

**FULL-BODY PEOPLE SCREENING TECHNOLOGIES AT SECURITY CHECKPOINTS****SZEMÉLYÁTVILÁGÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK A BIZTONSÁGI ÁTVIZSGÁLÁSBAN<sup>1</sup>**DUDÁS Martin Achilles<sup>2</sup>**Abstract**

This paper presents and evaluates presently available people screening technologies in the field of airport security. The introduction provides a definition of security screening, its sub-fields, and frames the topic. Separate sub-chapters investigate screening technologies in the order of their proliferation: metal detectors, back-scatter X-rays, millimeter-wave, and transmitted X-rays. The underlying principles in physics, biological effects (radiation safety), and application history of each technology is succinctly summarized, and the advantages and disadvantages of use thereof is investigated in depth.

**Keywords**

security screening, people screening, airport

**Absztrakt**

Ebben a cikkben ismertetem és elemzem a repülőtéri biztonsági átvizsgálás területén rendelkezésre álló személyátvilágítási technológiákat. A bevezetésben tisztázom a biztonsági átvizsgálás fogalmát és részterületeit, lehatárolom a témát. Külön alfejezetekben megvizsgálom az alkalmazásuk elterjedésének sorrendjében: a fémdetektor, a visszaverődő röntgensugaras, a milliméter hullámú, és az áthatoló röntgensugaras személyátvilágítási technológiákat. Röviden összefoglalom működésük fizikai alapjait, biológiai hatásukat, és alkalmazásuk történetét. Kiemelten foglalkozom használatuk előnyeivel és hátrányaival.

**Kulcsszavak**

biztonsági átvizsgálás, személyátvizsgálás, repülőtér

<sup>1</sup> A cikk az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-1-I-OE-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült. A fenti kódszámú ÚNKP projekt keretében folyó „Nemzetközi polgári repülőterek biztonsági átvizsgálásának korszerűsítési terve” című kutatás egyik részfeladatának megvalósításáról számolok itt be, mely során a tervezés előkészítéseként megvizsgálom a rendelkezésre álló személyátvilágítási technológiákat.

<sup>2</sup> light.96@gmail.hu | ORCID: 0000-0003-4786-2233 | Military and Safety Technology Engineer, Teacher of Engineering student/had- és biztonságtechnikai mérnök, mérnök-tanár szakos hallgató | Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ

## BEVEZETÉS

A biztonsági átvizsgálás az objektumvédelemhez sorolható a biztonságtechnikában. A biztonsági átvizsgálás részterülete a biztonsági átvilágítás, amely az olyan átvizsgálást jelenti, amely során azt nem manuálisan végzik, és nem jár az adott csomag kipakolásával, a jármű megbontásával vagy a személyek motozásával. Biztonsági átvilágítás során az elektromágneses indukcióval képesek fémek kimutatására (fém-detektor kapu), vagy az elektromágneses sugárzás (röntgen, vagy milliméteres tartományú) segítségével képet alkotnak a céltárgy belsejéről. A biztonsági átvilágításnak az előnye a gyorsaság, a roncsolásmentesség, illetve, hogy olyan dolgok is kimutathatóak vele, amelyeket a hagyományos átvizsgálási eljárások nem képesek megállapítani. Területei a személy-, csomag- és jármű átvilágítás.

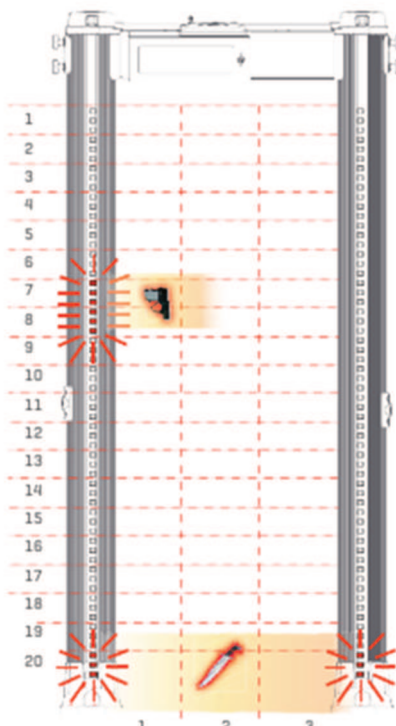
Ezek közül a legnagyobb kihívást a személyátvilágítás megvalósítása jelenti, hiszen az átvizsgálási eljárás figyelembe kell venni a személyiségi jogokat és az egészségügyi kockázatokat is.

