

A tűzoltó egyéni védőeszközök fejlesztési lehetőségei ergonómiai szempontok alapján

A hosszan tartó, ismétlődő jellegű fizikai munka az ízületek, izmok túlterheléséhez vezet, aminek következtében megnövekszik a sérülések és így a balesetek valószínűsége. A tűzoltás során viselt egyéni védőeszközök, szakfelszerelések tömege és kialakítása nagymértékben befolyásolja az emberi szervezetet ért hatást, így lényeges az ergonómiai és pszichikai tényezők figyelembevétele és hangsúlyozása ezen a területen is. A szerző a tanulmányban külföldi és hazai példákon keresztül mutat be innovatív megoldásokat, továbbá a felhasználói visszajelzések (interjúk, kérdőívek) alapján összegzi a tapasztalatokat, majd javaslatokat tesz a fejlesztési irányokra vonatkozóan. A kapott eredmények függvényében az egyéni védőeszközökre vonatkozó számos kiegészítést, módosítást állapít meg.

Kulcsszavak: tűzoltó, megbetegedés, egyéni védőeszköz, teherbírás, fejlesztés

Development Possibilities of Firefighting Personal Protective Equipment Based on Ergonomic Aspects

Long-lasting, repetitive physical work damages the joints, and leads to muscle overload, which results in an increase in injuries and the probability of accidents. The mass and design of personal protective and professional equipment have a great influence on the impact on human body during firefighting. Therefore, considering and emphasizing ergonomic and psychological factors are important in this area as well. The author of this study presents innovative solutions through international and domestic examples, summarizes the experiences based on the user feedback (interviews, questionnaires) and makes recommendations for development directions. Depending on the results obtained, she establishes several additions and amendments related to personal protective equipment.

Keywords: firefighter, illness, personal protective equipment, load capacity, development

¹ Munkabiztonsági főfelügyelő, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság; e-mail: lilla.horvath@katved.gov.hu; ORCID: 0000-0001-6198-7345.

Bevezetés

Az emberi szervezet teherbíró képességét több tényező is befolyásolja, de leginkább az öregedés elkerülhetetlen folyamata gyakorolja rá a legnagyobb hatást. A mai kor adta technikai és szociális keretek számos lehetőséget biztosíthatnak a fizikai és mentális egészség fenntartására vagy javítására. A különböző sportok rendszeres gyakorlásával az állóképesség, a fizikum rendkívüli mértékben fejleszthető, így a mindennapi tevékenységek (például anyagmozgatás, takarítás stb.) során hirtelen mozdulatok által bekövetkező sérülések esélye csökkenthető. Emellett napjainkban már sokak számára elérhetőek a különböző pszichológiai, kineziológiai szolgáltatások is, amelyek egy trauma feldolgozása vagy kríziskezelés esetén megkönnyítik a szakembert felkereső személy gyógyulását.

Az öregedés természetes folyamata megállíthatatlan, és adott ponton túl ha az egészségügyi problémák kezelésére nem helyeznek hangsúlyt, akkor könnyen maradandó megbetegedések következhetnek be. Az ergonómiának a munkavégzés szempontjából pontosan a megelőzés a fő feladata, hogy a dolgozó személy minél tovább megőrizhesse a munkára képes állapotát. Szerencsére napjainkban már számos vállalat fektet hangsúlyt az ergonómiai szempontoknak való megfelelésre, így hozzájárulva dolgozói egészségének fenntartásához. A szervezetet hosszú távon igénybe vevő, nehéz fizikai munka során természetesen kihívást jelent ezen szempontok kielégítése, hiszen nem elég egy jól megtervezett irodát berendezni a megfelelő székekkel és asztalokkal. A beavatkozó tűzoltók esetén sincs ez másképp: az ergonómia fogalma ebben a munkakörben is megjelenik, akár az általuk használt egyéni védőeszközök és szakfelszerelések tekintetében. Az életkor előrehaladtával nagyobb megterhelést jelenthet számukra egy többemeletes épület felső szintjére felfutni vagy éppen egy elhúzódó erdőtűznél az óriási hőterhelést elviselni. Ezek alapján a cikkben a tűzoltó egyéni védőeszközök ergonómiai szempontú fejlesztési lehetőségeit mutatom be, annak céljából, hogy a tűzoltók a beavatkozások során nagyobb biztonságban lehessenek, és az éveken át (akár 20–30 évig) tartó megterhelés miatt kialakuló, a munkavégzésükből adódó megbetegedések és balesetek száma csökkenhessen.

