

(az angol nyelvű írás magyar eredetije:)

Molnár Viktor*

Préselt vályogtéglák vizsgálata

A kutatás célja, ismertetése

A kutatásom egyik célja a vályog hátrányos tulajdonságainak kiküszöbölése. Tehát annak "vízérzékenységéből", igen csekély húzószilárdságából, repedésérzékenységéből, zsugorodás- és duzzadásérzékenységéből, a kivitelezés "időjárás-érzékenységéből", a felületi erózió veszélyéből és a különböző talajok sokféleségéből adódó építési hátrányok megszüntetésére, ill. csökkentésére irányul. Ezen felül célom a vályogépítéssel kapcsolatos irodalomhiány némi pótlása, valamint írásos tervezési és kivitelezési előírások, ill. a vályogra vonatkozó vizsgálati előírások, irányelvek szerkesztése.

Bevezetés

A vályog mint "építőanyag" kutatása során vizsgáltam a különböző vályogépítési technológiákat. Az irodalomból igen sokféle eljárás ismert, de azoknak végül is négy fő irányvonalát lehet megkülönböztetni:

- monolit: csömöszölt, ill. rakott falas
- előregyártott: vályogtéglás, blokkos
- vázas: fa-, kő-, ill. téglavázas
- vályoghabarcsos

Teherbírási és alakváltozási követelményeket csak az első két technológiával előállított építményekkel szemben támasztunk. Mivel az első eljárás valószínűleg örökre "házi kivitelezésű" eljárás marad, az nehezen lesz szabályozható, ill. szabványosítható, azonban a vályogtéglák "üzemszerű előállításának" reális esélye van erre. Ehhez természetesen még meg kellene alkotni a vályog hazai szabályozását, amelyet a DIN 18951-13957 [1] előírásokból, a talajmechanika már elfogadott talajvizsgálati módszereiből [2] és néhány az építőanyagok vizsgálatában már meghonosodott vizsgálati módszerből [3] felépíthető lenne.

* egyetemi adjunktus SZE

A kísérlet célja

A vályog minden előnye (olcsó, egészséges, jól megmunkálható, jó hőszigetelő és hőtároló környezetbarát) ellenére néhány súlyos hátránnyal (vízérzékenység, nagy zsugorodás, kicsiny szilárdság) rendelkezik. Ezen hátrányos tulajdonságok csökkentése a cél. Az első lépés a hagyományos vályogtéglák korszerűsítésében a préselés bevezetése volt. A préselt vályogtéglák előállításának körülményeit és tulajdonságait vizsgálva kell majd olyan beavatkozásokat keresni, melyekkel annak hátrányos tulajdonságai csökkenthetők, esetleg megszüntethetők.

A téglák hővezető képességével egyelőre nem foglalkoztam, egységesen minden kísérleti téglába ugyanannyi szalmatőreket kevertünk, úgy, hogy a 45 cm-es vályogfal megfeleljen az OTÉK [4] által megkövetelt hőtechnikai előírásoknak.

Előzmények

Az országban több helyen, többen is foglalkoznak préselt vályogtéglá előállításával, így a hatvani ZELE-BAU, a zalaegerszegi NATURBAU, ill. Újkígyóson, Székesfehérváron, Debrecenben egyéni vállalkozók.

A vizsgált préselt vályogtéglát Szlyuka László újkígyósi vállalkozó bocsátotta rendelkezésünkre, aki a kertje végében kitermelt "földből" és szalmából készített préselt vályogtéglát. Ezen tevékenység, a környékbeli lakók megrendeléseire hatására, vállalkozássá nőtte ki magát. Így jött létre "kisüzemi keretek között" a préselt vályogtéglá készítése Újkígyóson.

Mivel a téglák szemrevételezéses vizsgálata jó minőségre utalt, érdemesnek tűnt a téglák pontos méréseken alapuló laboratóriumi vizsgálatának elvégzése.

