

**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Tűzvédelmi és Biztonságtechnikai Intézet

METRÓ ÉS VASUTAK TŰZBIZTONSÁGA: SZABVÁNYOK ÉS A VALÓSÁG

**Tudományos Diákköri Konferencia
2011. november**

Készítette: Gábor Melinda, Juhász Attila

Belső konzulens: Dr. Kerekes Zsuzsanna

Külső konzulens:

Budapest, 2011.

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
A szabványokról.....	5
A vizsgálatok.....	6
Vizsgálat a szerkezeti anyagok függőleges irányú égési sebességének meghatározására.....	6
Vizsgálat a szerkezeti anyagok függőleges irányú égési sebességének meghatározására.....	8
Papierkissen (papírpárna) szabványos vizsgálat.....	11
Cigaretteszt.....	13
Tapasztalataink.....	15
Irodalomjegyzék.....	16
Mellékletek.....	17

Bevezetés

Dolgozatunk témája egy igen érdekes kérdés: miszerint a valóságban előforduló tüzeseteket, melyeket rengeteg sajátos tényező befolyásol, mennyire lehet egységes szabványokkal megelőzni? Hol van az a határ, ami alá egy szabvány követelményeit nem szabad engedni, mert az felelőtlenség lenne, és mi az a maximum, amit még ésszerűen meg lehet követelni?

Tudományos diákköri munkánk során az anyagokkal szemben állított követelményeket, a rájuk vonatkozó szabványokat fogjuk részletezni, azok realitását vizsgálva.

Ezt a témát, hogy jól kézzelfogható legyen, a kötőtpályás járművek belső szerkezeti anyagain és azok előírásain keresztül mutatjuk be.

A témaválasztásunk kiindulópontja a 2011. április 19-én bekövetkezett metrótüz, ahol egy szerelvény teljesen kiégett és a tűz át tudott terjedni a mögötte lévő szerelvényre is, ahol aztán sikerült megfékezni.



1. és 2. ábra 2011. április 19-én kiégett metró

Felkeltette érdeklődésünket, hogy ez az eset mi miatt tudott bekövetkezni, milyen anyagok fordulhatnak ott elő, ami a tüzet tudta táplálni folyamatosan.

A téma sikeres felgöngyölítésében, nagyban hozzájárult, hogy a BKV Zrt. hozzáférést biztosított az említett „pályafutását befejező” metróhoz, melyből mintákat tudtunk venni, illetve ép anyagokat kaptunk a laborvizsgálatok elvégzéséhez.



3. és 4. ábra: A vizsgálatok előtt a még ép anyagok

Ezek az anyagok a következő vizsgálatokat végeztük el, amelyeket a későbbiek folyamán részletezni is fogunk:

- Vízszintes, vagy függőleges lángterjedés sebességi vizsgálat- az anyag felhasználás módjától függ, hogy melyik
- Papírpárna vizsgálat
- Cigaretteszt.

A szabványokról

Elkezdtek felkutatni a kötöttpályás járművek belső szerkezeti anyagaira vonatkozó tűzvédelmi előírásokat és meglepődve tapasztaltuk, hogy a magyar szabványrendszer nem tér ki rájuk.

Így a német DIN szabványok közül az idetartozókat vettük alapul és azokban leírt követelményeknek megfelelően végeztük el a szükséges vizsgálatokat.

A tömegközlekedésben résztvevő gépjárművek anyagaira a következő szabványok vonatkoznak: DIN 54837, DIN 54341, DIN 53438, DIN 5510 és UIC 564.

