

Tisza István¹ 

A személyvédelem mechanikai eszközeinek vizsgálata, fejlesztési javaslatok

Examination of Mechanical Means of Personal Protection, Development Proposals

Absztrakt

A katasztrófavédelem beavatkozást végző munkavállalói számos alkalommal több súlyos kockázatnak vannak kitéve, amelyekkel szemben az egyéni védőeszközök sem minden esetben nyújtanak százszázalékos védelmet, noha a fejlesztések a védelmi szint maximalizálását célozzák. A kompromisszum a kényelem, a praktikum, a használhatóság és a maximális védelem között gyakran elengedhetetlen. A fejlesztési irányok az egyéni igényeknek megfelelően és ezektől függetlenül is jól meghatározhatók. A fejlődés üteme nem statikus állandó, dinamikus változik eltérő intenzitással. Szükséges azonban összetett szempontrendszer alapján megadni azokat a lehetőségeket, amelyek mentén a fejlesztések minden igényt kielégítően elvégezhetők. A tanulmány legfontosabb célja a személyvédelem mechanikai eszközeinek, a tűzoltók egyéni védőeszközeinek vizsgálata az evolúció és a fejlesztési irányok tekintetében. A fejlesztésekkel kapcsolatban szükségszerű az azokra vonatkozó követelmények áttekintése, az optimális funkcionalitás, alkalmazhatóság és maximális védelmi szint meghatározása. A tanulmány célja továbbá a gyakorlati implementációra való javaslattétel. A vizsgálati módszer a vonatkozó szakirodalom áttekintése a teljesség igénye nélkül, az evolúciós ív megjelenítése, szemléltető elemzések készítése a jelenlegi védelmi képességekről és korlátokról a vegyi, hő- és mechanikai terhelések kapcsán, technológiai és anyagösszetételi vizsgálatok ismertetése a nanotechnológia és a korszerű textilanyagok felhasználásáról, jövőbeli fejlesztési irányok és követelmények meghatározása a mérnöki és gyártási folyamatokra vonatkozóan.

Kulcsszavak: egyéni védőeszköz, evolúció, nanotechnológia, fejlesztés, optimalizálás

¹ Tűzoltósági felügyelő, Fehérgyarmati Katasztrófavédelmi Kirendeltség, e-mail: Istvan.Tisza2@katved.gov.hu

Abstract

In many cases, emergency response workers are exposed to multiple, serious risks, against which personal protective equipment does not provide 100% protection in all cases, even though improvements are aimed at maximising the level of protection. A compromise between comfort, practicality, usability and maximum protection is often essential. Development directions can be well defined according to individual needs and independently of them. The rate of development is not static, it changes dynamically with different intensities. However, it is necessary to provide the options based on a complex system of criteria, according to which the developments can be carried out to the satisfaction of all needs. The main objective of the study is to examine the evolution and development directions of mechanical personal protection devices, personal protective equipment for firefighters. In connection with the developments, it is necessary to review the requirements for them, determine the optimal functionality, applicability and maximum protection level. The study also aims to make recommendations for practical implementation. The research method is a review of the relevant literature without claiming to be complete, to present the evolution curve, to prepare illustrative analyses of current protection capabilities and limitations in relation to chemical-thermal and mechanical loads, to present technological and material composition studies on the use of nanotechnology and modern textile materials, to determine future development directions and requirements for engineering and manufacturing processes.

Keywords: personal protective equipment, evolution, nanotechnology, development, optimisation

Bevezetés

A bevetések, beavatkozások során a tűzoltók számos veszélynek vannak kitéve, amely veszélyek a technológiai fejlődéssel egyre tágabb értelemben jellemzők és egyre súlyosabb következményekkel járhatnak akkor, ha nem alkalmazzák a rendszeresített egyéni védőeszközöket (a kollektív műszaki védelem a beavatkozások során nem kialakítható). Mivel egyre több veszéllyel szemben kell védeni a tűzoltókat, egyre nagyobb mértékű károsodásoktól, a védőeszközök folyamatos fejlesztése elengedhetetlen. Ezeknek az eszközöknek a sajátossága, hogy a védelmi szintek elérése mellett használhatónak is kell maradniuk, ez azonban a gyakorlatban sok esetben nem tud megvalósulni (például kesztyű).

Korábban végzett kutatási eredményeim abba az irányba mutatnak, hogy az eszközfejlesztés célja az egyéni védőeszközök terén elsősorban a védelmi szint elérése, nem a praktikum és a kényelem. A tűzoltóság olyan terület, ahol számos kockázat nagyon súlyos következménnyel, viszonylag gyakran következik be általában egy időben. Valamennyi kockázat figyelembevételére nincs lehetőség, ha mégis, akkor a korábban említett problémákkal szembeül az eszközt használó. A vizsgálat fő kérdése az volt, hogy oldhatók-e ezek az anomáliák, ha igen, milyen módon (a fejlesztések figyelembe veszik-e), ha nem, a biztonság vagy a használhatóság kerül-e előtérbe. A vizsgálat

eredményei alapján sem a biztonság, sem a kényelem nem szenved csorbát, a kompromisszumkészség elengedhetetlen, de a legfontosabb szempont valamennyi eszköz esetében a biztonság. Az egyéni igények figyelembevétele nem teljes, adott esetben sok a különbség a tűzoltók testfelépítése között. Ennek ellenére az eszközök használata egyértelműen a balesetek számának csökkenését eredményezte az elmúlt években, a fejlesztések során törekednek arra is, hogy használhatók is legyenek az eszközök (hiszen a használat jelentős többletkockázatot jelent, amennyiben nem megfelelő, megnövelve a súlyos sérülés esélyét). A tűzoltók összességében elégedettek az eszközök védelmi szintjével, valamint a komfortfokozatával.

Eszközönként vannak tulajdonságok, amelyek megosztják a használóikat, ezek jellemzően az egyéni tulajdonságok lekövetéséhez kapcsolódnak, a védelem magas fokú. Azt azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az egyes eszközök attól függően biztonságosak és kényelmesek, hogy mely gyártó forgalmazza őket. A hivatásos tűzoltó-parancsnokságok központi eszközbeszerzése kevésbé teszi lehetővé a drágább eszközök használatát, az önkénteseknek pedig végesek az anyagi erőforrásaik (habár megfelelő támogatói háttér esetén ez megoldott).

