
Egy ház – sok megoldás

Somogyvári Tünde

Konzulens: Horváth Sándor

Tudományos Diákköri Dolgozat

Tartalom

Bevezetés.....	4
Fenntarthatóság	6
Passzívház	10
Mi a passzívház?	10
Egyéb energetikai kategóriák	12
Alacsony energiaszintű ház	12
Nulla energiaigényű és pluszenergia ház	12
Aktív ház	12
Minősítés	12
Tervezési irányelvek.....	13
Elhelyezkedés	13
Tájolás- Elrendezés	13
Kompakt forma.....	14
Passzívház szerkezetei.....	14
Talajjal érintkező szerkezetek	19
Külső falak	20
Koszorú	20
Épületkonzol.....	21
Tetőszerkezet.....	21
Nyílászárók.....	22
Passzívház gépészet.....	24
Szellőztetés, fűtés és melegvíz előállítás.....	24
Napelemek.....	24
Környezetbarát épület - vályogház.....	26
Földépítészet története.....	26
Anyagtan	27
Nyomószilárdság.....	27
Hőtechnika	28
Páratechnika	29
Akusztika.....	29
Tűzvédelem	29
Szerkezetek.....	30
Talajjal érintkező szerkezetek	30
Külső falak	31
Épületkonzol.....	32

Tetőszerkezet.....	33
Gépészet	34
Szétszerelhető és máshol összeépíthető – Nagy paneles rendszer.....	35
Általános ismertető.....	35
Gyártás	35
Szerkezetek.....	36
Talajjal érintkező szerkezetek	36
Külső falak	37
Épületkonzol.....	38
Tetőszerkezet.....	39

Bevezetés

Azt, hogy mi az építészet jövője sokan sokféleképpen gondolják. Jelen munkámban azt szeretném megvizsgálni, hogyan lehet ugyanazt az alaprajzú családi házat három különböző szempontnak megfelelően kivitelezni. Az általam kiválasztott megoldások bár első hallásra teljes mértékben eltérőek egymástól, azonban egy valami összeköti őket – a fenntarthatóság¹.

Véleményem szerint ez az út, melyet nemcsak az építészetnek, építőiparnak kell követnie, hanem minden olyan emberi tevékenységnek, amely használja a Föld energiaforrásait és komfortosabbá teszi életünket.

Egy négyfős család számára kellett családi házat terveznem. A család tagjai: apa, anya, és két gyermek - eddig teljesen tipikusnak tűnik - ami különlegessé teszi őket, az az igényeik.

Tehát egy olyan házat kellett nekik terveznem, amely megfelel az energiatudatosság vagy a környezetbarát kivitelezés vagy a szétszedhetőség (mobilitás) feltételének.

- **Energiatudatosság – Passzívház**
A világ egy válaszüthöz ért, és irányváltás szükséges, ennek egyik útja az energiatudatos építészet. A régóta ismert anyagok újragondolása, és újrakombinálása, melyek által olyan energiatakarékos házakat tudunk létrehozni, mely messzemenőkéig ki tudja elégíteni a megszokott komfort igényeket és az új gazdasági helyzet által támasztott kihívásokat is.
- **Környezetbarátépület – Vályogház**
Ez a tradicionális építési mód egyre jobban újra előtérbe kerül. Miért is? Régen az ilyen típusú házakat kalákában², közösségi összefogások keretében építették, mindenki segített a másiknak. Jelenleg a fiataloknak, ha nem is lehetetlen, de mindenestre nagyon nehéz megteremtteni az első otthonot. Úgy gondolom, ez egy megoldás lehet a jelenlegi gazdasági helyzetben.
- **Szétszedhető, és máshol felépíthető**
Manapság egyre nehezebben találjuk meg a helyünket. Mi lenne, ha magunkkalvihetnénk az otthonunkat? Hazánkban a legfontosabb az otthon (lakás) megszerzése. Ez nem probléma, csak korlátozza a lehetőségeket, nehezen szánjuk rá magunkat a változásra. Nyugat-Európában a lakosság több mint 50%-a albérletben lakik, így biztosítva azt, hogy oda megy, ahol munka van, míg itthon az emberek 94% - a lakik saját lakásban Ennek a funkciónak a megteremtésére alternatíva lehet a könnyűszerkezetes, nagypaneles építésmód, így elköltözés esetén nem csak a ruhánkat hajtogatjuk össze, szükség esetén a házat is.

¹ „A fenntartható fejlődés a fejlődés olyan formája, amely a jelen igényeinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációit saját szükségleteinek kielégítésének lehetőségétől.” (ENSZ –Közös jövőnk jelentés – 1987)

² „A legismertebb társ munkák egyike, amelynél a közösség tagjai vagy bizonyos csoportjai (lokális, vérségi, vagyoni) tagjuknak (családjának), vagy egy községi intézménynek szívességből vagy kölcsönösségi alapon munkát végeznek, s amelynél a segítők együtt, egyszerre, társaságban, s rendszerint szórakozással (ének, tánc, mese) egybekapcsolatlan dolgoznak. A közösség bármelyik tagja akármikor visszahívhatja a megsegítettet, s az a munka visszaadását, a kalákában való részvételt köteleességének tartja.” (Forrás: Magyar Néprajzi Lexikon)

A három tervezési szempont tehát adott. Céлом azonban nem csak az, hogy ezeknek megfeleljenek terveim, hanem az is, hogy egy esztétikailag is igényes házat tervezzek.

A külső azonban nem minden, egy családi háznak a benne élők pénztárcájára is vigyáznia kell. Bemutatom azt, hogy a jelen kor technológiájának alkalmazásával hosszútávon is tartós, alacsony rezszi költségű házak építhetőek, a hagyományos technológiákkal összehasonlítva. Érdekes azonban visszanyúlni az olyan tradicionális építésmódokhoz is, mint például a vályogépítés, mert a mai gazdasági viszonyokban korántsem olyan elavult, mint ahogy sokan gondolják, és ezt energetikai számításokkal igazolom.

Fenntarthatóság



1. ábra- Forrás: Wikipédia

A fenntarthatóság nem csak környezetvédelmi ügy, szervesen kapcsolódik a gazdasággal és társadalommal is.

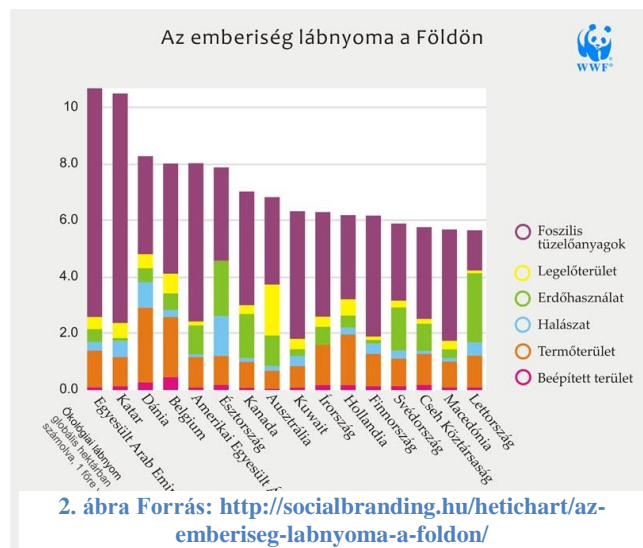
Ez a fogalom már az 1980-as évektől lett ismert, az olajválság mindenki számára érthetővé tette, hogy változásra van szükség. Mára szinte mindenki számára ismert tény, hogy a világ lakossága az elmúlt 50 évben megkétszereződött, és 1990-es évek óta megduplázódott a fosszilis energiahordozók használata.

Egyre többen kutatják az energiafelhasználás mértékét, és az ez által okozott környezetterhelést. Ennek vizsgálatára az egyik legszemléletesebb módszer az ökológiai lábnyom³ vizsgálata.

A módszer sorra veszi az emberi szükségleteket (élelem, energia...), és az azok előállításához szükséges területi igény megbecsüli, majd megvizsgálja a ténylegesen rendelkezésre álló terület nagyságát. Ma egy átlagos ember ökológiai lábnyoma 2,2 hektár, ez több mint 2,5-szer nagyobb, mint 1961-ben. A Földön 11,3 milliárd hektár biológiailag aktív föld- és tengerfelület van és ez 6,1 milliárd emberre (ami folyamatosan növekszik), így belátható, hogy minden embernek 1,8 hektár jut⁴

Az ökológiai lábnyom összetevői:

- fosszilis energiahordozók használata által kibocsájtott szén-dioxid elnyeléséhez szükséges terület
- legelőterület
- erdőgazdálkodás
- halászatra használt területek
- élelmiszer előállításra használt terület
- lakóterület

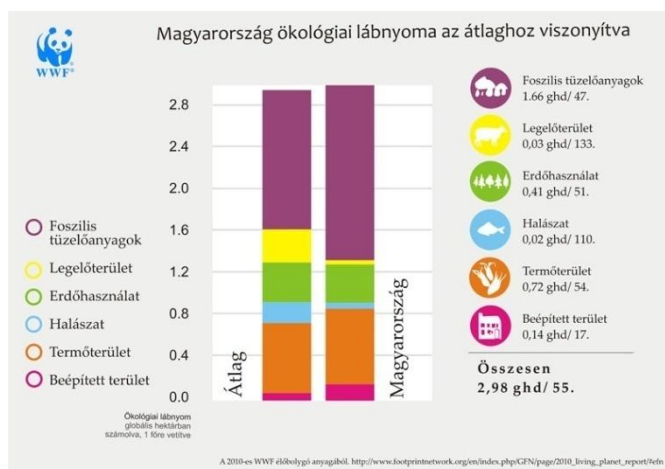


A vizsgálatok kimutatták, hogy már 1987-ben értük el azt a határt, amelynél a természet „gond nélkül” tudta biztosítani a fogyasztást az emberiség számára, azóta tehát a Föld tartalékait használjuk.

³Wackernagel, M., Rees, W.E.: Ökológiai Lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány. Budapest,2001.

⁴WWF: LivingPlanet Riport 2010

Ez sem hozta meg a kellő felismerést, hisz manapság 50%-kal nőtt a fogyasztásunk és ez az arány még tovább romlik. A Túllövés Napja (EarthOvershoot Day) 2010-ben augusztus 21.-e volt, ez azt jelenti, hogy a gyermekeink és unokáink elől használjuk el az energiát, feléljük a jövőjüket. Egy évi energiafogyasztásunk előteremtéséhez a Földnek 1 év és hat hónap kell⁵!



3. ábra Forrás: http://vallalkozas.hulladekboltermek.hu/zold_vallalat/okologiai_labnyom/

Nemrégiben készült el a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal kezdeményezésére egy nemzetközi ár-összehasonlító tanulmány. MEKH honlapján⁶, nyomon követhető lesz a 23 főváros elektromos energia és földgáz végfelhasználói árának az alakulása. A tanulmány szerint Budapest júliusban és augusztusban villamos energia árak tekintetében a legolcsóbb volt, de a vásárlóerő tekintetében a drágább városok közé tartozik Európában. Földgáz esetében az árakat tekintve szintén a lista végén van, vásárló erő tekintetében a képmezőnybe tartozik. Bukarestben a legrosszabb a helyzet, hiszen ott a nettó jövedelem nagyobb részét az energiahordozókra⁷ költik.

	2010	2011	2012
95-ös benzin (liter)	336	383	426
Gázolaj (liter)	320	380	435
Villamos energia (10kw/h)	466	468	485
Földgáz, vezetékes 10m ³	1150	1270	1360
Vízdíj m ³	301	316	331

4. ábra- Fogyasztói átlagárak⁸

Az elmúlt évek áremelkedései és a környezet tudatos szemlélet egyre inkább teret enged az alternatív energiáknak. Nem csak az egyes országok akarnak kiszabadulni az energia függőségből, hanem a fogyasztók is keresik a kiutat. Ennek oka a szolgáltatók monopol helyzete, az árak egyoldalú

⁵http://vallalkozas.hulladekboltermek.hu/zold_vallalat/okologiai_labnyom/

⁶<http://www.mekh.hu/statisztika/energia-statisztika/nemzetkozi-arosszehasonlitas.html>

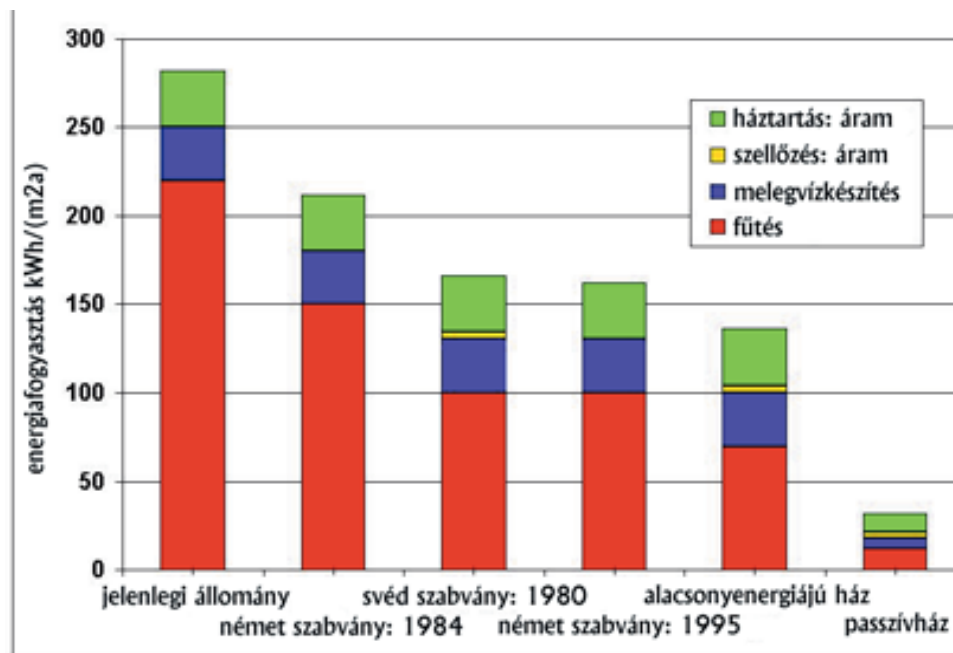
⁷<http://www.alternativenergia.hu/magyarorszagi-energiaarak-nemzetkozi-osszehasonlitasban/63670>

⁸<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mosz/mosz12.pdf>

alakítása. A megújuló energiák használatához szüksége technika évről-évrészelesebb rétegnek válik elérhetővé, így egyre többen alkalmazzák is őket.