Ezek a szabványok már precízen leírják, hogy milyen vizsgálatokat kell elvégezni, attól függően, hogy az anyag milyen funkciót tölt be a jármű belsejében. Például az ülés textilt mind vízszintes, mind függőleges lángsebesség vizsgálat alá is kell vetni mivel mind a két irányban előfordul, illetve még a papírpárna és a cigaretta tesztnek is, mert funkcióját nézve az ülés része és annak még ezeknek is eleget kell tennie. Illetve azt is meghatározzák, hogy az egyes vizsgálatokat a belső kialakítás mely szerkezeti részeire kell elvégezni. Példaként említve a vízszintes és függőleges lángsebesség vizsgálat alá tartozó szerkezeti elemek:

- a tető belső borítására szolgáló szerkezeti anyagok
- az oldalfalak és a hátfal belső borítására szolgáló szerkezeti anyagok, beleértve az elválasztó falakat is
- padlóburkoló szerkezeti anyagok
- a csomagterület belső burkoló anyagai, a fűtő és szellőző csövek burkoló anyagai
- a hőszigetelésre és/vagy hangszigetelésre szolgáló szerkezeti anyagok
- az ülés és annak párnázására használt anyagok

A kutatásunk során a négy vizsgálatot kilenc különböző anyagon végeztük el, hogy minél nagyobb rálátásunk legyen egy jármű belső kialakításának tűzvédelmével kapcsolatban.

Igyekeztünk a vizsgálatokat minél különbözőbb funkciójú mintadarabokon elvégezni, mert az összegzett eredmények annál pontosabbak, minél több és eltérőbb anyag áll a mérés rendelkezésére.

A vizsgálatok

Vizsgálat a szerkezeti anyagok vízszintes irányú égési sebességének meghatározására

/DIN 75200/

Alapelve: A mintát U alakú fém keretbe helyezük el vízszintesen, és a szabad végét égető kamrában 15 másodpercen keresztül meghatározott kis hőhatású láng hatásának teszik ki. A vizsgálattal megállapítjuk, hogy a láng egyáltalán kialszik-e, és mikor alszik ki, vagy azt az időt, amely alatt a láng egy adott szakaszt megtesz.

Az egész vizsgálatot egy úgynevezett szabványos vizsgálókamrában végezzük el. A kamrában található az U alakú fém mintatartó, benne a megfelelő méretű vizsgálatra váró anyaggal.



5. ábra: Atlas horizontális égési sebesség vizsgáló

A gyújtólángot Bunsen-égővel állítják elő, amely úgy van elhelyezve a vizsgálókamrában, hogy a fúvóka középpontja 19 mm-el van a vizsgálandó minta szabad alsó élének közepe alatt.

A mintadarabnak 100 mm x 356 mm-nek kell lennie melyen két jelölést kell feltüntetni. Egyiket a szélétől 38,- míg a másikat innen mérve 254 mm-re kell bejelölni. Ennek

vastagsága a vizsgálandó termék vastagságával kell megegyezni. Ha a mintavétel lehetővé teszi, a mintadarabnak állandó keresztmetszetűnek kell lennie egész hosszában.

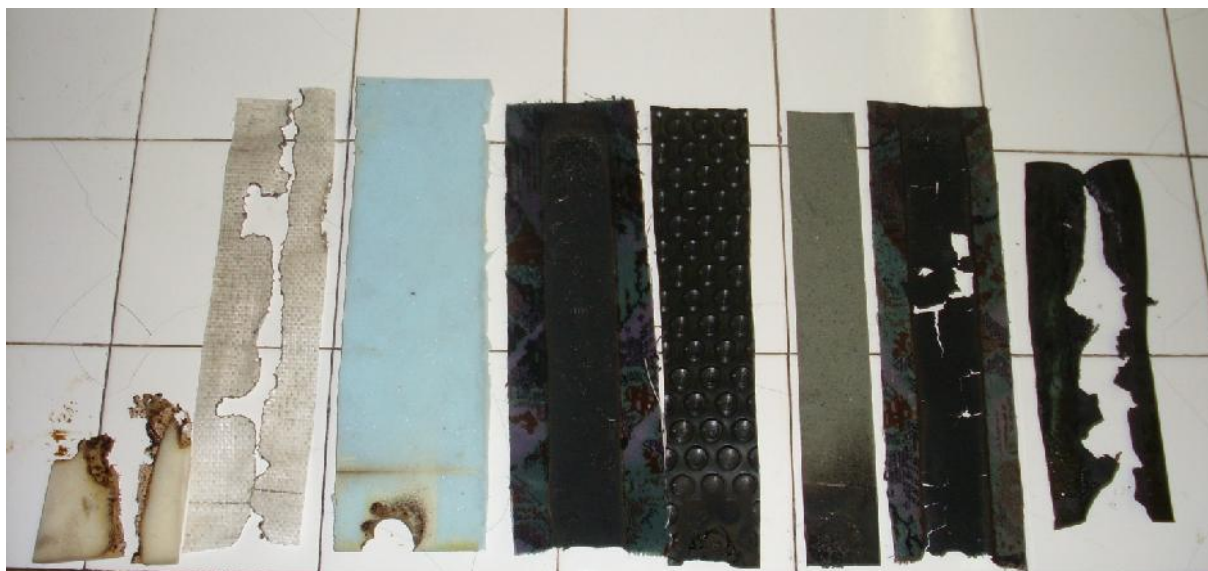
Az eljárás menete: A mintadarabot a lánghoz képest a vizsgálandó oldallal lefelé fordítva kell a mintatartóban elhelyezni. A mintadarabtartót úgy kell az égető kamrába betolni, hogy a mintadarab vége a láng hatásának legyen kitéve; 15 másodperc után a gázáramlást meg kell szüntetni.

