

Kombinált tűzvédelmi burkolatok

PÁKOZDI CSABA ■ építőmérnök hallgató, BME ■ pakozdy.9@gmail.com,
LUBLÓY ÉVA ■ PhD, adjunktus, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék ■ lubeva@web.de,
CZOBOLY OLIVÉR ■ PhD hallgató, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék
 ■ czoboly.oliver@epito.bme.hu

Érkezett: 2015. 06. 29. ■ Received: 29. 06. 2015. ■ <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2015.15>

Combined fire protection covers

Fire protection became more and more vital in the construction industry. One of the most efficient methods is the passive fire protection. Different kinds of passive fire protection covers and building materials were combined and tested in the present study. Steel, wood and concrete specimens were coated by cover made from fireproof plasterboard, gypsum fibreboard or mineral board and rock wool filling. Test covers were heated up to 800 °C and the temperature was measured both inside and outside the covers. The behaviour of the fibreboards was different during the tests. When choosing the proper fire protection cover, we need to consider how the protected structural material reacts to high temperature. In case of combustible building materials, it is essential to keep the temperature low inside the cover, because if the temperature reaches ignition temperature, the combustible structural material ignites, regardless if the cover is intact.

Keywords: tűzvédelem, gipszkarton, gipszrost, kőzetgyapot, kombinált burkolat

Kulcsszavak: fire protection, plasterboard, gypsum fibreboard, rock wool, combined cover

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben az előforduló sok tüzeset miatt egyre nagyobb hangsúlyt kap a szerkezetek tűzvédelme. Elég csak a New York-i World Trade Center 2001. szeptember 11-i katasztrófájára, vagy a 2013-as év elején Braziliában (Santa Maria városában) történt tüzesetre gondolni. A braziliai diszkó tűzben összesen 245 ember vesztette életét. „Rendőrségi és tűzoltósági szakértők elmondták, hogy a Kiss klubban bekövetkezett tűz az elmúlt 13 év legtöbb áldozatot követelő tüze volt, miközben a szórakozóhelyen nem volt sprinkler (oltó berendezés), burkolatként éghető hangszigetelő habot használtak, és csak egy kijárat volt” [1]. A közelmúltban Dubaiban ütött ki tűz a Kikötői fáklya nevű 79 emeletes lakóházban (1. ábra) [2].



1. ábra Kikötői fáklya nevű 79 emeletes lakóház tüzesete Dubaiban [2]
 Fig. 1. The 79 floor Torch residential tower in Dubai after fire [2]

A braziliai diszkó tűz esetén láthatóvá vált, hogy mennyire fontos a tűzvédelmi előírások betartása. Feltehetően a tűz nem ütött volna ki, ha megfelelő burkolatot, illetve ha nem szabadtéri tűzijátékot használtak volna beltérben.

Megdöböntő adat, hogy Magyarországon 2000 és 2005 között évi átlagban 24000-nél is több tüzesetet regisztráltak, melyből 6300-nál több a lakóingatlanokban bekövetkezett tűz [3]. Ezek közül azonban csak néhány vált közismertté. Ilyen volt például a Budapest Sportcsarnok tüzesete [4], vagy Miskolcon a Középszer u. 20 sz. alatti lakóépület tüzesete [5].

Ezeket a példákat okulva a tűzvédelem egyre nagyobb szerephez jut az építőiparban. Ennek egyik hatékony módja lehet a passzív tűzvédelem.

Jelen kutatásban arra kerestük a választ, hogy a különböző tűzvédelmi burkolatok viselkedése miben tér el egymástól, illetve a különböző szerkezeti anyagok védelmére ugyanazt a tűzvédelmi burkolati anyagot érdemes-e felhasználni, vagy a védendő anyagtól függően más burkolat alkalmazása javasolt?

Sokszor a tűzvédelmi anyagok nem mennek tönkre drasztikusan tűzterhelést követően. Ennek ellenére a gyakorlatban a burkolatokban lejátszódó fizikai és kémiai folyamatok miatt kicserélik őket akkor is, ha látszólag a szerkezet károsodása ezt nem indokolná. Lényegesnek tartottuk kísérletekkel megvizsgálni, hogy milyen mértékű tűzvédelmet biztosítanak azok a burkolatok, amelyeknek esetleg mégsem történik meg a cseréje.

