

# Szalmabála anyagú falak tűzvédelmi kérdései

**MÓDER István** • BME • moder@t-online.hu

**LUBLÓY Éva** • BME • lubeva@web.de

**TAKÁCS LAJOS GÁBOR** • BME • lajos.takacs@propannonia.co.hu

Érkezett: 2010.05.14. • Received: 14.05.2010. <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2010.22>

## Fire safety questions of straw bale walls

Although straw bales are known for its excellent heat insulation properties, not much known for its fire safety properties. In Hungary the EMI Non-Profit Limited Liability Company for Quality Control and Innovation in Building has already tested a load-bearing wall structure. But no tests were carried out on unplastered straw bales according to the MSZ EN ISO 11925:2 2002 standard, which is not a condition of building straw bale walls but many attribute would get to be known. The aim of our experiments were to subject unplastered straw bales to single-flame source test in order to prepare standardized tests and product development. From the straw bales we made samples in the size of 15x15x15 cm, with the density of the original straw bales of 80-120 kg/m<sup>3</sup>. In total 8 tests were made. It was verified that the charred layer, on a fire exposed straw bale, is not just a bar to inlet oxygen but also forms an insulating layer on the specimen therefore slows down the heat transfer. This phenomena is similar to timber structures where the charring layer provides protection to the inner part of the element.

Keywords: straw bale, fire, combustibility

## 1. Bevezetés

A szalmabálás építés nagymértékben környezetbarát, mert mezőgazdasági mellékterméket hasznosít újra, valamint primer energiaigénye rendkívül alacsony. A szalmabálás építési módnak további előnye, hogy a szalmabála kiváló épületfizikai tulajdonságokkal rendelkezik, különösen kedvező a hővezetési tényezője ( $\lambda=0,0337-0,086$  W/mK). A hővezetési tényező függ a bálák sűrűségétől, fektetési irányától, valamint nedvességtartamától. A szalmabála ma is több vizsgálat tárgyát képezi, de tűzállósági vizsgálatot keveset végeztek. A szalmabálából épült szerkezetek tűzvédelmi megfelelőségét vizsgálták már az Egyesült Államokban, Ausztriában, Dániában, Magyarországon. A fenti kísérletek többségének tárgya szalmabálát is tartalmazó kötött rétegrenddel rendelkező teljes szerkezet volt. A teljes szerkezetek vizsgálatával szemben mi fontosnak éreztük, hogy a szalmabála, mint alapanyag tűzvédelmi tulajdonságait is megismerjük. A kísérleteinket kisméretű próbatetekkel végeztük.

Cikkünk első felében a rendelkezésünkre álló mérési jegyzőkönyvek alapján ismertetjük a rétegrenddel rendelkező szalmabála falszerkezetek tűzállósági vizsgálatát. Második felében a három, legtöbb információt adó, saját kísérletünket mutatjuk be.

## 2. Szalmabála leírása

A szalma jelentése: a gabona (búza, rozs, árpa, zab, köles) vagy szálas növények (len, kender, rizs) száraz szára. Másként fogalmazva a növény gyökér és kalász közötti levelektől és a virágoktól megtisztított része. A szalma kiszáritva a fához hasonló kémiai tulajdonságokkal rendelkezik, magas szilíciumdioxid tartalmának köszönhetően nagyon lassan rothad. Bálázásra a legalkalmasabb a búza, a tönkölybúza valamint a rozs szalmája. A bálázhatósághoz a szalma szárának legalább 15 cm-nek kell lennie, az optimális méret 30–45 cm.

**Dr. LUBLÓY Éva**

(1976) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki kar 2002), adjunktus a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén (2002). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

**MÓDER István Ferenc**

(1987) építőmérnök hallgató (BME Építőmérnöki kar), vizsgáló technikus az ÉMI Építésügyi és Innovációs Kft-ben (2010). Fő érdeklődési területei: szalmabála építéset, tűzterherre méretezés EC szerint. A Szilikátipari Tudományos Egyesület tagja.

**Dr. TAKÁCS Lajos Gábor**

(1971) okl. építésmérnök (BME Építésmérnöki kar 1995), adjunktus a BME Épületszerkezettani Tanszékén (2009). Fő érdeklődési területei: építészeti tűzvédelem, tűzkárok építészeti tanulságai.