A korábbi kutatások hangsúlya jellemzően az egyéni védőruházatok fejlesztésére helyeződött. A nemzetközi irodalom bővelkedik a vonatkozó tanulmányokban, a hazai hiányos, korlátozott ezen a területen. Son Su-Young tanulmánya az egyenruhák anyaga és a mozgásszabadságra, izomtevékenységre gyakorolt hatások közötti kapcsolatot vizsgálja. Eredményei abba az irányba mutatnak, hogy a rugalmas és kompressziós ruházat a szabványos egyenruhához képest kismértékben növeli a mozgásszabadságot. A tanulmány a védőruházatok szabására, ergonómiájára fókuszál.² Wu a polifenilén-szulfid szövet alkalmazhatóságát vizsgálta. Eredményei szerint az anyag sűrűsége pozitívan befolyásolja a ruházat mechanikai tulajdonságát, szakítószilárdsága jobb értékeket hoz. Az éles környezetben való tesztelés azonban ez idáig nem valósult meg.³

A hőstressz csökkentése a hatékony és biztonságos munkavégzés egyik elsődleges támogatója. Az erre irányuló kezdeményezések a ruha kényelmi szintjét csökkentik, a hosszú távú alkalmazhatóság szempontjából többletkockázatot jelentenek.⁴ Ezzel a ruha okozta többletterheléssel (kialakítás, tömeg) a Bodnár–Bérczi szerzőpáros foglalkozott tanulmányában.⁵

A fejlesztési irányokat annak megfelelően kell kijelölni, hogy a környezeti tényezők hogyan, milyen mértékben változnak. A körülmények folyamatos és nagymértékű változása indukálja, hogy a védőruházatok légáteresztők, kopásállók, vízhatlanok, kényelmesek legyenek, ugyanakkor a tűz ellen maximális védelmet nyújtsanak. A dekontaminációs módszerek összehasonlításával vizsgálta Polanczyk és munkatársai az egyes védőruházatok biológiai szennyeződésekkel szembeni ellenállását, ezen ellenálló képesség szintjének növelési lehetőségeit.⁶

² SON 2019.

³ WU 2019.

⁴ URBÁN–RESTÁS 2017.

⁵ BODNÁR–BÉRCZI 2018.

⁶ POLANCZYK 2020.

Jogszabályi háttér

Az egyéni védőeszközök vonatkozó jogszabályi rendelkezéseinek vizsgálata szintén elengedhetetlen, tekintetbe véve, hogy azok változása nagymértékben befolyásolja, befolyásolhatja a fejlesztés irányait és lehetőségeit. Az egyéni védőeszközök munkahelyen történő használatának minimális egészségi és biztonsági követelményeit a 65/1999. (XII. 22.) EüM rendelet határozza meg. A munkavégzés során fellépő veszélyeket a rendelet 1., a funkcionalitás alapján történő felosztást a 2. számú melléklet tartalmazza. A 4. § (1) bekezdés c) pontja határozza meg azokat a feltételeket, amelyek az egyéni védőeszközök ergonómiájára vonatkoznak. A rendeletet módosító 77/2003. (XII. 23.) ESzCsM rendelet a védelmi funkció teljesítése vonatkozásában határozza meg az előírásokat, de csak általánosságban. A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény 1. § (2) pontja értelmében minden Magyarországon tevékenységet végző munkavállalónak joga van az egészséget nem veszélyeztető, biztonságos munkavégzési körülményekhez. A tűzoltók által végzett tevékenységek kapcsán a hagyományos munkavédelmi előírások korlátozott mértékben érvényesíthetők az előre nem látható, sok esetben nem pontosan körülhatárolható veszélyek, a gyorsan, jelentősen változó munkakörülmények miatt. Emellett az extrém fizikai és mentális megterhelés szükségszerűen magával hozza a speciális szabályozást. A tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény szabályozza a munkavégzési feltételeket, kiemelve a biztonságot és a védelmet. Az egyéni védőeszközök és védőruházatok vonatkozásában azonban nem tartalmaz rendelkezést. Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/425 rendelete definiálja az egyéni védőeszközt mint fogalmat. A rendelet idesorolja azokat a rendszereket is, amelyek a védelmi funkció betöltéséhez szükségesek és elengedhetetlenek, illetve amelyek a rögzítésben játszanak szerepet. A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósága az irányítása alatt álló területi jogállású szervek és helyi szervezetek esetében a személyi állomány egyéni védőeszközzel történő ellátásáról szóló 34/2021. számú főigazgatói intézkedéssel rendelkezik az egyéni védőeszközök beszerzéséről, használatáról, cseréjéről és karbantartásáról is. A hazai szabályozás általános használati keretet ad az egyéni védőeszközöknek, a specifikumok belső munkahelyi szabályozókban vannak megadva. A nemzetközi gyakorlat fejlesztésekkel, ergonómiai szempontokkal is foglalkozik. A védőeszközök fejlesztése, fejleszthetősége a nemzetközi irodalomra alapozva vizsgálható részletesebben.

A személyvédelem mechanikai eszközeinek evolúciója

A tűzoltóságnál rendszeresített védőfelszerelések közül a „legkevesebb” probléma a sisakkal van a tapasztalatok és a korábbi vizsgálati eredmények alapján. Az, hogy hosszabb viselés után a nyak és a vállak nehezen múló fájdalmát okozzák, nem feltétlenül a sisaknak tulajdonítható hiba, illetve hiányosság. A beavatkozást végzők jelentős része idősödő, a kisebb megterhelést is nehezebben viselik. A minél magasabb szintű védelmi képesség elérése érdekében más, több anyag van a sisakban (régebben kissé könnyebbek voltak a sisakok, azonban védelmi képességük is alacsonyabb volt).

Az új sisakbevizsgálási követelményeknek való megfeleléshez elengedhetetlen a gyártók számára az anyagfelhasználás módosítása. A hozzáadott réteg nagyjából 40 dkg súlytöbbletet eredményez a sisakoknál, ez önmagában azonban nem jelentene komoly problémát. A tűzoltók azonban idősebbek, a csontszerkezetük a kisebb pluszterhelést is nehezebben viseli. Emellett hosszú viselés alatt a 40 dkg is sokat számít. Komoly hiányossága, hibája a sisaknak, hogy akadályozza a hallást. Gépkocsivezetők-nél ez kiemelten fontos szempont. Így az ő sisakjukat rövidített sisakhéjjal szerelik. Kevésbé akadályozza a hallást, azonban ezeknek a sisakoknak a védelmi képessége is alacsonyabb ezáltal. Ütés ellen jól védenek a sisakok, de a fejét felülről érő, nagy erejű ütések a nyakcsigolyák és a váll sérülését eredményezhetik.

