



Kutasi Csaba

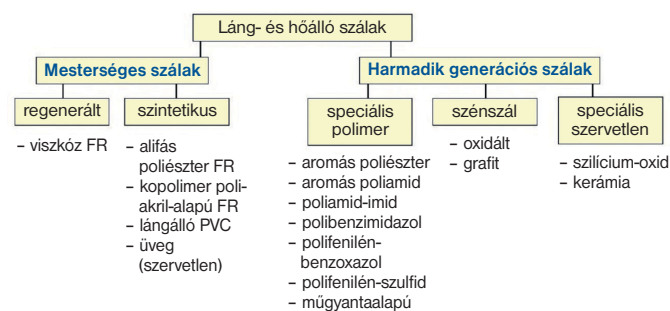
# A tűzoltó védőruházatok főbb jellemzői

A katasztrófavédelmi – ezen belül a tűzoltósági szakterületi – bevetési ruházatok többrétegű összetett textilszerkezetekből készülnek. A hővel és lánggal szembeni ellenállás mellett egyes felületeknél átszűrővel és vágással szembeni védelmet is biztosítani kell. Az extra behatásoknak ellenálló aramidanyagú varrócérna fokozza az öltözék szilárdságát és kopásállóságát, magas hőmérsékletű környezetben is biztosítja a ruházat stabilitását és megbízhatóságát. A speciális kialakítások hozzájárulnak a kényelmes és szabad mozgáshoz. A kabátba beépített mentőheveder aktiválásával egymást segíthetik baj esetén a tűzoltók, a gyorskioldó húzózárral hamar hozzáférhetővé válik a mentett személy teste. Számos funkcionális kiegészítő kellék segíti a tartozékként elhelyezett eszközök rögzítését és könnyű használatba vételét. A jó láthatóságot sárga fluoreszkáló háttéranyagból és fényvisszaverő csíkból álló sávok biztosítják.\*

Az összeállításban az alkalmas szálanyagokkal, a jellegzetes kelmevizsgálatokkal és a szenzoros próbababun végrehajtott égési teszttel, valamint a védőruházatok konfekcionálásával, az egyes használati körülmények okozta változásokkal, valamint a tisztítások és impregnálások módszerével foglalkozunk.

## Az alkalmas szálanyagok

Az alapvetően mesterséges eredetű lángálló szálakat FR (flame retardant) jelzéssel látják el, az alkalmas harmadik generációs szálanyagoknál nincs külön megjelölés (1. ábra).



1. ábra. A célra alkalmas szálanyagok

A szálak fizikai tulajdonságainak alakulását a kémiai kötések, az orientáció és a kristályosság befolyásolja. A szerves polimerek olvadákból képzett szálak főként anizotróp szerkezetűek. A láncmolekulák teljes kinyújtásával és száltengellyel párhuzamos elrendeződésével többek között nagy szilárdság érhető el. A hagyományos polimerekből előállított szálanyagokat (pl. poliamid, poliészter, polikarilnitril stb.) felépítő óriásmolekulák láncai összehajtogatottak, fokozottan rugalmasak, kisméretű a kris-

\* Az írás egyes részletei megjelentek az Élet és Tudomány 2025/11. számában.

tályosság, a kötéstengely körül pedig elfordulnak, így az említett optimális belső szerkezet nem érhető el.

Az aromás poliamidok (főként para-aramidok) merev, pálcikaszerű láncmolekulái lehetővé teszik a nyújtott konfigurációt (nem tudnak összehajtogatódni). A nagy száltengelyirányú orientációt kovalens kötések és intramolekuláris hidrogénhidak biztosítják, ennek eredménye a nagy szilárdság. A parakristályos rendezettség teszi lehetővé a nagy üvegesedési hőmérsékletet, ezért őrzi meg a szál magas hőmérsékleten is a fizikai tulajdonságait (hőállósság).

A szénszálakra a kétdimenziós kovalens kötések, a nagyfokú orientáció és parakristályosság jellemző, ez döntően nagy húzó- és nyomószilárdságot garantál. Megjegyzendő azonban, hogy az extrém mértékű orientáció a helyi plasztikus deformáció rovására megy. Ezért a nagy szilárdságú szénszálak előállításakor nem a maximális modulusz elérését állítják be.

Az izotróp kerámiaszálak a kovalens kötések ellenére – az orientáció hiánya miatt – kisebb szilárdságúak.

Az amorf üvegszálak nem orientáltak, szilárdságuk és moduluszuk kisebb, merev jellegük következtében a szerkezeti hibák csökkentő hatása is jobban érvényesül (2. ábra).

hagyományos szintetikus szál (pl. FR Is)	aromás poliamid szál	szénsszál	kerámiaszál	üvegszál
szálforma		rétegforma		izotróp
1D kovalens v. d. Waals	1D kovalens hidrogénhid v. d. Waals	2D kovalens v. d. Waals	3D kovalens	3D kovalens
kicsi kristályosság	para-kristályosság	para-kristályosság	poli-kristályosság	amorf
kis orientáció	nagyon nagy orientáció	nagy orientáció	nincs orientáció	nincs orientáció