2. Szakirodalmi áttekintés

Napjainkban a szerkezetek tűzvédelmére több megoldás is létezik. Beszélhetünk aktív és passzív tűzvédelmi megoldásokról. Aktív tűzvédelem alatt zömében azokat a gépészeti eszközöket értjük, melyek megfékezik a tűz továbbterjedését (pl. sprinkler), illetve a füstgázok elterjedését az épületben. Passzív tűzvédelem alatt pedig a különböző tűzvédelmi burkolatokat, tűzterherre megfelelően méretezett szerkezeteket értjük.

PÁKOZDI Csaba

Építőmérnök hallgató, a BME Építőmérnöki Karán. Fő érdeklődési területe: építőanyagok viselkedése tűz hatására.

LUBLÓY Éva

Okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar 2002), adjunktus a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszékén (2002). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

CZOBOLY Olivér

Okl. építőmérnök, PhD hallgató a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszékén. Fő érdeklődési területei: szálerősítésű betonok (FRC), nagy teljesítőképességű betonok (HPC), szerkezetek állapotvizsgálata, rekonstrukciós lehetőségek, tűzkárok mérnöki tanulságai.

A tűzvédelmi burkolatok egy része gipszkötésű, míg másik részük cementkötésű.

A gipszkő hőmérséklet hatására három lépcsőben bomlik [6]:

Az első lépcsőben (110–180 °C-on) a gipsz kristályvizéből 3/2 mol távozik, és hemihidrát gipsz keletkezik.

A második lépcsőben (180–300 °C-on) távozik a maradék 1/2 mol kristályvíz is. Vízmentes kalcium-szulfát, anhidrit keletkezik. Az anhidrit a kristályvíz hiányában nem képes megőrizni szilárdságát. A kristályrács és vele együtt maga az anyag is szétesik.

A harmadik lépcsőben (300–600 °C-on) a gipsz kalcium-szulfát kristályszerkezete alakul át, és agyonégetett gipsz keletkezik.

A fent részletezett három lépcsős bomlással járó endoterm folyamatok azok, amelyek hűtik a környezetüket, ezáltal a gipsztartalmú lemezek kémiai védelmét adják. Ennek a kémiai védelemnek a kimerülésével kerül előtérbe az anyagok hőtehetetlensége. Szálerősítés alkalmazása esetén a gipszkötésű tűzvédelmi lemezek a gipsz átalakulása után is egyben maradnak. Az anhidrit nem tud szétesni, így az építőlemez útját állja a hőnek. A gipszkötésű építőlapokból elsősorban a tűzálló gipszkarton és a gipszrost lapot használják tűzvédelemre. A tűzálló gipszkarton a normál gipszkartonhoz hasonló szárazépítési lemez. Két réteg papír között található egy gipsz réteg, ami üvegszál erősítéssel van ellátva. A gipszrost lapnál nincs a kétoldali papír borítás, illetve üvegszál helyett 15–20% cellulóz szálat tartalmaz.

A cementkötésű lapok esetében is kémiai, illetve hőtehetetlenségből fakadó védelemről beszélhetünk. A hőmérséklet emelkedésével a különböző szilikátványok leadják a kötött kristályvizüket ezzel az endoterm folyamattal pedig energiát vonnak el a környezetükből, így hűtve azt, ezzel megakadályozva a szerkezeti anyag felmelegedését, tönkremenetelét, teherbírásának kimerülését. A cementkötésnek köszönhetően tűzterherre hasonlóan viselkedik, mint a beton. 700 °C körül a kalcium-szilikát-hidrátok bomlásával szilárdságcsökkenés tapasztalható. Azonban ez nem olyan jelentős, mint a gipsz anyagú lapok esetében, itt nem szükséges szálerősítés a lapok egyben tartásához.

3. Vizsgált anyagok

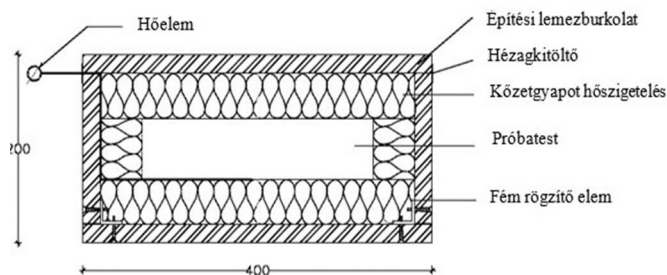
Több szakirodalmi adat is rendelkezésre áll a tűzvédelmi lapok működési mechanizmusáról és azok hatékonyságáról [6, 7]. Azonban jelenleg kevés ismeretanyagunk van a kombinált tűzvédelmi megoldásokról. Ezért megvizsgáltuk a kőzetgyapottal kombinált tűzálló gipszkarton, gipszrost lemez és cementkötésű lap által biztosított védelmet. A vizsgált anyagok legfontosabb tulajdonságait az 1. táblázat tartalmazza.