Az 1990-es évek közepén rendszeresített kiskőrösi tűzoltó-védősisaknak lehajtható arcvédője volt. A héj üvegszállal erősített, a bélés pedig bőrből volt. Lehajtható arcvédelemmel rendelkezett, a kialakítása azonban műszaki mentésnél például komoly problémát jelentett, túl magas volt, beakadhatott. Viszont teljes egészében védte az arcot. Napjainkban a rendszeresített védősisakok az evolúcióban eljutottak arra a szintre, hogy ezt kiküszöböljék, integrált arcvédelemmel rendelkeznek. Kompromisszumot kellett azonban kötni: az integrált arcvédelem nem képes a teljes arcot elfedni, de cserébe nem okoz gondot a túl magas kialakítás. Egy jó magasan záródó kabátnyak kialakítása azonban valamelyest tudja ezt orvosolni. A Rosenbauer-sisakokba felülre építettek lámpát. Ez hasznos funkció. A Dräger-sisakokra oldalra szerelhető, itt azonban problémát jelent, hogy a plusz 20–30 dkg súly hosszú viselésnél egy irányba húzza a fejet.

A kesztyűvel kapcsolatos visszajelzések alapján a legnagyobb probléma, hogy túl vastag. Az lenne az optimális, hogy vékonyak legyenek, ugyanakkor a megfelelő védelmet nyújtsák beavatkozáskor. Ez azonban így nem működőképes elképzelés, kompromisszumokat kell kötni. A kesztyűk nehezek és vastagok, de megfelelő mértékben védik a beavatkozást végzők kezét bevetés során az esetleges veszélyhelyzetekben. Kötési feladatokat nem lehet benne megfelelően végezni, de a veszélyes övezeten kívül le lehet venni és a kötési feladatokat el lehet látni. A kesztyűvel kapcsolatos legfőbb probléma azonban az, hogy vastag, sok rétegű, a tűzoltó keze nagyon hamar és nagyon könnyen beleizzad, levételnél a belső réteg kifordul. Újbóli felvételnél a kihúzódott belsejébe a tűzoltó nem tudja a kezét visszadugni. Finommotorikus mozgásra a kesztyű egyáltalán nem alkalmas. A kompatibilitással kapcsolatban is vannak problémák: az új légzőkészülék kijelzője a mellkason van, egyébként is bonyolult feladat megneézni, de az energiahatékonyság miatt a kijelző kikapcsol, kesztyűben nem lehet az egyébként is apró gombot megnyomni, ha a tűzoltó leveszi a kesztyűt, akkor a visszavétel lesz problémás.

A tűzoltóságnál rendszeresített védőeszközök a fejlesztések ellenére a védőruhák területén nagyon gyengén teljesítenek, ezek kapják a legrosszabb értékeléseket. Volt egy minőségi ugrás az 1990-es évek végén, 2000-es évek elején, a Sattler után jött a Bristol. Az jó váltásnak bizonyult. Volt benne térdprotektor, jó volt a védőruházat védelmi képessége, lámpát és rádiót is lehetett rátenni, az első generációs ruháknak derékrészen volt tűz és hideg elleni védelme, oldalzsebe, és nagyon meleg volt. A bélését nem lehetett kivenni. A közvélekedés és a rossz nyelvek szerint az itt rendszeresített verzió a téli öltözet volt, és volt egy nyári változata, az azonban nálunk nem került

forgalomba. A Vektor magyar gyártás volt, hasonló a Bristolhoz, de a védelmi képessége nem volt olyan jó, mint annak. 2015 körül az R13 jött.

Az első garnitúra nagyon nem volt jó. Nem volt mérethelyes, a kabát, a nadrág a magasabb tűzoltók esetében túlságosan rövid volt. A védőruha alá beizzadva a légzőkészülék pántja alatt bőrpírt okozott a belső réteg. A kabát akkor jó, ha viszonylag bő, de nem túlságosan. A nadrágban a legfontosabb a térdprotektor, a tűzoltó a legtöbbször kúszik-mászik, törmelékben, szűrős tárgyakon térdel. Elengedhetetlen a gumírozott alj, a zsebes kialakítás, az erős, könnyen állítható kantárrész. A csatréssz gyakran eltörik, a patentok kikapcsolódnak. A kabáton a mérőműszerek elhelyezésére alkalmas részeket kellene kialakítani, fémből készült karikákat, karabinereket elhelyezni a különböző kesztyűkhöz, hogy az egyes speciális műveletekhez kéznél legyen a megfelelő. A kabát legyen megfelelő hosszúságú (nyújtózkodva a mászóövből ne csússzon ki), de ne túlságosan, mert akkor könnyen beakadhat, nehezíti a beavatkozást végző mozgását. A kabátnál előnyös, ha a nyakrész biztonságosan és gyorsan felhúzható, hogy az integrált arcvédelmet kiegészítse.

Korábban a HAIX-csizmákat nagyon szerették a beavatkozást végzők, de nagyon drágák voltak. A Rosenberg fejlesztett gyorsfűzős csizmákat, de ezeknek a védelmi képessége nem 100%. A boka védelme ugyanis nem feltétlenül biztosított, könnyen kifordul, ha a tűzoltó valamilyen gödörbe lép. A gyorsfűzőst ugyan gyorsan fel lehet venni, de a bokát egyáltalán nem tartja. A talpátszúrás elleni védelem, a lábfej, lábujjak védelme a legfontosabb. A védelemnek azonban ára van, hosszú idő után kényelmetlen és nehéz a viselése, nem úgy hajlik, mint egy hagyományos cipő.