2. ábra. A szálanyagok szerkezeti jellemzői, tulajdonságai

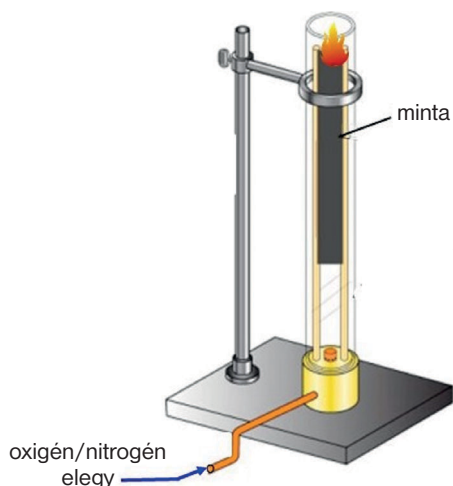
Fontos jellemző az oxigénindex (LOI → Limiting Oxygen Index); ez az oxigénnek azt a minimális százalékát fejezi ki, amely fenntartja a szál égését légköri nyomáson.

A vizsgálat során a textilmintát függőlegesen egy üveghengerbe helyezik, majd a felső szélénél meggyújtják. Ezután a hengerbe lassan oxigén/nitrogén keveréket táplálnak az égő láng támogatására. Az oxigén koncentrációja fokozatosan csökken, majd rögzítik azt az oxigénértéket, amelynél a minta abbahagyja az égést.

Például a pamut oxigénindexe 18%, ezért rendkívül tűzveszélyes, a poliészter FR LOI-értéke 28%, légköri nyomáson nem ég, a meta-



aramid LOI-értéke 28–31%, az oxidált szál esetében 40%, a szén-szál csak 90 térfogatszázalék oxigént tartalmazó gázelegyen tud égni (3. ábra).

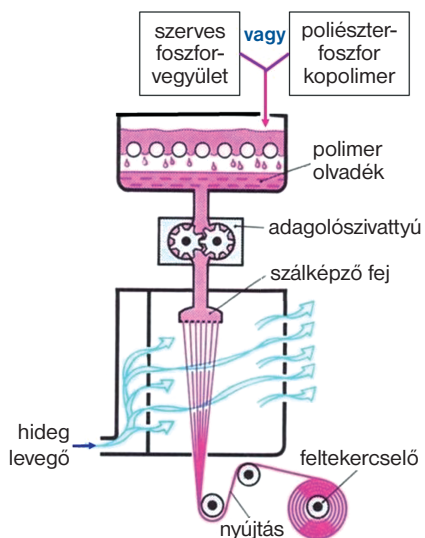


**3. ábra.**  
Az oxigénindex meghatározása

További *éghetőségi jellemzők* meghatározása is előtérbe kerül, így például a gyulladási hőmérséklet, a lángterjedési mérték, az égéstermék-jellemzők (füstsűrűség, füst hőmérséklet).

Az FR viszkóz előállításánál során alkalmas *szerves foszfortartalmú*, vízben elődiszpergált hozzáadott adagolnak a képzett cellulóz-xantogénatba, így érik el a lángállóságot. A lángmentesítő szer nem rontja az FR viszkóz mechanikai és technológiai tulajdonságait.

A Hoechst-fejlesztésű *Trevira CS* (comfort safety → komfort, biztonság) szál poliészter és lángmentesítő foszforvegyület keverékéből készül, a LOI-érték 28%. Láng hatására nem képződik másodlagos tüzet okozó olvadékcsepp és égő törmelék. A szál főleg HT körülmények között jól színezhető, a japán Toyobo cég poliészter polimer és lángmentesítő foszforvegyület kopolimerizációjából fejlesztett ki *FR szál*at. A *Vectran* aromás kopoliszter szál. Termotróp LCP-ből (Liquid Crystalline Polimer → folyadék-kristály polimer; a kristályok rendezettsége függ a hőmérséklettől) készül, a LOI-értéke 35% (4. ábra).



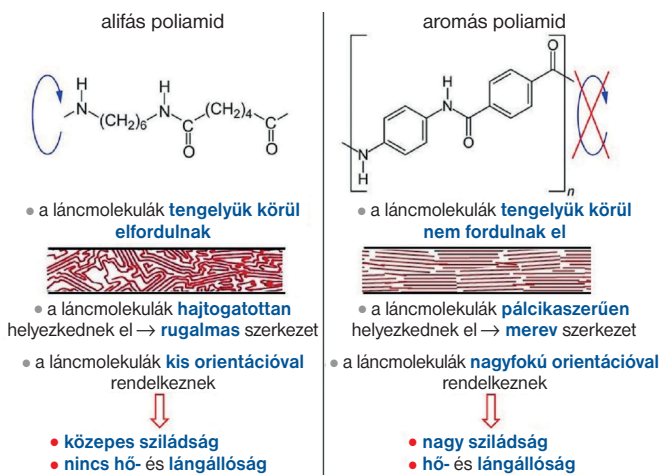
**4. ábra.**  
A poliészter FR előállítása

A *lángálló akrilszál* 30–70 tömeg%-a akrilnitril, 70–30 tömeg%-a halogéntartalmú vinilmonomert és 0–10 tömeg% vinilmonomert tartalmazó *kopolimerből* készül. A komponensek *szervesetlen ónvegyületet* tartalmaznak, amelyek átlagosan 50–100 nm-ig terjedő szemcseméretben vannak jelen a szálban, kb. 0,1–8 tömeg% mennyiségben. A halogéntartalmú vinilmonomert és a vi-

nilmonomert kopolimerizálható vizes rendszerben történő polimerizációig, majd a polimert a vegyülettel vagy annak reakciótermékével együtt elválasztják a vizes rendszertől, tisztítás után a terméket összekeverik a polimer oldószerével. A szál LOI-értéke típusától függően 29–32%. Az égésgátló és antisztatikus szövet akrilból és gyapjúból készül, kiváló védelmet nyújt a tűz és a hó ellen, miközben megakadályozza a statikus feltöltődést olyan környezetben, ahol veszélyes a statikus elektromosság, például bizonyos ipari területeken.

