

# Az oxigénindex (LOI) szerepe az OTSZ hatálya alá eső függönyök tűzvédelmi minősítésében\*)

Kerekes Zsuzsanna  
egyetemi docens  
SZIE–YMÉK Építőmérnöki Intézet  
tűzvédelmi laborvezető  
[kerekes.zsuzsa@ybl.szie.hu](mailto:kerekes.zsuzsa@ybl.szie.hu)

Ráski Szandra  
tűzvédelmi mérnök  
[szandra.raski@gmail.com](mailto:szandra.raski@gmail.com)

*Kulcsszavak/Keywords: Oxigénindex, Textilia, Tűzgűtlő, Minősítés, Égéskecskésítés, Poliészter, Vizsgálat  
Limited oxygen index, Textiles, Flame retardants, Qualification, Retardation of burning, Polyester, Testing*

**Összefoglalás.** A piacon megjelent új textiliákra vonatkozóan egyre több és komplexebb követelményeket írnak elő különböző szempontokból, amelyek alól a tűzvédelem kérdése sem képez kivételt. Az évek során a biztonsággal kapcsolatos kérdések egyre nyilvánvalóbbá válnak, így a tűzgűtlő anyagok iránti igény is nő. A hazai és nemzetközi szabályozás áttekintése után kiválasztottuk a legmegfelelőbb szabványokat, amelyek alapján a mintákat laboratóriumi vizsgálatoknak vetettük alá. A különböző lángterjedés vizsgálatok mellett célszerűnek tartjuk az oxigénindex kimérését, amely az anyagok valóságos és rejtett tulajdonságait is kihozza. A végcélom a kapott eredmények alapján oxigénindex szerint osztályozni az anyagokat.

**Abstract.** New textiles on the market require more and more complex requirements from different point of view and the issue of the fire safety is not an exception. Safety related questions become increasingly more obvious in the previous years, so the need for the fire retardant substances increases as well. This article has been written about the textiles as potential source of danger. After the presentation of the domestic and international regulation we picked up the best standards. According to these regulations we examined our specimens between laboratory circumstances. Next to the different flame spread we propose to measure the oxygen index measures as well, which present the real and hidden characteristics of textiles. Our main purpose, based on the received results to classify the substances according to the oxygen index.

## Bevezetés

Az elmúlt évtizedek során a biztonsággal kapcsolatos kérdések egyre inkább nyilvánvalóbbá váltak, így a tűzgűtlő anyagok iránti igény is nőtt. A rohamosan fejlődő világban egyre több anyag jelenik meg, amelyeknek tulajdonságait nem ismerjük, vagy hagyományos módszerrel, lángterjedés vizsgálatokkal nem állapíthatók meg. A hagyományos függönyök könnyen lánggra lobbzanhatnak, segíthetik a tűz továbbterjedését, mérgező gázok keletkezhetnek, valamint anyagi károk következhetnek be, ezért a gyártók olyan égéskecskésítő, lángmentesítő szereket fejlesztettek ki, amelyek hatására az anyagok önkioltóvá vagy lángállóvá válnak. A függönyöket leginkább zárt térben használják, égésük is zárt térben következik be, azaz égés előrehaladtával folyamatosan változik, csökken az oxigén koncentráció. Egyik kérdés, meddig lehet ezt csökkenteni, milyen a legkisebb oxigén koncentráció, amelynél még van lángterjedés. Ennek kimérésére és megadására szolgál az oxigénindex, mint tűzvédelmi paraméter. További kérdés, hogy a lángterjedés megadása elegendő-e veszélyes környezetben levő éghető anyag esetén.