A kompozit erősítésű anyagok megjelenése könnyebbé, felhasználóbaráttá tette a légzőkészülékeket. T idom segítségével két palack helyezhető egymás mellé. Az aktuális felhasználás számításával jelzi a hátralévő bevetési időt, monitorozhatóvá váltak az értékek, a kijelzőn pedig nyomon követhetők. A hordkeret, a tépőzár, a kialakított palackhely, a tömlőszelepnél elhelyezett gyorscsatlakozó mind a jól használhatóságot biztosítja. Már nem kell a szelepet csavargatni. A véletlen elzáródás elleni védelem is ki lett alakítva, ahogyan a palackszeleptörés esetén a biztonsági rendszer, amely biztosítja, hogy ne tudjon az 1800 l levegő kiáramolni, fokozott veszélynek kitéve a beavatkozást végző tűzoltót. Kezdetben egy palack 14,7 kg volt, a kompozit palackok –5 kg-ot jelentettek, ez óriási előrelépés volt. Derékra adták a terhelést, de nem lehetett az autóra málházni, mert nem fért el. A légzőkészülékek evolúciójához hozzátartoznak az integrált bodyguard rendszerek, amelyek a kulcs kivétele és 20 másodperc passzívítás után bejeleznek. Magyarországon volt rádiós (táblán látható volt, hogy a bevetést végző hogyan áll levegővel, probléma esetén lehetett neki jelezni, hogy jöjjön ki), de drága és emberigényes volt a működtetés. A légzőálarc az ergonómiai kialakítás miatt a kifújt levegő nagy részét membránokon keresztül kiáramoltatja a szabadba, minimális mennyiség reked meg a sisak holtterében, amit visszaszív a tűzoltó, ebben nagyon sokat fejlődtek. Az álarcba beépíthető beszédváltó, mikrofon, a sisakba beépített hangszóró (főként a gáztömör védőruha esetén) megkönnyíti a külvilággal való kommunikációt. A tüdőautomata, a mentőálarc egy mozdulattal csatlakoztatható, már nincs az álarcba beépítve, sokkal költségkímélőbb.

A magyar fejlesztések védelmi képességüket tekintve nem hozzák a várt eredményeket, viszont arányaiban drágák.

A jelen eszközei

A védősisakok új generációja (Rosenbauer Heros Xtreme) teljes kivitelű sisakhéjjal készült, a szabványi előírásokon messze túlmutató védelmi képességgel. Javították a viselési komfortot azért, hogy a viselőre kisebb járulékos terhelést rójon. Ehhez nagymértékben hozzájárul az új fejlesztés, ami egy sportosan bionikus formájú, könnyebb sisakhéjban manifesztálódik. A védőkesztyűben kívülről is könnyen állítható fejszalag mellett magas hőnek ellenálló arcvédő, középen elhelyezhető integrált LED-sisaklámpa biztosítja a még nagyobb kényelmet. Javították a sisak súlypontján és egyensúlyán, így a beállítás lehetősége is bővült. Integrálható műszaki szemüvegek, arcvédők, integrált sisakélvédő, teljesen rugalmas külső légzőkészülék, álarcrögzítő adapter és integrált hőkamera társulhat opcionálisan a sisakhoz. A kihordási idő a korábbiakhoz hasonlóan 15 év, kétévente felülvizsgálandó.⁷

Modellfrissített kivitelben és ergonomikusabb szabásminta alapján készül a Bristol Ergotech Action bevetési védőruha a CH2 védőkabát és a TCH2 típusú védőnadrág új generációjaként. A rétegrenden és a felhasznált anyagokon nem változtattak, a Nomex Delta T külső szövet, a NomexViscose-Isomex aramid nemez kevert szálás hőszigetelés és a Gore-Tex Fireblocker nedvességzáró és egyben lélegző rétegrend megfelel az előírásoknak. A viselési komforton igyekeztek javítani a szabással, a módosított elhelyezésű és záródó zsebekkel, magasabb kopásálló térdvédő betétekkel. A fejlesztések a védőkabát váll- és hátrészét célozták elsősorban a nagyobb mozgásszabadság érdekében (a karok mozgatása és a légzőkészülék viselése közben). A védelmi képesség nem változott, magasan megfelel az elvárt követelményeknek.⁸

A legújabb generációjú védőkesztyű a tenyérre szilikon bevonatú kétrétegű Nomex/Kevlart kapott. A fejlesztés legfontosabb célja a jó tapintási képesség, a nagy dörzsállóság, a vágás, átszúrás és vegyi anyagok elleni magas szintű védelem volt, a nagyobb viselési komfort és a kisebb járulékos terhelés. Ehhez Nomex/Gore-Tex/X-Trafit vízzáró-légáteresztő rétegeket kombináltak. A belső rész kevlár a vágás és hő elleni maximális védelemért. A kézfej részén mechanikai sérülés ellen védő protektor van. A jobb észlelhetőségért 3M Scotchlite fényvisszaverő csíkokat applikáltak a kesztyűre. A folyamatos fejlesztés ellenére sem oldható az ellentmondás, a mechanikai sérülés, hő, folyadékok áthatolása elleni védelem szükségszerűvé teszi a rétegrend alkalmazását, a finommechanikai munkákra azonban emiatt nem alkalmas. A műszaki mentő kesztyű elvileg képes a megfelelő tapintást biztosítani, a kézügyességet minimális szinten korlátozni, 5-ös besorolása a teljesítménye a vágás elleni védelem és a tapintás érzete tekintetében.

A Rosenbauer Österreich Neo tűzoltó védőcsizma legújabb fejlesztése a nitril-légpárnás talp, a speciális sarok és lábfej feletti hajlítási zónák, a nagy méretű fülek a jobb felhúzhatóság érdekében, a csizma súlyának csökkentése, valamint a Sympatex membrán a testnedv elvezetéséért.⁹

⁷ TULOK 2016.

⁸ TULOK 2016.

⁹ TULOK 2016.