**Harmadik generációs szálak**

Az alifás és aromás poliamid szálakat az 5. ábra hasonlítja össze.

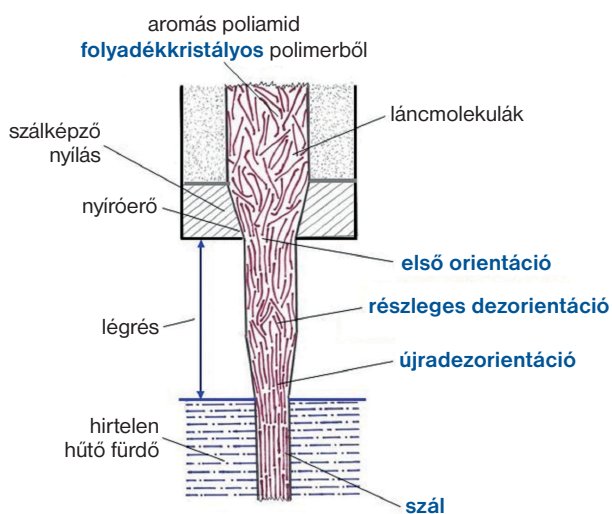


**5. ábra.** Az alifás és az aromás poliamid szál összehasonlítása

*Aromás amidszálak*

Ezeknél a harmadik generációs (high-performance → nagy teljesítményű) szálaknál *aromás* karakterű *gyűrűkkel* helyettesítik a polimetilén-szegemenseket. A hagyományos olvadék szálképzéssel nem lehet őket előállítani, mert nem mutatnak ömlesztési tulajdonságot. Speciális polimerizációs, illetve polikondenzációs eljárással, szerves oldószeres megoldással állítják elő a szálakat, nedves szálképzési eljárással (tömény kénsavas oldószerrel, kis szálképzési sebességgel). Az alkalmas *folyadék-kristályos* oldatok (LCP polimer) maximális viszkozitása a kritikus koncentrációnál érhető el, az alkotórészek a szálképző fej nyílásánál a nyí-

**6. ábra.** Az aromás poliamidszál előállításának elve





róerő hatására orientálódnak. A koaguláló légrés feletti szélképző fej következtében a nagy molekulájú anyag magasabb hőmérsékleten tartható. A nagy koncentráció nagy szilárdságot biztosít, amit a 10-szeres nyújtás fokoz (az alifás poliamidnál maximum 3-szoros alkalmazható). Az első para-aramid szál a *Kevlar* volt (Fiber B), a későbbi *Nomex* meta-aramidból épül fel (6. ábra).

### Egyéb lángálló szálak

Az oxidált és szénszálak döntően szénatomokból felépülő kétdimenziós, ún. rétegstruktúrájú anyagok. Kiinduló anyaguk (prekurzor) számos szerves vegyület (pl. viszkóz vagy poliakrilonitril előszál, kőszénkátrány, kőolajmaradék), amelyekből pirolitikus úton állítják elő őket. A hőkezelés „karbonizálás” hőmérsékletétől függően oxidált (részlegesen karbonizált) vagy grafitizált szálakat lehet előállítani. A szénszályártás során a kiinduló anyagból nedves vagy ömlesztéses módszerrel alakítanak ki szálakat, ezután 250–300 °C-os oxidálással stabilizálásra kerül sor. A nitrogénáramban 1700 °C-on végrehajtott szentesítéssel oxidált – több mint 60%-os széntartalmú – szálakat állítanak elő. 2400 °C-on hőkezelve 90%-nál több szenet tartalmazó grafitizált szál készül. A szálakra nagy húzószilárdság (2000–5000 MPa) és magas rugalmassági modulus (200–450 GPa), rendkívül alacsony (0,7–2%) szakadási nyúlás jellemző. Éghetetlenek, nem mágneseződnek, áteresztik a röntgensugarakat, biológiailag ellenállóak (az oxidált szál szigetelő, a szénszál elektromos vezető).

A poliamid-imid anyagú szálakat a francia Rhone-Poulenc cég fejlesztette ki, *KERMEL* márkanéven ismert. Jó hőstabilitás jellemzi, 400 °C-on kezd szenesedni, nem izzik és cseppen, kevés füstöt termel, magas hőmérsékleten is megőrzi előnyös mechanikai tulajdonságait. Vegyszerállósága jó (savaknak, szerves oldószereknek ellenáll, alkáliáknak részben), az UV-sugárzásra érzékeny, károsodik. A lángálló viszkózzal, gyapjával keverve kedvező viselési tulajdonságok érhetők el, javul a fényállóság, biztosítható az antisztatikus hatás.