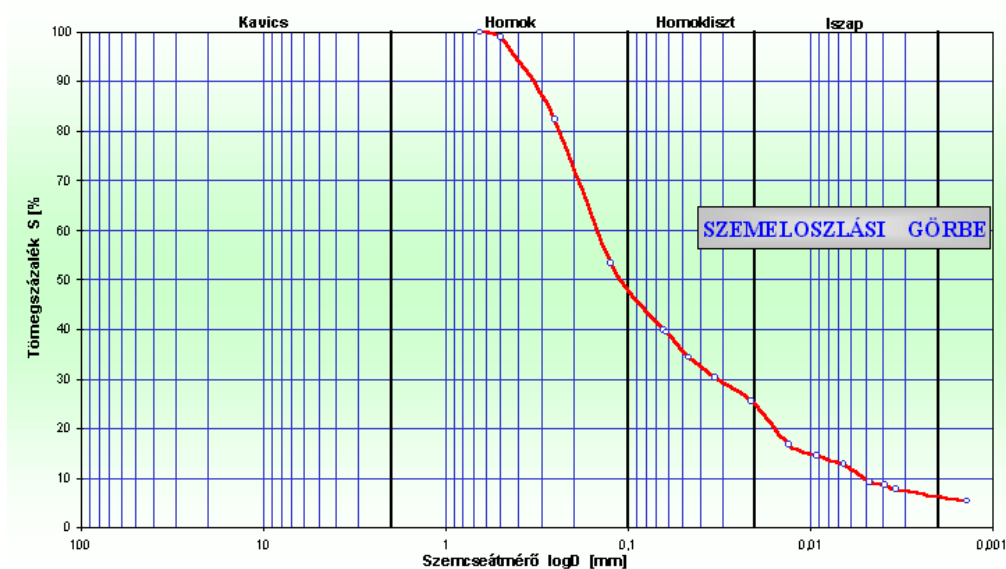
A vizsgálatok elvégzéséhez először a fenti téglából 16 db-ot kaptunk, egy téglát a szemmegoszlás megállapítására (hidrometrálással), valamint 15 db-ot a tömeg-, víztartalom és a méret idő függvényében történő változásának meghatározására. Végül a 15 db vályogtéglán hajlító-húzó valamint nyomószilárdsági vizsgálatokat végeztünk.

A vizsgált vályogtéglák leírása

Kötött talajok közel azonos szemmegoszlással is igen különböző szilárdságúak és alakváltozó képességük lehetnek. Ezen talajok szilárdsága és alakváltozó képessége a folyási határ és a plasztikus index alapján értékelhetők. Casagrande [2] szerint azonos folyáshatár mellett növekvő plasztikus index esetén a talaj száraz szilárdsága kb. azonos összenyomhatóság mellett nő, ill. azonos plasztikus index mellett növekvő folyási határ esetén a szárazszilárdság csökken és az összenyomhatóság növekszik.

Kimutatható, hogy az agyagásvány-tartalommal a képlékenységi és a hajlító-húzó szilárdság szinte lineárisan nő, azonban a zsugorodás is, ami viszont már hátrányos.

Sovány kötött talajok esetén a szemmegoszlás válik döntő jelentőségűvé. Miként az a beton- és a habarstechnológiából ismert, egy egyenletes, jó szemmegoszlású adalékanyag növeli a beton, ill. a habarcs szilárdságát. A vályog egy természetes habarcsként fogható fel ahol a durvább-finomabb homok az adalékanyag és az agyag a kötőanyag. Az 1. ábrából látható, hogy a vizsgált vályogtéglák anyaga igen sovány vályog inkább agyagos homoknak tekinthető, tehát szilárdsági szempontból az anyag szemmegoszlása a mérvadó.