A beavatkozó tűzoltói munka

A tűz elleni védekezés komplex tevékenység, mivel nemcsak magát a keletkezett tűz eloltását foglalja magában, hanem a tüzmegeelőzést, a tűzvizsgálatot és ezek feltételeinek biztosítását is.² A megelőzés jelen van a mindennapjainkban, akár a különböző tájékoztatók, figyelemfelhívások (például elektronikus sajtó, közösségi média stb.) vagy technikai megoldások (például sprinkler rendszer, tűzgátló lezárások stb.) formájában. A tűzvizsgálat megállapításai mind a megelőzés, mind pedig a tűzoltás területét támogatják, hiszen a tapasztalatok által lehetőség nyílik a folyamatos adaptálódásra és innovációra.

² 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról, 4. § b).

A beavatkozó tűzoltók a mindennapjaik során számos veszélynek vannak kitéve (hőterhelés, mechanikai és vegyi/biológiai behatások stb.), így az előzetes és ismétlődő jellegű képzések alapján, továbbá a megszerzett tapasztalatok birtokában, az általuk viselt egyéni védőfelszerelések biztosítják a megfelelő védelmet.

Az egyéni védőeszközök funkciójának részletezése előtt érdemes szót ejteni a tűzoltói feladatok végrehajtása során fellépő fizikai és mentális megterhelésről. A fokozott igénybevételnek köszönhetően jellemző, hogy az állomány körében idővel megjelennek a különböző mozgásszervi eredetű panaszok.³ A beavatkozó tűzoltók esetén magas kockázati tényezővel bír a nehéz tárgyak emelése, áthelyezése (anyagmozgatás), a szélsőséges időjárás és hőmérséklet, a zaj és rezgés, amelyek a váz- és izom-, keringési és idegrendszerüket meghatározó mértékben igénybe veszik.⁴ A lehetséges mozgásszervi megbetegedések elkerülése és/vagy megjelenésének minimalizálása végett fontos az állóképesség magas szinten tartása, amit rendszeres testmozgással lehet elérni. Ez esetben a különféle sportok integrálása a mindennapokba prevenció hatású, mivel az edzett szervezet ellenálló és teherbíró képessége is megnő.

A beavatkozó tűzoltói állomány tagjainak sorában a váz- és izomrendszeri – azaz hát, nyak és felső végtagi – megbetegedések vezető szerepet töltenek be, a nagyrészt a műszaki mentés és tűzoltói munkavégzés jelentette speciális, máshol nem jelentkező igénybevétel következtében. Ez különösen igaz a kézi anyagmozgatással vagy az ismétlődő kéz- és karmozdulatokkal járó tevékenységekkel kapcsolatban, amely lehet például egy sérült személy kivágása fészítő-vágó alkalmazásával az erősen roncsolt személygépjárműből. Ez folyamatos, egysíkú terhelést jelent a váz és izomrendszerre, amelyet a szolgálati feladatok ellátása közben fellépő stressz jelentősen felnagyíthat. Ugyanakkor a túlzott erőkifejtés, illetve az ismétlődő mozdulatok miatt megnőhet a baleset-, valamint a sérülésveszély esélye is.

