

A vályogépítés életciklusainak rövid bemutatása

O. CSICSELY ÁGNES ■ BME, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék ■ csicsely@sz.t.bme.hu

Érkezett: 2011.06.28. ■ Received: 28.06.2011. <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2011.7>

Short presentation of life cycle of earth construction

It is hard to determine in numbers the energy requirement of clay masonry during its life cycles, although it is very clear that every life cycle requires hardly any or no energy at all, therefore has less impact on the environment. Whereas the majority of more energy consuming procedures can be replaced by human work thus creating more jobs. On areas where there is no inland water or danger of flood adobe architecture has a reason for existence. Due to the economic crisis, there are less and less houses built in Hungary today. There are many families though, who may even have land to built on, would be glad to have their houses built by using locally available, no expensive building materials with perhaps the supervision of a skilled builder. In such cases adobe and demolished materials could evidently be applied.

In case of building family houses, clay masonry attracts the use of other natural materials. For example timber roof instead of reinforced concrete slab or wooden openings instead of plastic ones, etc... match better to clay masonry.

There is no need to put aside adobe neither in case of storey houses, where adobe can be used as partition walls in flats and offices and in communal areas creating artistically designed resting places of a pleasant inner climate.

Keywords: clay masonry, Life Cycle Assessment, primer energy requirement, sustainable construction

A fenntartható építészet

Az építőiparban napjainkban természetesebbé vált a környezetkímélő szemléletmód és a fenntartható építészet követelménye. A fenntarthatóság fogalma az építészet mellett a mindennapjainkban is megjelenik. Igen sokan próbálják felhívni az emberek figyelmét a környezet védelmére és a fenntartható fejlődésre, ami sok esetben csak reklámfogásnak tűnik, valós tartalom nincs mögötte.

Dr. Lányi Erzsébet értelmezése szerint a fenntarthatónak nevezett építészet feladata: az ökológiai szempontoknak, a fenntartható fejlődés elveinek és az emberi egészség védelmének biztosítása az épületek tervezése, megvalósítása, használata, felújítása és bontása során, vagyis teljes életciklusában. A fenntartható fejlődés elvei a következők: reduce, converse, recycling, (RCR) azaz csökkenteni az erőforrás felhasználást, megőrizni a természeti és kulturális értékeket, visszaforgatni illetve többször felhasználni a természeti erőforrásokat. A fenntartható építészet eszközei a következők: a takarékos terület- és energia-felhasználás, környezetbarát építőanyagok és épületszerkezetek beépítése, szelíd technológiák alkalmazása és a fenntartható épülethasználat (Lányi, 2010).

Úgy gondolom, van remény 2011-ben a fenntartható építészetéről beszélni Magyarországon akkor, amikor a szakmai zsűri az „Év háza 2010” pályázat nyertesének egy alacsony energiafelhasználású budakeszi családi házat választott (1. ábra). A ház falának rétegrendje a következő: 25 cm bontott téglá, mint teherhordó fal, 30 cm újrahasznosított papír, vagy cellulóz hőszigetelés, és 12 cm bontott téglá homlokzatburkolat. Az épületet pellet kazánnal fűtik, a telken belül saját szennyvíztisztítót alakítottak ki. A zsűri díjazta bővíthető koncepciót, a szerény eszközökkel megoldott, de ugyanakkor magas színvonalú tervezést, valamint a környezettudatos elveket bátran felvállaló építészeti hozzáállást.



1. ábra Az „Év lakóháza 2010” díj nyertese (Építésszek: Bártfai-Szabó Gábor és Bártfai-Szabó Orsolya, forrás: www.epulettar.hu/cikk/4760.aspx)
Fig. 1. The winner of „House of the year 2010”

Medgyasszay Péter szalmával hőszigetelt favázás vályogháza szerepelt az Európai Építésszek Szövetsége (ACE) 20 éves jubileumi fennállásának alkalmából szervezett, az európai fenntartható építészetet bemutató kiállításán Brüsszelben (2. ábra). A ház főleg természetes anyagokból épült, amelyek nem rendelkeznek építési (ÉME) engedéllyel, hivatalosan, a magyar jogrend szerint nem is épülhetett volna meg. Az, hogy mégis áll, és kiállításon szerepelhetett csak a műszaki előadó engedékenységének köszönhető.