Az alkalmazott anyagok evolúciója

Az egyéni védőeszközök gyártása során alkalmazott anyagok evolúciós folyamata elválaszthatatlan az eszközök evolúciójától (hiszen az adott eszköz azért tudott könnyebb vagy ellenállóbb lenni, mert másfajta, korszerűbb, jobb, könnyebb stb. anyagokat fejlesztettek ki). Az anyagokkal kapcsolatos fejlesztések az eszközök fejlesztési irányát figyelembe véve szintén a feladat jellegéhez, a védendő kockázathoz igazodnak. A modern kor kihívásaihoz alkalmazkodó anyagok kiválasztásának elsődleges szempontja a maximális védelmi szint elérése. A folyamat elején az egyéni védőeszközök anyaga elsősorban a könnyen, nagy mennyiségben elérhető természetes bőr, gyapjú és pamut volt. A hőállóság és a vízállóság korlátozottan volt biztosított. A 20. század közepére érte el a fejlődés azt a szintet, hogy ezeket az anyagokat vegyileg kezelték annak érdekében, hogy növeljék a lángállóságot. A bevonat vagy a vegyi kezelés hatására azonban az eszköz nehéz vagy merev lett (például ruházat), jelentős mértékben korlátozta a mozgást. A modern kor hozta magával a Nomex, Kevlar, PBI (polibenzimidazol) és egyéb szintetikus szálak alkalmazását. Ezek az anyagok jóval nagyobb mozgásszabadságot biztosítanak, a korábbi eszközökhöz képest sokkal könnyebbek, rugalmasak, és az extrém hőhatásnak is ellenállnak. A többrétegű szerkezetnek köszönhetően három szinten is képes a ruházat megvédeni viselőjét: külsőleg hő és/vagy mechanikai behatás elleni védelem, a középső réteg nedvességzáró membrán, a belső pedig egy komfortréteg.

Napjaink legjellemzőbb alapanyagait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: Az egyéni védőeszközök anyaga

Anyag	Felhasználási terület
Fémek: alumínium, acél, titán	Lábvédelem – acélbetétes bakancsok, fejképző, egyes védőruhákat
Műanyagok: PVC, poliuretán, polipropilén	Védőszemüvegek, kesztyűk, védőruhákat
Textilanyagok: pamut, poliészter, nylon, kevlár	Védőruhákat, kesztyűk, lábbelik, egyéb textilszármazékok
Gumi: különböző gumikeverékek	Kesztyűk, csizmák, légzésvédők
Kompozit anyagok: szénszál, üvegszál	Speciális sisakok, védőruhákat
Bőr	Védőkésztyűk, lábbelik, hegesztőruhákat

Forrás: a szerző szerkesztése

Fejlesztési lehetőségek, javasolt irányok

A hatékonyság növelése, valamint a minél magasabb védelmi szint elérése érdekében a tűzoltók egyéni védőeszközei folyamatosan fejlesztendők. A lehetséges fejlesztési irányok több szempont alapján kijelölhetők. A védőeszközök evolúciója során a technikai fejlődés valamennyi mérföldköve jól detektálható. A fejlesztések a korábbi tapasztalatok és a témában végzett vizsgálat alapján az alábbiak szerint megvalósítandók:

- anyagtechnológia (hő- és lángálló anyagok; lélegző anyagok [a hőstressz elkerülése érdekében, nedvesség elvezetése, magasabb fokú kényelem]);
- beépített technológiák:
 - okoseszközök: védőruhába integrált érzékelők, amelyek valós idejű adatokat szolgáltatnak a tűzoltók állapotáról, például hőmérséklet, oxigénszint és szívritmus – valós idejű monitoring;
 - kommunikációs rendszerek: a sisakokba vagy védőmaszkokba beépített kommunikációs technológiák, amelyek lehetővé teszik a csapattagok közötti zökkenőmentes kapcsolattartást, még zajos környezetben is;
- ergonómiai fejlesztések:
 - könnyebb és kényelmesebb viselet (súlycsökkentés, ergonomikus viselet);
 - személyreszabhatóság;
- tartósság és karbantarthatóság:
 - hosszabb élettartam;
 - könnyebb tisztítás;
- víz- és szennyezésállóság;
- jobb láthatóság (reflektáló anyagok).

A tűzoltóság alapvető feladata a tűzoltás, a műszaki mentés és a tűz megelőzés. A folyamatos fejlődés azonban azt eredményezi (lásd korábban), hogy a veszélyeztető tényezők köre bővülni, súlyosságuk nőni fog. A tevékenységekből az emberi tényező nem kivonható. Így a változásokkal együtt még fokozottabb figyelmet kell fordítani a védelemre. A változások leginkább gazdasági, technikai és technológiai jellegűek, ugyanakkor a környezet okozta vészhelyzeteknek is a köztudatban kell maradniuk.

Az iparosodás a számos pozitív hozadék mellett olyan anyagok és technológiák alkalmazását is jelenti, amelyek nem optimális esetben komoly veszélyforrások lehetnek. Ugyanakkor a technológia olyan módszerek kidolgozását, eszközök kifejlesztését is lehetővé teszi, amelyek a feladatokat ellátók védelmi szintjét képesek növelni, valamint maga a feladatellátás is jóval hatékonyabb lehet. A tűzoltóság egyik kiemelt fejlesztési iránya a személyi védelem megoldásainak változtatása.

A tűzoltóság tevékenysége során az emberi élet védelme elsődleges, függetlenül attól, hogy milyen irányú és mértékű a gazdasági, technológiai, technikai fejlődés. A mentendő és a mentést végrehajtó védelme egyaránt fontos, de az egyéni védőeszközök fejlesztése nagyobb arányban a mentést végrehajtók esetében jellemző. A fejlesztési lehetőségeknek abba az irányba kell mutatniuk, hogy

- maximális legyen a védelmi képesség;
- a ruházat csökkenjen a lehető legnagyobb mértékben úgy, hogy a védelmi képesség maximális maradjon;
- a viselhetőség és a komfortosság növelése az egyéni igények és szükségletek figyelembevételével történjen.

Mindezek mellett a jövő védőruházata már olyan anyagok megjelenését feltételezi, amelyek különböző szenzorok segítségével a beavatkozási környezet állapotának változásait is nyomon tudják követni, képesek akár a tűzoltó vitális funkcióit is figyelemmel kísérni, a beavatkozást végzőt érő káros hatások mértékét elemezni, majd

egyértelmű jelzést adni arra vonatkozóan, hogy képes-e a tűzoltó biztonságosan befejezni az adott feladatot, vagy vissza kell vonulnia. A sisakba beépíthető egy hőkamera is a rádió mellé.¹⁰

Nanotechnológia – a fejlesztések jövője

A fejlesztések során az elsődleges szempont a szabványoknak és az igényeknek megfelelő védelmi szint elérése, megtartása, növelése (amely igényt a megnövekedő, fokozatosan változó kockázatok, a veszélyes anyagok körének bővülése, a megnövekedett biológiai veszélyek hívták életre). A védelem azonban nem mehet teljes mértékben a viselhetőség, a kényelem, az ergonómia és a használhatóság rovására. Mindezek mellett a hosszabb élettartam is elérendő cél (fenntarthatóság, költséghatékonyság). Az új funkciók létjogosultságát szintén a megnövekedett igények adják: szenzorok és egyéb intelligens megoldások beépítésével, alkalmazásával új lehetőségek nyílnak meg a beavatkozást végzők védelmének maximalizálása érdekében.