Véleményem szerint korunk legnagyobb ergonómiai kihívását az egyre előregedő társadalom és a vele együtt előregedő tűzoltói állomány egészségvédelmének megteremtése jelenti a jövőben. A munka speciális jellegéből adódóan nem lehet meghatározni egy természetes – vagy legalább ahhoz közelítő – testtartás elérését célzó testhelyzetet, hiszen egyenletes ütemű munkavégzés sem garantálható, ezért optimális terhelésről sem lehet beszélni. Tűzoltási feladatok végrehajtása közben számtalan nehezítő körülmény akadhat. A látást és magát a munkavégzést is akadályozó tényezők, mint például a füst, az égés során felszabaduló mérgező gázok, ködök, jelentősen növelik a baleset bekövetkeztének eshetőségét.⁵ További, a munkavégzést károsan befolyásoló elemek lehetnek még a tűzben megsérült épületek, épületrészek, a balesetben roncsolódott gépjárművek éles, kiálló felületei. Ezek kombinációja is előfordulhat, amikor egy gépjármű csapódik épületbe. Ebből a néhány példából is láthatjuk, hogy a vonuló tűzoltói személyi állomány ergonómiai szempontból is számtalan veszélynek lehet kitéve, amelyet kellő szakmai alaposág, kockázatbecslés, értékelés során is nehéz felmérni és egyéni védőeszközök

³ SANDRA et al. 2017.

⁴ SZABÓ 2012.

⁵ PÁNTYA 2018.

biztosítása mellett hatásait is csak tompítani lehet, teljesen kiküszöbölni nem. A tűzoltói munkavégzéssel kapcsolatban az elmúlt években bekövetkezett baleseteket áttekintve látni lehet, hogy mindig akadnak újabb és újabb baleseti források, egy ledőlő kémény, leszakadó mennyezet, amely esetek kivizsgálása során a fent említett nehezítő tényezők mindig kiemelkedő szerepet játszanak, ergonómiailag mindenképp figyelemreméltók.

A tűzoltói munkavégzés során legfőképp kézi anyagmozgatásról beszélhetünk, mint fő ergonómiai megterhelésről, amely főként a váz- és izomrendszerre fejt ki károsító hatását. A műszaki mentés során, tűzoltói beavatkozás esetén a sérült személyek mentése sok esetben magatehetetlen, sérült emberek kiemelését, szállítását jelenti, akik mozgásképtelenségük miatt jelentenek pluszterhelést. Mind tűzoltás, mind pedig műszaki mentés során előfordulhat nagyobb súlyok mozgatása, amely preventív jelleggel történik a nagyobb kár megelőzése és az életmentés érdekében, de mint ilyen nem megfelelően előkészített, nincs idő és hely a megfelelő emelési testhelyzet felvételére. Ez az extrém terhelés miatt ergonómiailag is kiegyensúlyozatlan, így fokozott sérülés- és balesetveszélyt rejt magában.

Ergonómiai szempontból a tűzoltói munkavégzést is végigkíséri a különféle szakfelszerelések használata, a gépek, eszközök kezelése, illetve a kézi anyagmozgatás. Valamennyi esetében a kifejtett erő az igénybevétel fő meghatározója. Ez sok szempontból nem mérhető objektíven, hiszen más-más terhelés éri a tűzoltót a műszaki mentés, a tűzoltás, esetleg a szolgálatképesség fenntartása érdekében kifejtett sporttevékenység közben. Természetesen pihenőidőben vagy irodai munka, híradó szolgálat teljesítése során is más-más fizikai megterhelés éri a dolgozókat. Az optimális munkavégzési mód megválasztása eszközhasználat esetén még nehezebb, hiszen a nyomás alatt lévő sugárcső kezelése az egész testre hat, egyfajta kényszerhelyzet, amely jelentős erő kifejtést is igényel a tűzoltóktól.

A tűzoltói tevékenység során ergonómiai szempontból nem lehet figyelmen kívül hagyni a kézre és karra, valamint az egész testre ható rezgést mint fizikai kóroki tényezőt. A behatás irányát tekintve ezeket nem lehet élesen elválasztani, hiszen a beavatkozások, műszaki mentések során alkalmazott gépek, berendezések a legtöbb esetben kézi működtetést igényelnek, azonban az egész testre is hatnak. Kárelhárítási munkák során, például faágak, gallyak vihar utáni eltávolítása esetén a láncfűrész elsősorban a kézre, karra fejt ki a vibrációs hatást, de az alkalmazott eszköz, gép ereje, nyomatéka folytán ez az egész testre áttérül. Ergonómiai szempontból ezt súlyosítja a kényszerhelyzetben, esetenként görnyedt, lehajolt testhelyzetben végzett munka, amely a rezgéssel kiegészülve már más, sokkal komplexebb behatást eredményez.⁶ A jövőre nézve mindenképp nagyobb szerephez kell jutnia az ergonómiának mint önálló szakágnak a tűzoltósági szakterületen belül, hiszen sok károsító hatás csökkenthető lenne preventív módszerekkel, amelyek anyagi ráfordítást nem, csupán szakértelmet és más módszertani megközelítést igényelnének.

