



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
MŰSZAKI TUDOMÁNYI KAR

ÉPÍTÉSZETI ÉS ÉPÜLETSZERKEZETTANI
TANSZÉK

OTDK dolgozat

A falusi sátoztetős kockaház energetikai felújítása

Födelmes Tamás László

Építészmérnök Bsc

Konzulens:

Takács Attila

Tanszéki mérnök

GYŐR, 2014. ÁPRILIS

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
2. Az energiafelhasználás fontossága	2
2.1 Mire használjuk az energiát?	2
2.2 Végso energiafelhasználás szektoronként	3
2.3 Épületek energiafelhasználása	4
3. Miért éppen a kockaházat?	5
3.1 A meglévő lakásállomány vizsgálata	6
4. A sátoztetős kockaházak kialakulása és szerkezetei.....	7
4.1 Mi hajtott az embereket a családi ház szerzés és építés felé?	7
4.2 Kockaház építése	7
4.3 Miért éppen emellett a házforma mellett döntöttek?	10
4.4 A "Kockaház" felépítése	12
4.4.1 Építéstechnika.....	13
4.4.2 Két világháború között alkalmazott szerkezetek.....	13
4.4.3 A második világháborút követő időszak építési módja 1945-1960	14
4.4.4 1960 utáni időszak.....	14
5. Épületfizikai kitekintés	15
5.1 Hőtranszport az épületszerkezetben.....	15
5.2 A hőátadás	15
6. Hőszigetelésekről általában.....	18
6.1 Páradiffúzió.....	19
6.2 Hőszigetelés elhelyezése.....	19
6.2.1 Lábazat hőszigetelése.....	19
6.2.2 Falazatok	20
6.3 A teherhordó fal hőszigetelésére alkalmas rendszerek:	20
6.3.1 Hőszigetelő rendszer.....	20
6.4 Hőszigetelő anyagok kiválasztása	21
6.4.1 Expandált polisztirol habok	21
6.4.2 Expandált polisztirol hab GRAFIT adalékkal.....	21
6.4.3 Extrudált hőszigetelő anyagok	21
6.4.4 Hőszigetelés nedves vagy vályogfalon	22

6.4.5	Kőzetgyapot hőszigetelés	22
6.5	Falazat hőszigetelésének kiválasztása	22
6.5.1	Rétegrend:	23
6.6	Padlásfödém hőszigetelése	24
6.6.1	Austrotherm Padlap	25
6.6.2	Padlász hőszigetelés befújható hőszigeteléssel borított födémekhez.....	25
6.7	Hőhidak hőszigetelése	26
6.8	Hőhidak az épületen	27
6.9	Hőkamerás felvételek	28
6.10	Miért érdemesebb vastagabb hőszigetelést elhelyezni, ha már hőszigetelünk	31
7.	Nyílászárók hőátbocsátása és szigetelése.....	33
7.1	Nyílászárók szigetelése vagy cseréje	33
7.2	A kapcsolt geréb tokos ablak, a cserélni javasolt szerkezet	33
8.	Különböző ablak és redőny beépítési módok összehasonlítása beépítés, energetika alapján és az optimális kiválasztása	35
8.1	Beépítés falközépen befele tekeredő redőnnyel.....	35
8.1.1	Ablak a fal külső síkján elhelyezve.....	37
8.1.2	Hőszigetelés síkjában elhelyezett ablak.....	38
8.2	Nyílászárók tömítése	40
8.2.1	Hőszigetelés és fal külső síkjának határvonalára tengelyesen elhelyezett ablak....	41
9.	Meglévő koszorú csatlakozás átalakítása	43
9.1	A vizsgált épület koszorú kialakítása.....	43
9.2		45
10.	Lábazati csomópont átalakítása	46
10.1	Lábazat kialakítás belső padló hőszigeteléssel	46
10.2	Hőhidas előlépcső szerkezet.....	47
11.	Gépészeti korszerűsítés.....	48
11.1	Rendszer működése.....	49
12.	Energetikai számítás a meglévő és a korszerűsített épületre.....	51
13.	Költségvetés, megtérülés	55
13.1	Megtérülés	55
14.	Zárszó	56
	Irodalomjegyzék	57

1 Bevezetés

Az országban járva, lépten nyomon beleütközünk a sátortetős "kockaházakba", amelyek tömegesen épültek országszerte. A folyamat már az 1800-as évek végén elkezdődött, de csak a 1950-1960-as években teljesedett ki és érte el csúcspontját. Ez idő alatt csaknem másfélmillió szerkezetében és építészeti megjelenésében teljesen hasonló épület épült fel családi kalákában.

Mindig is érdekelték ezek az épületek, mert nagyon gyorsan váltották fel a régi parasztházat, és lepték el az országot. Miért éppen ez a forma alakult ki, és miért épített mindenki szinte ugyanolyat?

Emellett tanulmányaim során nagyon sokat találkoztam az energiatudatossággal, azzal a ténnyel, hogy mennyire fontos az épületek károsanyag-kibocsátásának csökkentése, és a fenntartható építészet szorgalmazása.

Ezért döntöttem úgy, hogy dolgozatomban a sátortetős "kockaházat" emelem ki, és egy rövid történeti áttekintéssel ismertetem a kialakulását, majd egy konkrét példán keresztül megvizsgálom, milyen mértékben lehet korszerűsíteni az épületeket, és ennek milyen költségvonzatai vannak. A költséghatékonyságot is szem előtt tartva, a lehető legalacsonyabb energiaszükségletre törekedtem.

A "kockaházak" felújítása mellett szól az is, hogy rendkívül jó hőtároló, illetve hőtehetetlenséggel rendelkező falazattal készültek, ezen felül a négyzetes alaprajz miatt a felület-térfogat arányuk is optimális. Továbbá megállapítható, hogy az építési anyag felhasználás is ennél az alaprajzi formánál a leggazdaságosabb.

Úgy gondolom, hogy az elkövetkező években nagy figyelmet fognak kapni ezek az épületek, mert nagyon nagy mennyiségű energiamegtakarítási potenciállal rendelkeznek.

A dolgozatomban egy konkrét épület energetikai korszerűsítését tervezem meg. Vizsgálom, és különböző alternatívákat adok ablak beépítésekre, a homlokzat hőszigetelésére. A fenti épületszerkezetek közül optimalizálással választom ki a legmegfelelőbbet.

Készítettem egy komplett költségvetést, amely megmutatja, hogy a vizsgált épületre vonatkoztatva egy, az épület minden lényeges szerkezeti elemére kiterjedő energetikai korszerűsítés valójában mennyibe is kerülne. Ebből a számításból lehet általánosítani, és következtetéseket levonni arra vonatkozóan, hogy hazánkban oly nagyon elterjedt "kockaházak" felújítását, energetikai korszerűsítését milyen költséggel lehet elvégezni, és ez mekkora energia megtakarítást eredményezhet a nemzetgazdaság számára.

A tanulmányt mindenkinek ajánlom,- különösen azoknak -, akik felújításon, energetikai korszerűsítésen törnek a fejüket. Mivel elemzem a különböző felmerülő problémákat, és az általam feltárt minden egyes problémára igyekszem több alternatív megoldást vázolni, valamint javaslatot teszek azok megoldására, a betervezett anyagok teljesítményére és azok költségvonzatára.

2 Az energiafelhasználás fontossága

Az építész szakma figyelme az energiatakarékosság, és a megújuló energiaforrások felé terelődik el, mivel az épületek fűtése, és fenntartása hatalmas energiát emészt fel. A hazai épületállomány nagy része 280-350 kWh/m² fűtési energiát használ fel, vagy jobban belegondolva pazarol el, mivel az épületek akár tized ennyi energiából is fenntarthatóak lennének.

Az év bizonyos szakaszában, épületeinkben olyan állapotot kell fenntartani, amely különbözik a külső környezettől. Ez úgy lehetséges, hogy az épületeinket fűtjük, és az utóbbi időben jelentősen hűtjük. A fűtéshez és hűtéshez energiára van szükség, viszont az energia előállításához szükséges fosszilis tüzelőanyagok elégetésekor keletkező égéstermékek környezetszennyező hatása nagyon súlyos gondokat okoz, mivel már olyan nagy mennyiségben bocsátjuk a környezetbe. A környezetszennyezés következtében fellépő klímaváltozás miatt meg kell változtatni energiahasználati szokásainkat. Könnyen belátható, ha kevesebb energiát fogyasztunk, akkor nem csak az előállítási költségeken spórolhatunk, hanem az energia előállításából felszabaduló környezetszennyezés is csökken.

Az energiafogyasztás csökkentését úgy kell megoldani, hogy a már megszokott mindennapi kényelmi szolgáltatások megmaradjanak. Tehát nem úgy, hogy például januárban a lakást csak 16 fokra fűtenénk fel, vagy megszabnák, hogy mennyi ideig üzemelhet a kandalló.

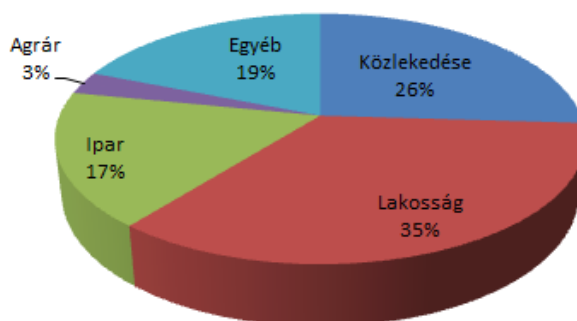
2.1 Mire használjuk az energiát?

Meg kell keresni azokat a tevékenységeket, amelyek a legtöbb energiát használják, és nagy valószínűséggel ezen a téren lehet a legnagyobb megtakarítást is elérni.

Az 1. ábrán látható, hogy Magyarország évi összes energiafogyasztásának több mint egyharmadát az épületek emésztik fel. A környezetre jelentős pusztító hatást gyakorol ez a nagymértékű energiafelhasználás.

Mivel az épületek kicserélődése igen lassú, fizikai élettartamuk száz év, ezáltal ezek energiafogyasztását sokkal nehezebb csökkenteni. Ezzel szemben egy autót például 10-15 év alatt le lehet cserélni egy gazdaságosabb fogyasztásra. Tehát ebből arra is lehet következtetni, hogy az építészeti régi, és mai döntései jelentős mértékben kihatnak az ország, sőt a világ energetikai, gazdasági ökológiai helyzetére.[2]

2.2 Végso energiafelhasználás szektoronként

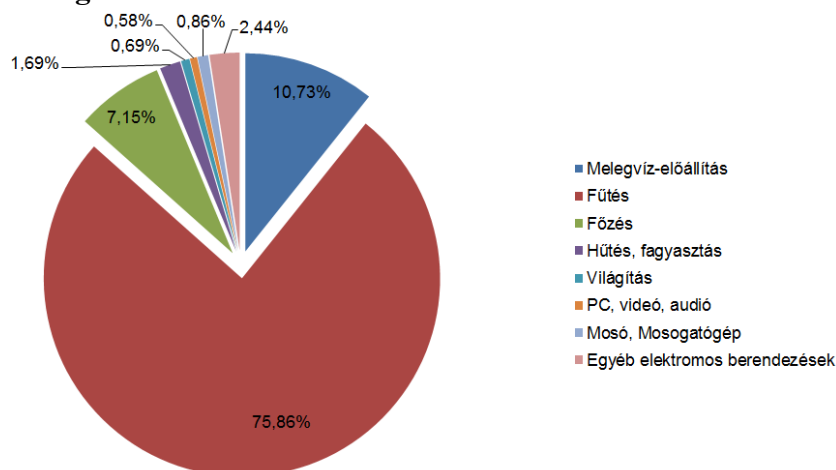


1. ábra Végso energiafelhasználás szektoronként¹

Az 1. ábrán jól látszik, hogy a lakossági szektor mellett az ipar és a szállítás is jelentős energiaigényt képvisel, viszont az ipari termelés növekedésével az energiafogyasztás csökkenése nem reális igény, csak technológiai innovációval és jelentős ráfordításokkal lehet sikereket elérni.

