

FÖLD ÉS VÁLYOGÉPÍTÉSZET

RÉGI ÚJ TECHNOLOGIA

Adamik Zsanett Martina
építész-mérnök hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: adamikzsanett@freemail.hu

Bognár Márton
építész-mérnök hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: bognarmarton5@gmail.com

KIVONAT

Az energia- és környezetbarát építés előtérbe helyezésével az új irányzatok mellett a régi, jól bevált anyagok és technológiák újraélesztésével is foglalkoznunk kell. Hiszen ezek az anyagok, illetve bevált technológiák azok, amelyek a legkevésbé szennyeznek környezetünket, így alakítva ki egészséges emberi környezetet.

Napjainkban az épületek többségét úgy tervezik, hogy azok energetikai szempontból maximálisan megfeleljenek a megrendelő igényeinek, de szinte alig foglalkozik valaki egy sokkal fontosabb területtel, a belső terekkel, a ezzel együtt a bentlakók egészségével.

Tökéletes megoldásokat találhatunk rá, hogyan spóroljunk minél többet lakótereink fenntartásával kapcsolatban, úgy hogy még a környezetünket is védjük közben. Pozitív élettani és légtisztító hatásuk miatt egyre több új épületben alkalmaznak újra vályog építőanyagokat tudatosan.

A vályoggal már évezredek óta építkeznek, és hazánkban is kedvelt építőanyag volt, melyet jól példáz a jelenleg is meglévő több mint 700.000 vályogház. A világháború utáni gyors újjáépítési kényszerrel, iparilag előállított „modern” építőanyag dömping jelent meg, mely háttérbe szorította ezt a nagy múltú, időt próbált természetes anyagot.

Manapság viszont reneszánszát, újra felfedezését éli, bár ez egyelőre még inkább csak a nyugat-európai országok építészetiére jellemző, ahol építészek és kivitelezők is egyaránt egyre bátrabban használják a vályogot. Rengeteg pozitív élettani, ökológiai és épületfizikai tulajdonsága mellett azért fontos az anyag megfelelő alkalmazása, illetve a hátrányosabb tulajdonságok figyelembevétele is az építkezés során. Mára számtalan új vályog építőanyag jelent meg a piacon, melyek modern megközelítésbe helyezve, új tartalmat adnak az anyagnak, segítve ezzel újbóli térhódító útját.

A vályogépítészlet egykori és jelenkori jelentőségét példázza a következő idézet: „Bizonyossá vált számomra, hogy az, amit mi népi építészetnek nevezünk, az emberi hajlékkészítésnek korántsem idejétmúlt módja. Ellenkezőleg. Építési elvei örökzöldek, mindig is hatni fognak és mindig is használhatóak lesznek, legyen szó családi házról, társasházról, vagy akár városi középületről.” – Grátz Antal építész-mérnök

KULCSSZAVAK

VÁLYOG, MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS¹

TÖRTÉNETE, ELŐZMÉNYEK

A klímakutatók szerint 15 000 évvel ezelőtt jelentős felmelegedés következett be a föld életébe, és a világ minden táján mezőgazdasággal foglalkozó kultúrák alakultak ki.

Ezután a letelepedett életformához az emberek és jószágai állandó lakhelyet igényeltek, ennek alapvető anyaga volt a föld.

ELSŐ EMLÉKEK

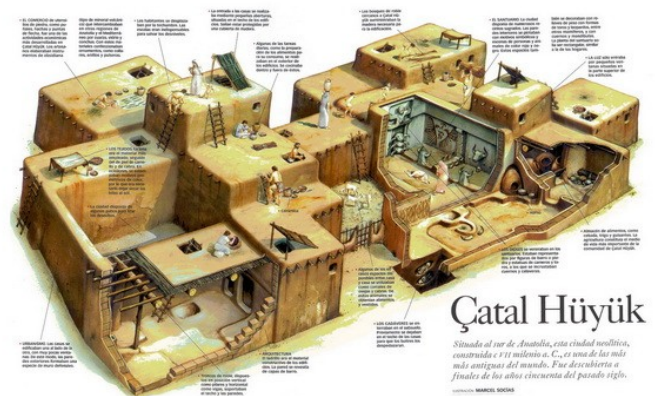
Az első jelentős emlékek a d-orszországi, földbe vájt épületek amelyeknek

ágasfás szelemenes tetőszerkezetük és föld borításuk volt.

Az első ismert régészeti lelet ahol az épület falazataként használták a földet, a Kr. e. 9. évezredből származó, Jerikó kunyhói, ahol a falak agyagsomókból rakottak voltak.

Ugyan csak agyagbócokból épített házak nyomait tárták fel Catal-Hüyükben [1], ahol vélhetően a földrengésveszély miatt favázas szerkezetű házak kitöltő falazataként használták az agyagos földet.

Az erdősebb területeken bővelkedő Európában a földépítészlet első nyomaina Kr.e.6. évezredből kerültek elő. A Magyarországról előkerült első lelet is ekkori, kb. Kr. e. 6000 Hódmezővásárhely, Földbe mélyített sövényfalas technológiával készült.



1. Kép: Catal-Hüyük

ÉRDEKESSÉG

Az ókori Mezopotámiában erősen lecsökkent az építésre használható fa mennyisége az éghajlati változások és az intenzív mezőgazdaságnak köszönhetően. Itt már boltzatokban is alkalmazni kezdték a vályogot. Régészeti leletek szerint vélhetően a Bibliai Babel torony vályogból és égetett téglából épült alapterülete oly módon, hogy a 91,5×91,5m alapterületű, közel 90m magas épület belső részei nyerstéglából készültek, amit 15m vastag égetett téglák köpennyel burkoltak.

Kínai nagy fal A történeti korok vitathatatlanul legérdekesebb vert-, illetve öntött-fal-technológiával készült építménye a kínai nagy fal, ahol a Kr. e. III. századtól kő- és téglaburkolatok közé szakaszosan döngölték be a földet.

KÖZÉPKOR, ÚJKOR

Középkor, Újkor legimpozánsabb földépületei a közel keleti sivatagi városok mellett Afrikában és Európában találhatók. Az iszlám terjedése nyomán Fekete-Afrikában többszintes vályogfalú templomokat építettek [2], melyek a száraz éghajlati viszonyok mellett több száz évig, napjainkig fennmaradtak.