Cikkemben a személyátvilágítási technológiák ismertetését elsődlegesen nemzetközi polgári repülőterekre vonatkoztatva végzem el; ugyanis ezen objektumok kiemelt biztonsági szintet igényelnek határátkelőhely szerepük és a terrorizmus veszélye miatt, így a biztonsági átvizsgálás története és fejlődése szempontjából is jelentős szerepet töltenek be.

### A FÉMDETEKTOR, MINT SZEMÉLYÁTVILÁGÍTÁSI TECHNOLÓGIA

Az elsőként alkalmazásra került személyátvilágítási technológia a fém-detektor volt. Az 1970-es évek elején vezették be az Amerikai Egyesült Államok repülőterein, mivel jelentősen megnőtt a repülőgépeken az erőszakos cselekmények száma. Ebben az évtizedben volt a repülőgépeken a robbantásos (terror)cselekmények száma a legnagyobb.[1] A fém-detektor személyátvilágításra történő használata hamar elterjedt az egész világon. A fém-detektor alkalmazásának célja, hogy kiszűrjék a támadásra alkalmas eszközöket: lőfegyvereket, késeket, robbanószerkezeteket, stb. Mivel ezek mind tartalmaztak fémes anyagot, az iparban már használt fém-detektort adaptálták.

Kétféle formában alkalmazzák őket. Az egyik a fém-detektor kapu, mely a személy teljes testét egyszerre vizsgálja. A korszerűbbek képesek arra, hogy a jelzés helyét egy két-dimenziós mátrixban meghatározzák és jelezzék. (1. ábra)



1. ábra Egy modern fémdetektor kapu érzékelési zónáit (3x20-as mátrix) és a LED-es kijelzést szemléltető ábra (Forrás: A 02PN20 fémdetektor kapu gyártói adatlapja)

A másik az ún. kézi fémdetektor készülék, melyet általában kiegészítő eszközként alkalmaznak az ellenőrző áteresztő pontokon a jelzés helyének pontosabb meghatározásához.

Bevezetésének korában a fémdetektor elégséges védelemnek bizonyult. Manapság azonban készülhetnek támadásra alkalmas eszközök kerámiából, polikarbonátból, vagy egyéb műanyagból. Maguk a nyers robbanóanyagok pedig soha nem is tartalmaztak fémes anyagokat. Ezért kijelenthető, hogy a fémdetektor biztonsági rést hordoz az átvizsgálási eljárásban.[2] Nem sorolható a korszerű személyátvilágítási technológiák közé. Ennek ellenére használata napjainkban is igen elterjedt a korszerűbb technológiákhoz viszonyított alacsony ára miatt. Magasabb biztonsági szintet igénylő objektumok esetében önálló alkalmazásuk nem elegendő, az előbb említett okból kifolyólag viszont számos esetben ezzel lehet szembesülni.

Vannak olyan európai nemzetközi repülőterek, ahol még a fémdetektor az egyetlen személyátvilágítási technológia. (Például Franciaország és Németország egyes repülőterein.) A jelenlegi terrorfenyegetettségre válaszul a fémdetektorokat úgy működtetik, hogy a berendezés véletlenszerűen jelez, akkor is, ha nem detektált fémes anyagot. Ilyenkor az adott személyt a hagyományos motozásnak vetik alá, mely során ténylegesen kiderül, hogy van-e nála bármilyen tiltott tárgy. A véletlenszerű riasztások száma a veszélyeztetettség függvényében állítható, értelemszerűen oly módon, hogy nagyobb fenyegetettség esetében magasabb a riasztások száma. Ezzel a módszerrel valóban növelhető annak az esélye, hogy