1. ábra: A vizsgált vályogtéglák szemeloszlási görbéje

A téglakészítéshez használt földnedves anyaghoz (agyagos homok) m^3 -enként 30 kg szalmatöreket kevertük. A szemeloszlási görbéről leolvasható, hogy a felhasznált talaj összetétele százalékra kerekítve a következő:

- anyagtartalom: 5 %
- iszaptartalom: 20 %
- homoklisztartalom: 25 %
- homoktartalom: 50 %

A vizsgált vályogtéglák 10 x 14 x 29 cm-es névleges mérettel készültek. A méretek ellenőrzése során ± 5 mm-es maximális eltérést regisztráltunk. A téglasarkok és élek derékszögűek és épek voltak.

A vályogtéglák tömege 7,38 - 7,90 kg között változott.

A vizsgált vályogtéglák GEO motorikus gépi présrel készültek. A préselési erő $\sim 16,25$ t, mely 3 másodpercig hat. Ez kb. 4 N/mm^2 nyomófeszültséget jelent.

A kész téglákat időjárás függvényében két-három hétig pihentetik, hogy még beépítés előtt lejátszódjon a zsugorodás kb.98 %-a. Így a zsugorodás beépítés után $\sim 1,0 - 2,0$ %-ra tehető.

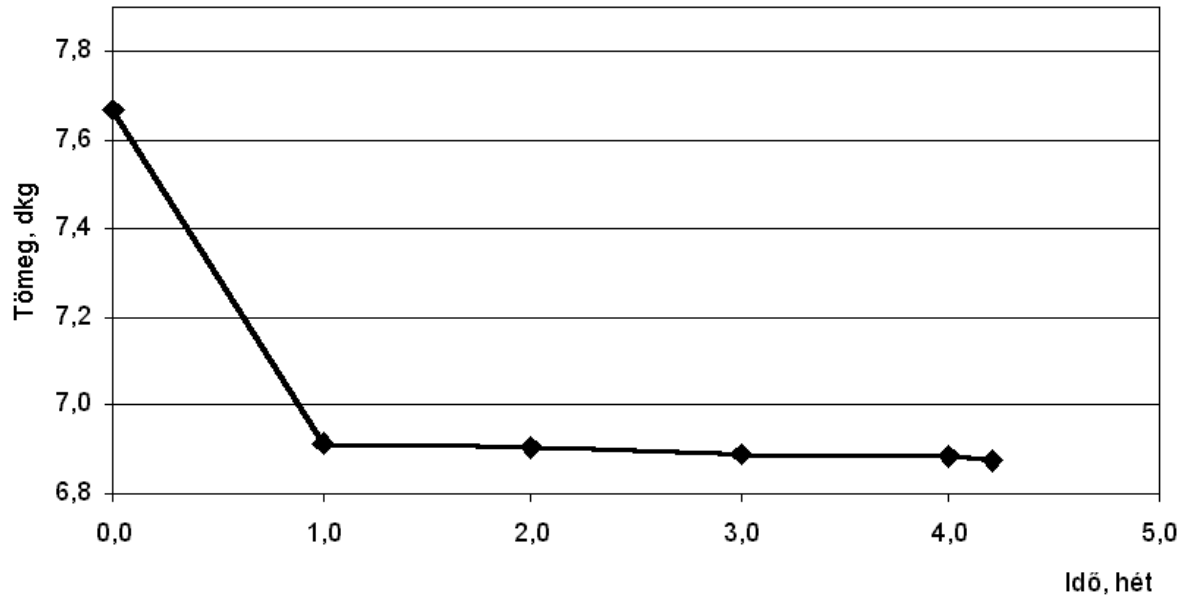
Alakváltozási vizsgálatok

A fent ismertetett préselt vályogtéglákat a Széchenyi István Egyetem [SZE] Építőanyag és Szerkezetvizsgáló Laboratóriumában vizsgáltuk.