A szalmát különböző méretben és formában bálázzák. Az építkezésre szánt bálák kötözése szempontjából megkülönböztünk kéthuzalos és háromhu-

zalos hasáb bálákat. A szalmabálás építkezéshez alkalmazható (kéthuzalos) bálák méretei: 32–35 x 50 x 50–120 cm. Az átlag hosszúság 80 és 90 cm között mozog, ami főként annak tudható be, hogy ma már nem gyártanak kisebb bálázó gépeket. A bálák átlagos halmazsűrűsége  $\rho = 80-120$  kg/m<sup>3</sup> [1]. Novák Ágnes tapasztalatai szerint Magyarországon 40 x 50 x 80 cm méretű bálák az elterjedtek [2].

Építési alkalmazásuk során fontos, hogy a bálák, amennyire csak lehetséges, sűrűek és tömörítettek legyenek. A bálák tömege 15–30 kg között mozog. A szalmabálákat huzal szorítja össze, amely lehet polipropilén, természetes anyagú kender, valamint fém drót. A jól elkészített báláknál a huzalok annyira feszesek, hogy a bála és a zsinog közé az ember ujjja nem fér be. A huzalok kb. 10 cm-re helyezkedjenek el a szélektől, a megfelelő formatartás miatt [3]. Az építkezésre szánt bála nedvességtartalmának kisebbnek kell lennie, mint 15 m%. Az építés helyszínén a bálákat le kell takarni, mindennemű nedvességátástól óvni kell, mindezek mellett az oldalirányú szellőzés megoldása is szükséges.

## 3. Szalmabála anyagú falak tűzállósági vizsgálati

Az MSZ EN 13501-1: 2007 szabvány („Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása. 1. rész: Osztályba sorolás a tűzveszélyességi vizsgálatok eredményeinek felhasználásával”), valamint az OTSZ 5. része szerint F tűzvédelmi osztályba sorolhatók azok az anyagok, amelyek tűzvédelmi paramétereit nem ismerjük vagy nem teljesítették az E tűzvédelmi osztály elérésére szükséges vizsgálatokat. Ide tartozik a természetes építőanyagok egy része (pl. nád, zsúp, kender). Ahhoz, hogy egy építőanyag E tűzvédelmi osztályba sorolást kapjon az MSZ EN ISO 11925-2: 2002 („Tűzveszélyességi vizsgálatok. Építési célú termékek gyúlékonysága közvetlen láng hatás mellett. 2. rész: „Egyedi láng”-os vizsgálat”) vizsgálaton kell, hogy megfeleljen. Ezt a vizsgálatot Magyarországon, szalmabálán még nem

végezték el. Azon esetekben, amikor az európai kontinensen az építésre alkalmas szalmabálát vizsgálták, azokat mindig kötött rétegrenddel – jellemzően a tűztér felől vakoltan, tűzállósági teszttel – vizsgálták. A vakolatlan szalmabála nem rendelkezik az építési termékekre vonatkozó európai megfeleléségi igazolással – ETA (European Technical Approval) – vagy hazai megfeleléségi igazolással (ÉME). A magyarországi tűzvédelmi vizsgálatok is csak kötött rétegrenddel, teljes szerkezetre történtek, amit az ÉMI (Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.) 2009-ben vizsgált [4].

Szalmabálából épült fal esetén kielégítő tűzállóságú szerkezetről csak akkor beszélhetünk, ha a szalmafal mindkét oldalára teherviselő aljazaton vakolatot hordtak fel (lásd részletesen 3.1, 3.2 és 3.3 alpontokban). A szalmabála falak vakolatát kétoldali deszkázatra vagy vakolaterősítő hálóra hordják fel. A kétoldali vakolat, illetve annak erősítése biztosítja a teljes szerkezet tűzzel szembeni megfelelő ellenállását.

Az alábbi pontokban a korábbi vizsgálatokat és azok eredményeit tekintjük át.

