

# Üzemszerűen magas hőmérsékletű térben elhelyezett kábelrendszerek tűzvédelmi minősítési lehetősége oxigén index alkalmazásával


## Fire protection certification opportunities of cable systems placed in operationally high-temperature spaces by using the oxygen index

Gyöngyössi Éva

Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola,

PhD hallgató (Schrack Seconet Kft., Junior tervező)

Email: evi.gyongyossi@gmail.com

ORCID: 0009-0006-5429-3875 

### Absztrakt:

Életünk szinte elképzelhetetlen lenne elektromos berendezések és kábelrendszerek nélkül, mégis az előnyök mellett számos kockázatot is hordoznak magukban. A kábelek éghető, azaz tűzveszélyes része a műanyag burkolat. A műanyagok pedig erősen éghető anyagok, ha nem éges késleltetik azokat, az egyéb környezetvédelmi előírásokról (pl. halogénmentesség) nem is beszélve. A sokféle megfelelési szempont különböző minősítési követelményt von magá után.

A cikkben bemutatom a kábelrendszerek szabályozási hátterét, és fel szeretném hívni a figyelmet annak potenciálisan fejleszthető területeire. Bemutatom, hogy a magas hőmérséklet milyen tűzveszélyt jelent a kábelek műanyag burkolatára, amelynek nem kell feltétlenül lánghőmérsékletűnek lennie, hogy a tűzveszély kialakuljon. A kábelek tűzveszélyét mindig a magas hőmérséklet okozza. Ezt egy teljeskörű tűzvédelemnek is figyelembe kell venni, ezért ehhez minősítési fokozatok kell, hogy tartozzanak. Kidolgoztam a különböző üzemi hőmérsékleten alkalmazott kábelek kiterjesztett vizsgálati módszereket, amelyek során már a kábelek minősítése a biztonság irányába megy el, megelőzve a tűz, láng megjelenését.

Eszerint három fokozatban kellene vizsgálni a kábeleket aszerint, hogy milyen magas üzemi hőmérsékletre lehet számítani. Az első hőmérsékleti tartomány még a műanyagok gyulladáspontja alatti, azaz 300-400°C., a második a láng közvetlen hatása. A kábelekre vonatkozó szabályok, szabványnak kivétel nélkül közvetlen lángnak kitett kábeleket vizsgálja és a minősítésük, osztályokba sorolásuk is csak ezen alapul. A harmadik hőmérsékleti tartomány - igaz ritkának számít - amit a megemelkedett környezeti oxigén koncentráció okoz. Sajnos a covid hullám idején több kórház tűzről tudunk. Az oxigénkoncentráció emelkedés növeli az égés ezáltal a láng hőmérsékletét, amely felgyorsult tűzterjedéshez vezet. Ennek nyomán követésére kívánom bevezetni a műanyag burkolatokra az oxigén indexes vizsgálatot, mint lehetséges irányát a szabályozás fejlesztésnek.

Kulcsszavak: kábel, minősítés, tűzállóság, oxigén index, hőmérséklet index

### Abstract:

Our lives would be almost unimaginable without electrical equipments and cable systems, however in addition to the benefits, they carry many risks also.

The combustible part of the cables is the plastic covering. And plastics are highly flammable materials, if they are not flame retardant, not to mention other environmental protection regulations (e.g. halogen-free). Different compliance criteria lead to different requirements. In the following, I will present the regulatory background of cable systems and would like to call attention to its potential development areas. I will show how high temperatures pose a fire hazard to the plastic sheathing of cables, which does not necessarily have to be at a flame temperature for the fire hazard to occur. The risk of fire in cables is always caused by high temperatures. This should also be taken into account for a comprehensive fire protection. therefore, this must include qualification grades. I have developed extended test methods for cables used at different operating temperatures, during which the cables' qualification goes in the direction of safety, preventing the appearance of fire and flames.

According to this, the cables should be tested in three stages according to the high operating temperature that can be expected. The first temperature range is still below the ignition point of plastics, i.e. 300-400°C., the second is the direct effect of the flame. The rules and standards applicable to cables examine cables exposed to direct flame without exception, and their classification and classification into classes is based only on this. The third temperature range - admittedly rare - is caused by the increased ambient oxygen concentration. Unfortunately, we know of several hospital fires during the covid wave. The increase in oxygen concentration increases the temperature of combustion and therefore the flame, which leads to accelerated fire propagation. To follow up on this, I would like to introduce the oxygen index test for plastic coverings as a possible direction for regulatory development.

Keywords: cable, qualification, fire resistance, oxygen index, temperature index

Manapság a villamos berendezések – és azok részeként az elektromos vezetékek mindenhol körülvesznek minket, és tűzvédelmi szempontból is nagy a jelentőségük. Egyrészt a tűzvédelmi rendszerek részét képezik, segítik a menekülést és mentést, illetve lehetnek a tűz okozói is, fokozzák a tűz tovább terjedését, nagyobb károk bekövetkezéséhez járulnak hozzá. Ahogy a következő diagram is mutatja (1. ábra), a világon is kiemelkedő helyen áll az elektromos tüzek által okozott elhalálozás.



1. ábra: Tűz miatti halálozás a WFSC országokban, 2006-2008, átlag (Forrás: ld. [1])

Az elektromosság, mint tűzkeletkezési ok az egyik leggyakrabban visszatérő probléma. Általánosságban az összes tüzeset felében, beleértve a fejlett országokat is, sérüléseket, halált, anyagi kárt, termelés kiesést, üzemszünetet, és nagyon gyakran az eszközök teljes megsemmisülést okoz. [1] Bár az utóbbi időben megjelentek a vezeték nélküli technológiák, melyek a kommunikációban számos vezetékes formát felváltottak, az energiaellátásban ez feltehetően a jövőben sem lesz megoldott. Az előbbiekből látható, hogy az elektromos kábelrendszerek biztonságára kiemelt figyelmet kell fordítanunk.

## 2. KÁBELRENDSZEREK MINŐSÍTÉSE MAGAS ÜZEMI HŐMÉRSÉKLET TÜKRÉBEN

### 1.1 Célkitűzés, probléma megfogalmazása

Az előbbiekből a probléma jól látható: hogyan lehetne minimalizálni az elektromos eredetű visszavezethető tüzek kialakulását, illetve a más okból már kialakult tüzek terjedését meggátolni, csökkenteni a hálózatosan kialakított kábelrendszereken keresztül. Ezen téma összetettsége miatt szűkítés szükséges, így a kutatásom az épületekbe beépített elektromos kábelrendszerekre fókuszál tűzbiztonsági és minősítési szempontból. A magas üzemi hőmérséklet közvetlen tűzveszélyt jelenthet a kábelek műanyag burkolatára, amelynek nem kell feltétlenül láng hőmérsékletűnek lennie, hogy a tűzveszély kialakuljon. A kábel burkolatok tűzveszélyét mindig a magas hőmérséklet okozza. Ezt egy teljeskörű tűzvédelem kialakítása során is figyelembe kell venni, mégpedig ehhez minősítési fokozatoknak kellene, hogy tartozzanak. Kidolgoztam különböző magas üzemi hőmérsékleten alkalmazott kábelekre kiterjesztett vizsgálati módszereket, amelyek során a kábelek minősítése a biztonság irányába megy el, megelőzve a tűz, láng megjelenését.

Elméletem szerint a tüzeseteket kiváltó okok három hőmérsékleti tartományban keletkezhetnek. Ennek megfelelően három fokozatba sorolva célszerű vizsgálni a kábeleket aszerint, hogy milyen magas üzemi hőmérsékletre lehet számítani az alkalmazási környezetben.

**I. Az első hőmérsékleti tartomány** még a műanyagok gyulladáspontja alatti, azaz 300-400 oC. Ekkor a műanyag szerkezete bomlik, amely járhat már füstképződéssel. Egy 80- 100 fokos műanyag még biztonsággal funkcionál. Bírja a külső sugárzó hőt, vagy az esetleges fém vezeték túlmelegedését. Például ez a hőmérséklet könnyen kialakulhat hiba hatására – kábel túlterhelése, túlmelegedés üzemeltetésből adódóan (multifunkcionális csarnok mennyezeti kábeltálcák miatt üzemeltetési szabály a korlátozott pirotechnika; adatbankok, technológiából adódóan (forgácsolás, fém megmunkálás, egyéb technológia).

**II. A második hőmérsékleti tartomány**, amelyet láng közvetlen hatása okoz. A műanyagot már 700-1000 oC fokos terhelés éri, amely azonnali meggyulladásához vezet, ha nincs égéskésleltetve. Ennek megadására is kiválóan alkalmas az oxigén index (LOI) mérőszám, mellyel a levegő oxigénkoncentrációján nem éghető anyagok tűznek való ellenállóképessége mérhető. A kábelekre vonatkozó szabályok, szabványok kivétel nélkül közvetlen a lángnak kitett kábeleket vizsgálja és a minősítésük, osztályba sorolásuk is csak ezen alapul (1. táblázat)

**III. A harmadik hőmérsékleti tartomány** - igaz ritkának számít, de annál veszélyesebb - amit a megemelkedett környezeti oxigén koncentráció okoz. Gyors lefolyású tüzeket eredményez: az oxigénkoncentráció emelkedés növeli közvetlenül az égés, azaz a láng hőmérsékletét, amely felgyorsult tűzterjedéshez vezet. [2] Ennek nyomon követésére kívánom bevezetni a műanyag kábel burkolatokra az oxigén indexes vizsgálatot, mint lehetséges irányát a szabályozás fejlesztésnek. Sajnos a covid hullám idején több kórház tűzről is tudunk, ahol már 23 % -os oxigén koncentráció is előfordul. Pl. műtők, intenzív osztályok. [3]

Mivel a tüzesetek nagy része keletkezik konyha helyiségekben [4], illetve mivel számos tüzesetre találhatunk példát magas üzemi hőmérsékletű területeken (pl. szaunák [5], vagy szerver helyiségek, adatbankok, technológiai területek), felmerült bennem a kérdés, hogy vajon megelőzhetőek lehetnének-e, vagy csökkenthető lenne-e a számuk kábelrendszerek kiterjesztett minősítésével, amely figyelembe veszi a tényleges várható üzemi hőmérsékleteket. Ezek a szempontok viszont új vizsgálatokat vonnak maguk után. A 4. fejezetben részletesen bemutatom az eddig kötelezően alkalmazott szabványokat és az abban foglalt vizsgálati módszereket. Közös bennük, hogy közvetlen láng okozta hatásokat vizsgál.