¹ Max. 6 kulcsszó szerepeljen (itt csak példák láthatók) A kulcsszavakat szintén a „Fájl/Tulajdonságok” menükön keresztül lehet módosítani.



2. Kép: Djenné, templom

Észak-Afrika ugyancsak sivatagos területein pedig a keleti vályogvárosok mintájára erődítmények (ksar) és egymással összenőtt belvárosi épületek, lakótornyok (kas) alakultak ki [3].

Ezekben az épületekben tudatosan használták a vályog hőtároló és páratechnikai képességeit: Az épület oldalfalában légcsatornákat alakítottak ki, amik levezetik a száraz levegőt az épület földszinti, belső udvarára, az ott kialakított medencéhez. A víz párolgásával a meleg, száraz levegő lehül és párával dúsul.



3. Kép: Shibám

EURÓPA

Európából Németországból és Franciaországból ismerünk példákat. Németországban főként a favázat kitöltő vályogszerkezet, az ún. „Fachwerk” [4] terjedt el.

Legérdekesebb mégis a hatszintes, ma is álló, 1830-ban Weilburgban épített lakóház [5], amelynek falai vert technológiával készültek. Franciaországban ahol a vert falas építkezés terjedt el, Francois Cointeraux építész munkássága révén többszintes gyárak, lakóházak, iskolák épültek.



5. Kép: Weilburg

4. Kép: Fachwerk

A történelmi Magyarországon a földépítés a középkorban és az újkorban is virágzott. A föld a honfoglalás kori földvárak, majd a tatárjárás után, illetve a török hódítás ellen épült várrendszerek fontos kitöltőeleme volt. Legmarkánsabban azonban lakó és gazdasági épületek építőanyagaként használták. A honfoglalás korában elsősorban földbe vajt veremházakról maradtak emlékek.

A későbbiekben a kő-, fa-, sövény- és földépítést egyaránt alkalmazták, azonban a földépítés intenzívebb elterjedése a török hódoltság utáni időszakra tehető. Az erősen fellendülő mezőgazdasági termelés nyomán megcsappant az építőfaforrás, ezért az 1700-as években korlátozzák a jobbágyok építőfa használatát. Mária Terézia és II József uralkodása alatt a német telepesek számára típustervek készültek, melyekben a favázás, a vert- és a vályogtechnikákat ajánlották.

Az 1900-as évekre Magyarország Európa egyik földépítési központjává vált, ahol az épületek döntő többsége-főként vidéken-földből készült. A földfalak építése az 1900-as évektől szerte a fejlett világban és így Magyarországon is alábbhagyott, mivel az égetett téglagyártás, olcsó gyártása ezt az anyagot és ezeket a technológiákat háttérbe szorította.

Az 1970-es években újra felfedezték a földépítést Európában és Észak-Amerikában is. Feltárták előnyeiket mint energiatudatos építési módot, és kiváló épületfizikai tulajdonságait is.

Napjainkban Németország a korszerű földépítés első számú központja. Magyarországon is megjelent a 80-as évektől a korszerű föld és vályogépítés különféle formája, azonban az általános építőipari gyakorlatot tekintve nem beszélhetünk e technológiák jelentős elterjedéséről. Jelenleg a földön Hougo Houben 1994-es kiadású könyve szerint több mint 1,5 milliárd ember él földből készült házakban szerte a világban, és a KSH adatai szerint Magyarországon 1930-ban a lakóépületek kétharmada, 1993-ban a lakások több, mint 25%-a volt föld- vagy vályogfalú.

ANYAGTAN

A föld- és vályogépítés elsődleges alapanyaga az ún. vályogtalaj ami alapvetően agyag, homok, kisebb kavicsok és iszap elegye, amihez színező-, valamint a minőséget javító anyagok társulhatnak. A földfelszín közelében lévő talaj vályogtalaj tartalmazhat organikus elemeket is, de az építészetben használatos vályog nem tartalmazhat szerves, rothadó anyagot. Az építészetben használatos vályog, magát a vályogtéglát jelenti, míg minden föld- és vályogépítés alapjaként szolgáló vályog egy talajfajta (tehát egy szó- két fogalom).

A vályogtalaj a földkéreg közetének bomlásával jön létre. A bomlás során fizikai (fagyás, szél) és kémiai (eső oldása, növények) folyamatok is szerepet játszanak. A vályogtalaj kötését az agyag biztosítja, amely tisztán a természetben, ritkán fordul elő, általában egyéb talajokhoz keveredik.

Az agyaghoz vizet adva az anyag képlékeny lesz, a víz elpárolgása után az agyagkristályok egymáshoz tapadnak, ez adja az agyag kötőerejét. A szemcsék közötti nedvesség a száradás után a levegő nedvességtartalmával tart egyensúlyt, és csak 120 °C-on távozik el teljes egészében. Az agyag térfogata vízfelvétel hatására csökken, vízleadás hatására zsugorodik. Égetés során (400-900 °C-on) az agyagban kémiai kötött víz eltávozik, amely folyamat során az anyag vízfelvevő tulajdonsága és képessége alapvetően és visszafordíthatatlanul megváltozik. Újabb víz hozzáadásával már nem alakul képlékeny halmazállapotúvá. Az iszap, a homok, a kavics töltőanyag a vályogban.

A VÁLYOGTÉGLÁK FAJTÁI

A vályogtalaj keletkezése szerint megkülönböztetünk hegyi vagy lejtővályogot, ez azon a közeten fekszik, amiből keletkezett, ásványi vázát az alapkőzet éles részecskéi alkotják; morénavályogot, amely a gleccserek hordalékából keletkezett, ásványi váza kerek részecskékből áll. Külön kategóriaként tartják számon a márgát, ami a morénavályog mésztartalmú változata. További vályogfajták az ártéri vagy folyami vályog, ezek a folyók hordalékából kiüledett agyagból áll; Valamint a löszös vályog, amely a mészlösz talajból való kimosódásával keletkezett.

NYOMÓSZILÁRDSÁG

A föld és vályogszerkezetek az alkalmazott építési technológia függvényében meglehetősen széles tartományban szóró szilárdsági tulajdonsággal rendelkeznek.

