

FIRE RESISTANCE TEST OF LOADBEARING THERMALLY INSULATED FLAT ROOFS WITH TRAPEZOIDAL STEEL PROFILES: LOADBEARING CAPACITY**TEHERHORDÓ TRAPÉZLEMEZ ALAPSZERKEZETŰ TETŐFÖDÉMEK TŰZÁLLÓSÁGI VIZSGÁLATA: TEHERHORDÓ KAPACITÁS**KOMLAI Krisztina¹**Abstract**

In Hungary, industrial flat roofs with a surface area of tens of thousands of square meters are built every year. These warm roofs consist of several different layers (trapezoidal steel sheet, vapor barrier foil, thermal insulation, waterproofing sheet). In order to be able to examine and compare the different layers installed in our country along the same technical parameters, it is essential to apply the appropriate technical standards. The author aims to show how the laws, regulations and standards applied in domestic practice have changed in recent years, and to point out the extent to which these amendments affect previous results. She wants to support her conclusions with real examples, and with the help of these she tries to find an answer to the question of whether it is necessary to review the previous results?

Keywords

fire protection, loadbearing capacity, standard, industrial flat roof, trapezoidal steel sheet

Absztrakt

Magyarországon évente több tízezer négyzetméter felületű ipari lapostető kerül kialakításra. Ezek az ún. egyenes rétegrendű szerkezetek több különböző rétegből állnak (trapézlemez, párazáró fólia, hőszigetelés, vízzáró réteg). Ahhoz, hogy a hazánkban beépítésre kerülő eltérő rétegrendeket ugyanazon műszaki paraméterek mentén lehessen vizsgálni és összehasonlítani, elengedhetetlen a megfelelő műszaki szabványok alkalmazása. A szerző célja, hogy bemutassa, hogyan változtak az elmúlt években a hazai gyakorlatban alkalmazott jogszabályok, előírások és szabványok, valamint rámutasson arra, hogy ezek a módosítások mennyiben befolyásolják a korábbi eredményeket. Következtetéseit valós példákkal kívánja alátámasztani, valamint ezek segítségével igyekszik választ találni arra a kérdésre, hogy vajon szükséges-e a korábbi eredmények felülvizsgálata?

Kulcsszavak

tűzvédelem, teherhordó kapacitás, szabvány, ipari lapostető, trapézlemez

¹ komlai.krisztina@stud.uni-nke.hu | ORCID: 0000-0002-2491-9295 | PhD student, University of Public Service Doctoral School of Military Engineering | PhD hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola

BEVEZETÉS

Napjainkban igen elterjedt építési technológia a teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek alkalmazása. Ezek ún. egyenes rétegendű szerkezetek, melyek a következő rétegekből állnak: magasbordás, hidegen hengerelt acél trapézlemez, párazáró fólia, hőszigetelés és tetőszigetelés.

Felhasználásuk főként ipari, kereskedelmi és raktárépületek, illetve csarnokok építésénél jelentős, továbbá katonai hangárok, speciális tárolóépületek építésénél is megjelennek, köszönhetően a könnyű telepíthetőségnek, rövid építési időnek és nem utolsósorban a költséghatékonyságnak. [1-2]

Az utóbbi néhány évben kialakult gazdasági helyzet következtében – korlátozottan hozzáférhető építőanyagok és akadózó szállítási láncok – az építőipar is igen nehéz helyzetbe került. Az eddig könnyen hozzáférhető alapanyagok – mint például az acéllemez [3] vagy közetgyapot hőszigetelés – elérhetősége és ára is kedvezőtlen irányban változott. Ennek köszönhetően új gyártók és új termékek jelentek meg a piacon, melyek nem rendelkeztek megfelelő dokumentációval, így nem kerülhettek forgalomba.

SZABÁLYOZÁS

Az épületekkel, építményszerkezetekkel szemben támasztott tűzvédelmi követelményeket a különböző országok jogszabályaikban eltérő szinten rögzítik. Ahhoz, hogy a beépíteni kívánt szerkezeteket ugyanazon műszaki paraméterek mentén tudjuk vizsgálni és összehasonlítani, elengedhetetlen a megfelelő műszaki szabványok alkalmazása.

Jogszabályi környezet

A 305/2011/EU (CPR) rendelet azzal a céllal jött létre, hogy lehetővé tegye a piac működését és az építési termékek szabad mozgását az Európai Unión belül azáltal, hogy egységes szabályokat állapít meg a termékek forgalmazására vonatkozóan. Ezen felül kidolgoz egy, az építési termékek teljesítményének értékelését lehetővé tevő közös műszaki nyelvet. Ez a rendelet teszi lehetővé, hogy az uniós országok biztosítani tudják az építmények biztonságosságát.

A CPR rendelet az építményekre vonatkozóan alapvető követelményeket fogalmaz meg az alábbiakkal kapcsolatban:

- Mechanikai szilárdság és állékonyság;
- Tűzbiztonság;
- Higiénia, egészség és környezetvédelem;
- Biztonságos használat és akadálymentesség;
- Zajvédelem;
- Energiatakarékosság és hővédelem;
- A természeti erőforrások fenntartható használata.