Célom igazolni labor mérésekkel, hogy érdemes kiterjeszteni a kábelek jelenlegi minősítési rendszerét sugárzó hővel szembeni és oxigén indexes vizsgálattal is, illetve, hogy indokolt lenne külön kritériumokat megfogalmazni a magas üzemi hőmérsékletű terekben elhelyezett kábelrendszerekre, tekintettel a lehetséges eltérő viselkedésükre. Eddigi vizsgálataim iránya már megmutatta, hogy az oxigén index megadása is már egyedi különbségeket mutat különböző tűzjellemzők között. [6], [7] Ez alapján feltételezem, hogy a kábelek tűzjellemzői magas hőmérsékleten eltérhetnek tűzbiztonság szempontjából, azaz útmutatást kaphatunk azzal kapcsolatban, hogy érdemes lenne figyelembe venni a kábeltípusok kiválasztásánál. Jelen cikk célja a jelenlegi minősítési rendszerek bemutatása, majd saját tűzvédelmi laboratóriumi kísérletekkel kívánom alátámasztani és kiegészíteni a sugárzó hővel szembeni és oxigén indexes vizsgálatok szükségességét, amelyek a kábelek jelenlegi minősítési rendszerét kiterjeszti a tényleges magas üzemi hőmérsékletek tartományába.

## 1.2 Szigetelőanyagok tűzbiztonsági veszélyei a hőmérsékleti tartományokban

A kábelek szigetelő burkolatai ma már szinte kivétel nélkül műanyagok. A műanyagok tudvalevőleg jól égnak. A műanyag szigetelő anyagok (PVC, PE, gumi) alkalmasak 70-80°C tartós üzemi hőmérsékletű körülmények között működni, azonban, ha a várható hőmérséklet például a környezeti adottságok miatt folyamatosan 80°C körül várható, célszerű nagyobb hőállóságú szigeteléssel ellátott kábelt alkalmazni. [8] Ez például lehet egy hőálló PVC is, mely maximum 105°C-on képes biztosítani a szigetelést.

Ennél magasabb hőmérséklet esetén, például villanytűzhelyek, hősugárzók, nagykonyhai sütők és kemencék bekötéséhez szokták alkalmazni a szilikon gumiszigetelésű kábeleket és vezetékeket. Ennek az anyagnak a hőállósága eléri a 180°C-ot. A kerámia és üvegyártás, valamint az acélipar magasabb hőmérsékletű területein viszont ez sem elég, ezen esetekben az üzemi hőmérséklete elérheti 1000°C-ot is, mely kritériumnak csak speciális termékek felelnek meg. Ezen a hőmérsékleten nem csak a szigetelésnél alkalmaznak több rétegű összetett rendszert, hanem a réz huzalokat is nikkelezik, hogy a hőállóságát biztosítsák. Az ilyen magas hőmérsékleteken a hőálló szigetelőanyagokat kombinálják üveg szövetekkel és különleges impregnáló anyagokkal. Jellemző, hogy mivel a magas hőmérséklet lággyá teszi a szigeteléseket a külső köpenyre egy acélháló szövetet helyeznek annak érdekében, hogy a meleg alkatrészek kevésbé nyomódhassanak bele a szigetelésbe. A szilikonon túl további anyagokat is használnak hőálló szigetelések készítésére. Ilyenek például a PVDF, ETFE, FEP, PFA, PTFE. [9]

Vannak olyan speciális magas hőmérsékletű környezetek, amelyek rendelkeznek saját szabvánnyal, mint például a szaunák, ahol az MSZ HD 60364-7-703:2006 előír hőállósági követelményt a kábelek külső szigetelésével szemben (170°C), de ezen területekre egységesen összesítve nincsenek általános előírások. További ilyen magas üzemi hőmérsékletű terek előfordulhatnak például stadionok mennyezeti kábelrendszerező és világítást biztosító szintjein, szaunák és nagy konyhai berendezések környezetében, szerver és adatbank helyiségekben.

A kábelek szigetelésének típusait a különböző környezeti feltételekhez fejlesztették ki, mely állhat egy vagy több szigetelőanyagból. A legszélesebb körben elterjed szigetelőanyag típus a műanyag és gumi. Ezen felül alkalmaznak még erre a célra szálas anyagokat, lakkokat, páncélozáshoz acélszalagokat, acélhuzalokat, illetve régebben alkalmaztak papír alapú szigetelőmasszákat. [10] A műanyagok közül a PVC (polivinil-klorid) és PE (polietilén) változatait alkalmazzák a leggyakrabban különböző formákban, mint például térhálósítva, vagy habosítva. Szeretném kiemelni, hogy ezen anyagok gyulladáspontja 310-350°C körül van, így ezen anyagok közvetlen égés nélkül is, bőven a láng hőmérséklet (~ min. 1000°C) alatt is tűzveszélyes állapotba kerülnek, ezért van kiemelt jelentősége a megfelelő minősítésnek és tervezésnek. Az elektromos kábelrendszereket tűzvédelmi szempontból két meghatározó irányból vizsgálhatjuk: egyrészt az aktív tűzvédelmi berendezések része, így a kábelrendszerek megbízható működése elengedhetetlen tűz esetén, úgy mint a további tüzeseti fogyasztók<sup>1</sup> működtetésében is, mint például a beépített tűzjelző berendezés, hő- és füstelvezető rendszer, vagy éppen a biztonsági világítás. Lehetnek a tűz okozói is, vagy a már kialakult tűz gyors tovább terjedéséhez járulhatnak hozzá hálózatos kialakításából adódóan (mint passzív tűzvédelmi tényezők), mely az egész épületet átszövi gazdagon. [11]

Egyik ilyen tűz keletkezési mód jelentőségét bizonyítja a magyar szerzőegyettes „Elektromos vezetékek túlterhelésének hatása a tűzvédelmi biztonságra” című cikke [12], mely részletesen bemutatja, hogy hogyan alakulhat ki villamos berendezés túlterheléséből adódóan tűz, és annak milyen jellemzői vannak. A vizsgálat során különböző tűzállónak minősített és hagyományos kábelt tettek ki túlterhelésnek, és vizsgálták az ellenállóképességet, illetve a felmerülő jelenségeket. A cikk írói is megerősítik azt a feltevést, hogy „az igazi tűzállóságot oxigén index méréssel is ki kellene egészíteni minősítés során, melyet méréseikre alapoznak. Másik ilyen tűzkeletkezési mód jellemzően a kötéseknél fordul elő, azok túlmelegedéséből, mint például kapcsolóknál, sorkapcsoknál, forrasztott vagy sodort kötéseknél, melyek megfelelőségére szintén nagy figyelmet kell fordítani. [13] A fent említett két szerep is jól szemlélteti a kábelek két típusát tűzvédelmi szempontból, melyek az általános és a funkció-megtartó (tűzálló) kábelek. Magas üzemi hőmérsékletű terek esetében mindkét típus jelentős mennyiségben előfordulhat, gondoljunk csak például az ipari környezetben található, technológiából adódó ilyen környezetekre, ahol számos tüzeseti fogyasztó kábelrendszere is keresztül futhat a technológia működéséhez szükséges általános kábelek mellett.

---

<sup>1</sup> tüzeseti fogyasztó: villamos energiával működő fogyasztó, amelynek tűz esetén előírt ideig működni kell, vagy működőképességét meg kell őriznie (OTSZ 4.§ (2) 140. – fogalom meghatározása; felsorolásuk az előírt időtartammal a 11. mellékletben található). A tüzeseti fogyasztók közé tartoznak az aktív tűzvédelmi berendezések.