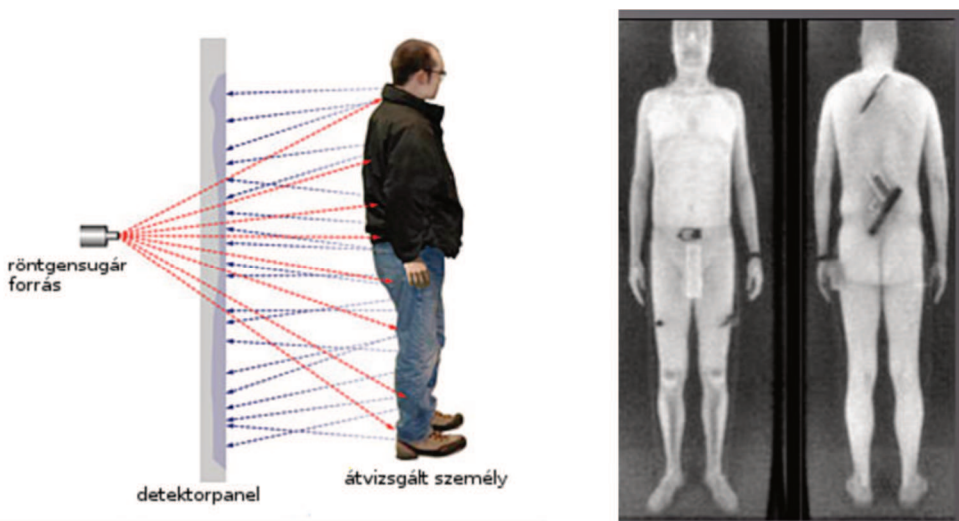
a nem megengedett eszközöket kiszűrik, valamint valamilyen fokú elrettentő erővel is jár. Azonban egyértelmű, hogy ez a biztonsági ellenőrzésnek korántsem a leghatékonyabb módja.

A fémdetektor előnye olcsóságán kívül a megbízható működés. Az elektromágneses indukció révén a berendezés „automatikusan” jelez, ha fémet érzékel, nincs szükség a korszerűbb személyátvilágítási technológiáknál alkalmazott képelemzésre. Jelentős hátránya viszont, hogy csakis fémes anyagokat érzékel.

## A VISSZAVERŐDŐ RÖNTGENSUGARAS SZEMÉLYÁTVILÁGÍTÁSI TECHNOLÓGIA

Az elsőként alkalmazásra került korszerű személyátvilágítási technológia a visszaverődő röntgensugaras (angolul: backscatter) szkener volt. Az Amerikai Egyesült Államok (United States of America, a továbbiakban: USA) repülőterein vezették be 2010-ben, válaszul az új biztonsági kihívásokra.[1]

A visszaverődő röntgensugaras szkennelési technológia a röntgensugaras szkennelésnek az újabb fajtája. Célja, hogy a vizsgált személyt vagy tárgyat kevesebb mennyiségű sugárzás érje. Ennek elérése érdekében kisebb a sugárzás intenzitása, amely éppen arra elég, hogy a vizsgált személy ruházatán áthatoljon, de a bőrfelületéről már visszaverődik, illetve elnyelődik. Ebben az esetben a berendezés a visszavert sugárzást gyűjti össze, vagyis az adó-és a vevőpanel ugyanazon az oldalon találhatóak. (2. ábra)



2. ábra balra: A visszaverődő röntgensugaras szkennelés elvi vázlatja (Forrás: <https://spectrum.ieee.org/biomedical/imaging/xray-body-scanners-arriving-at-airports> (Letöltve: 2019. 11. 29.)), jobbra: Visszaverődő röntgensugaras testszkener által készített felvétel (Forrás: *How To Get Anything Through TSA Nude Body Scanners*, (közvetéve: 2012. március 6.) [https://www.youtube.com/watch?v=olEoc\\_1Zkfa](https://www.youtube.com/watch?v=olEoc_1Zkfa) (Letöltve: 2019. 10. 07.))

A röntgensugárzás az úgynevezett ionizáló sugárzások közé tartozik. A természetes forrásokból származó ionizáló sugárzás az emberiséget már a kezdetektől fogva éri. Ezt

nevezik háttérsugárzásnak, melynek egy része az űrből jövő kozmikus sugárzás, nagyobbik része (kb. 60%) a talajban lévő radioaktív izotópokból származik. Egy átlagos embert 10  $\mu\text{Sv}$  ekvivalens sugárzási dózissal megfelelő háttérsugárzás éri egy nap alatt.[3]

Az ionizáló sugárzás nagy mennyiségben azonban káros az emberi szervezetre. Az ionizáló sugárzás a tudományosan bizonyított rákot okozó hatás egyike az emberi szervezetben.[4] A sievert (jele: Sv) az ekvivalens sugárzási dózis vagy másnéven dózisegyenérték SI származtatott egysége, amely az ionizáló sugárzás mennyiségét annak biológiai hatása alapján értékeli. „Az 1 Sv bármely ionizáló sugárzásnak az az elnyelt dózisa, amelynek az emberre nézve ugyanakkora a biológiai hatása, mint 1 Gy [gray] elnyelt dózist létrehozó röntgensugárzásnak”<sup>3</sup>.