Továbbá meghatározza az építési termékek forgalomba hozatalának feltételeit, teljesítményük értékeléséhez és leírásához szükséges módszereket, valamint a CE- jelölés használatára vonatkozó követelményeket. [4-5]

A 275/2013. (VII.16.) Kormányrendelet alapján, egy építési termék akkor építhető be, ha a termék teljesítményét teljesítménynyilatkozat igazolja. E Kormányrendelet 5.§-a szerint a teljesítménynyilatkozat kiállítható:

- harmonizált európai szabvány (hEN) alapján;
- Európai Műszaki Értékelés (ETA) alapján;
- nem harmonizált európai szabvány, nemzetközi szabvány vagy magyar szabvány alkalmazásával, amelyek alapján a tervezett felhasználás szempontjából lényeges alapvető termékjellemzők, azok vizsgálatának és értékelésének módszerei, valamint a teljesítményállandóság értékelésének és ellenőrzésének a 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet V. melléklete szerinti rendszere meghatározható;
- kiadott Nemzeti Műszaki Értékelés (NMÉ) alapján. [6]

Tűzvédelmi tervezés során fontos szempont, hogy a teljesítménynyilatkozatban szereplő teljesítményértékek elégséges ki az adott beépítésre vonatkozó elvárt műszaki teljesítményt. [7] Magyarországon a vonatkozó tagállami követelményeket az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet, azaz az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ) tartalmazza. [8]

Az 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról (Ttv.) 3/A.§ (3) bekezdése szerint az OTSZ-ben meghatározott biztonsági szint elérhető

1. tűzvédelmet érintő nemzeti szabvány betartásával;
2. a tűzvédelmi műszaki irányelvekben (TvMI) kidolgozott műszaki megoldások, számítási módszerek alkalmazásával, vagy
3. a tűzvédelmi műszaki irányelvektől vagy a nemzeti szabványtól részben vagy teljesen eltérő megoldással, ha az azonos biztonsági szintet a tervező igazolja. [9]

A fentiek alapján jól látható, hogy egy építési termék esetében számos előírásnak kell teljesülnie ahhoz, hogy jogszerűen és biztonságosan betervezhető, majd beépíthető legyen.

Jasztrab Péter János és Csőke Gergely az alábbiak szerint fogalmazta meg az összefüggéseket:

„Az építetőnek jó tudnia, hogy a szabályozást tekintve, az OTSZ-követelmény és a TvMI-megoldás egymásra épülő kettőse harmonizál az uniós előírások rendszerével is. Egyszerűbben elmondva, a CPR határozza meg, mely építési termékeket alkalmazzuk, az építési szabvány pedig, hogy mit és hogyan vizsgáljunk, az OTSZ, hogy mit kell betartani, a TvMI pedig, hogy milyen mértékű megoldást válasszunk.” [10]

Szabványi háttér

Az 1995. évi XXVIII. törvény a nemzeti szabványosításról 4. §-a alapján:

„A szabvány elismert szervezet által alkotott vagy jóváhagyott, közmegegyezéssel elfogadott olyan műszaki (technikai) dokumentum, amely tevékenységre vagy azok eredményére vonatkozik, és olyan általános és ismételten alkalmazható szabályokat, útmutatókat vagy jellemzőket tartalmaz, amelyek alkalmazásával a rendező hatás az adott feltételek között a legkedvezőbb.” [11]

A szabványok felhasználási módjuk szempontjából három csoportra oszthatók: termékszabványok, vizsgálati szabványok és alkalmazási szabványok.

A trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek tűzállósági teljesítményét valós léptékű laboratóriumi vizsgálatokkal határozzák meg, melyhez a korábban említett vizsgálati [12-

13] és a hozzájuk tartozó osztályozási [14] szabványokat veszik alapul. Érdeemes figyelemmel kísérni, hogy ezek a szabványok milyen mértékben változtak az elmúlt közel 40 évben. 1986-ban megjelent a VFDB (Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes - a Német Tűzvédelmi Szövetség) egy munkacsoportjának tanulmánya [15], mely szerint ezek a szerkezetek az akkori német DIN szabvány szerint nem minősíthetők. Így a tanulmány megírásához végzett vizsgálatokat még nem a ma használt szabványos tűzhatásgörbe [12, 16] szerint végezték el, viszont jó kiindulási alapot szolgáltatottak a szerkezettel kapcsolatos problémák feltárásához. Fontos megemlíteni, hogy ez a tanulmány még azt feltételezi, hogy a szerkezeten alkalmazott terhelés csak az önsúlyból és a hőteherből adódik össze. Ezzel szemben mára már jóval nagyobbak az elvárások, ha a teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek teherhordó kapacitásáról van szó. Az önsúlyon és a hőterhen felül számolnunk kell az installációs terhekkel (gépészeti és villamos függesztett berendezések, tetőn levő járólapok) [17], illetve a legújabb trendeknek megfelelően az ipari lapostetőkre szerelt napelemekkel. Az Efectis Nederland vizsgáló laboratórium által végzett kutatások [18] azt mutatják, hogy bár a napelemek által okozott tüzek nem túl gyakoriak (5 év alatt 8 tüzeset), a jövőre nézve értékes tanulságokat vonhatunk le a bekövetkezett esetek kapcsán.

A VFDB által kiadott korai tanulmányok után érdemes figyelmet fordítani a jelenleg alkalmazott műszaki szabványokra is. Ahogy az korábban említésre került a tűzállósági teljesítmény meghatározásához vizsgálati és osztályozási szabványokat alkalmaznak. Ezek a szabványok tartalmazzák a vizsgálatokkal kapcsolatos általános alapelveket és a vizsgálati módszert az építményszerkezeti elemek tűzállóságának megállapításához.

Érdekesség, hogy ezek a szabványok sokszor egymásnak is ellentmondanak, így megnehezítve a vizsgáló mérnökök munkáját. A feldolgozott vizsgálati eredményeket áttekintve láthatóvá válik, hogy az elmúlt években bevezetett szabványváltozások mennyiben befolyásolták a szerkezetek tűzállósági osztályba sorolását.