### 1.3 Elektromos kábelrendszerek minősítési rendszere és perspektívái

2016 óta az elektromos kábelrendszerek építési terméknek<sup>2</sup> minősülnek, minőségüket a CPR rendelet [14] szabályozza az Európai Unió tagállamai területén egységesen. A jogszabály meghatározza az építési termékek elvárt teljesítményét<sup>3</sup>, hogy azokat forgalmazni lehessen az Európai Unió területén. Annak bizonyítására, hogy a termék megfelelően teljesített az adott szabványos vizsgálatokon, a gyártónak teljesítménynyilatkozatot (DoP<sup>4</sup>) kell adnia a termékhez. Ez a rendelet szabályozza továbbá a CE jelölés alkalmazását is, mely szintén a forgalmazás feltétele. A teljesítményigazolás részletes szabályait Magyarországon kormányrendelet [15] rögzíti. A rendelet az 5.§-ában sorolja fel a teljesítmény igazolás módjait. Az elektromos kábelekre vonatkozó elvárt műszaki teljesítményt a rendelet a tűzvédelmi osztályra, és veszélyes anyag tartalomra, mint lényeges terméktulajdonságokra<sup>5</sup> ír elő (a rendelet 1. mellékletének a 31. pontja: Erőátviteli kábelek, vezérlőkábelek, távközlési kábelek). Az építési termékek és építményszerkezetek tűzzel szembeni viselkedésének vizsgálatával, minősítésével az MSZ EN 13501 harmonizált szabványsorozat foglalkozik [16]. A szabványsorozat MSZ EN 13501-6 része foglalkozik az elektromos kábelek osztályokba sorolásával tűzvédelmi szempontból és eredményül 7 osztályt definiál: A<sub>ca</sub>, B1<sub>ca</sub>, B2<sub>ca</sub>, C<sub>ca</sub>, D<sub>ca</sub>, E<sub>ca</sub> és F<sub>ca</sub>. [17] Az A<sub>ca</sub> osztály rendelkezik a legjobb tűzvédelmi teljesítményekkel, míg az F<sub>ca</sub> osztállyal szemben nincsenek meghatározott teljesítménykövetelmények. Ez a hét osztályjelölés még kiegészülhet további jelöléssel, mely az égve csepegésre (d0, d1, d2), a füstfejlődésre (s1, s2, s3), illetve a savasságra utalhat (a1, a2, a3). A szabvány meghatározza a vizsgálati módszereket és a hozzájuk tartozó osztályozási kritériumokat, melyet a szabványban található 1. táblázatban (Az elektromos kábelek tűzzel szembeni viselkedésének osztályai) láthatunk. Ehhez az MSZ EN 50575:2014/A1:2016 harmonizált európai szabvány határozza meg a szükséges vizsgálatokat, melyek az 1. táblázatban láthatóak. [18] Azt, hogy mely épületek esetén milyen tűzvédelmi osztály a követelmény a kábelekkel szemben, azt minden tagállam nemzeti szinten szabályozza magának. Például Szlovákiában bizonyos zónákban a legmagasabb követelményként a B2ca-s1, d1, a1 osztályt követelik meg, míg a Cseh Köztársaságban a B2ca-s1, d1 a követelmény. [10] Eddigi kutatásaim során még nem találtam a kábelek tűzvédelmi osztályaira vonatkozó hazai jogszabályt, így felmerül a kérdés, hogy készült-e már ilyen. Ezen szabályozás feltárása még további kutatást igényel. Itt jegyzem meg, hogy a követelmény szabvány vizsgálati szabványai (EN ISO 1716 [19], EN 50399 [20], EN 60332-1-2 [21], EN 61034-2 [22], EN 60754-2 [23]) kivétel nélkül mind lánghatásnak kitett minősítéseken alapulnak, azaz extrém körülményeket nem vesznek figyelembe.

Tűzvédelmi osztály	Vizsgálati módszerek				
	EN ISO 1716	EN 50399 a	EN 60332-1-2	EN 61034-2 c	EN 60754-2 c, d
A <sub>ca</sub>	X	-	-	-	-
B1 <sub>ca</sub>	-	X <sup>b</sup>	X	X	X
B2 <sub>ca</sub>	-	X	X	X	X
C <sub>ca</sub>	-	X	X	X	X
D <sub>ca</sub>	-	X	X	X	X
E <sub>ca</sub>	-	-	X	-	-
F <sub>ca</sub>	nincs teljesítmény meghatározva				
a: Az EN 50399 tartalmazza a korábban FIPEC <sub>20</sub> 1. szcenárióként és FIPEC <sub>20</sub> 2. szcenárióként említett információkat.					
b: Különleges vizsgálati feltételek vonatkoznak az EN 50399 szabvány B1 <sub>ca</sub> osztályára.					
c: További osztályozási vizsgálatok.					
d: Az EN 60754-2 tartalmazza az EN 50267-2-3 [24] szabványban korábban szereplő összes információt.					
EN 13501: „további vizsgálat nélkül besorolható” – CWFT					

1. táblázat: EN 50575 1. táblázata: A tűzzel szembeni viselkedési osztályok vizsgálati módszerei az (MSZ) EN 50575 szabvány alapján (fordította a szerző)

<sup>2</sup> építési termék: bármely olyan termék vagy készlet, amelyet azért állítottak elő és hoztak forgalomba, hogy építményekbe vagy építmények részeibe állandó jelleggel beépítsék, és amelynek teljesítménye befolyásolja az építménynek az építményekkel kapcsolatos alapvető követelmények tekintetében nyújtott teljesítményét.

<sup>3</sup> építési termék teljesítménye: a termék releváns alapvető jellemzőire vonatkozó, szintekkel, osztályokkal, illetve leírással kifejezett teljesítménye.

<sup>4</sup> DoP: Declaration of Performance = Teljesítménynyilatkozat

<sup>5</sup> lényeges terméktulajdonság: az építési termék olyan teljesítménye, amely a termék tervezett felhasználása során az építményben való elhelyezkedés, az épületszerkezeti szempontból betöltött szerep és a környezeti hatások figyelembevételével mellett az alapvető követelmények teljesülése szempontjából meghatározó és a megfelelő termék kiválasztásához nélkülözhetetlen

### 1.3.1 Funkció megtartó kábelrendszerek

Az építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállósági teljesítményére vonatkozó követelményeket az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) [25] 2. melléklete határozza meg, figyelembe véve az épület, építmény mértékadó kockázati osztályát és szintszámát. A szabályzat ezen része nem határoz meg ilyen jellegű követelményeket az elektromos kábelrendszerekre vonatkozóan. Ezzel szemben a szabályzat számos esetben előír tűz esetén funkció-megtartási követelményt, kiemelten a tűzeseti fogyasztók tekintetében. Ezen fogyasztóknak tűz esetén működőképességüket a 11. mellékletben foglalt 1. táblázat szerinti időtartam és a teherhordó falra vonatkozó tűzállóságjeljesítmény-követelmény időtartama közül a kisebb időtartamig meg kell tartaniuk. A Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (TvMI) tartalmazzák azon műszaki megoldásokat, melyek megfelelnek a gyakorlatban a jogszabályban támasztott követelményeknek<sup>6</sup>.

A tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány beszerzésének részletes szabályozását ÖM rendelet [26] tartalmazza, mely az 1. mellékletében határozza meg a megfelelőségi tanúsítvány beszerzésére kötelezett termékek körét, és mely felsorolásban 5. helyen sorolja fel a tűzálló kábelrendszert és tartozékait. A kivitelezett tűzálló kábelrendszer teljesíti az OTSZ vonatkozó előírásait, ha a szerkezeti kialakítása megfelel a vonatkozó Tűzvédelmi Megfelelőségi Tanúsítványnak és kivitelezési útmutatónak, továbbá a tűzálló kábelrendszer rögzítése TKRA építményszerkezetekhez<sup>7</sup> történik, megfelelő kötőelemek felhasználásával, vagy a rögzítésre alkalmazott műszaki megoldás megfelel az előírtaknak. Szabványos tűzálló kábelrendszer részeként alkalmazhatóak olyan (tűzálló) kábelek és vezetékek, amelyek rendelkeznek az MSZE 24102 szabvány [27] szerinti tűzállósági osztályba sorolással, és amelyek tűzállósági osztályba sorolása az MSZE 24102 szabványban meghatározott szabványos tűzálló kábeltartó-szerkezetre vonatkozik.

Szabványos tűzálló kábelrendszerek esetén külön kell igazolni a kábelek tűzállóságát (tűzállósági osztályát) és a kábeltartó-szerkezetek tűzállóságát (MSZE 24102/DIN 4102-12 értelmében szabványos tűzálló kábeltartó-szerkezetnek minősülnek). A tűzálló minősítés feltétele, hogy a kábelrendszerben nem következhet be vezetékszakadás, illetve zárlat. A tűzállóság csak egy meghatározott időtartományon belül értelmezhető.

Másik elfogadott szabványos minősítési módszer tűzálló kábelek tanúsítására a *szigetelőképesség-megtartás vizsgálata* (MSZ EN50200, MSZ EN 50362, IEC 60331 szabványsorozat [28]). A kábelek műanyagból készült szigetelése tűz hatására rövid időn belül elég, ami előbb a szigetelőképesség csökkenéséhez, majd zárlathoz, esetleg vezetékszakadáshoz vezet. Annak érdekében, hogy a kábelek tűz hatásának kitéve is képesek legyenek áramvezető képességüket megtartani, a tűzálló kábeleket speciális szerkezeti felépítéssel alakítják ki. A MSZ EN50200, MSZ EN 50362 és az IEC 60331 szabványsorozatokban leírt vizsgálatok célja annak igazolása, hogy tűzálló kábelt érő tűz, és az ezzel egyidejű, kismértékű mechanikai igénybevétel adott ideig ne okozza a kábel áramvezető képességének elvesztését. Az eredményes vizsgálat feltétele, hogy a vizsgált időtartamon belül a kábel megtartsa áramvezető képességét. A vizsgálati követelményeket sikeresen teljesítő kábeleket PH (FE) jelzéssel és percben megadott időértékkel jelölik, például „PH90” (vagy „FE90” szabványtól függően).

Harmadik elfogadott szabványos minősítési módszer tűzálló kábelek tanúsítására a *lángterjedés vizsgálatai egyedül álló elhelyezésű kábelre nézve, és csoportos elhelyezés esetén* (MSZ EN 60332-1/-2/-3 [21]). A kábelt vagy kábel köteget az alsó rögzítőbilincs felett láng hatásának teszik ki meghatározott ideig, ezt követően lemérik, hogy a kábel, vagy kábeltöveg mekkora szakaszára terjed ki az égés.