Megújuló energiák csoportosítása az általuk használt primerenergetika függvényében⁹:

1. Megújuló energiaforrások hasznosítása:
 - biomassza hasznosítás
 - napenergia hasznosítás
 - geotermikus energiahasznosítás
 - szélenergia hasznosítás
 - vízenergia hasznosítás
2. Hulladék energiaforrások használata:
 - szeméttégetés
 - depóniaigáz hasznosítás
3. Az átlagostól lényegesen nagyobb hatásfokú nem megújuló energiaforrások hasznosítása:
 - kapcsolt hőtermelés
 - hőszivattyú

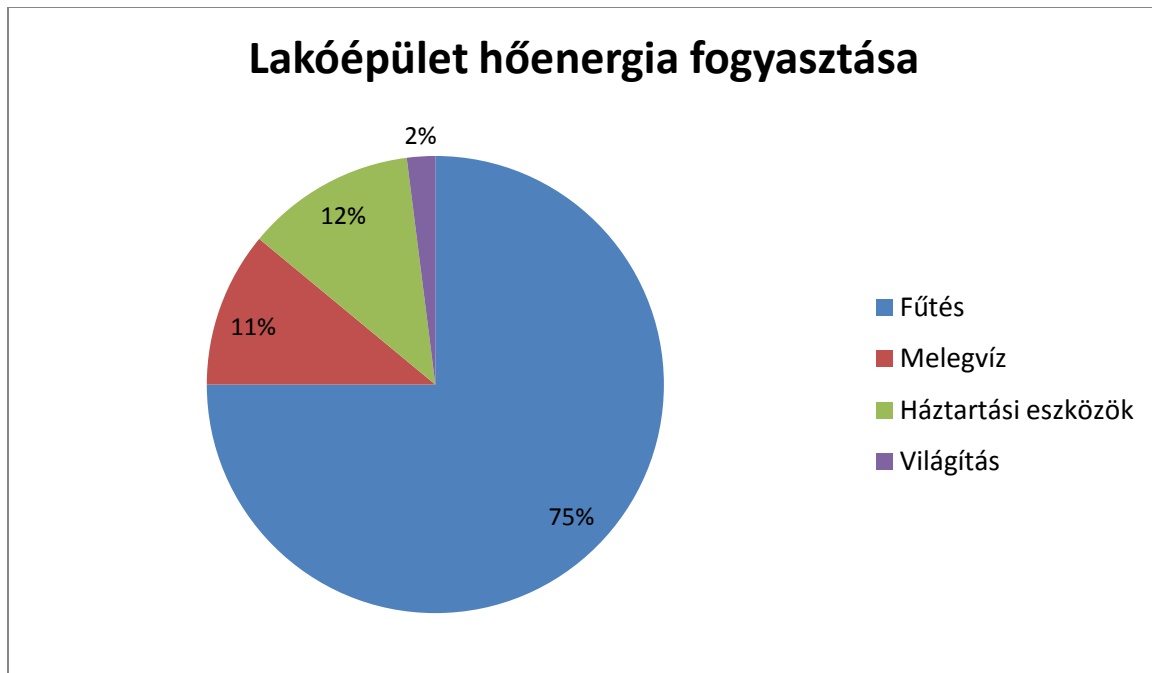


5. ábra Forrás: :Ökotrend/A fenntartható épített környezetért 2005/ /1

⁹MedgyasszayPéter, Ertsey Attila, Dr. OsztrólczyMiklós: Energiagazdálkodásazépítettkörnyezetben (főiskolaijegyzet), SzentIstvánEgyetemYblMiklósMűszakiFőiskolaiKarÉpített KörnyezetTanszék. Budapest, 2001.

A környezetterhelésünk több mint 50 %-a szorosan kapcsolódik az épületek létesítéséhez, fenntartásához, üzemeltetéséhez¹⁰.

Az alábbi ábrán jól látható, hogy a fűtés milyen nagy részét teszi ki a lakóépületek hőenergia fogyasztásából. A legtöbbet tehát itt lehet spórolni. Megoldásként a mai kor technológiájának kihasználásával felújíthatjuk, illetve kicserélhetjük a nyílászárókat, lecserélhetjük elavult fűtési rendszerünket, de a legnagyobb potenciál a megépítendő házakban rejlik. Törekednünk kell, hogy ezek már alacsony energiafelhasználású, jól hőszigetelt házak, esetleg passzív házak legyenek.



6. ábra Forrás: Adolf- W. Sommer: Passzívházak (2010) 18. oldal

¹⁰MedgyasszayPéter: Fenntarthatóságépítészetben (FüggetlenÖkológiaiKözpont)

Passzívház

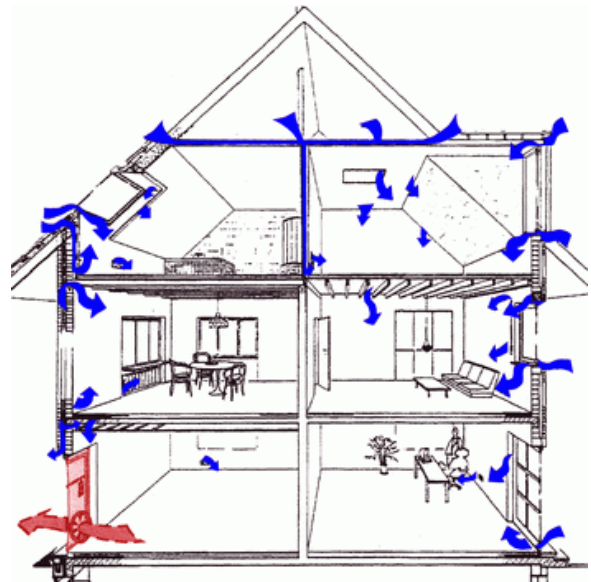
„ A passzívház egy olyan épület, melyben a termikus komfort érzet (ISO 7730) egyedül azon friss levegőtérfogatáramutánfűtésével vagy uthánhűtésével biztosítható, mely a kielégítő levegőminőség eléréséhez (DIN 1946) szükséges – további egyéb levegő felhasználás nélkül.”

Dr. Wolfgang Feist

Mi a passzívház?

A passzívház olyan épület, amelyben kellemes a hőérzet, télen és nyáron egyaránt, és mindezt külön fűtési vagy hűtési rendszer használata nélkül éri el. Mindez, hogy lehetséges?

- Kiváló hőszigetelés
Az épületeken általában 20-25 cm-nél több hőszigetelés van, és elhelyezésük is úgy történik, hogy a szerkezetek hőhidmentesen és légtömören legyenek szigetelve. Ez által töredékére csökkenthető a termikus burok¹¹ hővesztesége.
- Fűtés
Az épület hővesztesége annyira kevés, hogy nincs szükség külön fűtő rendszerre, hanem az megoldható a hővisszanyerős szellőztető rendszerből, az üvegfelületeken beérkező napsugárzásból (szoláris nyereség), a háztartási gépek és az ott lakók által kibocsájtott hőből, és a hulladékhőből.
- Szellőztetés
Egy passzívházban a szellőztetés nem úgy történik, hogy kinyitjuk az ablakot és úgy hagyjuk, ameddig jól esik. Itt egy energiahatékony, hővisszanyerősszellőztető berendezés végzi el a munkát, mivel az épület légtömören épül, így ez fontos higiéniai kérdés.
- Légtömörség
Egy passzívház légtömörsége 5-ször¹² jobb, mint egy átlagos házé. 50 Pa nyomáskülönbségnél mért légcsereszám nem lehet magasabb 0,6 l/h-nál. Ez az épület minőségét is mutatja, mérése a Blower-door¹³ teszttel végezhető el. Állag megőrzés szempontból is fontos a légtömörség, mert réseken el tud szökni az relatíve magas páratartalmú levegő, mely útja során kikondenzálódik. Másrészt meleg levegőként hagyja el az épületet kikerülve a hővisszanyerős szellőztető berendezést.



7. ábra- Hol szökik ki a levegő?- Blower-door teszt¹⁴

¹¹ Termikus buroknak hívjuk, a fűtött épülettömeg határoló felületét.

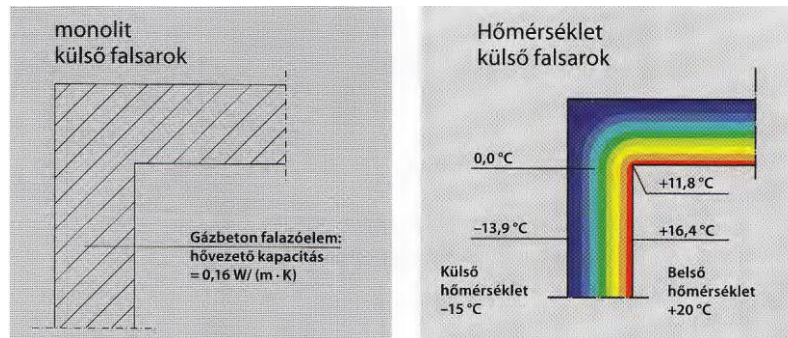
¹² Debreczy Zoltán: Passzívházak tervezésének alapjai, Passzívház Akadémia, Budapest, 2010

¹³ Fűvő ajtó: a nyílást (jellemzően bejárati ajtó) helyére egy ventilátort helyeznek, mely 30 km/h-s „szelet” generál, így a tömítetlen helyeken el kezd kiáramlani a levegő. A vizsgálat során a nyomás fenntartásához szükséges légmennyiséget mérik.

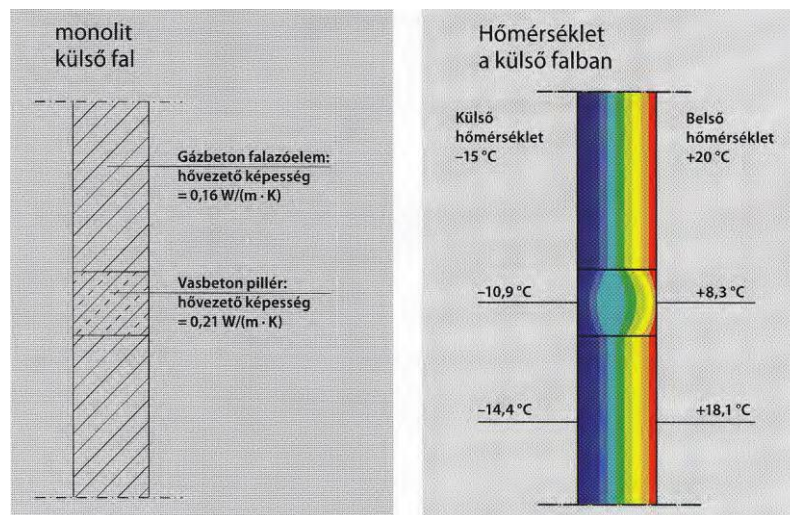
¹⁴ http://holnaphaz.blog.hu/2013/09/18/a_legtomorseg_meres

- Hőhidak

Hőhid keletkezik ott, ahol a hőátbocsajtás eltér a többi szerkezettől, ez történhet geometriai alakváltozás, vagy egyszerűen más anyaghasználat miatt. Lehet pontszerű és vonal menti is. Fontos ezeket minél jobban kiküszöbölni, mert páralecsapódást, később pedig penészedést és állagromlást okoz. Ez a probléma akkor jelentős, ha jól hőszigetelt épületről beszélünk, mert ott a hőhid fokozottan fejt ki hatását.



8. ábra Geometriahőhid Forrás: Adolf- W. Sommer: Passzívházak, Passzívházak Mindenkinek, 2010, 97. oldal



9. ábra Szerkezeti hőhid Forrás: Adolf- W. Sommer: Passzívházak, Passzívházak Mindenkinek, 2010, 97. oldal

Passzívház számokban:

- fajlagos fűtési energiaigénye¹⁵ $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{év})$
vagy fajlagos fűtési hőszükséglete¹⁶ $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$
- légtömörsége (n50) $\leq 0,6 \text{ l/h}$
- fajlagos összes primerenergia¹⁷ szükséglete $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{év})$

Ezeket teljesítve az épület fűtési energiaigénye, akár 80-90%-kal kevesebb lehet, mint egy hagyományos házé¹⁸.

¹⁵ Az épületben hány kWh hőenergiát kell pótolni az optimális hőmérséklet fenntartása érdekében.

¹⁶ Megmutatja, hogy a legnagyobb lehülés alatt hány W energiát kell a ráfordítani, hogy az optimális (passzívház esetében 20 °C) hőmérsékletet fenn lehessen tartani.

¹⁷ „Primer energiának az olyan, természetesen előforduló energiahordozókat nevezzük, mint a szén, kőolaj, földgáz, besugárzott napenergia vagy a természetes urán.” /Forrás: www.bosch-climate.hu

¹⁸ Debreczy Zoltán: Passzívházak tervezésének alapjai, Passzívház Akadémia, Budapest, 2010

Egyéb energetikai kategóriák

Alacsony energiaszintű ház

Fajlagos fűtési energiaigénye 40-70 kWh/(m²év), ez jó hőszigeteléssel, hővédő ablakokkal, és szellőtető rendszerrel lehet elérni, ami nagy különbség, hogy itt még szükség van hagyományos fűtési rendszerre.

Nulla energiaigényű és pluszenergia ház

Ez olyan ház, melyben a fűtési energiaszükségletet, beleértve a fűtési áramszükségletet is regeneratív energiaforrással látják el.¹⁹ A passzívházakra vonatkozó szabályok szerint építik meg, és napelemekkel egészítik ki a rendszert. A napelemek a nyári többlettermelést visszaforgatják a közmű hálózatba, és a téli energiaszükségletet onnan fedezi, így az egész évet nézve nullára jön ki a fogyasztás. Pluszenergia ház esetében a termelés meghaladja a felhasznált villamos energia mértékét. Hazai viszonylatban a pluszenergia háznál, a visszaforgatott energiáért a piaci érték 50%-át se kapja meg a termelő.

Aktív ház

Több energiát termel, mint amennyit felhasznál, ezt el lehet érni passzívház és pár napelem alkalmazásával.

