

A KORSZERŰ FÖLDÉPÍTÉSZET RENESZÁNSZA, HAZAI GAZDASÁGOSSÁGÁNAK KÉRDÉSEI

Miért került újra előtérbe a földépítés?

Az emberiség eddigi sok ezer éves múltja során jogosan rögzült tudatunkban az a kép, hogy a gazdaság alapját képző energiahordozók és nyersanyagok korlátlanok, ezért ingyen, vagy nagyon olcsón állnak rendelkezésünkre.

Mindaddig jogosan gondolkodhattunk így, ameddig kizárólag újratermelő energiahordozókat, az esetek többségében újratermelő mennyiségben valamint nagy mennyiségben előforduló nyersanyagokat elenyésző mennyiségben fogyasztottunk.

A 60-as, 70-es években azonban független szervezetek (Római Club), majd a 80-as években kormány szinten (Bruntland Bizottság), és a 90-es években kormányközi szinten (Rió: Agenda 21) megfogalmazódott, hogy az emberi élettel együjtjáró nyersanyag-, és energia felhasználás, valamint környezet alakítás a mai formájában hosszú távon nem tartható fenn.

Egyre többen kezdik úgy gondolni, hogy a jövőben a gazdaságos-e, esztétikus-e kérdések mellett az élet sok területén egy újabb alapkérdést kell feltennünk magunknak:

"Hosszú távon fenntartható-e?"

Az egyre többször emlegetett "fenntarthatóság" kérdése új szempontokat, követelményeket támasztott az építőanyagok vonatkozásában is. Egyes építészek és építetők ezért értékelték át a földépítészetről alkotott tradicionális képet felismerve az anyag ökológiai, épületfizikai előnyeit és a világ számos országában, a tradicionális technológiával épült földépületek felújítása mellett a földépítészet korszerűsítésén, alternatív alkalmazhatóságán kezdtek gondolkodni.

(A nem teljesen kiforrott terminológia tisztázásaként megjegyzem, földépítés alatt a tradicionális vertfalú, rakottfalú, vályogtéglá falazatú építést, illetve ezen technológiák továbbfejlesztett változatait értem, ahol a helyi (helybéli) építőanyagot égetés nélkül, napon történő szárítás után használják fel.

Németországban, Franciaországban és az USA-ban lassan 20 éve foglalkoznak a földépítési technológiák korszerűsítésével.

Az eddigi külföldi gyakorlatban jelentős hangsúlyt fektettek a műemlék jellegű épületek rekonstrukciójára. Az USA-ban régi indián pueblókat, turisztikai látványosságként, míg Németországban régi favázas, vályogtéglá kitöltő falazású házakat újjítottak fel, sokszor a mai hőtechnikai szabványokat is kielégíteni képes lakóházakká.

A rekonstrukciós beruházások mellett új földházak is épültek, elsősorban Nyugat-Európában és az USA-ban, mely épületek építészeti koncepciója során a föld ökológiai és épületfizikai előnyei mellett művészi formálhatóságát is igyekeztek kihasználni. Ausztrália sivatagos részein a nagy távolságokból adódó szállítási költségeket csökkentették, amikor az országút mellett épülő fogadókat cementtel stabilizált helyi földből építették.

A földépítés legjelentősebb kutatási területe azonban a "dél" országaira irányul, igyekezték megoldani a demográfiai robbanás nyomán kialakuló lakáshiányt.

Magyarországon a műemlék jellegű épületfelújítások, valamint épületrekonstrukciók (Szentendrei Szabadtéri Múzeum) mellett a 70-es évektől kezdve magánépítetők is korszerűsítettek régi földfalú (vert, vályog, stb.) házakat, elsősorban időszakosan használt nyaralónak kialakítva.

A 80-as évekig új földházakat, alacsony minőségi és jelentéktelen mennyiségi volumenben csak a szegényebb rétegek építettek. A 80-as évek végétől az ökológiai és épületfizikai előnyök miatt igényes épületek is készültek földből.

Az anyag szilárdságtani tulajdonságai miatt elsősorban falként alkalmazták, de készültek földből (agyagból) donga-, és kupolaszerkezetek, fűdémfeltöltések, bútorok, tüzelőberendezések és szigetelések is.

A tradicionális vert-, rakott-, és vetett vályogfalak mellett újonnan kifejlesztett technológiákkal, mint a préselt-, cementtel stabilizált préselt-, könnyített préselt-, és a könnyűvályog téglá elemekből épített falak is készültek.