A galgahévízi ökofalu lakói az elsők, akik a fenntartható fejlődést figyelembe vették a Szabályozási Tervük készítésében. Rögzítették a zöldfelületek arányát, megszabták, hogy az épületek csak olyan anyagokból épülhetnek, amelyek primer energia-hordozó mennyisége nem haladja meg a 400 kWh/m² beépített alapterületre vonatkozó értékét. Az épületek fűtő-hűtőenergia szükséglete nem haladhatja meg a 70 kWh/m²/év mennyiséget. A Szabályozás szól még a levegőtisztaság, a felszín alatti vizek,

O. CSICSELY ÁGNES PhD
egyetemi adjunktus a BME, Építészmérnöki Kar,
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszékén.
2006-ban védte meg a doktori disszertációját,
amelynek címe: Vályogfalak teherbírásának
kísérleti és elméleti vizsgálata.
1999-ben okleveles építészmérnök diplomát
szerezett a BME-n.

a talaj és a föld védelméről valamint a hulladékkezelésről is. A faluban jelenleg öt család lakik, készül egy 16 lakásos társasház, és elvileg a telkek nagy része elkelt. Ebből is látható, hogy Magyarországon is élhető lehet egy ökofalu.



2. ábra Magyarkúti szalmabála hőszigetelésű favázas vályogház (forrás: epiteszforum.hu/node/17347)
Fig. 2. Straw bale insulated, timber frame adobe house in Magyarkút

20-20-20

Felmerülhet a kérdés, hogy miért fontos a fenntartható építészetben a vályogról beszélni. Azért mert a vályog minden szempontból környezetbarát építőanyagként tekinthető. A vályogfalú épület nemcsak a benne élő emberekre hat pozitívan, hanem a környezetre is kedvező hatással van, mivel alacsony a primer energiafelhasználása, újrahasznosítható építőanyag, ugyanakkor, ha nincs rá szükség, akkor visszaforgatható a természetbe.

De miért is fontos az energia? A legtöbb statisztika szerint az európai országok energiafogyasztásuk 40%-át az épületek létesítésére és üzemeltetésére fordítják, ugyanakkor ez a szektor felelős a magas CO₂ kibocsátásért is. Ezért az Európai Parlament és Tanács 2007-ben elfogadott egy átfogó éghajlat- és energia „csomagot”, amely minden tagállamra, így Magyarországra is vonatkozik. Mit is jelent a 20-20-20? A csomag célként tűzte ki azt, hogy a tagországokban 2020-ig 20%-kal kell csökkenteni az energiafogyasztást, 20%-kal kell csökkenteni az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, és 20%-kal kell növelni a megújuló energiaforrások alkalmazását. Az Európai Parlament azt várja ettől a szabályozástól, hogy a kevesebb energiaigény miatt kevésbé fog függni Európa az energia importőröktől, kevésbé szennyezi a környezetet, és így az emberek energiaszámlái csökkenhetnek, a megtakarításokból pedig új munkahelyeket lehet teremteni és egyéb fejlesztéseket lehet végrehajtani.

Ez azt jelenti, hogy 2018-tól az összes új állami épületnek, 2020-tól pedig az összes új épületnek nulla- vagy alacsony energiafelhasználásúnak kell lennie. Azt is próbálják szabályozni, hogy az energiák egy részét megújuló forrásból kell fedezni. Sajnos azonban ma még nincs meghatározva mit jelent az alacsony energiafelhasználású ház, mekkora az az érték, ami alacsonynak tekinthető, illetve mi az, ami beleszámít az energiamérlegbe.

Az 1. táblázatban néhány, ma Magyarországon alkalmazott falnak vizsgáltam meg a kumulatív energiaigényét. A falak rétegrendjét úgy próbáltam kialakítani, hogy a 2012-ben bevezetendő 0,30 W/m²K hőátbocsátási tényező értéknek megfeleljenek. A kumulatív energiaigény az adott építőanyag, vagy jelen esetben egy fal környezetre gyakorolt hatását egy olyan primer energiával megadott paraméterrel jellemzi, amely magába foglalja az előállításához, felhasználáshoz, használathoz

és bontáshoz közvetlenül és közvetve felhasznált energiának az élettartam egy évére jutó hányadát, valamint az egy évi hőveszteség fedezéséhez szükséges fűtési energiaigényét. A számításához Tiderenczl-Medgyasszay-Szalay-Zorkóczy által kifejlesztett, a magyar építőanyagokra vonatkozó primer energia tartalmakat vettem alapul. Az adott építőanyagok esetén figyelembe vettem a szállítás környezetterhelését is Szalay Zsuzsa módszere alapján. A kapott értékeket az adott fal élettartamának függvényében összegeztem, majd az egy évre vonatkozóan adtam meg a kumulatív energiaigényt.