Vizsgálataink során védendő anyagként fa, acél, beton illetve polimerbeton próbatesteket vizsgáltunk. A kísérletekhez 200×200×400 mm méretű dobozokat készítettünk. A dobozok belsejébe 50 mm vastag kőzetgyapot hőszigetelés került, majd ebben helyeztük el a tartószerkezeti anyagot (2. ábra). A burkolaton belüli próbatest (tartószerkezeti anyag) felületén, illetve a kemencetérben kialakuló hőmérsékletet hőelemek segítségével mértük. Az első 30 percben 5 percenként, majd ezt követően 10 percenként rögzítettük a hőmérsékletet. A vizsgálathoz használt elektromos kemence felfűtési görbéje eltért az ISO 384

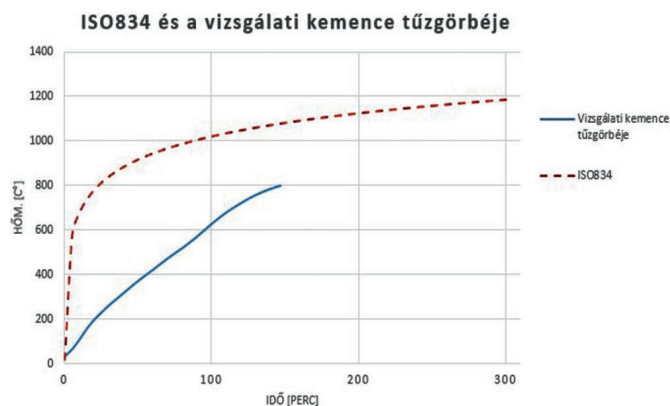
szabvány [7] görbétől (3. ábra). Tekintettel arra, hogy a kemence felfűtési görbéje azonos volt minden vizsgálati esetben, így a mérési eredmények összehasonlíthatóak egymással.

Alkalmazott anyag	Sűrűség [kg/m ³]	Hővezetési tényező [W/mK]	Nedvességtartalom [%]	Lemezvastagság [mm]
Tűzálló gipszkarton	870	0,25	16	12,5
Gipszrost lemez	1200	0,2	1	15
Cementkötésű lap	900	0,242	6	15
Kőzetgyapot	35	0,035	-	50

1. táblázat A vizsgált anyagok főbb jellemzői
Table 1. The main properties of the tested materials



2. ábra A vizsgálati elem hosszmetérete a próbatesttel és a hőelemmel
Fig. 2. Cross section of the specimens and the thermocouple

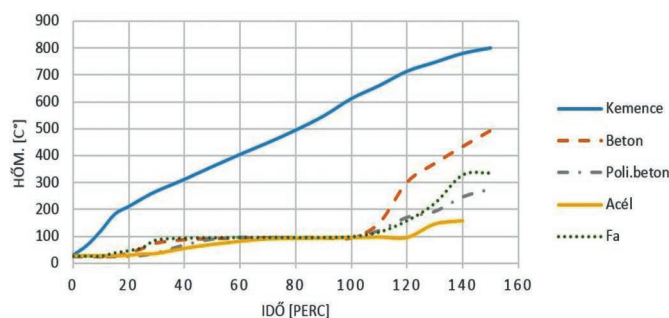


3. ábra Az ISO 384 szabvány és a vizsgálati kemence felfűtési görbéjének összehasonlítása
Fig. 3. Comparison of the fire curves of ISO 384 standard and the testing furnace

A vizsgálatok során a próbadobozok hőmérsékletét egységesen addig növeltük, míg a kemencetérben ki nem alakult 800 °C léghőmérséklet. A tűzálló gipszkarton próbadobozokat acél, fa, beton, illetve polimer beton próbatestekkel vizsgáltuk. A gipszrost lap, illetve a cementkötésű lap esetében pedig beton és acél próbatestekkel történt vizsgálat. A gipszrost lapokból, illetve a cementkötésű lapokból készült burkolatokat egymás után kétszer megvizsgáltuk. A tűzálló gipszkarton lapokat két rétegben alkalmaztuk, mert ez az elterjedt kialakításuk, míg a gipszrost és cementkötésű lapokat egy rétegben. A burkolólapok rögzítése belülről történt, a rögzítéshez L profilokat illetve önmetsző gipszkarton csavarokat használtunk.