A saját színében aranybarna polibenzimidazol szálakat a Celanese Research Co. (USA) fejlesztette ki a NASA-val közösen űrhajós ruházathoz. Jó szilárdságú, kiváló hő-, láng- és vegyszerállóságú szálanyag, levegőben nem ég, mert a LOI-érték 41%. Magas hőmérsékleten is méretstabil, hajlékony, nem keményedik, nem lesz törékeny. Szabványos nedvességfelvétele 14%, kitűnő ruházatfiziológiai tulajdonságokkal rendelkezik. Sűrűsége 1,43 g/cm<sup>3</sup>, zsugorodása 600 °C-on 5–10%. Felhasználható tűzoltóruhákban, kohómunkások védőöltözékében, alumíniumbevonatú kelmékből készülő repülőgéptűz-oltásnál használt komfortos védőruházatok, kesztyűk, azbeszthelyettesítő műszaki szövetek céljára.

A polifenilén-benzbisoxazol szálakat a Toyobo cég fejlesztette ki. Rendkívül nagy szilárdságú, kiváló hő- és lángállósággal rendelkező szálanyag.

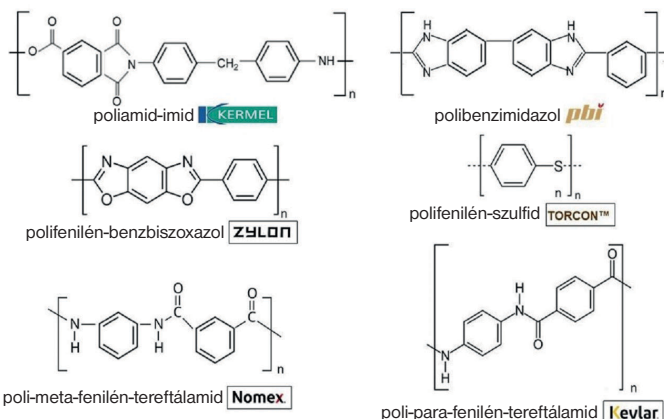
A polifenilén-szulfid nagy teljesítményű szál, amely fokozott hőállósággal és égésgátló képességgel rendelkezik. Ellenáll továbbá a magas hőmérsékleten történő savas és lúgos hidrolízisnek, valamint a szerves oldószereknek (7. ábra).

Az említettekén kívül melamin- és fenol-formaldehid gyantából készült szálanyagok is felhasználhatók.

### Jellegzetes kelmevizsgálatok

Több fontos paraméter meghatározása kapcsolatos a hő- és lángállósággal, például:

- *égési viselkedés*: utánlángolási időtartam (s), utánizzás nem megengedett, olvadékcsepegés nem lehet, varrat nem válhat szét,

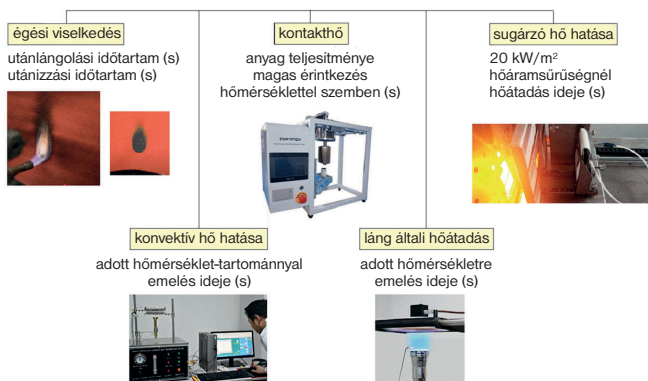


7. ábra. Jellegzetes hő- és lángálló szálak kémiai szerkezete

- *kontakthő*: az anyag teljesítménye magas érintkezési hőmérséklettel szemben, idő (s), például 100 és 250 °C-on,
- *láng általi hőtáadás*: adott °C-ra emelés ideje (s),
- *konvektív hő*: meghatározott hőmérséklet-tartománnyal történő emelés (s),
- *sugárzó hő* hatása: 20 kW/m<sup>2</sup> hőáramsűrűségnél hőtáadási index.

A speciális védelem területén például:

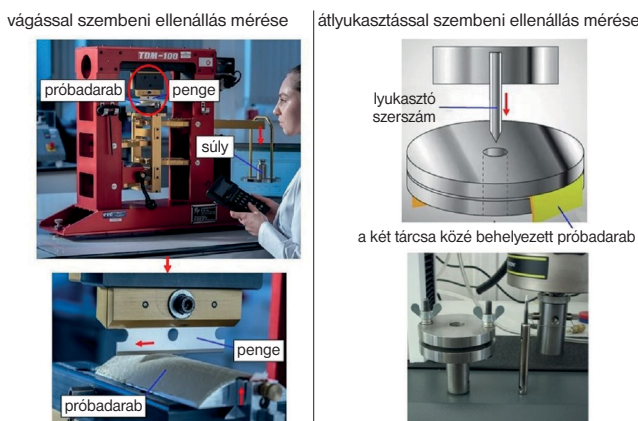
- *olvadt fém* elleni védelem: 40 °C hőmérséklet-növekedést okozó cseppek száma,
- *nagy mennyiségű olvadt fém* elleni védelem: az emberi bőrt modellező PVC-fólián ne legyen elváltozás vasolvadék esetén (8. ábra).