Minősítés

A PassivhausInstitut Darmstadt²⁰ fejlesztette ki a passzívház építési módját. A magasabb elvárások miatt egy tervezést segítő programot hoztak létre, a PHPP-t, Passzívház tervezői csomag, németül PassivehausProjektierungsPaket, ez egy energiamérleg számító Excel alapú program.

Magyarországon is létrehoztak egy passzívház minősítési rendszert, a „Kiváló Építési Termék - Passzívház akadémia Minőségi Passzívház” (röviden: „KIVÉT – PHA Minőségi Passzívház”). Ezt a minősítési rendszert az Építési Termék Minőségvédelmi és Vállalkozásfejlesztési Kft, és a Passzívház Akadémia Kft. deklarálta.



10. ábra Passzívház tervezői csomag

Forrás: <http://epiteszforum.hu/megvan-az-első-minositett-passzivhaz>

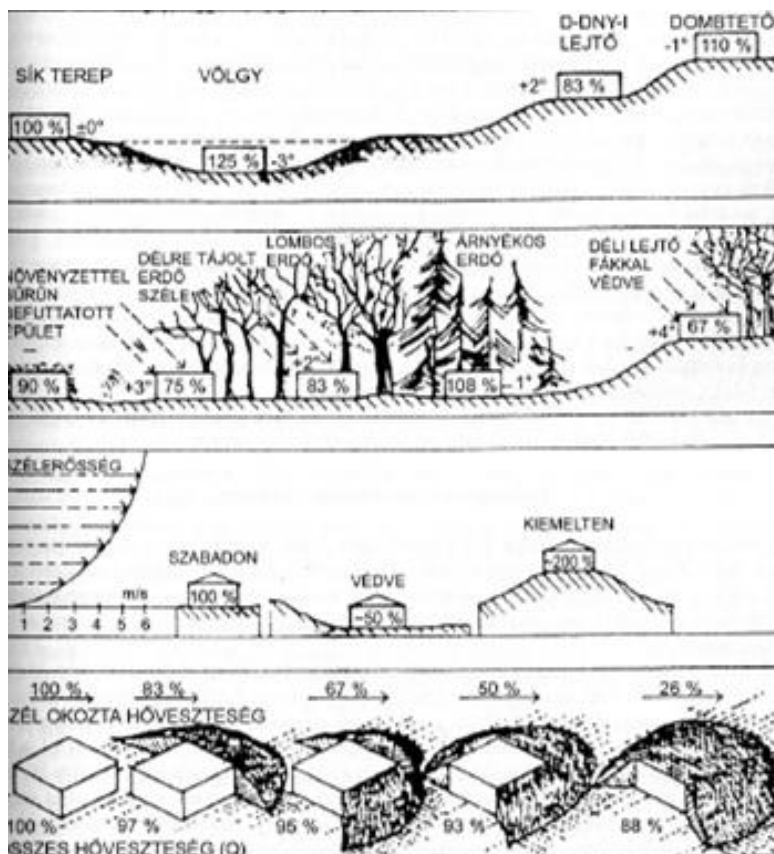
¹⁹Debrezzy Zoltán: Passzívházak tervezésének alapjai, Passzívház Akadémia, Budapest, 2010

²⁰www.passiv.de

Tervezési irányelvek

Elhelyezkedés

A földrajzi elhelyezkedésből fakadó makroklíma alapjaiban meghatározza az épületet. Németországban megépült passzív ház fajlagos fűtési energiaigénye 14 kWh/(m²év), ha ugyanez az épület Budapesten állna, akkor a fűtési energiaigénye csak 8 kWh/(m²év)²¹. Ezen felül az épület mikroklímája, domborzati adottsága, és a meglévő növényzet nagyban befolyásolja az épület fűtési energiaigényét, ezért fontos a jó hely megválasztása. Például egy D-DNY-i lejtő közepén +2°C-kal melegebb van, mint a sík terepen, de ha az épület egy árnyékos erdőben van, akkor 1°C hidegebb van.



11. ábra - Épület transzmissziós hővesztésének változása a környezet hatására Forrás: Dr. Szűcs Miklós: Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása, Budapest, 2002, 47. oldal

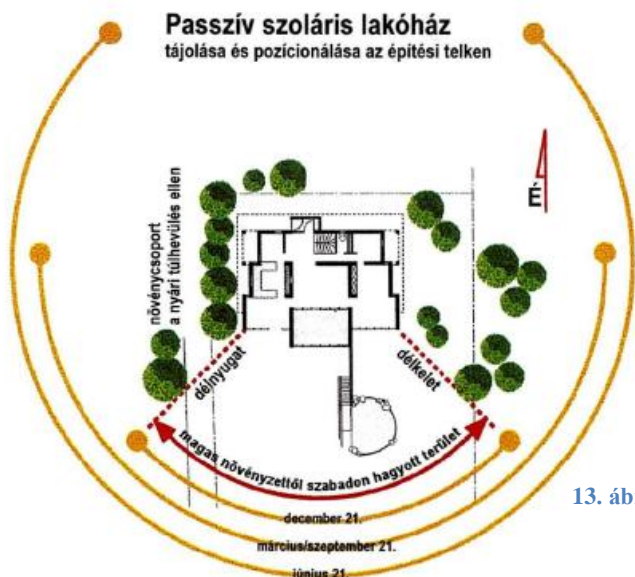
Tájolás-Elrendezés

Mivel a passzív házban nincs külön fűtési rendszer, így a napsugárzásból származó szoláris energia fontos szerepet játszik. Déli-délnyugati irányba kell tájolni a házat, és főleg az olyan legtöbbet használt helyiségeket, mint a nappali, étkező, konyha. A kiszolgáló és kisebb helyiségek lehetnek északi tájolásúak, kis nyílásokkal. A szoláris nyereséget erről az oldalról gyűjti be az épület, így nagy üvegfelületet kell tervezni, de a megfelelő árnyékolásról is gondoskodni kell a nyári túlmelegedések elkerülése miatt. Az árnyékolást, a tervezéskor az alsó szinten az emelet 1,5-es konzolos kinyúlásával oldottam meg, amely lehetővé teszi, hogy télen besüssön a nap, a nyári meleget azonban nem engedi be.



12. ábra Az épület banapozása Forrás: Anton Graf: Passzívházak, Terc Kiadó, 2003. 27. oldal

²¹Debreczy Zoltán: Passzívházak tervezésének alapjai, Passzívház Akadémia, Budapest, 2010



13. ábra Forrás: Anton Graf: Passzívházak, Terc Kiadó, 2003. 27. oldal

Az épületet klimatikus viszonyait befolyásolja a meglévő növényzet (lásd 10. ábra), és a telepítés. Nyáron a déli-délnyugati tájolásnál szükséges az árnyékolás, viszont télen nem szeretnénk, hogyha az épület elől eltakarná valami az értékes napfényt, így oda lomhullató fákat érdemes telepíteni. Az északi oldalon jó szélvédettséget ad, így nem hűlnek le annyira a felületek, oda örökzöldeket, fenyőket érdemes telepíteni.

Kompakt forma

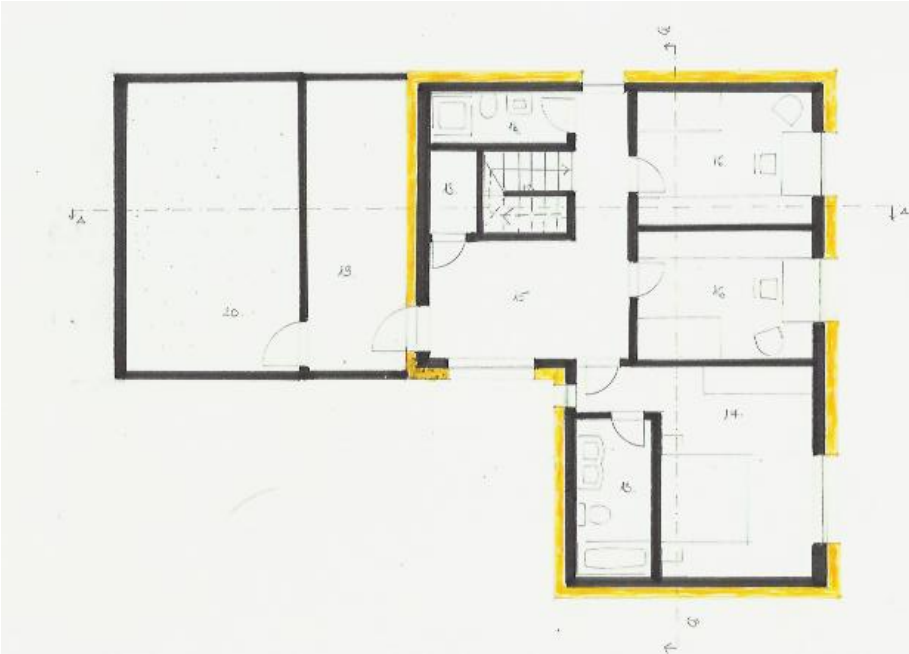
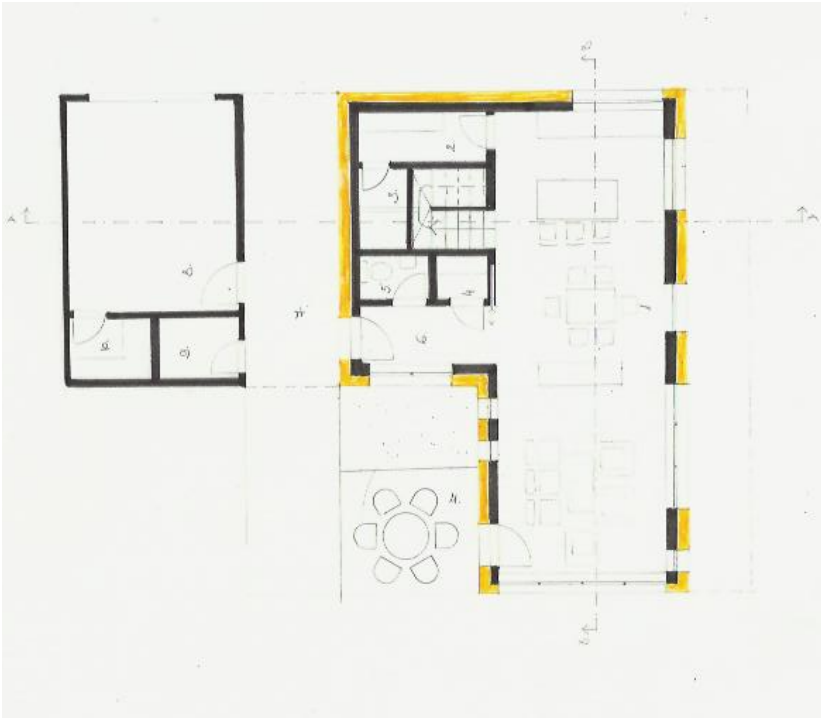
A passzívházak tervezésnél a transzmissziós hőveszteségeket akarjuk csökkenteni. Belátható, hogy az épület lehűlő felületének (A) és a fűtött térfogatának (V) aránya befolyásolja az épület energiaigényét. A gömb a legtökéletesebb forma, de a hétköznapi építészetben ez nem elterjedt, így a kocka a következő. Törekedni kell az egyszerű alaprajzi formára, nem csak energetikai, hanem költséghatékonysági szempontból is. De nem csak az alaprajz számít, hanem a térfogat is, így belátható, hogy egy egyszintes épület A/V aránya rosszabb, mint egy ugyanakkora alapterületű kétszintesé.