4. Kísérleti eredmények

A tűzálló gipszkarton burkolattal és közetgyapot hőszigeteléssel védett próbatetek vizsgálati eredményeit a 4. ábrán foglaltuk össze. A felfűtés kezdeti szakaszánál (hózzavetőlegesen az első 45 perc) a védett anyag tulajdonságai kimutathatóan befolyásolták a felmelegedés sebességét. Különbség alakult ki az acél és a polimerbeton, illetve a fa és a beton próbatetek felmelegedési ütemében. A hőmérséklet állandósulása után a burkolat hózzavetőlegesen 100 percig biztosít hatékony védelmet (a vizsgálat során alkalmazott felfűtés esetén) a próbatestnek. A kémiai védelem megszűntével a burkolat hőtehetlensége továbbra sem engedi, hogy a védett anyag hőmérséklete hirtelen megemelkedjen, de a burkolat mechanikai sérülései miatt a hőmérséklet emelkedése jelentős (4. ábra). Kísérleteink során a tűzálló gipszkarton burkolatok az első vizsgálat alatt jelentősen károsodtak (5. ábra), ezért azok későbbi tűzvédelemben történő felhasználása nem elképzelhető.



4. ábra A tűzálló gipszkarton burkolattal végzett vizsgálatoknál rögzített hőmérséklet-idő görbék

Fig. 4. Temperature increase in time during the tests of the fireproof plasterboards



5. ábra A tűzálló gipszkarton próbadoz 144 perc után

Fig. 5. Fireproof plasterboard test box after 144 minutes

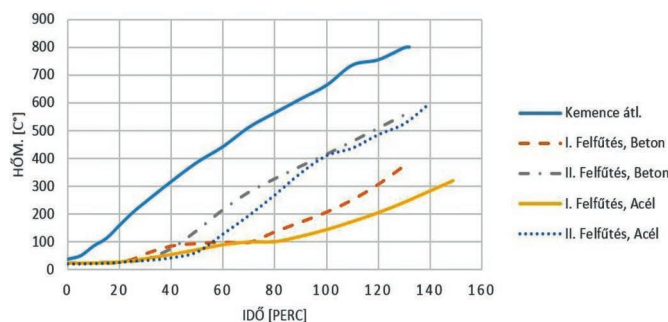
A gipszrost burkolat az első és a második felfűtési vizsgálat esetében is közel 30 percig állt ellen a hőhatásnak és a próbatest felületén a hőmérséklet nem emelkedett jelentősen (6. ábra). Az első vizsgálatot követően a kihűlt, burkolt próbatestet néhány nappal később ismételt vizsgáltuk.

A 6. ábrán látható, hogy az első felfűtési vizsgálat során sem a beton, sem az acél esetében nincs hosszán elnyúló plató a próbatest felületén mért hőmérséklet-idő görbén. Mindkét esetben 500-550 °C külső hőmérséklet mellett a 70. perc körül megszűnik a kémiai védelem. Ez a gyors leépülés azzal indokolható, hogy a 25 mm vastag burkolólap átmelegszik, és a

gipsz átalakul. Az átalakulás gyors lefutását feltehetően a felszín közelében kiégő cellulóz szálak is erősítik. A 15-20 % cellulóz szál, a cellulóz kiegészéssel megnöveli a burkolat porozitását, így a kristályvíz könnyen tud távozni a lap mélyebb rétegeiből is.

A második felfűtési vizsgálat esetében teljesen el is marad a konstans szakasz a próbatest felületén mért hőmérséklet-idő görbén, hiszen az első vizsgálat során a gipsz már átalakult.

A kémiai védelem megszűntével a burkolat továbbra is hatékonyan állja a hő útját, jelentős mechanikai sérülések hiányában (7. ábra) a lapok hőtehetlensége továbbra is jól kihasználható.