8. ábra. A hő- és lángállósággal szembeni fő kelmevizsgálatok

Vizsgálják továbbá a következő paramétereket: *szakítóerő* (N), *tépőerő* (továbbszakító erő (N)), *kopásállóság* (fordulat), *vízle-*

### 9. ábra. Speciális mechanikai anyagvizsgálatok





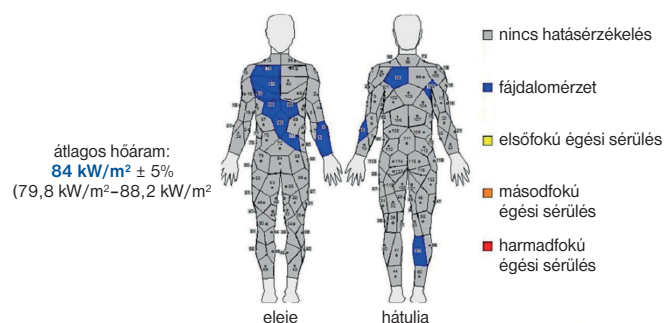
pergető képesség (fokozat), vágással szembeni ellenállás (N), szúrás-állóság (N), ruházatfiziológiai jellemzők (9. ábra).

## BTTG égetési teszt szenzoros próbababun

A BTTG független szervezet, amely többek között az egyéni védőeszközök tesztelésével és tanúsításával foglalkozik. A BTTG® a Shirley Technologies Limited tulajdonában lévő márkanév. A Shirley Institute és a Wool Industry Research Institute (WIRA) révén mintegy 100 éves múltra tekinthet vissza (10–11. ábra).



10. ábra. BTTG égetési teszt szenzoros próbababun (120 s)



11. ábra. Tűzoltó védőruházat – a BTTG égetési teszt értékelése

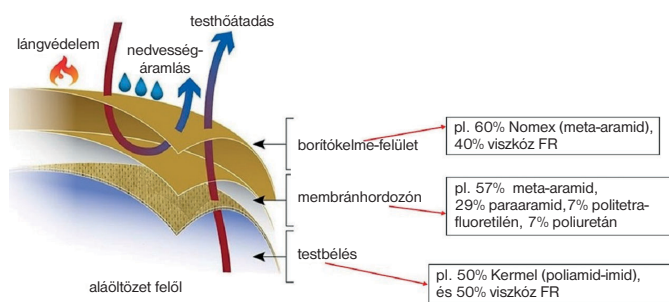
A tesztdatok szerint a bábu testének mindössze 9,8%-án tapasztalható enyhe fájdalomérzet (kék szín), maradandó sérülés viszont sehol sincs. Tehát a védőöltözet az égési sérülések 100%-át kiküszöbölte.

## A tűzoltó védőruházat kialakítása, jellemzői

A többrétegű felsőruházati termék kabátból és nadrágból áll, amelyek legalább 30 centiméterrel átfedik egymást, alapanyaguk és színük azonos. A hónaljbetétes kialakítás és a lábközi toldás biztosítja a kényelmes és szabad mozgást. Az aramid varrócérna magas hőmérséklet-állósága lehetővé teszi, hogy a tűzoltóruhák gyorsan elszigeteljék a hőt a ruházattól, ha magas hőmérsékletnek és lángnak vannak kitéve, megóva a tűzoltókat a magas hőmérsékleti károktól. Ugyanakkor az aramid varrócérna égésgátlása azt is biztosítja, hogy a tűzoltóruha égéskor ne okozzon gyorsan káros elváltozást, így értékes menekülési időt biztosít a tűzoltóknak. Amellett, hogy javítja a védőruházat szilárdságát és kopásállóságát, az aramid varrócérna magas hőmérsékletű környezetben is biztosítja a ruházat stabilitását és megbízhatóságát (12–13. ábra).



12. ábra. A tűzoltóbevetési védőruházat főbb részei



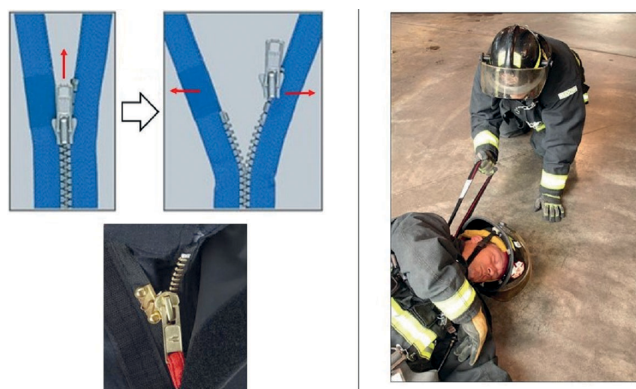
13. ábra. Példa egy tűzoltó ruházati összetett textilszerkezetre

## Védőkabát

Magasított állógallér biztosítja a nyak védelmét (a hátközép részén 12 centiméter magaságú), a kabát eleje zárását biztosító húzózár felső vége és az áll közötti terület takarópánt fedi.