### 3.1. ASTM E-119-es vizsgálat vakolt és cement vakolatú bálaszervezeten

1993-ban két kisméretű (small scale), nem teherhordó bálaszervezetű fal ASTM E-119 vizsgálatát végezték el Albuquerque-ben, New Mexico államban (USA). Az ASTM E-119 az USA-ban használatos vizsgálati szabvány, mellyel az építési anyagok és termékek tűzállóságát mérik szabványosított körülmények között. A próbatest 3 sornyi szalmabálából állt, az alsó és a felső teljes bála, míg a középső 2 db félbála, mely a bálacsatlakoztatási csomópontot modellezi. A szabvány szerint a vizsgálat során 3 lépcsőben kell a hőmérsékletet emelni, a tűrés tartomány  $\pm 10\%$ . Az első öt percben  $1000\text{ °F}$ -re ( $539\text{ °C}$ ), majd  $1550\text{ °F}$ -re ( $843\text{ °C}$ ) a harmincadik percben, míg végül  $1750\text{ °F}$ -re ( $954\text{ °C}$ ) 1 óra múltán. Az egyik próbatest egy vakolatlan szalmabála falszerkezet, a másik próbatest már mindkét oldalán kohósalak adalékanyagú, alumínacemnt kötőanyagú vakolattal ellátott szalmabála falszerkezet volt.

#### 3.1.1. Vakolatlan bálafal vizsgálati eredményei

A tűzmentett oldalon az átlaghőmérséklet a harmincadik perc után  $52,8\text{ °F}$ -tel ( $11,6\text{ °C}$ ) emelkedett. Egyetlenegy hőelemen sem lépte át a megengedett határértéket, a  $250\text{ °F}$ -et ( $121,1\text{ °C}$ ). A vizsgálat első 30 perce alatt sem láng, sem forró gáz nem jutott át a szerkezeten. A vizsgálatot a 34. percben leállították, mert a középső szalmarétegben a függőleges illesztésnél lángátörést tapasztaltak. A szalma vizsgálat közbeni viselkedését figyelő nyílásokon, a vizsgálat teljes időtartama alatt figyelemmel kísérték. A kemencéből való kiemelés után is megvizsgálták a próbatesteket. A kiemelés után a bálák lassan izzottak, de nem kaptak lángra. Az elszenesedett szalmabála külső rétegei elzárták az égést tápláló levegő (oxigén) bejutását a bála belsejébe, így lassítva az égést. A kemencében mért legmagasabb hőmérséklet  $1691\text{ °F}$  ( $921,7\text{ °C}$ ) volt [5].

#### 3.1.2. Vakolt bálafal vizsgálati eredményei

A 120 perces vizsgálat alatt a vakolt szalmabálák tűzmentett oldalán mért legnagyobb hőmérsékletemelkedés  $63,1\text{ °F}$  ( $17,3\text{ °C}$ )

volt. A legnagyobb hőmérséklet a belső oldalon  $1942\text{ °F}$  ( $1061\text{ °C}$ ) volt. A vizsgálat alatt lángátörés nem következett be. A vizsgálat végén (a 120. percben) egy  $2,5\text{ inch}$  ( $6,35\text{ cm}$ ) átmérőjű tömlőből vizet locsoltak a szerkezetre, amely semmilyen károsodást vagy állagvesztést nem okozott (ún. Hose-stream test). Megfigyelték azonban, hogy a 120 perces vizsgálat közben a vakolat fokozatosan megrepedt a tűzterhelés alatt [5].