6. ábra A gipszrost burkolattal végzett vizsgálatoknál tapasztalt hőmérséklet-idő görbék

Fig. 6. Temperature increase in time during the tests of the gypsum fibreboards



7. ábra A gipszrost próbadoz 132 perc után

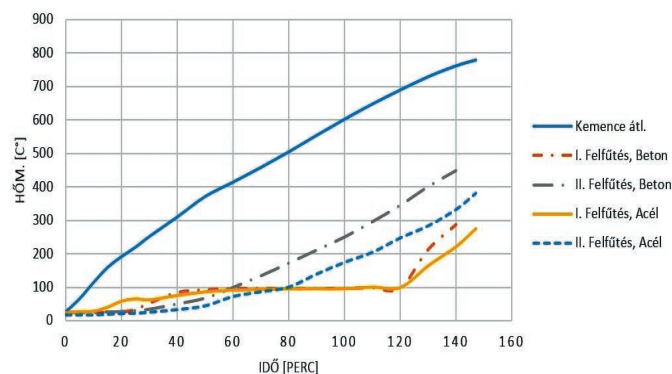
Fig. 7. Gypsum fireboard test box after 132 minutes

A cementkötésű lapok esetében az első 20 percben nem emelkedik jelentősen a belső hőmérséklet (8. ábra). Ezt a jelenséget a második vizsgálatnál is megfigyelhetjük. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy ennyi idő szükséges a burkolat és a közetgyapot átmelegedéséhez.

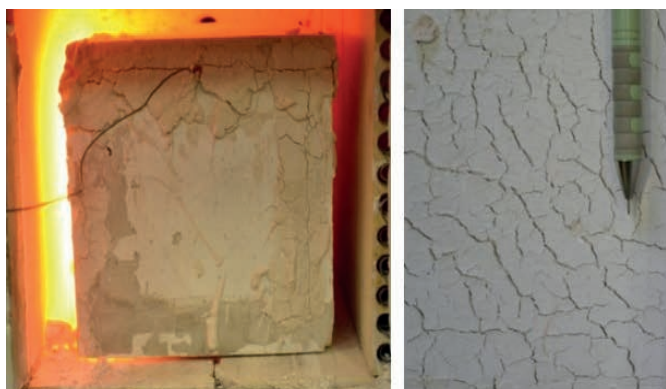
Az első vizsgálat során mind az acél, mind a beton próbatestnél közel 80 perces platót figyelhetünk meg a próbatest felületén mért hőmérséklet-idő görbén, a kémiai védelemnek köszönhetően. Az első vizsgálat után a tűzvédelmi burkolat egyben maradt, azonban a felülete összerepedezett (9. ábra).

A 8. ábrán megfigyelhető, hogy a második vizsgálat során sem jelenik meg a plató a próbatest felületén mért hőmérséklet-idő grafikonon. A kémiai védelem ebben az esetben nem tapasztalható, de a cementkötésű lapok hőtehetlensége hatékonyabb védelmet biztosít, mint a gipszkötésű lapoké. Fontos megfigyelésünk, hogy a második vizsgálat után a cementkötésű burkolatokat egy hétig laborlevegőn tároltuk, és eközben a le-

vegőből felvett nedvesség hatására a próbadozók szilárdsága jelentősen lecsökkent és idővel szétestek. Tehát a cement kötésű lapok tüzesetet követő további felhasználása nem lehetséges.



8. ábra A cementkötésű lap burkolattal végzett vizsgálatoknál tapasztalt hőmérsékleti görbék
Fig. 8. Temperature increase in time during the examination of the mineral board



9. ábra A cementkötésű lap próbadoz a vizsgálat után
Fig. 9. Gypsum fibreboard test box after testing

5. Összefoglalás

Jelen kutatásban arra kerestük a választ, hogy a különböző tűzvédelmi burkolatok viselkedése miben tér el egymástól, illetve a különböző szerkezeti anyagok védelmére ugyanazt a tűzvédelmi burkolati anyagokat érdemes-e felhasználni, vagy a védendő anyagtól függően más burkolat alkalmazása javasolt?

Mérési eredményeink azt bizonyítják, hogy a különböző burkolatok védelmének hatékonysága leginkább a kristályvíz tartalmuktól függ. A kémiai védelem szempontjából leghatékonyabb a cementkötésű lap volt, melyben a szilikát ásványok sok kötött vizet tartalmaznak. Vizsgálataink alapján a tűzálló gipszkarton lapok kémiai védelme hatékonyabb volt a gipszrost lapokénál, azonban a gipszkarton lapok a vizsgálat közben jelentősen károsodtak. Az illesztéseknél a tűzálló gipszkarton burkolódoboz megnyílt, a burkolólapokon nagyobb repedések keletkeztek. Valós szerkezetek esetén elképzelhető, hogy a tűz során a tűzálló gipszkarton burkolólapok jelentősen megnyílnak.