A beépített mentőheveder segítségével egymás mentését biztosíthatják. A hónalj, illetve a karöltő alatt és a vállvonalon átvezetett lángálló heveder a hátrésznél húzható ki a tépőzárás pánt alól, így csak akkor kerül ki a külső felületre, ha az aktiválás szükséges. A nyakrészen kesztyűben is kezelhető, megerősített kapaszkodó áll rendelkezésre a mentéshez. A gyorskioldó húzózár

14. ábra. Példa a védőkabát egyedi megoldásaira



a gyorskioldó pánikcipzár kialakítása és működése

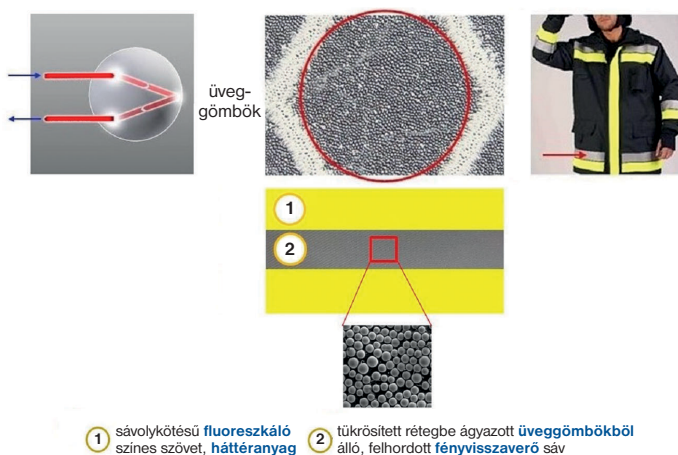
a kabátba épített mentőheveder segítségével egymás mentését végezhetik a tűzoltók



(pánikcipzár) védelmét vízzáró takarópánt biztosítja, a takarópánt teljes hosszában tépőzárral rögzített (14. ábra).

A térben formázott *könyökrész* para-aramid-anyagból készült folttal erősített. Elöl mindkét oldalon vízszintes vonalú zsebfezővel ellátott zseb van, kétoldalt hosszú tépőzárral záródik. Az oldalzsebre a *mászóöv* viselete esetén is szabadon hozzá lehet férni, a jobb zsebfező alatt kesztyűtartó karika található. A zsebfezőn lévő tépőfül segíti a kesztyűvel való nyithatóságot. Emellett tasakos *rádiózseb* tépőzárral oldható antennarögzítővel, valamint vízkifolyást biztosító aljamegoldással, a jobb elülső mellrészen állítható lámpatartó pánt található a kabátban. A hüvelykujj-akasztóval ellátott, kézfejet takaró lángálló kötött passzéval és az *ujjbőség* tépőzáras pánttal szabályozható.

Sárga fluoreszkáló háttéranyag és fényviszaverő sáv biztosítja a *jó láthatóságot*. A kabát hátán a fényviszaverő csíkok alatt vízszintesen elhelyezett, 6 centiméteres betűmagasságú (ékezet nélküli méret), ezüstsínű, fényviszaverő tulajdonságú „TŰZOLTÓSÁG” vagy „KATASZTRÓFAVÉDELEM” felirat látható (15. ábra).



15. ábra. Jó láthatóságot biztosító anyagok

### Védőnadrág, -csuklya, -kesztyű

A védőnadrág legalább 10 centiméteres derékmagasítással készül, a derékrész gumírozottan, fix bőségbeállító elemmel kiegészített. Továbbá legalább 3 cm széles gumírozott *nadrágtartóval* ellátott, hosszúsága szabályozható, beállítás után szabadon lógó vég nincs (a nadrágtartó levehető). A hasíték műanyag zárláncú húzózárral vagy tépőzárral kialakított, a derékpántnál erős rögzítőelemmel záródik. Mindkét oldalon tépőzárral záródó *svédzsebek*, legalább 20 cm-es benyúlvonallal. A nadrágszárak alja rugalmas záróbéléssel kialakított, ez megakadályozza az égéstermék bejutását. A kelme-főanyag kémelése érdekében a bokarészen para-aramid-anyagból *bokavédelmi* kialakítás van. A nadrágszáron *formázott térd* található – átszúrás és vágás ellen védő, para-aramid-anyagból készült *kétrétegű térdbetéttel*. A *jó láthatóságot* a nadrág szárán 5 cm széles, sárga fluoreszkáló sávval kombinált fényviszaverő csík biztosítja (a száraz aljától 15 cm-re elhelyezve). A *csuklyánál* is alapvető követelmény a meghatározott hő- és tűzvédelem.

A *védőkesztyű* para-aramid- (Kevlar) anyagból készül, hővel, lánggal, vágással és szúrással szembeni védeltséget biztosít. A tenyér rész kétrétegű, szilikonbevonatos meta-aramid (Nomex) és para-aramid (Kevlar), illetve ásványi összetevővel kialakított. A vízzáró és légáteresztő lélegző membrán (Gore-Tex – X-Trafit) Nomexszel kombinált. A jó láthatóságot sárga fluoreszkáló háttéranyaggal kombinált fényviszaverő csík biztosítja.