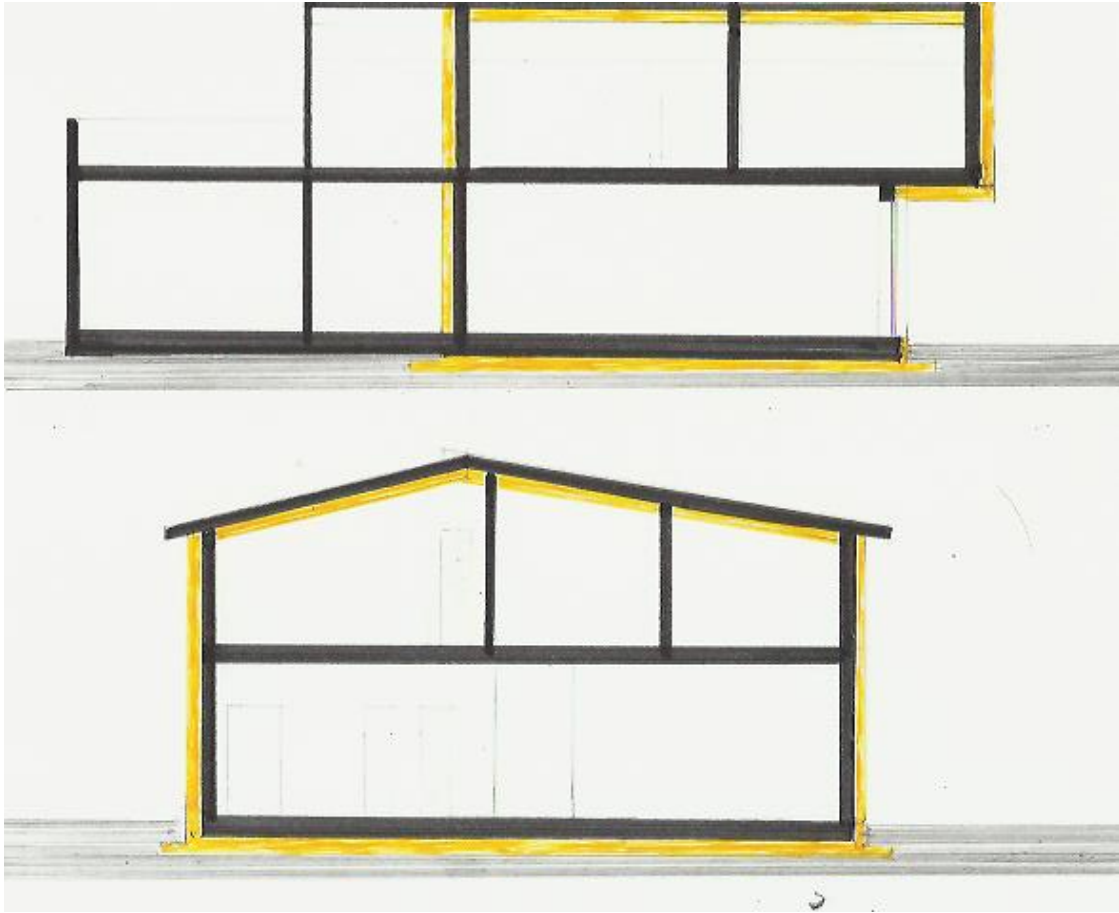


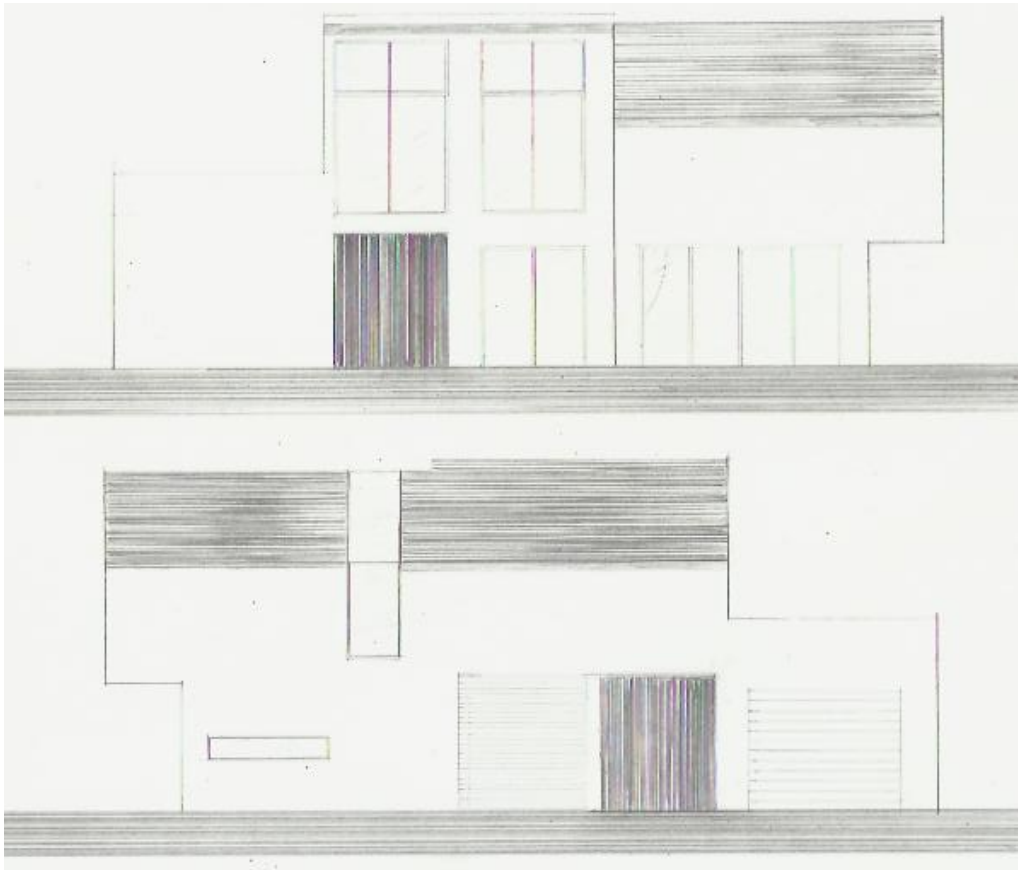
14. ábra Különböző épületek A/V alapján Forrás: Adolf- W. Sommer: Passzívházak, Passzívházak Mindenkinek, 2010, 97. oldal

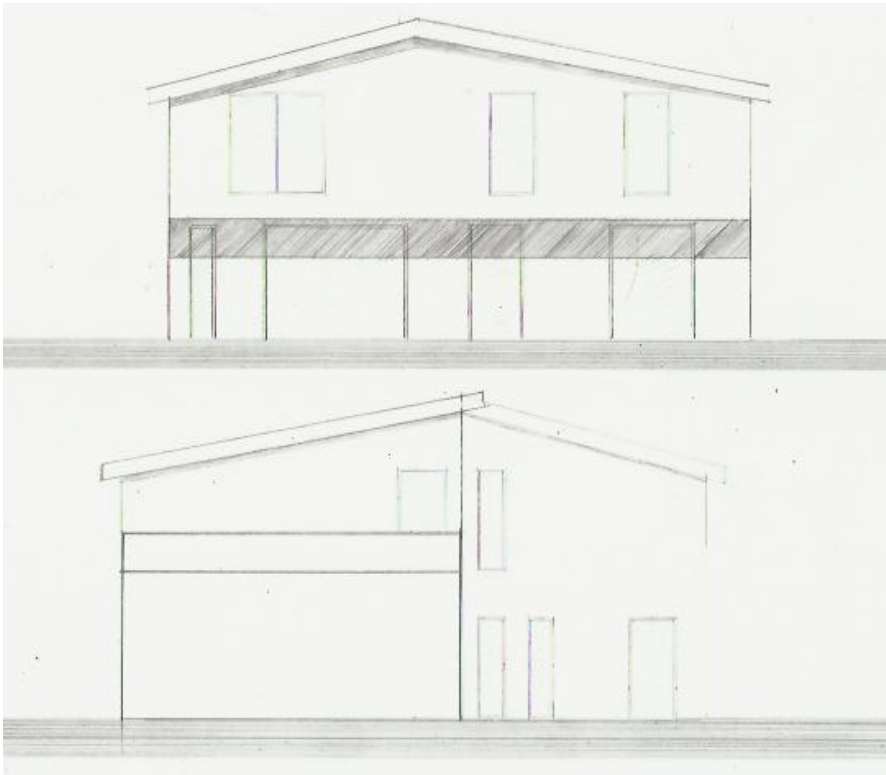
Passzívház szerkezetei

A passzívháznak semmilyen anyaghasználati megkötése nincs, csak az energetikai követelményeknek kell megfelelni. Rendelkeznie kell a szükséges tartószerkezettel, a teherhordás miatt, és megfelelő hőszigeteléssel. Ezek alkalmazása során mindenképpen egy robosztusabb falszerkezet jön létre. Az így elkészült az épület lehet nehéz vagy könnyűszerkezetes, tradicionális vagy modern technikával épült. Jelen esetben egy tömör falas megoldást alkalmazok, hagyományos nyereg, illetve félnyeregteretivel.







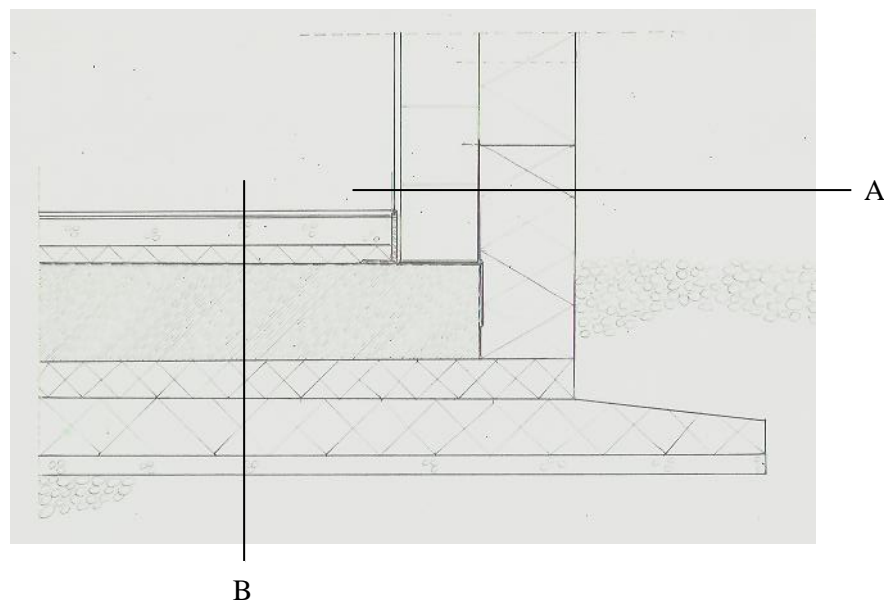


Talajjal érintkező szerkezetek

Az épület alapozása egy 25 cm vastag vasbeton lemezalappal történik, ez tökéletes a passzívházhoz, mert a sávalappal ellentétben ezt jól, hőhídmentesen körbe szigeteljük XPS²²-sel, és könnyen hozzá illeszthetjük a felmenő falszerkezetünkhöz. Vízszigetelésnek 1 réteg modifikált bitumenes vastag lemez használók.

Az aljzatról elindul a felmenő falam, melyre a külső talajszinttől mérve 30 cm magasan felviszem a vízszigetelés, és vízálló XPS hőszigetelést alkalmazok.

A	Alapozás	λ (W/m ² K)	d (mm)
1.	Kerámia	1,05	7
2.	Ragasztó habarcs	0,93	3
3.	Aljzatbeton	2,1	60
4.	Lépésálló hőszig.	0,035	50
5.	Technológiai fólia		
6.	1 réteg. modifikált bit. vtg. lemez		
7.	Kellősítés		
8.	Vasbeton lemezalap	2,1	250
9.	XPS	0,035	250
U-érték		0,112 W/m ² K	
Σ vastagság		62,0 cm	



²² XPS: extrudált polisztirol, vízfelvételi képessége elhanyagolható, ezért alkalmazzák talajjal érintkező területeken, mint aljzat, lábazat

B	Lábazat	λ (W/m²K)	d (mm)
1.	Belső vakolat	0,93	15
2.	Silka HM 200 NF+GT	0,7	200
3.	Faldörzsölés	0,93	10
4.	1 rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
5.	Kellősítés		
6.	XPS	0,035	250
7.	Műgyantás dryvit		
U-érték		0,131 W/m ² K	
Σ vastagság		47 cm	

Külső falak

A külső teherhordó falakhoz Silka mészhomok téglát használnak 20 cm vastagon, külső-belső vakolattal, erre egy 25 cm Austrotherm Grafit hőszigetelést tesznek 1,5 cm dryvittal. A hőszigetelés műanyagtárcsás dübellel rögzíttem.

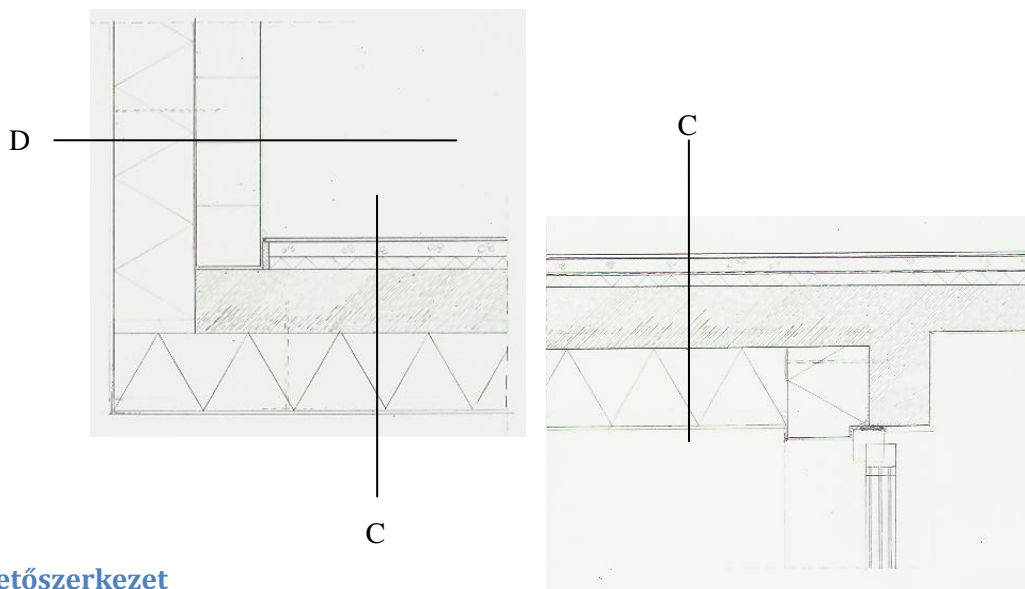
D	Külsőfal	λ (W/m²K)	d (mm)
1.	Belső vakolat	0,93	15
2.	Silka HM 200 NF+GT	0,7	200
3.	Faldörzsölés	0,93	5
4.	Austrotherm Grafit	0,032	250
5.	Dryvit		
U-érték		0,121 W/m ² K	
Σ vastagság		47 cm	

Koszorú

	Koszorú	λ (W/m²K)	d (mm)
1.	Belső vakolat	0,93	15
2.	Vasbeton koszorú	2,1	200
3.	Faldörzsölés	0,93	10
4.	Austrotherm Grafit	0,032	250
5.	Dryvit		
U-érték		0,123 W/m ² K	
Σ vastagság		47 cm	