A tűzoltó-védőfelszerelésekben több területen alkalmazható a nanotechnológia: hővédelem, víz-, olaj-, vegyszertaszítás, baktericid és vírusellenes tulajdonságok, erősítés, szenzorok. A számos nanorészecske-típus más-más tulajdonságokkal rendelkezik. Alkalmazhatóság és funkcionalitás alapján a 2. táblázatban bemutatott tulajdonságokkal rendelkező nanorészecskék kerülnek a figyelem középpontjába a tűzoltó az egyéni védőeszközök tekintetében.

2. táblázat: Nanorészecskék – védőfelszerelésekben való alkalmazás az egyes tulajdonságok alapján

Nanorészecske	Tulajdonságok	Alkalmazás a védőfelszerelésben
Grafén	Kiváló hővezető képesség, nagy szilárdság	Hővédelem, erősítés
Szilícium-karbid	Kiváló hőállóság, kopásállóság	Hővédelem, súrlódás-csökkentés
Bórax	Hőálló, olvadáspontja magas	Hővédelem, tűzállóság
Fluoropolimerek	Víz- és olajtaszítás	Védőruházat bevonata
Szilícium-dioxid	Víz- és olajtaszítás, átlátszóság	Sisakok, védőszemüveg bevonata
Ezüst	Baktericid, vírusellenes	Védőruházat bevonata
Réz	Baktericid, vírusellenes	Védőruházat bevonata
Titán-dioxid	Baktericid, vírusellenes, öntisztuló	Védőruházat bevonata
Szénaszálas nanocsövek	Nagy szilárdság, könnyű súly	Erősítés, szenzorok

Forrás: a szerző szerkesztése LÁZÁR 2025; KUTASI 2020a, 2020b, 2021, 2022 alapján

¹⁰ FÜLEP 2020.

A beavatkozást végzők védőruhája esetében a legfontosabb szempont a hővédelem és a mechanikai védelem. Ez azonban sok esetben a viselhetőség és a jól használhatóság rovására megy. A különböző nanoszálak alkalmazásával ez az ellentmondás feloldható. A nanoszálak az emberi hajszálnál kétszázszor vékonyabbak. Folyékony polimerből állítják elő elektromos szálképzéssel. A folyamat végeredménye 500 nm-nél kisebb szál, amely nemszőtt jellegű szálrendszerben nagy fajlagos felülettel és kis pórusmérettel rendelkezik; az így keletkező anyagot nagy porozitás jellemzi. A textilanyagokra a védelmi képesség elérésére vagy növelésére funkciós anyagot juttatnak telítéssel vagy kenéssel. Az önfelépülő réteg(ek) nagyon vékony felületet képez(nek) a textilanyagon (1 nm-nél vékonyabb). A réteg kialakítása előtt a bevonandó anyagot töltéssel látják el (például a pamutszálat kationizálják, pozitívvá töltik), majd negatív töltésű ionokat tartalmazó polimerrel látják el nanotechnológia segítségével. Lehetőség van olyan réteg kialakítására a textileken, amely képes önmagát kijavítani, vagyis a bevonat hiányosságait pótolni. Speciális képességű réteg emellett a szálak felületén lévő saját részecskék célirányos nanotechnológiai rendezésével is létrehozható. A 10–30 nm-es réteg a tömbanyaghoz képest eltérő tulajdonságokkal rendelkezik.¹¹ A nanoszálakból elektromos eljárással képzett nemszőtt kelmék a baktériumok és vírusok áthaladását is képesek megakadályozni, így az ilyen jellegű kockázatok csökkentésében is jelentős szerep jut a nanoszálaknak.

A vegyi szálak vastagságának radikális csökkentése különleges tulajdonságokat kölcsönöz az anyagnak: rendkívüli szilárdsági jellemzők, nagy fokú vékonyság (áttetsző), nanométeres méretű üregek, pórusok, amelyek a vízmolekulákat és a levegőrészecskéket átengedik, a mikroorganizmusokat zömében nem.¹² A molekulaszervezetükben módosított szálanyagok és speciális, összetett kelmeszerkezetek hatékonyan elvezetik a test felszínéről a nedvességet, elpárologtatják azt (a tűzoltó esetében a védőruha alá jutott víz/verejték hő hatására nem okoz bőrsérülést), kopásálló, és az ibolyántúli sugárzásnak is ellenállnak.¹³

Fém-oxidok, korom, agyag alkalmazása nem ismeretlen a textilipar számára, a nanoméret azonban viszonylag új keletű. A poliészter, poliamid, poliolefin bevitelével (mesterséges) szálakba az anyag elektromos vezetőképessége is javítható. Az acélhoz képest 15-szörös szilárdságú, egyhatod tömegű szén nanocsövek kiváló elektromos vezetők. Energiatároló, energiaátalakító berendezések előállítására is rendkívül alkalmasak. A szén nanocsövek különböző anyagokkal való kombinálása más-más különleges tulajdonság létrejöttét teszi lehetővé:

- polivinil-alkohol szállal merev, a hasonló dimenziójú acélhuzalnál hússzor szívósabb állítható elő;
- aromás poliamid szálakkal védőmellények, biztonsági hevederek, robbanásálló ponyvák készíthetők.

Agyag nanorészecskével növelhető az anyag elektromos vezetőképessége, a vegyszerállóság, égésgátlás biztosítható. A legényegesebb és a tűzoltók szempontjából

¹¹ KUTASI 2021.

¹² KUTASI 2020b.

¹³ MÁTHÉ–ORBÁN–LÁZÁR 2015.

legrelevánsabb tulajdonság azonban az, hogy piezokerámia-részecskék felhordásakor az anyagot érő mechanikai jelet a ruha elektromos jellé alakíthatja. Ezzel a módszerrel a testen hordott ruházat közvetítésével monitorozhatók a beavatkozást végzők vitális funkciói.