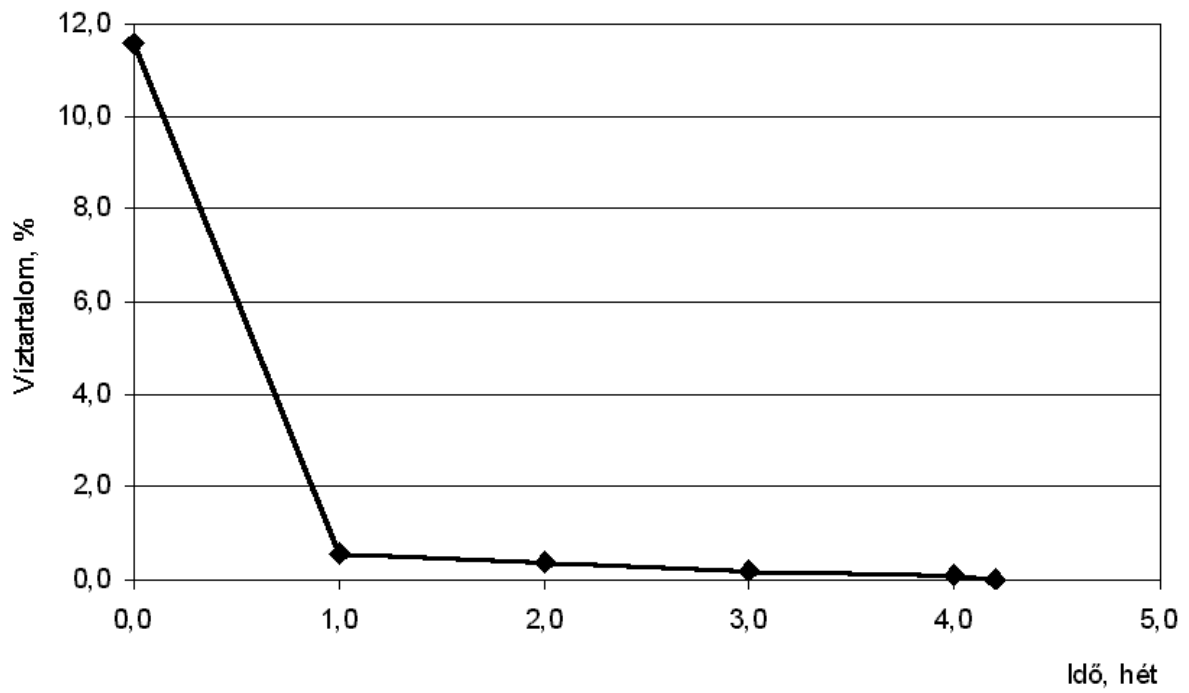
A laboratóriumba nylon fóliával letakarva szállítottuk a vizsgálati darabokat. A zsugorodás mértékét mind hossz - mind tömegméréssel követtük. A méretváltozás meghatározásához három helyen jelöltük meg a téglákat, mindhárom kiterjedés irányába középen ($h/2$; $sz/2$, ill. $v/2$). (Ez később tárolási gondokat okozott.) A tömegváltozást Metripod bolti mérleggel 10 g, a méretváltozást tolómércével 0,1 mm pontossággal mértük.

A minták négy hétig száradtak a laboratóriumban ~ 20 °C-on ~ 12 %-os páratartalom mellett. A téglákon mindig hétvégén végeztem méréseket.