### 3.2. ASTM E-119-es vizsgálat cement és agyag vakolatú bálaszervezeten

Az USA-ban nem teherhordó szalmabála falszerkezetet ASTM E-119 szerint vizsgáltak 2006-ban. A próbatest  $3 \times 3$  méter, míg az egyes bálák mérete  $35 \times 45 \times 91\text{ cm}$  volt, amelyeket téglakötésben helyeztek egymásra. A bálák összeerősítése bálánként 2 darab polipropilén huzallal (PolyLine 430-as Greenlee gyártmány) készült. A bálákat az oldalukra fektették (laid on-edge), hogy a huzalok a legnagyobb hőmérsékleti igénybevételnek legyenek kitéve; a huzalok mind a tűztér felőli-, mind a tűzmentett oldallal érintkeztek. A bálák csatlakozási csomópontjait sár és szalma keverékkel fedték, valamint, amennyire lehetséges volt, a hézagokat kitöltötték. A szalmafalra horganyzott vakolaterősítő hálót rögzítettek, amelyet levezettek a bálatorok alá. A háló átfedései legalább  $10\text{ cm}$ -esek voltak. A vakolatot kézzel, 2 rétegben hordták fel  $\frac{1}{2}\text{ inch}$  ( $1,27\text{ cm}$ ) vastagságban. A vakolat receptúrája 1 rész mész, 3 rész Portland cement, 10 rész homok, és víz volt, a keveréshez szükséges mennyiségben. A falszerkezetet vakolás után 36 nappal vizsgálták, amely kiállta a 120 perces tűzterhelést, valamint a kötött vízszög vizsgálat által okozott igénybevételt is. A szerkezeten 120 percben belül sem láng, sem annyi mennyiségű forró hő nem tört át, hogy akár egy vattadarabot is meggyújtson. A tűzmentett oldalon az átlaghőmérséklet nem haladta meg a  $250\text{ °F}$ -t ( $120\text{ °C}$ ), valamint egyetlen egy pontban sem lépte át a  $325\text{ °F}$ -t ( $162\text{ °C}$ ). A vizsgálat során a szerkezet 120 perces tűzállósági határértéket kapott [6].

Az agyagtapasztású, nem teherhordó szalmabála-falszerkezet ASTM E-119-es vizsgálatát is elvégezték 2006-ban az USA-ban. A vizsgálat megegyezik az előző kísérletben leírtakkal. A próbatest méretei:  $4,3\text{ m} \times 3,6\text{ m}$ , és a bálák fektetése megegyezik az előző vizsgálatban alkalmazott nem teherhordó falszerkezettel. Az agyagréteget is 2 rétegben hordták fel  $\frac{1}{2}\text{ inch}$ -es ( $1,27\text{ cm}$ ) vastagságban. Az agyagvakolat receptúrája: 3 rész agyag, 2 rész vágott szalma, 6 rész homok, és a permetezéshez szükséges vízmennyiség. A próbatest 28 napos korban mért nedvességtartalma  $11,1\%$ -os volt. A vizsgálat eredményeként a szerkezet 60 perces tűzállósági határértéket kapott [7].

### 3.3. Agyagtapasztású szalmabála-falszerkezet ausztriai vizsgálat

Agyagtapasztású nem teherhordó szalmabála falszerkezetet vizsgáltak 2001-ben Bécsben, a Technische Universität-en. A próbatest méretei:  $2280 \times 2500\text{ mm}$ , vastagság  $43\text{ cm}$ . A próbatest mindkét oldalára  $2\text{ cm}$  agyagvakolatot hordtak fel. A vizsgálatot az ÖNORM 3800-2 szerint hajtották végre, amely szerint a felmelegedési határállapot eléréséhez a tűztől mentett oldalon legfeljebb  $140\text{ °C}$  átlaghőmérséklet és egy ponton  $180\text{ °C}$  hőmérséklet megengedett. A tűzállósági határérték vizsgálat

után egy 15 kg tömegű acélgolyót ütköztettek a szerkezetnek 20 Nm ütőmunkával (ún. Impact test). A vizsgálat megállapította, hogy a szerkezet 90 perces tűzállósági határértékre felelt meg [8].

#### 4. Saját kísérletek

A kísérletünk célja a szalmabála, mint építőanyag vizsgálata volt, nem egy szerkezeti elem vizsgálata. Hazai viszonylatban eddig ilyen jellegű kísérletet nem végeztek. Kísérleteink célja az volt, hogy előkészítsük a szalmabálából készülő szerkezetek további fejlesztését és vizsgálatát. Természetesen tisztában vagyunk azzal, hogy ezek a kísérletek nem a vonatkozó vizsgálati szabványokból rögzített feltételek szerint zajlottak, valamint a vizsgálati eredményekből szabványos következtetéseket sem lehet levonni. A kísérleteket a Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén végeztük el.