1. Táblázat: Nyomószilárdság

Anyag	Testsűrűség kg/m ³	Nyomószilárdság N/mm ²
Vályog	300-1200/1500-1800/ 1600-2200 könnyű/hagyományos/ stabilizáló anyagokkal	1,0-5,0/7,0-13,0 hagyományos/cementtel stabilizált
Tégla	670-800/1700 soküreges/tömör	7-11/5-14 soküreges/tömör
Beton	2000-2200	20-50
Fa	500-750	44-65
Acél	78 000	200-300

A tisztán agyag kötőerőt használó vályog építési anyagok nyomószilárdsága 2-5 N/mm² között változik, az agyagtartalom, az agyagminőség, valamint a bedolgozási mód függvényében. Ez az érték általánosan, tartószerkezeteként is használt építőanyagokkal összehasonlítva alacsony. A stabilizálóanyagokkal, eljárásokkal erősített vályog nyomószilárdsága (7-13 N/mm²) ugyanakkor a falazóanyagok kategóriájában a legjobb anyagokkal vetekszik.

A megfelelő szemszerkezetű anyag tömörítéssel nagyobb szilárdságú terméké alakítható. A tömörítést gyakorlatban préseléssel vagy döngöléssel oldják meg. Korszerű vályogépítésben földnedves agyagot használnak, amit esetenként kézi-, de jelentős élőmunka igénye miatt inkább gépi présekkel tömörítenek. A kézi préseléssel jellemzően kisebb nyomóerő fejthető ki, mint gépi présekkel, ezáltal kevésbé tömör és kb. 30%-kal kisebb teherbírási téglák állíthatók elő.

A vályogszerkezetekben a kötő erőt alapvetően az agyag biztosítja, azonban a kötés ereje egyéb adalékok hozzáadásával jelentősen növelhető. A különféle stabilizációs eljárásokkal, illetve a különböző adalékanyagoktól függően változik testsűrűségük, illetve a nyomószilárdságuk. A vályogszerkezetek sűrűségét jelentősen csökkentő adalékok (pl. szalma) hozzáadása révén veszítenek nyomószilárdságukból, míg a préselés, a cement- és meszes-autoklávus stabilizálási eljárással lényegesen növelik nyomószilárdsági értékeiket. Azonban a nyomószilárdság növelésének igénye kapcsán azonban két dolgot nem szabad elfelejteni:

1. A tradicionális technológiákkal is, a vályogszerkezetek jellemzően használt 40-50 cm-es falvastagsága esetén 2 szintes épületek statikailag igazolhatóan építhetők.
2. Egyes adalékok és technológiák, amelyek jelentősen javítják a vályog nyomószilárdságát, egyéb fontos tulajdonságait, mint páraáteresztő képesség, páragazdálkodási képesség, jelentős mértékben lerontják.

A korszerű vályogépítés kutatásának egyik alapvető iránya az volt, hogy a vályog építési anyagok hővezetési képességének csökkentését az anyag testsűrűségének változtatásával ériék el.

- Adalékokkal való könnyítés
 - szerves adalékokkal (szalma, fa, egyéb növényi rostok)
 - ásványi adalékokkal (habkő, lávasalak, égetett agyagkavics, stb.
- üreges elemek gyártása

Szalma:

- Előnye: olcsó
- Hátrány: lassan szárad ki, jelentős zsugorodás (megoldás lehet az előregyártás)

Fa:

- Szalmaadalékokkal közel azonos hőszigetelő képesség, nincs jelentős zsugorodás

Duzzasztott agyagkavics:

- Szervetlen duzzasztott agyagkavicsokat keverik adalékanyagként.
- Előnye: Gépiesített, szabványosított építőiparhoz leginkább alkalmazkodó
- Hátrány: a vályog építésökológiailag előnyös tulajdonsága elvész, és az ára igen magas lesz

HŐTECHNIKA

2. Táblázat: Hővezetési tényező

Anyag	Testsűrűség kg/m ³	Hővezetési tényező, λ , W/m*K
Könnyűvályog	300-1200	0,1-0,25
Tömör vályog	1800-2000	0,91-1,13
Ásványgyapot hőszigetelés	100-200	0,04-0,05
Polisztirol hőszigetelés	15-30	0,035-0,047
Soküreges tégl	800	0,41
Tömör tégl	1700	0,72
Fa	500-750	0,19-0,22
Beton	2200	1,28
Vasbeton	2400	1,51

Vályogfalakra, vályogházakra Mo.-on van egy közismert mondás: a vályogházak nyáron hűvösek, télen melegek. A szakirodalom és számos mért adat is sok esetben ellentmond ennek az állításnak. Az 50 cm-es vert falak számított hőátbocsátási tényezője, U_k értéke 1,21 W/m²K, 45 cm-es vályogfalé 1,17 W/m²K, míg korszerű téglából falazott, 38-as falak U/k értéke 0,49 W/m²K, azaz legalább kétszer jobb, mint a vályogfalak esetén. Ezt az eredményt támasztja alá az is, hogy a gyűrűfűi vert vályogházak éves tűzifa-felhasználása kb. 1m³/10m², ami 396 kWh/m² értéknek felel meg, szemben a ma általános hőtechnikai szabványt kielégítő házak kb. 220 kWh/m² fogyasztásával.

A népi bölcselkedés és a mérnöki számítások közötti összhang akkor teremthető meg, ha a házak egyéb szerkezeteit, illetve a lakók életmódját is komplexen vizsgáljuk. A tradicionális vályogházak ugyanis lényegesen kisebb nyílászárókkal épültek, mint a mai házak, és a lakók lényegesen alacsonyabb belső hőmérsékletigény-szinten, és lényegesen kisebb egy főre eső területet használva éltek. Azonos építészeti karakterrel épített és azonos habitusú lakók által lakott épületek téli hőigénye között már lényeges eltérések lennének kimutathatóak. Az 1900-as évek elején épített vályogház külső felületének kb. 7-10%-a, míg 1900-as évek végén épített családi ház 20-25%-a volt nyílás.