A pszichikai megterhelés hosszú távon képes legyengíteni az emberi szervezetet, ezzel számos megbetegedést okozva. A tűzoltók esetében egy beavatkozás során gyors hormonális stresszreakció megy végbe, amely során olyan hormonok szintje emelkedik

⁶ KURUTZNÉ KOVÁCS 2014: 10.

meg, mint a glükokortikoidok vagy a glukagon. Ez a gyors hormonális válasz az emberiség történelmében mindig is fontos volt a túléléshez, viszont hosszú távon, azaz krónikus stresszállapot esetén megjelenhetnek a szív-, illetve érrendszeri, idegrendszeri és anyagcserezavart okozó megbetegedések.⁷

Tűzoltás közben a magas hőmérséklet fokozza a beavatkozó tűzoltó pszichikai megterhelését, hiszen az egyéni védőruházatban és a viselt szakfelszerelésekkel együtt nehezebbé válik a mozgás, annak ellenére, hogy ezen eszközök biztosítják számára a védelmet. A lassabb mozgás, a beszűkült látótér és a kedvezőtlen hallási viszonyok miatt ha a tűzoltó nem megfelelően felkészített vagy az adott időszakban mentálisan sebezhetőbb (például magánéleti problémák), akkor könnyen alakulhat ki pánikhelyzet, ami a saját és mások életét is veszélyeztetheti.⁸ Az egyéni védőruházat tömege és anyagának összetétele ezen okból kifolyólag is számottevő fontosságú. A ruházatnak kívülről ellen kell állnia az extrém magas hőmérsékletnek (meghatározott ideig) és bizonyos vegyszereknek, vízlepergetőnek kell lennie, továbbá a test mozgása miatt képződött verejték elpárolgását biztosítania kell.⁹ Az ergonómiai megfelelés mellett ezen funkciók fejlesztése kiemelkedő jelentőségű, ezeket a következő fejezetben mutatom be.

Egyéni védőeszköz

Az egyéni védőeszköz fogalmát a 65/1999. (XII. 22.) EüM rendelet is definiálja a 2. § (1) a) pontjában az alábbiak szerint:

„aa) minden olyan eszköz, amelyet a munkavállaló azért visel vagy tart magánál, hogy az a munkavégzésből, a munkafolyamatból, illetve a technológiából eredő kockázatokat az egészséget nem veszélyeztető mértékűre csökkentse, továbbá

ab) az eszköz bármely kiegészítése vagy egyéb segédesszköz, amelynek a feladata az aa) pont szerinti cél elérése (a továbbiakban aa) és ab) pontok együtt: védőeszköz)...”¹⁰

A tűzoltó-bevetésivédőruházat a különböző veszélyekkel szembeni, védelmi jellegű tulajdonságai mellett akár nehézséget is okozhat viselője számára, ha nem megfelelő a kialakítása vagy a tömege. A nehéz fizikai munkavégzés már eleve fokozottabban igénybe veszi az emberi szervezetet, viszont egy ergonómiai szempontból kevésbé megtervezett védőruházatban megnő a baleset bekövetkezésének esélye. Ha beavatkozás közben a tűzoltó védőruházatának az anyaga, szabása miatt folyamatosan beakad a kárhelyszínen a tárgyakba, vagy a ruházat nem megfelelő mértékben vezeti el a hőterhelésből adódó párárt, izzadságot, az nagyobb mértékben megnehezíti az adott munkafolyamatot, ami rövid és hosszú távon is negatív következményekkel jár.¹¹

⁷ MAKARA 2014: 6–10.