##### 4.1. A kísérlet módja

A szalmabálákat őstermelőtől szereztük be. A bálákat a felhasználás előtt 2 hétig száraz raktárban tároltuk. A szalmabálából 15x15x15 cm-es, tömörített próbatesteket alakítottunk ki, acél kockasablonok felhasználásával. A tömörítésnél figyelembe vettük az építkezésre szánt szalmabála irányadó halmazsűrűségét, ami 80–120 kg/m<sup>3</sup>. A próbatestek tömörítését a kívánt halmazsűrűség eléréséig végeztük, így a próbakockák tömege 0,270–0,405 kg-ra adódott. A megfelelő tömörséget csömöszülő fa alkalmazásával értük el. A tömörítést és a kötözést kézi erővel végeztük el. Összesen 14 darab próbakockát készítettünk. Egy szalmakockát kötöztünk általános műanyag kötözővel, egy szalmakockát acélhuzallal, 12 darabot kötöző spárgával. A műanyag kötöző és az acél huzallal kötözött próbatesten kívül a 12 darab spárgával kötözött szalmakocka közül véletlenszerűen kiválasztottunk 6 darabot, és ezen a 8 kockán végeztük el a kísérleteket. A vizsgálat során a hőmérsékletet K-típusú hőelemekkel mértük. A vizsgálatot a hőmérséklet csökkenésekor állítottuk le. A következőkben az elvégzett 8 vizsgálatból a 3 legfontosabb vizsgálatot mutatjuk be.

##### 4.2. Első vizsgálat

A vizsgálatot 2009. október 5-én végeztük, amikor 15 °C volt és enyhe szél fújt. A próbatest tömege 270 g volt, ami 80 kg/m<sup>3</sup>-es halmazsűrűséget jelent. A vizsgálatot 2 perc 58 sec után leállítottuk. A próbatest a polipropilén műanyag kötöző anyag elége miatt szétesett (1. ábra). Ennek következtében a próbatest belső rétegeibe is elegendő levegő jutott, az égés intenzitása felgyorsult. Feltételezésünk helyesnek bizonyult, hogy ha csak műanyag kötözőt használunk, akkor a kötöző tűzállósági paramétereit is figyelembe kell venni, ahogy ezt a 3.2-es pontban ismertetett kísérletnél tették.

##### 4.3. Második vizsgálat

A második vizsgálatot szintén 2009. október 5-én végeztük. A próbatest tömege 300 g (90 kg/m<sup>3</sup>) volt. A dróthuzallal átkötött bálával végzett kísérletet a 20. percben felfüggesztettük (2. ábra), mert a hőmérséklet a próbatestben fokozatosan csök-

kent. A megerősített (acél) kötözés miatt a próbatest nem esett szét. A próbatest széleinél 3–5 cm-es elszenesedés látszódott. Megállapítható, hogy az elszenesedett szalmaréteg nemcsak az oxigén bejutást gátolta, hanem hőszigetelő réteget is képezett a próbatesten, így a hőátadást is lassította. Ez a jelenség hasonló a fa égésekor tapasztaltakhoz, ahol az elszenesedett réteg védelmet nyújt a fa belsőbb részeinek [10].



1. ábra A kötözőanyag elégését követően a próbatest viselkedése  
Fig. 1. Specimen right after the combustion of strings



2. ábra A próbatest a 20. percben  
Fig. 2. The specimen in the 20th minute

##### 4.4. Harmadik vizsgálat

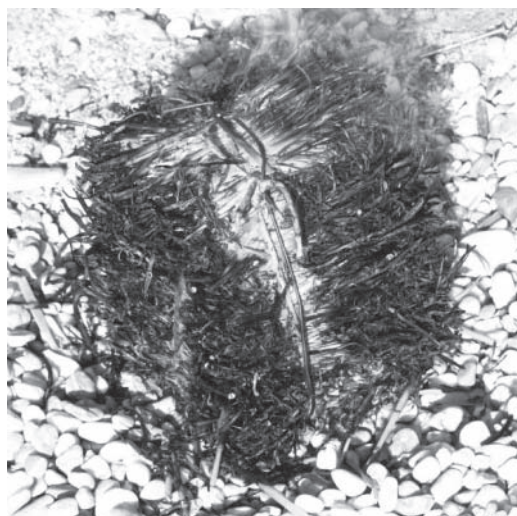
A vizsgálatot 2009. október 21-én hajtottuk végre. A külső hőmérséklet 16 °C volt, enyhe szél fújt. A 370 g-os próbatest halmazsűrűsége 110 kg/m<sup>3</sup> volt. A szalma a tűz indukálásának helyén azonnal izzani kezdett, a lángok a kiálló tarlókon oldal irányban terjedtek. A szalma azonnal kezdett elszenesedni, a tarlók tovább égtek. A láng a próbakocka mindkét oldalára elterjedt. 15 sec elteltével a gázlángot elzártuk. A kiálló tarlók tovább égtek ugyan, de a gázláng elzárása után 3 perc elteltével a tűz kialudt (3. ábra).