<sup>6</sup> OTSZ 3/A.§ (3) b. pont

<sup>7</sup> TKRA építményszerkezet: Tűzálló kábelrendszer rögzítésére alkalmas építményszerkezet vagy segédszerkezet. (Jellemzően téglá, gázbeton, mészhomok, tömör gipsz anyagú, vagy vasbeton szerkezet, amely azonban nem szükségszerűen rendelkezik (jogszabályban előírt) R tűzállósági teljesítménnyel.) (TvMI 7.6:2024.02.01 kötet 2.2.14 fejezete)

### 1.3.2 Jogszabályi követelmények összefoglalása

Az 2. táblázatban látható összesítve az előbbieken bemutatott szabályozási háttér. Ebből is jól látható, hogy szinte teljesen más követelményeknek kell megfelelniük az általános funkciójú kábeleknél és másnak a tűzálló (funkció-megtartó) kábeleknél. Míg az általános kábelek több szabványos vizsgálat együttes eredményeként kerülnek tűzvédelmi osztályba sorolásra, ezzel jellemezve azok éghetőségét, addig a tűzálló kábelek esetében csak a funkciómegtartás kerül vizsgálatra, éghetőség szempontjából nem minősítik azokat. Felmerül a kérdés, hogy ez így teljesszerűen megfelelő szabályozás lehet-e egy építési termék esetén.

Általános kábelek		Tűzálló/ funkció-megtartó kábelek	
Szabályozó	Megjegyzés	Szabályozó	Megjegyzés
CPR az Európai Parlament és a Tanács 305/2011/EU rendelete (2011. március 9.) az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról	Teljesítménynyilatkozat, CE jelölés	CPR az Európai Parlament és a Tanács 305/2011/EU rendelete (2011. március 9.) az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról	1. melléklet: Az építményekre vonatkozó alapvető követelmények: 2. Tűzbiztonság
275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet az építési termék építménybe történő betervezésének és beépítésének, ennek során a teljesítmény igazolásának részletes szabályairól	Teljesítmény igazolása, kábeleknél szemben tűzvédelmi osztály (és veszélyes anyag tartalom) meghatározása, mint lényeges terméktulajdonságok	1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról (Tűzvédelmi törvény)	47.§ 2. bekezdésében felhatalmazza a belügyminisztert, hogy meghatározza az Országos Tűzvédelmi Szabályzatot és a tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány beszerzésére vonatkozó szabályokat  Tűzvédelmi törvény 3/A.§ (3) - TvMI
MSZ EN 13501: Építési termékek és építményszerkezetek tűzvédelmi osztályozása szabványsorozat. MSZ EN 13501-6: Osztályba sorolás az erősáramú, jelző- és távközlőkábeleknél tűzzel szembeni viselkedésének vizsgálata során kapott eredmények felhasználásával.	7 osztályt definiál: Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca és Fca és további besorolások Vizsgálati módszerek, vizsgálati kritériumok megadása	OTSZ: 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról	Működőképesség-megtartási követelmény előírása
MSZ EN 50575:2014/A1:2016 Erősáramú, jelző- és távközlőkábelek. Építmények általános alkalmazású kábeli a tűzállósági követelményeknek való megfelelés szempontjából.	Szabványos vizsgálatok megadása a különböző osztályokra vonatkozóan	Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek 7. Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem (Tűzvédelmi törvény 3/A.§ (3) b. pontja alapján)	A működőképesség-megtartása három módon biztosítható: talajba fektetve, betontakarással, tűzálló kábelrendszer (Tűzvédelmi Megfelelőségi Tanúsítvánnyal) D melléklet: Tűzvédelmi Megfelelőségi Tanúsítvánnyal rendelkező tűzálló kábelrendszerek MSZE 24102 (DIN 4102-12) szabvány
Nemzeti tűzállósági osztályokra történő hivatkozás felhasználási területek szerint	A felkutatása folyamatban		
		22/2009. (VII.23.) ÖM rendelet a tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány beszerzésére vonatkozó szabályokról	A tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány beszerzésére kötelezett termékek köre: 5. tűzálló kábelrendszer és tartozékai
		Tűzvédelmi törvény 3/A.§ (3) a. pontja alapján: tűzvédelmet érintő nemzeti szabvány betartásával	MSZ EN50200, MSZ EN 50362, IEC 60331 szabványsorozat MSZ EN 60332-1/2/3

2. táblázat: Kábelrendszerek szabályozási háttérének összesítése (készítette a szerző)

### 1.4 Magas hőmérsékletű terek kiterjesztett vizsgálati módszerei és körülményei

A bevezetőben kifejtett magas üzemi hőmérséklet fennállása esetén a kábelek műanyag burkolatát aszerint kell vizsgálni, illetve minősíteni, hogy milyen tűzveszély várható az alkalmazási környezetben. Normál atmoszférikus tüztől eltérően, három hőmérsékleti fokozat vizsgálata lehetséges.

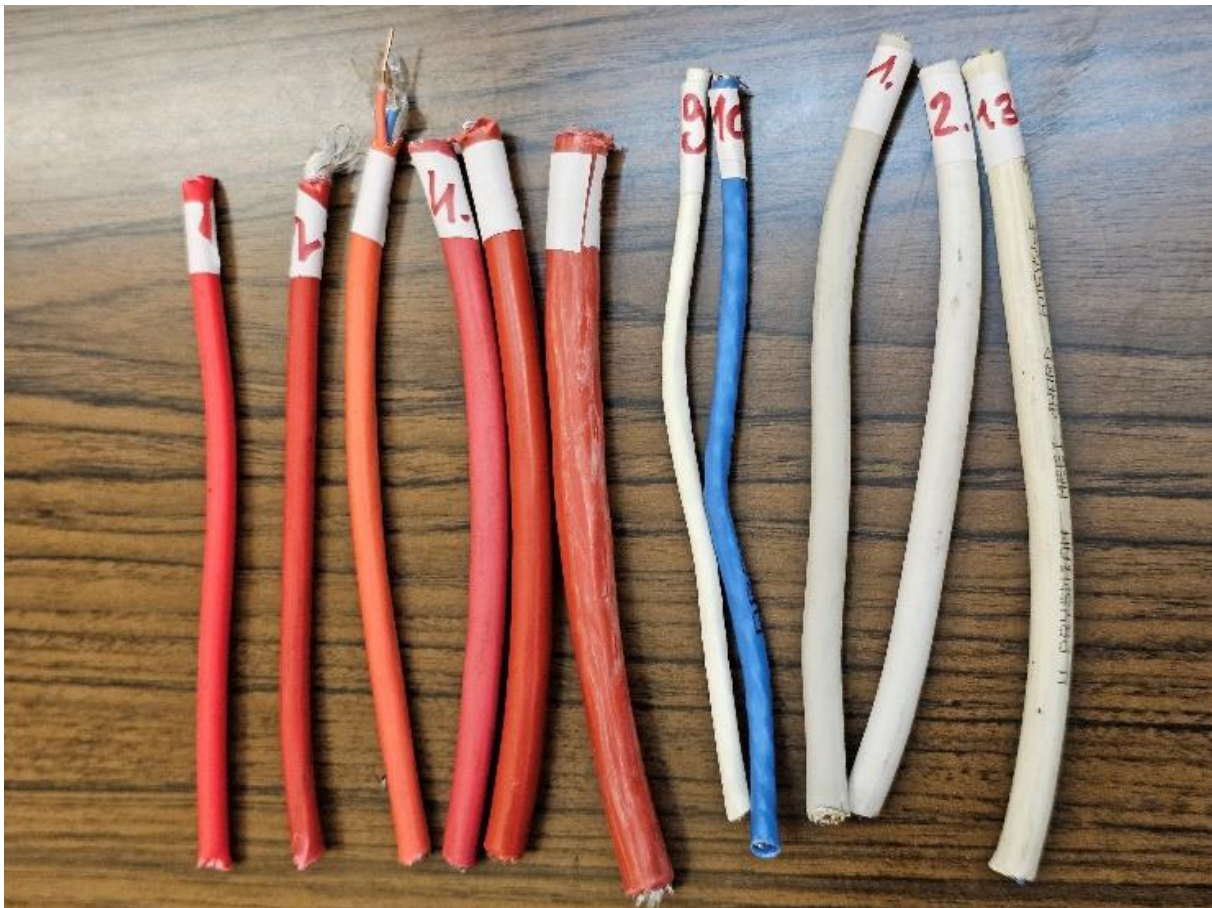


Eszerint a vizsgálatok felépítése a következő:

- I. Hőmérsékleti veszélyességi fokozat: 300-450°C-os hőmérséklet éri a kábel külső felületét, amely már a műanyagok szerkezeti degradációját okozhatja. Ennek mértéke az égéskésleltetéstől függ. Elérheti a műanyagok gyulladási hőmérsékletét. A hőterhelést sugárzó hővel érijük el, szabványos mérési módszerrel (járműszabvány).
- II. Hőmérsékleti veszélyességi fokozat 800-1000°C-os hőmérséklet, azaz közvetlen láng hatás éri a kábel külső felületét, amely már jóval a gyulladási hőmérséklet felett van. Jelenleg a szabályozások kizárólag csak erre a fokozatra vonatkoznak, csak a levegő oxigénkoncentrációján (21 t<sup>n</sup>%).
- III. Hőmérsékleti veszélyességi fokozat 1000°C-os feletti hőmérséklet elérése oxigéndús atmoszféra elérésével. Égéselméleti alapja: magasabb oxigéntartalom, magasabb láng hőmérsékletet eredményez, amely pedig az Arrhenius összefüggés alapján magasabb reakciósebességgel jár. [2]

### 1.5 Vizsgálati minták

A minták kiválasztása során igyekeztem a legszélesebb körben felhasznált kábeleket reprezentálni. Fontos szempont volt a hivatalosan tűzálló és nem tűzálló kábel jelenléte is, továbbá, hogy legyen köztük kommunikációs kábel is. A minták bemutatása az 1. képen, és a 3. táblázatban látható részletesen.