SZABVÁNYOS VIZSGÁLATOK

„A tűzállóság meghatározásának célja, hogy értékelni lehessen az építményszerkezeti elem próbatestének viselkedését meghatározott tűzhatás- és nyomáskörülményeknek való kitettség esetén. A módszer eszközt ad meg egy elem magas hőmérsékletkitétellel szembeni ellenálló képességének mennyiségi meghatározásához. (...) A szerkezet reprezentatív mintáját egy pontosan meghatározott tűzhatásnak teszik ki, és a szabványban leírt kritériumok alapján figyelemmel kísérik a vizsgálati modellt teljesítményét. A vizsgált szerkezet tűzállóságát azzal az időtartammal fejezik ki, amellyel a megfelelő kritériumokat teljesítette.” [12]

A fenti idézet az MSZ EN 1363-1:2020 Tűzállósági vizsgálatok. 1. rész: Általános követelmények szabvány Bevezetés részéből származik. Jelen szabvány állapítja meg az általános alapelveket a szabványos tűzhatásnak kitett építményszerkezeti elemek tűzállóságának meghatározásához. A kapott vizsgálati eredmények közvetlenül alkalmazhatók más, hasonló kialakítású elemekre. Ennek módját és mértékét a vizsgálati eredmény közvetlen alkalmazási területe határozza meg.

Vizsgálati körülmények

Szabványos, nagykemencés vizsgálatoknál a vizsgálati próbatest szabványos tűzhatásnak van kitéve. Szabványos (cellulóz vagy beltéri) tűzhatás görbe (1. Ábra) szerinti

tűzkitét esetén, a kemencében lévő laphőelemek által jelzett átlaghőmérsékletet úgy kell szabályozni, hogy az kövesse az alábbi egyenletet:

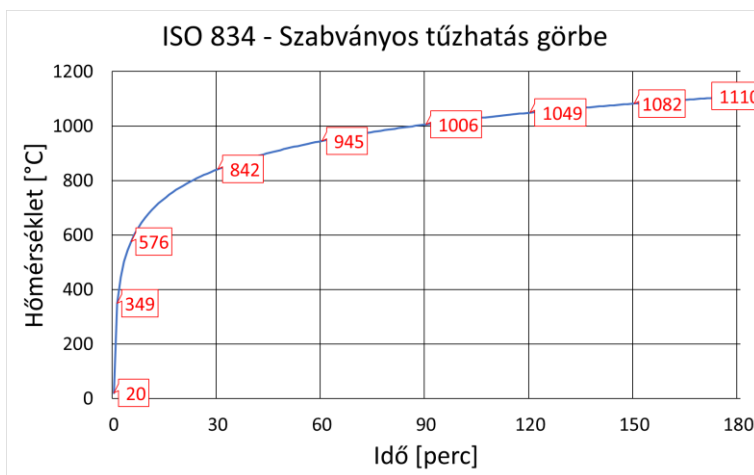
$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

ahol:

T az átlagos kemence-térhőmérséklet Celsius-fokban;

t a vizsgálat megkezdésétől eltelt idő percben. [12]

Fontos megjegyezni, hogy ez a tűzhatás görbe nem veszi figyelembe a belobbanás (lángba borulás vagy Flashover) előtti szakaszt. A logaritmikus függvény szigorúan monoton növekvő, tehát nincs lehülési szakasz sem. [19]



1. Ábra: Szabványos tűzhatás görbe, szerkesztette: Komlai Krisztina

Teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek esetén az MSZ EN 1363-1:2020 szabványt együttesen kell alkalmazni az MSZ EN 1365-2:2015 Teherhordó elemek tűzállósági vizsgálata. 2. rész: Födémek és tetők vizsgálati szabvánnyal.

Ez a szabvány egy olyan módszert ír elő, mellyel meghatározható a teherhordó födémek tűzállósági teljesítménye. Részletesen kitér a vizsgálati modellek méretére, kialakítására, beépítésére, az alkalmazott mérőeszközökre, a vizsgálati eljárásra, vizsgálati jegyzőkönyvre és az eredmények közvetlen alkalmazási területére. A továbbiakban röviden áttekintésre kerül néhány fenti jellemző.

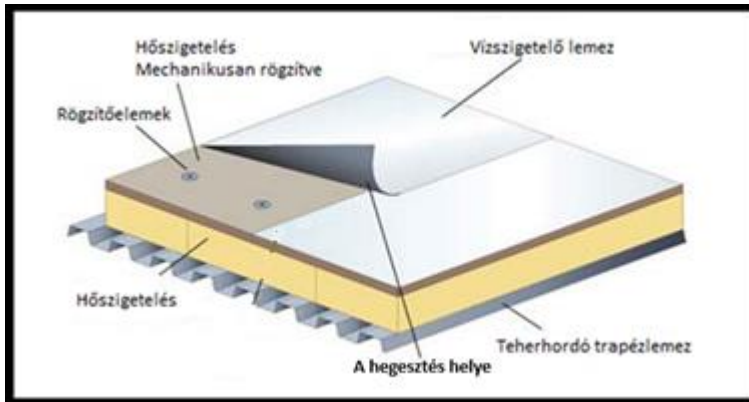
Vizsgálati próbatest kialakítása

Szabvány szerint a vizsgálati próbatestnek teljes méretűnek kell lennie, kivéve, ha az adott méret meghaladja a kemence befogadóképességét. Amennyiben ez az eset áll fenn, úgy az egy irányban teherviselő födém, - amiről esetünkben szó van – kitéti hosszának legalább 4 méternek, míg kitéti szélességének 2 és 3 méter közöttinek kell lennie.

A vizsgálati próbatest felépítésének reprezentálnia kell a valóságban beépítésre kerülő szerkezetet, tartalmaznia kell minden szerkezeti részletet, anyagot és alkotóelemet, beleértve a vízszigetelést is. [13] A próbatest rétegrendje általában az alábbiak szerint épül fel (a tűztér felé haladva):

- Vízszigetelő lemez (PVC, bitumenes)

- Hőszigetelő réteg (PIR hab tábla, kőzetgyapot tábla stb.)
- Párazáró fólia (PE, bitumenes)
- Teherhordó trapézlemez (eltérő anyagminőség, bevonatrendszer, geometriai kialakítás)



2. ábra: Teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödém rétegrendi felépítése [20], szerkesztette: Komlai Krisztina

Vizsgálat során mért paraméterek: hőmérséklet emelkedés

Teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek esetén a tűzhatásnak nem kitett oldal átlaghőmérsékletét öt hőelemmel kell mérni, melyek közül egyet a modell közepére, és egyet-egyét mindegyik negyedrészt közepére kell helyezni. Az átlagos felületi hőmérséklet-emelkedés a vizsgálat során nem haladhatja meg a 140 K-t, és a hőelemenkénti 180 K-t.