¹ KSH

2.3 Épületek energiafelhasználása



2. ábra Épületek energiafelhasználása²

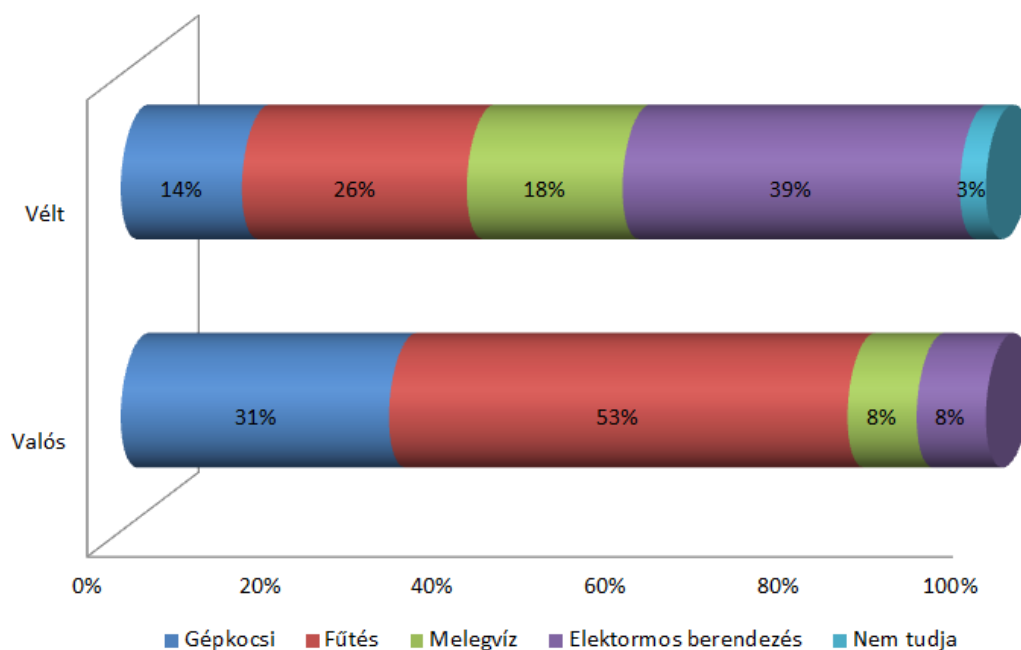
Tehát az épületeink korszerűsítése tűnik a leggazdaságosabb energiacsökkentő tevékenységnek.

A (2. ábra) bemutatja egy átlagos családi ház energiaigényét, lebontva a különböző energiafelhasználó berendezésekre. Látható, hogy az épületek fűtése emészt fel az energia háromnegyedét. Viszont ezen az arányon kis ráfordítással jelentősen javítani lehetne.

Az emberek többsége viszont nem így gondolja. A köztudatban az alakult ki, hogy az elektromos áram nagyon drága, ezáltal tévesen arra következtetnek, hogy a háztartásaikban villamosenergiából fogyasztanak legtöbbet.

Ezt nagyon jól példázza a (3. ábra).

² KSH



3. ábra A lakossági energiafelhasználás közszemlélete³

Jelentős energia megtakarítási lehetőségek vannak az épületek hőtechnikai jellemzőinek javításában. Úgy gondolom, hogy a régi családi házak energiatudatossá alakítása adja majd a jövőnk egyik legnagyobb energiamegtakarítását.

3 Miért éppen a kockaházat?

A tanulmányom során a "kockaházak" felújítására térek ki, mert szerkezetileg megbízható épületek, térelhatároló falai is megfelelő tömegűek és jó hőtároló képességűek, valamint megfelelően nagy hőtehetetlenségűek. Figyelembe véve az egyre melegebb és szárazabb nyarakat az épület homlokzati hőszigeteléssel felújítva nagyon jó védelmet nyújt a nyári túlmelegedéssel szemben. Ezzel szemben a 10-15 évvel ezelőtt épült családi házakról viszont ugyanezt nem lehet elmondani, mivel mind akusztikai, mind hőtehetlenségi, mind hőtároló képességük meglehetősen rossz. A felújítás sem térülne meg időben, mivel ezek az épületek „nem annyira” energia pazarlók.

Ezzel szemben viszont újra egy panelprogram indul, és a panellakásokat korszerűsíti a kormány, holott az energiapazarló családi házak felújításával nagyságrendekkel több energiát lehetne megspórolni. Ezért úgy gondolom, hogy indokolt lenne ezeket az épületeket is támogatni. A szakértők szerint a panelprogrammal 40 %-os energiamegtakarítás érhető el, és

³ Emnid survey "zukunft haus 2003" for Deutsche Energie-Agentur

azt állítják, hogy a panelépületekben van a legnagyobb megtakarítási potenciál. Úgy gondolom, hogy ez nem így van, mert egy 1950-es években épült családi ház 250-500 kWh/m²év energiát igényel, míg a panellakás 160-220 kWh/m²év. Látható, hogy egy panellakás szinte fele annyi energiát fogyaszt, mint egy családi ház. Egy hatékony felújítással akár 60-70 %-os megtakarítás is elérhető egy családi háznál. Ebből tehát látható, hogy családi ház felújítása során nagyobb energia megtakarítást lehet elérni, mint egy panellakásnál. Figyelembe véve a panellakások számát, valamint az energiapazarló 1950-70 között épült családi ház állományt, megállapítható, hogy ezen családi házak korszerűsítésével globálisan nagyobb energiamegtakarítás érhető el. Véleményem szerint az elkövetkezőkben nemcsak a panellakások korszerűsítésre, hanem az előbb említett családi házak felújítására is országos programot kellene indítani, egy támogatási rendszer kidolgozásával, ösztönözve a tulajdonosokat az energiakorszerűsítésre.

„2010-ben és 2011-ben futottak olyan pályázatok, amelyeket főleg családi házak korszerűsítésére lehetett kihasználni, az előbbinek Klímabarát otthon, a másodiknak Mi otthonunk volt a neve. Az elért eredmények azt mutatják, hogy az elsőben egy lakásban átlagosan 12-13 ezer kWh, míg a másodikban 23 ezer kWh energiát takarítottak meg. Ezzel szemben az első panelprogramban körülbelül 4 ezer kWh megtakarítás jutott egy lakásra, míg a második programban nagyjából 6 ezer.”⁴

Már azzal is belátható lenne ez a feltevés, hogy egy panellakás kisebb alapterülettel rendelkezik, mint egy családi ház. Ebből következik, hogy sokkal kevesebb lehűlő felülettel rendelkezik. Egy családi ház, a falakon, a padlásfödemen, és a talajon fekvő padlón keresztül értékes hőenergiát veszít, ezzel szemben egy panellakás több oldalról is védve van, ezáltal sokkal kevesebb lehűlő felülettel rendelkezik.

3.1 A meglévő lakásállomány vizsgálata

Meglévő lakásállományunkból a sátozott "kockaházakat" emelném ki és speciálisan azokat vizsgálnám épületkorszerűsítési szempontból. Ezek az épületek megközelítőleg 400 kWh/m²év fűtési energiát használnak fel, ami a mai kornak és az elkövetkező időszaknak már nagyon nem felel meg. A felújítás roppant mennyiségű CO₂ megtakarításra adna lehetőséget. Sajnos manapság a modernizálás azzal jár, hogy kicserélik a nyílászárókat, esetleg korszerűsítik a fűtést és az épület kap egy vékony hőszigetelést. Ez tulajdonképpen előrevetíti

⁴ Fülöp Orsolya Energia Klub

a penészesedést és az épület károsodását. Viszont ha kicsivel többet áldozunk az épület modernizálására, akkor a passzívház szintet is jelentősen megközelíthetjük, mert akár 50-80 kWh/m²év-re csökkenthető az épület energiafelhasználása.

Az Energia Klub által végzett felmérés jól mutatja, hogy a hazai épületállomány nem esett át nagymértékű korszerűsítésen. A nyílászárók cseréje számottevő, de a hőszigetelés és fűtőkorszerűsítés száma nagyon elenyésző.

4 A sáttortetős kockaházak kialakulása és szerkezetei

4.1 Mi hajtott az embereket a családi ház szerzés és építés felé?

A II. világháború után minden városi dolgozó emberben az az érzés fogalmazódott meg, hogy mi lesz vele, ha valamiképpen a munkából "kikopik". Mivel ebben az időben már a földből nem lehetett vagyont gyűjteni, az emberek számára a ház lett az, ami örökíthető fedezetet jelentett később a leszármazottak számára is.

Az embereket folyamatosan zajterhelés érte a gyárakban, az utcákon. Éppen ezért visszavágytak a természetbe, valamint a városokban már nem tudtak építkezni, ezért a városok szélén épületek ezek az épületek. Nem ez volt az egyetlen ok, hogy itt jöttek létre ezek az épületek, mert ezek az épületek egy kispolgári villára is szerettek volna hasonlítani. Azok a munkások, akik saját családi házat szerettek volna, éjt nappallá téve dolgoztak, családjuktól megvonták a kulturális örömeiket, szükségleteket is, hogy spóroljanak a családi házra. Végül a város szélén - ahol a legolcsóbb volt a telek és a környéken még közmű sem volt- felhúzták a megálmodott épületüket.[1]

„A háború utáni időkben az emberek egyre kevesebben szerettek volna hagyományos tornácos, oldalhatáron álló ún. parasztházakban lakni, hiszen az a múltat, elmaradottságot képviselő építés volt.”⁵

„Íly módon keletkeztek azok a kültelki települések a városok szélén.”⁶

4.2 Kockaház építése

A magyar lakásépítés egyik jelensége ebben az időben a falvak lakásállományának kicserélődése, és új családi házakkal való bővítése volt. Az építések intenzitása jelentősen függött a települések elhelyezkedésétől, gazdasági-társadalmi viszonyaitól.

⁵ Horváth Imola Emese: Kockastílus-gyakorlatok, sáttortetős kockaházak Milotán TDK dolgozat

⁶ Major Máté: "Sziget"-ház, "Sziget"-lakás - vagy közösségi otthon? In: Kortárs, 1960. (4. évf.) 11. sz. 749-756. old

„Eltűnt az a hagyományos tömegében, és arculatában is kiegyensúlyozott falusi utcakép, amit igazán nem kellene siratnunk, ha helyette olyan új értéket tudtunk volna nyújtani, amely nem csak a megváltozott igények kielégítését célozta volna meg, hanem külsejében is szervesen illeszkedne az ugyancsak megváltozott településszerkezetbe.”⁷

A városokban és falvakban egyaránt elszaporodó kockaházak teljesen átalakították a faluképet. Építészetiileg is egy teljesen új háztípust képviselt, és ezzel együtt az udvar is átalakult. Az épületek előtt létrejött egy, a falusi lakosság szokásaitól eltérő, semmilyen funkciót be nem töltő, csupán esztétikailag szükséges tér, a virágos kert. Ezen felül nagyon sok helyen eltűnt az udvarról a pajta, az ól, a tyúkudvar, a szénakazal.

A legtöbb épület 1960 és 1976 között épült, amely időszak a falusi magánérős építkezések egyik csúcspontját jelentette, és a fenti társadalmi változás egy jól vizsgálható periódusának időszaka. A korszak fenti időszakában épült a "kockaházak" jelentős része, később pedig, a '70-es évek végétől a '80-as évek végéig épültek az alapterületükben jóval nagyobb, kétszintes családi házak, amelyekből már nem is épült olyan sok és ezekkel be is fejeződött a "kockaház" építési láz.

Az épületek kalákában készültek. A rokonokon, barátokon, családtagokon túl a falubeli családok is segítettek az építkező családnak, amiért később ők is segítséget vártak a saját építkezésükön. Valószínűleg azért is ez a típus terjedt el, mert ehhez lehetett beszerezni a legolcsóbb típusterveket, és az építőiparban is ennek a típusnak megfelelő termékeket lehetett legkönnyebben, legolcsóbban beszerezni.

Az építési szabályok ma is és akkor is, amikor a "kockaházak" épültek, szigorú előírásokkal szabályozták, hogy mekkora elő-, oldal- és hátsókert szükséges az építési területen. Az újonnan parcellázott telkek szélességi méreteit figyelembe véve a 9x9 és 10x10 méteres épület vált elfogadhatóvá, és legkönnyebben engedélyezhetővé. A sátortető pedig innen már csak egy lépés, mivel ez volt a leggazdaságosabb, legkevesebb faanyagot használó fedés.

A sátortetős "kockaházhoz" már nem tartozik a parasztháznál jól megszokott pitvar, ezáltal a helyiségek egy központi térből, az előszobából nyílnak. A fürdőszoba egy teljesen új helyiségként jelent meg az épületben. Ilyen eddig nem volt. Eleinte viszont még nem töltötte

⁷ Sipos Gyula: Kinek építkezünk? In: Kortárs, 1960. (4. évf.) 6. sz. 920-925. old.

be a fürdőszoba rendeltetését, hanem tárolóként használták. Megnőtt az igény a lakóházak külső megjelenését illetően is. A hármass dupla ablak az egyik legfeltűnőbb jel, ami jelzi a városiasságra való törekvést. De sok más külsőség is található, ami a helytelen városias utánpótlásra utal. A hagyományos tisztaságot és szépséget sugárzó szokásos fehér felületek helyett sárga, zöld, kék színű vakolatok jelentek meg az épületen.

„A kockaház tehát nem egyszerűen az alsó társadalmi rétegek mozgalmá, hanem – mint azt a kevés, lakóiról és építetőiről szóló adatunk is bizonyítja – az alsó rendnek mindig a legzavaróbb felső vagy felfelé törő rétegei, olyanoké, akik műveltségükben érettek voltak a tulajdonszerzésnek erre a formájára, és saját társadalomszervezetükkel képesek is voltak annak fenntartására.”¹²

Sokan úgy gondolják, hogy ez a feltűnő egyformaság egy központi típustervnek köszönhető.