A jelenlegi technológiákkal technikai paramétereikben különböző minőségű szerkezeteket lehet készíteni, de le kell szögezni, hogy a földépületek optimális alkalmazása a mai legkorszerűbb technológiákat használva is korlátozott, mivel az építőanyagként megfelelő föld, és a földtéglá gyártásához szükséges hely nem mindig áll rendelkezésre az építés helyszínén vagy ésszerű közelségében.

A földfalak épületszerkezettani előnyei, hátrányai:

- Előnyök

- 1, nagy hőtárolás
- 2, jó páragazdálkodás
- 3, lélegző falszerkezet

- Viszonylagos hátrányok

- 1, alacsony nyomószilárdság
- 2, elhanyagolható húzószilárdság
- 3, biológiai károsodásokra való érzékenység (rágcsálók, rovarok)
- 4, nedvesség érzékenység
- 5, vakolattartási problémák
- 6, technológiai nedvesség lassú távozása

Egyéb előnyök, hátrányok

- Előnyök

- 1, alacsony primér energia tartalom
- 2, kis építési környezetterhelés
- 3, elenyésző szállítási költségek és környezetterhelés,
- 4, természetes anyagok használata (kevésbé környezetterhelő)
- 5, különböző minőség, ár, így piaci szegmentáció lehetősége
- 6, teljes mértékű recikculálhatóság

- Hátrányok

- 1, földrengés érzékenység

Az a sokszor emlegetett hátrányt, hogy a "vályogfalak rosszul hőszigetelnek" az eddigi fejlesztések függvényében már nem evidencia a falazatok "k"-értéke 45 cm-es falak esetén a tradicionális szerkezeteknél számított 1.5 W/m²K körüli értékről olyan korszerű technológiákkal, mint a könnyűvályog építés 0.7, vagy kiegészítő (5 cm nádpalló) hőszigeteléssel akár 0.35 W/m²K csökkenthető.

Mi az a könnyűvályog technológia?

Ezen technológia fejlesztései német és svájci területeken zajlottak le, a favázás "Fachwerk" házak építési tapasztalatainak felhasználásával.

A technológia egyik építőeleme a könnyűvályog téglá, mely annyiban tér el a tradicionális vetett tégláktól, hogy több szerves illetve ásványi adalékot tartalmaz, valamint, hogy a téglákat a földnedves agyagos földkeverék géppel történő préselésével készítik.

A kikönnyítés függvényében azonban az építőelemek szilárdságtani paraméterei jelentősen leromlanak. Egy rövid táblázat a földfalak, illetve a napjainkban általánosan használt Porotherm és Ytong falazatok pár jellemző paraméterének bemutatására:

falazatok	sűrűség	hővezetés	hőátbocsájtási tényező		ny. szilárd
	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)	k (W/m ² K)	σ (N/mm ²)	
tradicionális vályogfal (vertfal)	1800	0.91	1.39 (1)	3.0	
könnyűvályog fal*	1400	0.59	0.41 (2)	1.8	
könnyűvályog fal idelis összetételű keverékkel		900	0.3	0.36 (3)	1.0
Porotherm fal			... (4)		
Ytong fal (G4-0,6)	750	0.2	0.49 (5)	5.0	

* Ezen adatok alapján számítottam a Naturbau Kft által épített későbbiekben ismertetett földépület paramétereit

(1) 50 cm-es fal esetén (2) 45 cm-es fal esetén 5 cm nádpadló kiegészítő hőszigeteléssel

(4) 38 cm-es fal esetén (3) 45 cm-es fal esetén 5 cm nádpadló kiegészítő hőszigeteléssel

(5) 38 cm-es fal esetén

forrás: Klaus Schillberg: Lehm
Ytong katalógus

Mint az adatokból látható, a könnyűvályog fal tartószerkezetileg már egyszintes épületek teherhordó falaként sem megfelelő, ami főleg a nyíláskiváltásoknál jelent problémát. A tartószerkezeti problémák elkerülésére, valamint a nagyobb építészeti szabadság biztosítására a könnyűvályog falat elsősorban kitöltő jelleggel alkalmazzák, a fa tartóváz közé. (ábra)

Az épület fogadó szerkezetét az általánosan alkalmazott technológiák szerint csömöszölt beton sávalappal alakítják ki, amire a bemutatott példában bitumenes vastaglemez vízszigetelést fektettek. Az épület teherhordó vázát, a faszerkezetet erre a vízszigetelésre készítik el, úgy, hogy egyidejűleg a fa födém szerkezetet, illetve a fedélszerkezetet is felépítik.