A maximum-hőmérséklet méréshez hőelemeket kell elhelyezni a tűzhatásnak nem kitett oldalon azokon a helyeken, ahol magasabb hőmérsékleti viszonyok várhatók. Jellemzően az illesztések, illetve a rögzítőelemek mellett. A maximális felületi hőmérséklet-emelkedés a vizsgálat során nem haladhatja meg a 180 K-t.

Vizsgálat során mért paraméterek: alakváltozás

Az alakváltozást a vizsgálati próbatest síkjára merőlegesen kell mérni. A teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek esetén a vizsgálati próbatest általában kéttámaszú tartóként kerül kialakításra, mely esetben a két végén megtámasztott próbatesten az alakváltozást a fesztáv közepén kell mérni. Azokban az esetekben, mikor három- vagy többtámaszú tartóként vizsgálják, a mérést azon a helyen kell elvégezni, ahol a legnagyobb alakváltozás várható.

Az alakváltozás mérést általában a vizsgálati próbatest felső felületén kell elvégezni. A réteges felépítésből következően – ahol a párazáró-, hőszigetelő- és vízszigetelő rétegek nem járulnak hozzá a szerkezet teherbíró képességéhez – az alakváltozást a keresztmetszet tervezett nyomott zónájának külső szélén kell mérni, mely a trapézlemez bordájának felső övét jelenti. [13]

Teljesítménykritériumok

- Teherhordó kapacitás (R): Egész percekben kifejezett időtartam, mely alatt a vizsgálati próbatest folyamatosan fenntartja képességét a vizsgálat során alkalmazott vizsgálati teher megtartására.
- Integritási képesség (E): Egész percekben kifejezett időtartam, mely során a vizsgálati modell folyamatosan fenntartja elválasztó funkcióját. A vizsgálat során a modell integritását gyalpú vattalapokkal (meggyulladás), résmérőkkel (behatolás) és a vizsgálati modell szemrevételezésével kell értékelni a tartós lángolás (több mint 10 másodperc időtartamú, folyamatos lángolás) bizonyítására.
- Hőszigetelő képesség (I): Egész percekben kifejezett időtartam, mely során a vizsgálati modell folyamatosan fenntartja elválasztó funkcióját a vizsgálat alatt anélkül, hogy a tűzhatásnak nem kitett felületen mért átlagos felületi hőmérséklet-emelkedés és maximális felületi hőmérséklet-emelkedés meghaladná a 140, illetve a 180 K-t.

A továbbiakban a teljesítménykritériumok közül csak a teherhordó kapacitás kerül tárgyalásra.

SZABVÁNYÖSSZEHASONLÍTÁS

Az egységesítésre, átláthatóságra való törekvés a kereskedelem és a termelés egyik legfontosabb ismérve. A könnyebb érthetőség érdekében törekszünk a mindenki által jól ismert és használt elnevezéseket, meghatározásokat és jellemzőket egy adott területen belül egységesen alkalmazni. Ennek köszönhetően épült ki a szabványosítás egész világra kiterjedő rendszere, mely egyre több területet fed le és folyamatosan fejlődik, bővül. [21]

A teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémekkel kapcsolatban korábban már megállapításra került, hogy vizsgálatukhoz és a vizsgálati eredmények értékeléséhez három szabványt alkalmazunk: MSZ EN 1363-1, MSZ EN 1365-2 és MSZ EN 13501-2 szabványokat. Az alábbiakban ezen szabványok különböző kiadásai kerülnek összehasonlításra a teherhordó kapacitás szempontjából.

Teherhordó kapacitás

A teherhordó kapacitás egy teherhordó elem vizsgálati próbatestének azon képessége, hogy elviseli a vizsgálati terhet anélkül, hogy túllépné mind az alakváltozás mértékére, mind a sebességre vonatkozó előírt kritériumokat. [12]

Az MSZ EN 1363-1:2020 szabvány (jelenleg érvényben lévő) alapján a vizsgálati terhelés okozta tönkremenetelnek az tekinthető, ha

$$(i) \quad a \text{ mért alakváltozás} \geq 1,5 \times D_{\text{limit}}$$

vagy

$$(ii) \quad a D_{\text{limit}} \text{ és a } v_{D,\text{limit}} \text{ túllépése bekövetkezik.}$$

ahol:

D_{limit} a lehajlási határérték;

$v_{D,\text{limit}}$ a lehajlási sebesség határértéke.

A hajlításra igénybe vett szerkezetekre a fenti határértékeket az alábbiak szerint határozzuk meg:

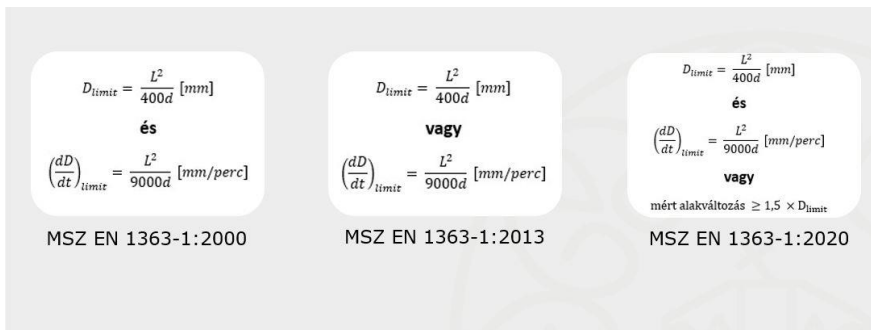
$$D_{\text{limit}} = \frac{L^2}{400d} [mm]$$

$$v_{D,limit} = \left(\frac{dD}{dt}\right)_{limit} = \frac{L^2}{9000d} [mm/min]$$