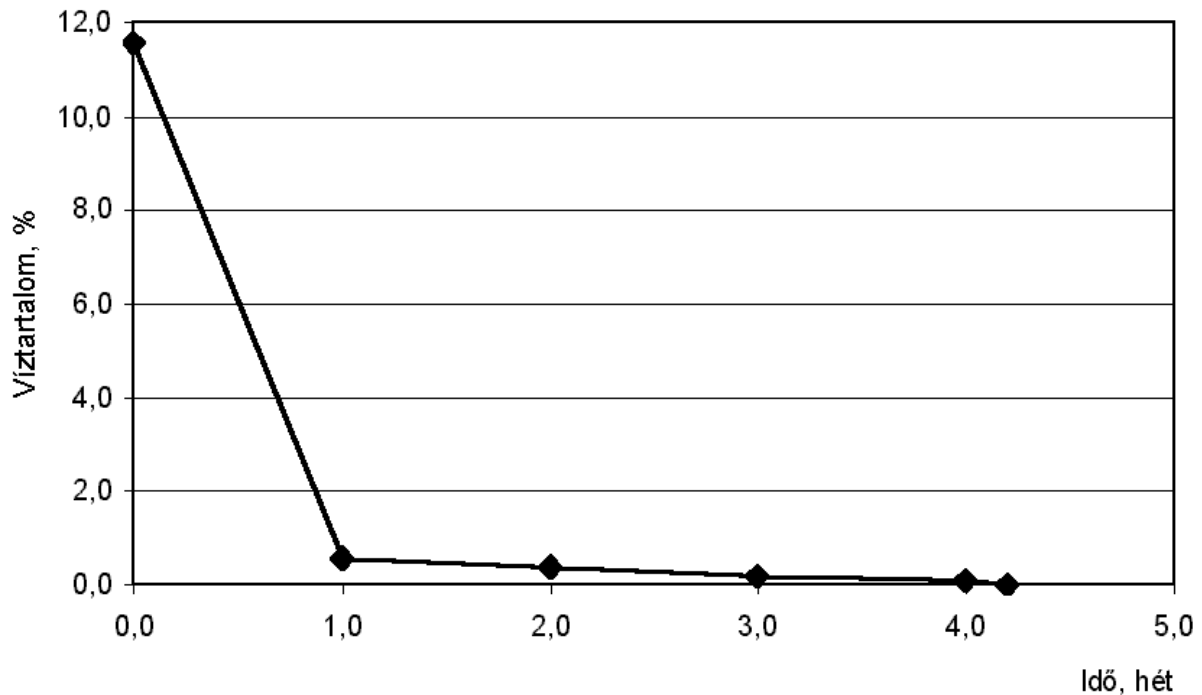
Amikor már nem mértem ki 0,1 mm-nél, ill. 10 g-nál nagyobb változást (a negyedik hét végén) a vályogtéglákat szárítószekrénybe tettük és 105 °C-on tömegállandóságig kiszárítottuk. Az eredményeket grafikonon ábrázoltam. A 2. ábrán a tömeg, a 3. ábrán a nedvességtartalom míg a 4. ábrán az alakváltozás időbeni alakulása látható.



2. ábra: Tömegváltozás időbeni alakulása



3. ábra: A nedvességtartalom időbeni alakulása



4.ábra: Az alakváltozás időbeni alakulása

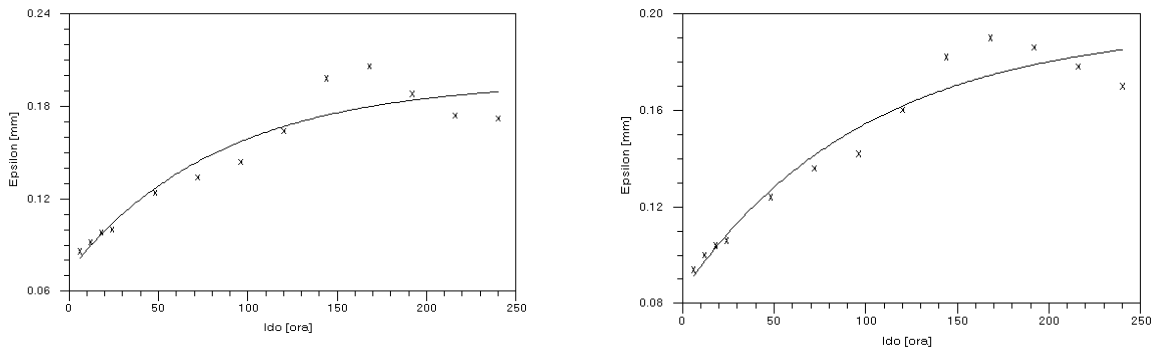
Mindhárom diagram - egymással összhangban - három különböző szakaszból áll. Az első szakaszban a kapilláris telítettség, a másodikban a kapilláris nedvesség a harmadikban a páradiffúzió határozza meg a tömeg, a nedvességtartalom, ill. az alakváltozás mértékét.