A fejlesztéssel kapcsolatos nehézségek

Az okostechnológiával ellátott védőruhák kapcsán a fentiek mellett szükséges a működési akadályokat is áttekinteni a teljesség igénye nélkül: hőmérsékleti működési tartományok, elektromos eszközök hűtése, akkumulátorokból eredő egyéb kockázatok. A védőruházatokba beépített rendszereknek a tűzoltói terhelésnek megfelelően kell működniük (-20 °C és $+60\text{ °C}$ közötti, de akár $+70\text{ °C}$ fölötti hőmérsékleti tartományban). Az aktív elemek és szenzorok extrém nagy hőingadozásnak, hőmérséklet-robbanásnak kell hogy ellenálljanak, miközben a védelmet nem korlátozzák. A felhasznált anyagoknak külön-külön és együttesen is hatásosnak kell maradniuk, ugyanakkor figyelembe kell venni azokat a körülményeket is, amelyekben az egyes rendszerek robbanásbiztos közegben is biztonságosan működnek. A működőképesség érdekében célszerű az aktív hűtési modulok kialakítása, hogy az egyes részegységek túlmelegedését megakadályozzák. Az egyes részrendszerek egységbe rendezése, a fenti működési feltételek teljesíthetősége jelentős mértékben korlátozza az anyagfelhasználást. Az elektromos rendszerek (beépített érzékelők, kommunikációs modulok, AR-kijelzők vagy energiaellátó egységek) nagy energiát és hőt termelhetnek (noha épp a hőterhelés csökkentése az elsődleges cél a tűzoltók egyéni védőeszközei esetében), így passzív hűtést kell alkalmazni anélkül, hogy többletterhelést (extra réteget a ruházatban, merevebb anyagot, amely a mozgást akadályozza, korlátozza) okozna. Az aktív hűtés kizárólag akkor alkalmazható, ha a súlya és a kialakítása nem jelent nagyobb kockázatot, a viselhetőséget nem akadályozza, illetve nem csökkenti a védelmi szintet minimális mértékben sem. Hangsúlyos szerepe van az energiaellátás és a hűtés elválasztásának, hogy a hőterhelésnek esetlegesen kevésbé ellenálló részek a működésbiztonságot ne korlátozzák (redundáns tápellátás, vészhelyzeti kikapcsolási lehetőségek). Figyelembe kell venni a tűzoltók egyes körülményekre adott reakcióit, és gondoskodni arról, hogy a hűtés ne rontsa a mozgási rugalmasságot, ne legyen zavaró a beavatkozás során, ne csökkentse a láthatóságot és/vagy a kommunikációt.

Az akkumulátorok számos kockázatot hordoznak magukban:

- termikus futás;
- túlhevülés, amely könnyen áttérjed a viselőre;
- nedves környezetben áramütés veszélye;
- elektromágneses interferencia és zavaró hatások a kommunikációs és szenzor-rendszereknél. Ennek megelőzésére javasolt megoldások:
 - cella- és modulszintű monitoring: hőmérséklet, áram, feszültség valós idejű figyelése és automatikus lekapcsolás szükség esetén;
 - hő- és mechanikai védelem a tárolócsatlakozásoknál, tűzálló csatlakozók használata;

- érintésvédelmi és szigetelési normák betartása, valamint kompatibilitás a tűzoltó eszközökkel (hűtésálló huzalozás, nem gyúlékony anyagok);
- redundancia és gyorsan cserélhető modulok a szolgáltatásokban verhetetlen üzemidő biztosítására;
- egyszerű, érintésbarát kezelőfelületek és vészhelyzeti kikapcsolási lehetőségek.

Biztosítani kell a valós idejű interakciót a felhasználóval: a védőruhát és az eszközöket úgy kell kialakítani, hogy ne csökkenjen a helyzetfelismerés lehetősége, a döntéshozatal sebessége, ne zavarja a feladatvégzést:

- a vizuális és akusztikus visszajelzések legyenek érthetők és könnyen értelmezhetők zajos környezetben is;
- hozzáférés a létfontosságú adatokhoz (állapot, időzített funkciók, külső környezeti adatok), legyen gyors és megbízható;
- robusztus, könnyen tisztítható és impregnált felületek, amelyek ellenállnak a sűrű kátránynak, a koromnak és a nedvességnek;
- a karbantartási és ellenőrzési folyamatok egyszerűsítése: moduláris komponensek, gyors cserélhetőség, önellenőrző funkciók.

Tesztelés és megfelelés: a darabokkal végzett teszteknek a valós körülményeket kell modellezniük:

- melegebb és hidegebb környezetben, poros és vizes körülmények között is működképesnek kell lennie;
- tűzvédelmi és villamosbiztonsági előírások (például EN, NFPA, CE/DOT vagy helyi előírások) teljesítése;
- kompatibilitás a meglévő egyéni védőeszközökkel és a tűzoltó-bevetési protokollokkal;
- felhasználó bevonása a tervezés korai fázisában.

Összegzés

A katasztrófavédelem beavatkozást végző munkavállalói számára különösen fontos az egyéni védőeszközök folyamatos fejlesztése. A technológia fejlődése, a körülmények folyamatos, nagymértékű, dinamikus változása szükségessé teszi a gyors alkalmazkodás képességét a használt eszközök terén is. A védelmi képesség elérése, megtartása, növelése sok esetben csak a használhatóság kárára tud megvalósulni, de mindenképpen kompromisszumot kell kötni a praktikum, a kényelem, a használhatóság és a maximális védelmi szint elérése érdekében. Korábbi vizsgálatok eredményei abba az irányba mutatnak, hogy a fejlődés útja egyértelműen ki van jelölve, de az igazán forradalmi megoldások a nanotechnológiához köthetők: lehetőséget kínál az anyagok hővédelmének növelésére, a különböző szenzorok beépítésére, különleges tulajdonságokkal „ruhazza fel” az eszközöket. A cél olyan eszközök kifejlesztése lehet, amelyek a légsákhhoz hasonlóan „robbannak” a tűzoltó testére azokban az esetekben, amikor például szűrőláng veszélyezteti a biztonságát: nanoanyag vagy nanoérzékelő segítségével közvetlen információátvitel történik. A tűzoltók egyéni védőeszközeinek

jövőképe ultrakönnyű anyagokat, érzékelőkkel ellátott ruházatot vízionál, amely a veszélyes helyzetek bekövetkezésének pillanatában képes a viselőt mindenre kiterjedő védelemmel ellátni.