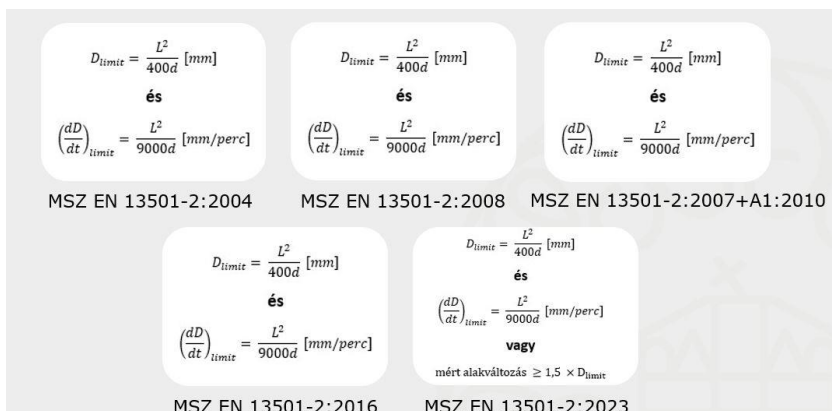
ahol:

- L a vizsgálati próbatest szabad támaszközének hossza, milliméterben;
- d a fődém statikailag figyelembe vett szerkezeti magassága, ez esetben a trapézlemez bordamagassága, milliméterben.

Érdemes megjegyezni, hogy teherhordó trapézlemez esetén az (i) pontban meghatározott tönkremenetel az eddigi vizsgálatok alapján nem releváns. A vizsgált próbatestek tönkremenetele az (ii) pontban vizsgált két határérték együttes teljesülésekor szokott bekövetkezni. A teherhordó kapacitásra vonatkozóan a vizsgálati szabványon kívül az osztályozási szabvány is megfogalmazza a lehajlási határértékre és a lehajlási sebesség határértékére vonatkozó követelményeket és bizonyos esetekben a szabványosítás időigényes folyamatának és ezzel együtt az összetartozó szabványok időben eltoltságának köszönhetően egymásnak ellentmondó követelmények lehetnek egyszerre érvényben. A 3. és 4. Ábrán bemutatásra kerül a D_{limit} és $v_{D,limit}$ közti logikai kapcsolat alakulása a szabványok időbeni változását követve.



3. Ábra: A követelmények közötti logikai kapcsolat az MSZ EN 1363-1 szabvány változásának függvényében [12, 22-23], szerkesztette: Komlai Krisztina



4. Ábra: A követelmények közötti logikai kapcsolat az MSZ EN 13501-2 szabvány változásának függvényében [14, 24-27], szerkesztette: Komlai Krisztina

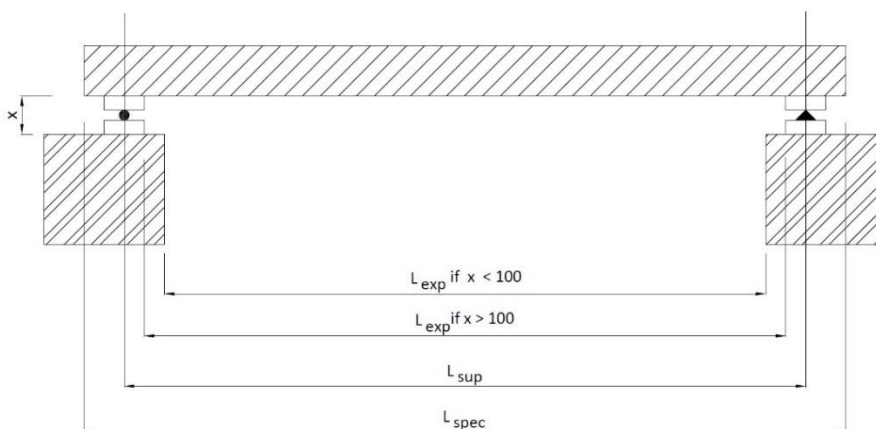
Jól látható, hogy a megvizsgált nyolc szabvány közül egyedül az MSZ EN 1363-1:2013 szabványnál szerepel eltérő logikai kapcsolat. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a vizsgálati jegyzőkönyv nem ugyanazokat az vizsgálati adatokat tartalmazza, mint amit az osztályozási jegyzőkönyv. Ilyen esetekben a tűzállósági teljesítmény (korábban tűzállósági határérték osztály) meghatározása az osztályozási jegyzőkönyvben az osztályozási szabvány alkalmazásával történik, és a vizsgálóintézetek gyakorlata alapján ez a szöveges részben feltüntetésre kerül. Ellenben előfordulhatnak olyan esetek, amikor a vizsgálathoz megbízói kérésre nem készül külön osztályozási jegyzőkönyv, mely esetekben a felhasznált vizsgálati eredményekből levont következtetés eltérő eredményt adhat.

Tovább nehezíti az eligazodást a szabványok között, hogy a szabványok szövegében a Rendelkező hivatkozások pontban kimondják, hogy az évszámmal ellátott hivatkozások esetén csak az idézett kiadás alkalmazható. Ez esetünkben azt jelentené, hogy az MSZ EN 1363-1 szabvány megjelent módoszatai közül az MSZ EN 1365-2:2015 szabványban évszámmal megjelölt EN 1363-1:2012 (MSZ EN 1363-1:2013 – magyarországi bevezetés) verziót kéne figyelembe venni. Tehát hiába jelent meg az MSZ EN 1363-1 szabvány 2020. évi verziója, ebben az esetben ezt figyelmen kívül kellene hagyni és továbbra is két, egymással ellentétes tartalmú szabványt kellene alkalmazni az adatok kiértékelése során.