A kitöltő jellegű könnyűvályog falazást csak akkor kezdik el, amikor a tető héjalását is megépült, hogy a nedvességre igen érzékeny földtégla a beépítés során ne károsodjon egy esetleges nyári esőzés során. A falazást a helyi (illetve jelen esetben helybeli) előregyártott könnyűvályog téglákból illetve a helyszínen betonkeverővel bekevert vályoghabarccsal, a téglafalazás általános szabályai szerint végzik.

A földfalak nedvességérzékenysége miatt a vizes helyiségekbe jelen esetben 10 cm-es válaszfaltéglából épített vendégfalat építenek, és a vizes vezetékeket ebben a falban vezetik.

Költség összehasonlító számítások

A különböző földépítési technológiákkal ugyanabból a helyi (helybeli) építőanyagból szignifikánsan eltérő minőségű és árú falakat lehet építeni. Mint a BME Épületszerkezettani Tanszékének PhD-hallgatója a Naturbau Kft.-nél 1996 augusztusában eltöltött egy hónap alatt arra kerestem a választ, hogy állandó emberi tartózkodásra szolgáló épületként, tehát jó hőszigetelő értékű falakból milyen költségekkel lehet földházat építeni a cég könnyűvályog, (szalmaadalékos) technológiájával.

A számítások elve az volt, hogy a Naturbau Kft által Telekdy István részére, Kercaszomoron épített üdülő ház - Kercaszomor Hrsz 159. - költségvetésének épületszerkezetekben végig gondolt konzekvenciáit gyűjtöttem ki, és hasonlítottam össze a fiktív ÁLTÉP ház általam készített költségvetésének szintén épületszerkezetekre vonatkoztatott, az 1996 augusztusi árak és díjak függvényében.

Az ÁLTÉP ház Ytong falazatát az indokolta, hogy a falazat hasonló paraméterekkel rendelkezik, mint a FÖLDÉP ház falazata. Képes kielégíteni a korszerű falazatoktól elvárható $"k"<0.5$ követelmény értéket, és a korszerű téglafalazatokhoz képest ismereteim szerint több ökológiai előnnyel is bír (előállítás energiatartama, recikkulálhatóság), a megközelítőleg azonos ár mellett. A vasbeton födém szerkezetek választását az általános építőipari gyakorlatban előforduló szerkezetválasztási dominancia indokolja.

A FÖLDÉP ház szalmaadalékos könnyűvályog technológiával és fafödémmel készült. A ház terveit Mezei Sándor, az eredeti költségvetést Bán Kálmán készítette.

Az ÁLTÉP épület, illetve a FÖLDÉP épület szerkezetei szignifikánsan csak a falazat valamint a födém kialakításában térnek el egymástól. Az egyéb szerkezetek általános építési technológiákkal készültek, így ezekkel mint módosító tényezőkkel nem számoltam.

(ábra)

A falazat-, és födém variációk kigyűjtött tételei:

F A L A K

A ház falazatához kapcsolódó költségek a **FÖLDÉP** alkalmazásakor:

Megnevezés	Tételszám	Mennyiség	Anyag	Díj	Összesen
Faváz	K *	4 m3	168000	32000	200000
Favédelem	K35-08-001-0000000	135 m2	4590	10125	14715
Vályogfalazás	6-190 33-03-003-0000000	57 m3	199500	20520	220020
Nádazás 5 cm-ben kívül	48-07-041-0000000	88 m2	133056	31680	164736
Cementes homlokzatvakolat	6-29436-05-028-0000000	88 m2	42416	54560	96976
Homlokzati kőporos vakolat	K47-	88 m2	8800	13200	22000
Válaszfalazás 1. (vályogos)	K **33-03-003-0000000	47.5 m2	19950	2052	22002
Stukatur nád	(6.13) "K"	198 m2	25740	87120	112860
Agyagvakolat	6-29436-01-020-0000000	198 m2	59202	116424	175626
Mészfestés	47-01-003-0000000	198 m2	11088	16 038	27126
Válaszfalazás 2. (tégla)	33-12-002-0130011	17 m2	9622	7395	17017
Vakolás mészhabarccsal	36-01-001-0550030	17 m2	2380	9 180	11560
Glettelés	47-00-106-0000000	14 m2	378	826	1204
Diszperzit festés	47-01-033-0151201	14 m2	1092	1960	3052
Összesen:			685814	403080	1088894

* 0.045 m3/m2 /egysoros vázszerkezettel/ 12/12-es oszlopokkal.