Rétegrendek	Hőátbocsátási tényező [W/m ² K]	Élettartam [év]	Kumulált energiaigény egy évre vetítve [kWh/m ² év]
3 réteg meszelés			
3 cm vályog vakolat			
45 cm helyszíni vert fal	0,27	80	0,94
12 cm cellulóz hőszigetelés			
12 cm bontott téglá burkolat			
3 réteg meszelés			
3 cm vályog vakolat			
15 cm vályogtégla fal+fa falváz	0,16	50	5,63
35 cm szalma hőszigetelés			
3 cm vályog vakolat			
3 réteg meszelés			
2 réteg disperziós festés			
1,5 cm cementvakolat			
38 cm kerámia falazóblokk	0,28	100	5,89
8 cm kőzetgyapot hőszigetelés			
1,5 cm cementvakolat			
2,4 cm faburkolat			
2 réteg disperziós festés			
1,5 cm cementvakolat			
38 cm kerámia falazóblokk	0,30	100	11,03
1,5 cm cementvakolat			
8 cm polisztirol hőszigetelés			
5 mm nemesvakolat			
2 réteg disperziós festés			
1,5 cm cementvakolat			
51 cm kisméretű kerámia fal	0,30	100	13,70
1,5 cm cementvakolat			
8 cm polisztirol hőszigetelés			
5 mm nemesvakolat			
1,8 cm gipszkarton belső burkolat			
16 cm kőzetgyapot hőszigetelés+fa falváz			
6 cm polisztirol hőszigetelés	0,16	50	20,16
1,25 cm gipszkarton lemez			
6 mm nemesvakolat			

1. táblázat Az eltérő falazat típusokhoz tartozó kumulált energiaigények
Table 1. Cumulated energy requirements of different wall layers

Két fal hőátbocsátási értéke tér el nagyban a 0,30 W/m²K-től, mindkét esetben az építési technológia szabja meg hőszigetelések vastagságát, így a hőátbocsátás alacsony értékét is. Ha a második rétegrend esetében a szalmabála hőszigetelés vastagságát úgy csökkentem le, hogy a hőátbocsátási tényező értéke 0,30 W/m²K legyen, akkor a kumulatív energiaigény gyakorlatilag alig változik. Ennek oka az, hogy a szalma hulladéknak minősül, a környezetterhelése csak a szállításból adódik. Az utolsó rétegrend esetén is elvégeztem ezt a vizsgálatot, ott jelentősebb volt a változás, cca. 5 kWh/m²év volt a kumulatív energiaigény csökkenése, de a könnyűszerkezetes fa rétegrend abban az esetben is az utolsó helyen szerepelne.

A számításokból azt kaptam, hogy a vályogfalazatoknak nagyon kedvező a kumulatív energiaigényük. Az égetett falazóblokkból készült falazatok mesterséges hőszigetelő anyagokkal együtt alkalmazva már sokkal nagyobb környezetterhelést jelentenek. A legnagyobb értéket a könnyűszerkezetes fa rétegrend esetén kaptam, ez a hőszigetelésnek és a kétoldali gipszkarton falburkolatnak köszönhető.

A vályog és a természetes építőanyagok azért kedvezőek, mert a beépített energiatartalmuk nagyon alacsony. A jó tájolású és építészeti kialakítású házban a megfelelő vastagságú, hőszigeteléssel ellátott falak üzemeltetési energiaigénye is alacsony. Ugyanakkor a felhasznált energia egy részét könnyen lehet megújuló forrásokból fedezni (fotovoltaikus elemekből, napkollektorokból), ami így kevésbé terheli a környezetet.

A vályogfalak életciklusai

Az építőanyagok, az épületek környezetre gyakorolt hatását életciklus-elemzésekkel érdemes vizsgálni. Az életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment – LCA) olyan tudományosan elismert módszer, amely segítségével vizsgálni lehet egy termék – jelen esetben építőanyag, épületszerkezet vagy épület – teljes életútja során a környezetre gyakorolt potenciális hatásait. Egy építőanyag esetében az életút a nyersanyag bányászattól, előkészítéstől és gyártástól kezdődően a termék szállítását, beépítést, majd használatát, karbantartását és legvégül a bontását, az elbontott anyag szállítását, hulladékkezelését jelenti.

Épületek esetében nem szerencsés csak egy építőanyagot kiválasztani, hiszen egy ház összetett, jobban mondva összeépített rendszerként működik. A szakirodalomban bőven találunk példákat lakóépületekre, valamint falakra vonatkozó életciklus-elemzésekre is. Nekem nem volt céлом ezeket a tanulmányokat megismételni, inkább a vályogfalak életciklus szakaszait kívánom bemutatni.

Az alapanyag: a vályog

A vályog alatt minden esetben a természetben előforduló agyagos talaj és hozzáadott tulajdonság-módosító adalékok (homokos-kavics, mész, cement, növényi rostok, stb.) vizes keverékét értem. A tulajdonság-módosító anyagok tovább osztályozhatók aszerint, hogy milyen a módosító hatásuk. Ezek lehetnek szilárdságot növelő (szalma, nád), hőszigetelést növelő- (szalma, nád, fűrészpor stb.) és ún. stabilizáló- (mész, cement) anyagok. Ugyanakkor a szerves adalékok nemcsak a hőszigetelést javítják, hanem a fajhőt is növelik. Az agyagé kb. 0,85 kJ/kgK, sok szerves anyaggal ez felmehet 1,15-re, ami azt

jelenti, hogy ilyen arányban nő a falazat hőtároló képessége is.