Az égés időtartamának mérése abban a pillanatban kezdődik, amikor a láng támadáspontja az első mérési jelzésen túlhalad. A láng kiterjedését azon az oldalon kell megfigyelni, amelyen gyorsabb az égés (a felső vagy az alsó oldal).

Az égési időtartam mérése véget ér, amikor a láng az utolsó mérési pontot elérte, vagy a láng kialszik, mielőtt az utolsó mérési pontot elérte volna. Ha a láng nem éri el az utolsó mérési pontot, akkor az égési szakaszt a láng kialvási pontjáig mérik. Az égési szakasz a mintadarabnak az a része, ami felületén vagy belsejében az égés következtében megrongálódott.

Ha a mintadarab nem gyullad meg vagy nem ég tovább az égő kikapcsolása után, vagy a láng kialszik, mielőtt az első mérési pontot elérte volna, úgy hogy nem lehet égési szakaszt mérni, akkor az égési sebességet a vizsgálati jelentésben 0 mm/perc értékkel kell feltüntetni. Az így megkapott eredményeket mm/perc-ben kell megadni.

Mi a következő anyagokra végeztük el ezt a vizsgálatot: műbőr ülэшuzat, textil ülэшuzat, két féle padlóburkolat, két féle habosított műanyag, szőtt nejlون anyag.



6. ábra: Vízszintes égési sebesség vizsgálatnak alávetett anyagok

	1. vonal	Idő (perc)	2. vonal	Idő (perc)	Perc	Égés hossza (mm)	Lángterjedés (mm/perc)	Minősítési kategóriák
Szőtt nejlon anyag	elérte	0,15	elérte	1,1	0,95	254	267,37	B4
Habosított műanyag (kék)	önkialvó							SE
Ülészuzat (textil) - új	elérte	0,6666667	elérte	6,4	5,7333333	254	44,30	B4
Padlózat (műanyag)	nem gyullad meg							DNI
Padlózat (linóleum)	nem gyullad meg							DNI
Ülészuzat (textil) - régi	elérte	0,8	elérte	6,2833333	5,4833333	254	46,32	B4
Habosított műanyag (sárga)	elérte	0,2	elérte	1,53	1,33	254	190,98	B4
Ülészuzat (műbőr)	elérte	0,3166667	elérte	2,6333333	2,3166666	254	109,64	B4

7. ábra: DIN szerinti minősítési kategóriák

Minősítési kategóriák értelmezése:

- **DNI - Nem gyullad meg** (az ajtó becsukása után a láng nem gyújtja meg a mintát)
- **SE – Önkialvó** (láng meggyújtja a mintát, de az magától kialszik, számítás nem szükséges)
- **SE/NBR 602 - Önkialvó/ Égési sebesség nélkül** (a meggyújtott minta 60 mp-n belül kialszik és nem ég el 5 cm-nél nagyobb hosszon, számítás nem szükséges)
- **SE/B4 - Önkialvó/ 100 mm/perc égési sebességgel** (a minta nem ég, nem lángol a felületen 100 mm/perc v. ennél nagyobb sebesség mellett, de elalszik 60 mp-n belül)
- **B4 - 100 mm/perc** (a minta ég, az égési sebességet a mérések alapján kell kiszámítani)

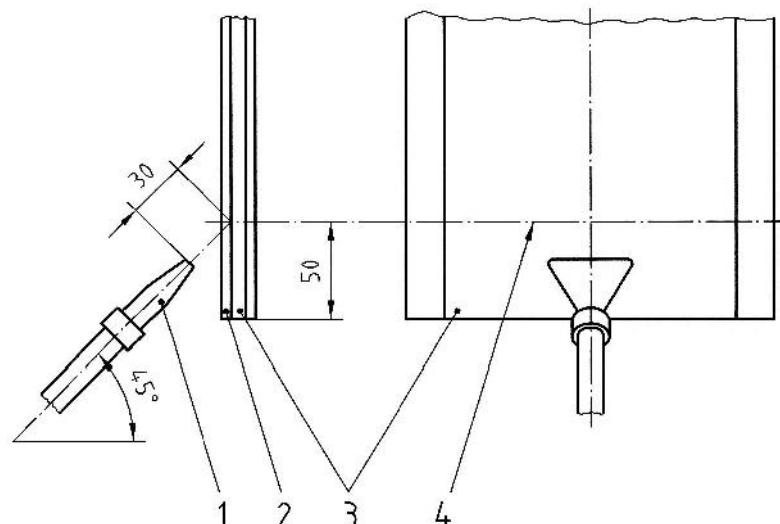
Vizsgálat a szerkezeti anyagok függőleges irányú égési sebességének meghatározására:

/ DIN 54837/

A vizsgálat célja: a vizsgált anyagok szabvány szerinti besorolása éghetőség, füstképződés és elcseppenés szempontjából.

A vizsgálat rövid leírása: a szabvány által meghatározott égetőkamrában, függőlegesen elhelyezett mintatest, széles nyílású feltétellel ellátott gázégő lángja hatásának tesszük ki. A gázégőt a mintatest felé döntve 45°-ban kellett beállítani, majd a mérési eredményeket lejegyzetelni.

A vizsgálat első lépéseként a minták szabványos, 190 x 500 mm-es, téglalap alakú mintadarabokat kellett kivágni. Minden anyag esetén 5 darabot vágtunk ki. A szabvány által leírtak szerint a vastagságon nem változtattunk. Az előírásoknak megfelelően 48 órán keresztül normál klíma körülményei között tároltuk. Mivel a klimatizáció nem változott a méréskor, ezt a mérési jegyzőkönyvben nem kellett külön jelezni. A mérési beállításokat követve a következőképpen állítottuk be a széles nyílású gázégőnket (1), a mintát(4) és az azt tartó mintatest tartó fogót (4).



8. ábra: Az ábrán a 4 jel, a láng beesési vonalát mutatja

A szabványos vizsgálathoz be kellett állítani a gázégő gázáramát, amely a mi esetünkben 1005 ± 20 mg/perc. Ez normál körülményeken térfogat-áramra átszámítva 500 ± 10 ml/perc értéknek felel meg. Ennek beállítása sok időt vett igénybe, de végeredményében sikerült az előírtakat betartani. A szükséges és elengedhetetlen beállítások után következett a tényleges mérés. Az égőt minden mérésnél külön állítottuk be a megfelelő értékre. Az előzőekben már említett anyagoként 5 mintadarabot a következők szerint érintettük a lánghoz. A gázégő begyújtása után a mintatestet 3 percig érintettük a lánghoz. Az idő leteltével a gázégőt elhúztuk, majd a mintatest viselkedését még további 2 percen keresztül figyeltük. A vizsgálat során mérni kellett a meggyulladás időpontját, az után-égés időtartamát, az izzás kezdetét és időtartamát, a lángmagasságot, az esetleges füst keletkezés időpontját, a lehulló darabokat illetve az oltáshoz szükséges időtartamot. Az oltás után lemértük minden darabnál a roncsolódott területet.