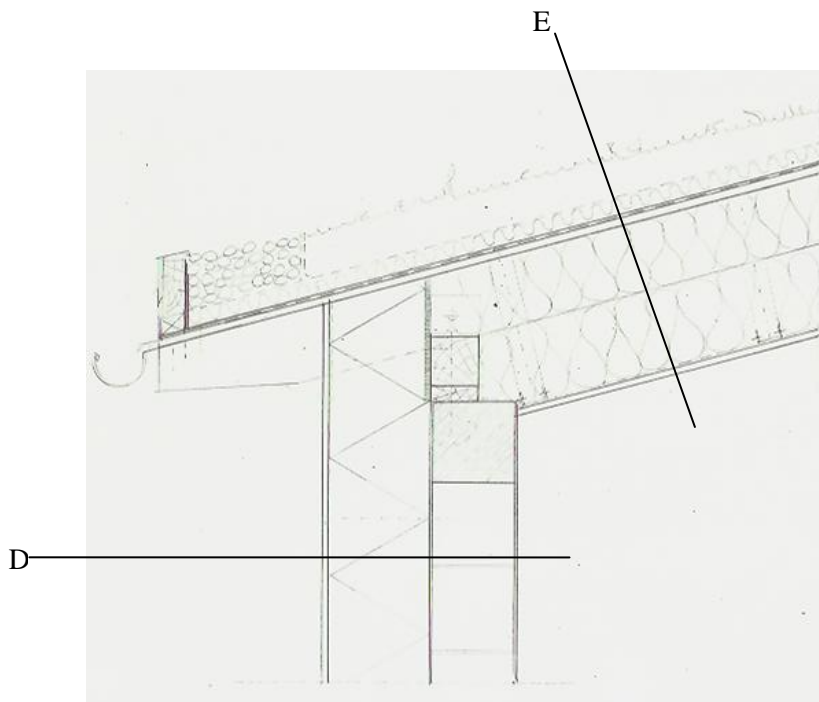
Épületkonzol

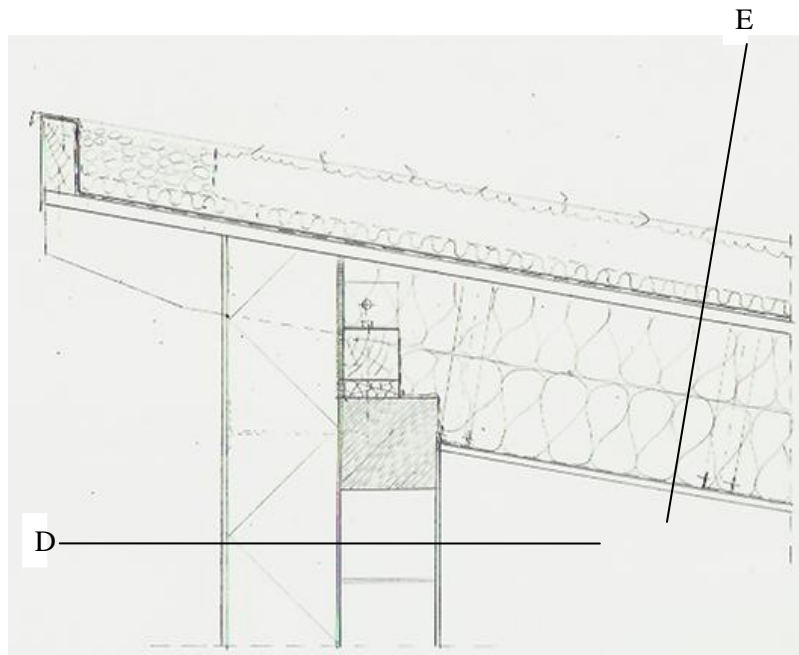
D	Épületkonzol	λ (W/m ² K)	d (mm)
1.	Szalagparketta	0,5	7
2.			
3.	Aljzatbeton	2,1	50
4.	Lépésálló hőszig.	0,035	40
5.	Technológiai fólia		
6.	Vasbeton födém	2,1	200
7.	Austotherm Grafit	0,032	250
8.	Dryvit		
U-érték		0,108 W/m ² K	
Σ vastagság		54,7 cm	



Tetőszerkezet

A szarufákhoz gipszkartont rögzíték, felül 1,5 cm-es OSB lapot, a közüket cellulóz hőszigeteléssel töltjük ki, így szarufaközben 38 cm hőszigetelés lesz.





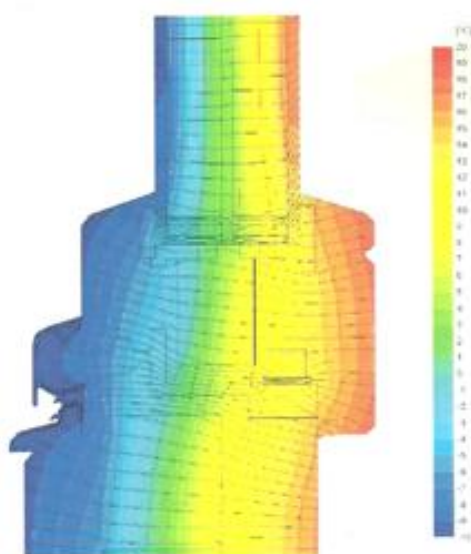
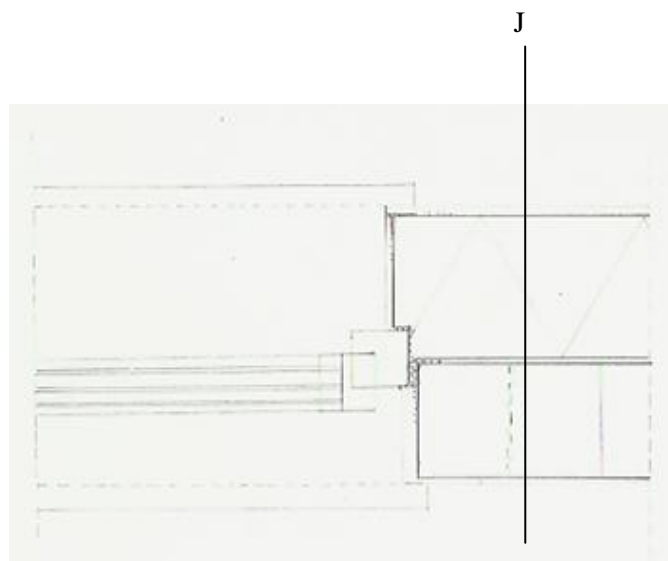
E	Tető	λ (W/m ² K)	d (mm)
1.	Ültetőközeg+vegetáció		150
2.	Felületszivargó		40
3.	1. rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
4.	1 rtg. hideg bitumenes kellősítés		
5.	OSB		15
6.	Szarufa + Cellulóz hőszig.	0,039	180
7.	Cellulóz hőszigetelés	0,039	200
8.	Párafékezőfólia		
9.	Gipszkarton	0,7	15
U-érték			0,102
Σ vastagság			60

Nyílászárók

A passzívházaknál nincs előírás az alkalmazott nyílászárók minőségével kapcsolatban, de szükséges a fokozottan hőszigetelt nyílászárók alkalmazása, mert a transzmissziós hőveszteségek 50 %-a ott távozik el. Az passzívházakban használt ablakok három réteg üveglapból és köztük nemesgáz kitöltést alkalmaznak (argon, kripton, xenon). A nagy hullámhosszú hőszigetelés kijutásának megakadályozása érdekében az üveg felületére fém-oxid hátraréteget (low-E-coated²³) visznek fel. Az üvegtáblák között fémből készült távtartók nagy hőhidakat képeznek, így csak nemesacél távtartókat alkalmaznak a passzívházakban. Az ablakszárny és a kert között háromszoros tömítés biztosítja a légzárást. A hőhidhatás elkerülése miatt a nyílászárókat a hőszigetelés síkjába kell építeni, így a tok esetleges rosszabb hőszigetelő képességén javíthatunk, ha rátakarunk hőszigeteléssel. A

²³Low-e: lowemissivity=alacsony hőátbocsátás, magas ezüsttartalmú bevonattal látják el az üveget, ami egy hőtükörként viselkedik, és visszaverik a lakótér felől érkező hőszigetelést

teljes nyílászáró (üvegezés+keret+ távtartó eredője) legfeljebb $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, és beépítve maximum $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$, és a g^{24} -értéke $\leq 50\%$. Az üvegfelület hővesztésének csökkenésével egyidejűleg csökken az üvegen keresztül elérhető szoláris nyereség is, ezért van az előzőekben leírt 50%-ban minimalizálva a g -érték.



15. ábra Passívház ablak izotermái
Forrás: FG passzív ablak Termékkatalógus

16. ábra Alkalmazott passívház ablak
Forrás: www.fgpasszivablak.hu

²⁴ g érték: össz-sugárzás átbocsájtási tényező, mely megmutatja, hogy az üvegfelületre érkező fénysugár hány százaléka jut át az üvegen, ez passzívház esetében minimálisa 50%

Passzívház gépészet

Szellőztetés, fűtés és melegvíz előállítás

Az aerosmart XLS²⁵ passzívház kompaktkészülék a hővisszanyerős szellőztető berendezés tovább fejlesztése, mely nem csak az elhasznált levegő hőjét forgatja vissza, hanem a hőszivattyú a földhőből alacsony hőmérsékletű fűtővizet is tud biztosítani. Ez a készülék egyszerre ellátja a szellőztetést, légfűtést, melegvíz készítés és alacsony hőmérsékletű (padló vagy fal-) fűtést. A gép egy mini hőszivattyúból, egy 200 literes használati melegvíz tárolóból, és egy hővisszanyerős szellőztető berendezésből áll.

A rendszer éves energia felhasználása minden funkcióra (4 személynek, 120 m²-es lakótérnél) nem éri el a 2000 kWh-t²⁶. A készülék tényleg kompakt, mert mérete csak 120cm széles, 60 cm mély, 205 cm magas, 80%-kal alacsonyabb a fogyasztása a nem integrált társaihoz képest.



17. ábra Aerosmart XLS
Forrás: www.drexel-weiss.at

Napelemek

A napenergiát használtuk passzív módon az épülettájolásánál, most aktív módon használjuk fel a napelemek segítségével. A napelemek a napenergiát elektromos árammá alakítják, míg a napkollektorok hőenergiává. Az épület meleg vízellátása megoldott, ezért most az áramtermelésre koncentrálnak.

A rendszer az elektromos áramot egy akkumulátorba gyűjti össze, és onnan használja fel. Amennyiben több áramot termel, akkor az visszatáplálja azt a közműhálózatba. Amikor pedig nem termel annyit a napelem, akkor a hálózatról veszi fel a szükséges energiát. Mivel a rendszerváltozó nagyságú egyenáramot termel ezzel szemben készülékeink váltakozó áramot használnak, így szükség van egy átalakító beépítésére²⁷.

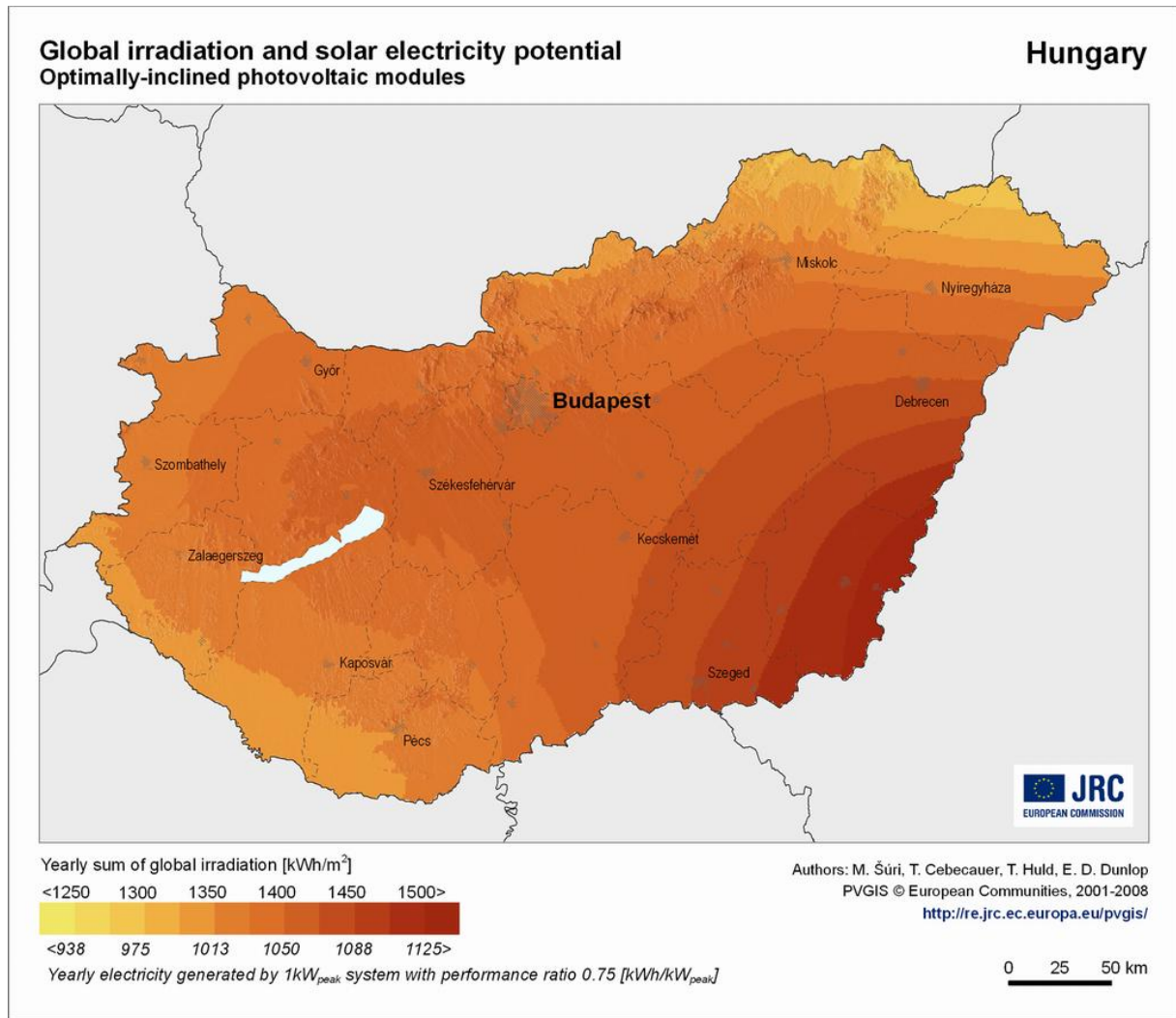
A legjobban elterjedt napkollektor gyártmány az egykristályos, vagyis a monokristályos napelem. Ez a napelem rendelkezik a legjobb hatásfokkal, így kisebb felületről ez nyeri a legtöbb energiát²⁸.

²⁵www.drexel-weiss.at

²⁶Debreczy Zoltán: Passzívházak tervezésének alapjai, Passzívház Akadémia, Budapest, 2010

²⁷<http://magyarhazak.com/index.php?index.php?magyar-hazak,1>

²⁸Energia Magazin 2. szám



18. ábra Éves nap sugárzás és áramtermelési potenciál
 Forrás: <http://4led.hu/szakmai-hatter/napenergia-napelem/>

Környezetbarát épület - vályogház

„Fenntarthatóság elvei szerint, az ökológia szabályrendszerét követve készülnek el, épülnek be és segítik elő az épület egészséges és energiatakarékos használatát annak teljes élettartama alatt.”