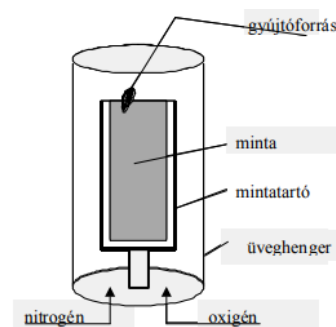
## Vizsgálataink célja

A textilián végzett lángterjedés vizsgálatokkal meghatározhatjuk, hogy milyen mértékben járulnak hozzá a tűz továbbterjedéséhez, éghetők-e vagy nem éghetők. Munkánkban azt kívánjuk vizsgálni, hogy az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) szerinti 1-es osztályú követelmény, vagyis az EN13773, az EN1101 és az EN1102 szabványok elegendők-e ahhoz, hogy az OTSZ hatálya alá eső függönyök valóságos égési jellemzőiről teljes képet kapjunk. A minták minősítésének során az EN 13773 szabványt vettük alapul, ahol a sugárzó hő mint kiegészítő terhelés jelenik meg, ezáltal jóval szigorúbb, mint egy egyszerű lángterjedés vizsgálat. Ha a sugárzó panellel előmelegített körülmény sem tesz különbséget a nem éghető és az éghető mintacsoportokon belül akkor megnövelt oxigéntartalom mellett folytatódik a vizsgálat, amely vizsgálatával és felhasználásával az anyagok valóságos és rejtett tulajdonságai is kimutathatók, nem csak és nem kizárólag az, hogy éghető-e vagy sem.

## Az oxigénindex (LOI) szerepe az éghetőség minősítésében

Égő anyagok égéskecskésítését vagy lángmentesítését már szinte kizárólag LOI érték megadásával minősítik.<sup>1</sup>

Az anyagok éghetőségét tudjuk jellemezni az oxigén minimális százalékos arányával, amelynél még égnék. Mivel a levegő normál oxigén tartalma körülbelül 21 térfogattört (tf%), ezért a legtöbb anyag emellett képes az égésre, de megkülönböztetünk olyan anyagokat is, amelyek ennél kisebb vagy nagyobb oxigén tartalom mellett



1. ábra. Oxigénindex mérő készülék és elvi felépítése az Ybl Miklós Építéstudományi Kar tűzvédelmi laboratóriumában

\*) Lektorált cikk.

<sup>1</sup> Kerekes Zsuzsanna: Az oxigénindex (LOI) jelentősége a textiliák tűzvédelmi minősítésében. Magyar Textiltechnika, 2019. (LXXII.) 3. sz. 2–5. old.

is égnék. Az oxigénindex fontos anyagi paraméter az éghetőség megítélésében, ennek ellenére nem tartozik az elterjedt laboratóriumi vizsgálatok közé. A módszert eredetileg műanyagok éghetőségének megítélésére fejlesztették ki, azonban bármely szilárd illetve éghető anyag esetében alkalmazható. Az oxigénindex definíciója szerint a levegőben levő oxigéntartalmat jelenti 1-től 100 térfogat-törtig (tf%). A 21 tf% alatti oxigénindex-szel rendelkező anyagok könnyen égnék, míg az ennél magasabbak értéket mutatók nem égnék könnyen. Két fontos előnye az oxigénindexnek, hogy reprodukálható teszt, amely kis mintákat igényel és egyedülálló képet nyújt. A LOI tesztet világszerte egységes szabványok rögzítik, pl. ASTM 2863. Oxigénindexnek az az érték tekinthető amikor a mintán a beégés eléri a 8 cm-t (ASTM 2863).

## A Függönyökre vonatkozó jogszabályok

### Kötelező hatályú hazai szabályozás (OTSZ)

Az 54/2014 (XII.5.) BM rendelet a következőket írja elő:

„...42. § (2) A színházak tömegtartózkodásra szolgáló helyiségeiben égéskésleltető szerrel hatékonyan kezelt dekorációs anyagok, installációk, díszletek és független akkreditált vizsgáló és minősítő laboratórium által igazolt, a vonatkozó műszaki követelmény szerinti legalább 1-es osztálynak megfelelő függönyök alkalmazhatóak.

44. § (1) A tömegtartózkodásra szolgáló zenés, táncos és színpadi rendezvények tartására szolgáló helyiségben égéskésleltető szerrel hatékonyan kezelt dekorációs anyagok és független akkreditált vizsgáló és minősítő laboratórium által igazolt, a vonatkozó műszaki követelmény szerinti **legalább 1-es osztálynak** megfelelő függönyök alkalmazhatóak....”

(Megjegyezzük, hogy az OTSZ nem utal arra, hogy milyen vizsgálat és milyen kritérium alapján kerül egy anyag 1-es osztályba.)