A tiszta agyagtalaj építésre nem alkalmas, ezért mindig valamilyen tulajdonság-módosító adalékot kell hozzáadni, ugyanakkor a legtöbb esetben nem tisztán agyag, hanem valamilyen más kötött talajjal (lössz, iszap) vagy szemcsés talajjal (homok, homokliszt) együtt fordul elő.

A tulajdonságmódosító adalékok alkalmazásának megválasztását az adott vályog építési technológiája és az elérni kívánt új tulajdonságok határozzák meg (pl.: a szalma kis mennyiségben növeli a húzószilárdságot, nagy mennyiségben pedig a vályog hőszigetelő képességét javítja). A sokféle tulajdonságmódosító adalékot a 2. táblázatban foglaltam össze.

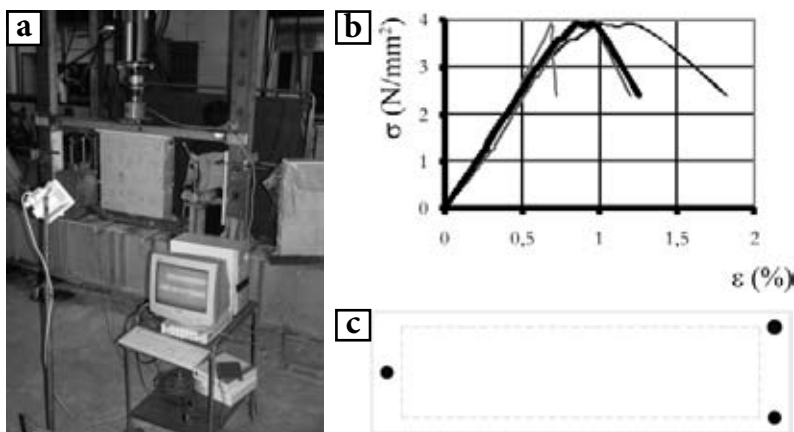
Anyagok csoportosítása	Példák
Szervetlen természetes	agyag, homokos-kavics
Szerves természetes	szalma, nád, törek, fűrészpor, fenyőapríték, faforgács, kender- és lenrostok, vessző, karó, állati származék (savó, vizelet, vér, trágya), jutaszövet, lenolaj
Szervetlen mesterséges	cement, mész, gipsz, samott liszt
Szerves mesterséges	bitumen, papírőrlemény

2. táblázat Tulajdonságmódosító adalékok összefoglalása
Table 2. Summary of quality modifying additives

Jelenleg is folynak kutatások az agyag környezetbarát kinyeréséhez. A kavicsbányászat mellékterméke tulajdonképpen az iszapos-agyag, ami a kavics tisztítása során visszamarad. A kutatás célja az iszapos-agyag építőipari felhasználása úgy, mint préselt és stabilizált vályogtéglá.

A vályog, mint építőanyag

A vályog általános alkalmazására és méretezésére hatályos szabvány hazánkban nincs. Németországban az 1950-es években volt érvényes DIN szabvány, ma a Lehmbau Regeln (A vályogépítés szabályai), mint műszaki irányelv van érvényben. Ez magyar nyelven is megjelent a Medgyasszay-Novák (2006) könyv függelékeként. Magyarországon napjainkban még semmilyen szabályozás nem rendelkezik a vályog alkalmazásáról, tulajdonságairól. Ezen rendelkezések hiányában csak irodalmi adatokra és tapasztalati úton szerzett értékekre lehet támaszkodni a tervezés és kivitelezés során. Külön gondot jelent, hogy a vályogépítésben nagy tapasztalattal rendelkező generációk tudása, anyagismerete – amely területenként eltérő – mára nagyrészt feledésbe merült. Ahhoz azonban, hogy a vályog beépíthető legyen, vonatkozó hatályos magyar szabvány híján rendelkeznie kell ún. „Építőipari Műszaki Engedéllyel” (ÉME). A nagyobb téglagyártó cégek ezt be tudják szerezni, de az önerős építkezéseknél egy ilyen engedély beszerzése komoly anyagi nehézségekbe ütközik. Valahol érthető a hatóságok aggodalma, mert ha kiadnak egy vályogházra építési engedélyt, amivel később történik valami, akkor azért felelősséget kell vállalniuk. Másrészt azt is meg lehet érteni, hogy senki nem akar olyan házat építeni, ami utána lakhatatlan, de nincs anynyi pénze, hogy a minősítéseket beszeresse. Dániában ez úgy



3. ábra a) A laboratóriumi vizsgálat bemutatása téglagyári vályog esetén; b) A falelem feszültség-alakváltozás diagramjai; c) A mérési helyek alaprajza
 Fig. 3. a) Display of a Laboratory test performed on adobe from a brick plant; b) Diagrams of tension-deformation of the wall piece; c) Layout of the measuring points

működik, hogyha olyan anyagokból építenek fel egy épületet, aminek nincs minősítése, de a ház áll két évig, akkor megkapja az engedélyt.