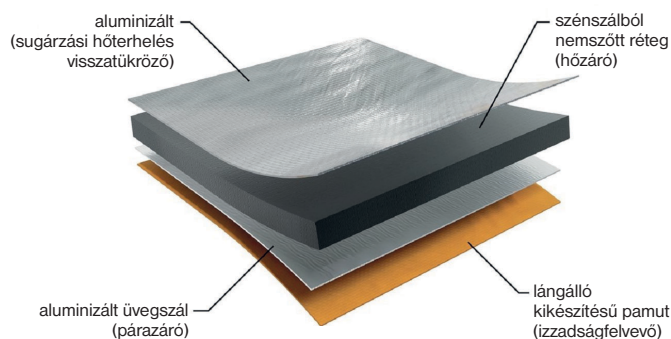
## Speciális védőruha repülőtéri tűzoltáshoz, mentéshez

A védőruházat alapanyaga vákuummal leválasztott *aluminizált lángálló szövet*, amely visszatükrözi a tűz által keltett nagy sugárzási hőterhelést. Az ún. ARFF (Aircraft Rescue Firefighter Fire) védőöltözet 260 °C-os környezeti hővédelmet biztosít. Aluminizált anyagú a kabát és a nadrág borítókelméje, alatta *szénszálból* készült nemszótt kelmeréteg, majd *aluminizált üvegszálból* képzett párazáró van szigetelt béléssel, legfelül pedig *lángálló kikészítésű pamutszövet* bélés (izzadságfeltevő képességgel). Továbbá aluminizált a kesztyű és az önálló légzőkészülék levegőpalcájának borítása is.

A külső réteg *fémzési folyamata* zárt kamrában zajlik nagy *vákuum* alatt, ami lehetővé teszi, hogy a folyékony fém kondenzált fázisból gőzfázisba kerüljön, így az alumíniumgőz megtapadva tartós fémbevonatot hoz létre a szöveten (16–17. ábra).



16. ábra. Reptéri tűzoltó védőruházat borítórétegének előállítása és a kész öltözék



17. ábra. Reptéri tűzoltáshoz készült védőruha rétegszerkezete

## A használati körülmények hatása

A bevetési ruházatot érő közvetlen lánghatásra az alapanyag *elszíneződik*. Adott színváltozás olyan láng- és hőhatásra következik be, amely viselője testi épségét már veszélyeztette volna. A direkt lánghatás és a min. 350 °C hőmérsékletű tárgyakkal való közvetlen érintkezés következménye a külsőképi elváltozás. *Enyhe* fokú *elszíneződésnél*, ha a kelmeanyag puha fogású, a ruházat biztonsággal tovább hordható. *Barna* elszíneződés esetén a védőruha még viselhető, *zöld* elszíneződésnél javítás (ha lehet), illetve csere szükséges. Amennyiben erősebb lánghatásra a textilanyag *megkeményedik* – törékennyé válhat, kilyukadhat –, a javíthatóság eldöntésére vissza kell küldeni a gyártóhoz.



A védőruhának tisztának kell lennie a munkavégzés során, amennyiben *olajos, zsíros* szennyeződés kerül rá, azt *azonnal* le kell *törölni*, mert gátolja a védőképességet. Ha a ruházatra *vegyszer* vagy *gyúlékony folyadék* (pl. olaj, benzin) fröccsen, azonnal be kell szüntetni a használatát, a használó vonuljon vissza, és vegye le a ruhadarabokat.

## A tűzoltó védőruházat tisztítása, kezelése

Nagyüzemi mosás, vegytisztítás:

A dobtöltetnél ajánlott a *kapacitás 2/3-ának* használata, a gyűrődések elkerülésére előmosásnál a *fürdőarány kb. 1:8*, a főmosás műveleténél *1:10*. A ruházat más alapanyagú termékekkel együtt nem mosható; folyékony, szintetikus szálanyagú termékre alkalmas mosószerek használata ajánlott. Oxidáló hatású fehérítőszer (klóros és klórmentes), helyi foltkezelő szer használata tilos, ami kémiai fehérítőszer (peroxidsókat stb.) tartalmaz.

A mosodában kíméletes mosást kell végezni maximum *60 °C-on*, pH = 8-nál *lúgosabb* kémhatású fürdő *nem* alkalmazható (a főanyag és a jó láthatóságot biztosító *fényvisszaverő sáv* megóvása érdekében). Az olajos/zsíros szennyezőanyag eltávolítására fokozott lúgosító hozzájárulást használata szigorúan tilos, csak az ipari mosó vegyi anyagokat forgalmazók által ajánlott *zsíroló* hozzájárulást alkalmazható.

Gépi *szárítást* alacsony hőmérsékletű programmal, perforált csöves vállfán kell végrehajtani (kb. 60%-os maradéknedvességtartalomig végzendő) a *membrán* miatt, majd átgőzölést és meleg levegővel *belülről* ható gyűrődéscsökkentés műveleteit kell elvégezni.

Az *impregnálás*, az olaj-, szenny- és vízszűrő képesség regenerálása mosodában végezhető az öblítés végén, előírt koncentrációban adagolt impregnáló segédanyaggal. Ezt követően gépi szárítás és vasalás következik az impregnáló szer *tartósságának* biztosítására. A kihúzatásos impregnálásra alkalmas segédanyagra az ipari mosószert forgalmazók is adnak javaslatot.

A *vegytisztítás* hivatásos tisztítóban végezhető kíméletesen, minden vegytisztítás után az impregnálást ismételni kell.