„Mojzer a feltűnő egyformasággal kapcsolatban azt mondja – gondolom az országban kalauzolt vendégének, a „türelmes turistának” –, hogy ha lenne parancsolt típusterv, nem lenne ilyen egyforma a ház.”⁸

Barabás Jenő így szólt:

„A 60-as évek végén egyszer mentem kocsival Balaton-zamárdiból Kaposvárra. Boldogasszonyfalva gyönyörű Balaton környéki népi építészeti kultúrával rendelkező falu volt, ahol már minden ház jóformán átépült, de volt még egy gyönyörű ház. Megállítottam az autót, kiszálltam és fényképeztem. Kijött egy fiatalasszony és azt mondja”:

„Jaj, ne fényképezzen már, úgy szégyelljük ezt az ócska házat.«Mondom:» Az Istenért, nehogy lebontsák, mert ez a legszebb ház a faluban [...] Meg lehet tartani mindent, ami szép benne és így is korszerű lesz. Én építészmérnök vagyok, akár ingyen megtervezem maguknak, csak megmaradjon ez a ház!«Azt mondja:» Hiába erőlködik, úgyis lebontják és újjáépítik!«Szóval, ez volt a szemlélet.”⁹

⁸ Tóth Zoltán : Melyik ház a „kockaház”? Mit mond a művelt középosztály egy munkásházatípusról? In: Korall 2010. (11. évf.) 40. sz. 5-40. old

⁹ Tóth Zoltán : Melyik ház a „kockaház”? Mit mond a művelt középosztály egy munkásházatípusról? In: Korall 2010. (11. évf.) 40. sz. 5-40. old

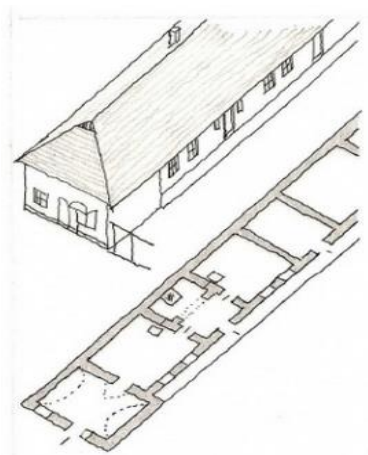
4.3 Miért éppen emellett a házforma mellett döntöttek?

Valószínűleg már mindenkiben felmerült az a kérdés, hogy a falvakat tömegesen előntő kockaházakra létezett-e egy típusterv? Nagyjából erre a kérdésre egyhangú a felelet. Az idősebbek úgy nyilatkoznak, hogy mást nem lehetett építeni. Ez volt a trendi, így mindenki ezt építette.

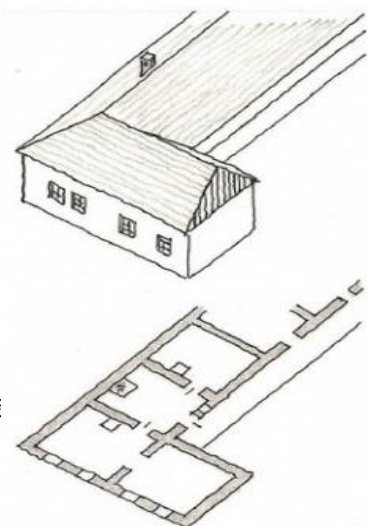
„Hát figyelj ide, két fajta típust épültek abba az időbe jobban. Ezt az „L” alakút, meg a kockaházformát. Na, most a tervezők azok is ezt ajánlották, ezt a típust. De én szerintem ezt jobban ki lehet használni, gazdaságosabb ennek a beépítése, sokkal jobb, mint az az „L” alakú valami (7.ábra). Mer ottan akkor folyosó így úgy, akkor ott ajtók. Én szerintem ez jobb beosztásnak tűnt. Először én Belsőárdon ott néztem meg egynek a belsejét. Jobban tetszett, hát aztán olyan nagy választék meg nem volt. Tulajdonképpen meg típusterv akkor is volt, ha jól tudom. Mer abba az időbe meg azt mondták, hogy a falu képihez volt, ugye, vagy, hát azt is nézték. Mennyire költött berakni az utcafronttól. Erre kellett a hatósági engedély ugye, nem csak építési engedély...”¹⁰

Külső megformálásában nagyon hasonló az összes épület, de belső térképzésében olyan sok variáció létezik, hogy nem csak egy típusterv létezett. A kölcsönrel épült lakóházakra léteztek típustervek, melyeket az OTP hivatalokban kellett kiválasztani, de voltak magáneros beruházások is, amelyeknél nem volt kötelező érvényű típusterv.

Az új minták, az úgynevezett kockaházak építkezések a város szélén is megjelentek. Elterjedt az ólas és az ól nélküli kockaház, amely feltehetőleg a háztáji gazdaságokból való kilépésre utalhatott. Az ólas háztípus ott volt jellemző, ahol a feleség nem dolgozott, mert akkor így ő otthon elláthatta az állatokat. Viszont amint a nők megjelentek a munkaerőpiacon, azzal párhuzamosan az ólas típus is nagymértékben visszaszorult. A kutatások szerint a



4. ábra Szoba-konyha-kamra-szoba¹¹



5. ábra Utcafront kétszobássá alakítása¹¹

¹⁰ Kovács Zsuzsa által készített személyes interjú, melyet doktori értekezésé

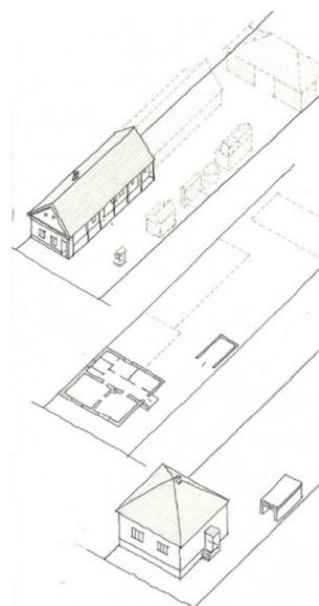
¹¹ Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011

mezőgazdasági jövedelemkiegészítést a családok átmeneti megoldásnak tekintették. [7]

„Az építkezésekhez állami támogatást lehetett igénybe venni – ezeknél viszont előírták, hogy az építési anyagokat a TŰZÉP (Tűzelőszer- és Építőanyag-kereskedelmi Vállalat) telepein kell beszerezni. Mindez erősen visszavetette a falusi kismesterek, asztalosok, bádigosok, kőművesek alkotói mozgásterét. Eltűntek a mintakönyvekből ellesett ablakkeretek, ajtótokok, kézműves technikával készült vakolatdíszek. Helyettük gyári ablakokat, mintahengerek alapján gyártott geometriai formákat alkalmaztak.”

„A mobilitási pályára lépett generáció életében a legtovább fennmaradó paraszti üzemet a konyha képviselte, amely a Kárpát-medence középső területének népi építészetében a legfontosabb térszervező helyiség. Rendszerint a lakóház középső szakaszát foglalta el, (szoba–konyha–kamra–hátsó szoba), innen nyíltak az ajtók a szobákba, innen fűtöttek, itt zajlott a mindennapi élet (4. ábra).

A második világháború utáni átépítések jellegzetes tendenciája, hogy az utcai frontot kétszobássá alakították, (8. ábra) négyzetes ablakokkal és vakolatcsíkokkal látták el. A korábbi konyha szobaként működött tovább, amelyhez hozzátoldották a vizesblokkokat is. Az új konyha a ház végébe szorult régi szoba helyiségét foglalta el, esetleg további hozzáépítésként jött létre. Nemegyszer az így kialakított „parasztkonyha” fizikálisan is elkülönült a lakás többi részétől, mivel csak az udvarról volt megközelíthető. Mindez jól jelzi a régi paraszti életforma és a megcélzott városi divatok között fennálló távolságot.”¹²



6. ábra Paraszti porta átalakulása¹²

A sokakat zavaró ”kockaház” annak az időnek az építészetét reprezentálja, amikor lemondtak a földhöz kötődő paraszti életről, vagyis úgy gondolom, hogy nem lemondtak, hanem lemondattak! Vidéken a gazdának a téjeszesítés során be kellett adnia a közösbe a földjét, a vetőmagját, gépeit, szerszámain. Nagyüzemi gazdaságként művelték a földet, ami gazdaságosabb volt, mint külön gazdálkodni a hosszú szalagtelkeken. Ezzel együtt az egész

¹² Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011

gazdasági udvar kiürült. Kiürültek és értelmetlené váltak az istállók, az ólak, a terménytárolók.

Mivel sajnos a központi cél az volt, hogy teljesen megszüntessék a paraszti háztartás raktározó és önellátó gyakorlatát. Felszámolták volna a parasztság önellátó gazdálkodását, de az évszázadok folyamán kialakult gazdálkodó mentalitás nem számolható fel 10 év alatt, ezért is alakult ki a háztáji gazdálkodás. Sajnos már elérkeztünk oda, hogy teljesen megszűnt az önellátó gazdálkodás, már egyáltalán nem lennénk képesek önfenntartóak lenni. Nagyon sok ember már meg sem tapasztalja, hogy milyen a saját maga által termesztett gyümölcs, zöldség, felnevelt állat.

4.4 A "Kockaház" felépítése

Tégla, mész, cement, nyílászáró, amiből egy típus volt, vasbeton gerenda megvásárolható volt a helyi Tüzében, és már kezdődhetett is az építkezés.

„Megfelelő szállítóeszköz csak a Csepel tehergépkocsi, esetleg a traktoros utánfutó, ez utóbbiakkal azonban csak négyméteres vasbetongerendát lehetett szállítani. A hosszabb lelógott és eltört volna. Tehát maradt a kétmenetes, rövidebb gerendákkal fedett, négyzetes alaprajzú ház, ami a legkisebb külső felület révén még gazdaságos is. Ha földszintesnek építették, különleges emelőberendezés, daru nélkül is, bakokról megépíthető volt a ház.”¹³

Építése teljesen hasonló a népi építészetben alkalmazott módszerhez, mivel az emberek egymás épületeit másolták kisebb alaprajzi változásokkal, sőt a szomszédban kész volt az 1:1-es makett is. [7]

Istvánfi Gyula: *„Szinte népi építészeti alkotásnak nevezhetnénk. De mégsem az. Mert megtagadta a hagyományt, és mert a típus nem vált hagyományossá. Tíz-tizenöt éves divatja, építésének lendülete a magas lábazattal kiemelkedő, majd alapincézett, vagy az emeletes formával kifulladás.”¹⁴*

A ház padlószintje általánosságban egy méterrel meg van emelve, a lábazati falak közötti helyen, így elfért az alapozásból kiemelt föld, az építési törmelék, valamint a falak sem vizesek. A négyzetes alaprajz a legkevesebb külső falfelületet igényli, hőtechnikailag is előnyös, és téglát is lehetett spórolni. Mivel egy 10x10-es "kockaháznak" van 40 m kerülete és 100m² alapterület egy 20x5-ös háznál is megvan a 100 m² alapterülete, de a kerülete már 50 m. Tehát belátható, hogy a forma előnyös és gazdaságos.

¹³Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011

¹⁴Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011

A lakószobákba általában homokágyba fektetett párnafára hajópadló került a régebbi típusokban, de nagyon sok épületben található aljzatbeton kátránypapír vízszigeteléssel, és ragasztóba rakott parkettával. A hidegpadlós helyiségekben pedig általában mettlachi lap, mozaikkocka, vagy már sok helyen járólapp készült. Az ablakok elől két-három osztatúak, az utcára néznek. A konyha a hátsó udvarra néz, a kamra és a fürdő a szomszéd felé, az egyik szoba, esetleg a kisháló, vagy a közlekedő ablaka a ház oldalánál elhelyezkedő udvarrészre néz. Az alacsony hajlású sátozott kevesebb és rövidebb faanyagot igényelt, ezáltal könnyebb volt hozzájutni a tetőfához. A palával fedett felület is kisebb, mint a régi nyeregtetőknél, ráadásul oromfalakra sincs szükség. Ebből is megspórolható volt a téglák. Ennek viszont az lett a hátránya, hogy a padlás szinte semmire sem volt hasznosítható.

4.4.1 Építéstechnika

A gazdasági világválság utáni elszegényedés jelentős lökést adott az építéstechnikai takarékoskodásra. Próbáltak egyre olcsóbb és gazdaságosabb szerkezeteket használni. 1920 után kezdték el gyártani a kisméretű tömör téglákat, és kis idő elteltével 1952-től a soklyukú téglákat is. Ez a falazóelem sokkal takarékosabb volt, gyorsabban falazható és az akkori hőtechnikai követelményeknek is megfelelt. Ugyanebben az évben kezdték el gyártani a kettősméretű kevéslyukú téglát is, amelynek még jobb volt a hőátbocsátási tényezője. Nagyon sok "kockaház" épült fel ilyen falazattal (1.táblázat). A vizsgált épület falazata kettős méretű kevéslyukú téglából készült.