3. ábra 3 perc elteltével a tűz elaludt, a képen a szalma beégési képe látható  
Fig. 3. After 3 minutes the fire stopped, the charred straw bale



4. ábra Amikor a kötöző anyag elégett  
Fig. 4. When the strings are combusted



5. ábra Dróthuzallal erősített próbatest a 20. percen  
Fig. 5. Wire strengthened specimen int eh 20th minute



6. ábra Az elszenesedett szalmaréteg mögött a próbatest nem károsodott  
Fig. 6. Behind the charred layer no damage occurred

## 5. Megállapítások

1. A **kötöző anyag** minősége alapvetően befolyásolja a szalmabálák tüzeseti viselkedését. Látható, hogy amennyiben a kötöző anyag nem áll ellen a tűzhatásnak (4. ábra), illetve éghető anyagból készül, károsodásakor a szalmabála szétesik és elegendő mennyiségű oxigén jut az égéshez, így az égési folyamat gyorsan végbemegy. Elsődleges feladat tehát építésre szánt szalma bálázásánál, illetve a további fejlesztéseknél a tűz szempontjából is megfelelő kötöző anyag megválasztása. Legmegfelelőbbnek a horganyzott acél huzalt tartjuk (5. ábra). A tűzzel szembeni ellenállás növelésére további módszer lehet a szalmabálák fektetési irányának meghatározása (építészeti módszer). A legjobb megoldás, ha a kötöző huzalok az esetleges tűznek kitett felületről a lehető legmesszebb kerülnek. A rövidebb oldalukra fektetett („laid on edge”) bálák alkalmazása tűzvédelmi szempontból kerülendő [6] [7].

2. A **tömörtség** növelése kedvezően befolyásolja a szalmabálák tűzzel szembeni ellenállóságát. A szalmabálákra vonatkozó magyar szabvány hiányában nincs előírás az építkezésre szánt szalmabálák tömörségére vonatkozóan. Kaliforniában, a helyi szabályzatnak (building code) megfelelően, csak a  $110 \text{ kg/m}^3$  (7 font/köbláb), vagy ennél nagyobb tömörségű bálák használhatók építkezésre [9]. A kísérletek rámutattak, hogy a szalmabála mint anyag tűzzel szembeni ellenállósága a tömörség növelésével javítható. Továbbá megfigyelhető volt az összes nagy-tömörségű próbatest esetében, hogy a kötöző anyag alatt el sem szenesedett a próbatest, mert a tömörség itt jóval nagyobb, mint a próbatest többi részén.
3. A nagyobb tömörségű szalmabálák nyílt lánggal égés helyett **elszenesedéssel** reagálnak a tűzhatásra. Az elszenesedett külső rétegek (6. ábra) csökkentik az oxigén bejutását a próbatest belső részébe. Az elszenesedés mértéke függ a lángthatás (7. ábra) és a kötözők helyzetétől. Megállapítható, hogy az elszenesedett szalmaréteg nemcsak az

oxigén bejutást gátolja, hanem hőszigetelő réteget is képez a próbatesten, így a hőátadást is lassítja. Ez a jelenség hasonló a fa égésekor tapasztaltakhoz, ahol az elszenesedett réteg védelmet nyújt a fa belsőbb részeinek [10].

4. A próbakockákról szándékosan nem távolítottuk el a **kiálló szálakat** (tarlókat). Ez azt eredményezte, hogy tűz hatására elsőként a kiálló szálak kaptak lángra, ennek ellenére a próbatest nem égett át. A próbatest belsejében még a kiálló szálak ellenére sem tapasztaltunk károsodást, elszenesedést.