1. kép: Vizsgálati minták (készítette a szerző)



Minta száma	Kábeltípus megnevezése	Tűzvédelmi tulajdonságai	Típus leírása	Felhasználása
1.	NOBURN XPS 2x1,9 mm <sup>2</sup> LPCB 682E/01 300/500V (MADE IN UK)	PH30	Xps, kerámia-szilikon érszigetelés, halogénmentes Lángterjedést megakadályozó	Tűzjelző, hangosító, beléptető rendszerek 30 perces tűzállóságú 300/500 V-os árnyékolt kábele.
2.	KABTEK JE-H(St.)H.Bd 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> E90/FE180	E90 FE180	Halogénmentes, tömör rézvezető csillámszalag érszigeteléssel	Halogénmentes lángálló biztonságtechnikai kábel.
3.	S.FIRE PROOF JB-H(ST.)H 1x2x1,0 mm <sup>2</sup> EMI ENG.SZÁM 20-CPR-37-(C-14/2014) Nr.: U/021145	PH120	Poliolefin külső köpeny és érszigetelés; MICA szalag és folyósító szál.	Halogénmentes biztonságtechnikai kábel.
4.	BRANDMEL DEKABEL	-	10 eres tűzjelző kábel. Feltételezhetően nem tűzálló kábel piros köpenyszíne ellenére. PVC köpeny.	Tűzjelző, biztonságtechnikai törzskábel.
5.	EUROSAFE 2x1 SQMM SHIELDTO BS 6387 CWZ- EN 50200 IEC 60332.3- CE 2009	E90 PH180	Árnyékolt; alumínált szintetikus fólia és lángálló pvc köpeny	Beltéri, árnyékolt, tűzálló, tűzjelző kábel
8.	JE-H(S)H FE180/E30 BRANDMEL DEKABEL FACAB LYNEN VDE-Re9. – Nr.9876	FE180 E30	16 eres tűzjelző kábel.	Tűzjelző, biztonságtechnikai törzskábel.
9.	UNIO CABLE UTP CAT.5E 2018.07.20 076M CE No. EC. 1282. OU141.126., HHCQC68	-	Fehér köpeny, tiszta réz kábel (feltételezés: kábelköpeny: PVC vezeték szigetelése: PE)	Informatikai kábel UTP hálózati kábel
10.	DRAKA – UC400 CATEGORY 6 U/UTP HD 4P 3P VERIFIED IEC 61156-5 D41145021007:50 D8177 m	CPR tűzvesélyességi besorolás: Eca	Árnyékoltalan hálózati fali kábel (kék köpeny) Kategória / Class: Cat.6/ Class E Kábel szerkezet: U/UTP	Informatikai kábel UTP hálózati kábel
11.	YM-J 3x1,5 5KW -46- 4ÖVEC – CE *** 7295	-	PVC szigetelésű kábel Szürke tömör rézvezeték	Általános villanszerelési kábel
12.	SEVERAL KABLO 300/500 V TSE <HARD> TS 9760 H05VV-F 3 G 1.5 mm <sup>2</sup> U.No: 104297 2010 CE	Lángálló Az EN/IEC 60332-1-2 szabványnak megfelelően CPR lángállósági tulajdonság Eca	Vezető anyaga Réz, Érszigetelés és a külső köpeny anyaga Polyvinyl chloride (PVC)	Különösen alkalmas háztartásokban, konyhákban és irodákban, száraz és nedves körülmények között egyaránt - például mosógépek, szárítók, esetében - amennyiben a kábel igazodik a készülék alapvető specifikációihoz. Tűzhelyekhez, forró készülékekhez is alkalmas, azzal a feltétellel, hogy nem kerül közvetlen érintkezésbe a készülék forró részeivel, és nincs kitéve hősugárzásnak.
13.	U. PRYSMIAN MEEI <HARD> H05VV-F 3G1,5 mm <sup>2</sup> 2013 CE	Lángálló az EN 60332-1 szerint CPR lángállósági tulajdonság Eca	PVC szigetelés és köpeny	Beltéren és kültéren (adott feltételekkel) rögzített szereléssel, világítási körök, dugalj körök betáplálásához vagy vezérlő kábelként akár nyirkos helységben is használható.

3. táblázat: Vizsgálati minták<sup>8</sup> (készítette a szerző)

## 1.6 Vizsgálatok sugárzó hő hatására

### 1.6.1 Sugárzó hő vizsgálati berendezése

Az I. Hőmérsékleti veszélyességi fokozatot (300-450°C-os hőmérséklet), azaz a sugárzó hővel szembeni viselkedést az Egyesült Nemzetek Szervezete Gazdasági Bizottságának (ENSZ-EGB) 118. sz. előírásában meghatározott gépjárművekre vonatkozó követelmények felhasználásával vizsgáltam. [29]

<sup>8</sup> a 6. és 7. minta elnevezés nem került felhasználásra

A vizsgálatot az előírás a gépjárművek ülőpárnáira írja elő, azok sugárzó hő hatására történő égve csepegésének vizsgálatára. A vizsgálat során a mintát vízszintesen kell elhelyezni az elektromos fűtőtest alá, és annak hőhatásának kell kitenni. A minta alá egy pamutvattát tartalmazó edényt kell elhelyezni a keletkező cseppek összegyűjtésére, illetve annak megfigyelésére, hogy a cseppek lángra kapnak-e. A hőforrás egy 500 Watt hasznos teljesítményű elektromos fűtőtest.

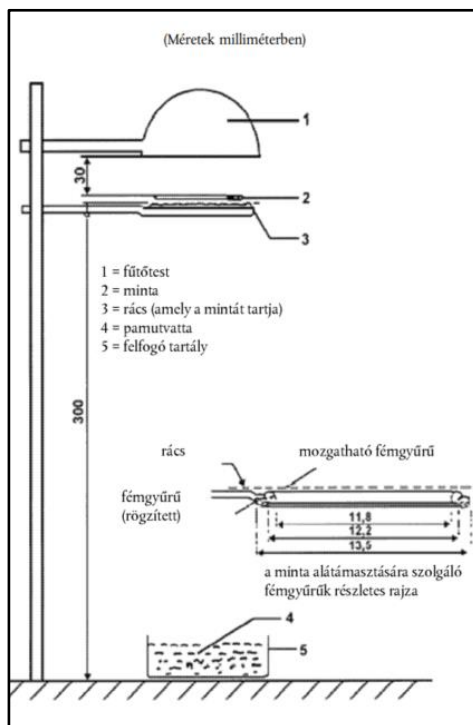
A sugárzó felület egy  $100 \pm 5$  mm átmérőjű átlátszó kvarctárcsából áll. A fűtőtestet úgy kell elhelyezni a tartón, hogy a sugárzó felület vízszintesen álljon és lefelé sugározzon. Az oszlopba emelőkar van beépítve, amely segítségével a fűtőtest tartóját lassan fel lehet emelni. Kioldóval kell biztosítani, hogy a fűtőtestet vissza lehessen hozni a normál helyzetébe. Normál helyzetben a fűtőtest, a mintatartó és a cseppfogó tengelyének egy vonalba kell esnie. [29] A vizsgálóberendezés részei: elektromos fűtőtest, mintatartó, edény és egy tartó (áramló levegőtől védett helyen).

A vizsgálati eljárás során mintát a tartóra kell helyezni, és ezt úgy kell beállítani, hogy a fűtőtest felülete és a minta felső oldala közötti távolság 30 mm legyen. A pamutvattával töltött felfogó tartályt a mintatartó alá, attól 300 mm-re kell helyezni. A fűtőtestet félre kell tolni, hogy ne sugározzon a mintára, és be kell kapcsolni. Ha a teljes teljesítményét elérte, a minta fölé kell helyezni, és ezzel megkezdődik a vizsgálati idő. [29]

A vizsgálatot 15 cm hosszú kábelmintákon végeztem el, még pedig oly módon, hogy kiegészítésként a folyamat közben a kábel felületi hőmérsékletét digitális termoelemmel folyamatosan mértem, és figyeltem az égési jelenségeket. Az előírástól eltérően, mivel pont az volt a célom, hogy az emelkedő hőmérsékletre tudjam vizsgálni a kábelek viselkedését, a fűtőtestet  $110-120^{\circ}\text{C}$ -ról melegítettem fel, miközben a mintadarab felett volt elhelyezve, folyamatosan sugározva azt.

Az elektromos fűtőtest maghőmérséklete  $700^{\circ}\text{C}$ -ra állítható, mely hőmérséklet a műanyagok termikus bomlásának ismeretében elegendő a vizsgálatok elvégzéséhez. A készülék a 2. Képen látható.