Falazatok	Vakolatlan fal vastagsága (cm)	Építés ideje	Hőátbocsátási tényező normál vakolattal W/m^2K
Kisméretű tömör téglafal	38	1920	1,43
Soklyukú téglafal	38	1952	1,41
Kettős méretű kevéslyukú téglafal	38	1952	1,33
B30-as téglafal	38	1960	1,27

1. táblázat Falazatok hőtechnikai összehasonlítása

4.4.2 Két világháború között alkalmazott szerkezetek

Az alapokat nagyméretű tömör téglából falazták, majd később elterjedt a vasalatlan beton alkalmazása is. A falazatra kisméretű tömör téglák, és ikersejtes téglák voltak jellemzők. Födémként fáfödémeket alkalmaztak, ekkor még nem volt olyan nagy hiány a fából, mint az

elkövetkezendő évtizedekben. Leggyakrabban alkalmazott fafödém a borított gerendás födém volt.

4.4.3 A második világháborút követő időszak építési módja 1945-1960

1945 után az építőipar legsürgetőbb dolga lett a háborús károk felszámolása és helyreállítása. Ennek ellenére viszonylag kevés középület épült, lakás sem sok, ezzel szemben nagyon sok ipari és honvédségi épületet emeltek. Az építőanyagok választéka is visszaesett, fával, cementtel, acéllal szigorúan takarékoskodni kellett. A szelvényacélok helyett csak vasbetont használtak. Így az acélszerkezetek, acélsarnokok helyett kizárólag vasbeton szerkezetek épültek, ezzel együtt a fával való takarékoskodás miatt egyre jobban elterjedt az előregyártás, és ennek következtében az előregyártott vasbetonszerkezetek. 1950-ben kezdték el gyártani a "G" jelű födémgerendákat, majd a könnyebb „F” jelű gerendákat. Kezdetben ezek közé agyagtégla boltozatot, vagy úgynevezett HORCSIK tömör téglá betétes vasbeton lemezt építettek.

Későbbi újítások eredményeként jelent meg a BH tálca, valamint a B60, B100 béléslem. Jól látható, hogy ebben az időszakban többnyire a födémek cserélődtek ki, alakultak át. Acél gerendás födém helyett vasbetonból kezdték gyártani a gerendát.

4.4.4 1960 utáni időszak

1952-ben kezdték el gyártani az előregyártott vasbeton födémgerendákat. Kétféle keresztmetszettel gyártották: kisebb falközök áthidalására "F", nagyobbakra pedig "G" jelűeket. Az "F" gerendákat 2,40-4,60 m mérethatárok között gyártották, a "G" jelű gerendákat pedig 4,20-6,40 m között. Később tapasztalták, hogy az 5,60 m falköz feletti gerendák lehajlása nagyobb a megengedettnél, ezért bevezették a "GM" gerendákat. Kezdetben nem alkalmaztak előregyártott béléses testeket a gerendaközök kitöltésére, ezért vagy téglabetétes boltozatot, vagy a már korábban említett téglabetétes vasbetonlemezt, más néven Horcsik lemezt készítettek. Később került a gerendák közé BH tálca, B100-as, B60-as béléslem. A beton–vasbeton födém szerkezetek kialakulásával az épület merevítési rendszere is átalakult, és a falkötő vasak szerepét és helyét átvette a födémgerendák összefogását biztosító monolit vasbeton koszorú.

A feltöltés anyaga ebben az időben hagyományosan a salak volt, amiből egyre kevesebb állt rendelkezésre a szénfűtés visszaszorulásával, és ez egy idő után el is tűnt, pedig

hőszigetelő tulajdonsággal is rendelkezett. Ezután már építési törmelék is gyakran került a tálcákba, födémekre.

Az országban rengeteg "kockaházat" találunk és szinte mindegyiknek különböző szerkezete van, de mivel a legtöbb kockaházat 1950-1970 közt építették, ezért már "G" gerendás födémekkel épültek ezek az épületek. Persze sok helyen találhatunk fafödémeket is ott, ahol a tulaj ahhoz fért hozzá, vagy az volt beszerezhető. Ebben az időben már a terveken is a "G" gerendás födémek szerepeltek betontálcával, vagy béléstesttel. A vizsgált épületen ezt a szerkezetet alkalmazták béléselemmel.

5 Épületfizikai kitekintés

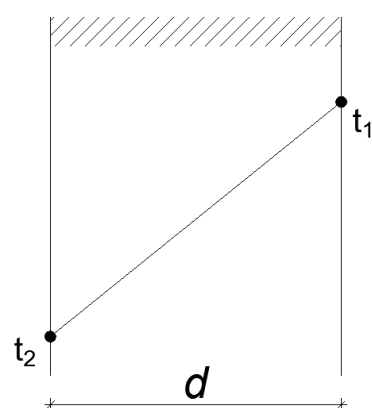
5.1 Hőtranszport az épületszerkezetben

Egydimenziós hővezetésről akkor beszélünk, ha a hőáram egy irányban halad nem törik meg. Ilyen eset homogén falszerkezetnél fordul elő (7. ábra). [18]

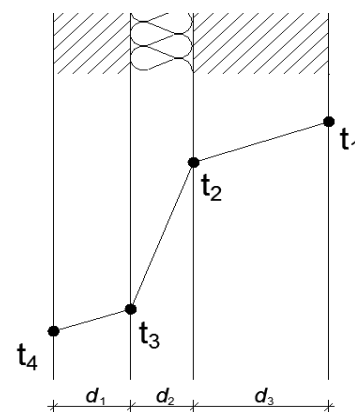
Ha a fal több párhuzamos síkból áll, tehát egy többretegű szerkezetből épült fel, és a rétegek egyenként homogének, akkor heterogén falszerkezetéről beszélünk. Ekkor a hőáram már nem egy irányban halad, hanem törések jelentkeznek, attól függően, hogy az adott anyagnak milyen a hőátbocsátási ellenállása (8. ábra). [18]

5.2 A hőátadás

„A hővezetés során az anyagnak, amelyben a jelenség lejátsszódik, a részecskéi makroszkopikus értelemben nyugalomban vannak. Folyadékok és gázok esetében ez nem feltétlenül igaz: a folyadék- és gázzrészecskék éppen a hőáramok avagy egy azoktól független hatás következtében



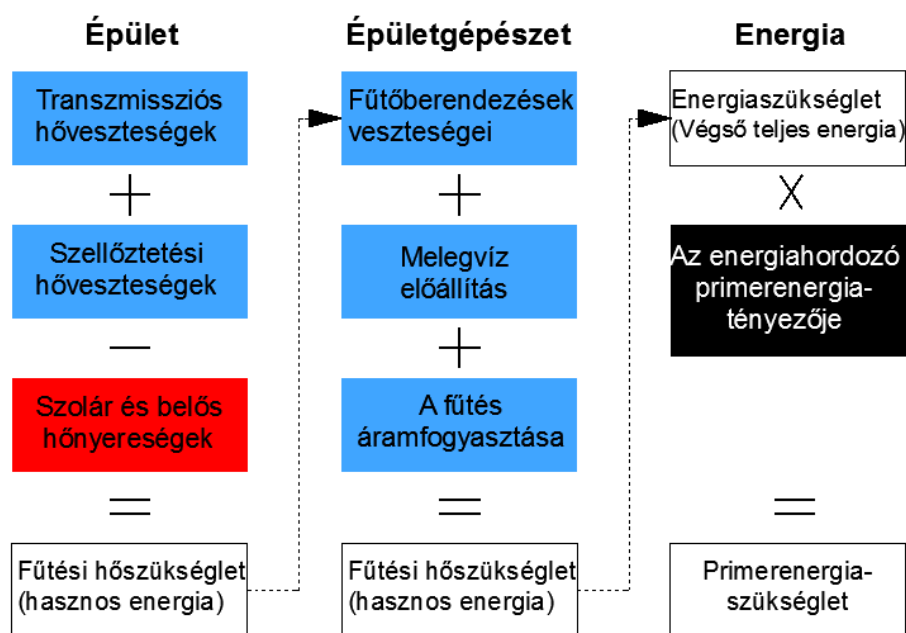
7. ábra Egydimenziós hővezetés¹⁵



8. ábra Többdimenziós hővezetés¹⁶

¹⁵ Dr. Zöld András: Épületfizika Műegyetemi Kiadó 1995 (alapján saját ábra)

makroszkopikus értelemben mozoghatnak (szabad, illetve kényszeráramlás). Ha a folyadék vagy a gáz szilárd test felületével érintkezik, közöttük hőáram alakul ki.”¹⁶



9. ábra Az épület energiafelhasználását befolyásoló tényezők¹⁷

Az egyenletben látható, (9. ábra) hogy egy egyszerű összeadással összegezzük a hőveszteségeket, illetve hőnyereségeket. Ezek évszaktól függően változóak lehetnek, egyes összetevők pozitív, mások negatív előjelet kapnak.

Ebből az egyenletből az is kiderül, hogy az épületek energiaigénye kétféle módon csökkenthető: *szoláris* vagy *védekező* felfogással.

Ha a kérdést a védekező felfogás felől (defenzív módon) közelítjük meg, akkor a tervezett épületre a kompakt tömegformálás, kis üvegezési arány, jó légzárás, jó hőszigetelés jellemző.

Viszont ha a szoláris szemlélet felől közelítünk, akkor az épület kialakítását a tájolás, a benapozás határozza meg. A benapozott homlokzaton pedig nagy üvegezési arány és energiagyűjtő elemek jellemzőek. (Akár parafinos hőtároló tömeg.) Természetesen ezeknél az épületeknél is jó hőszigeteléssel vannak ellátva a szerkezetek, viszont a nagy üvegezések miatt a transzmissziós hőveszteség nagyobb lesz. Ezen felül általában ezekben az épületekben a fűtött térfogat is nagyobb. [17]

¹⁶ Dr. Zöld András: Épületfizika Műegyetemi Kiadó 1995 (alapján saját ábra)

¹⁷ Ingo G. Heinz L.: Kisenergiájú házak 1. alapján saját ábra

Úgy gondolom, hogy egy "kockaháznál" a megfelelő választás egy **védekező tervezési stratégia** kialakítása lenne. Mivel az épületeknél a tájolást nem vették figyelembe, nagyon egyszerű tömegből állnak, az alapterülethez tartozó legkisebb külső falfelülettel rendelkeznek, és a felület/térfogat viszony is kedvező, hasonlóan, mint az eszkimó igloonál. (10. 11. ábra)

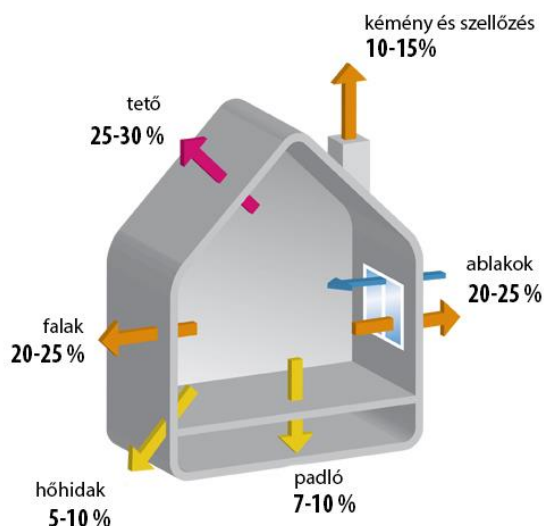


10. ábra Felület / térfogat arány 1,14



11. ábra Felület/ térfogat arány

Emellett kevés, és alapjában véve kicsi nyílások vannak a homlokzaton. A légzárást nyílászáró cserékkel jelentősen javítani lehet. Hőszigeteléssel javítható a falak és a hőhidak hővesztesége is (12. ábra).



12. ábra Hőveszteség forrása¹⁸

¹⁸ ADEMO- aerece ábra alapján készített saját ábra

6 Hőszigetelésekről általában

Az építőiparban használt anyagok hővezetési tényezője meglehetősen tág határok között mozog, ezért is alakulnak ki problémás pontok épületeinken. A szigetelőhabok $\lambda=0,03$ W/m · K értékétől az alumínium $\lambda=198$ W/m · K értékéig látható, hogy nagy a szórás. Viszont azokat az anyagokat, amelyeknek hővezetési tényezője legfeljebb $\lambda=0,05$ W/m · K jó hőszigetelő anyagoknak nevezzük.

Anyag	Sűrűség, ρ , kg/m ³	Hővezetési tényező, λ , W/(mK)
Homok, Kavics	1800 - 2000	1,40
Vasbeton	2400	2,10
Cementvakolat	1800	0,93
Nemes vakolat	1850	0,99
Kevéslyukú égetett tégl	1500	0,65
B30-as tégl	1400	0,57
Kazánsalak feltöltés	800	0,29
Kohósalak	1500	0,45
Lucfenyő,	600	0,13
Üveg	2500	0,81
Nádpalló	200 - 300	0,06
Terméskő	1600 - 2800	0,8-3,5
Acél	7850	60,00
Polisztirol EPS	15 - 30	0,037-0,045
Polisztirol XPS	>30	0,32-0,40
Kőzetgyapot	35	0,33
Polisztirol GRAFIT	40	0,34

2. táblázat Egyes építőanyagok hővezetési tényezője¹⁹

Amikor egy épület rétegtervi hőátbocsátási tényezőjét szeretnénk meghatározni akkor λ_D úgynevezett deklarált hővezetési tényezővel kell számolnunk, nem a szigetelésre megadott laboratóriumi értékkel. Ez az érték figyelembe veszi az anyagok beépítési és használati módját. [20]

Meghatározás: $\lambda = \lambda_D \cdot (1 + \kappa)$

Ahol: κ hővezetési tényezőt módosító korrekciós tényező (táblázatból)

¹⁹ WinWatt-ból szerzett értékek

6.1 Páradiffúzió

Hasonló, mint a hőátbocsátás, mert ez is egy kiegyenlítési folyamat, csak itt nem a hőmérséklet, hanem a pára akar egyensúlyt teremteni. Eltérő hőmérsékletű és eltérő nedvességtartalmú terekben különböző nagyságú párányomás uralkodik. Ha a belső térben magasabb a hőmérséklet, akkor a levegőben lévő nedvességtartalom is magasabb és ez által a párányomás is. Ha viszont kisebb a hőmérséklet kevesebb a nedvesség és kisebb a párányomás. A párányomás a nagyobb nyomású közeg felől vándorol az alacsonyabb felé, tehát általában kifelé.