A vizsgálatok gyakorlati haszna, hogy mindhárom vizsgálat egyhangúlag bizonyítja, hogy kb. 4 hetes természetes szárítás után már jelentős (kb. 1 %-nál nagyobb) zsugorodás nem várható.

Lassú alakváltozás vizsgálata

Az eddigiekben leírt szárítási folyamat után a vizsgált vályogtéglákat újabb négy hétig állni hagytuk a laboratóriumban, majd ismét megmértük a téglák tömegét. Az eredmény, hogy a próbadarabok gyakorlatilag visszanyerték a mesterséges szárítás előtti tömegüket, ill. víztartalmukat. Ezután az elemeket egy előző kísérlet tapasztalatai alapján a törőerő kb. 40 %-val, 70.000 N-os erővel négy hétig terheltük ($\sigma = 1,7 \text{ N/mm}^2$). A mérési eredményeket grafikusán ábrázoltuk. Az 5. ábrán jól látható, hogy a lassú alakváltozás jelentős része négy hét alatt lezajlott. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a rugalmas tartományon belül terhelt elemek lassú alakváltozása korlátos függvény szerinti lefolyású. Ezért a mérési pontokra korlátos függvény illeszthető. A mérési eredményekre illesztett $y = a \cdot b e^{-ct}$ függvény korlátos, a határértéke alapján a lassú alakváltozás végértéke 1-1,5%.

A négy hetes tartós terhelés megszüntetése után a lassú alakváltozás "visszarugózása" kb. 50 %-os volt.



5.ábra: A lassú alakváltozás időbeni alakulása

Szilárdsági vizsgálatok

Tekintettel arra, hogy nincs a vályogra vonatkozó szabvány ma Magyarországon, a vizsgálatokat az MSZ 551 ÉGETETT AGYAG FALAZÓELEMÉK c. szabvány figyelembevételével, ill. annak célszerű, a vályoghoz jobban alkalmazkodó módosításával végeztük el. A szabványtól való eltérések a következők:

A vizsgálatokat az említett szabványban meghatározott 10 mintadarab helyett 15, ill. 30 mintadarabbal végeztük el, tekintettel arra, hogy a vályogtéglák szórása valószínűleg nagyobb az égetett agyagtégláknál tapasztalható szórásnál.

A hajlító-húzó vizsgálatoknál terheléskor a támaszoknál a szabvány szerint alkalmazandó 2-2 db 40 x 40 x 5 mm-es pontszerű alátámasztás helyett teljes szélességű (1-1 db, 140 x 40 x 5 mm-es) alátámasztást alkalmaztunk.

A nyomószilárdsági vizsgálat során a szabványban előírt módon összehabarcolt egész téglák törése helyett, a hajlító-húzóvizsgálatokból nyert féltéglákon, 100 x 140 mm-es nyomólapok között végeztük el a vizsgálatokat.

A hajlító-húzóvizsgálatok RM 102-es, a nyomószilárdsági vizsgálatokat ZD 40-es törőgépeken végeztük el.

A hajlító-húzóvizsgálat során $l = 250$ mm-es fesztávolságon alátámasztva, középen egy koncentrált erővel terheltük a téglatesteket.

A téglák eltörésével nyert féltéglákkal nyomószilárdsági vizsgálatot végeztünk. A nyomást 20 mm vastag 100x140 mm-es (a téglá teljes szélességében) nyomólapok között végeztük el.