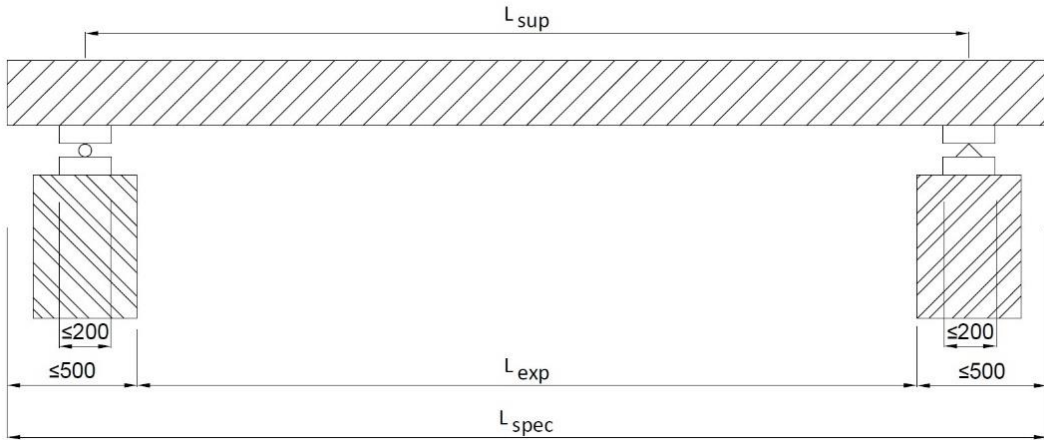
További érdekesség, hogy a releváns szabványok kidolgozásáért felelős CEN/TC 127 „Építmények tűzvédelme” műszaki bizottság 2012. 11. 20-án kiadott bizottsági határozatában kimondja, hogy a bizottsághoz tartozó minden szabványban dátum nélküli hivatkozást kell alkalmazni az EN 1363-1 szabványra. Ezzel szemben ahogy az a korábbi bevezetésben is szerepel, szintén ehhez a bizottsághoz tartozó 2015-ben megjelent vizsgálati szabvány évszámmal megjelölt hivatkozást tartalmaz.

Vizsgálati próbatest kialakítása

Ahogy az a Szabványos vizsgálatok részben már tárgyalásra került, a vizsgálati próbatestet általában kéttámaszú tartóként alakítják ki. A próbatest kialakítására, illetve a kitéti hossz és fesztáv meghatározására vonatkozóan az MSZ EN 1365-2 szabvány ad útmutatást.



5. Ábra: A vizsgálati próbatest hosszszete az MSZ EN 1365-2:2000 szabvány alapján, szerkesztette: Komlai Krisztina



6. Ábra: A vizsgálati próbatest hosszmeteszete az MSZ EN 1365-2:2015 szabvány alapján, szerkesztette: Komlai Krisztina

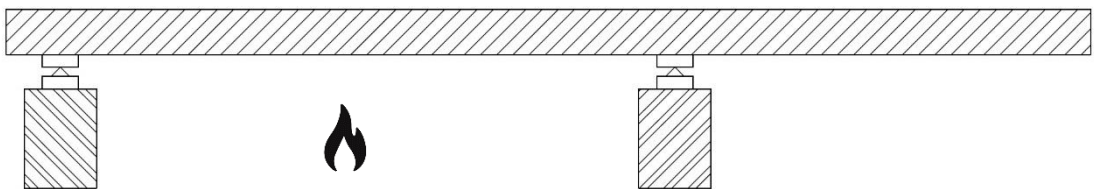
Az 5. és 6. Ábrán szereplő jelölések az alábbiak:

- L_{exp} A vizsgálati próbatest hőhatásnak kitett hossza, milliméterben;
- L_{sup} A vizsgálati próbatest hossza a megtámasztási középpontok között, milliméterben (ez megfelel az MSZ EN 1363-1 szerinti „L” jelölésnek);
- L_{spec} A vizsgálati próbatest hossza, milliméterben.

A 6. Ábrán látható, hogy a vizsgálati próbatest teljes hossza nem haladhatja meg a hőhatásnak kitett hossz + 1000 mm méretet. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy egy 3000×4000 mm (szélesség \times hosszúság) nyílásméretű kemencénél a megengedett hossz maximum 5000 mm lehet.

Ezzel szemben az 5. Ábra nem tartalmaz egyértelmű méretjelöléseket, bár az ábra alatti magyarázószöveg már meghatározza, hogy próbatest hossza nem haladhatja meg a hőhatásnak kitett hossz + 400 mm méretet.

Láthatjuk tehát, hogy az MSZ EN 1365-2:2000 szabvány is tartalmazza a megengedett mintahosszra vonatkozó előírást, ennek ellenére a korábbi években elterjedt európai gyakorlat volt – melyet ma már az EGOLF (European Group of Organisations for Fire Testing, Inspection and Certification – Tűzvédelmi Vizsgáló, Ellenőrző és Tanúsító Szervezetek Európai Csoportja) ajánlását követve az EGOLF tagok nem fogadnak el – a vizsgálati próbatestek konzolos kialakítása.



7. Ábra: Konzolosan kialakított vizsgálati próbatest, szerkesztette: Komlai Krisztina

A 7. ábrán látható konzolos kialakítás további problémákat vet fel. Amellett, hogy a vizsgálati próbatest hossza meghaladja a szabványok által megengedett hosszt, jól látható, hogy bár az egyenletesen megoszló terhelés a tűznek nem kitett oldal teljes felületén eloszlik, addig a próbatestnek csak nagyjából 2/3-a van kitéve tűzhatásnak, mely eltérő hőmérsékleti értékeket és viselkedést eredményez a tűznek kitett és a tűznek nem kitett szakaszon.