A vályogfalas épületek továbbá jó hőcsillapítással, hőtároló képességgel rendelkeznek, ami nagyon fontos a nyári hővédelem szempontjából. Nyáron hűtőberendezésekkel vagy megfelelő épülettervezéssel és üzemeltetéssel lehet elérni a belső tér megfelelő hőkomfortját. A hűtő és légkondicionáló berendezések az adott pillanatban hőfeleslegként jelentkező belső és külső forrásból származó hőtöbbletet egyenlítik ki, míg az épületszerkezetek hőtároló, hőcsillapító képességük révén képesek a nappali hőmérséklet csökkentésére.

PÁRATECHNIKA

Épületszerkezetek tervezésekor fontos feladat a szerkezet páratechnikai méretezése. Télen az épület belső tereiben lévő levegő abszolút értékben több nedvességet képes felvenni, mint a külső tér alacsony hőmérsékletű levegője. Az emiatt kialakuló parciális nyomáskülönbség miatt a belső térből a külső tér felé páraáramlás indul meg. A szerkezettervezés fontos eleme, hogy el kell kerülni a pára szerkezeten belüli kicsapódását, ami nagymértékben képes károsítani a szerkezetet.

A föld- és vályogszerkezetek legérdekesebb tulajdonsága, hogy a legtöbb szilikátos építőanyaghoz képest lényegesen jobb párafelvételi és páraleadási képességűek, ezért a belső tér páratartalmát nagyon jól tudják szabályozni. A kutatások kimutatják, hogy tömör vályog építési elemek közel 20-szor annyi nedvességet tudnak megkötni a levegőből, mint a tömör égetett téglalelemek.

Ez a jó párafelvételi és páraleadási képesség nemcsak azért fontos, mert így a vályogszerkezetek a belső térben szinte állandó, emberi szervezetnek kedvező páratartalmat nyújtanak, hanem mert a páragazdálkodás segít a belső tér hőkomfortját biztosítani. A párafelvétel és a páraleadás során a levegőben gőz állapotban lévő víz az épületszerkezetekben folyékony halmazállapotban raktározódik (látens hőtárolás). A vízmegkötés során halmazállapot-változás következményeként a belső tér hőmérséklete nő, míg párolgás során a belső levegő hőmérséklete csökken.

ÉPÍTÉSÖKOLÓGIA

A föld- és vályogépítéshez használt anyagok legtöbb esetben mind építésökológiailag, mind építésbiológiailag pozitívan értékelhetők. Erdemes azonban megjegyezni, hogy a földből készített egyes szerkezetek már összességében nem értékelhetők mindig pozitívan.

Építésökológia alatt a ház/épületszerkezetek és a természet közötti viszonyt vizsgáló tudományterületet értjük. Az épületszerkezetek/építési anyagok természetre gyakorolt hatását a teljes életciklusuk alatt vizsgálni kell. Az építési anyagok ökológiai értékelésénél legnagyobb súlya az előállítási és használatienergia-felhasználásának, illetve a károsanyag-emisszióknak van. Ebből is következik, hogy építési anyagok önmagukban ritkán értékelhetők életciklus-szemlélettel, hiszen eltérő szerkezetekben más-más megítélés alá eshet.

3. Táblázat: Homogén falszerkezetként alkalmazható anyagok egyszerűsített LCA értékelése

Anyag	Értékek
Föld, vályog	2,38
Fa	2,63
Égetett téglakm/hagyományos/korszerű	2,0/1,90/2,10
Pórusbeton	1,90
Könnyűbeton	1,93
Beton	1,57
Polisztirol zsaluelem	0,90
Kő (mészkö)	2,03

Az egyszerűsített vizsgálat során az egyes szempontok 0-3-ig osztályozandók.

ÉPÍTÉSBIOLÓGIA

Építésbiológia alatt a ház/épületszerkezetek és a bentlakó ember közötti viszonyt vizsgáló tudományterületet értjük. A föld- és vályogszerkezetek építésbiológiailag különösen jó tulajdonságúak. Káros kipárolgásuk sem az építés során, sem a használat során nincs. (itt kell megjegyezni, hogy esetenként a vályogtalajba radioaktív részecskék is keveredhetnek, amelyek természetesen hosszú távon beteggét teszik a bentlakókat, így ezen alapanyagok használatától tartózkodni kell).

A vályogszerkezetek különleges tulajdonsága, hogy az emberi szervezet számára rendkívül jó hő- és pára komfortot biztosítanak, ezzel megelőzik számos légúti és allergiás betegség kialakulását. A vályogépítés veszélye azonban, hogy az anyagban lévő nedvesség (tervezési vagy építési hibák miatt) nem kellően gyors száradása esetén a szerves adalékanyagok rothadásnak indulnak a szerkezetben, vagy felületén gombák jelennek meg, amelyek némelyike nagyon nagyon káros az emberi szervezetre. A technológiai víz és esetleges használati víz eltávolítását ezért minden esetben biztosítani kell.

FÖLD ÉS VÁLYOGÉPÍTÉSZET TÍPUSAI, SZERKEZETEI

A falépítések módját általában a rendelkezésre álló helyi építőanyagok és az általuk megkövetelt építéstechnika határozta meg.

A hazai vályogépítésszel tapasztalatai azt mutatják, hogy technológiai szempontból a vályogépítésnek számos válfaja ismeretes, ezeket mindig az adott vályoganyaghoz variálják. Tehát lehet a vályog soványabb, kövérebb, nem változtatnak rajta adalékanyagok hozzáadásával, hanem a technológiát, az építésmódot választják meg úgy, hogy ehhez az agyag úgy legyen megfelelő, ahogy van.

A közepes vályog többféle építésmódra alkalmas, míg a soványabb inkább vert falak készítésére. A kisebb árnyalati különbségeket pedig szálas gazdasági mellékterményekkel (pl.: szalma, pelyva) szabályozzák.

A hagyományos építésmód kiválasztásánál ma is figyelembe kell venni a rendelkezésre álló vályog tulajdonságait, a helyi munkaerő szakképzettségét, a helyi építési tradíciókat, a gépesítettség mértékét és az időjárás időszakos és helyi sajátosságait.

Tehát a következő főbb építésmódok ismereteseek:

RAKOTT FAL

A rakott sárfalat szalmával vagy más növényi anyagokkal összedolgozott sárból készítik. A gondosan kidolgozott és egy éjszakát pihentetett sarat villával vagy kézzel felrakják és falat emelnek belőle.