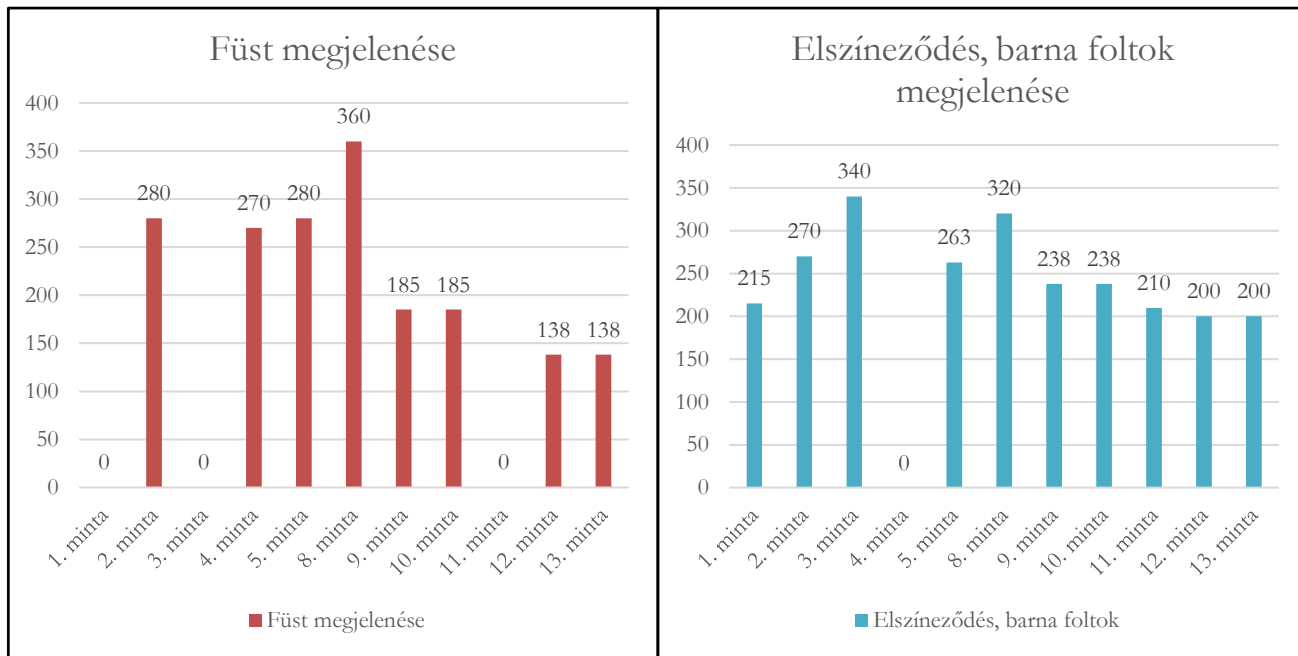
A műanyag burkolatok sugárzó hővel szembeni viselkedést kétféle módon vizsgáltam. Az izzó vas felületétől beállított távolsággal lehet beállítani, hogy milyen hőmérséklet érje a mintát. Megfigyelés során a füst megjelenését, a műanyag elszíneződését és az izzás kezdetét jegyeztem fel a minta jellemzésére az eltelt idő és a hőmérséklet függvényében. A hőmérsékleteket a kábelre feltekert K típusú, króm-króm termoelemmel mértem.



2. kép: Sugárzó hő vizsgálati készülék (Bal oldal: [29], jobb oldal: készítette a szerző)

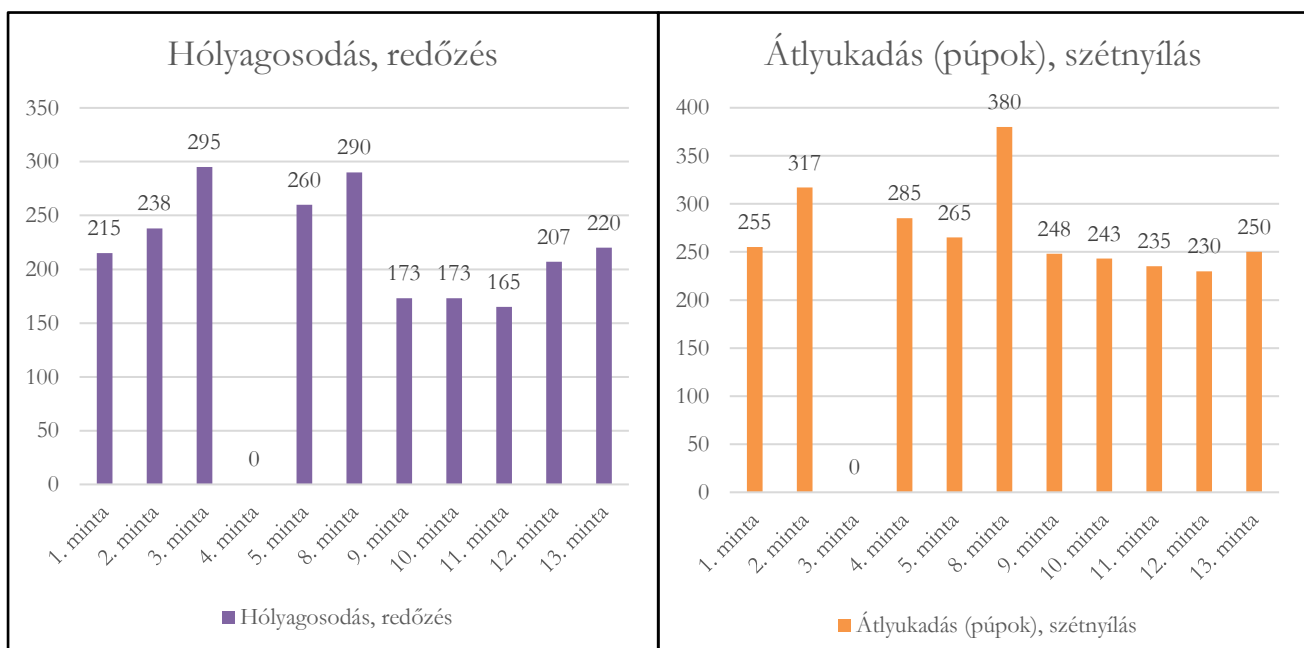
### 1.6.2 Mérési eredmények

A minták közös jellemzője, hogy már gyulladáspont alatt 300°C –ig megjelennek a kémiai degradáció jelei, azaz az éghető gőzök, gázok potenciális lehetősége. Ilyen jellemzők a füstképződés, elszíneződés, és a hólyagosodás, melyeket a 2. és 3. ábra és a 3. kép szemléltet. Ezek a tűzálló (funkció-megtartó) kábelek esetén is megjelennek (1., 2., 3., 5., 8. minták). Ezt azért fontos kiemelni, mert a lánggal való égés első előjele és feltétele.

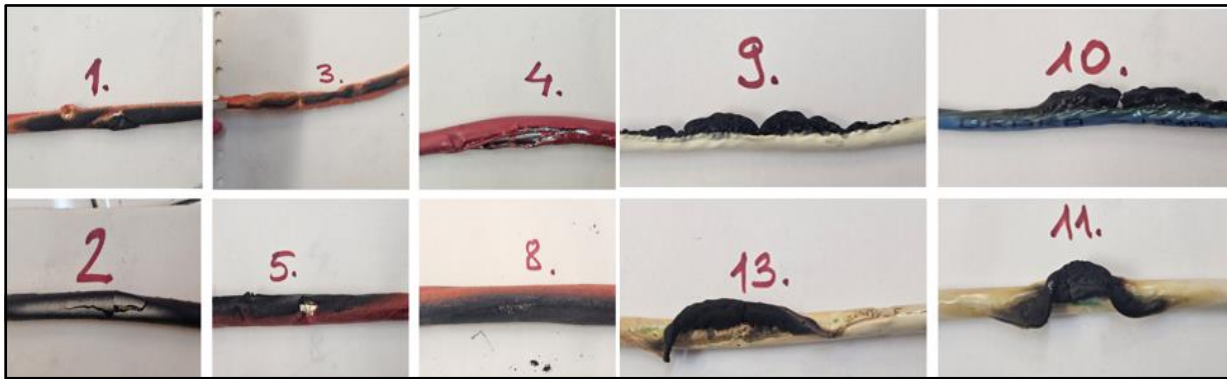


2. ábra: Vizsgálati eredmények – Füst megjelenése és elszíneződés, barna foltok megjelenése (készítette a szerző)

A 3. ábrán jól látható, hogy a sugárzó hő hatására keletkező hólyagok kilyukadása, illetve a kábelek szétnyílása is végbe megy 300°C körüli hőmérsékleten, melynek a működőképesség-megtartás kapcsán nagy a jelentősége.



3. ábra: Vizsgálati eredmények – Hólyagosodás megjelenése és átlyukadás, szétnyílás megjelenése (készítette a szerző)



3. kép: Sugárzó hő vizsgálati minták a vizsgálatot követően (készítette a szerző)

### 1.7 Oxigén index, mint a III. hőmérsékleti fokozat tűzvédelmi paramétere

Ezzel a módszerrel egyedülálló módon vizsgálhatjuk a különböző anyagok éghetőségi tulajdonságát úgy, hogy a levegőtől eltérő (növelt, >21 t<sup>f</sup>%) oxigéntartalmú közegben vizsgáljuk az éghetőségüket ezzel egy számszerű jellemzőt kapva. Másik előnye, hogy ezzel a módszerrel pontosan rangsorolhatóvá válnak az égéskésleltetett anyagok égéskésleltetésük hatékonysága szerint. Hiszen a tűzálló (funkciómegtartó) kábelek általában réteges felépítésükkel biztosítják a funkció megtartását, mégpedig úgy, hogy a külső műanyag réteg elég és az alatta lévő fólia rétegre keramizálódik, így ezen kábelek a tűzterjedéshez ugyanúgy hozzájárulnak, mint az általános kábeltípusok. Ezért gondolom úgy, hogy mindkét kábelminősítési rendszert érdemes lenne kiegészíteni az oxigén index vizsgálatával.

Korábbi kutatásaim során vizsgáltam a tűzálló kábelek más minősítési perspektíváit, és ekkor találtam rá erre a szabványos minősítési módszerre, ami számos előnye ellenére mégsem része sem a tűzálló kábelek hivatalos minősítésének (tűzvédelmi megfelelési tanúsítási követelmények), sem az általános kábelek hivatalos minősítési rendszerének (MSZ EN 13501-6) [7]. Ez a vizsgálati módszer az oxigén index vizsgálata (MSZ 10200-1989 ill. ISO 4589, ASTM 2863, Plastics - Determination of flammability by oxygen index), mely egy a kábelgyártók körében is elterjedt szabványos vizsgálati módszer. A szakirodalomban számos példát találhatunk különböző felhasználási területeken történő alkalmazására való törekvésre. [30], [31], [32], [33], [34], [35] Tovább kutatva a témát az is világosság vált számomra, hogy a vizsgálatnak nem csak az anyagok tűzállósági követelményének szempontjából van nagy jelentősége, hanem magas oxigénkoncentrációjú környezet esetén is. Gondoljunk csak az elmúlt Covid-19 vírus okozta kihívások időszakára. A kórházakban megsokszorozódott a lélegeztető gépek mennyisége, és az intenzív osztályok mérete. Ilyen környezetben a tüzek a magas oxigénkoncentrációnak köszönhetően nemcsak robbanásszerűen terjedtek tovább, hanem a láng hőmérséklet is magasabb. Élő példák mutatták meg milyen hatalmas anyagi és alkalmanként emberi károkkal járnak.