Dr. Lányi Erzsébet

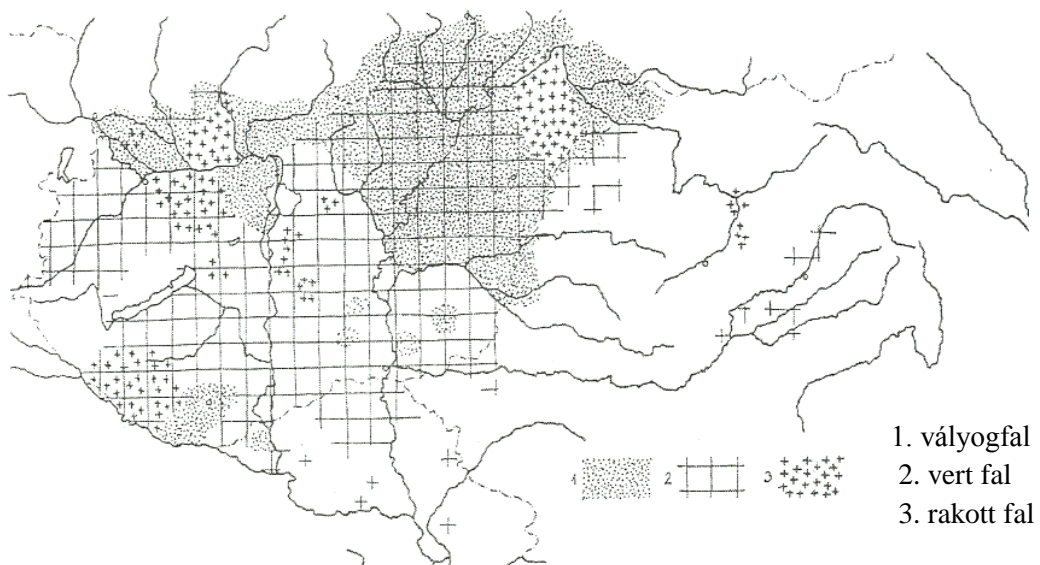
Környezetbarát épületszerkezetek²⁹:

- Helyben hozzáférhető, tartós, újrahasznosítható, felújítható, nem mérgező
- Zárt gyártási technológia
- Energiagazdaságos
- Felerősíti és hasznosítja a környezeti erőforrásokat

Földépítészet története

A földépítészet az emberiséggel egyidős. Ennek története egy másik téma lenne, én csak szeretnék kiemelni néhány fontos momentumot belőle.

Az 1970-es évek olajválságával ismét előtérbe az energiatakarékos építészet, és mellette a környezetbarát, újrafelhasználható anyagok. A '80-as évektől kutatócsoportok kezdtek el alakulni (Európában, Észak-Amerikában, és Ausztráliában) a föld- és vályogépítészet megújítására, a technológia korszerűsítésére. '80-as évektől Magyarországon is megjelent a korszerűföld- és vályogépítészet, de nem tudott elterjedni. Napjainkban Németország a korszerű vályogépítés központja³⁰.



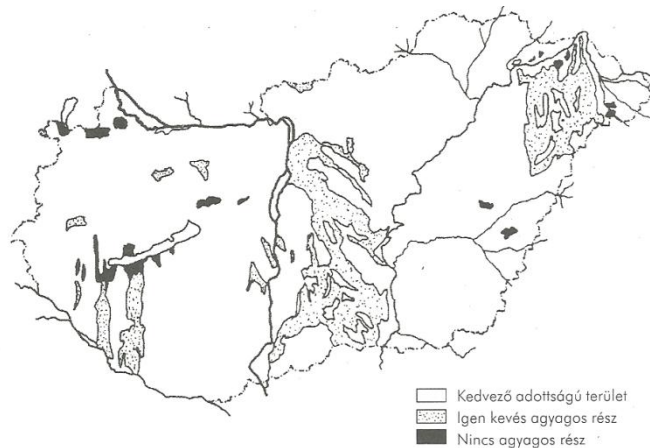
19. ábra Földfalak típusai 19-20. sz. fordulóján Forrás: Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, Terc, 2006. 16 old.

²⁹ Dr. Lányi Erzsébet: Energiaháztartás, 2009. 10. 9- előadása

³⁰ Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, Terc, 2006

Anyagtan

A föld- és vályogépítés legfőbb alapanyaga a vályogtalaj, ami alapvetően agyag, homok, iszap és kisebb kavicsok keveréke, amit különféle szerekkel javítanak. A kötést az agyag biztosítja, mely 0,002 mm-nél kisebb szemcsékből áll. Az iszap, homok és a kavics töltőanyag a vályogban. Az iszap, félig kötött finom üledék, melynek szemcsemérete 0,002-0,06 mm. A homokmállással keletkező, 0,6-2 mm méretű. Az építési vályogban kisebb méretű (2-10 mm) kavicsokat kell alkalmazni.³¹



20. ábra Agyagásvány tartalmú talajok előfordulása Forrás: Dr. Szűcs Miklós: Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása, Budapest, 2002. 41. old.

Vályogtalajok fajtái:

- hegyi vagy lejtő vályog – az alapkőzet mállásával jött létre, szemcséi élesek
- ártéri vagy folyami vályog – a folyók hordalékaiból ülepedett le, sokszor szerves anyaggal szennyezett, gömbölyűek a szemcséi
- moréna vályog – gleccserek által képződött telepek, szemcséi kerek

Nyomószilárdság

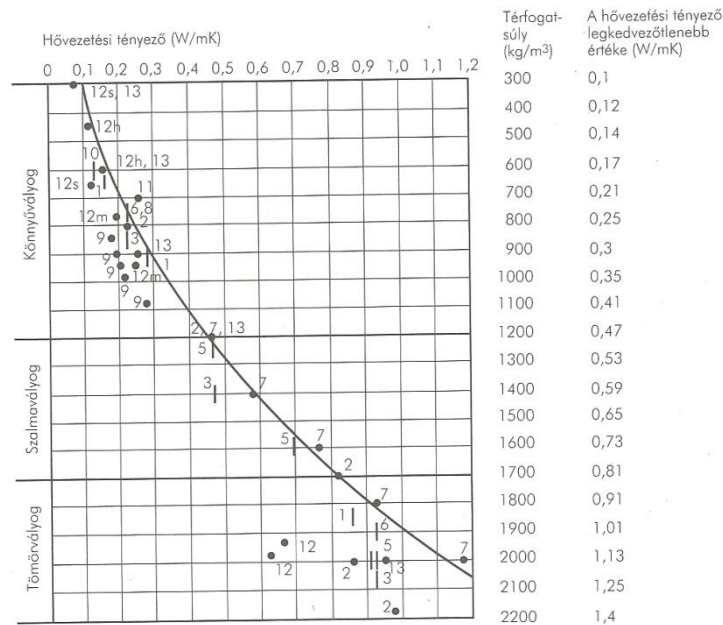
Stabilizáló anyagok nélkül a vályog teherbírása tömörítéssel növelhető. Ez történhet döngöléssel vagy préseléssel, mint a korszerű német vályog épületeknél. Például a vert fal esetében zsalutáblák közé töltik a vályogot és döngöléssel az eredeti méretének a 2/3-ára tömörítik, ez által a fal testsűrűsége 2200 kg/m^3 . A nyomószilárdság csökken, ha szálal anyagot kevernek az építőanyagba. A szálal adalékanyag már kis mennyiségben jelentősen növeli az anyag húzószilárdságát anélkül, hogy ez a nyomószilárdság rovására menne. 1 tömegszázaléknál (12 térfogatszázalék) nagyobb a szálal anyag tartalom, akkor a nyomószilárdság rohamosan romlik³². Szalma a legelterjedtebb adalékanyag, mert olcsó és könnyen hozzáférhető, de helyette alkalmazhatunk, faaprítékot és agyagkavicsot is, a vályog nyomószilárdságát jelentősen javíthatjuk cement, illetve mész hozzáadásával, azonban ezek rontják a páratechnikai jellemzőit.

³¹Dr. Szűcs Miklós: Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása, Budapest, 2002

³²Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, Terc, 2006

Hőtechnika

Az épületszerkezetek egyik fő építési szempontja a hőszigetelő képesség. A föld- és vályogépítésben ezt különböző adalékanyagokkal is lehet javítani, de - mint az előzőekben leírtam - a nyomószilárdság rovására. Amennyiben valamilyen tartóvázat alkalmazunk (az épületemnél fa tartóvázat beépítését terveztem), akkor kitöltő anyagként alkalmazhatjuk a vályogot, melyet lehetőségünk van adalék anyaggal javítani.



21. ábra Különböző vályog építési anyagok hővezetési képessége

Forrás: Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítéset, Terc, 2006 42 old.

Hőszigetelő képesség javító adalékanyagok³³:

- **Szalma:**
A legelterjedtebb adalékanyag, mert olcsó és könnyen hozzáférhető. A hátránya, hogy lassan szárad ki, és nagy (5-8%) zsugorodásra hajlamos.
- **Fa:**
Kb. 7-8 cm-es darabokra aprítják a fát, és azt adják a vályoghoz. Monolit szerkezetként is alkalmazható, gyorsabban szárad ki, mint a szalmavályog, és a zsugorodása sem jelentős. Magyarországon nincs elterjedve,
- **Duzzasztott agyag:**
Szervetlen, duzzasztott agyaggolyókat kevernek a vályoghoz. Előnye, hogy a mai gépesített technológiákkal könnyen összeegyeztethető, de elég költséges, és rontja az épület ökológiai tulajdonságait.

A hagyományos vert fal vastag falai jó hőtároló képessége és hőfokcsillapítása miatt gyakran használják passzív rendszereknél hőtároló falként.

³³Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítéset, Terc, 2006

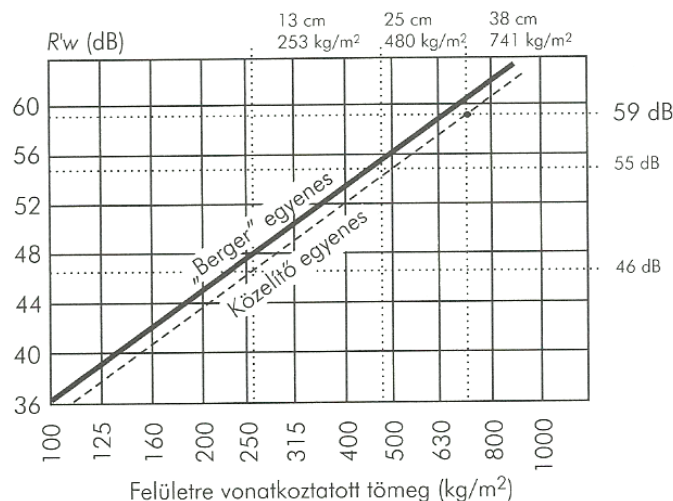
Páratechnika

Minke kutatásai rámutatnak, hogy a tömör vályog 20-szor annyi nedvességet tud megkötni a levegőből, mint az égetett téglafalak. Ezt a vályogfal a jó párafelvételi - leadási képessége, és a páraáteresztő teszi lehetővé. Ennek köszönhetően magas a belső térben nyújtott jó komfort érzet, mert szinte állandóan tartja az ember számára egészségügyi szempontból optimális 45-55 %-os páratartalmat³⁴.

Akusztika

A föld- és vályogépítésnél nehéz szerkezetekről beszélünk, így jó hangszigetelő képességük van. Az 1400 kg/m^3 vályogból 30 cm vastag falat készítünk, az kielégíti a Magyarországon hatályos maximum 52 dB-es léghanggátlási követelményt.

A Csorvási Szolgáltató Kht. 2005-ben az ÉMI-ben egy akusztikai mérést végzett egy 38 cm vastag, 1950 kg/m^3 térfogatsúlyú stabilizált földtéglafal súlyozott laboratóriumi léghanggátlási száma 59 dB, ami meglepően jó.³⁵



22. ábra Homogén falszerkezet léghanggátlási száma a felület függvényben Forrás: Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, Terc, 2006 - 52. old.

Tűzvédelem

A föld- és vályogházakat alapvetően a nem éghető kategóriába soroljuk. Amint azonban a vályogba szerves adalék anyag kerül, akkor már probléma lehet, mivel a szerves anyag oxigén jelenlétében könnyen éghetővé válik. Volhard F. szerint az 1700 kg/m^3 -nél nagyobb tömegű tömörített vályogfalak nem éghetőek, mert a benne lévő szerves anyag tartalom elhanyagolható, és a tömörítés miatt az oxigén ellátás sem biztosított³⁶.

³⁴Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, Terc, 2006

³⁵Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és szalmaépítészet, Terc, 2006

³⁶Volhard F.: Leichtlembau, C. F. Müller Verlag, Karlsruhe, 1995

Szerkezetek

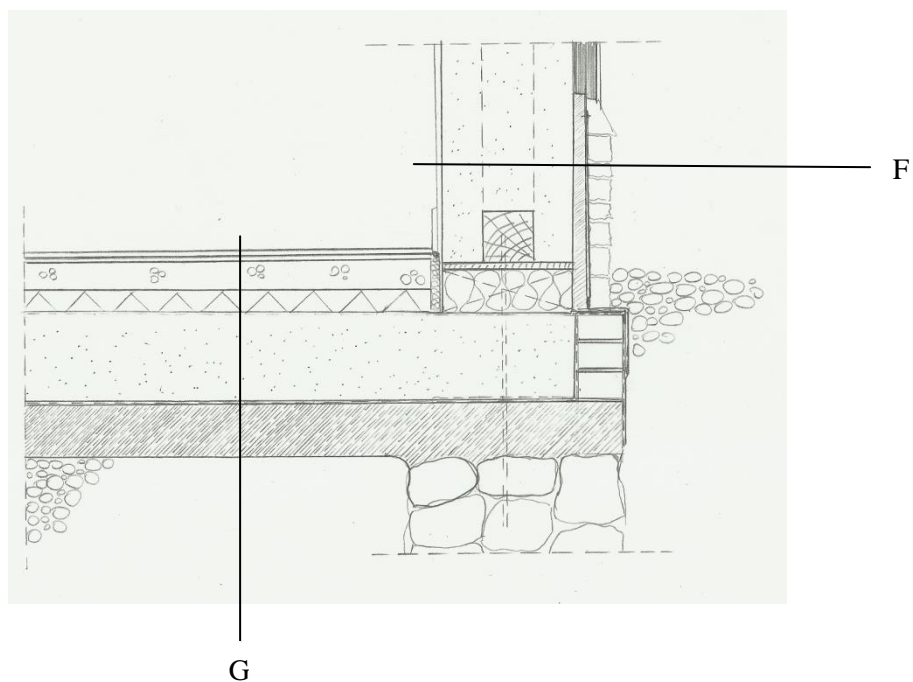
Az épületnél favázás szerkezetet alkalmaztam, szalmavályog kitöltéssel. A szalma vályog térfogatsúlya 1200 kg/m^3 , míg hővezetési tényezője $0,47$ (a legkedvezőtlenebb esetben). Bennmaradó zsaluzatként 5 cm vastag nádpallót alkalmaztam, melyet 60 cm -ként dróttal a fa szerkezethez rögzítünk.

