

# PORÓZUS DEKORATÍV KERÁMIATERMÉKEK ELŐÁLLÍTÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA TÉGLAAGYAG ÉS ALUMÍNÍUM-OXID POROK FELHASZNÁLÁSÁVAL

Kurovics Emese – Gömze A. László

**Absztrakt:** Hagyományos téglagyag és a műszaki kerámiaipari alapanyagként ismert alumínium-oxid felhasználásával a szerzők olyan új kerámia kompozitot fejlesztettek ki, amely felhasználható padlófűtési rendszerek dekoratív burkolására. A porszerű alapanyagokból finom szemcsés fűrészporral több összetétel alkalmazásával keverékeket készítettek, majd egytengelyű porsajtólással henger formájú próbatesteket sajtoltak. A minták égetése 1050°C, 1150°C illetve 1250°C-os maximális hőmérséklettel történt elektromos fűtésű kamrás kemencében. A szerzők által kapott vizsgálati eredmények jól mutatják a keverék összetétel és a hőkezelési körülmények hatását az elkészült próbatestek zsugorodására, porozitására, hővezető-képességére, valamint a termék olyan fizikai tulajdonságaira is, mint a szín.

**Abstract:** By using conventional brick and aluminum oxide raw material, the authors have developed a new ceramic composite that can be used for decorative coating of floor heating systems. The powdery ingredients mixed with fine granular sawdust were mixed, and cylindrical specimens were compacted with uniaxial pressure. The samples were incinerated at a temperature of 1050°C, 1150°C and 1250°C in the electrically heated chamber furnace. The results obtained by the authors shows the effect of the mixture composition and the heat treatment conditions on the shrinkage, porosity and thermal conductivity of the prepared specimens as well as the physical properties of the product as the color.

**Kulcsszavak:** agyag, alumínium-oxid, burkolólap, porsajtolás, égetés, porozitás, hővezető-képesség

**Keywords:** clay, alumina, tiles, pressing, burning, porosity, thermal conductivity

## 1. Bevezetés

Napjainkban egyre jobban előtérbe kerül a dekoratív belső terek kialakításának igénye. A különböző kerámia burkoló lapok felhasználásával egyedi és esztétikus környezet hozható létre. Emellett a padlófűtési rendszerek egyre nagyobb teret hódítanak, amely megfelelő kivitelezéssel gazdaságos megoldást nyújt a helyiségek fűtésére, és használatukkal az optimális hőérzet is hamarabb elérhető. A padlófűtések esetén a jó hővezető képességgel rendelkező kerámia járólapok segítségével a rendszer teljesítménye növelhető (Novais et al., 2014; Kurovics et al., 2016)

A hagyományos kerámia iparban fontos szerepet kapnak a biológiai eredetű pórusképző adalékok mind a technológiai folyamat során, mind a kész termék minőségét tekintve (Kurovics et al., 2016; Bánhidi et al., 2008; Kristály-Gömze, 2008; Bories et al., 2015; Rubia-García et al., 2012; Géber et al., 2010) A téglaiipari termékek esetén fontos szerepük van a szilárd részecskék között található réseknek, pórusoknak, amelyek a termékek hőszigetelő-képességének javítását célozzák (Kadir et al., 2014). A fűrészpor és más biológiai eredetű hulladékanyagok felhasználásával könnyített szerkezetű (porózus) agyagtéglák, burkolólapok készíthetők (Gömze-Gömze, 2008; Kadir et al., 2015).

Jelen kutatás célja olyan porózus kerámia burkolólap fejlesztése magyar alapanyagok (agyag, alumínium-oxid, fűrészpor) felhasználásával, amely alkalmas padlófűtési rendszerek támogatására.

## 2. Anyag és módszer

A kutatás során hagyományos szürke téglagyagot (*Leier Mátraderecske*) és MARTOXID KMS-94 alumínium-oxidot (*Martinswerk*) használtak fel a szerzők. A kísérlet előtt az agyagot 110°C-on 24 órán át szárították, majd az alakadáshoz szükséges szemcseméretre aprították. Ezt követően az alapanyagok kimérése az *1. táblázatnak* megfelelően történt. Az különböző összetételű alumínium-oxid – agyag keverékekhez pórusképző adalékanyagként 0m%, 4m% és 8m% finom szemcsés fűrészpor adagoltak. A fűrészpor hozzáadása a porozitás növelését, illetve az égetésnél a szükséges fűtőanyag mennyiségének a csökkentését is szolgálja.