### Háztartási mosás:

Kíméletes mosást szabad alkalmazni, maximum *60 °C-on* (kis mechanikai terheléssel, az öblítésnél fokozatos visszahűtéssel), kémiai fehérítőszerrel nem tartalmazó, *color* jelzésű, semleges mosószerekkel. Szárítás előtt a ruházat alacsony fordulatszámon centrifugálható, utána *függesztve*, levegőn szárítandó (a napon történő szárítást mellőzni kell).

Javasolt a textilgyártásnál alkalmazott impregnáló szer hatásának ellenőrzése. Amennyiben a vízlepergető képesség leromlott,

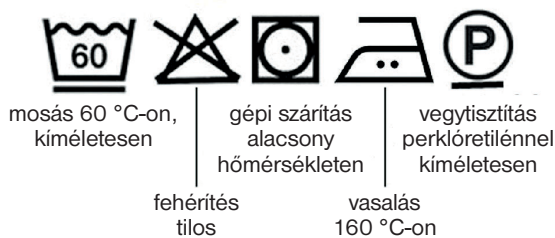
## Megújuló üzemanyagok



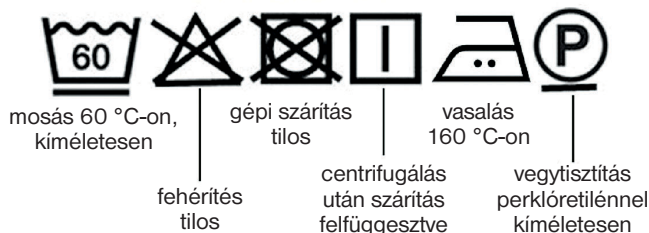
Német kutatóintézetek és műszaki cégek közös vizsgálata szerint a megújuló, folyékony üzemanyagok jelentős szerepet játszanak az európai közlekedés decarbonizációjában. Eszerint az Európai Unió már 2030-ra a közúti közlekedés üzemanyag-igényének 38–55%-át fedezheti megújuló forrásokból, és 2040-re akár teljes mértékű kiváltás is elérhető.

A kutatás szerint Európa jelentős, eddig részben kihasználatlan biomassza-potenciállal rendelkezik. Az alapanyagok között kiemelt szerepet kapnak a mezőgazdasági és erdészeti melléktermékek, a

### nagyüzemi mosás



### háztartási mosás



18. ábra. A vonatkozó kezelési jelképsorok tartalma

a különböző vízbehatolások drasztikusan megváltoztathatják a tűzoltó védőruházat hőteljesítményét. Ha a védőruházat *újra-impregnálása* szükséges, a termékgyártó javaslata szerinti nagy teljesítményű *perfluorozott* kikészítőanyaggal ajánlott a kezelés. A hatékony újrainpugnálást – nagy teljesítményű *perfluorozott segédanyaggal* – a háztartási mosás során nehéz végrehajtani, impregnáló szer alkalmazása főként erre szakosodott *mosoda*, hivatásos tisztítóvállalkozás részéről ajánlott. Fontos figyelmeztetés, hogy a megfelelő *vízszűrés* fenntartása védelmi szempontból lényeges követelmény, mert az átázó ruházat *nedvességtartalma veszélyt* jelent, miután a folyadék magas hő hatására *gőzzé* alakul, *forrázás* jellegű égési sérülést okozva (18. ábra). ●●●

### IRODALOM

Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok, Magyar Textiltechnika 1994. évi különszáma  
<https://www.langlovagok.hu/6752/magyar-tuzoltonak-magyar-vedoruha/>  
<https://www.fiber-line.com/en/fibers/nomex-meta-aramid/>  
<https://www.interschutz.de/exhibitor/bttg-testing-certification/J281495?editor=visitor-View&exhibitor=od4my6hx&tdom-loc=ryyi4q68&scene-node=99ypbfge>  
[https://www.researchgate.net/figure/Outer-shell-moisture-barrier-and-thermal-liner-garments-tested-for-manikin-THL-on-a\\_fig26\\_313115169](https://www.researchgate.net/figure/Outer-shell-moisture-barrier-and-thermal-liner-garments-tested-for-manikin-THL-on-a_fig26_313115169)  
[https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gammatech.hu/downloads/hun/datasheets/r13\\_kezelesi\\_hasznalati\\_tajekoztato.pdf](https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gammatech.hu/downloads/hun/datasheets/r13_kezelesi_hasznalati_tajekoztato.pdf)  
 Szabványok – Védőruházat tűzoltók részére tárgykörben  
 Tűzoltóbevetési ruházat gyártóinak termékismertetői  
<https://nara.getarchive.net/media/the-fire-retardant-chemical-phos-check-is-pumped-from-two-discharge-tubes-on-4b2c85>

szerves hulladékok, az alacsony termőképességű területeken termesztett energianövények.

A megújuló üzemanyagok előállítására több technológiai út is rendelkezésre áll. A hidrogénezett növényi olaj (HVO) már jelenleg is alkalmazható dízelhelyettesítőként, míg a biomasszából előállított szintézisgázon alapuló eljárások – például metanolon keresztül – további, skálázható megoldásokat kínálnak benzin- és dízelhelyettesítő üzemanyagok gyártására.

A kutatók szerint a jövő közlekedési rendszere nem egyetlen technológiára épül majd, hanem a villamos hajtás és a karbonsemleges üzemanyagok kombinációjára.