Talajjal érintkező szerkezetek

Mivel a vályogfalazat nedvességre érzékeny, 12 cm vasbeton lemezzel teknőszigetelést készítek, alapozásnak kő - beton sávalapot alkalmazok. A favázat vastüskével kötöm vissza az alapba.

50 cm magasan vezetem fel a vízszigetelést, építőlemezhez rögzítve, a lábamatot terméskövel rakom ki, a tetejéről indítva a nádpallót.

G	Vályogház alapozás	$\lambda \text{ W/m}^2\text{K}$	d (mm)
1.	Kerámia	1,05	7
2.	Ágyazóréteg	0,93	3
3.	Estricht	2,1	70
4.	Lépésálló hőszig.	0,035	60
5.	Szalmavályog	0,47	200
6.	1. rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
7.	1 rtg. hideg bitumenes kellősítés		
8.	Vasbeton lemez		120
Σ vastagság			46



F	Vályogház alapozás	λ W/m²K	d (mm)
1.	Kerámia	1,05	7
2.	Ágyazóréteg	0,93	3
3.	Estricht	2,1	70
4.	Lépésálló hőszig.	0,035	60
5.	Szalmavályog	0,47	200
6.	1. rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
7.	1 rtg. hideg bitumenes kellősítés		
8.	Vasbeton lemez		120
Σ vastagság			

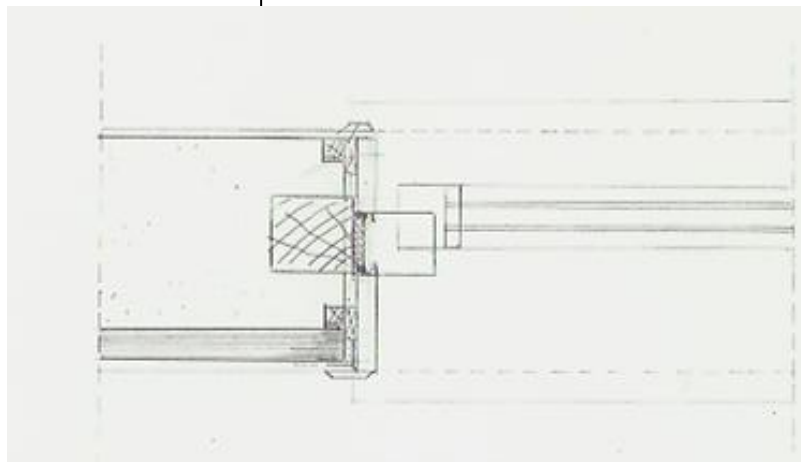
Külső falak

Azért célszerű favázás vályog épületet építeni, mert a vályogépítése nagyon időjárás függő, ebben az esetben viszont a teherhordó favázra meg lehet építeni a tetőszerkezetet, és a vályog zsaluzatba töltése már fedél alatt történik.

A faváz 12x12 cm oszlopokból áll, melyet szeglemezzel a talpszelemenhez rögzítik. A vályogot zsaluzat közé kel tölteni, a kívülről rajta lévő 5 cm nádpallót bennmaradó zsaluzatként alkalmazzuk, megfelelő rögzítéséről gondoskodunk.

H	Vályogház külsőfal	λ W/m²K	d (mm)
1.	Belső vályog vakolat	0,81	10
2.	Könnyű vályog	0,47	180
3.	Faváz	1,3	120
4.	Nádpalló	0,056	50
5.	Mészvakolat	0,93	20
Σ vastagság			38

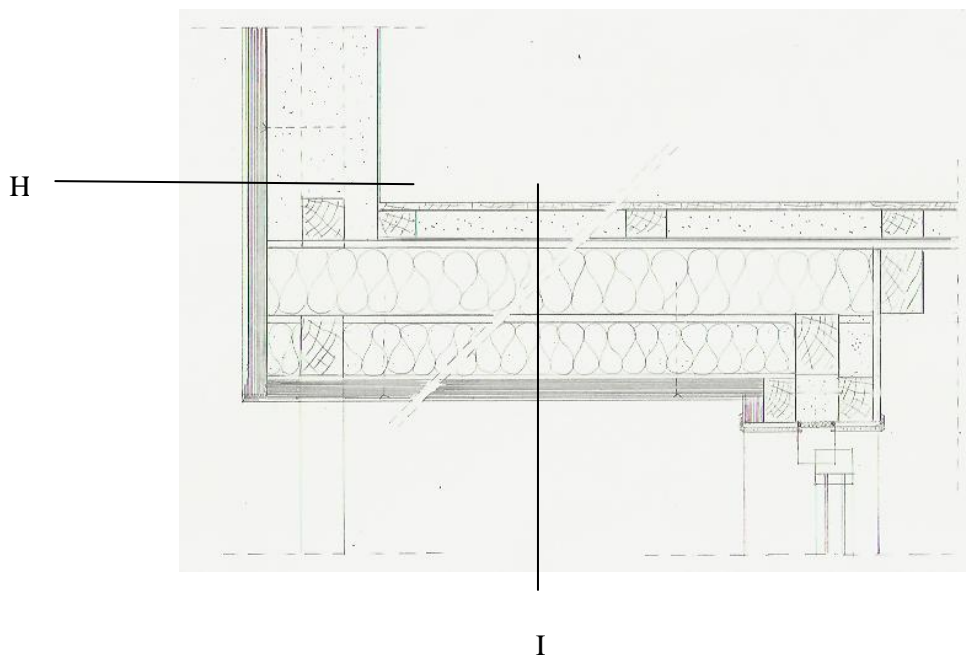
H
I



Épületkonzol

Mivel a fa nem képes a felette lévő szint súlyát konzolosan elviselni, így a konzolos részt 4m-ként alátámasztom. A kifutó gerenda és az alatta lévő részt cellulóz hőszigeteléssel töltöm ki, ezért alulról egy OSB lapot rögzíték és rá az 5 cm vastag nádpallót a vakolat felület folytonossága érdekében.

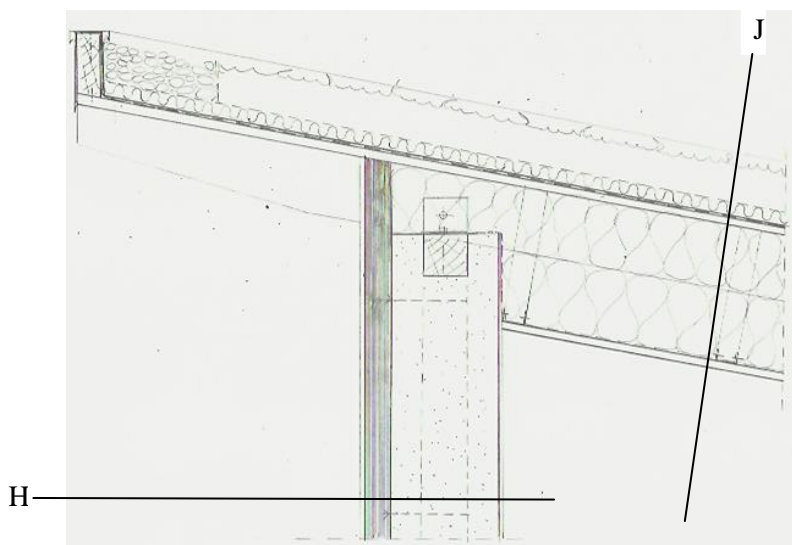
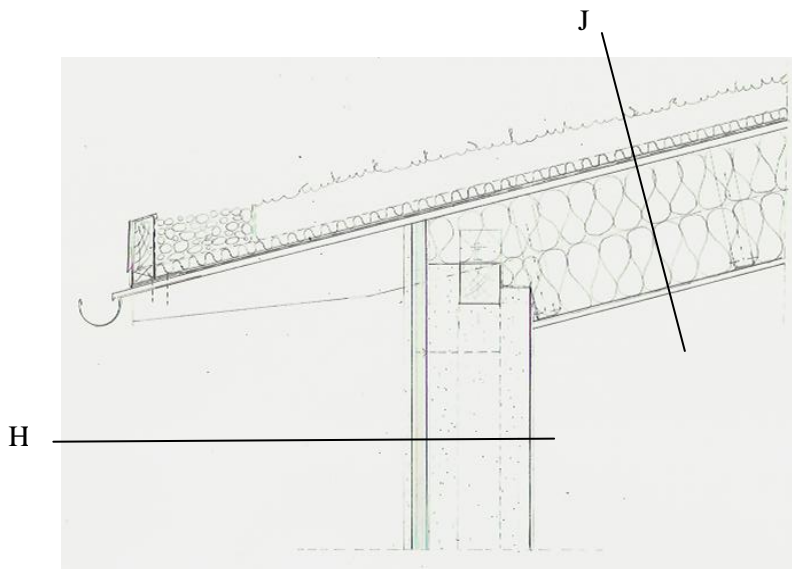
	Vályogház épületkonzol	λ W/m ² K	d (mm)
1.	Hajópadló	1,3	15
2.	Lépéshang szigetelő jutfac	0,06	5
3.	Párnafa + könnyűvályogtégla	0,7	80
	Lépéshang szigetelő jutfac	0,06	5
5.	Vakpadló	1,3	15
6.	Cellulóz hőzig. + Gerenda	1,02	180
	OSB	1,3	15
7.	Cellulóz hőzig.	0,39	200
8.	OSB	1,3	15
9.	Nádpalló	0,056	50
	Mészvakolat	0,93	20
Σ vastagság			58,5



Tetőszerkezet

A tetőszerkezet a passzívháznál leírtakkal azonos.

	Tető	λ (W/m ² K)	d (mm)
1.	Ültetőközeg+vegetáció		150
2.	Felületszivargó		40
3.	1. rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
4.	1 rtg. hideg bitumenes kellősítés		
5.	OSB		200
6.	Szarufa + Cellulóz hőszig.	0,039	180
7.	Cellulóz hőszigetelés	0,039	200
8.	Párafékezőfólia		
9.	Gipszkarton	0,7	15
Σ vastagság			58,5



Gépészet

A fűtést szinte bármilyen rendszerrel meg lehet oldani. Nem ajánlatos azonban a radiátoros rendszer, mert tömör vályog falszerkezet esetén csökkenti a teherhordó képességet, és a radiátor meghibásodásánál a benne lévő vízkárt tehet az épület szerkezetében. A cserépkályha, illetve a fal és padlófűtés alkalmazható és esetleg légfűtés is megoldás lehet. A passzívházaknál is használt gépészet is könnyen használható, példa erre a Gyűrűfűi ökofalu.

A vályogfal esetében a vízvezetékeket nem szabad magába falba vésve vezetni a szerkezet vízállóság miatt. A csöveket, és a szanitereket egy kisméretű téglából épült vendégfalba rögzíthetjük. Esetleg falburkolatot is alkalmazhatunk, mely mögött egyszerűen vezetjük el a vezetékeket, a szanitereket pedig a teherhordó szerkezethez rögzíthetjük. Ebben az esetben a burkolatnak nedvesség álló anyagból kell lennie, ilyen például vörösfenyő. Az elektromos vezetékeket célszerű egy a falban kialakított horonyban elvezetni.



23. ábra Az ökofaluban elterjedt gépészeti rendszer
 Forrás: Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: Föld és
 szalmaépítészet, Terc, 2006. 128. old

Szétszerelhető és máshol összeépíthető – Nagy paneles rendszer

Általános ismertető

Magyarországon nem annyira közkedveltek a könnyűszerkezetes épületek, mint Észak-Amerikában, és a skandinávi országokban. Az európai országok közül Ausztriában és Németországban is egyre jobban teret nyer magának. Itthon a 2008-ban épült házak 12,3 %-a volt könnyűszerkezetes³⁷.

A „készház”, nem jelent feltétlenül könnyűszerkezetes építés módot. A kifejezés arra utal, hogy az épületet nem a helyszínen készítik el, hanem gyártócsarnokban, ahol nincs kitéve az időjárás viszontagságainak.

Maga az épület gyorsan elkészül, mert a szárazépítési technológia miatt nincsenek száradási idők, de a szakipari munkák ugyannyi időt igényelnek, mint egy hagyományos építésű háznál. A könnyűszerkezetes épületek általában 1-4 hónap alatt készülnek el, míg a nehéz építési módnál 5-6 hónap szükséges³⁸.

Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat szerint épületbe csak olyan anyagok és szerkezetek építhetők be, melyek rendelkeznek ÉME³⁹ számmal, mert ellenkező esetben az épület nem kaphat használatbavételi engedélyt, így nem lesz bejegyezve a Földhivatalhoz, és a hitel, támogatást sem kapjuk meg rá.

Gyártás

A készház szerkezetek hőkezelt, gyalult, szárított fából készülnek. A tervezésnél pedig számítógépes faszervezet tervező programot alkalmaznak. Az elemek egy központi gyártócsarnokban CNC megmunkáló központban kerülnek legyártásra⁴⁰.



24. ábra Nagypanel gyártócsarnok

Forrás: <http://www.7haz.hu/konnyuszerkezetes-haz/11-konnyuszerkezetes-haz-rovid-ismerteto>

³⁷Forrás: <http://koos.hu/2011/07/07/keszhazak-magyarorszagon/>

³⁸Forrás: www.7haz.hu/konnyuszerkezetes-haz/11-konnyuszerkezetes-haz-rovid-ismerteto

³⁹Építési Műszaki Engedély:

⁴⁰

Szerkezetek

Az épületet nagy panelos építési rendszerrel terveztem meg. A panelos rendszerben a panel magassága 250-300 cm között van, a nagy panel maximális hosszmérete a szállítási korlátok miatt 10 m. Az épület szerkezete megoldható pannellel mind a külső teherhordó falak, mind a válaszfalak, és a tetőszerkezet is, az alapozás a helyszínen készül nagy méretpontossággal (+-1(2) cm) készül.