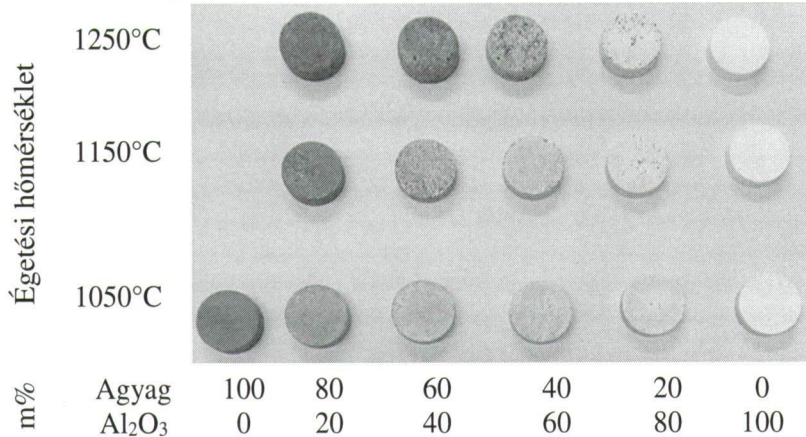
2. táblázat: A keverékek összetétele tömegszázalékban

Összetétel [m%]		
Agyag	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fűrészpor
100	0	0
80	20	
60	40	
40	60	4
20	80	8
0	100	

A keverékekből egyoldalú porsajtolással történt a vizsgálatokhoz szükséges 20 mm átmérőjű henger formájú próbatestek alakadása 220 MPa-os sajtoló nyomással. A sajtolt kerámia próbatestek hőkezelése (égetése) 1050°C, 1150°C és 1250°C-os maximális hőmérséklettel történt, kamrás kemencében. Az eltérő összetétel és hőkezelés hatására a minták színe jelentős eltérést mutat, ez látható az *1. ábrán*.

A próbatestek tömegét és geometriai méreteit az égetés előtt és után is megmérték, amely alapján a szerzők meghatározták a minták térfogati zsugorodását. Az égetett termékek vízfelvétele Archimédeszi módszerrel, míg a hővezetési tényezője C-Therm TCi (Thermal Conductivity Analyzer) mérőberendezéssel lett meghatározva. A próbatestek töretfelületének mikroszerkezetét Hitachi TM-1000 típusú pásztázó elektronmikroszkóp segítségével vizsgálták.

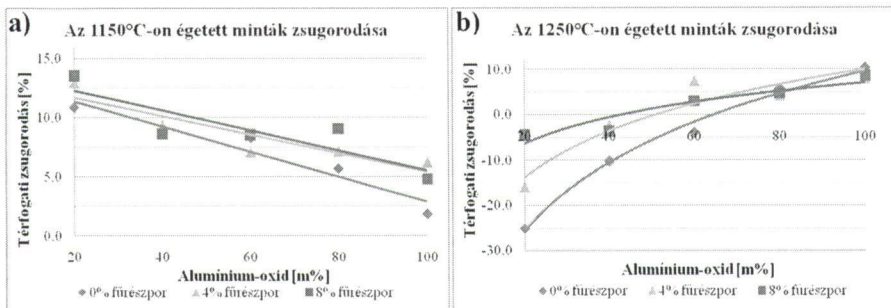
3. ábra: A próbatetek az égetés után (Kurovics et al., 2016)



### 3. Eredmények és értékelésük

Az alacsonyabb hőmérsékletű égetések során (1050°C és 1150°C) a minták zsugorodása hasonló tendenciát mutat, viszont a hőmérséklet növelésével jelentős eltérés tapasztalható. Az égetés során bekövetkező térfogatváltozás látható az alumínium-oxid és a fűrészpor tartalom függvényében a következő ábrákon.

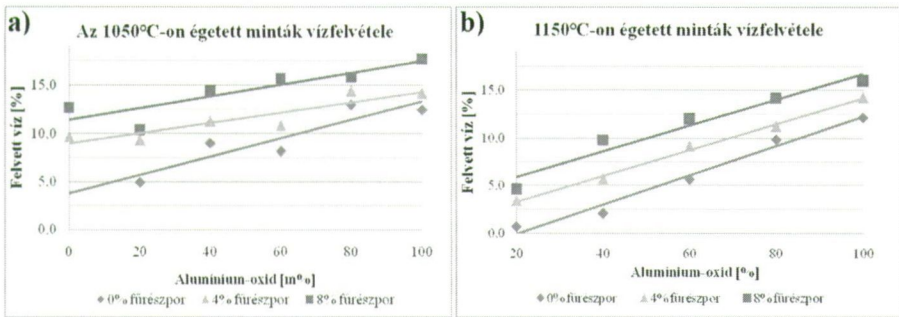
4. ábra: Az 1150°C-on (a) és az 1250°C-on (b) égetett próbatetek térfogati zsugorodása az összetétel függvényében (Kurovics et al., 2016)



Általában az égetett kerámia termékek, téglák porózus mikroszerkezettel rendelkeznek, ami erősen függ az alkalmazott pórusképző adalékanyag mennyiségétől és minőségétől (fűrészpor, rizshéj, napraforgómaghéj stb.) (Kalatur et al., 2014; Kulkov et al., 2014). A fűrészpor hozzáadásával nagyobb mértékű zsugorodás tapasztalható minden keverék esetén.