A mérések során két különböző minőségű szivacsot, a műbőr huzatot, továbbá egy fal- és egyben ajtóburkolati darabot vizsgáltunk meg. (A két habosított műanyag (szivacs) közti különbség; az egyik az eredeti állapotában átadott metró ülés szivacsa, míg a másik, egy esetleges ülészsere után felhasznált fajta.)



9. ábra: Műbor ülészuzat



10. ábra: Habosított műanyag



11. ábra: Falburkolat

Értékelés	Osztály
Az égő test lángja nem éri el a felső mérési jelet. (A minta önkiloztó)	K1
Az égő test lángja eléri a felső mérési jelet 20 vagy több másodpercnél.	K2
Az égő test lángja eléri a felső mérési jelet kevesebb, mint 20 másodperc alatt	K3

12. ábra: A függőleges lángterjedés eredményeinek osztályba sorolása

A táblázat alapján a műbőr üléshez - K2; a habosított műanyag – K1, míg a falburkolat – K2 osztályba került. Az adatok alapján az előírt követelményeknek a vizsgált anyagok eleget tettek.

Papierkissen (papírpárna) szabványos vizsgálata:

/DIN 54341/

A DIN 54341-es szabvány a kötött pályán közlekedő járműveken található kárpitozott üléseket vizsgálja. Az eljárás azon az elven alapszik, hogy egy esetleges járműtűz esetén az ülés hogyan is viselkedik a tűzzel szemben.

A mérés rövid ismertetése: A vizsgálatot egy speciálisan ezekhez a mérésekhez használt keretre (DIN 50050 2. rész) rögzített ülésen kell elvégezni. Az ülés egy ülőrészből valamint egy háttámlából áll. Az előkészített ülésre kell a már említett papírpárnát elhelyezni és a négy sarkát meggyújtani. A meggyújtás illetve a gyulladást követően kell a következőket figyelni és mérni: az időt, amikor a láng eléri először a háttámla felső élét, azt az időt, amikor a láng újból eléri a háttámla felső részét; azt a láng magasságát, ami a háttámla felett kialakul; önkiloztás idejét, az izzás idejét, égve csepegés jelenségét, a beégési méreteket a háttámlán és az ülőrészen. A tanulmány elkészítéséhez két féle anyagot is meg tudtunk vizsgálni. Az első mérésakor egy használt textilülésen vizsgáldtunk, majd utána egy szintén már használt műbőr ülésen figyeltük az eseményeket.

A vizsgálat pontos leírása: Először a keretet állítottuk fel, majd utána az előzőleg méretre vágott ülések következtek. A szabvány pontos méretet az ülésekre nem ír, ellenben a keretre igen, így a keret méreteit vettük kiindulási alapnak. A papírpárna elkészítéséhez újságpapírt használtunk. A szabvány ugyan megengedi az újságpapír használatát, de egyben figyelmeztet arra is, hogy inkább a „fehérebb” újságlapokat használjuk és ne a túlságosan színes

papírlapokat.(pl. bulvárlapokat). A papír párna és töltelékének elkészítéséhez összesen 8 db 42 cm x 60 cm méretű lapok kellettek. Ebből egy lap volt maga a párna a többi 7 lap a párna megtöltéséhez volt szükséges. Ezeket a lapokat, az előírások alapján, 8 cm átmérőjű papírgalacsinnokká gyúrtuk össze. A párna elkészítésekor félbe hajtottuk a papírlapot, majd tűzőgéppel rögzítettük a széleit. Az előkészületek után következett a párna négy sarkának begyújtása. Ha az égés a teszt kezdetétől számítva 10 percen belül befejeződik, és az ülés egy része sem megy tönkre, a próba eredményesnek minősül. A szabvány kirészletezi külön a háttámlára és külön a vízszintes ülőrészre is, hogy mi az elvárás velük szemben a mérés során. A függőleges háttámla követelményei a következők:

- a maximális lángmagasság az ülésfelületétől számítva nem haladhatja meg a 100 cm-t
- az égés kiterjedése nem érheti el az ülés egyik szélét sem
- a háttámla tüzet csak 15 perc után kell elkezdni oltani.