Létezik egy olyan ökölszabály hogy: *„belülről kifelé haladva az egyes szerkezeti rétegek páradiffúziós ellenállása legyen egyre kisebb, azaz a falszerkezet legyen kifelé nyitott”*²⁰

A tömör vagy kevéslyukú téglákból épített falazatokra nagy vastagságban kerülhet akár a páráát nem eresztő hőszigetelés is, mert a falazat maga is ellenálló a párával szemben. Habár a nagy porozitású - akár függőleges habarcsréteget nem is tartalmazó – falazatnak nagy a hőszigetelő képessége, de kicsi a párafékező hatása. Így a pára eljuthat a fal másik oldalára, ahol esetenként csak 5 cm vastagságú hőszigetelés van. Emiatt fal és a hőszigetelés között kialakul a harmatponti hőmérséklet, aminek következtében a pára itt kicsapódik. A szerkezet páradiffúzióját mindig ellenőrizni kell. [18]

6.2 Hőszigetelés elhelyezése

Fontos követelmény, hogy az aljzat legyen sík és szilárd, por - és szennyeződésmentes. A táblákat páraáteresztő diszperziós műgyanta kötőanyagú ragasztóval rögzítik, perem plusz pontragasztással. Ha mechanikai rögzítés, a ragasztó megszilárdulása után kell beépíteni.

Minden egyes átalakítás előtt célszerű megismerni és megvizsgálni az épületszerkezetek energetikai és építészeti minőségét

6.2.1 Lábazat hőszigetelése

Mind hőszigetelési, mind állagvédelmi szempontból a lábazat az egyik legkritikusabb pont egy épületen. A padló hőszigetelésével nem csökken kellőképpen a lábazatnál lévő hőhíd mentén kialakuló energiaveszteség. Annál nagyobb az energiaveszteség egy hőszigetetlen

²⁰Osztrólczy Mikós. : Hőszigetelés Cser kiadó 2009

lábazatú épület esetén, minél nagyobb a lábazat, tehát minél jobban kiemelkedik az épület a földből.

Ha nem figyelünk oda egy lábazat hőszigetelésére, akkor ezen a helyen jelentős méretű hőhíd keletkezik. Ezáltal könnyebben fog a nedvesség lecsapódni a felületeken, ami után könnyen kialakul a penészedés. Sok családi házban a szobában is penészesek a falak úgy kb. 50 cm magasságban. Erre általában azt mondják, hogy a vízszigetelés hiánya miatt van, de ez nem is olyan biztos, mert hőhíd is okozhatja. Tehát mielőtt belevágnánk egy utólagos vízszigetelésbe, érdemes megvizsgálni ezt a problémát is.

Emellett a lábazati hőszigetelés hőérzeti szempontból is fontos, mert a padló és a fal csatlakozása mentén a hőveszteség miatt, akár rendkívül alacsony felületi hőmérséklet alakulhat ki, és ez hőérzeti panaszokat okozhat.

6.2.2 Falazatok

Régi épületeknél a külső falon gyakran fordulnak elő nedvesedések, főleg azoknál, amelyekenél hiányzik a vízszigetelés. Mielőtt hőszigetelünk egy falazatot mindenképp meg kell keresni a nedvesedés okát, mert a hőszigetelést csak száraz falazatra szabad felhelyezni. A falazat a hőszigetelés alatt utólag csak nagyon lassan és nehezen szárad ki.

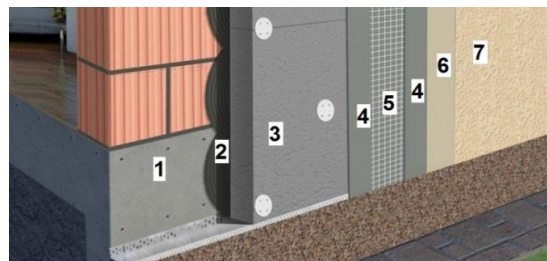
Falak nedvesedésének okai:

- Külső vízbejutás. (Ennek oka lehet a rossz ereszcatorna, felcsapódó eső a lábazatnál, vakolathibák, vízszigetelés hiánya.)
- Belső páralecsapódás (szellőztetés, hőszigetelés hiánya miatt)

6.3 A teherhordó fal hőszigetelésére alkalmas rendszerek:

6.3.1 Hőszigetelő rendszer

Azokat a hőszigetelő rendszereket, amelyeket a falra ragasztanak, dübeleznek, majd ezeket betéthálóval erősített vakolattal vonják be, bevonatréteggel ellátott, többrétegű ragasztott táblás homlokzati hőszigetelő rendszernek nevezzük. (13. ábra)



13. ábra Hőszigetelő vakolatrendszer 1. falazat 2.rendszeragasztó 3. hőszigetelő tábla 4. Ragasztó 5.Üvegszövet háló 6. bevonatréteg

6.4 Hőszigetelő anyagok kiválasztása

6.4.1 Expandált polisztirol habok

Anyaga a speciális eljárással készült polisztirolgyöngy, amelyet a pentán hajtógázból állítanak elő. A gyöngyöket gőzöléssel az eredeti térfogat sokszorosára duzzasztják, majd pihentetni hagyják. A formahabosításkor a pihentetett gyöngyöket egy formában újragőzölik, ahol azok a duzzadás hatására egymáshoz nyomódnak és tapadnak. Az így készült blokkokat 90 napig pihentetni kell, mert kis mértékben zsugorodnak.

Az EPS habokat mindenképp nedvességmentes környezetbe kell beépíteni, mert 2-4 térfogatszázaléknyi vizet képes felvenni, amely a hőszigetelő tulajdonságát jelentősen rontja, és a szétfagyás lehetőségeit is magában hordozza.

6.4.2 Expandált polisztirol hab GRAFIT adalékkal

Lényegesen alacsonyabb hővezetési tényezővel rendelkezik, mint a sima EPS. Ez annak köszönhető, hogy általában a hőszigetelés hővezetése három részből tevődik össze.

- a polisztirol gyöngyök cellafalaiban létrejövő hővezetés
- a polisztirol gyöngyök üregeiben létrejövő hőszugárzás
- a levegő konvekció

A hőszugárzást azzal lehet jelentősen csökkenteni, hogy az alapanyagba hőszugárzást elnyelő, vagy visszaverő adalékszereket keverünk. Az extra finom szemcséjű grafit csökkenti a hőszugárzást, és ez adja a hőszigetelés szürke színét. A GRAFIT tervezési hővezetési tényezője 0,032 W/mK, a megszokott fehér színű hőszigetelésé 0,04 W/mK.

6.4.3 Extrudált hőszigetelő anyagok

Az XPS habok nedvességfelvevő képessége nagyságrendekkel kisebb, mint az EPS haboké, ezért ezeket az anyagokat célszerű vízzel érintkező környezetbe beépíteni. A mechanikai tulajdonága jóval kedvezőbb, mint az expandált polisztirol haboké, de ezzel együtt kis mértékben a hőszigetelő képessége is.

6.4.4 Hőszigetelés nedves vagy vályogfalon

Baumit Open típusú hőszigetelést olyan helyen célszerű alkalmazni, ahol a hiányzó vízszigetelés miatt folyamatosan vízfelszívódás történik, vagy vályogból épült a falazaton. Az utólagos vízszigetelés elengedhetetlen egy felújításnál. Ezek a hőszigetelések pedig biztosítják a falazat utólagos kiszáradását, ami esetenként évekig elhúzódhat. Az EPS hőszigetelések nem biztosítják, hogy a falazatba bejutó nedvesség a hőszigetelésen keresztül távozzon. A Baumit Open hőszigetelésen sok ezer lyuk van, amelyeken keresztül a pára távozhat. A páraátbocsátási tényezője megegyezik a kisméretű tégláéval.

A növények és emberek által 10 liter pára is keletkezik az épületben, aminek onnan el kell távoznia. Éppen ezért alkalmaznak kőzetgyapot vagy légáteresztő hőszigetelést, hogy a keletkező pára a falon keresztül távozni tudjon. **Ez azonban nem helyes elgondolás. A falak ne legyenek lélegzőek, az épületben keletkező párát szellőztetéssel kell elvezetni, nem pedig a falazaton keresztül.** A régi építésű kisméretű, vagy kettős méretű téglából épült épületek tömör és jó páradiffúziós ellenállással rendelkeznek. Így a polisztirolhab anyagú hőszigetelés nagy vastagságban is elhelyezhető gond nélkül. Tehát mindenképp a falazatba bejutó nedvességet kell megszüntetni, és csak olyan esetben használjunk lyukacsos hőszigetelést, ha a falazat kiszáradása miatt elengedhetetlen. Ha kis páradiffúziós ellenállású hőszigetelést helyezünk a falazatra, akkor ügyelni kell arra, hogy páraáteresztő ragasztót, illetve vékonyvakolatot használjunk.

6.4.5 Kőzetgyapot hőszigetelés

Főként vulkanikus és üledékes kőzetek (bazalt, mészkő) olvadékából előállított üveges szálakból álló termék. A magas hőmérséklettel szemben rendkívül ellenálló, egyáltalán nem éghető a kőzetgyapot. A páradiffúziós ellenállása szintén alacsony, ezért vályogházakhoz is célszerű alkalmazni.

6.5 Falazat hőszigetelésének kiválasztása

A kiválasztott épület jó légzárási, illetve páradiffúziós ellenállással rendelkezik, ezért nem szükséges páraáteresztő hőszigetelés választása. A falakon nedvesedések nem tapasztalhatóak sem kívül, sem belül.

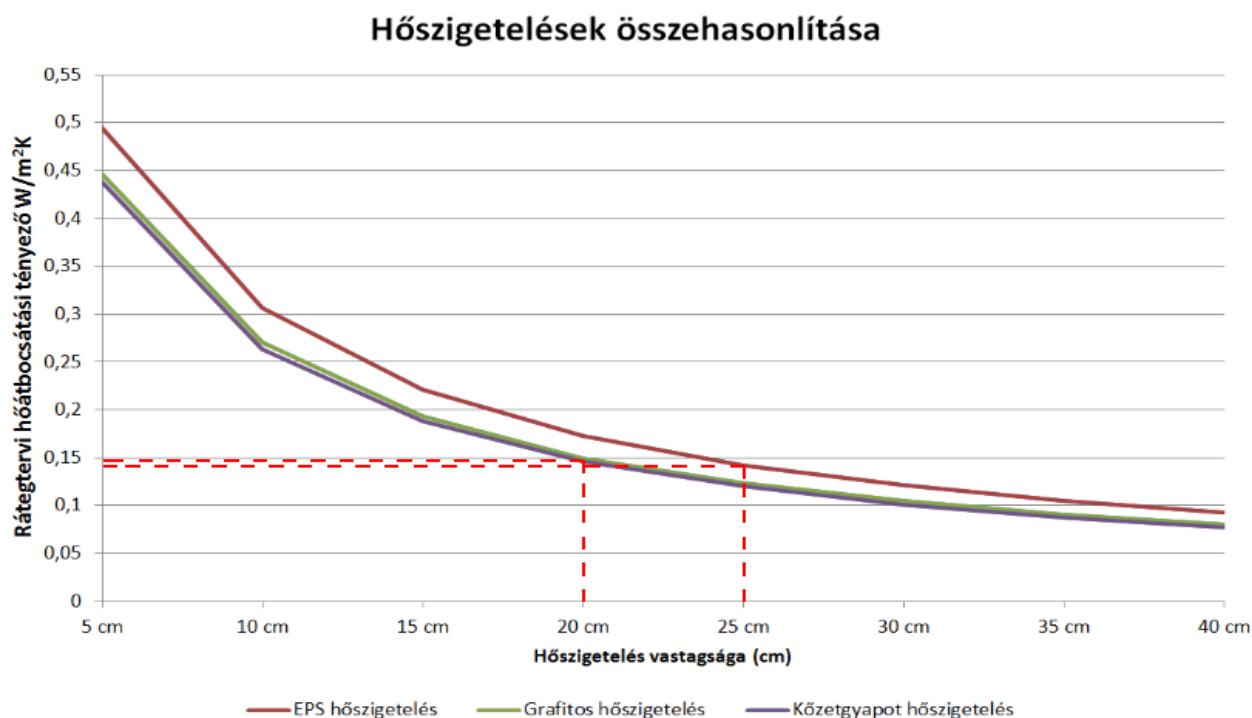
Hőszigetelés vastagsága	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm
EPS Hőátbocsátási tényező (W/m^2K)	0,495	0,306	0,221	0,173	0,142	0,121	0,105	0,0929
Ár	2 400 Ft	3 215 Ft	4 025 Ft	4 839 Ft	5 650 Ft	6 465 Ft	7 280 Ft	8 100 Ft
Grafit Hőátbocsátási tényező (W/m^2K)	0,446	0,27	0,193	0,149	0,123	0,105	0,0904	0,0798
Ár	2 780 Ft	3 650 Ft	4 740 Ft	5 830 Ft	6 830 Ft	7 900 Ft	8 990 Ft	10 025 Ft
Kőzetgyapot Hőátbocsátási tényező (W/m^2K)	0,438	0,263	0,188	0,146	0,12	0,101	0,0879	0,0776
Ár	3 885 Ft	5 115 Ft	6 856 Ft	8 020 Ft	9 437 Ft	10 894 Ft	12 350 Ft	13 820 Ft

3. táblázat Hőszigetelő rendszer árak összehasonlítása falazat rétegtervi hőátbocsátása szerint

A 4. táblázatban az épület falszerkezetének a hőátbocsátási tényezőjét tüntettem fel aszerint, hogy milyen vastag hőszigetelés került elhelyezésre a falazatra. Emellett feltüntettem a hőszigetelések árát is.