### Európai és nemzetközi vonatkozó szabványok

A fent említett követelményeket viszont az alábbi szabványok szerint kell megadni

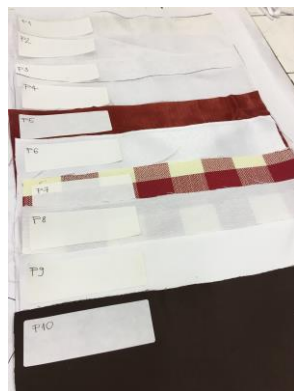
- ISO 6940:2004 Textilkelmék. Égési viselkedés. A lángterjedés mérése függőlegesen elhelyezett próbadarabokon.
- ISO 6941:2004 Textilkelmék. Égési viselkedés. A lángterjedés mérése függőlegesen elhelyezett próbadarabokon.
- MSZ EN 13772:2011 Textiliák és textiltermékek. Égési viselkedés. Függönyök és sötétítőfüggönyök. A lángterjedési sebességének mérése függőleges helyzetű próbadarabokon nagy gyújtóforrással.
- MSZ EN 13773:2003 Textiliák és textiltermékek. Égési viselkedés. Függönyök és sötétítőfüggönyök. Osztályba sorolási rendszer.
- MSZ EN 1102:2017 Textiliák és textiltermékek. Égési viselkedés. Függönyök és sötétítőfüggönyök. Részletes eljárás függőleges próbadarabok lángterjedésének meghatározására.
- MSZ EN 1101:1995/A1:2005 Textiliák és textiltermékek. Égési viselkedés. Függönyök és sötétítőfüggönyök. Részletes eljárás a függőleges próbadarabok gyúlékonyságának meghatározására (kis lánggal).

### Vizsgálati minták

A Magyarországon forgalmazott mintákat két különböző textil nagykereskedés bocsátotta rendelkezésünkre (P és S sorozat). Ezek a minták széles skálán lefedik a

I. táblázat. A vizsgálati minták adatai

Anyag jele	Összetétel	Területi sűrűség (g/m <sup>2</sup> )	Szött/nem-szött	Égés-késleltetés
P1	100% poliészter	37,61	szött	utólagos kezeléssel
P2	100% poliészter	45,53	szött	mindkét fonalrendszer égéskésleltetett szálból készült
P3	100% poliészter	46,40	szött	nem
P4	100% poliészter	49,34	szött	egyik fonalrendszer égéskésleltetett szálból készült
P5	100% poliészter	152,71	szött	utólagos kezelés
P6	100% poliészter	194,03	szött	nem
P7	100% poliészter	202,83	szött	nem
P8	65% pamut 35% poliészter	205,76	szött	nem
P9	65% poliészter 35% pamut	219,53	szött	nem
P10	100% poliészter	254,61	szött	mindkét fonalrendszer égéskésleltetett szálból készült
S1	100% poliészter	74,252	szött	égéskésleltetett
S2	100% poliészter	70,44	szött	égéskésleltetett
S3	100% Trevira X-pand	306,88	nem-szött	n.a.
S4	100% Trevira CS	316,75	szött	lángmentes
S5	100% Trevira CS	344,0	szött	lángmentes



2. és 3. ábra. A P és S jelű vizsgált minták méretre vágva

függönyök felhasználási területeit, a legkönnyebb fényát-eresztő függőnytől a legvastagabb sötétítőfüggőnyig. A minták között nem kizárólag dekorációs függöny szerepel, hanem színházban használatos textiliák, dekoranyagok is

A minták ismert paramétereit az I. táblázatban adtuk meg, továbbá a 2. és 3. ábrán láthatók, milyen sokszínűek.