A vízszintes ülőrész követelményei:

- az égés nem közelítheti meg az ülés szélét 50mm-nél jobban
- egyedül a bevonat (pl.: textil) károsodhat csak az 50 mm-es határon belül
- a tűz oltását 10 perc után el kell kezdeni.

A használt textil vizsgálatokor az égés hevessége miatt az oltást 1 perc 42 másodpercnél, a műbőr esetén 1 perc 36 másodpercnél kezdtük el. Ekkora már a károsodás mértéke mind a két esetben túllépte a megengedett értéket, ezért történt ilyen hamar a beavatkozás.

A mérések alapján a mintadarabok nem felelnek meg a szabvány előírásainak, az ülés összetétel megváltoztatása így javasolt.





12.-13.-14. ábra: A vizsgálat előtt, közben és után

Cigaretta teszt

/BS EN 1021-1/

A vizsgálat célja: A vizsgált anyag szabvány szerinti besorolása éghetőség szempontjából, miszerint az égő cigaretta tüze képes-e azt meggyújtani.

A vizsgálat menete: A vizsgálatot egy, a papírpárnás vizsgálatnál már említett speciálisan ezekhez a mérésekhez használt keretre (DIN 50050 2. rész) rögzített ülésen kell elvégezni. A cigarettának füstszűrő nélkülinek kell lennie és 7,5 cm hosszúnak. A meggyújtást követően az égő cigarettát elhelyezzük az ülés alsó és felső részének találkozásával párhuzamosan. Az egész vizsgálatot egy huzatmentes környezetben végeztük el, hogy ne legyen külső befolyásoló tényező, az előírtaknak megfelelően. A vizsgálat addig tart ameddig a cigaretta le nem ég, vagy míg meg nem gyújtja az ülést.

Esetünkben a meggyújtástól számítva a cigaretta 18 perc 32 másodperc alatt égett végig és az ülést nem gyújtotta ki. Ahol a cigaretta égett, ott az ülésen enyhe égés, szenesedés nyoma látszott, de semmi komolyabb károsodás nem lépett fel, utó füstölése az ülésnek nem volt. Az ülés így a cigaretta teszt követelményeinek eleget tett.



15. és 16. ábra: Mérés közbeni állapotok

Tapasztalataink

A vizsgálati eredmények röviden összefoglalva:

A vízszintes égési sebesség vizsgálat alá vetett 8 különböző anyag közül öt megfelelt a kritériumoknak, háromnak viszont (szőtt nejlon anyag 267,37 mm/perc, sárga habosított műanyag 190,98 mm/perc, műbőr ülészet 109,54 mm/perc) túl nagy volt a lángterjedési sebessége.

A függőleges égési sebesség vizsgálatot három anyagon (falburkolat, műbőr ülészet, habosított műanyag) végeztük el mindegyik eleget tett az előírásoknak.

A papírpárna teszt folyamán vizsgált mind a kétfajta (textil- és műbőrborítású) ülés a megengedettnél hamarabb és nagyobb károsodást szenvedett, így ezek nem feleltek meg a szabvány követelményeinek.

Ugyanilyen anyag összetételű textil ülésen végeztük el a cigaretta tesztet is, mely során a mintadarab nem gyulladt ki és számottevő károsodás sem keletkezett, így ez a mérés pozitív eredménnyel zárult.