6.5.1 Rétegtrend:

	d (cm)	λ (W/mK)
Cementvakolat	1,5	0,93
Kevéslyukú égetett tégl	38	0,65
Mészvakolat	1,5	0,81



14. ábra Hőszigetelések összehasonlítása vastagság illetve hőátbocsátási tényező függvényében

A 14. ábrán ábrázoltam a rétegtervi hőátbocsátási tényezőt a falra került hőszigetelés vastagságának függvényében. A függvényen jól látható, hogy egy bizonyos szintig jelentősen javul a falszerkezet hőátbocsátási tényezője: a függvény meredeken esik, majd ellaposodik. Úgy gondolom, hogy egy bizonyos határon túl már nem érdemes növelni a hőszigetelés vastagságát. Ezt a határt 20-25 cm-es hőszigeteléshez tenném. Az 25. ábrán piros szaggatott vonallal jelöltem a 25 cm EPS-hez, illetve a 20 cm GRAFIT hőszigeteléshez tartozó hőátbocsátási tényezőt. Ezt a két értéket piros betűvel a táblázatban is jelöltem. Látható, hogy a két érték nagyon közel áll egymáshoz. A rendszerben kért bruttó árak tartalmazzák a hőszigetelést, az üvegszövet hálót, és a ragasztót. Kiemelt színnel jelöltem az EPS, illetve a GRAFIT hőszigeteléshez tartozó árat és hőátbocsátási tényezőt. Látható, hogy a két ár közt csekély különbség van és a hőátbocsátási tényező is ugyanannyi. Ezért az épületre 20 cm GRAFIT hőszigetelést helyeznék el. Tehát ha hőszigetelésre kerül sor, akkor a vastagságon nem érdemes spórolni, mert a hőszigetelés az egész homlokzatszigetelési munka árának, polisztirolnál mindössze 20 %-át, ásványgyapotnál 30 %-át képezi. A munkadíj, a ragasztó, az üvegszövet háló, az állványzat, vékonyvakolat képezi az ár maradék részét. Látható, hogy a kőzetgyapot 35-40%-kal drágább. Tehát csak akkor éri meg azzal hőszigetelni, ha tűzvédelmi szempontból, vagy nedves falazat kiszárítása miatt fontos.

6.6 Padlásfödém hőszigetelése

A padlásfödém a legkönnyebben és leggazdaságosabban hőszigetelhető szerkezet. Maga a padlás egy zárt tér, ahol valamivel magasabb a hőmérséklet, mint odakint, de nem nagymértékben, és nem éri annyira a hideg szél sem. Szinte az összes régen épült padlás olyan, hogy a héjalás alatt nincs alátéthéjazat, ezért a szél átjárja a padlást, sőt télen jelentős porhó mennyiség jut be a hézagokon. A "kockaházak" sok helyen épültek palafedéssel, amelyek nagyon jól zárnak, így a nedvesség és a porhó nem jut át rajta. Ennek következtében a padlásfödém nincs kitéve olyan nagymértékű igénybevételeknek, mint például a homlokzat. Ezért a hőszigetelő táblák akár rögzítés nélkül is elhelyezhetők a födémen. Azonban a hőszigetelő táblákat mindenképpen kötésben kell lerakni.

Ha a padlásfödémét tárolásra használják, akkor érdemes lépésálló hőszigetelést választani, ami nem szenved el összenyomódást. Emellett járóréteg képezhető pallóvázra szegelt deszkaburkolattal is, vagy akár hőszigetelésre öntött betonréteggel is.

A padlásfödémek hőszigetelése egyszerű, hatékony és olcsó. Ezért minimum 20 cm hőszigetelést érdemes elhelyezni, hogy gazdaságos legyen.

6.6.1 Austrotherm Padlap

AUSTROTHERM Padlap 35. ábrán látható. Olyan hőszigetelő elem, amelynél EPS hőszigetelés felső rétegére faforgácslap került. Az elemek csaphornyos élképzésűek. Gyorsan, egyszerűen és szárazon szilárd járófelület képezhető vele. Egyetlen hátránya, hogy az ára meglehetősen magas.

Fontos, hogy a födém hőszigetelése felületfolytonosan csatlakozzon a falazat hőszigeteléséhez. Ezért a talpszelement is körbe kell hőszigetelni!

6.6.2 Padlász hőszigetelés befűjtható hőszigeteléssel borított födémekhez

A borított fafödémekhez nyújt könnyű, gyors és egyszerű megoldást a befűjtható hőszigetelés. Magyarországon nagyon sok épületben találkozhatunk borított gerendás födémmel (16. ábra). A gerendák 80-100 cm-es tengelytávban helyezkednek el és alul-felül deszkaborítást helyeztek el rajta. A nyugvó levegő hőszigetelő hatása semmilyen követelménynek nem felel meg, ezért egyre több helyen kezdik el alkalmazni ezt a módszert.

A módszer lényege, hogy a gerendák közé egy 15 cm átmérőjű lyukat fúrnak, és a gerendaközöket töltik ki hőszigeteléssel. Így a padlász födémekhez nem kell külön járófelületet építeni, hanem a régi járófelület megmarad. Ebben az esetben viszont nagyon fontos, hogy az egész födém páratechnikailag vizsgálni kell, mert a deszka és a salakfeltöltés határán, rosszabb esetben már a hőszigetelés és a deszkaburkolat határán, páralecsapódás alakulhat ki, és ez nedvesedéshez és állagromláshoz vezethet.

A kért árak alapján megállapítható, hogy egy ilyen hőszigetelés is annyiba kerül, mint egy hagyományos 15 cm-es hőszigetelés járófelülettel együtt.

Úgy gondolom, hogy ez a megoldás akkor lehet célszerű, ha valaki csak a padlász födémen áthatoló hőáramot szeretné csökkenteni, mert ha komplex hőszigetelést alkalmaz, akkor nem tud felületfolytonosan csatlakozni a homlokzati hőszigeteléshez. A koszorúnál, talpszelemennél jelentős mértékű hőhíd marad és ott kiegészítő megoldás szükséges. Ezen felül még a fa gerendák is kismértékű hőhidakat képeznek, hasonlóan, mint a hőszigetelt tetőszerkezetben a szarufák.

Ezért egy komplex hőszigetelésnél mindenképp külső hőszigetelést célszerű alkalmazni a padlásfödémen is.

A vizsgált épületemen arra a következtetésre jutottam, hogy a lécváz építése a leggazdaságosabb. A lécvázhoz 20/8-as fenyőfapallók szükségesek, melyeket 1m-es tengelytávolságban kell elhelyezni, majd a tengelyre merőlegesen 0,92 méteres 20/8-as pallókkal merevíteni a vázat. A váz elkészülte után, el kell helyezni a laza szerkezetű szálas hőszigetelést és fenyőfa deszkázatból kialakítani a járófelületet. A kért árak alapján készítettem egy összehasonlítást, amiben megállapítottam, hogy több mint 200 000 Ft-ot lehet spórolni ezzel a megoldással az Austrotherm Padlaphoz képest (5. táblázat).

Austrotherm padlap 20 cm

	Mennyiség	Mértéke.	Ár	Összeg
Austrotherm padlap 20 cm	120	m2	5 057	606 840
				606 840 Ft

Lécváz közé gyapot

	Mennyiség	Mértéke.	Ár	Összeg
Fenyőfa Palló 20/8 cm	2,4	m3	45 300	108 720
Fenyőfa Deszka 15/2	2	m3	45 300	90 600
Laza szálas szerkezetű hőszigetelés	120	m2	1 540	184 800
				384 120 Ft

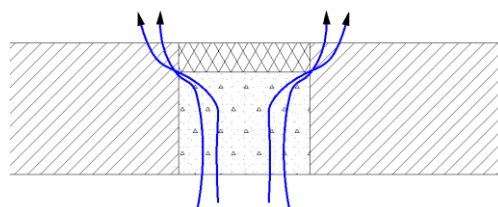
4. táblázat Padlász hőszigetelés összehasonlítás

6.7 Hőhidak hőszigetelése

Geometriai hőhidak: Ott fordulnak elő, ahol a szerkezet és a szigetelő lemez irányt vált, jó példa a külső falak élei, vagy T csatlakozásnál.

Szerkezeti hőhidak: Ott keletkeznek, ahol a magas hővezető képességű anyag (például beton) a szigetelésen áthatol, előfordulnak: erkélyeknél, téglafal talppontjánál.

Ha szeretnénk bemutatni azt, hogy a hőáram vonalai egy hőhidas csomópontban hogyan alakulnak ki, a legjobb példa egy pillérvázás épület

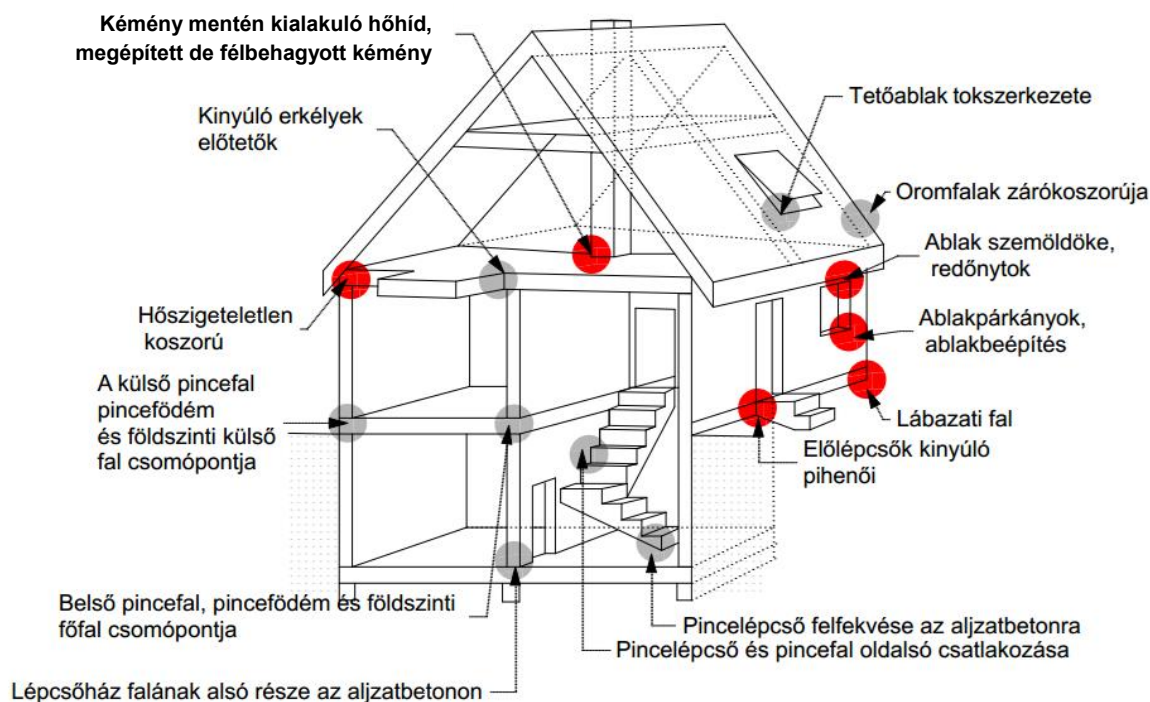


15. ábra Hőhídban működő hőáram

pillére előttét hőszigeteléssel (15. ábra). A hőáram munkát végez az útjába kerülő ellenállás leküzdése miatt (disszipációs munka). A 40. ábrán is jól látható, hogy a hőáram arra törekszik, hogy a munka minimális legyen. A legrövidebb úton halad. De ezt az utat nem geometriai értelemben mérjük, hanem ellenállásban kell mérni. A hőáramok a betonban haladnak - mert annak a hővezetési tényezője nagyságrendekkel jobb, mint a tégláé - és csak az utolsó pillanatban lépnek a téglába, kikerülve ezzel a hőszigetelést.