A vizsgálati eredmények

A törésvizsgálatok előtt ellenőriztük a vályogtéglák méreteit és tömegét. A vizsgálat során az alábbi eredményeket nyertük:

- a préselt vályogtéglák tömege 7,38-7,89 kg között változik, átlagosan 7,67 kg, szórása 0,151.
- a téglák tényleges mérete pihentetés után a névleges mérettől max. ± 5 mm-t tér el
- a vályogtéglák sűrűsége $\rho = 1,82 - 1,94 \text{ g/cm}^3$ között változik, átlagosan $1,89 \text{ g/cm}^3$, szórása 0,0359
- a téglák hajlító-húzó szilárdsága $0,26 - 0,88 \text{ N/mm}^2$ között változik, átlagosan $0,64 \text{ N/mm}^2$, szórása 0,1555
- a téglák nyomószilárdsága $2,82 - 3,75 \text{ N/mm}^2$ között változik, átlagosan $3,25 \text{ N/mm}^2$, szórása 0,2493, lásd az 1.sz. táblázatot.

A vizsgálati eredmények összefoglaló kiértékelése

A vizsgálati eredményeinket összevetve az irodalomból gyűjtött adatokkal, a következő eredményre jutottunk, lásd az 1.sz. táblázatot:

Tulajdonság	Irodalmi adatok	Saját méréseim	Különb-ség Δ
sűrűség (σ) kg/m^3	1850 kg/m^3 sovány agyag [5]	1889 kg/m^3 ; $\sigma=0,0359$ szórás	$\sim 2 \%$
Nedvességtartalom (%)	Levegő 43 %/vályog max. 2 % [6]	0,1 - 0,9 %	$\sim 1 \%$
zsugorodás (%)	1 - 2,5 % [5]	$\sim 1 \%$	$\sim 1 \%$
lassú alakváltozás (%)	-	$\sim 1 \%$	-
hajlító/húzószilárdság	$1,2 - 2,7 \text{ N/mm}^2$ [7]	$\sigma_{hh} = 0,64 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{szórás}=0,156$	-
nyomószilárdság	$1900 \text{ kg/m}^3/3,0 \text{ N/mm}^2$ [1]	1889 kg/m^3 $\sigma = 3,25$ $\sigma_{szórás} = 0,15$	$\sim 8 \%$

Fentiek alapján az alábbi megállapítások tehetők:

- mérési eredményeink igen jól egybevágunk az irodalomban fellelhető, ill. a DIN 18951-18957-ben közölt adatokkal
- ezek alapján a vizsgált vályogtégglák agyagos homoktéggláknak minősíthetők.
- sovány vályog esetén a készítés után ~ egy hónapig pihentetve ~ 1 %-os lassú alakváltozásra számíthatunk
- a hajlító-húzó szilárdság $0,64 \text{ N/mm}^2$ messze elmarad a tudatosan szálerősített vályog próbatesteken mért $1,2 - 1,7 \text{ N/mm}^2$ -es értékétől, a vályog húzószilárdsága szükség esetén növelhető
- a nyomószilárdság $R = 3,25 \text{ N/mm}^2$ ($\sigma = 0,15$) 8 %-kal haladta meg az irodalomban fellelt adatokat, ami ugyancsak jó egyezést mutat.

Tehát kimondható, hogy a vizsgált préselt vályogtégglák vizsgált jellemzői, ill. tulajdonságai jól egyeznek az irodalmi adatokkal.

Természetesen megkönnyítené és megbízhatóbbá tenné a mérések kiértékelését vályogra vonatkozó hazai előírások (irányelvek, szabványok) kialakítása, illetve a DIN 18951-18957 előírásainak átvétele.

Irodalom

- [1] DIN 18951-18957: Normen zum Lehmabau – Berlin 1949-1953
- [2] Kézdi Á.: Talajmechanika I.- Tankönyvkiadó Budapest 1977
- [3] Balázs Gy.: Építőanyagok Praktikum – Tankönyvkiadó Budapest 1987
- [4] OTÉK 253/1997. (XII.20.) Kormányrendelet
- [5] Niemeyer R.: Der Lehmabau – Hamburg 1946.
- [6] Vanros, Guy: Studie zu bauphysikalischen Merkmalen von Lehmfachwerkwänden – Leuven 1981.
- [7] Pollack, E./Richter, E.: Technik des Lehmabaus – Berlin 1952.