A vizsgálatok elvégzése és az eredményeket egybevetve azt tapasztaljuk, hogy a szabványok többsége jól modellezi kicsiben a valóságos tüzeket, terjedését, illetve környezeti feltételeit. A vízszintes vizsgálat kivitelezésének szabályai viszont nem teljesen a reális tüzesetek kimenetelét eredményezik. Gondolunk itt arra például, hogy a tűzforrás csak 15 másodpercig van jelen és ez kevésnek bizonyul. Csináltunk kísérletet arra, hogy egy anyagot, ami a megadott időintervallum alatt nem gyulladt meg, tovább hagytuk a gyújtóforrásnak kitéve és így azt figyelhettük meg, hogy kis idő elteltével fellépett a meggyulladás majd az égés jelensége. a másik amit ezzel kapcsolatban meg kell említenünk, hogy ehhez a kísérlethez a maximális lángsebesség meghatározásán kívül más kritériumokat is kellene tenni a „megfelelő” kategória eléréséhez. Ennek oka az, hogy volt olyan mintadarab, amely a 100mm/perc előírásnak megfelelt, viszont az égés közben a füstképződése igen nagy volt, amely további problémákat okozhat.

Tehát ezzel a vizsgálattal kapcsolatban az a tapasztalatunk, hogy a gyújtóforrás használati idejének növelése és a kritériumok bővítése realisabbá tehetné a mérések eredményét, mely tűzvédelmi szempontból előnyös lehet.

Irodalomjegyzék

- [1] Beda László – Dr. Móroztné Cecei Katalin: Laboratóriumi gyakorlatok tűzvédelmi szakos hallgatók részére (Tankönyvkiadó, 1989)
- [2] DIN 75200 - Bestimmung des Brennverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeuginnenausstattung
- [3] DIN 54837 – Prüfung von Werkstoffen, Kleinbauteilen und Bauteilabschnitten für Schienenfahrzeuge (Bestimmung des Brennverhaltens mit einem Gasbrenner)
- [4] DIN 54341 – Prüfung von Sitzen für Schienenfahrzeuge des öffentlichen Personenverkehrs (Bestimmung des Brennverhaltens mit einem Papierkissen)
- [5] BS EN 1021-1 – Smouldering Cigarette
- [6] <http://magyarorszag.hu>
- [7] <http://mszt.hu>
- [8] <http://eg-richtlinien-online.de>

Mellékletek

A fékezetlen tűz eredménye



22. 23. 24. 25. ábra: Tűz előtt és után

Vizsgálati jelentés

Égési viselkedés DIN 54837 szerint

Jelentés száma: 001

Dátum: 2011. október 11.

Vizsgáló laboratórium: Szent István Egyetem – Ybl Miklós Építéstudományi Kar,
Tűzvédelmi és Biztonságtechnikai Intézet

Vizsgáló személy: Gábor Melinda, Juhász Attila

Vizsgált minta megnevezése: Belső térelhatároló

Vizsgált minta alakja: Téglalap

Vizsgált minta méretei: (hosszúság × szélesség × vastagság) 190x500x2 mm

Vizsgált minta felépítése / anyagok: Laminált farostlemez

Vizsgálat dátuma: 2011. október 11.

Alkalmazott előkezelés: -

		Egyedi mérési értékek mintánként					Átlag- érték
		1	2	3	4	5	
Mintameggyulladás	[mp]	180	182	172	177	174	
Után-égés időtartama	[mp]	15	13	23	18	21	18
Izzás:	kezdet	[mp]	110	100	102	108	104
	időtartama	[mp]	60	80	70	70	
Láng- magasság	max.-érték	[cm]	35	33	37	30	32
	időpont	[mp]	122	125	100	114	121
Lehulló darabok	hullás	[I / N]	I	I	I	I	
	után-égés	[mp]	0	0	0	0	0
Roncsolt terület hossza	[cm]	352	340	342	335	333	340
Oltás szükséges, időtartam	[mp]	9	11	12	10	9	
Átégetés, átolvadás	[I / N]	I	I	I	I	I	

I - igen; N - nem;

MEGJEGYZÉSEK:

(A mellékelt Vizsgálati jelentés felépítése, megegyezik az eredetivel.)