A jelentős energiaveszteség mellett egy másik súlyos problémát is okozhat egy hőhidas szerkezet. Ez pedig a penész. Ha a penészgombának megfelelő táptalaj alakul ki, akkor körülbelül egy hét alatt meg is jelenik.

6.8 Hőhidak az épületen



16. ábra Hőhidas csomópontok egy épületben, pirossal jelöltem a saját épültemre vonatkozóakat²¹

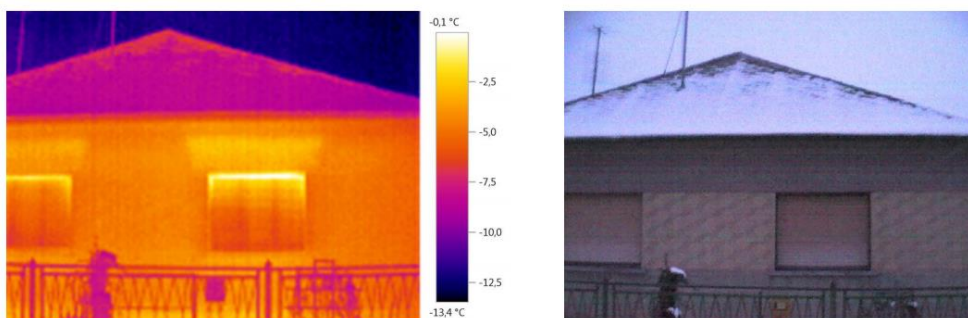
Egy lakóépületen rengeteg hőhidas pont alakulhat ki, amelyekre fokozott figyelmet kell fordítani (16. ábra). Egy utólagos hőszigetelés is akkor igazán hatékony, ha a hőhidakra odafigyelünk.

²¹ Ingo G. Heinz L.: Kisenergiájú házak 1. alapján saját ábra

6.9 Hőkamerás felvételek

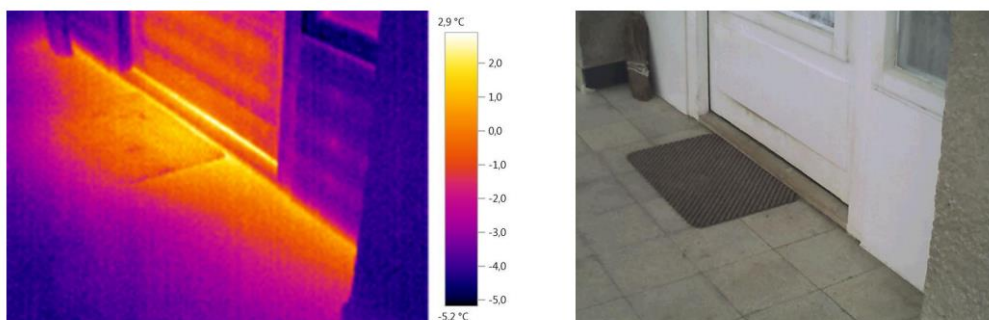
Hőkamerás felvétellel szeretném bizonyítani a hőhidas szerkezeteket az épületemen. Persze egy régi épületnél mindenki jól tudja, hogy melyek azok a sarkalatos pontjai az épületnek, ahol hőhíd képződik.

A felvételeket 2014.01.27-én készítettem, amikor a levegő hőmérséklete $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt.



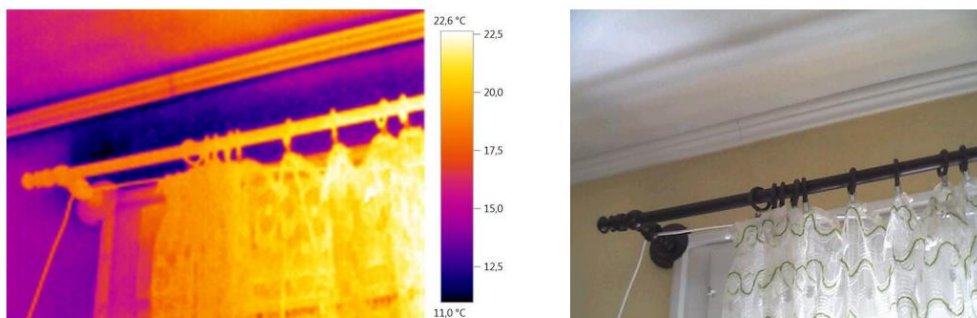
17. ábra Felmért épület ablak feletti hőhidas áthidalója

A 17. ábrán látható, hogy az épületszerkezetek nem mutatnak egységes képet. Az ablak feletti áthidaló melegebb, mint a fal, ezen felül a kapcsolt geréb tokos ablak eszlingeni redőnytök beépítéssel, nagyon nagy mennyiségű filtrációs hőveszteséget okoz.

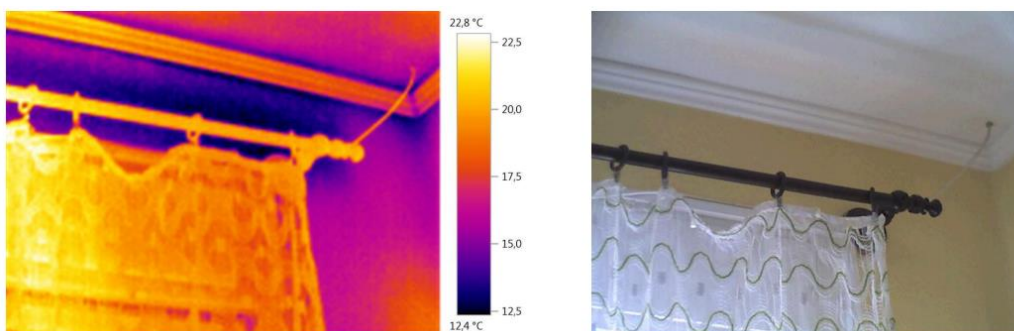


18. ábra Ajtó alatti padló, és terasz

A 18. ábrán látható, hogy a küszöbnél folyamatosan áramló hő mennyre felmelegíti a külső beton teraszburkolatot is, és persze hőhíd is van a belső és a külső burkolat közt.

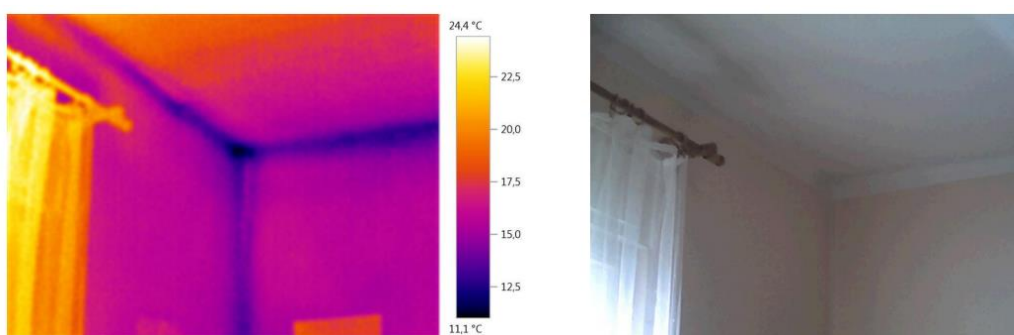


19. ábra Ablak feletti áthidaló belülről



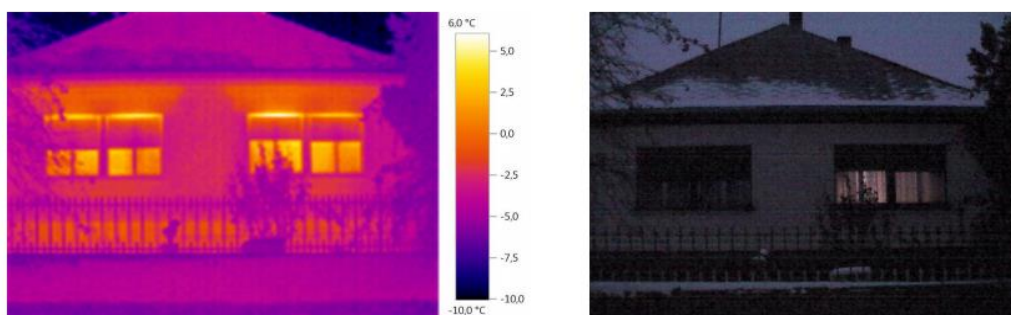
20. ábra Ablak feletti áthidaló belülről

A 19. 20. ábrán látható, hogy az áthidaló mennyre hideg. Fele annyi a felületi hőmérséklet, mint a szoba levegője, tehát a páralecsapódás nagyon valószínű. A helyszínen látszódt is, hogy nem nagymértékben, de penészes volt a függönykarnis tartó felett a falfelület. Az áthidaló kis mértékben alulról is lehűl a redőnytök miatt.

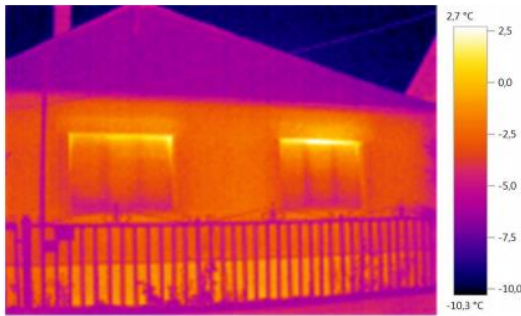


21. ábra Pozitív falsarok és koszorú

A 21. ábrán egy külső falsarok pozitív sarka látható. Ez egy geometriai hőhíd. Ezen felül látható a hőhidas koszorú. A hőmérsékleti skáláról leolvasható, hogy majdnem 10 °C–ig hűl a sarokban a hőmérséklet.



22. ábra Kockaház Óhid Petőfi út 56

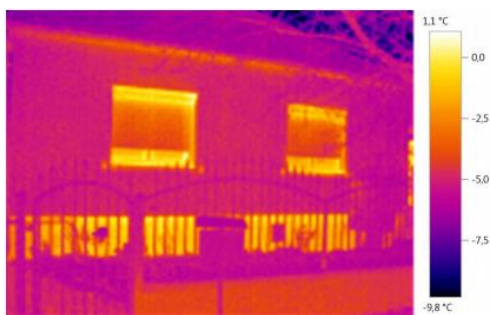


23. ábra Kockaház Óhid Petőfi út 58



24. ábra Kockaház Óhid Petőfi út 60

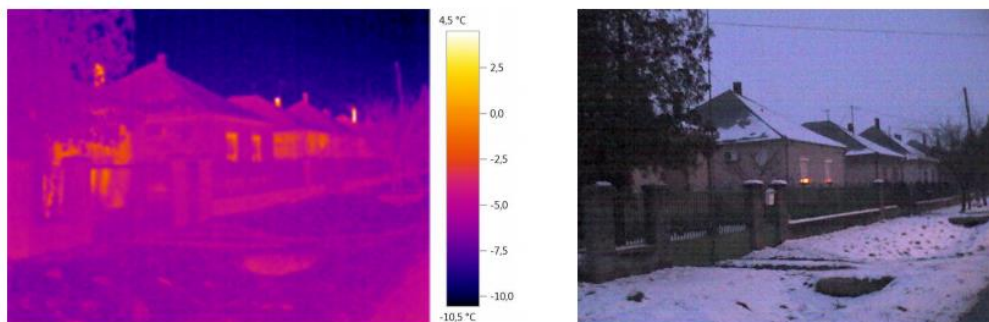
A 22. 23. 24. ábrán három különböző "kockaház" látható szemből fényképezve. Ezzel azt szeretném bizonyítani, hogy az összes hasonló hőszigetelési problémákkal küzd, ami jól látható a képeken is. Az ablak felett az áthidaló nagyságrendekkel melegebb, mint a fal, és a filtrációs hőveszteség is jól kitűnik. Tehát a dolgozatban leírtak általánosságban a "kockaházak" nagy részére alkalmazhatóak.



25. ábra Kockaház Óhid Petőfi út 62

A 25. ábrán egy 8 cm EPS hőszigeteléssel ellátott "kockaház" látható, amelyen ablakcsere is történt. A lábazat hőszigetelésére egyáltalán nem fordítottak gondot. A hőkamerás felvételen is szembetűnik, hogy szinte ugyanolyan hőmérsékletű a lábazat, mint az ablak. A tető alatt is látható, hogy a homlokzati hőszigetelés nem folytonosan csatlakozik a

padláson elhelyezett hőszigeteléshez, ezért a koszorúnál is hőhíd képződik. Ez pedig nyílászáró cserével együtt előrevetíti a nedves, penészes belső felületeket.