#### *Mérési eredményeim néhány kábelre*

Korábbi munkáimban már beszámoltam a mérés elvéről, és erre vonatkozó mérési eredményeimről. [6], [7], [11] Ezek illeszkednek a kiterjesztett üzemi hőmérsékleti tartományok III. részéhez. Az eddigi méréseim és az abból levont következtetésem is megerősítik a magas oxigéntartalomban történő égés fontosságát. Külön előnye, hogy a burkolati rétegek között is különbséget lehet tenni, azaz meg lehet adni a valamely műanyag réteg leggyengébb anyagát.

Kezdeti kutatásaim során a tűzálló kábelek jelenlegi minősítését vetettem össze az oxigén indexük értékével, és figyelemreméltó következtetéseket vontam le. A vizsgálatokat a rendelkezésemre álló kábeleken tudtam elvégezni, a jövőben ki szeretném terjeszteni ezt a vizsgálatot több kábeltípusra is, melyek azonos módszerrel lettek minősítve, így összevethetőbb eredményeket tudnék bemutatni.

Mintatípus	Jellemzők		LOI (oxigén index)	Égési jelenségek	Levegő 21 tf.% O <sub>2</sub> -hoz képest
1. NOBURN 2X1,9MM2 300/500v	PH30	Xps, kerámia-szilikon érszigetelés, halogénmentes	33,7 %	Lánggal égés	+12,7%
2. KABTEK JE-H (St.)H.Bd 2x2x0,8	FE180 E90	Halogénmentes, tömör rézvezető csillámszalag érszigeteléssel	33,4 %	Lánggal égés, füstölés alul és felül, olvadás és égve csepegés	+12,4%
3. S.FIRE PROOF JB-H(ST)H 1x2x1	PH120	Poliolefin külső köpeny és érszigetelés; MICA szalag és folyósító szál.	37,7 %	Égve csepegés, olvadás	+16,7%
4. BRANDMEL DEKABEL 10 eres tűzjelző kábel		Tűzjelző kábel. Feltételezhetően nem tűzálló kábel piros köpenyszíne ellenére. PVC köpeny.	36%-on teljesen elégett, nagyon gyorsan. Nagy füsttel, szálló szálal anyagokkal és égéstermékkel.		-
5. EUROSAFE 2x1 SQMM SHIELDTO BS 638	E90 PH180	Árnyékolt; alumínált szintetikus fólia és lángálló pvc köpeny	27,5 %	Égve csepeg, olvad, füstöl	+6,5%

4. táblázat: Tűzálló kábelek oxigén indexe (saját szerkesztés, saját mérési eredmények)

A 4. ábrán az eredményekből jól láthatóak a két minősítési módszer közötti eltérések, mint például, hogy a PH180-as és E90-es funkció-megtartási eredménnyel rendelkező 5. minta típus szerepelt szinte a legrosszabbul oxigén index szempontjából várakozásainknak ellentmondva, az utolsó oszlopból leolvasható, hogy a levegő oxigéntartalmához képest elegendő csak 6,5%-kal magasabb, és éghetővé válik a kábel. Az is jól látható, hogy az 1. minta típus, melytől a leggyengébb eredményt vártuk a jelenlegi minősítése alapján (PH30), végül a középmezőnyben végzett oxigén index alapján. Ebből az is látható, hogy nem feltétlen van összefüggés a jelenlegi minősítési rendszer és az oxigén index vizsgálati eredményei között, mely alátámasztja annak vizsgálatát. A legjobban a 3. minta típus teljesített, ennek lett a legmagasabb az oxigén indexe, annak ellenére, hogy a minősítése alapján a középmezőnybe tartozna.

Tovább kutatva a témát az is világosság vált számomra, hogy ezen vizsgálatnak nem csak az anyagok tűzállósági követelményének szempontjából van nagy jelentősége, hanem magas oxigénkoncentrációjú környezetek esetén is. Gondoljunk csak az elmúlt Covid-19 vírus okozta kihívások időszakára. A kórházakban megsokszorozódott a lélegeztető gépek mennyisége, és az intenzív osztályok mérete. Sok esetben eredetileg más funkciójú létesítményeket alakítottak át ideiglenes kórházakká, mint például stadionokat, közösségi házakat, és hoztak létre konténerekből és más szerkezetekből további mobil és ideiglenes kórházakat. A helyzet hirtelen kialakulásának köszönhetően nem feltétlen gondoltak mindenre kiterjedően a tűzvédelmi szempontokra. A 4. ábra utolsó oszlopában láthatjuk, hogy a levegőhöz képest mennyivel magasabb oxigénkoncentráció kell a környezetben ahhoz, hogy a funkciómegtartó kábel elveszítse tűzálló tulajdonságát, és a tűz tovább terjedéséhez hozzájáruljon hálózatos kialakításával. Az eredményekből az is jól látható, hogy ez egy létesítmény kivitelezése, beruházása során nem feltétlenül jelente többlet költséget, nem kellene drágább jobb minőségű kábelt beruházni, hiszen mint látható az 5. minta típus, ami magasabb működőképesség megtartási jellemzővel rendelkezik, feltehetően drágább, és mégis jóval alacsonyabb az oxigén indexe a 3. minta típushoz viszonyítva, aminek a legmagasabb az oxigén indexe. A továbbiakban még több kábeltípust kívánok vizsgálni, és feltételezem, hogy a jelenlegi minősítési módszerrel azonos kategóriába sorolt kábelek között az oxigén indexes mérés nagy szórású eredményeket fog produkálni. Így véleményem szerint fontos lenne olyan létesítmények esetén figyelembe venni az oxigén indexet is az építőanyagok minősítése, ahol magas oxigénkoncentráció fordulhat elő.



Az általam behatárolt üzemi hőmérsékletek tartományában eddig elvégzett laboratóriumi mérések igazolják azt a feltevézésem, hogy a kábelek különbözősége nem csak láng hatására mutatkozik meg. Tűzveszélyes állapotok kialakulnak már az első néhány száz fokos tartományban is. A harmadik legmagasabb hőmérsékleten – amelyet a 21% -os oxigéntartalomhoz képest a megnövekedett oxigénkoncentrációja okozza – a kábelek közötti különbségek tovább erősödnek.

Az I. hőmérsékleti fokozatban a műanyag burkolatú kábelek esetén, a szigetelőanyag alacsony gyulladáspontjából adódóan már a lánghőmérséklet alatt tűzveszélyes állapotba kerülhetnek. Ennek a tűzveszélyes állapotnak a megjelenésének első jelei az elszíneződés (barnulás) és füstképződés, amely mögött a műanyag szerkezetének hóbomlása (degradációja) áll. Így alacsonyabb hőmérsékleten, a tűz korai szakaszában megindulhat bomlásuk mikor még közvetlen láng nem éri a burkolatot, hanem a sugárzó hő. Ebből adódóan véleményem szerint be kellene építeni ezt a minősítési módszert a jelenlegi kábel osztályozási rendszerbe, mind a tűzálló, mind a hagyományos kábelekre vonatkozóan. Hiszen a tűzálló kábelek esetében is érdemes lenne figyelmet fordítani a funkció-megtartás mellett az éghetőségre is (a funkció-megtartása mellett a kábel műanyag burkolata éghet, csak funkcióját a kábel adott ideig betölti). Kísérleteim alátámasztják a III. hőmérsékleti fokozat kiterjesztését is különösen az oxigéndús környezetre (pl.: műtők, intenzív osztályok, olyan területek, ahol a technológiából adódóan oxigéndús környezet fordulhat elő) oxigén index alapján, és külön magas üzemi hőmérsékletű területekre (pl.: ipar, kazán, szauna, nagy konyha, szerver helyiségek) hőmérséklet index alapján. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy a magas hőmérséklet öregíti a szigetelést, azaz az adott kábel mechanikai élettartama rövidebb lesz, ha azt a megengedett maximális üzemi hőmérsékleten folyamatosan működtetik, továbbá befolyásolhatja annak tűzállóságát és tűzvédelmi osztályát. A későbbiekben ebbe az irányba is érdemes kiterjeszteni vizsgálataimat. Tehát a méretezésnél, a beépítési körülményeknél ezt is figyelembe kell venni.

Oxigén indexen alapuló osztályozás [22]		Hőmérséklet indexen alapuló osztályozás	
LOI <sup>9</sup> <20,95	BA: burning in air/ levegőn éghető	TI-LOI <sup>10</sup> <50 °C	környezeti hőmérsékleten éghető
20,95-28,00	NBA: non burning in air/ levegőn nem éghető	51-100 °C	környezeti hőmérsékleten nem éghető
28,00-100,00	SE: self-extinguishing/ önkioltó	101-150 °C	közepesen magas környezeti hőmérsékleten nem éghető
LOI>100,00	NB: non burning/ nem éghető	151-200 °C	magas környezeti hőmérsékleten nem éghető
		>200 °C	extra magas környezeti hőmérsékleten nem éghető

5. táblázat: Javasolt osztályozás oxigén index és hőmérséklet index alapján  
(készítette a szerző)

Javaslom a 5. táblázatban látható osztályozás bevezetését a kábelekkel szembeni kiterjesztett és valós követelmények figyelembevételét, és az oxigén indexes vizsgálat használatát. A továbbiakban a tűzállóságra vonatkozóan is tervezem kidolgozni az ezzel kapcsolatos javaslatokat, mérések alapján. Ez egy gyors és viszonylag olcsó szabványos vizsgálat, mely lehetőséget biztosít a vizsgálat során empirikus úton megtapasztalni további égési jellemzőket (pl.: füstképződés, égve csepegés). A műanyag burkolatok LOI értékének megadásával érdemes lenne kiterjeszteni a kábelek és elsősorban a tűzálló kábelek tűzbiztonsági paraméterét. Kutatásom folytatása során a fentieket további laboratóriumi vizsgálatokkal kívánom alátámasztani, melyről e cikk következő részeként kívánok beszámolni.