7. ábra Látható, hogy a tűzhatás a próbatestet milyen irányból érte  
Fig. 7. The direction of fire exposure is visible

## 6. Összefoglalás

A szalmabálák építészeti alkalmazása ellen elsősorban a tűzvédelmi paramétereit kérdőjelezzük meg, ugyanakkor a szalma hőszigetelő képessége, kis energia igényű előállítás az alkalmazás mellett szól. Magyarországon az MSZ EN ISO 11925-2: 2002 („Egyedi láng”-os vizsgálat) vizsgálatot szalmabálára még nem végeztek el, de számos tűzvédelmi sajátosság megállapítható lenne a vizsgálat eredményeiből. Kísérleteink célja az volt, hogy előkészítsük a szalmából készülő szerkezetek további fejlesztését és vizsgálatát.

Kísérleteinkhez a szalmabálából 15x15x15 cm-es, tömörített próbatesteket alakítottunk ki. A tömörítésnél figyelembe vettük az építkezésre szánt szalmabála irányadó halmazsűrűségét, ami 80–120 kg/m<sup>3</sup>. Összesen 8 vizsgálatot végeztünk.

- A kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy
- a kötöző anyag minősége alapvetően befolyásolja a tűzeseti viselkedést,
  - a tömörség növelése kedvezően befolyásolja a szalmabálák tűzzel szembeni ellenállóságát,
  - a nagyobb tömörségű szalmabálák nyílt lánggal történő égés helyett elszenesedéssel reagálnak a tűzhatásra,
  - a kiálló tarlók kapnak elsőnek lángra, de ez nem eredményezi a bálatest átégését.

### Felhasznált irodalom

- [1] Gernot Minke – Friedemann Mahle: *Building with straw*; Birkhauser Verlag, 2005, ISBN 3764371714
- [2] Novák Ágnes: *Szalmabála építészeti*; E-misszió Természet és környezetvédelmi Egyesület
- [3] *Information Guide to Straw Bale Building*; [http://www.cob.gr/cob\\_files/strawbaleguide.pdf](http://www.cob.gr/cob_files/strawbaleguide.pdf) és <http://www.amazonails.org.uk/> 2009. május 1. és 2009. november 29.
- [4] A-1/2008-I sorszámon kiadott ÉME; [www.emi.hu](http://www.emi.hu/); 2009. november 22.
- [5] *Summary of New Mexico ASTM E-119 Small Scale Fire Tests On Straw Bale Wall Assemblies*; [http://www.dcat.net/resources/ASTM\\_E119.pdf](http://www.dcat.net/resources/ASTM_E119.pdf); 2009. szeptember 15.
- [6] *2-hr Fire Test of a Non-Load Bearing Wheat Straw Bale Wall*; [http://www.ecobuildnetwork.org/pdfs/Cement\\_Stucco\\_Wall.pdf](http://www.ecobuildnetwork.org/pdfs/Cement_Stucco_Wall.pdf), 2010. január 26.
- [7] *1-hr Fire Test of a Non-Load Bearing Wheat Straw Bale Wall*; [http://www.dcat.net/resources/Non-Bearing\\_Clay\\_Wall.pdf](http://www.dcat.net/resources/Non-Bearing_Clay_Wall.pdf), 2010. január 26.
- [8] *Prüfbericht das Brandverhalten einer Strohballewand*, A Gruppe Angepate Technologia – Technische Universität, Wien (mit Innen- und Aussenputz)
- [9] *California Straw Bale Code*, [http://www.dcat.net/resources/California\\_Straw\\_Bale\\_Code.pdf](http://www.dcat.net/resources/California_Straw_Bale_Code.pdf) 2010. jan. 28.
- [10] Buchanan A. H.: *Structural Design for Fire Safety*, Wiley-VCH Verlag, Germany, 2002, ISBN 0471889938

Ref.: <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2010.22>

Móder István – Lublóy Éva – Takács Lajos Gábor: *Szalmabála anyagú falak tűzvédelmi kérdései*. Építőanyag, 62. évf. 4. szám (2010), 120–124. p.