A főbb következtetések a kutatás vonatkozó szakasza alapján: a védőeszközök teljesítménye dinamikusan változik a fejlesztések hatására; a „nagyobb védelem” feltétele a kényelem és a használhatóság kompromisszuma. A sisakok és védősisakok esetében a fejlesztések célja a redukált súly, a javított komfort, a jobb hallás- és látásbiztonság, valamint integrált kommunikációs lehetőségek. A védőruha anyagválasztásában a hő- és lángállóság mellett kiemelten fontos a rostok összetételéből adódó rugalmasság, a vízelvezetés és lélegzőkészség. A nanotechnológia alkalmazása lehetővé teszi a fejlettebb hővédelmet, a vízállóságot, valamint a baktérium- és vírusellenállást, miközben a technikai feldolgozásokat és költségeket figyelembe véve a használhatóság is javulhat. A fejlesztések során a védelmi szint és a használhatóság közötti kompromisszumok kiegyensúlyozása kulcsfontosságú; az olyan integrált megoldások, mint érzékelők és intelligens anyagok alkalmazása, segíthetik a valós idejű állapotkövetést és a gyors reakciót.

A gyakorlati használhatóságot az adja, hogy a vizsgált eszközök fejlesztése közvetlenül növeli a mentális és fizikai kockázatkezelés hatékonyságát a katasztrófavédelem és az ipari mentés területén, az intelligens rendszerek (érzékelők, LED-jelzések, kommunikációs csatornák) segítenek a csapatok közötti koordinációban és a sérült eszközök időben történő cseréjében, az anyag- és technológiai fejlesztések révén hosszabb élettartam, egyszerűbb karbantartás és költséghatékonyabb üzemeltetés érhető el. A jövőbeli kutatási irányok ennek megfelelően határozhatók meg:

- Nagyobb rugalmasság, hő- és ötvözet ellenállás együttes megvalósítása különböző környezetekben (kemény fizikai munka, kültéri, extrém hőmérséklet).
- Nanotechnológiai anyagok hosszú távú viselhetőségének és a karbantartási költséghatékonyság részletes vizsgálata.
- Valós idejű monitoringrendszerek integrálása a védőruházatba (hőmérséklet, CO₂-szint, nyomás, mozgás érzékelése).
- Költséghatékonysági elemzések és szabványkövetelmények összehangolása a gyorsan fejlődő anyag- és technológiai területeken.
- Kiegészítő kockázat- és használhatósági vizsgálatok különböző munkavédelmi környezetekben.

Felhasznált irodalom

- BODNÁR László – BÉRCZI László (2018): Beavatkozási biztonság vizsgálata a nagy kiterjedésű erdőtüzek kapcsán. *Műszaki Katonai Közlöny*, 18(4), 102–110. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1521/840>
- FÜLEP Zoltán (2020): Elképzelés a jövő tűzoltóságáról a várható társadalmi és technikai változások szellemében. *Belügyi Szemle*, 68(8), 85–91. Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.8.5>

- HORVÁTH Lilla (2025): A tűzoltó egyéni védőeszközök szerepének, hatékonyságának, valamint védelmi-, és egyéb képességeinek növelésére elérhető aktuális lehetőségek kutatása. PhD-értekezés-tervezet. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola. Online: <https://kmdi.uni-nke.hu/document/kmdi-uni-nke-hu/Horv%C3%A1th%20Lilla%20Disszert%C3%A1ci%C3%B3%20tervezet%20250507.pdf>
- KUTASI Csaba (2020a): 60 éve kezdődött a nanokutatás, textilipari vonatkozások. *Kaleidoscope*, 10(21), 205–220. Online: <https://doi.org/10.17107/KH.2020.21.205-220>
- KUTASI Csaba (2020b): A COVID-19 koronavírus elleni védelem textiles szemmel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 75(5), 168–170.
- KUTASI Csaba (2021): A nanokutatás textilipari alkalmazásai. *Magyar Kémikusok Lapja*, 76(2), 40–43. Online: <https://doi.org/10.24364/MKL.2021.02>
- KUTASI Csaba (2022): Nemszött kelmék, mint arcvédő maszkok alapanyagai. *Magyar Textiltechnika*, 75(1), 9–13.
- LÁZÁR Károly (2025): A grafén alkalmazása textilruházatokban. *Magyar Textiltechnika*, 78(2), 33–35.
- MÁTHÉ Csabáné – ORBÁN Istvánné – LÁZÁR Károly (2015): Hírek a nagyvilágból. *Magyar Textiltechnika*, 67(1), 64–68.
- POLANCZYK, Andrzej et al. (2020): Analysis of the Effectiveness of Decontamination Fluids on the Level of Biological Contamination of Firefighter Suits. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 17(8), 1–10. Online: <https://doi.org/10.3390/ijerph17082815>
- SON, Su-Young (2019): Effect of Different Types of Firefighter Station Uniforms on Wearer Mobility Using Range of Motion and Electromyography Evidence. *Fashion & Textile Research Journal*, 21(2), 209–219. Online: <https://doi.org/10.5805/SFTI.2019.21.2.209>
- TULOK Antal (2016): Korszerű egyéni védőeszközök és felszerelések. *Védelem Katasztrófavédelmi Szemle*, 16(5), 59–60.
- URBÁN, Anett – RESTÁS, Ágoston (2017): Making Body Temperature Lower to Raise the Safety Level of Firefighter's Invention. *ECOTERRA: Journal of Environment Research and Protection*, 14(1), 47–51.
- WU, Chuansong (2019): Application of a New Firefighter Protective Clothing Material in Fire Rescue. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 612(3), 1–5. Online: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/612/3/032009>

Jogi források

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról 65/1999. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalók munkahelyen történő egyéni védőeszköz használatának minimális biztonsági és egészségvédelmi követelményeiről

77/2003. (XII. 23.) ESzCsM rendelet a munkavállalók munkahelyen történő egyéni védőeszköz használatának minimális biztonsági és egészségvédelmi követelményeiről szóló 65/1999. (XII. 22.) EüM rendelet módosításáról

A személyi állomány egyéni védőeszközzel történő ellátásáról szóló 34/2021. számú főigazgatói intézkedés

Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/425 rendelete (2016. március 9.) az egyéni védőeszközökről és a 89/686/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg)