántartás találatkeresési módszereinek fejlesztése. *Rendőrségi Tanulmányok 7 (Különszám)*, 3-77. <http://dx.doi.org/10.53304/RT.2024.ksz.01>
- Gill, P. (2001). Application of low copy number DNA profiling. *Croat Med J.*, 42(3), 229–32.
- Gill, P. (2014). *Misleading DNA Evidence: Reasons for Miscarriages of Justice*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-01382-5>
- Gill, P., Benschop, C., Buckleton, J., Bleka, Ø. & Taylor, D. (2021). A Review of Probabilistic Genotyping Systems: EuroForMix, DNASTatX and STRmix™. *Genes*, 12(10), 1559. <https://doi.org/10.3390/genes12101559>
- Gill, P., Haned, H. (2013). A new methodological framework to interpret complex DNA profiles using likelihood ratios. *Forensic Science International: Genetics*, 7(2), 251-263. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.11.002>
- Gill, P., Hicks, T., Butler, J. M., Connolly, E., Gusmão, L., Kokshoorn, B., Morling, N., van Oorschot, R. A. H., Parson, W., Prinz, M., Schneider, P. M., Sijen T., & Taylor, D. (2018). DNA commission of the International society for forensic genetics: Assessing the value of forensic biological evidence - Guidelines highlighting the importance of propositions: Part I: evaluation of DNA profiling comparisons given (sub-) source propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 36, 189–202. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.07.003>

- Gill, P., Hicks, T., Butler, J. M., Connolly, E., Gusmão, L., Kokshoorn, B., Morling, N., van Oorschot, R. A. H., Parson, W., Prinz, M., Schneider, P. M., Sijen T., & Taylor, D. (2020). DNA commission of the International society for forensic genetics: Assessing the value of forensic biological evidence - Guidelines highlighting the importance of propositions. Part II: Evaluation of biological traces considering activity level propositions. *Forensic Science International: Genetics*, *44*, 102186. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.102186>
- Hofreiter, M., Sneberger, J., Pospisek, M., & Vanek, D. (2021). Progress in forensic bone DNA analysis: Lessons learned from ancient DNA. *Forensic Science International: Genetics*, *54*, 102538. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102538>
- Jeffreys, A., Wilson, V., & Thein, S. (1985). Individual-specific 'fingerprints' of human DNA. *Nature*, *316*, 76–79. <https://doi.org/10.1038/316076a0>
- Kassin, S. M., Dror, I. E., & Kukucka, J. (2013). The forensic confirmation bias: Problems, perspectives, and proposed solutions. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *2*(1), 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2013.01.001>
- Kayser, M. (2015). Forensic DNA Phenotyping: Predicting human appearance from crime scene material for investigative purposes. *Forensic Science International: Genetics*, *18*, 33–48. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.02.003>
- Kling, D. & Fűredi, S. (2016). The successful use of familial searching in six Hungarian high profile cases by applying a new module in Familias 3. *Forensic Science International: Genetics*, *24*, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.05.012>
- Kokshoorn, B., Luijsterburg, M. (2023). Reporting on forensic biology findings given activity level issues in the Netherlands. *Forensic Science International*, *343*, 111545. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2022.111545>
- Li, K., Han, Y., Luo, Y. (2024). Research on likelihood ratio evaluation method of fingerprint evidence based on parameter estimation method. *Forensic Sciences Research*, *9*(1), owae002. <https://doi.org/10.1093/fsr/owae002>
- Lontai M. & Kosztya S. (2023). Az intézményi szakértés kihívásai a technológiai fejlődés tükrében. *Ügyészek Lapja*, *30*(5–6), 75–90. <https://ugyeszeklapja.hu/?p=4395>
- Martin, B., Kaesler, T., & Linacre, A. (2022). Analysis of rapid HIT application to touch DNA samples. *J Forensic Sci.*, *67*, 1233–1240. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14964>
- Morgan, J. (2023). Wrongful convictions and claims of false or misleading forensic evidence. *J Forensic Sci.*, *68*(3), 908-961. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.15233>
- Petrétei D. (2023). A szakértői „üzemmódok”. In Hautzinger Z., & Gaál Gy. (Szerk.) *Pécsi Határőr Tudományos Közlemények XXV.* (pp. 301-308). Magyar Hadtudományi Társaság.
- Piotrowski, E. (1992). *Origin, Shape, Direction, and Distribution of the Bloodstains Following Head Wounds Caused by Blows*. Golos Printing, Incorporated
- Pirrie, D., Pirrie, A. R. (2017). Composition and abundance of particles present on 'powder-free' examination gloves, *Forensic Science International*, *279*, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.08.019>