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A valós léptékű vizsgálati próbatestek kialakítása, beépítése és vizsgálata akkreditált vizsgálólaboratóriumban történt. A megbízó által épített teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémek a vízszintes, úgynevezett födémvizsgáló kemence tűztérnyílása fölé kerültek beépítésre és szabványos vizsgálati tűzhatásnak lettek kitéve. A vizsgálat megkezdése előtt az MSZ EN 1365-2 szabvány előírásainak megfelelően a vizsgálati próbatest tűzmentett oldalának felületére Ni-CrNi hőelemek kerültek elhelyezésre. A szerkezet alakváltozását (lehajlását) a támaszok közötti mező közepén elhelyezett mini, köteles útdadó mérte. A vizsgálati próbatestek megtámasztási középpontok közötti hossza 4300 - 4450 mm között volt, statikai modelljük kéttámaszú tartóként lett kialakítva, mindkét támasznál merev (csuklós) kapcsolattal. A teherhordó szerepet betöltő trapézlemez bordamagassága (a födém statikailag figyelembe vehető szerkezeti magassága) 153 mm volt.

Vizsgálati eredmények összehasonlítása

Az összehasonlítás alapját az MSZ EN 1363-1:2013 és MSZ EN 1363-1:2020 szabványok alkotják. A kiértékeléshez és összehasonlításhoz összesen 12 vizsgálati eredményei kerültek mindkét szabvány követelményei szerint kiértékelésre, melyek közül 3 vizsgálatnál nem befolyásolta az eredményt a kiértékelés módja, 2 vizsgálatnál a jelenleg érvényes szabvány szerint jobb eredmény született volna, ha a szerkezet nem veszti el integritását (tartós lángolás lépett fel) a vizsgálat közben, 7 vizsgálat esetében pedig magasabb tűzállósági teljesítményt ért el a szerkezet a vizsgálat során az MSZ EN 1363-1:2020 szabvány szerint.

A kiértékelés eredményei közül szemléltetésképp az 1. Táblázat tartalmaz néhány példát.

Minta	Kritérium	Eredmény MSZ EN 1363-1:2013	Eredmény MSZ EN 1363-1:2020	Tűzállósági teljesítmény MSZ EN 1363-1:2013	Tűzállósági teljesítmény MSZ EN 1363-1:2020
1.	Lehajlás mértéke	15	15	R(EI) 15	R(EI) 15
	Lehajlás sebessége	20	3		
	Mért lehajlás $\geq 1,5 \times D_{\text{limit}}$	-	20		
2.	Lehajlás mértéke	27	27	-	R(EI) 20
	Lehajlás sebessége	11	11		
	Mért lehajlás $\geq 1,5 \times D_{\text{limit}}$	-	30		

3.	Lehajlás mértéke	16	16	-	R(EI) 15
	Lehajlás sebessége	11	3		
	Mért lehajlás $\geq 1,5 \times D_{\text{limit}}$	-	20		
4.	Lehajlás mértéke	31	31	-	R(EI) 30
	Lehajlás sebessége	13	13		
	Mért lehajlás $\geq 1,5 \times D_{\text{limit}}$	-	32		

1. Táblázat: Vizsgálati eredmények összefoglalása teherhordó kapacitás (R) szempontjából, az Eredmény oszlopban szereplő mennyiségek percben értendők, szerkesztette: Komlai Krisztina

Az eredmények kiértékelése során az MSZ EN 1363-1:2013 szabvány értelmében a lehajlási sebesség kritériumát a vizsgálat első 10 percében nem kell figyelembe venni. Az MSZ EN 1363-1:2020 szabvány ezt a kikötést nem tartalmazza.

A szabványos kéttámaszú tartóként és szabványtól eltérő konzolos tartóként vizsgált próbatestek vizsgálati eredményeinek összehasonlítása jelenleg is zajlik. Az előzetes eredmények alapján megállapítható, hogy utóbbi esetben kedvezőbb eredmények kaphatók a vizsgálat során.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az előbbieken bemutatott szabványok és előírások alapján megállapítható, hogy egy szerkezet tűzállósági kritériumának meghatározása közel sem egyszerű feladat. Fontos, hogy a vizsgálati adatokat kiértékelő mérnök behatóan ismerje az általa használt szabványokat és a hozzájuk tartozó egyéb dokumentumokat, legyen szó egy EGOLF ajánlásról, vagy a CEN/TC 127 „Építmények tűzvédelme” műszaki bizottság határozatairól. Amennyiben mégis kérdése merülne fel az értelmezéssel, kiértékeléssel kapcsolatban, úgy érdemes az EGOLF által biztosított felületen (Helpdesk) felvennie a kapcsolatot más vizsgálóintézetben dolgozó kollégákkal.

A cikkben tárgyalt szabványok összehasonlításával képet kaptunk arról, hogy mennyiben befolyásolhatja az eredményt a követelmények közti logikai kapcsolat változása vagy a vizsgálati próbatest kialakítása. Ez a felismerés előre vetítheti a jelenleg érvényben lévő dokumentumok felülvizsgálatának szükségességét, mert bár az osztályozási jegyzőkönyvek minden esetben tartalmazzák, hogy az osztályba sorolás érvényét veszti, ha a felhasznált vizsgálati módszerek és szabványok megváltoznak, ennek ellenőrzése a megbízó és nem a vizsgáló laboratórium felelősségi körébe tartozik.

ÖSSZEGZÉS

A teherhordó trapézlemez alapszerkezetű tetőfödémekkel, mint teherhordó építményszerkezetekkel szemben a hazai jogalkotó tűzvédelmi követelményeket támaszt. Ahhoz, hogy ezeknek a követelményeknek történő megfelelést a gyártók igazolni tudják, tűzvédelmi vizsgáló laboratóriumokban végzett vizsgálatok szükségesek.

Az elmúlt évek tapasztalatai alapján a fenti szerkezetekkel végzett vizsgálatok száma ugrásszerűen nőtt, köszönhetően az újabb és újabb nagy alapterülettel rendelkező ipari csarnokok létesítésének, illetve a piac átrendeződését követően a Magyarországon megjelenő, újonnan bevezetett és megfelelő dokumentumokkal még nem rendelkező trapézlemezeknek.