Egy visszaverődő röntgensugaras testskenner átlagosan 0,05  $\mu\text{Sv}$  és 0,1  $\mu\text{Sv}$  közötti sugárzásnak teszi ki a személyt egy átvilágítás alkalmával. [5] Összehasonlításként egy New York-ból Los Angelesbe tartó repülőút során 40  $\mu\text{Sv}$  háttérsugárzás éri az utasokat.[3] Látható, hogy az egyetlen átvilágítás során szerzett sugárdózis elhanyagolható. A kérdés az, hogy azoknál a személyeknél, akik rendszeresen esnek át ilyen átvilágításon, jelent-e számukra ez jelentős egészségügyi kockázatot. Ez főként a rendszeresen repülőgéppel utazókat érintheti. A 2013-as Európai Radiológiai Kongresszuson elhangzottak szerint a gyakori légiutások és a pilóták 240-380 darab átvizsgáláson esnek át évente. [5] Nem állnak rendelkezésre olyan hosszútávú kísérletek, amik alapján egyértelműen kijelenthető, hogy kapcsolat áll fenn a visszaverődő röntgensugárzásnak való kitettség és a rákos daganat (vagy bármely más káros hatás) között; de a kapcsolat nem zárható ki.

A „ruha alá látó” berendezések használata személyiségi jogi problémákat is felvet. A fémdetektor kapukkal ellentétben itt az átvilágítási eljárás során a szkennerek kijelzőjén megjelenik az átvilágított személy képe, amely egy ruha nélküli, meztelen képre hasonlít, melyen láthatóvá válhatnak az intim testrészek is. Ez sértheti az emberi méltóságot, és lehetőséget adhat a képekkel történő visszaélésre. Így a visszaverődő röntgensugaras testskennekerek bevezetése heves társadalmi vitákat eredményezett.[6] Megfelelő szervezési intézkedésekkel azonban minimálisra csökkenthető az ebből eredő kockázat<sup>4</sup>. Szintén társadalmi ellenzést vált ki [6] a személyek röntgensugárzásnak való kitétele az egészségügyi aggályok miatt, még akkor is, ha jelentős kockázatról csak a repülőgéppel nagyon gyakran utazók esetében (akik évi több száz visszaverődő röntgensugaras átvilágításon eshetnek át) [5] beszélhetünk.

A visszaverődő röntgensugaras szkennelési technológia előnyei közé sorolható, hogy bármilyen anyagból készült tárgyat képes kimutatni az átvizsgált személy testén, vagy a ruházat alá rejtve. Bevezetését is éppen ez indokolta, hiszen kiküszöbölte a fémdetektor hátrányait. További előnye lehet a később tárgyalt milliméter hullámú testskennerrel szemben, hogy a műanyagból készült tárgyakat könnyebben érzékeli, bár ez a különbség a technika fejlődésével folyamatosan csökken.

Hátránya, hogy mivel áthatoló képessége nagyon kicsi, könnyen leárnyékolható (például Al lemezzel), valamint, hogy a testüregekbe, tápcsatornába rejtett dolgokat nem érzékeli. Maga az emberi bőr, vagy test is árnyékoló hatású, így ha egy nagymellű nő a

<sup>3</sup> Dr. Kósa Csaba: A fizikai munkakörnyezet ÓE BGK 3039, Budapest, 2012., p.121

<sup>4</sup> Ezen intézkedések kidolgozása a kutatás keretében megtörtént, azonban az arányos szervezetre való tekintettel ezeket a cikkben nem közlöm.

melle alá rejt valamit, vagy egy túlsúlyos ember a hasa alá, azt a szkennerek nem érzékelik megfelelő hatáskokkal.