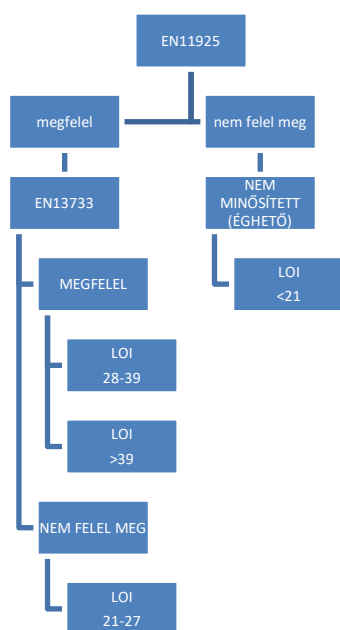
## A vizsgálati módszerek kiválasztásának szempontjai és menete

Az anyagok lánggal való reakcióját valamint égési viselkedését szabványos követelményekkel vizsgálják, ellenőrzik. A textilekre vonatkozó vizsgálatok közül legelterjedtebb a lángterjedés mérés. A vizsgálatokat egyre nagyobb lángnak és hőnek teszik ki, amit terhelési sornak hívunk. A különböző függönyök, textiltermékek viselkedését első lépésként kis láng hatására bekövetkezett *gyúlékonyság* meghatározással, majd *lángterjedés* méréssel és végül *nagy gyújtóforrással* végzett vizsgálatokkal határozzák meg.

Az említett vizsgálatok közé egyre inkább bekerül az oxigénindex mérése, amely a megnövelt oxigén atmoszférával adja a terhelést.

A tesztek elvégzéséhez két OTSZ szerinti előírást vetünk alapul: az EN 11925 és az EN 13773 szabványt. Valójában az EN11925 egy építőanyagokra vonatkozó szabvány, de alkalmazásával gyorsan és egyszerűen megállapítható, hogy egy anyag ég vagy nem ég. Amennyiben nem égett végig, a mintákat további tesztnek vetettük alá az EN 13773 szabvány alapján. Ennél a vizsgálatnál kiegészítésképpen egy többlet terhelés jelenik meg, úgynevezett sugárzó hő (4. ábra). Ebben látható az oxigénindex vizsgálatának a helye és létjogosultsága. A további terhelést megnövekedett oxigéntartalomban való égetés jelenti, jelentenén, a következő szabványos mérések szerint:

- MSZ EN ISO 4589-1:2017 Műanyagok. Az égési viselkedés meghatározása oxigénindexszel. 1. rész: Általános követelmények (ISO 4589-1:2017),
- MSZ EN ISO 4589-2:2017 Műanyagok. Az égési viselkedés meghatározása oxigénindexszel. 2. rész: Környezeti hőmérsékletű vizsgálat (ISO 4589-2:2017).



4. ábra. A vizsgálatok kiválasztása és a mérések menete

## Függőleges lángterjedés mérése (kislángos)

Az első méréseket az EN 11925 szabvány alapján végeztük, amit gyulladási vizsgálatnak, másnéven kislángos gyújtásnak is nevezzük. A vizsgálat menete: a 90×250 mm nagyságú előkészített mintát egy fém keretre helyezük. A 20 mm nagyságú lángot 15–30 másodpercig tartjuk a minta éléhez 45 fokban.

## Függőleges lángterjedés mérése EN 13733 szerint (sugárzó hővel terhelt)

A vizsgálati elrendezés alapja az EN ISO 6941 1-2 szabvány, amelynek lényeges eleme 560×170 mm nagyságú minta téglalap alakú keretre rögzítve. A mintával párhuzamosan egy 10 cm átmérőjű kör alakú elektromos fűtőtestet helyezünk el a mintától 62 mm távolságra. A vizsgált anyagot a sugárzó hő hatásának tesszük ki, majd 30 másodperc után plusz terhelésként lángot gyújtunk. A gyújtáshoz propángázt használunk és a lángmagasságot 40 mm-re állítjuk be (2 mm eltérés megengedett), 45 fokban (5. ábra).