Magyarországon van egy állásfoglalás, amely bizonyos keretek között megengedi a vályog épületek építését, de ehhez szükséges a tervező felelősségvállalása és a helyi építésügyi előadó jóindulata is. Az Étv. 41. §-ának (1) és (2) bekezdései szerint: „Építési célra anyagot, készterméket és berendezést csak a külön jogszabályban meghatározott megfelelőség-igazolással lehet forgalomba hozni vagy beépíteni. A megfelelőség-igazolás annak írásos megerősítése, hogy az építési célú termék a tervezett felhasználásra alkalmas, vagyis kielégíti a rá vonatkozó d) pontban megfogalmazott »egyedi (nem sorozatban gyártott) termék esetén a gyártási tervdokumentációban előírt követelményeket«.”

„A természetes építőanyagok általában nem szabványosított termékek. Legfeljebb a különböző faanyagokra léteznek szabványok, de pl. a deszka- vagy zsindegyfedésre illetve, a vályogszerkezetekre nem. Ebből következik, hogy – más, nem szabványosított építési termékekhez hasonlóan – a természetes anyagok építési célú alkalmazása esetében sem lehet eltekinteni a szabványt pótló építőipari műszaki engedély (ÉME) [vagy az európai műszaki engedély (ETA)] kidolgoztatásától. Ettől legfeljebb egy esetben lehet eltérni, a nem sorozatban gyártott, egyedi termék esetén. Ekkor a konkrét és részletes gyártmánytervet lehet egyedi műszaki specifikációnak tekinteni. Ilyen esetben az erre a feladatra jogosultsággal rendelkező tervezőnek kell pontosan és részle-

tesen meghatározni a felhasználandó anyag elvárt tulajdonságait, a szállítást, az előkészítést, a tárolást és a beépítés feltételeit, az alkalmazás műszaki megoldását és a felhasznált anyagok és/vagy a késztermék megfelelősége (minősége) ellenőrzésének módját, – a körülmények és az alkalmazott szerkezetnek megfelelő részletességgel. A tervezőnek tehát, felelősséget kell vállalnia a természetes építőanyagra vonatkozó részletes, egyedi műszaki specifikáció teljességéért és szakszerűségéért is.”

Az alábbiakban bemutatok néhány, a szakirodalomban fellelhető, az építők számára fontos műszaki paramétert a vályogra és összehasonlítás-ként egyéb falazóanyagokra vonatkozóan. A számértékek bemutatása tájékoztató jellegű, az építés helyszínén található agyag tulajdonságait helyszíni vizsgálattal vagy laboratóriumi kísérletekkel kell megállapítani. A különböző vályogfajták szilárdsága

függ a testsűrűségétől, az összetevők arányától. A testsűrűség a vályog hővezetési képességét is befolyásolja. A testsűrűség szerinti osztályba sorolást és a hozzájuk rendelt szilárdsági és egyéb hőtechnikai jellemzőit a 3. táblázat tartalmazza.

Kísérleteket végeztem (3. ábra) az eltérő összetételű kisüzemi és téglagyári vályog falelemek nyomószilárdsági vizsgálatára. Ezekben a kísérletekben megállapítható volt, hogy a vályog falelemekre ugyanúgy alkalmazható a jelenleg érvényben lévő „Falazatok vizsgálati módszereit” tartalmazó Eurocode szabvány. Azt is megállapítottam, hogy a vályog viselkedését az alakváltozásra lágyuló anyagmodellel írja le, így a falazatok mértékezése – az adott vályogfalra vonatkozó nyomószilárdsági érték ismerete mellett – hagyományos módon végezhető el.

A könnyűvályogot a hazai gyakorlatban jelenleg a favázás épületek kitöltő falazataként alkalmazzák, mivel kicsi a szilárdsága, viszont hőszigetelő képessége jelentős. A nehéz vályogot teherhordó falazatként építik, de kevésbé jó hőszigetelő képessége miatt kiegészítő hőszigeteléssel látják el.

Az építés folyamata

A föld- és vályogépítés két eltérő építéstechnológia megkülönböztetése. A földépítés során a természetben található formában használják fel az építési anyagot, míg a vályogépítésben, a természetben előforduló agyaghoz különböző szerves, főképp szálal anyagokat kevernek (például: szalma, törek, nád, fűrészpor) annak érdekében, hogy az anyag hőtechnikai, szilárdsági, állékonysági tulajdonságait kedvezően befolyásolják.