4 óra ács /m2-ként

Anyag 35000Ft/m3

Díj: 4*500 Ft=2000Ft

** 12cm vastag vályogtégla faváz között. t/m2 egységgel, a vályogfalazás költségeiből kalkulálva.

A ház falazatához kapcsolódó költségek az **ÁLTÉP** alkalmazásakor:

Megnevezés	Tételszám	Mennyiség	Anyag	Díj	Összesen
YTONG falazás	33-02-083-0000000	140 m2	496160	93100	589260
Terranova homlokzatvakolat	36-05-028-0000000	92 m2	22632	43240	65872
Modaszil homlokzatfestés	47-03-029-0151849	92 m2	33368	18860	52228
Válaszfalazás (YTONG)	33-12-018-0000000	17 m2	20825	3655	24480
Belső vakolat	36-01-001-0550030	205 m2	28700	110700	139400
Glettelés	47-00-106-0000000	205 m2	5535	12036	17571
Diszperzit festés	47-01-033-0151201	205 m2	15990	28700	44690
Összesen:			623210	310291	933501

F Ö D É M

A ház födéméhez kapcsolódó költségek a **FÖLDÉP** alkalmazásakor:

Megnevezés	Tételszám	Mennyiség	Anyag	Díj	Összesen
Lenolaj bevonat,alapozó	15-16647-07-011-0120061	96 m2	6144	7200	13344
közbülső	47-07-017-0120315	96 m2	13056	7680	20736
fedő	47-07-045-0120315	96 m2	9984	8640	18624
Borított gerendafödém	2-35-0035-06-002-0680041	72 m2	144000	54432	198432
Filc elhelyezés hajópadló alá	8-07-0130112105	49 m2	22270	12 740	35010
Vályogozás	K	2.5 m3	2400	4388	6788
Hajópadló párnafákra	42-03-005-0120101	49 m2	122010	49000	171010
Lakkozás	15-32547-07-047-0120321	49 m2	4606	12250	16856
Úszató rtg	2-8-448-07-013-3113043	24 m2	10824	3888	14712
Technológiai szig.	2-8-81-30-021-0000000	24 m2	11808	7680	19488
Alizatbeton	31-30-024-0021060	1.44 m3	11242	4380	15622
Kerámia burkolat	2-14-3942-02-013-0327621	24 m2	51840	21120	72960
Összesen:			410184	193398	603582

A ház födéméhez kapcsolódó költségek az **ÁLTÉP** alkalmazásakor:
m o n o l i t f ö d é m e s e t é n ,

Megnevezés	Tételszám	Mennyiség	Anyag	Díj	Összesen
Diszperzit festés	47-01-033-0151201	78 m2	6084	10920	17004
Glettelés	47-00-106-0000000	78 m2	2106	4602	6708
Vakolás	36-04-011-0600030	78 m2	38454	46020	84474
Zsaluzás	15-03-006-0000000	90 m2	50940	38700	89640
Vasszerelés	31-01-003-0220621	2,075 t	206545	42848	249393
Betonozás	31-21-024-0041260	16.5 m3	143963	70950	214913
Koszorú előtti hőszigetelés elh.	48-07-014-5321125	10 m2	10520	1100	11620
Koszorú előtti hőszigetelés rögz.	48-07-023-0000000	10 m2	3000	1000	4000
Úszató rtg	8-07-013-3113043	78 m2	35178	12636	47814
Technológiai szig.	1-30-021-0000000	78 m2	38376	24960	63336
Alizatbeton	31-30-024-0021060	5 m3	39035	15210	54245
Parketta ragasztva	42-03-012-0110011	51 m2	223941	19125	243066
Lakkozás	47-07-047-0120321	51 m2	4794	12750	17544
Kerámia burkolat	42-02-013-0327621	26 m2	56160	22880	79040
Összesen			859096	323701	1182797

A ház födéméhez kapcsolódó költségek az **ÁLTÉP** alkalmazásakor:

e l ő r e g y á r t o t t v b . f ő d é m
e s e t é n ,

Megnevezés	Tételszám	Mennyiség	Anyag	Díj	Összesen
Diszperzit festés	47-01-033-0151201	78 m2	6084	10920	17004
Glettelés	47-00-106-0000000	78 m2	2106	4602	6708
Vakolás	36-04-011-0600030	78 m2	38454	46020	84474
E-gerendák elhelyezése	32-02-002-0112552	8 db*	37176	20400	57576
E-gerendák elhelyezése	32-02-002-0112522	30 db	87870	25500	113370
Béléstesték elhelyezése	32-02-009-0140031	78 m2	86736	16770	103506
Vb koszorúk	31-21-015-0043160	5 m3	34600	8700	43300
Koszorú előtti hőszigetelés elh.	48-07-014-5321125	10 m2	10520	1100	11620
Koszorú előtti hőszigetelés rögz.	48-07-023-0000000	10 m2	3000	1000	4000
Úszató rtg	8-07-013-3113043	78 m2	35178	12636	47814
Technológiai szig.	1-30-021-0000000	78 m2	38376	24960	63336
Alizatbeton	31-30-024-0021060	5 m2	39035	15210	54245
Parketta ragasztva	42-03-012-0110011	51 m2	223941	19125	243066
Lakkozás	47-07-047-0120321	51 m2	4794	12750	17544
Kerámia burkolat	42-02-013-0327621	26 m2	56160	22880	79040
Összesen:			704030	242573	946603