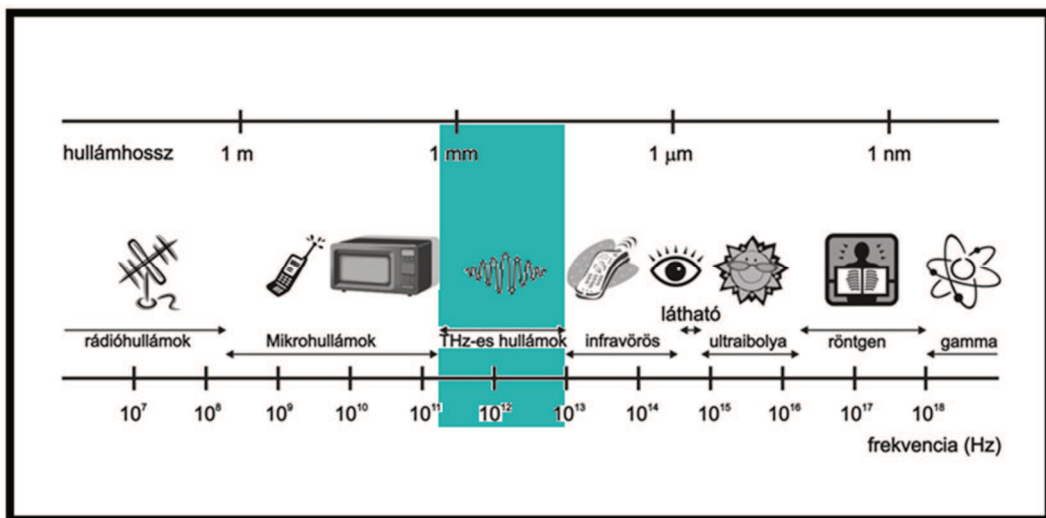
A visszaverődő röntgensugaras testszkennerek alkalmazásánál kötelező az átvizsgálás alatt álló személlyel levetetni a cipőjét a szkennelés időtartamára, ugyanis a szkennerek nem látnak át a vastag cipőtálpakon.[1]

A visszaverődő röntgensugaras testszkennerek alkalmazása napjainkban egyre inkább háttérbe szorul, a milliméter hullámú technológia ugyanis kiváltja, mert hasonló biztonsági szint mellett kisebb az egészségügyi kockázata.

## A MILLIMÉTER HULLÁMÚ SZEMÉLYÁTVILÁGÍTÁSI TECHNOLÓGIA

A legújabb személyátvilágítási technológia a milliméter hullámhosszú szkennelés. Jelenleg a biztonsági átvilágításban csak személyátvizsgálásra alkalmazzák. Az újabb technológiák közül ezt használják a legelterjedtebben mind az USA-ban, mind Európában. A magyarországi Liszt Ferenc nemzetközi repülőtéren ezt a technológiát is alkalmazzák az utasok ellenőrzésére.

A milliméteres hullámhosszú (terahertz-es frekvenciatartományú) sugárzás a látható fény-tartomány alatt, az infravörös és a mikrohullámú sugárzás között helyezkedik el. Az elektromágneses spektrumban ez az ún. „terahertz-gap” (terahertz-rés), az a tartomány ami a rádióhullámok és az optikai hullámok határán helyezkedik el.[7] Ez a fajta sugárzás a nem ionizáló sugárzások közé tartozik.[8] (3. ábra)



3. ábra A terahertz-es hullámok elhelyezkedése az elektromágneses spektrumon (Forrás: <http://poskola.fw.hu/network/pages/bevez/spektrum.html> (Letöltve: 2019. 09. 23.))

A milliméteres hullámok behatolásának mélysége a biológiai szövetekbe a bőrfel-színtől számítva 0,3-10 mm a frekvenciától függően, mert elnyelődik a bőr víztartalmában, valamint a sejtstruktúrák hidrát burkaiban.[7] A nem ionizáló sugárzás bizonyítottan nem rákkeltő.[8] Egy 2009-es amerikai hatástanulmány szerint a vizsgált milliméter hullámú testszkennerek által kibocsátott energia  $0,00000597 \text{ mW/cm}^2$  vagyis 10000-szer kisebb, mint

egy mobiltelefoné.[7] A milliméter hullámú testszkennereknek nincsen ismert egészségkárosító hatása.[8]

Az elektromágneses sugárzás ezen fajtája áthatol a ruhaszöveten, majd az emberi bőrben elnyelődik, illetve részben visszaverődik. Ez alkalmassá teszi a milliméteres hullámokat a személyátvizsgálásban történő alkalmazására, mégpedig a ruházatba, illetve a test felületére elhelyezett tárgyak mutathatók ki vele. Ugyanis, csakúgy mint a röntgensugárzás esetében a céltárgyakat ért sugárzás részben visszaverődik; a vevőpanel antennái felfogják a beérkező elektromágneses hullámokat amik az analóg jel digitalizálása után továbbítódnak az értékelő és képképző számítógépbe.[9] A milliméter hullámú testszkennerek kijelzőjén a visszaverődő röntgensugaras technológiához hasonló (amely az 2. ábrán látható) fekete-fehér kép keletkezik.