A tervezők magas elvárásokat támasztanak ezekkel a teherhordó elemekkel szemben, az installációs terhek a napelemek megjelenésével egyre inkább nőnek. Ezzel együtt a szabványi változások és a korábbi rossz gyakorlat kivezetésének következtében a korábbi minősítések visszavonása vagy felülvizsgálata válhat szükségessé, melynek egyik következménye lehet a tűzállósági teljesítmény változása.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

Irodalom

- [1] B. Kulcsár, "Acél trapézlemez tetőfödémek viselkedése tűzhatásra, alkalmazás és igazolás," *Hadmérnök*, vol. 8, no. 2, pp. 227-243, 2013.
- [3] Á. Földiné Kovács, "Az acélipar kihívásai," *Acélszerkezetek*, vol. 19, no. 2, pp. 2-9, 2022.
- [5] M. Lestyán and J. Mészáros, *Tűzvédelmi és építőipari minősítések tananyag*, 2019.
- [7] Á. Z. Mohai and B. Elek, "Tűzvédelmi mérnöki kihívások," in *Szilvay Kornél Tűzvédelmi Konferencia Tanulmánykötet*, Budapest, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2023, pp. 46-61.
- [10] P. J. Jasztrab and G. Csöke, "Építőipari kivitelezések tűzvédelmi szabályozásának vizsgálata," *Műszaki Katonai Közlöny*, vol. 30, no. 1, pp. 41-61, 2020, doi: 10.32562/mkk.2020.1.3.
- [15] sz. n., "Fire Safety in Thermally Insulated Flat Roofs with Trapezoidal Steel Profiles Part I: Final Report Compiled by the Working Group concerned with roofs in the West German Fire Protection Association (VFDB)," *Fire Safety Journal*, vol. 10, pp. 139-147, 1986.
- [16] A. Ariyanayagam and M. Mahendran, "Fire safety of buildings based on realistic fire time-temperature curves," in *Proceedings of the 19th International CIB World Building Congress, Brisbane 2013: Construction and Society*, Australia, Queensland University of Technology, 2013, pp. 1-13.
- [17] V. Sas, "Teherhordó trapézlemez tetőfödémek tűzállósága," 2017. [Online]. Elérhető: https://vaz-ep.hu/images/szakcikkek/Teherhordó_trapézlemez_tetőfödémek_tűzállósága.pdf (Hozzáférés: 2022. 09. 27.)
- [19] M. Hajpál, *A vasbeton és acél teherhordó szerkezetek járulékos laboratóriumi tűzállósági vizsgálatainak bemutatása*, ÉMI Nonprofit Kft., 2012.

Online források

- [2] "Megbízható tető - biztos tűzvédelem," [Online]. Elérhető: <https://www.bau-der.hu/hu/laposteto/ipari-lapostetok.html>. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.)

- [6] “Műszaki értékelések kiadása,” [Online]. Elérhető: http://www.emi.hu/EMI/web.nsf/Pub/nme_eta.html. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.).
- [18] R. de Feijter, “What we can learn from fires on industrial flat roofs with solar panels,” 2022. [Online]. Elérhető: <https://efectis.com/en/what-we-can-learn-from-fires-on-industrial-flat-roofs-with-solar-panels/>. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.).
- [20] Ábra, <https://stormdamagerepairmn.files.wordpress.com/2011/01/tpo-roof-system.jpg>. (Hozzáférés: 2023. 04. 15.).
- [21] “A szabványosítás története,” [Online]. Elérhető: <https://www.mszt.hu/hu-hu/szabvanyositas>. (Hozzáférés: 2023. 12. 29.).

Jogszabályok

- [4] 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 EGT-vonatkozású szöveg, 2011. [Online]. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/LSU/?uri=celex%3A32011R0305>. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.).
- [8] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet, [Online]. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400054.bm>. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.).
- [9] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról, [Online]. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600031.tv>. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.).
- [11] 1995. évi XXVIII. törvény a nemzeti szabványosításról, [Online]. Elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500028.tv>. (Hozzáférés: 2023. 12. 28.).

Szabványok

- [12] MSZ EN 1363-1:2020 Tűzállósági vizsgálatok. 1. rész: Általános követelmények., 2020.
- [13] MSZ EN 1365-2:2015 Teherhordó elemek tűzállósági vizsgálata. 2. rész: Födémek és tetők, 2015.
- [14] MSZ EN 13501-2:2023 Építési termékek és építményszerkezetek tűzvédelmi osztályozása. 2. rész: Osztályba sorolás a tűzállósági és/vagy füstzárési vizsgálatok eredményeinek felhasználásával, a szellőztetőrendszerek kivételével, 2023.
- [22] MSZ EN 1363-1:2000 Tűzállósági vizsgálatok. 1. rész: Általános követelmények, 2000.
- [23] MSZ EN 1363-1:2013 Tűzállósági vizsgálatok. 1. rész: Általános követelmények, 2013.
- [24] MSZ EN 13501-2:2004 Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 2. rész: Osztályba sorolás - a szellőzési rendszerek kivételével - a tűzállósági vizsgálatok eredményeinek felhasználásával, 2004.
- [25] MSZ EN 13501-2:2008 Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 2. rész: Osztályba sorolás – a szellőzési rendszerek kivételével – a tűzállósági vizsgálatok eredményeinek felhasználásával, 2008.
- [26] MSZ EN 13501-2:2007+A1:2010 Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 2. rész: Osztályba sorolás – a szellőzési rendszerek kivételével – a tűzállósági vizsgálatok eredményeinek felhasználásával, 2010.

- [27] MSZ EN 13501-2:2016 Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 2. rész: Osztályba sorolás a tűzállósági vizsgálatok eredményeinek felhasználásával, a szellőzőrendszerek kivételével, 2016.