A két fő típusa: a fecskerakásos, villával rakott fal és a sárgombócokból készített fal.

A fal készítéséhez agyagos földet használnak; egy lakóházhhoz 15-20 szekér föld kellett. Az egy nap falkészítéséhez szükséges földmennyiséget már az előző nap 40-50 cm magasan elterítik, majd vízzel locsolják. A vizes földet először kapával átvágják, majd növényi anyagokat szórnak rá és lóval, ökörrrel megjáratják. Az adalék leggyakrabban törek, de egyes vidékeken igen változó lehet: nádtörmelék, sás, gyékény, széna. A bekevert növényi anyagok mennyisége a föld tömegének a 40%-a is lehetett.

Egyszerre csak 80-100 cm magas falat raktak fel, majd a sarat egy héten át száradni hagyták. Még a fal megszáradása előtt a fal síkjait egyenesre nyesték, megfaragták, a nyílások helyeit kivágták.

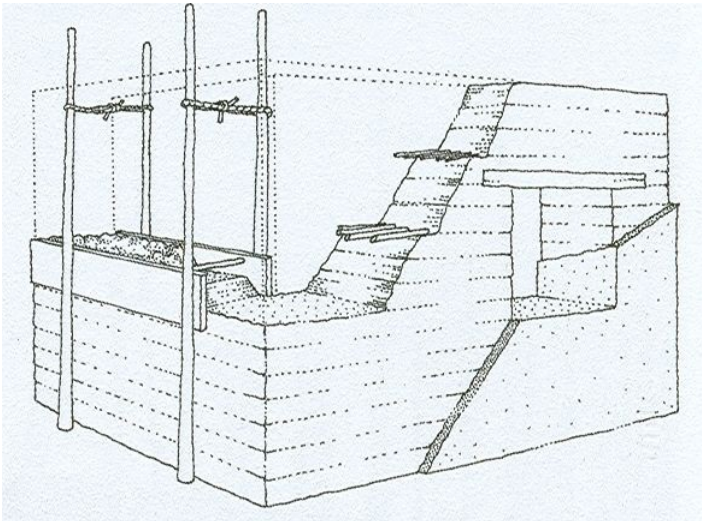
A kész fal 50-60, de néhol akár 70-80 cm vastag is volt. Ez a típusú építés a kezdetleges technikák közé tartozik.

VERT FAL

A vert fal zsaluzatba döngölt természetes nedvességtartalmú földből készült. Lényege, hogy deszkákból, vagy fonott vesszőlapokból és karókból, oszlopokból, támaszokból zsalut készítenek, ami megadja a majdani fal kontúrjait, majd ebbe a zsaluba halmozzák bele a vályogot, amelyet rétegenként tömörítenek. [8]

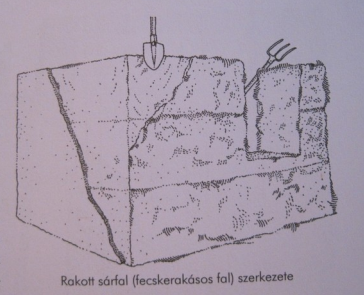
Szinte mindenféle talajféle megfelelt ennek a technikának. A házépítéshez szükséges földet lehetőleg egy közeli helyről ásták ki. A fal vonalában egyszerű alapozás készült, legtöbbször csak kiásták a földet, majd visszatették és rétegesen ledöngölték.

A fal vastagsága 50-55 cm körüli volt. A fal verését döngölőfával vagy tömőfával végezték. A megszáradt falról aztán eltávolítják a zsalut és jöhet a felületkezelés. Ennél az eljárásnál jól lehet tervezni a falvastagságot.

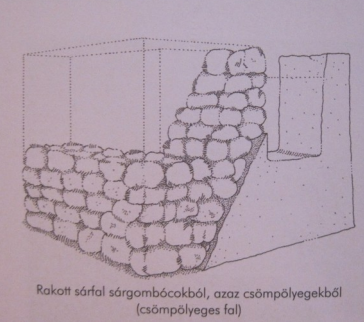


8. Kép: Vert fal szerkezete [7]

6. Kép: Fecskerakásos fal [6]



7. Kép: Sárgombócokból készült fal [6]



VÁLYOGFAL

A téglához hasonlóan kőtésbe rakják, kötőanyagnak pelyvával, töreikkel kevert lágyabb sarat használtak. Az elkészült fal 40-50 cm-es volt, hiszen régebben nagyobb vályogokat készítettek és ebből egy sor adta ki a teljes falszélességet. Újabban már a vályogok méretét a nagyméretű téglákhoz igazították. Nemcsak fal, hanem boltövek készítésére is alkalmasnak bizonyult.

Hozzávetőlegesen egy ház építéséhez 10-12 ezer vályog kellett. Egy átlagos lakóházhoz szükséges téгла 2-4 hét alatt legyártható. A vályogkészítők egy csoportja csak alkalmilag, saját szükségletre készítettek vályogot, míg akadtak napzámosok, akik ilyen alkalmi munkákból tartották fent családjukat.

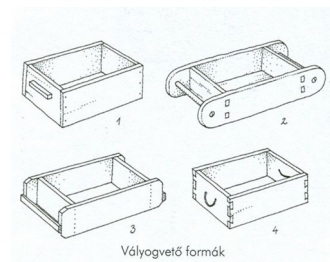


9. Kép: Vályogtéгла vetése [8]

A vályogvetés [9-10] szezonja április-májusra és szeptemberre tehető, hiszen összefüggött az aratással, amikor bőven volt törek és pelyva. A vályogvetés sok vizet igényelt, így vályogvető gödröket alakítottak ki a munkához.



10. Kép: Vályogvetés [8]



11. Kép: Vályogvető formák [9]

A készítés fontos eszköze volt a vályogvető, melynek kialakult a duplázott verziója, a munka meggyorsítására. [11] A leggyakoribb méret a 32×15×15 cm-es volt. Kiszáradása 3-4 napig, néha 1 hétig tartott, ezután kazlalták vagy gúllázták. Ha ennek megtörténte előtt szétmossa az eső, akkor újra kellett vetni. A vályog falazat jól tapasztható és vakolható.