Vizsgálataink alapján tűzvédelmi burkolatok választásakor mérlegelni lehet, hogy az adott szerkezeti anyagnak milyen hőmérsékleti viselkedés kedvez. Éghető anyagok esetében jobb, ha hosszú ideig alacsony a hőmérséklet a védelmen belül, hiszen amennyiben eléri a belső hőmérséklet a gyulladáspont

akkor, annak ellenére, hogy a burkolat egyben maradt, az éghető szerkezeti anyag (pl.: fa) meggyulladhat. Acél és beton szerkezeteknél előnyösebb lehet a hosszú ideig tartó védelem biztosítása, még ha ez a védelem nem is jelent akkora külső és belső hőmérséklet különbséget.

Mérési eredményeink alapján a tűzvédelmi burkolatok kémiai védelmének kimerülésével fontos szerephez jut a közetgyapot, mely szigetelőképességének köszönhetően, lassabb átmelegedést eredményez.

Lényegesnek tartottuk kísérletekkel megvizsgálni, hogy lehet-e a tűzvédelmi burkolatokat tűz után újból felhasználni. Kísérleteink során a tűzálló gipszkarton burkolatok az első vizsgálat alatt jelentősen károsodtak. Ezért azok későbbi tűzvédelmi felhasználását nem tartjuk elképzelhetőnek. A gipszrost burkolólapot és a cementkötésű burkolólapot vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a cementkötésű lapok által biztosított tűzvédelem jelentősebb volt a második (újbóli) vizsgálat során, mint a gipszrost lapé. A második vizsgálatot követően a cementkötésű burkolatokat egy hétig laborlevegőn tárolva azt tapasztaltuk, hogy a levegőből felvett nedvesség hatására a próbadozók szilárdsága jelentősen lecsökkent és idővel szétestek, míg a gipszrost lapok, szilárdak maradtak a vizsgálat után több héttel is. Ezek alapján tűz utáni újbóli felhasználása legfeljebb a gipszrost lapoknak lehetséges. Azonban gipszrost lapok esetén is megfontolandó, hogy tűz után a tartószerkezet védelmére elegendő védelmet tud-e nyújtani a gipszrost lap a már elvesztett kémiai védelem nélkül.

Hivatkozások

- [1] Tűzvédelmi hiányosságok a brazil diszko tűznél, <http://gyujtoforras.hu/tuzvedelmi-hianyosságok-a-brazil-diszkozotuznel/> (letöltve: 2013. 02. 12.)
- [2] www.slate.com/blogs/the_slatest/2015/02/21/video_fire_engulfs_one_of_the_world_s_tallest_residential_towers_in_dubai.html (letöltve: 2015. 03. 10.)
- [3] www.langlovagok.hu (2010. augusztus 21-én letöltött statisztikát feldolgozva)
- [4] Majorosné Lublőy É. – Bánky T. – Balázs L. Gy. (2004): Tűz a Budapest Sportsarnokban: mérnöki tanulmányok. *Vasbetonépítés*, Vol. 6, No. 2, pp. 43-48.
- [5] Szikra Cs. – Takács L. (2010): A Miskolc, Középszer u. 20. sz. alatti lakóépület tüzesetének sajátosságai. *ÉPKO 2010*, Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó, Románia.
- [6] Kopecskó K. (2015): Fázisanalitikai módszerek alkalmazása a mérnöki gyakorlatban, *Segédlet Geológia BSc és Szerkezet- és Anyagvizsgáló Laboratórium BSc tárgyakhoz*, BME Építőmérnöki Kar
- [7] Balázs L. Gy. – Horváth L. – Kulcsár B. – Lublőy É. – Maros J. – Mészoly T. – Sas V. – Takács L. – Vigh L. (2010): Szerkezetek tervezése tűzterherre az MSZ EN szerint (beton, vasbeton, acél, fa), *Oktatási segédlet*, Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat

Ref.:

Pákozdi Csaba, Lublőy Éva, Czoboly Olivér: Kombinált tűzvédelmi burkolatok
Építőanyag – Journal of Silicate Based and Composite Materials,
Vol. 67, No. 3 (2015), 94–97. p.
<http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2015.15>