<sup>9</sup> LOI: Limited Oxygen Index – az oxigén index jelölése

<sup>10</sup> TI-LOI: Temperature Index – hőmérséklet index oxigénindexes vizsgálatlal meghatározva; javasolt jelölés



- [1] „Elektromos tüzek és tűzoltó anyagok Mivel célszerű oltani?” [Online]. Elérhetőség: <http://docplayer.hu/1221831-Elektromos-tuzek-es-tuzolto-anyagok-mivel-celszeru-oltani.html> (2024.04.29)
- [2] Beda L., Kerekes Z. „Égés és oltásmélet II.” egyetemi jegyzet SZIE YMÉK ISBN 989-963-9483-21-2
- [3] „Türkei: Neun Todesopfer nach Explosion im Krankenhaus”, TRTDEUTSCH 19 DEZ. 2020 [Online]. Elérhetőség: <https://www.trtdeutsch.com/news-turkei/turkei-neun-todesopfer-nach-explosion-im-krankenhaus-3889883> (2021.04.29)
- [4] Lánglovagok weboldal „Lánglovagok Tűzvédelmi Tudásbázis” [Online]. Elérhetőség: <https://www.langlovagok.hu/12702/mintegy-3500-lakastuz-2023-elso-feleveben> (2024.06.24.)
- [5] Farkas S., „Védelem” [Online]. Elérhetőség: <https://www.vedelem.hu/letoltes/document/529-20220707-farkassandor.pdf> (2024.06.24.)
- [6] Gyöngyössi É. „Fire safety of cables in oxygen-rich environment,” in 3rd Fire Engineering & Disaster Management Prerecorded International Scientific Conference: Book of extended abstracts 26th of April, 2023, Budapest, Védelem Tudomány, 2023, pp. 34-36 pp. [Online]. Elérhetőség: [https://epa.oszk.hu/04100/04186/00025/pdf/EPA04186\\_biztud\\_szemle\\_2024\\_01ksz\\_079-092.pdf](https://epa.oszk.hu/04100/04186/00025/pdf/EPA04186_biztud_szemle_2024_01ksz_079-092.pdf) (2024.04.29)
- [7] Kerekes Z., Gyöngyössi É. és Elek B., „Tűzoltó kábelek műanyag burkolatának új és hagyományos vizsgálati módszereinek összehasonlító elemzése,” Védelem Tudomány, pp. 24-36. p., 2017.
- [8] Pál K., Macskásy H. „A műanyagok éghetősége”, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1980, pp. 118-124.
- [9] Gyöngyössi É. *Szakdolgozat - Tűzálló kábelek műanyag burkolatának minősítési kérdései*, Budapest: SZIE-YBL Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet, 2018.
- [10] „ELKOND,” 2017. [Online]. Elérhetőség: [https://elkond.sk/wp-content/uploads/2017/04/CPR-ELKOND\\_HU.pdf](https://elkond.sk/wp-content/uploads/2017/04/CPR-ELKOND_HU.pdf) (2024.06.24.)
- [11] Gyöngyössi É. „Oxigén index alkalmazási lehetőségei a kábelek tűzvédelmi minősítésében”, Biztonságtudományi Szemle 6: 1. különszám: Tűzbiztonság különszám pp. 79-92., 14 p. 2024.
- [12] Elek B., Varga D. és Kerekes Z. „Elektromos vezetékek túlterhelésének hatása a tűzvédelmi biztonságra”, Védelem Tudomány, pp. 37-52. p., 2017. [Online]. Elérhetőség: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13130/10599> (2024.09.21)
- [13] Kerekes Z. és Török A. „Háztartási villamos vezetékek és azok kötéseinek hatása a tűzveszélyességre,” Védelem Tudomány, pp. 53-65. p., 2017. [Online]. Elérhetőség: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13131/10600> (2024.09.21)
- [14] Az Európai Parlament és a Tanács 305/2011/EU rendelete (2011. március 9.) az építési - termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról és a 89/106/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről (CPR: construction products regulation) [Online]. Elérhetőség: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0305> (2024.06.24.)
- [15] 275/2013. (VII.16.) Korm. rendelet az építési termék építménybe történő betervezésének és beépítésének, ennek során a teljesítmény igazolásának részletes szabályairól [Online]. Elérhetőség: <https://njt.hu/jogszabaly/2013-275-20-22> (2024.06.24.)
- [16] MSZ EN 13501 Építési termékek és építményszerkezetek tűzvédelmi osztályozása szabványsorozat.
- [17] MSZ EN 13501-6 Osztályba sorolás az erősáramú, jelző- és távközlőkábelek tűzzel szembeni viselkedésének vizsgálata során kapott eredmények felhasználásával.

- [18] MSZ EN 50575:2014/A1:2016 Erősáramú, jelző- és távközlőkábelek. Építmények általános alkalmazású kábelei a tűzállósági követelményeknek való megfelelés szempontjából (Power, control and communication cables. Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements).
- [19] MSZ EN ISO 1716 Termékek tűzzel szembeni viselkedési vizsgálatai. A bruttó égéshő (fűtőérték) meghatározása.
- [20] MSZ EN 50399:2011 Égetésnek kitett kábelek és vezetékek közös vizsgálati módszerei. Kábelek és vezetékek hő- és füst kibocsátásának mérése a lángterjedési vizsgálat során. Vizsgálóberendezés, vizsgálati eljárások, eredmények.
- [21] MSZ EN 60332-1-2:2005 Villamos és fényvezető kábelek és vezetékek égetési vizsgálatai. MSZ EN 60332-1 Villamos és fényvezető kábelek és vezetékek közös vizsgálati módszerei. Egyedül álló szigetelt vezeték vagy kábel függőleges lángterjedési vizsgálata. MSZ EN 60332-2 Villamos és fényvezető kábelek és vezetékek égetési vizsgálatai. Egyedül álló, kisméretű szigetelt vezeték vagy kábel függőleges lángterjedési vizsgálata MSZ EN 60332-3 Villamos és fényvezető kábelek és vezetékek égetési vizsgálatai. Függőlegesen elhelyezett kábel- vagy vezetékköteg függőleges lángterjedésének vizsgálata
- [22] MSZ EN 61034-2:2006 Meghatározott körülmények között égő kábelek és vezetékek füstsűrűségének mérése. 2. rész: Vizsgálati eljárás és követelmények
- [23] EN 60754-2-3 Kábelekből anyagok égése során felszabaduló gázok 2. rész: Szabványos vizsgálat a savasság (pH méréssel) és a vezetőképesség meghatározására, 2-3. rész
- [24] EN 50267 Általános vizsgálati módszerek tűz körülmények között használt kábelekre
- [25] OTSZ: 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
- [26] 22/2009. (VII.23.) ÖM rendelet a tűzvédelmi megfelelőségi tanúsítvány beszerzésére vonatkozó szabályokról [Online]. Elérhetőség: <https://njt.hu/jogszabaly/2009-22-20-2L> (2024.06.24.)
- [27] MSZE 24102 (DIN4102-12): Villamos kábelrendszerek tűzállósági követelményei és vizsgálatai
- [28] MSZ EN50200, MSZ EN 50362, IEC 60331 szabványsorozat- Lángállóság vizsgálata kis keresztmetszetű tűzálló kábelekre
- [29] Az Egyesült Nemzetek Szervezete Gazdasági Bizottságának (ENSZ-EGB) 118. sz. előírása – Egységes rendelkezések az egyes gépjármű-kategóriák kialakításában használt anyagok égési tulajdonságairól és/ vagy tüzelőanyag- és kenőanyag-taszító képességéről [2015/622] 7. melléklet: Vizsgálat az anyagok olvadási viselkedésének meghatározására. (R118)
- [30] Kerekes Z., Lublós É. és Restás Á. „Az oxygen index (LOI) alkalmazásának lehetőségei a tűzvédelmi minősítésekben,” Védelem Tudomány, I. évfolyam, 3. szám, pp. 16-27., 2016. [Online]. Elérhetőség: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13014/10492> (2024.09.21)
- [31] Szép J., Gyöngyössi É. „Építőanyagok minősülő textíliák hazai és külföldi minősítésének összehasonlítása”, Védelem Tudomány, V. évfolyam, 1. szám, 2020. [Online]. Elérhetőség: <https://ojs.mtak.hu/index.php/vedelemtudomany/article/view/13374/10799> (2024.09.21)
- [32] R. H. White „Oxygen Index Evaluation Of Fire-Retardant-Treated Wood,” WOOD SCIENCE, 1. kötet Vol. 12., 1. szám No. 2., pp. 113-121., 1979. [Online]. Elérhetőség: <https://www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf1979/white79a.pdf> (2024.09.21)
- [33] A. D. La Rosaa, A. Reccaa et al „An oxygen index evaluation of flammability on modified epoxy/polyester systems”, Polymer, Volume 40, Issue 14, 4093-4098. pp., 1999 [Online]. Elérhetőség: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032386198006466> (2024.09.21)
- [34] Huali X., X. Lai et al „A sandwich-like flame retardant nanocoating for supersensitive fire-warning”, Chemical Engineering Journal, Volume 382, 2020. [Online]. Elérhetőség: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894719323393> (2024.09.21)
- [35] E. D. Weil, N. G. Patel et al „Oxygen index: Correlations to other fire tests”, Fire and Materials, vol. 16, 159-167 p., 1992.