Napjaink földházainál mind a három alapvető technológiát alkalmazzák, de a leginkább elterjedt a vályogtéгла, amelyet az Alföld jelentős részén folyamatosan használnak, sok helyen a mai napig kézzel vetik. [10]

FEJLŐDÉS

Maga a technológia, a készítéshez használt eszközök is hamar korszerűsödtek. Kézi majd gépi vályogpresek könnyítették és gyorsították meg a munkafolyamatot. De nemcsak a munkafolyamat változott a kezdetekhez képest, hanem mára az anyaghoz való hozzáállásunk is.

Bár a vályogra még sokan úgy gondolnak, mint egy ősrégi építőanyag, ami felett már régen eljárt az idő. Ezzel szemben Nyugat-Európában (főként Németországban, Svájcban, Ausztriában) a 2000-es évek eleje óta egyre inkább terjed modern alkalmazási lehetősége.

Pozitív tulajdonságainak köszönhetően éli manapság újra-felfedezését, hiszen nem tartalmaz vegyi adalékokat, így egészségünkre ártalmatlan; egyszerre teljesíti az ökológiai, épületbiológiai elvárásokat, és oly sokrétű felületi kialakítást tesz lehetővé. Modern építészek újra felfedezték ezt a csodás anyagot és modern formában kezdték újra alkalmazását.

Főként a belső terekben alkalmazzák előszeretettel, hiszen erősségét ott képes igazán megmutatni.

A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően, mára a vályogból magas minőségű, tartós építőanyagok készülnek, melyek minden tekintetben felveszik a versenyt a vegyi úton előállított, kemikáliákat tartalmazó építőanyagokkal.

VARIÁCIÓK VÁLYOGRA

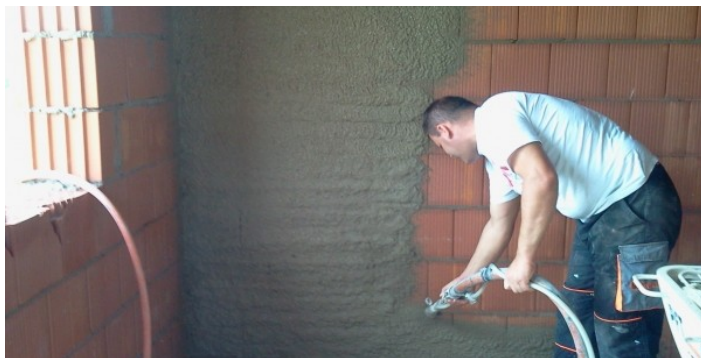
Az említett pozitív tulajdonságai miatt, egyre több helyen talál alkalmazásra a vályog, legyen szó újjáépítésről, vagy egy meglévő vályogház felújításról, alacsony energiaigényű vagy akár passzívházaknál. Míg hazánkban a vályogtéгла elterjedtebb, Nyugat-Európában különleges design elemként [12] is szolgál, de tartó falakat is alkot a döngölt vályogfal.



12. Kép: Vályog látványelem [11]

Vályogvakolatok

Természetes összetevőkből, vályogból, különböző homokfajtákból és rostos adalékokból álló ipari körülmények között gyártott vakolatok, így allergiásoknak kifejezetten ajánlott. Nagymértékben páraszabályozóak, és az agyag ásványoknak köszönhetően képesek a levegőben található káros vegyületek és kellemetlen szagok megkötésére. A kivitelezhetőség javítása érdekében sokszor cellulózt adnak hozzá. Egyes vályogvakolatok növényi adalékokat is tartalmaznak, melyek csökkentik a repedések kialakulásának veszélyét. A kivitelezésük történhet vakológéppel, [13] de hagyományosan glettvas által is.



13. Kép: Vályogvakolat készítése [11]

Újabb sugárzó fűteseknél (falfűtés) is egyre többször alkalmazzák a vályogvakolatokat, hiszen nagy hőtároló tömege miatt, egyenletesebb hőleadást biztosít, és a hőérzetünk is kellemesebb.

Színes vályogfelületek

A vályogvakolatra kerülő befejező rétegnek több

funkciót is el kell látnia: megfelelő kopásállóság biztosítása, hiszen a vályogvakolatok puhábbak a meszes vagy cementes vakolatoknál; ezen kívül hagyja érvényesülni a vályog pozitív tulajdonságait, és a sokrétű felületi kialakítás is fontos szempont. Leginkább megfelelőek erre a célra a vályog-és agyag nemesvakolat, melyekkel egy munkafolyamat alatt elvégezhető a glettelés és a színezés. Az így elkészült felületet már nem szükséges lefesteni. [14-15]



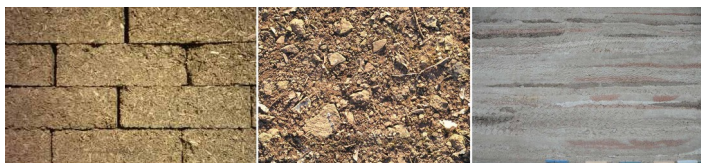
14. Kép: Adalékanyag [12]



15. Kép: Színezett vályogfalak

Lágyarost hőszigetelő és vakolathordó táblák

A fa és vályog tökéletes párost alkotnak, így manapság a könnyűszerkezetes faházaknál is egyre több gyártó kínál vályog építőanyagot. A lágyarost hőszigetelések [16] Európában 60%-os piaci részesedést tudhatnak magukénak az újratermelődő alapanyagokból készülő hőszigetelések között, és a legkiválóbb szigetelőanyag a nyári hőség elleni védelemben. Ezen kívül, ideális vakolathordó réteget biztosít a vályogvakolatoknak.



16. Kép: Hőszigetelő vályog [13]

Többrétegű hőszigetelő falszerkezetek

Az egyre szigorodó hőtechnikai előírások miatt az egyrétegű falszerkezetek általában már nem felelnek meg valamilyen kiegészítő külső hőszigetelés nélkül. A falszerkezet akkor megfelelő páratechnikai szempontból, ha az egyes rétegek páradiffúziós ellenállása belülről kifelé csökken. Csapóeső elleni védelem szempontjából megfelelő, ha a külső vakolatréteg víztaszító, de egyben páraáteresztő is. Emeletmagas, könnyűvályog hőszigetelésű falpanelek gyártása: modulrendszerű, könnyűszerkezetes, emeletmagas falpanelek, amelyek 36 cm összvastagságban helyszínen előregyártanak. Ezáltal az építési-szerelési idő jelentősen lerövidül.