⁸ RESTÁS 2016.

⁹ HAVENITH 1999.

¹⁰ 65/1999. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalók munkahelyen történő egyéni védőeszköz használatának minimális biztonsági és egészségvédelmi követelményeiről, 2. § (1) a).

¹¹ PÁNTYA 2013.

Az egyéni védőeszközök kiválasztása előtt a munkáltató kockázatértékelést készít, amelyben feltárja az adott munkakör esetében megjelenő veszélyforrásokat, majd a veszély jellege alapján felbecsüli a fenyegetettség mértékét.¹² Ezek alapján lehet meghatározni azokat az egyéni védőfelszereléseket, amelyek a várható veszélyek ellen védelmet nyújthatnak. Ezt követően már számos cég kínálatából lehet kiválasztani az adott védőruházatot, amelynek beszerzése során mindenképp előnyös, ha ergonómiai szempontok is szerepet játszanak.

De miért is lényeges, hogy a viselt védőeszköz ne csak pusztán ellássa az adott funkcióját, hanem viselője számára komfortos érzést is biztosítson? Hosszú ideig tartó munkavégzés során az eleinte kényelmesnek tűnő védőruha – ha ergonómiailag nem megfelelően tervezett – a későbbiek folyamán problémákat okozhat. Egy tűzoltó-védősisak tömege, tömegeloszlása számottevő jelentőségű, ugyanis ha a kialakítása nem megfelelő, akkor rövid távon elvonhatja a figyelmet a munkavégzéstől, hosszú távon pedig maradandó egészségkárosodáshoz vezethet.

Kérdőív és interjú nemzetközi viszonylatban

Huiju Park, Juyeon Park, Shu Lin és Lynn Boorady az Amerikai Egyesült Államok több különböző területén elhelyezkedő tűzoltólaktanyákban készített félig strukturált, fókuszcsoporthoz tartozó interjút. Összesen hat laktanya állománya vett részt ebben a felmérésben. Az interjú megkezdése előtt egy kérdőív segítségével néhány személyes és munkavégzéssel összefüggő adatra voltak kíváncsiak a felmérést készítők. Ezek a kérdések kiterjedtek demográfiai adatokra, a szolgálatban eltöltött évekre és sérülésekre (balesetekre). Mindemellett az egyéni védőruházattal (tűzoltó-védőcsizma, tűzoltó-védőkesztyű) kapcsolatos kérdéseket is tartalmazott a kérdőív, amelyben a személyes megítélésük alapján értékelték az eszközöket a tűzoltók. Egy ötpontos skálán alkottak véleményt a tűzoltó-bevetésivédőcsizmák kapcsán a tűz- és lángállóságról, a vízhatlanságról, a gőz, ütés és vegyszerek elleni védelemről, a tartósságról, a hőkomfortról, a párnázottságról, a szakítószilárdságról, a talpvédelemről, a mozgás alatti stabilitásról és a rugalmasságról. Emellett a tűzoltó-bevetésivédőkesztyűk kapcsán is választ kellett adniuk néhány kérdésre az elégedettségük alapján (tűz- és lángvédelem, vízhatlanság, hőkomfort, fogás, valamint tapadás). Összesen 54 tűzoltót vontak be a felmérésbe, 48 férfit és 6 nőt. A kérdőívek kiértékelése alapján a védőkesztyűk esetében a vízhatlansággal, a fogással, a tapadással és a hőkomforttal kevésbé voltak elégedettek. A védőcsizmák tulajdonságai közül a párnázottság, a talpvédelem és a mozgás alatti rugalmasság kapott alacsonyabb pontszámot. A fókuszcsoporthoz tartozó interjúk alapján a védőkesztyűk esetében a legnagyobb gondot a munkavégzés közbeni fogás nehézsége jelenti, ami a nagyobb méretnek és a több rétegből álló vastag anyagnak tulajdonítható. Az egyik női tűzoltó véleménye szerint leginkább a kis méretű tárgyak megfogása okoz problémát, főleg, hogy a kisebb keze miatt kevésbé tud megfelelő méretű kesztyűt beszerezni magának.