A milliméter hullámú testszkennerek is kiválthatják a hagyományos fémdetektor kapukat, mivel mind a fémekeket, mind gyakorlatilag bármely más anyagot képes érzékelni.

A milliméteres hullámú testszkennerek a vizsgált személy minden oldaláról képet alkotnak. Berendezéstől függően vagy maga a vizsgált személy fordul körbe (például az Ego nevű berendezésnél), vagy a szkennelő kar (pl.: az L3 cég ProVision szkennere). Ennél a fajta személyátvilágítási technológiánál is le kell vennie az átvizsgált személynek a cipőjét a szkennelés időtartamára.[1]

Ezen technológia előnyei közé sorolható, hogy bármely anyagból készült tárgyat képes érzékelni; nem használ ionizáló sugárzást, így egészségügyi szempontból biztonságosabb, és alkalmazása ezért társadalmilag is elfogadottabb.

Hátránya ugyanaz, mint a visszaverődő röntgensugaras szkennereké: nem érzékeli a testüregbe, illetve a test belsejébe rejtett tárgyakat.

Képmínőség szempontjából a kétféle (röntgen- és milliméteres sugárzású) technológia nagyjából azonos.

Alkalmazásuk során ugyanazok a személyiségi jogi problémák merülnek fel, mint a visszaverődő röntgensugaras testszkennereké. Így itt is meg kell oldani az átvilágított személyekről készült képek megfelelő kezelését.

## **AZ ÁTHATOLÓ RÖNTGENSUGARAS SZEMÉLYÁTVILÁGÍTÁSI TECHNOLÓGIA**

A személyátvilágítási technológiák közül az áthatoló röntgensugaras szkennerek alkalmazása a legkevésbé elterjedt. A fejlett országokban repülőtereken nem alkalmazzák egyelőre.

Az áthatoló röntgensugaras szkennelés a röntgensugarakkal történő képképzés hagyományos, évtizedek óta használt módja. A céltárgyat az adó- és a vevőpanel közrefogja. A kép a céltárgyon áthaladt röntgensugarak intenzitás változásából képeződik le. (Ugyanúgy, mint az orvosi röntgen berendezések esetében.) Az áthatoló röntgensugaras testszkennerekéknél az átvizsgált személyeket érő ekvivalens sugárzási dózisérték körülbelül 0,1  $\mu\text{Sv}$  és 4,5  $\mu\text{Sv}$  között mozog átvilágításonként, berendezéstől függően<sup>5</sup>. (Ez az érték értelemszerűen magasabb, mint a visszaverődő röntgensugaras testszkennerek esetében.)

---

<sup>5</sup> A Smiths Heimann (Smiths Detection) cég B-Scan nevezetű termékcsoportját alapul véve. (Az információkat a Z&Z Kft. mint forgalmazó bocsátotta rendelkezésemre.)

A technológia a személyátvilágításban való alacsony elterjedtségét annak köszönheti, hogy a fejlett országokban társadalmilag nem elfogadott a személyek nem orvosi célú röntgensugárzásnak való kitétele, valamint (részben ebből kifolyólag) sok országban jogilag tiltott vagy korlátozott az ionizáló sugárzást kibocsátó biztonsági személyátvilágító berendezések használata.

Alkalmazásukra mégis van néhány példa a világ egyes tájain. Még az USA-ban is előfordul, hogy használják egyes börtönökben, mint például az Illinois állambeli Cook megyei börtönben. A berendezés jelentősen megkönnyíti az őrök munkáját és növeli a tiltott eszközök megtalálásának valószínűségét.[10] Hiszen a fogvatartottak körében bevett szokás, hogy a becsempészett tiltott tárgyakat a testnyílásaikba rejtik. Egy amerikai börtönügyi szaklap pedig kifejezetten ajánlja az áthatoló röntgensugaras testszkennerek alkalmazását.[11] A brazil börtönökben pedig elterjedten használják.[12] Alkalmazásuk a kevésbé fejlett országokban jellemző. Így ide tartoznak főként Afrika és Dél-Amerika országai, ahol a börtönökön kívül repülőtereken és állami intézményekben található áthatoló röntgensugaras személyátvilágító berendezések. A Dél-afrikai gyémántbányákban pedig a munkásokat világítják át ilyen berendezésekkel, hogy megakadályozzák a munkavállalói lopást.