Vályog építőlemezek és burkolólapok

Többféle vályog építőlap érhető el ma a piacon. A Claytec cég termékei a szárazépítés területén is egyre inkább terjednek. Fő alkotó anyaguk a vályog és agyag, illetve rostos adalékok (pl.: fűrészpor, kender, cellulóz, szalma). Nagy testtömegüknek köszönhetően kiváló hang gátlóak, és nagy hőtároló tömeggel rendelkeznek. Páraszabályozó képességük, mivel koncentráltabb az anyag, jelentősen magasabb, mint a vályogvakolatoké. Alkalmazási területük

megegyezik a gipszkartonnal, vagy gipszrost lapokkal. [11]



17. Kép: Vályog burkolólapok [14]

PÉLDÁK

Jó ok, hogy miért alkalmazzunk vályogot több is akad. Nagyon fontos szempont a fenntartható jövőt tekintve, az építőanyag ökológiai lábnyoma: a vályog regionálisan rendelkezésre áll, ezzel eltekinthetünk a szükségtelenül hosszú szállítmányozástól és nagyon jó szürke energia értékeket kapunk. Azaz a vályognál az előállításához, szállításához, tároláshoz, értékesítéshez és eltávolításhoz minimális energia szükséges. Ezen túlmenően a vályog minden probléma nélkül komposztálható, más építőanyagokkal szemben 100%-ban újrahasznosítható.

Az ökológiai tulajdonságok mellett, az épületfizikai tulajdonságok legalább annyira érdekesek, melynek köszönhetően nagymértékben képesek jótékonyan befolyásolni otthonaink lakóklimáját. A vályog hőmérséklet- és páraszabályozó. Nagy mennyiségű párat képes felvenni a levegőből, mint egy puffer, eltárolja azt, majd később leadja. Az állandó – minimális ingadozásokat mutató – páratartalomnak köszönhetően a penészedés veszélye szinte teljesen kizárható. Ezért is ajánlják sokan a vályogvakolatokat pl. fürdőszobákba.

A vályog építőanyagokkal kialakított lakóterekben a relatív páratartalom tipikusan 45-55% között marad egész évben, mely a lakók egészségére pozitívan hat. Az allergiások számára, különösen ajánlott, hiszen a vályog építőanyagok nem tartalmaznak vegyi adalékokat, és a minimális finompornak köszönhetően enyhülnek panaszai. Végezetül, egyes vályog építőanyagok laboratóriumi vizsgálatokkal bizonyítottan képesek a lakóterekben előforduló káros vegyületek semlegesítésére és kellemetlen szagok megkötésére.

A vályog épületek kivitelezésénél az ideális eset az lenne, hogyha a helyi építőanyagokat használnánk fel, ezzel megspórolva a szállítás költségét. Ezzel szemben a helyileg kinyert alapanyagoknál nagy tapasztalatra van szükség, hiszen a kinyerés, az előkészítés és a keverés komoly munkaerő igénytel bír., ami azonban az anyagköltségeknél történő spórolással jelentősen csökken. [15]

A vályogépítészeti példáimat mind külföldi oldalakról nyertem, hiszen itthon leginkább még csak a népi építészetben ismert, újabb, modernebb formái még éppen hogy csak elkezdtek hódító útjukat.

Elfogadottságát jól mutatja, hogy mára nemcsak magánházaknál, de középületekben: kórházakban, templomokban, múzeumokban, óvodákban, vagy egyre több szállodában is találkozhatunk vályog építőanyagokkal.

A kölni püspöki múzeumban pl. 6500 m² vályogvakolatot használtak fel!

Vagy a szintén Németországban található Egyesült Nemzetek Kampusza, ahol a 22.500 m² kialakításánál, fő szempont volt a környezet és egészségbarát építőanyagok alkalmazása, mint pl. vályog építőlapok, vályogvakolatok, természetes felületképző anyagok. [11]

A következő képen látható linzi kápolnában is vályog építőanyagokat használtak, tehát nemcsak a lakóépületeknél, hanem bármilyen középület esetében is kivitelezhető technológia.



18. Kép: Elizabethinen Kapelle, Linz [11]

A vályog modern felhasználásának nagy úttörője: Martin Rauch osztrák építész, aki nem építészként került kapcsolatba a vályogépítéssel, sokkal inkább az eredeti foglalkozásának köszönhetően. Keramikus, kályhaépítő és szobrászként kellő, melynek köszönhetően kellő kezűgyességgel és kreativitással fogott hozzá minden egyes projektjéhez. Kedvenc területe és egyben specialitása is: a döngölt vályogfal. Így nem meglepő, hogy a képen látható lakóház, [19] amely egyébként Martin saját háza is ilyen technológiával készült.



19. Kép: Martin Rauch háza [16]

Ez az épület nem egyszerű vályogépület. Ha végigpörgetjük a képeket akár azt is hihetnénk, hogy „átlagos” vályogház, de egy átlagos vályog falazat nem bírja ki a konzolosan befogott lépcsők súlyát. 5-10% cementtel stabilizált, vert fallal készült épület ez. A falazat így karcsúbb lett, nincs szüksége komolyabb védelemre a víz szempontjából. Az anyag 90%-a helyben van (a telekről kibányászott föld), ehhez jön maximum 10% cement, és ezáltal egy időjárásálló, tartós, masszív falat kapunk.