Az épületet egy keretváz merevíti, melynek oszlopai 8-12 cm szélesek, és ezek távolsága 62,5 cm (kivételesen 50cm). A panelek illesztése általában tompa illesztéssel, vagy szöglemezes kapcsolattal történik. A panelek gyártása különböző készültségi fokokig lehet, például szerkezetkész, félkész, és kulcsrakész⁴¹.



25. ábra Alkalmazott falszerkezet

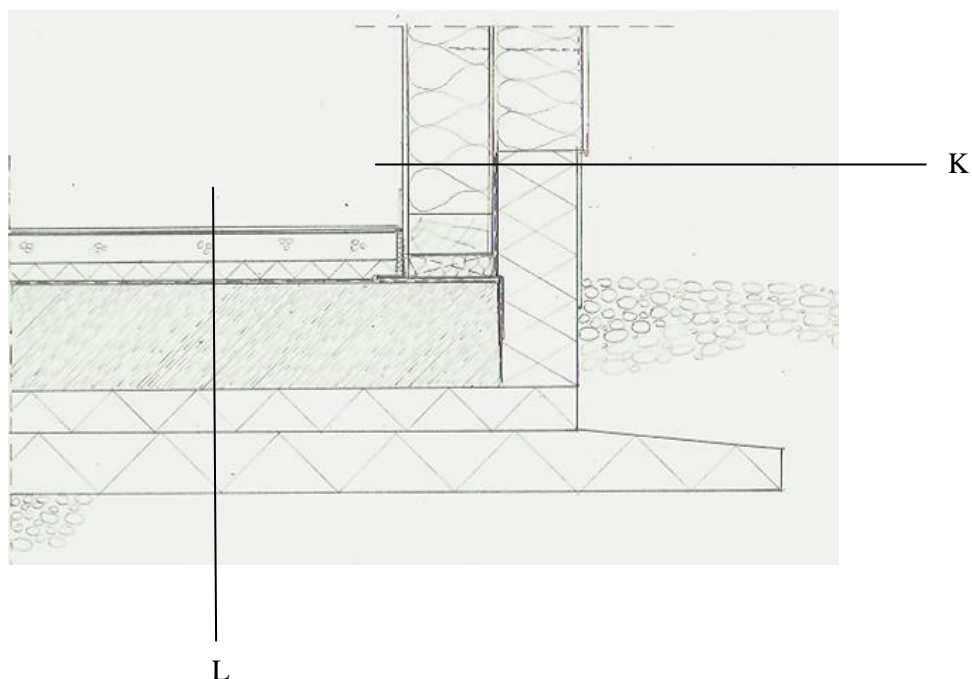
Forrás: <http://keszhaz.grandacs.hu/index.php/hu/termek/keszhazak/passziv-haz>

Talajjal érintkező szerkezetek

A passzívházzal azonos az aljzat elkészítése és víz- és hőszigetelése is, ahogy a lábuzatnál XPS-t alkalmazunk. A panelek teljes falméretűek, így különösebb helyszíni szerelést nem igényel.

A	Alapozás	λ (W/m ² K)	d (mm)
1.	Kerámia	1,05	7
2.	Ragasztó habarcs	0,93	3
3.	Aljzatbeton	2,1	60
4.	Lépésálló hőszig.	0,035	50
5.	Technológiai fólia		
6.	1 rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
7.	Kellősítés		
8.	Vasbeton lemezalap	2,1	250
9.	XPS	0,035	250
U-érték		0,112 W/m ² K	
Σ vastagság		62,0 cm	

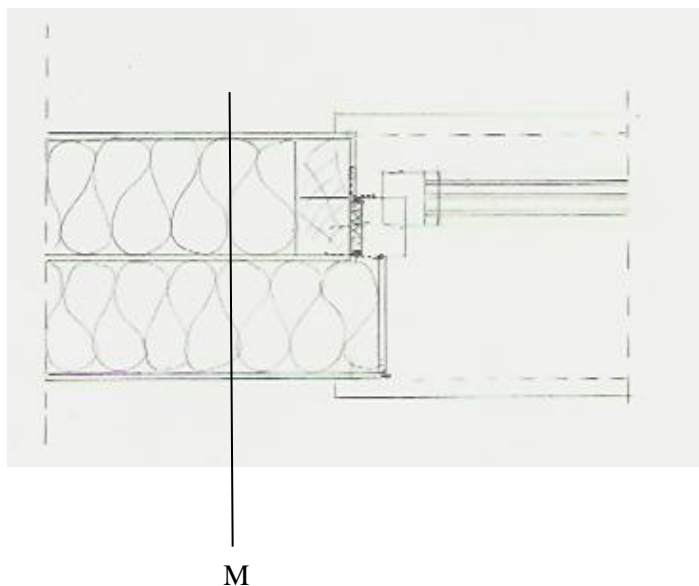
⁴¹Szárasság tűrő növények, melyek külön öntözést nem igényelnek.



	Falpanel lábazat	λ Wm2	d (mm)
1.	Festés		
2.	Gipszrostlap	0,7	18
3.	Dörken párazáró fólia		
4.	Fa bordaváz+Rockwool szigetelés	0,12	200
5.	Gipszrostlap	0,7	12,5
6.	1 rtg. hideg bitumenes kellősítés		
7.	1. rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
8.	XPS hőszig.	0,035	200
9.	Műgyantás dryvit		
U-érték			0,1
Σ vastagság			43,05

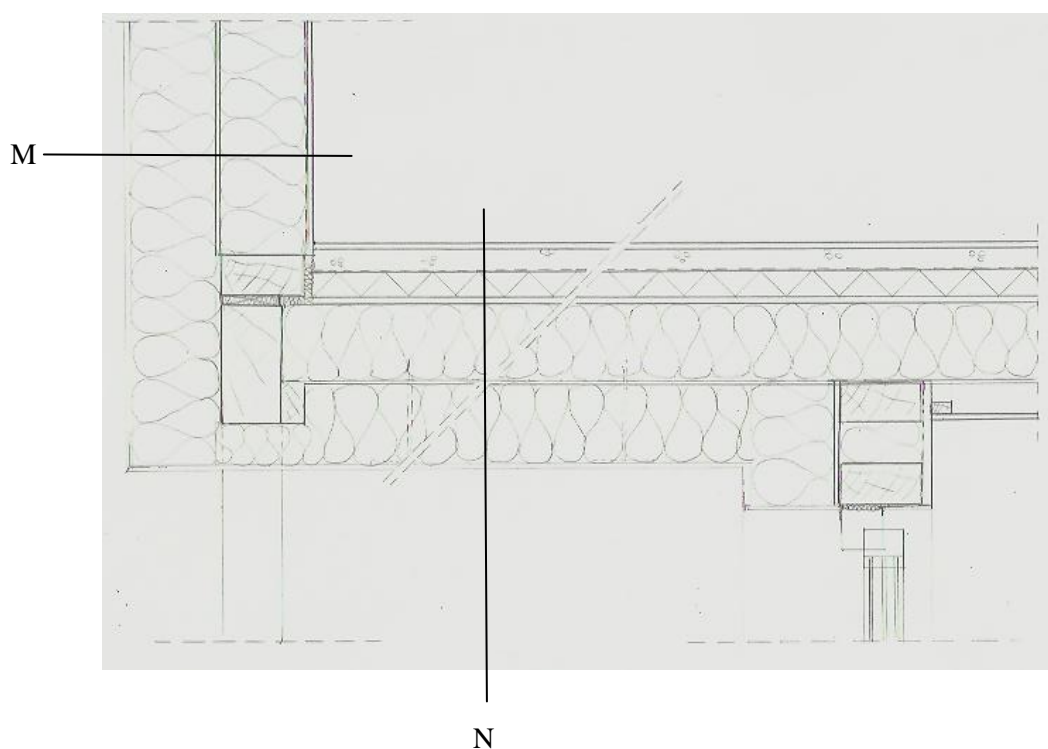
Külső falak

	Falpanel	λ Wm2	d (mm)
1.	Festés		
2.	Gipszrostlap	0,7	18
3.	Dörken párazáró fólia		
4.	Fa bordaváz+Rockwool szigetelés	0,12	200
5.	Gipszrostlap	0,7	12,5
6.	Rockwool szigetelés	0,035	200
7.	Dryvit		
U-érték			0,1
Σ vastagság			40,05



Épületkonzol

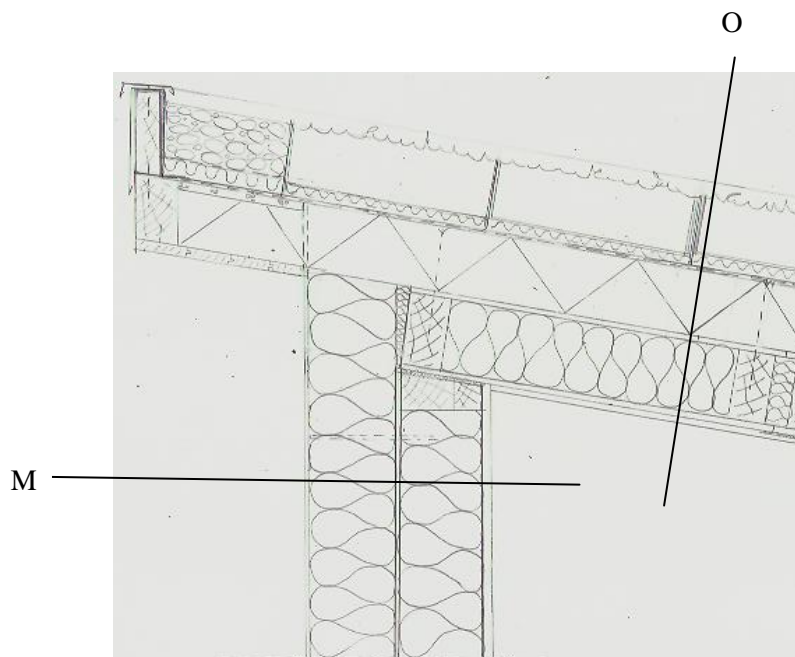
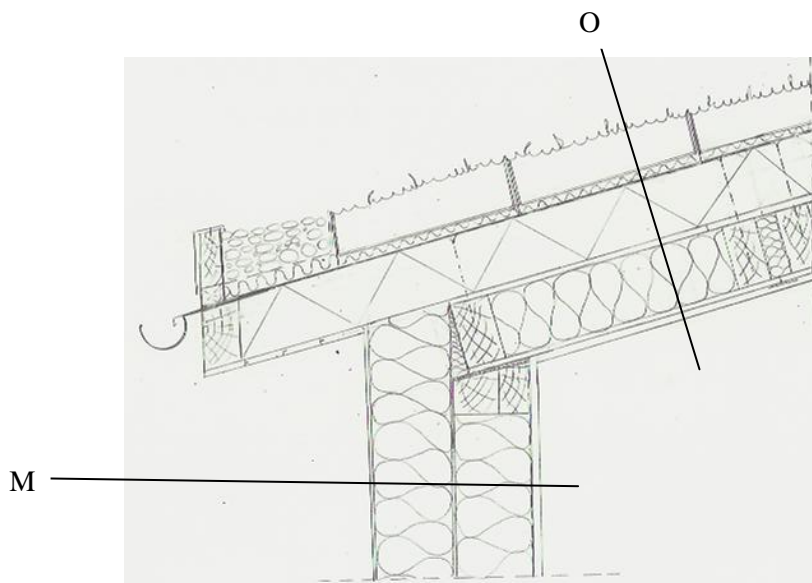
	Nagypanel épületkonzol	λ Wm ²	d (mm)
1.	Szalagparketta	1,05	7
2.	Alátét filc	0,93	3
3.	PE fólia		
4.	Estricht	2,1	70
5.	Lépésálló hőszig.	0,035	60
6.	Gipszrostlap	0,7	18
7.	Dörken párazáró fólia		
8.	Fa bordaváz+Rockwool szigetelés	0,12	200
9.	Rockwool szigetelés	0,035	200
10.	Dryvit		
Σ vastagság			57,05



Tetőszerkezet

A falpanelokra fekszenek fel a 80 cm széles idomok, melyek 20 cm magasak és közük ásványiszálas hőszigeteléssel van kitöltve. A tetejére egy 20 cm vastag extrudált polisztirol hőszigetelést teszünk, mely teherbírása miatt megfelelő aljzat az extenzív zöldtetőknek, amit a szétszerelhetőség miatt tálcás formában helyezünk el a tetőn, így könnyen szétszedhető.

	Tetőpanel	λ Wm ²	d (mm)
1.	Ültetőközeg+vegetáció - tálcás		150
2.	1. rtg. modifikált bit. vtg. lemez		
3.	1 rtg. hideg bitumenes kellősítés		
4.	Extrudált polisztirol hőszig.	0,035	200
5.	Tetőpanel	0,102	200
6.	Gipszkarton	0,7	15
Σ vastagság			56,5





26. ábra Tálcsás zöldtető

Forrás:<http://www.eco-roofs.com/green-roof-products/#!prettyPhoto>

Irodalom jegyzék:

- Magyar Néprajzi Lexikon
- Wackernagel, M., Rees, W.E.: Ökológiai Lábnymunk, Föld Napja Alapítvány. Budapest, 2001
- WWF: LivingPlanet Riport 2010
- http://vallalkozas.hulladekboltermek.hu/zold_vallalat/okologiai_labnyom/
- <http://www.mekh.hu/statisztika/energia-statisztika/nemzetkozi-arosszehasonlitas.html>
- <http://www.alternativenergia.hu/magyarorszag-energiarak-nemzetkozi-osszehasonlitasban/63670>
- <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mosz/mosz12.pdf>
- Medgyasszay Péter, Ertsey Attila, Dr. Osztrólczy Miklós: Energiagazdálkodás az épített környezetben (főiskolai jegyzet), Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar Épített Környezet Tanszék. Budapest, 2001.)
- Debreczy Zoltán: Passzív házak tervezésének alapjai, Passzív ház Akadémia, Budapest, 2010
- http://holnaphaz.blog.hu/2013/09/18/a_legtomorseg_meres
- Adolf- W. Sommer: Passzív házak, Passzív házak Mindenkinek, 2010,
- Anton Graf: Passzív házak, Terc Kiadó, 2003.
- ¹www.drexel-weiss.at
- ¹Debreczy Zoltán: Passzív házak tervezésének alapjai, Passzív ház Akadémia, Budapest, 2010
- ¹<http://magyarhazak.com/index.php?index.php?magyar-hazak,1>
- ¹Energia Magazin 2. szám