¹² 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről, 54. § (2).

További észrevételként jelent meg az állomány többi tagjától, hogy a kesztyű anyagából adódóan, a merevsége és vastagsága miatt a telefonon/rádióon keresztül történő kommunikáció, a tömlő megtartása nehézségekbe ütközik. A tűzoltó bevetési védőcsizma tulajdonságaival kapcsolatban is végeztek fókuszcsoporthoz tartozó interjút, amelynek összegzése alapján felmerült, hogy a gumí anyagú csizmák a hideg, téli időszakban még tűzoltás közben – nagy hőterhelés mellett – sem nyújtanak a lábnak megfelelő hővédelmet, mivel a tűzoltók lába hosszabb munkavégzés után már fázott. A bőr tűzoltó-védőcsizmákat előnyben részesítették, mivel létrára mászás során sokkal jobban érezték a létrafokokat, ami biztosabb mozgást tett lehetővé.¹³

A nemzetközi kitekintésben bemutatott kérdőíves és fókuszcsoporthoz tartozó tapasztalatai alapján megerősítést nyert, hogy a védelmi képesség biztosítása mellett a kényelem is lényeges szerephez jut az egyéni védőeszközök kiválasztása során. Bár a nemzetközi példán keresztül csak a – márkát fel nem tüntető – tűzoltó-bevetésivédőkesztyűt és -védőcsizmát emelték ki, a többi szükséges védőeszköz (tűzoltó-védősisak, -védőkáma, -védőkabát és -nadrág) esetében is érdemes nagyobb figyelmet fordítani az ergonómiai szempontokra és azok esetleges fejlesztésére.

Megoldások

A beavatkozó tűzoltói munka nagy fizikai és pszichés megterheléssel jár, ennek megfelelően a tűzoltók által viselt védőruházat neuralgikus pontja a helyes és hatékony munkavégzésnek. Számos kísérlet történt már a múltban arra vonatkozóan, hogy kedvezőbb feltételek mellett fékezzék meg a keletkezett tüzet a tűzoltók. Egyes tanulmányok ismertették a kiegészítő testhűtő felszerelést, amelynek használata esetén viszont a viselt tömegnövelő ronthatja az ellenálló képességet a hőterheléssel szemben. Az egyik tanulmány arról számol be, hogy egy kg tömegű jéggel töltött mellényt használtak a kísérlet elvégzése során, aminek hatására összességében csupán 10%-kal kaptak kedvezőbb adatokat a mért értékek alapján (pulzusszám, testhőmérséklet, izzadás stb.).¹⁴ Egy másik esetben egy speciális mellényt mutattak be, amelyben az emberi szervezetre ártalmatlan folyadékot áramoltattak vékony, szilikon anyagú csövekben, és így érték el a kívánt hőmérsékletet.¹⁵ Álláspontom alapján ezen termékek beszerzése, alkalmazása és karbantartása a tűzoltókat foglalkoztató szervezetekre mind gazdasági, mind pedig logisztikai szempontból kedvezőtlen hatással bírna.

Edward Tom Ashworth, James David Cotter és Andrew Edward Kilding tanulmányában katonákon végeztek el egy kísérletet: a hőterhelésre adott válaszreakciójukat vizsgálták, majd elemezték, és nem a ruházat, hanem az emberi test ellenálló képességének javítása vált a fő céllá. A kapott eredmény nem volt biztató, mivel az egyének a külön-

¹³ PARK et al. 2014.

¹⁴ SMOLANDER et al. 2004.

¹⁵ URBÁN-RESTÁS 2017.

bőző metódusokra (például szauna) eltérően reagáltak.¹⁶ Természetesen mindenképpen szükségesnek tartom a tűzoltók állóképességének folyamatos fejlesztését, hiszen így nagyobb eséllyel kerülhetők el a balesetek vagy megbetegedések, de az elsődleges külső védelmet az általuk viselt védőeszközök adják. A védőruházatok gyártási folyamatában, az anyagösszetétel fejlesztésében van meg véleményem szerint az a potenciál, amely képessé teheti a tűzoltókat a hosszabb idejű és biztonságosabb beavatkozásra.