Ennek a személyátvilágítási technológiának nagy előnye, hogy a vizsgált személyt szó szerint 'átvilágítja'. Így láthatóvá válnak az olyan tárgyak is, amelyek esetlegesen a testüregekben, vagy a test belsejében lettek elrejtve. Az átvizsgáláshoz semmilyen ruhadarabot nem kell levennie a személynek, még a cipőjét sem. Kijelenthető, hogy a személyátvizsgálásnak ez az elérhető legalaposabb módja. A milliméter hullámú és visszaverődő röntgensugaras testszkennerek biztonsági rést hordoznak magukban, hiszen a testüregeket és a test belsejét nem lehet átvizsgálni segítségükkel. Jelenleg az áthatoló röntgensugaras szkennelés az egyetlen olyan technológia, melynek alkalmazásával betömhető ez a biztonsági rés.

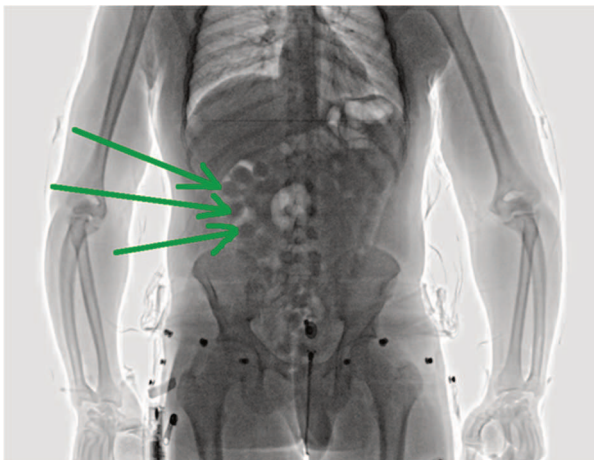
Az áthatoló röntgensugaras szkennelés hátránya, hogy ionizáló sugárzást bocsát ki, ami káros hatással lehet az emberi szervezetre.

A tárgyak testen belüli elhelyezésének háromféle módját különíthetjük el:

- testüregbe való elhelyezés,
- tápcsatornában juttatás lenyelés útján,
- vagy sebészi műtét útján történő elhelyezés a test valamely részébe.

Ezek a tárgyak lehetnek különféle csempészárúk, illetve robbanószerkezetek. A felsorolt módszerekre repülőtereken a drogcsempészetben már számos példa akadt. (4. ábra)





4. ábra Egy áthatoló röntgensugaras testszkennertől készített röntgenfelvétel részlete, melyen látszik az átvilágított személy tápcsatornájában lévő csempészett drog (Smiths Detection (A Z&Z Biztonságtechnika Kft., mint forgalmazó által a rendelkezésemre bocsátott kép.)

Azonban nem csak csempészárúk, hanem robbanóanyagok, robbanószerkezetek is elhelyezhetőek az emberi testen belül. Ezzel a témakörrel részletesen foglalkoztam kutatásom során, itt csak a következtetéseket közlöm. Volt már példa testüregbe elhelyezett robbanószerkezettel elkövetett merényletre. Testen belül elhelyezett robbanószerkezet esetében a robbanás ereje valószínűleg nem elég nagy ahhoz, hogy tömegmerényletek elkövethetőek legyenek vele. Repülőgépek fedélzetén azonban mégis jelentős pusztítás okozható velük, hiszen egy aránylag kisebb erejű robbanás is lyukat üthet az utastér falán. Ismert, hogy a terroristák azon dolgoznak, hogyan lehetne kivitelezni egy ilyen támadást.[13][14][15][16]

Emiatt az áthatoló röntgensugaras személyátvilágító berendezések alkalmazása ajánlott a repülőtereken, természetesen oly módon, hogy az az utasokra a lehető legkisebb egészségügyi kockázatot jelentse. Ennek megvalósíthatóságának a kidolgozása kutatásom egy másik részfeladata.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatásom ezen részfeladatából az alábbi következtetéseket vontam le:

- Biztonsági szempontból a fémdetektor kapuk alkalmazása már nem elegendő a repülőtereken. Szükség van olyan korszerű személyátvilágítási technológiákra, amelyek bármely anyagból készült tárgyakat érzékelnek.
- Ezért a repülőtereken szükség van milliméter hullámú vagy visszaverődő röntgensugaras testszkennerek általános alkalmazására.
- Indokolt, hogy a nemzetközi repülőtereken elhelyezésre kerüljön áthatoló röntgensugaras személyátvilágító berendezés. Ha nem vizsgálják vele át minden egyes személyt, alkalmazható arra, hogy a más módszerekkel kiszűrt gyanús személyeket átvilágítsák. Megnövekedett terrorfenyegetettség esetén általános használata is szükségessé válhat.