## Lángterjedések mérési eredményei és látható károsodások

II. táblázat Függőleges lángterjedés mérés eredményei hősugárzó panellel és kis lánggal

A vizsgált textília	Sugárzó hővel		Kis lángos	
	Beégési mélység (mm)	Megfigyelt jelenségek	Beégési mélység (mm)	Megfigyelt jelenségek
P1	58	égve csepegés és füst nem figyelhető meg	22	égve csepegés és füst nem figyelhető meg, nem önfenn-tartó az égés
P2	58	égve csepegés és füst nem figyelhető meg	32	égve csepegés és füst nem figyelhető meg
P3	98	égve csepegés és füst nem figyelhető meg	63	égve csepegés és füst nem figyelhető meg
P4	75		102	
P5	95	füstöl	50	füstöl
P6	21	kormol, nem lángol	40	kormol, nem lángol
P7	340	kormol, égve csepegés és füst jelentkezik, azonnal lángba borul	165	kormol, égve csepegés és füst jelentkezik, azonnal lángba borul
P8	elégett	azonnal gyullad, olvad, füst képződik	elégett	azonnal gyullad, olvad, füst képződik
P9	elégett	azonnal gyullad, olvad, füstöl	elégett	azonnal gyullad, olvad, füstöl
P10	57		82	égve csepegés
S1	131		27	
S2	127		42	
S3		olvad, gyorsuló, nagy lánggal ég	193	olvad, gyorsuló, nagy lánggal ég
S4		nem lángol, szenesedik	0	nem lángol, szenesedik
S5		füstöl, izzik, nem lángol, szenesedik	0	füstöl, izzik, nem lángol, szenesedik

## Oxigén index mérése

A nem légköri összetételben való vizsgálatra a már bemutatott oxigén index mérése alkalmazható. Méréseim a Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Tűzvédelmi laboratóriumában történtek, amely labor rendelkezik a vizsgálatokhoz szükséges berendezéssel. (1. ábra)





5. ábra. Vizsgálat sugárzó hővel MSZ ISO EN 13773 szerint



6. ábra. Kis lángos teszt eredményei P jelű anyagokon



7. ábra. Kis lángos teszt eredményei S jelű anyagokon



8. ábra. Sugárzó hőnek kitett minták

### Az eredmények összesítése az oxigénindex (LOI) mérés eredményeivel

A minták minősítését a III. táblázat foglalja össze, ahol az alábbi jelölésekkel alkalmaztuk:

- +++ LOI alapján is neméghető
- ++ Sugárzó hő terhelés alatt nem éghető
- + Önkkioltó
- Levegőn van lángterjedés: nem felel meg

### Értékelés és javaslatok

A terhelési sorban a legszigorúbb a „kötelező” EN 13773 szabványos vizsgálat, ahol a sugárzó hő kiegészítő terhelésként jelenik meg, de méréseink alapján azt mondhatjuk, hogy önmagában a sugárzó panellel előmelegített körülmény sem tesz különbséget a nem éghető és az éghető mintacsoportokon belül. Az ún. finom különbségeket az oxigénindex kimérése, adta, mint pl. a felületi láng megjelenés, amelynek vizsgálatával és felhasz-

III. táblázat. A mérési eredmények összesítése minősítéssel együtt

Anyag jele	Beégési mélység	Beégési mélység	Oxigén-index	Értékelés
P1	22	58	33,4	++
P2	32	58	36	+++
P3	63	98	30,8	++
P4	102	75		
P5	50	95	32	++
P6	40	21	20,7	-
P7	165	340	<21	-
P8	elégett	elégett		-
P9	elégett	elégett	<18,5	-
P10	82	57	27	+
S1	27	131	31,9	++
S2	42	127	31,9	++
S3	193		22-24	-
S4	0		39,5	+++
S5	0		39,5	+++

nálásával az anyagok valóságos és rejtett tulajdonságai is kimutathatók, nem csak és kizárólag az, hogy éghető-e vagy sem. Továbbá az FR jelölés önmagában még nem jelent tényleges neméghetőséget, maximum önkkioltásra való képességet.

Indokoltnak látszik a textiliák minősítése az oxigénindex alapján, mert a szabványos lángterjedéssel kapcsolatos vizsgálatok alapján nem lehet reálisan összehasonlítani a kelméket. Egy hagyományos vizsgálat nem adja meg a textiliák rejtett tulajdonságait, mint például a felületi lángterjedést. A levegőn nem éghető és nem éghető anyag között az oxigénindex kimutatásával különbséget tudunk tenni.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a győri Szintetika Kft.-nek és a Bérgep Kft.-nek, hogy igen nagyszámú és változatos összetételű minták rendelkezésünkre bocsátásával segítették a vizsgálatokat és az eredmények általános megadását.



P1



P2



P3



P6



S1



S4

Egyes minták károsodása különböző oxigéntartalommal való égetés után