Összegzés

A beavatkozó tűzoltói munka fizikailag és mentálisan is megterhelő, így lényeges, hogy preventív céllal és a szolgálati idő alatt folyamatosan szükséges monitorozni az állomány egészségi állapotát, továbbá karbantartani és fejleszteni az egyéni védőeszközöket, valamint – természetesen – a szakfelszereléseiket is. Amennyiben ez a két feltétel együttesen teljesül, akkor nagy valószínűséggel elkerülhetők vagy minimalizálhatók mindazon megbetegedések, amelyek ezen munkakör végzése során jelennek meg az idő előrehaladtával. Az elhúzódó tűzoltás alatti hőterhelés következtében nemcsak az emberi szervezet, hanem a szakfelszerelések, egyéni védőeszközök ellenálló képessége is csökkenhet. Utóbbi esetén érdemes elindulni egy olyan kutatási vonalon, amely a tömeg csökkentése mellett fokozza a védelmi képességet a beavatkozás során fellépő behatásokkal szemben, továbbá ergonómiai szempontból is kedvezőbb paraméterekkel rendelkezik. A jobb védelmi képesség műszeres vizsgálatok által, konkrét adatokkal alátámasztható, az ergonómiai megfelelés pedig a felhasználói visszajelzések alapján érhető el. A kapott eredmények segítségével lehetőség nyílna a beavatkozó tűzoltók élet- és egészségmegőrzésére, a balesetek számának csökkentésére, továbbá a megbetegedések minimalizálására.

Felhasznált irodalom

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.
- ASHWORTH, Edward Tom – COTTER, James David – KILDING, Andrew Edward (2020): Methods for Improving Thermal Tolerance in Military Personnel Prior to Deployment. *Military Medical Research*, 7(58), 1–11. Online: <https://mmrjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40779-020-00287-z>
- HAVENITH, George (1999): Heat Balance When Wearing Protective Clothing. *The Annals of Occupational Hygiene*, 43(5), 289–296.
- KURUTZNÉ KOVÁCS Márta (2014): *Az emberi gerinc biomechanikai modellezése – mérnöki kalandozások a derékfájás körül*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
- MAKARA B. Gábor (2014): *Stressz és betegségek*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.

¹⁶ ASHWORTH–COTTER–KILDING 2020.

- PÁNTYA Péter (2013): Füsttel telített, zárt terekben történő tűzoltói beavatkozások vizsgálata a biztonság szempontjából. *Bolyai Szemle*, 22(3), 47–58.
- PÁNTYA Péter (2018): A katasztrófavédelem beavatkozó hatékonyságának fejlesztése a tűzoltósági területen. *Hadmérnök*, 13, KÖFOP-szám. 109–144.
- PARK, Huiju et al. (2014): Assessment of Firefighters' Needs for Personal Protective Equipment. *Fashion and Textiles*, 1(8), 2–8.
- RESTÁS Ágoston (2016): Pszichológia a tűz frontvonalában. *Védelem Tudomány*, 1(3), 46–56.
- SÁNDOR Sándor et al. (2017): A speciális bevetési területen szolgálatot teljesítők fizikai megterhelése kapcsán esetlegesen kialakuló szövődmények megelőzése, illetve terápiája. *Honvédségi Szemle*, 145(5), 90–99.
- SMOLANDER, Juhani et al. (2004): Effectiveness of a Light-Weight Ice-Vest for Body Cooling While Wearing Fire Fighter's Protective Clothing in the Heat. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 10(2), 111–117.
- SZABÓ Gyula (2012): A váz-izomrendszeri megbetegedések kockázatkezelése két ország fegyveres erőinél. *Hadmérnök*, 7(2), 184–194.
- URBÁN Anett – RESTÁS Ágoston (2017): Making Body Temperature Lower to Raise the Safety Level of Firefighters' Intervention. *ECOTERRA – Journal of Environmental Research and Protection*, 14(1), 47–51.