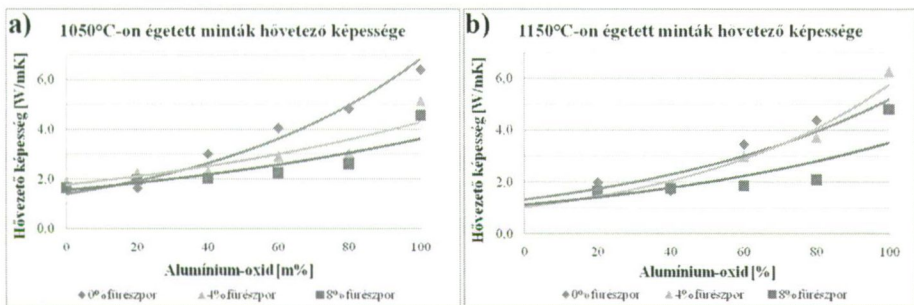
A kerámiák vízfelvevő képessége függ a termék porozitásának mértékétől. A próbatetek vízfelvétel változását a 3. ábra mutatja összetétel szerint.

5. ábra: Az 1050°C-on (a) és az 1150°C-on (b) égetett próbatetek vízfelvéőképessége az összetétel függvényében (Kurovics et al., 2016)



Az 1050°C-on égetett próbatetek esetén a 4m% fűrészpórt tartalmazó keverékek vízfelvételét kevésbé befolyásolja az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalom. Az égetési hőmérséklet növelésével ez megváltozik, a magasabb agyagtartalommal rendelkező minták esetén erősen lecsökken. A különböző keverékek, illetve próbatetek vízfelvéőképessége a fűrészpórt mennyiségének növelésével növekedett mindhárom hőmérsékleten.

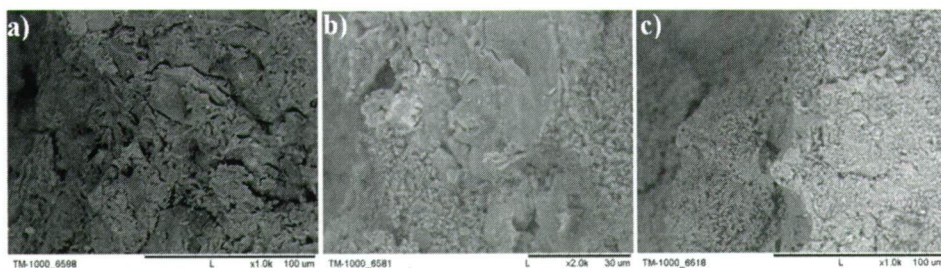
6. ábra: Az 1050°C-on (a) és az 1150°C-on (b) égetett próbatetek hővezetési tényezője az összetétel függvényében (Kurovics et al., 2016)



A kerámia termékek hővezetési tényezőjét ( $\lambda$ ) befolyásolja a porozitás, a pórusok elhelyezkedése (Bánhidai et al., 2008). Az agyag, illetve a tiszta alumínium-oxid hővezető képessége igen eltérő. Az agyag felhasználása során, mint téglaiipari alapanyag a minél nagyobb hőszigetelő képesség elérése fontos. Az alumínium-oxid ezzel szemben jó hővezetőként ismert. Így a két anyag keverékéből készülő termékek esetén az összetétel függvényében változik a hővezetési tényező. Az agyag mennyiségének csökkentésével folyamatosan növekszik a  $\lambda$  értéke. A porozitás növelése – nagyobb fűrészpórt mennyiség – javítja a késztermék hőszigetelő tulajdonságát, ami a burkoló anyagoknál is fontos.