- Samie, L., Champod, C., Delémont, S., Basset, P., Hicks, T., Castella, V. (2022). Use of Bayesian Networks for the investigation of the nature of biological material in casework. *Forensic Science International*, 331, 111174. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2022.111174>
- Sari, D., Hitchcock, C., Collins, S., Cochrane, C., & Bruce, D. (2019). Amylase testing on intimate samples from pre-pubescent, post-pubescent and post-menopausal females: implications for forensic casework in sexual assault allegations. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 52(6), 618–625. <https://doi.org/10.1080/00450618.2019.1628303>
- Taylor, D. & Kokshoorn, B. (2023). *Forensic DNA Trace Evidence Interpretation: Activity Level Propositions and Likelihood Ratios (1st ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9781003273189>
- Taylor, D., Biedermann, A., Hicks, T., Champod, & C. (2018a). A template for constructing Bayesian networks in forensic biology cases when considering activity level propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 33, 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.12.006>
- Taylor, D., Kokshoorn, B., Biedermann, A. (2018b). Evaluation of forensic genetics findings given activity level propositions: A review. *Forensic Science International: Genetics*, 36, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.06.001>
- van Oorschot, R. & Jones, M. (1997). DNA fingerprints from fingerprints. *Nature*, 387, 767. <https://doi.org/10.1038/42838>
- van Oorschot, R. A. H., Szkuta, B., Meakin, G. E., Kokshoorn, B., & Goray, M. (2019). DNA transfer in forensic science: A review. *Forensic Science International: Genetics*, 38, 140–166, <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.10.014>
- Wang, M, Chen, H., Luo, L., Huang, Y., Duan, S., Yuan, H., Tang, R., Liu, C., & He, G. (2024). Forensic investigative genetic genealogy: expanding pedigree tracing and genetic inquiry in the genomic era. *Journal of Genetics and Genomics*, 52(4), 460–472. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2024.06.016>
- Wen, Y., Liu, J., Su, Y., Chen, X., Hou, Y., Liao, L., & Wang, Z. (2023). Forensic biogeographical ancestry inference: recent insights and current trends. *Genes Genomics*, 45(10), 1229–1238. <https://doi.org/10.1007/s13258-023-01387-5>
- Wieten, R., De Zoete, J., Blankers, B., Bas Kokshoorn, B. (2015). The interpretation of traces found on adhesive tapes. *Law, Probability and Risk*, 14(4), 305–322. <https://doi.org/10.1093/lpr/mgv012>
- Wilson, L. (2023). DNA Databases. *Encyclopedia of Forensic Sciences (Third Edition)* (pp. 79–84). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823677-2.00212-9>
- Yang, Y.J., Prinz, M., McKiernan, H., Oldoni, F. (2022). American forensic DNA practitioners' opinion on activity level evaluative reporting. *J Forensic Sci.*, 67(4) 1357–1369. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.15063>
- Zbieć-Piekarska, R., Spólnicka, M., Kupiec, T., Parys-Proszek, A., Makowska, Ż., Pałeczka, A., Kucharczyk, K., Płoski, R., & Branicki, W. (2015). Development of a forensically useful age prediction method based on DNA methylation analysis. *Forensic Science International: Genetics*, 17, 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.05.001>

A cikkben szereplő online hivatkozások

- URL1: *Boundaries of the field of expertise DNA*. <https://english.nrgd.nl/find-an-expert/boundaries-of-the-fields-of-expertise/boundaries-of-the-field-of-expertise-dna>
- URL2: A Nemzeti Szakértői és Kutató Központ minőségpolitikai nyilatkozata. <https://nszkk.gov.hu/minosegbiztositas>
- URL3: *HUGIN EXPERT*. <https://www.hugin.com/>
- URL4: *Transfer Traces Activity DataBase*. https://cieqwebdirect.uqtr.ca/fmi/webd/OD_CIEQ_CRIMINALISTIQUE
- URL5: *Advanced DNA interpretation given activity level propositions*. <https://www.formation-continue-unil-epfl.ch/formation/advanced-dna-interpretation/>
- URL6: *Collecting information about the origin of DNA traces*. https://www.forensischinstituut.nl/binaries/nfi/documenten/publicaties/2019/12/20/document-contextinformatie-nfi-lay-out/Collecting-information-about-the-origin-of-DNA-traces_jun2023.pdf
- URL7: *ENFSI Best Practice Manual for Human Forensic Biology and DNA Profiling*. <https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2022/12/ENFSI-DNA-BPM-03.pdf>
- URL8: *Investigative leads regarding the nature of the biological fluids (V1.2)*. <https://forensic-genetic.shinyapps.io/BodyFluidsApp/>
- URL9: *ISO/PRF 21043-4, Forensic Sciences, Part 4: Interpretation*. <https://www.iso.org/standard/72039.html>
- URL10: *ISO/PRF 21043-5, Forensic Sciences, Part 5: Reporting*. <https://www.iso.org/standard/73896.html>
- URL11: *ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science*. https://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/m1_guideline.pdf
- URL12: *Forensic DNA Interpretation and Human Factors: Improving the Practice Through a Systems Approach*. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2024/NIST.IR.8503.pdf>
- URL13: *DNA Mixture Interpretation: A NIST Scientific Foundation Review*. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2024/NIST.IR.8351.pdf>
- URL14: *Best Practice Recommendations for Evaluative Forensic DNA Testimony*. <https://www.nist.gov/system/files/documents/2022/01/04/OSAC%202022-S-0024%20BPR%20for%20Evaluative%20Forensic%20DNA%20Testimony.OPEN%20COMMENT%20VERSION.pdf>
- URL15: *An activity-level evaluation by a forensic expert. Does it make sense? Can it be done? What does it take?* https://www.forensischinstituut.nl/binaries/nfi/documenten/publicaties/2022/10/17/beslisschema-voor-een-evaluatie-op-activiteitsniveau-door-een-deskundige/Activity-level-evaluation-by-an-expert_v1-jun2023.pdf
- URL16: *An introductory guide to Evaluative Reporting*. <https://www.anzpaa.org.au/ArticleDocuments/357/An%20Introductory%20Guide%20to%20Evaluative%20Reporting.PDF>

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

Füredi S. (2026). A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű vizsgálata bűnügyekben I. A DNS-azonosítás szintet lép. *Belügyi Szemle*, 74(4), 909–949. <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2026.v74.i4.pp909-949>

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

Jelen cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY NC-ND 2.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje feltüntetésre kerülnek.

Levelező szerző

A cikk levelező szerzője Füredi Sándor, aki a furedis@nszkk.gov.hu e-mail címen érhető el.