- Minden szkener berendezésnek vannak gyenge pontjai. Sosem lehet csakis egyetlen eszközre, módszerre támaszkodni a biztonsági átvizsgálásban.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szabó Vivien: Repülőtéri biztonság fejlődése a repülőfedélzetén elkövetett robbantásos események tükrében, Tudományos Diákköri Konferencia dolgozat, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Szolnok, 2016.
- [2] Solymár Zoltán: Szabad-e a ruhánk alá nézni? (sajtóközlemény, 2010. 10. 13., Z&Z export-import kft.)
- [3] Radiation Dose Chart (Sugárdózis táblázat), készítette: Randall Munroe [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Exposure\\_chart-XXKCD.svg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9f/Exposure_chart-XXKCD.svg) (Letöltve: 2019. 10. 22.)
- [4] Dr. Cornides Ágnes: Sugárzások fajtái és a rákos megbetegedések <https://www.webbeteg.hu/cikkek/daganat/13823/sugarzasok-fajtai-es-rakos-megbetegedések> (Letöltve 2018. 09. 29.)
- [5] Pam Harrison: Radiation Exposure Negligible From Airport Security Scans (Medscape Medical News from the European Congress of Radiology (ECR) 2013.) <https://www.medscape.com/viewarticle/780523> (Letöltve: 2019. 08. 31.)
- [6] Jason Edward Harrington: "Dear America, I Saw You Naked" (Megjelent: 2014. 01. 30.) <https://www.politico.com/magazine/story/2014/01/tsa-screener-confession-102912#.Uuz-GhPldVuS> (Letöltve: 2019. 08. 04.)
- [7] Bunyitai Ákos: Terahertz-es technológia alkalmazása a biztonságtechnikában, Hadmérnök V. évfolyam 2. szám, 2010. június
- [8] Dr. Kósa Csaba: A fizikai munkakörnyezet ÓE BGK 3039, Budapest, 2012.
- [9] Solymár Zoltán: Testszkener nem röntgensugárral: eqo (Z&Z Biztonságtechnika Kft.)
- [10] Michael Grabell: TSA Admits Body Scanners Are Helpless Against Implant Bombs (Megjelent: 2011. 07. 07.) <https://www.businessinsider.com/tsa-airport-scanners-wouldnt-catch-an-implant-bomber-2011-7> (Letöltve: 2019. 10. 07.)
- [11] Melissa Mann: Catch more contraband with X-ray technology <https://www.correctionsone.com/products/corrections/articles/377427187-Catch-more-contraband-with-X-ray-technology/> (Letöltve: 2019. 10. 22.)
- [12] Samanta C. A. Correa, Josilto O. Aquino, Edmilson M. Souza, Ademir X. Silva: Analysis of dose and risk associated with the use of transmission x-ray body scanners using Monte Carlo Simulation <http://www.irpa.net/members/P02.279FP.pdf> (Letöltve 2019. 10. 22.)
- [13] Sheila MacVicar: Al Qaeda Bombers Learn from Drug Smugglers (Megjelent: 2009. 09. 28.) <https://www.cbsnews.com/news/al-qaeda-bombers-learn-from-drug-smugglers/> (Letöltve: 2019. 10. 22.)
- [14] Jeremy Pelofsky: Militants may try bomb implants to attack (Megjelent: 2011. 07. 06.) <https://www.reuters.com/article/us-usa-security-implants/militants-may-try-bomb-implants-to-attack-idUSTRE7652QX20110706> (Letöltve: 2019. 10. 07.)
- [15] Gordon Corera: Human bombs: Are they a realistic threat? (közzétéve: 2012. 05. 23.) <https://www.bbc.com/news/magazine-18161870> (Letöltve: 2019. 10. 23.)
- [16] Bunker, R.J. Flaherty, C.: Body Cavity Bombers: The NewMartyrs. A Terrorism Research Center Book. iUniverse, Inc. Bloomington, 2013.