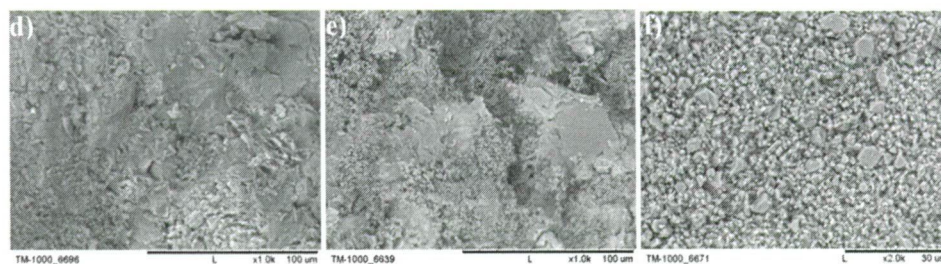
**7. ábra: Töretfelületek SEM felvételei 1000-es nagyítással**



- a) 100% agyag 4% fűrészpor; b) 80% agyag, 20% alumínium-oxid és 4% fűrészpor; c) 60% agyag, 40% alumínium-oxid és 2% fűrészpor

A SEM felvételeken jól megkülönböztethető a két fő összetevő szemcseszerkezete. Az alumínium-oxidot határozott éllel rendelkező sokszögű szemcsék alkotják, mivel az alacsony égetési hőmérséklet miatt nem alakultak ki a megfelelő kötések a szemcsék között, így összesajtol szemcsehalmaz látható.

**8. ábra: Töretfelületek SEM felvételei 1000-es nagyítással**



- d) 40% agyag, 60% alumínium-oxid és 2% fűrészpor; e) 20% agyag, 80% alumínium-oxid és 4% fűrészpor, f) 100% alumínium-oxid (2000-es nagyítás)

**4. Következtetések**

Az égetett kerámia burkolólapok zsugorodása, vízfelvevő képessége, hővezetési tényezője erősen függ az alapanyagokból készült keverékek összetételétől és az alkalmazott égetési körülményektől (hőmérséklet). A kutatási eredményekből jól látható, hogyan változnak az említett tulajdonságai a kerámia termékeknek az alumínium-oxid tartalomtól függően. Az alumínium-oxid és fűrészpor alkalmazásával megfelelően porózus és térfogati zsugorodás szempontjából jól kezelhető termék állítható elő. A különböző összetételek alkalmazásával igen esztétikus megjelenésű burkolat valósítható meg, fal- és padlóburkolatként egyaránt.

A kutatás eredményeként a szerzők porózus, anyagában színezett, jó hővezető képességű termékeket állítottak elő, amely jól alkalmazható padlófűtési rendszerek burkolataként.

## Köszönetnyilvánítás

"A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"

## Irodalomjegyzék

- Bánhidi V., Gömze A. L. (2008): Improvement of Insulation Properties of Conventional Brick Products. *Materials Science Forum*, 589 (1).
- Bories, C., Aouba, L., Vedrenne, E., Vilarem. G. (2015): Fired clay bricks using agricultural biomass wastes: Study and characterization. *Construction and Building Materials*, 91 (158).
- Géber R., Kocserha I., Orosz V., Simon A., Paróczai C. (2010): Optimization of the Mixing Ratio of Two Different Clays Used for Ceramic Roof Tiles. *Materials Science Forum*, 659 (477)
- Gömze A L, Gömze N L (2008): *Építőanyag-JSBCM* 60: 102 <<http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2008.16>>
- Kadir A A, Sarani N A, Leman AM (2014): Testing on Building Material Using Waste Material in Fired Clay Brick. *Materials Science Forum*, 803 (330)
- Kadir, A. A., Hinta, H., Sarani, N. A. (2015): The utilization of coffee waste into fired clay brick. *ARPN Journal of Engineering and Applied Science* 10 (15): 6289
- Kalatur, E. S., Buyakova, S. P., Kulkov, S. N., Gotman, I., Kocserha, I. (2014): Porosity and mechanical properties of zirconium ceramics. *Építőanyag-JSBCM* 66: 31
- Kristály F., Gömze A. L. (2008): Remnants of organic pore-forming additives in conventional clay brick materials: Optical Microscopy and Scanning Electron Microscopy study. *Építőanyag-JSBCM*, 60 (34).
- Kulkov, S. N., Dedova, E. S., Pedraza, F., Erdélyi J. (2014): The Influence of Temperature on the Properties of ZrW<sub>2</sub>O<sub>8</sub>. *Építőanyag-JSBCM* 66: 35
- Kurovics E., Buzimov, Y. A., Gömze A. L. (2016): Influence of raw materials composition on firing shrinkage, porosity, heat conductivity and microstructure of ceramic tiles. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 123: 012058 doi:10.1088/1757-899X/123/1/012058.
- Novais, M. Rui, Seabra, P. M., Labrincha, A. J. (2014): Ceramic tiles with controlled porosity and low thermal conductivity by using pore-forming agents *Ceramics International*, 40 (8): 11637–11648.
- Rubia-García, MD., Yerba-Rodríguez, Á., Eliche-Quesada, D., Corpas-Inglesias, F. A., López-Galindo, A. (2012): Assessment of olive mill solid residue (pomace) as an additive in lightweight brick production. *Construction and Building Materials*, 36 (495)