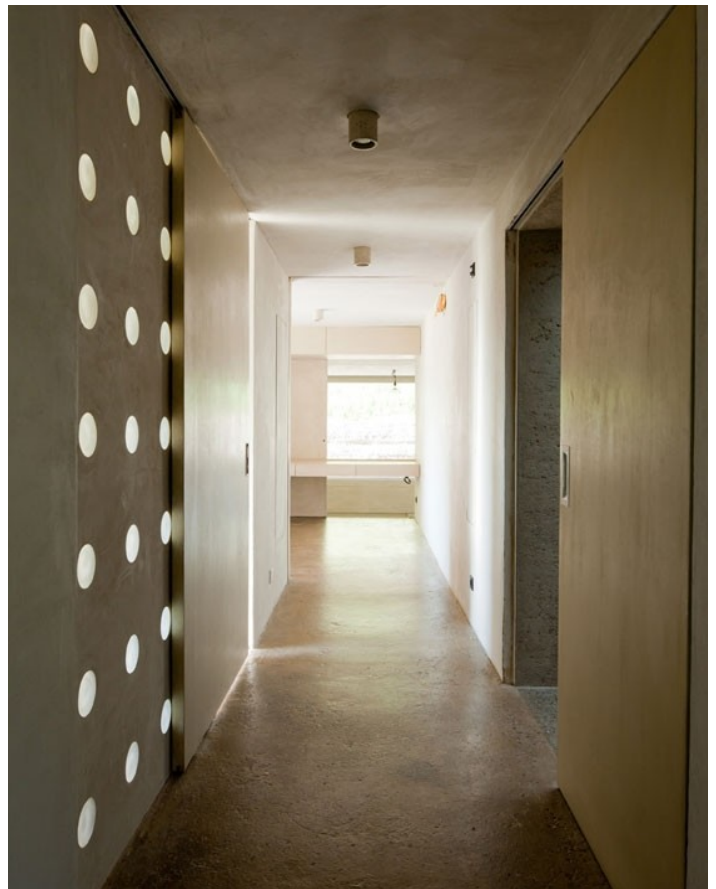


20. Kép: Cementtel stabilizált vályog [17]

E megoldás ellen szól a cement alkalmazása, mely által már nem igazán öko-ház ez az épület. A cement előállítása során ugyan sok CO₂ termelődik, és energiaigényes is ez, de ez kevésbé terheli meg a környezetet, ahhoz képest, hogy a hagyományos nem stabilizált vályogfalnál szintén energiaigényesen

előállítható mésszel kell festeni kívülről rendszeresen, hogy megóvjuk a nedvességtől. Ennek függvényében azt kapjuk, hogy teljes élettartama alatt a stabilizált fal kevésbé káros. További előnye, hogy mivel vékonyabb lehet a fal, kisebb alap kell, ami kevesebb betont igényel.

A vályogfalak óriási előnye, hogy a párát intelligens módon szabályozzák: mikor túl sok van a helyiségben, felveszik, mikor kevés leadják. Ezt a képességet öli meg a cement, lezárja a pára útját. Átlagos vályogházakat éppen ezért szigorúan tilos cementvakolattal bevakolni. [17]



22. Kép: Belső terek [17]

Néhány további fotó a házról:



23. Kép: Martin Rauch vályogháza [17]

Összességében a vályog egy sokoldalú anyag, sokféle megoldási lehetőséggel. Rendkívül kedvező áron kivitelezhető, környezettudatos, környezetkímélő, energiatakarékos, mégis tartós megoldást kaphatunk általa.

Hazánkban mindig is kedvelt volt, a modern törekvéseknek hála most már modern formában folytathatja pályafutását.

A vályog már kiállta az idők próbáját.

IRODALOM

- [1]<https://despiertacordoba.wordpress.com/2013/09/17/la-misteriosa-civilizacion-de-catal-huyuk/>
- [2]http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Mosque_of_Djenn%C3%A9#/media/File:Djenne_great_mud_mosque.jpg
- [3]<http://2ooly.com/photo/132357/ShibamWadiHadhramautYemen.jpg.html>
- [4]http://de.wikipedia.org/wiki/Lehmbau#/media/File:Pisechhochhaus_Weilburg.JPG
- [5]http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weilburg_Tiergarten_Dillh%C3%A4user_Bauernhaus.jpg
- [6] Sabján Tibor/Buzás Miklós: Hagyományos falak, Terc, Budapest, 72.o
- [7]http://mgepiteszprodold.dev53.arteries.hu/_core/js/tiny_mce/plugins/filemanager/files/latvanykepek/011_vert_fal.jpg
- [8]http://mgepiteszprodold.dev53.arteries.hu/_core/js/tiny_mce/plugins/filemanager/files/latvanykepek/peterffy07.jpg
- [9]http://mgepiteszprodold.dev53.arteries.hu/_core/js/tiny_mce/plugins/filemanager/files/latvanykepek/015_valyog-keretek.jpg
- [10] Sabján Tibor/Buzás Miklós: Hagyományos falak, Terc, Budapest, 69-100.o.
- [11] <http://www.valyogvakolat.hu/blog/valyogepiteszet-2-0/31006/>
- [12]http://honlap.hu/pages/valyogvakolat/contents/static/17/1397117243_00x.jpg
- [13]http://mgepiteszprodold.dev53.arteries.hu/_core/js/tiny_mce/plugins/filemanager/files/latvanykepek/v2.jpg
- [14]<http://www.naturillo.hu/tn/800x600/files/termekfoto%20hock/ProC-valyoglap-3.5cm.JPG>
- [15]<http://www.valyogvakolat.hu/blog/a-valyog-es-a-fa-tokeletes-parositas-az-egeszseges-kornyezetbarat-epiteshez/34559/>
- [16]<http://www.architonic.com/de/aisht/lehmhaus-rauch-boltshauser-architekten/5100620>
- [17]<http://www.hna-design.hu/blog/2010/09/13/ultramodern-valyoghaz-cementtel-dusitva/>

Dr. Szűcs Miklós: Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása

Medgyasszay Péter/Novák Ágnes – Föld- és Szalmaépítéset

www.valyog.uw.hu

www.valyogvakolat.hu

<http://www.valyogvakolat.hu/blog/a-valyog-es-a-fa-tokeletes-parositas-az-egeszseges-kornyezetbarat-epiteshez/34559/>

Külföldi oldalak:

<http://www.lehmtonerde.at/en/projects/project.php?PID=88>

<http://www.merianaarten.ch/de/meta/raummiere/lehmhaus.html>

<http://www.architonic.com/de/aisht/lehmhaus-rauch-boltshauser-architekten/5100620>

<http://www.studio-b2.de/projekte/wohngbaeude/lehmhaus-wenzendorf/>