Összesítés

A költségek összehasonlítása:

	ÁLTÉP	FÖLDÉP
Fal	933.501	1.088.894
Födém	1.182.797 (946.603)	603.582
Összesen	2.116.285 ()	1.692.476

A ház teljes költsége (FÖLDÉP)
a Naturbau Kft árajánlata alapján:

8.480.166 Ft + ÁFA
10.600.207 Ft

A ház m2 ára:

53.563 Ft

Az összehasonlítás az 1996 júniusi árakon készült.

Összegzések

Az ÁLTÉP és a FÖLDÉP épületek esetében az építőipar kliséit valamint a szerkezetek logikáját betartva a FÖLDÉP ház 500 (350) eFt-tal kerül kevesebbe, mint az ÁLTÉP ház.

Ez az összes költségeket tekintve 5.8 (4.1) %-os megtakarítást jelent, ami nem szignifikáns különbség. (Zárójelben teszem hozzá, hogy ha a háznak "nem lennének falai" kb. 10%-os költség megtakarítás tudnánk elérni.)

A földfal költségszámításának értékelésekor ki kell hangsúlyozni, hogy a vályogfalazás, valamint az agyagvakolat anyagköltsége 80%-ban valójában az előző munkafázisban a cég által végzett díjtételből adódik.

Így a díj és az anyag költségek korrigált tételei:	anyag	475 814. Ft-
	díj	613 080. Ft.,
szemben az Ytong fal tételeivel:	anyag	623 210. Ft-
		310 291. Ft.

Levonható következtetések

Amint látható, lehetséges földházat a XX. sz. igény szintjén állandó emberi tartózkodásra szolgáló épületként építeni, de a XX. sz. igény szintjét a XX. sz. árakon kell megfizetni.

Mindenképpen a FÖLDÉP épület előnyeként értékelhető, hogy ugyanazon eszmei és fizikai érték előállításakor az anyagköltségek 1/3-ára csökkentek (ami jelzés az anyag- és energiatakarékosságra is), míg a bérköltségek csaknem a kétszeresére emelkedtek.

Ezt két szempontból tartom fontosnak: egyrészt mivel ennyivel több pénz került be, maradt a helyi gazdaságban további beruházásokat lehetővé téve, másrészt az ÁLTÉP anyagköltségében foglalt ipari előállítás, szállítás energiaigénye újratermelő emberi energiává konvertálódott.

Véleményem szerint a földépítés hazai alkalmazásakor a jövőben fokozottan végig kell gondolni a technikai szubszidiaritás elvét, amivel valójában szignifikáns költségmegtakarítást lehet elérni a falazatok és a teljes épület költségeinek vonatkozásában.

Azt értem ez alatt, hogy az elsősorban időszakosan (nyáron) használt épületeknél a közepes, sőt esetleg a gyenge hőszigetelő értékű falazatok is, melyek valóban olcsóbbak, ugyanolyan épületfizikai minőséget tudnak produkálni mint a korszerű falazatok, hiszen a téli hővesztések minimalizálása nem igény a szerkezetekkel szemben, ugyanakkor a földfalazatok hőtároló-, és páradiffúziós képessége kellemes belső klímát biztosít, nélkülözhetővé téve a klimatizálást.

Amennyiben az épületgépészeti tervezéskor ezen épületeket olyan napenergiát hasznosító melegvíz termelő rendszerekkel szereljük föl, melyek kellő pufferkapacitással rendelkeznek a rásegítő jellegű gáz, vagy elektromos melegvízkészítő berendezés kiépítési költségei is megtakaríthatók.

A nemzetközi tendenciák függvényében és az eddig leírtak alapján úgy hiszem a földépítésnek ha nem is nagyságrendileg, de nagyobb szerepe lehet a hazai építőiparban. Ehhez meg kell értenünk Foster high-tech homlokzatokra tett kijelentésének mögöttes tartalmát, miszerint "High-tech homlokzatokat ahol lehet nem alkalmazok" és félretéve előítéleteinket, amennyiben az építés helyszíne, az épület funkciója és az építők felkészültsége lehetővé teszi, valós alternatívaként mérlegeljük a földépítést.