Anyag	Testsűrűség ρ ; [kg/m ³]	Nyomószilárdság f_y ; [N/mm ²]	Hővezetési tényező λ ; [W/m·K]	Fajhő c ; [kWs/kg·K]	Páradiffúziós tényező δ ; [kg/ms·Pa·10 ⁻⁹]
Könnnyűvályog	1200	1,0	0,47	1,2	0,034
Szalmás vályog	1600	2,0	0,73	1,1	0,025
Tömör vályog	2000	4,0	1,13	1,0	0,017
Soküreges téglá	800	7,0	0,41	1,0	0,057
Tömör téglá	1700	10,0	0,72	1,0	0,017
Fa	600	1,8	0,20	2,1	0,024
Beton	2400	13,0	1,51	1,0	0,009

3. táblázat Az egyes építőanyagok műszaki adatai (Medgyasszay, Novák, 2006)
 Table 3. Technical data of some building materials

A ma építészetében megtalálhatóak a hagyományos építési technológiák, mint a fecskerakás falú, a vertfalú, a kézzel vett vályogból épült házak, ugyanakkor a korszerű technikák is. A műszaki fejlesztésnek két iránya figyelhető meg, mindkettő az anyag tulajdonságaiból következik. Az egyik irány a szilárdság növelésére törekszik. Ennek módja a cementtel való stabilizálás. A fejlesztés másik iránya a hőszigetelő képesség növelése. Ennek több módja ismert ma, az egyik lehetőség a gyártás során a téglák elemekbe préselt, nem a teljes keresztmetszeten átmenő üregek kialakítása. A másik lehetőség, hogy a vályog falazóelemeket különböző hozzáadott anyagokkal (például: nád, szalma, fűrészpor) könnyítik ki. Ennek hatására a falazóelemek szilárdsága csökken, viszont a hőszigetelő képességük nő. Az ilyen vályog falazóelemek önhordó falazatok építésére nem alkalmasak, ezért a falban teherhordó favázat kell elhelyezni.

A vályogfalak aszerint is csoportosíthatók, hogy a helyszínen, vagy előregyártva készítik a téglákat. Az előregyártott téglák esetében a szállítás jelent külön energiaigényt. Olyan gyártót kell választani, amely közel van az építés helyszínéhez. Az előregyártás folyhat kerámiatégla gyártó üzemekben, illetve külön vályogtégla gyártó kisebb cégeknél. Mindkét esetben fontos az agyagbányák rekultiválása, azaz visszaadása a természetnek. A legtöbb esetben halastavakat alakítanak ki a kitermelt agyag helyén. A nagyobb téglagyárak által forgalmazott vályogtégla esetében az energiahatékonyság abban mérhető le, hogy a téglákat nem kell 800–1000 °C-on kiégetni. Ebben az esetben csökkenthető a környezetterhelés, amit a földgáz kitermelése és szállítása, valamint az elégetésekor keletkező széndioxid, kén-dioxid és nitrogén-oxidok levegőbe jutása jelenti. Szép példa található téglagyári vályogtéglaból épült házakra Alsópáhokon, ahol a családbarát üdülőegyüttes egy része épült ilyen technológiával (4. ábra).



4. ábra Kolping hotel bioház együttese, Alsópáhok (tervezők: Füzes Antal, Jankovics Tibor, Forrás: http://www.forrastegla.hu/html/galeria_view.html#alsopahok_02.jpg)

Fig. 4. Biohouses of Kolping Hotel in Alsópáhok

A helyszíni vályogfalak esetében az alapanyag a pince-szint kitermeléséből megoldható. Ez esetben nincs szállítás. A helyszíni technológiák esetében meg kell különböztetni az elemes és az „öntött” falat (ez alatt ma még használatos fecskerakás és vert falat értem). A helyszíni vályogtégla készülhetnek kézzel és géppel is. A kézi vetés esetén csak emberi munkaerőre van szükség, de a présgépek is csak kevés energiát igényelnek. Az „öntött” fal hazánkban még nem gépesített, mindent kézzel végeznek. Ez azért is előnyös, mert nincs energiaigénye, és a már említett módon munkahelyeket is teremt. Külföldön a vert falakat legtöbb esetben lapvibrátorokkal tömörítik.

A vályogházak építésénél nagyon fontos dolog az anyag tulajdonságait ismerni. A falazat fizikai folyamat útján jön létre, ami az egyszerűségében magában hordozza azt a veszélyt, hogy bármikor visszaalakítható. Jelen esetben nem kell más, csak az, hogy vízzel érintkezzen a szerkezet. Ezért azt szokták mondani, hogy egy jó, azaz hosszú ideig élő vályogháznak megfelelő csizmára és kalapra van szüksége. A csizma a helyesen kialakított alapozás, a kalap pedig a nagy, túlnyúló tető. Hazai és nemzetközi szabványok, valamint előírások hiányában a vályog- és földfalú épületek építésénél és felújításánál Medgyasszay-Novák (2006), Mednyánszky (2005) és Szűcs (2008) könyvei tekinthetők irányadónak.

Karbantartás, üzemeltetés

Sajnos az országban sokfelé járva követhetjük nyomon vályogházak összedőlésének fázisait, vagy találhatunk árválkodó romokat. Hogy miért következhetnek ezek be? Az első a tulajdonos felelőtlensége: a helytelen tereprendezés, a külső víz-elvezetés hiánya, a csapadékvíz megoldatlan elvezetése mind-mind a falazat pusztulását okozza. A másik a tágabb környezet hibájából adódik: a települések nagy részén megszűntek víz-elvezető árkok, vagy a karbantartás hiánya miatt feltöltődtek, vagy ténylegesen betemették őket. A települések határában megszűntek vízgyűjtő területek, amik a bel- ill. árvíz miatti felesleges vizet távol tudnák tartani az épületektől. Az így felhalmozódott víz közvetlenül a házat éri, ami a lábazati fal vizesedését, ill. az „alap” kimosását eredményezheti. A ház ez által egyenlőtlenül süllyed meg, amely a falazat repedését, majd összeroskadását eredményezi.

A mindennapos karbantartásról, az esetlegesen felmerült hibák javításáról, a felújításról és a szakszerű átalakításról részletes leírások és megoldások Mednyánszky (2005) és Szűcs (2008) könyvében találhatóak.

A helytelen felújítás

Az első típushiba a betonjárda készítése, ami lezárja a talajban lévő pára szabad áramlását, így a feldúsult pára a falban keres utat magának. A másik típushiba a cementvakolat készítése. Ez azért veszélyes, mert az ilyen típusú vakolat nem szellőzik, így a pára a falban dúsul fel, ami az első télen már a falazat kifagyásához vezethet. Így a felújított ház helyett egy hamar tönkremenő épületet kapunk. Egy ház felújítását nemcsak szerkezetileg lehet elrontani, hanem építészetileg is. A mívesen kialakított homlokzatot egy rosszul elhelyezett nyílászáróval halálra lehet ítélni (5. ábra).

A helyes felújítás lépései

A régi házak általában alapozás és talajvíz elleni szigetelés nélkül épültek. Ha nem tapasztalhatók repedések, a felszíni és csapadékvíz elvezetésével a falazatokat nem érheti károsodás. Ha kisebb repedéseket találunk, szakaszos aláfalazással, vagy alábetonozással ezeket a hibákat kiküszöbölhetjük. A vakolat hiányát agyagtapasztással vagy híg mészhabarccsal kell kijavítani, ill. újat készíteni. A fürdőszoba, konyha korszerűsítésénél az átszellőztetett padlóra kialakított vízzáró beton aljzatra és az előtétfalba vagy könnyű faburkolat mögé rejtett szerelt vezetékekkel modern helyiségek nyerhetők. A

felújításnál nemcsak a szerkezeteket kell megmenteni, hanem az eredeti homlokzatok helyreállítását vagy átalakítását úgy kell elvégezni, hogy az építészetileg se legyen zavaró (6. ábra).



5. ábra Rosszul átalakított épület Nagyszékelyen
Fig. 5. Badly transformed building in Nagyszékely



6. ábra Szépen felújított és karbantartott ház Nagyszékelyen
Fig. 6. Beautifully renovated and maintained house in Nagyszékely

Bontás, újrahasznosítás

A bontás kétféleképpen történhet. Vagy a természet elvégzi, vagy emberi erővel. A „természeti” bontás esetén az ár-belvíz miatt megroggyant épületek vagy falak maguktól dőlnek le, vagy életveszélyessé nyilvánítás után kevés energiaráfordítással bonthatók a szerkezetek. A műszakilag, funkcionálisan vagy építészetileg „előregedő” házak bontása is megoldható kézi erővel. Ebben az esetben az éppen maradt téglák újrahasznosíthatók, új építésű házakhoz felhasználhatók. Az összetört vályog elemeket sem kell szeméttelre szállítani, hanem vízzel elkeverve nagyon jó minőségű vályoghabarcs készíthető belőlük. A vályog kiváló konzerváló hatású, ezért a legtöbb esetben a csatlakozó faszzerkezetek is könnyen beépíthetők. Mezei Sándor azt tapasztalta, hogy egy százéves vályogtéglában talált búzaszemek beáztatás után nagy része kicsírázott. A laboratóriumi vizsgálataim során egyszer én is azt tapasztaltam, hogy a véletlenül több napra otthagytott vályoghabarcsnak beáztatott törött elemekből gyönyörű fű nőtt ki.

Összefoglalás

Nehéz számokban meghatározni a vályogfalak egyes életciklusára vonatkozó energiaigényét, az azonban jól látszik, hogy minden életszakasz kevés vagy egyáltalán nem igényel energiát, ezáltal kevésbé terheli a környezetet. Ugyanakkor az energiaigényesebb folyamatok nagy része kiváltható emberi munkával, amivel így munkahelyeket lehet teremteni. Azokon a területeken, ahol nincs bel- és árvízveszély, van létjogosultsága a vályog építészetnek. A gazdasági válság miatt egyre kevesebb lakóház épül ma Magyarországon. Viszont vannak családok, akik esetleg még építési telekkel is rendelkeznek, szívesen építkeznének olcsó, helyi építőanyaggal akár egy szakképzett mesterember vezetésével. Ilyen esetekben adott lenne a vályog, vagy a bontott építőanyagok alkalmazása. Emellett a családi házas építkezéseknél a vályogfal magával hozza a további természetes anyagok alkalmazását, hiszen a vályoghoz jobban illik a fafödém, mint a vasbeton, a fa nyílászárók, mint a műanyag ablakok és még sorolhatnánk. Többszintes épületek esetében sem kell lemondani a vályogról,

hiszen lakásokban, irodákban belső tételhatároló falként alkalmazva, közösségi terekben pedig a vályog építőművészi kialakításával kellemes belső klímájú pihenő tereket lehet létrehozni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani Józsa Zsuzsanna egyetemi docensnek, Szalai Zsuzsának és Zöld András professzor úrnak a cikk megírásához nyújtott segítségükért.

Ennek a cikknek a szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az Új Széchenyi Terv TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

Felhasznált irodalom

- [1] Baumann M.: *Az új épületenergetikai szabályozás*, Segédlet, Szerkesztette: Zöld András, Bausoft, Pécsvárad Kft., 2006.
- [2] Csicsely Á.: *Vályogfalazatok és nyomószilárdsági vizsgálatai*, Építőanyag, 55. évf., 2003/3, 118–124.
- [3] O. Csicsely Á.: *Vályogfalak teherbírásának kísérleti és elméleti vizsgálata*, PhD értekezés, Budapest, 2006.
- [4] Kacsur I.: *Az ökológia - környezetvédelem tanításának, tanulásának a módszerei*, Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1995.
- [5] Kotsis E.: *Épületszerkezetek*, Egyetemi nyomda, Budapest, 1945.
- [6] Lányi E.: *A környezetudatos építészet és műszaki eszközei*, PhD dolgozat tanszéki vitaanyag, 2010.
- [7] Lányi E.: *Energia és „fenntartható” építészet*, Magyar Építéstechnika, XLVIII. Évfolyam, 11. szám, 2010.
- [8] Medgyasszay P. – Novák Á.: *Föld- és szalmaépítéssel*, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Szakkönyvkiadó Üzletága, Budapest, 2006.
- [9] Mednyánszky M.: *Vályogházak, építés, korszerűsítés, átalakítás*, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Szakkönyvkiadó Üzletága, Budapest, 2005.
- [10] Molnár V.: *Olcsó és környezetbarát vályogépítéssel*, Építőanyag, 51. évfolyam, 1999/1. szám
- [11] Molnár V.: *Vályog- és favázis vályogépítéssel*, Építőanyag, 50. évf., 1998/2
- [12] Szalay Zs.: *Life cycle environmental impacts of residential buildings*. Disszertáció, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2007.
- [13] Szűcs M.: *Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása*, Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2002.
- [14] Szűcs M.: *Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása*, Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2008.
- [15] Szűcs M.: *Útmutató a föld- és vályogépítés alkalmazásával kapcsolatos önkormányzati feladatok ellátásához*, településfejlesztési füzetek 12. BM Kiadó, Budapest, 1994.
- [16] Tiderenczl, G. – Medgyasszay, P. – Szalay, Zs. – Zorkóczy, Z.: *Épületszerkezetek építésökölógiai és -biológiai értékelő rendszerének összeállítása az építési anyagok hazai gyártási/előállítási adatai alapján*. OTKA kutatási jelentés T/F 046265, Budapest, 2006.
- [17] DIN 18952 Baulehm, *Deutsche Normen*, 1956 május
- [18] *Directive of the European Parliament and the Council on the Energy Performance of Buildings (recast)* {SEC(2008) 2864}, {SEC(2008) 2865}, Brussels, 2008. 11. 13.
- [19] MSZ EN 1052-1:2000 *Falazatok vizsgálati módszerei. 1. rész: A nyomószilárdság meghatározása erőtani tervezése*, 1987.
- [20] 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről, 41. § (2)
- [21] *Az építési termékek megfelelőség igazolásának gyakran feltett kérdései, természetes anyagok és egyedi termékek*, Belügyminisztériumi állásfoglalás, www.e-epites.hu/1373 (2011. április)

Ref.: <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2011.7>

O. Csicsely Ágnes: *A vályogépítés életciklusainak rövid bemutatása*. Építőanyag, 63. évf. 3–4. szám (2011), 42–47. p.