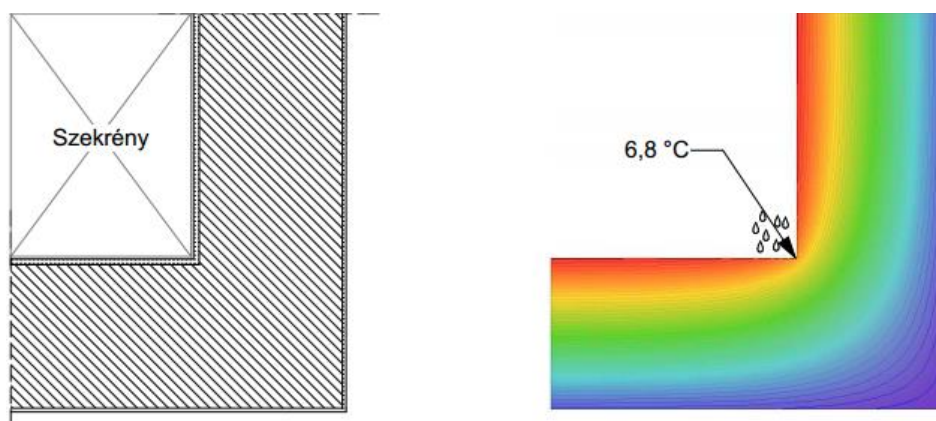


26. ábra Utcakép 4 kockaházzal

Az 26. ábrán egy utcakép látható ahol 3 felújítatlan és egy hőszigetelt "kockaház" helyezkedik el. A felújított épületen ugyan csak 8 cm hőszigetelést helyeztek el, de mégis szembetűnő a különbség, hogy mennyivel hidegebb a homlokzati fal, mint a másik három "kockaházon". Tehát mindenképp megéri hőszigetelni, de csakis szakszerűen.

6.10 Miért érdekesebb vastagabb hőszigetelést elhelyezni, ha már hőszigetelünk

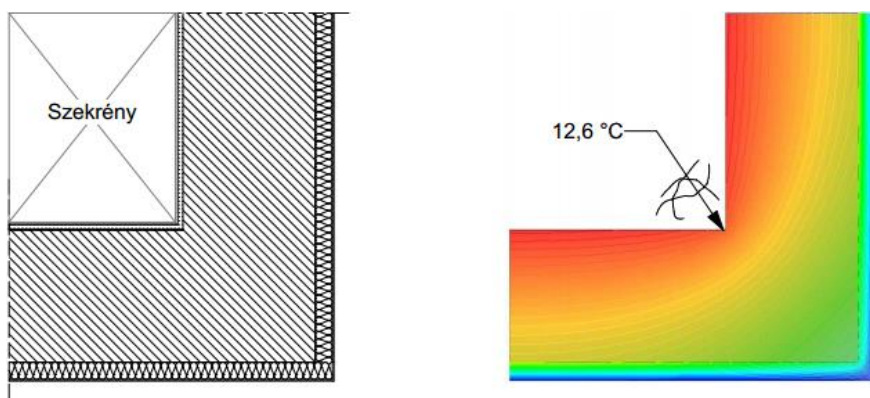
Egy meglévő, felújítás előtt álló épület falsarkában, ami előtt egy szekrény helyezkedik el, (27. ábra) megközelítőleg 6,8 °C-os belső felületi hőmérséklet uralkodik. Ilyen hőmérsékletnél a pára lecsapódása miatt penészedéssel kell számolni.



27. ábra Kevéslyukú téglafalazat belső felületi hőmérséklete felújítás előtt (előtte szekrénnel)

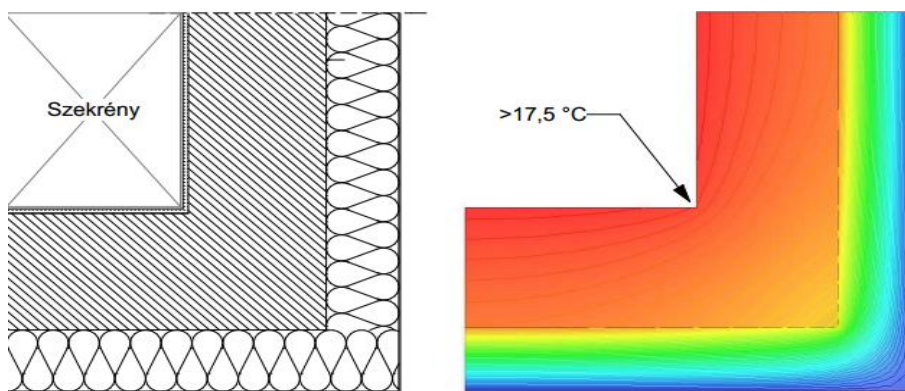
A 28. ábra egy hagyományos felújítást mutat, melynek során legfeljebb csak 5 cm hőszigetelés kerül a falazatra vagy esetenként még annyi sem. Úgy gondolom, hogy ez a legrosszabb megoldás, mivel a falsarokban lévő felületi hőmérséklet ugyan megemelkedik, de

mivel az egész épületet hőszigeteltük a hőhidas szerkezet nem lesz összhangban az adott szerkezetrész belső felületi hőmérsékletével. Így azon a helyen alacsonyabb hőmérséklet alakul ki, és a helyiségben lévő levegő nedvességtartalma a felületen kicsapódhat. A hőszigetelés és az ablakcsere hatására magasabb belső hőmérséklet alakul ki az épületben, ami magával vonja azt, hogy a páratartalom is jelentősen megnő. Nem megfelelő szellőztetés mellett akár azok a falak, födémek is jelentősen penészesedhetnek, amelyek a felújítás előtt nem.



28. ábra Kevéslyukú téglafalazat belső felületi hőmérséklete hagyományos felújítással 5 cm EPS (előtte szekrénnel)

Hatékony felújítás mellett viszont - ha nagy vastagságú hőszigetelés kerül a falazatra - már a falazat hőmérséklete is nagyobb lesz. Így a falazatban lévő azon szerkezeti elemeket, amelyek a hőhidat képezik (például áthidaló, koszorú), a falazat felmelegíti, így azokon már páralecsapódás nem alakulhat ki (29. ábra).



29. ábra Kevéslyukú téglafalazat belső felületi hőmérséklete hatékony felújítással 20 cm EPS (előtte szekrénnel)

7 Nyílászárók hőátbocsátása és szigetelése

7.1 Nyílászárók szigetelése vagy cseréje

A nyílászárók esetében a hőveszteség két formában jelentkezhet:

- A filtrációs hőveszteség, amely a szárnyak, a keret és a falazat közötti réseken megy végbe.
- Az ún. transzmissziós hőveszteség, amely az üvegezésen és a keretszerkezeten hővezetés és -hősugárzás formájában lép fel.[19]

Mivel az üvegtáblák vastagsága meglehetősen kicsi - ezzel együtt viszont a hővezetési tényezője nagy - a hővezetési ellenállás gyakorlatilag elhanyagolható.

Ha az ablakszerkezetünk közt légréteg van, akkor abban összetett hőátviteli jelenség zajlik le. A "kockaházakban" elhelyezett nyílászárók általában előregedett palló- és kapcsolt gerébtokos, illetve egyesített szárnyú ablakok. Ezeknek az ablakoknak a légzárása meglehetősen rossz. Télen ezért is látható hogy a két szárny közé rongyokat helyeznek el, hogy a hideg ne „essen be a térbe”. Az „U” hőátbocsátási tényezője nagyjából $5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ennek a fele a filtrációból, fele pedig a transzmisszióból tevődik össze.²²

Felmerülhet a kérdés, hogy mindenképp ki kell-e cserélnünk a régi nyílászárót, vagy elég csak javítani. Az épület hőveszteségének a 25%-a az ablakokon keresztül történik. Ez egy kapcsolt geréb tokos ablaknál a filtráció miatt akár 30-35% is lehet. Az utca zaja is egyre zavaróbb lehet, mivel az a hézagokon keresztül a lakásba jut. Azonban a cserével új épületfizikai problémák merülhetnek fel. A fokozott légzárás miatt a belső térben megemelkedett hőmérséklet több párárt tud felvenni, ami a hőhidas részeken lecsapódhat. Nyílászáró csere esetén erre fokozottan figyelni kell.

A vizsgált épületemnél az ablakoknál az infiltráció okoz jelentős problémát. A régi kapcsolt geréb tokos ablakoknál jelentős huzathatás alakul ki, mivel minden nyílászárónál rosszak a tömítések.

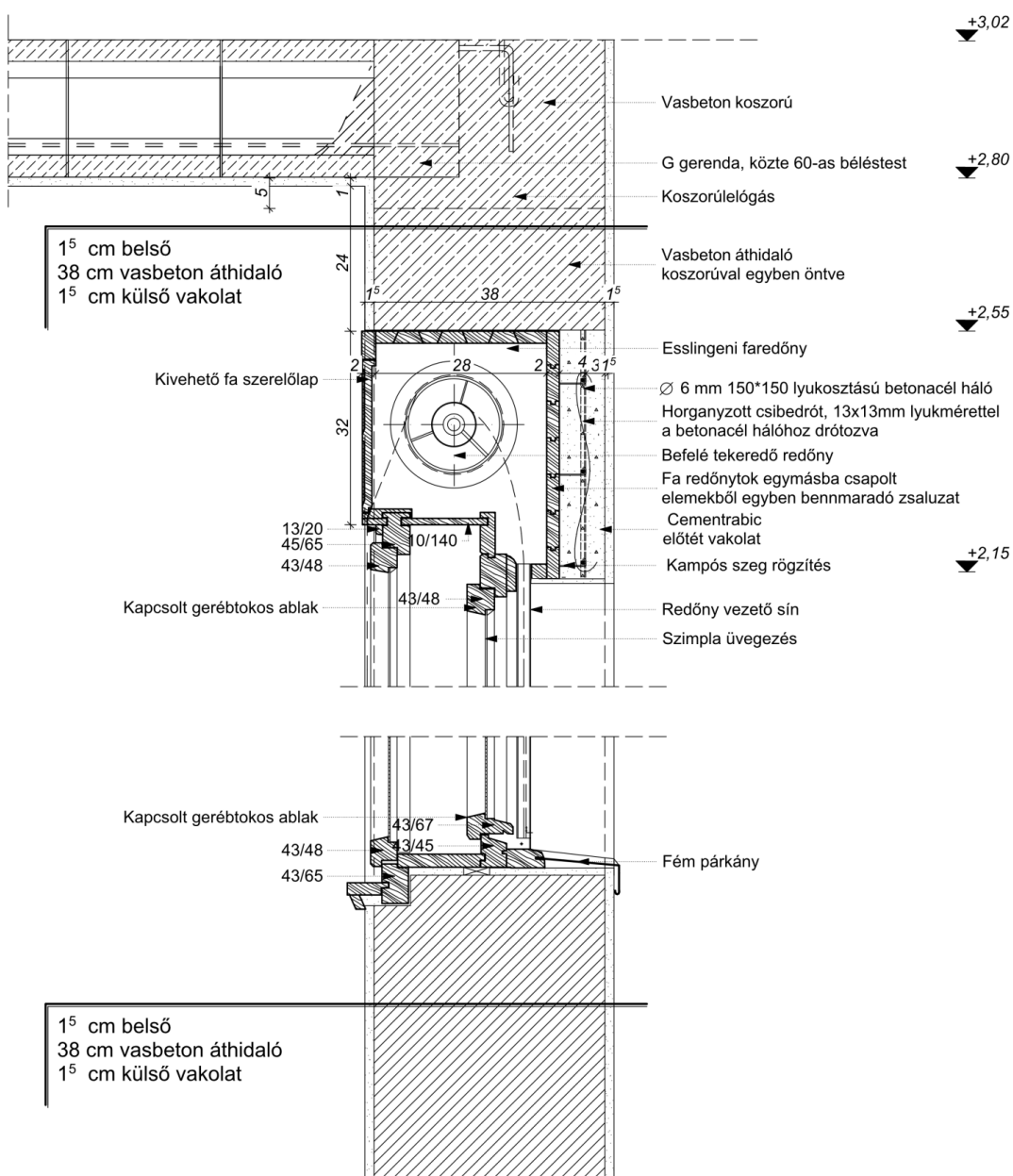
7.2 A kapcsolt geréb tokos ablak, a cserélni javasolt szerkezet

Szinte az összes "kockaházba" ilyen ablak került beépítésre. Az ablakok két vagy több szárnyból állnak, nagyon sok méretben és osztási változatban készültek. Legjellemzőbb tulajdonsága, hogy a külső szárny is befelé nyílik. A tok, szárny és a fal csatlakozását,

²² Energiaklub:Hol szökik az energia?

valamint a gyakori méreteit a (61. ábra) mutatja. A Sok helyen látható még ilyen nyílászáró. Az ablakszerkezet hőátbocsátási tényezője: $U = 2,8-3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A kamra, illetve a fürdő ablakokra mindig egyszárnyú redőny nélküli nyílászáró került. Ezeknek a szerkezetei fából készültek, amely az idő múlásával rengeteget vetemedett, valamint kiszáradt, aminek következtében nagyon rossz a légzárása is. Az U hőátbocsátási tényezője pedig rendkívül magas, mivel nincs két ablakszárny, amely közt relatíve nyugvó levegő helyezkedhetne el: $U = 5-6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

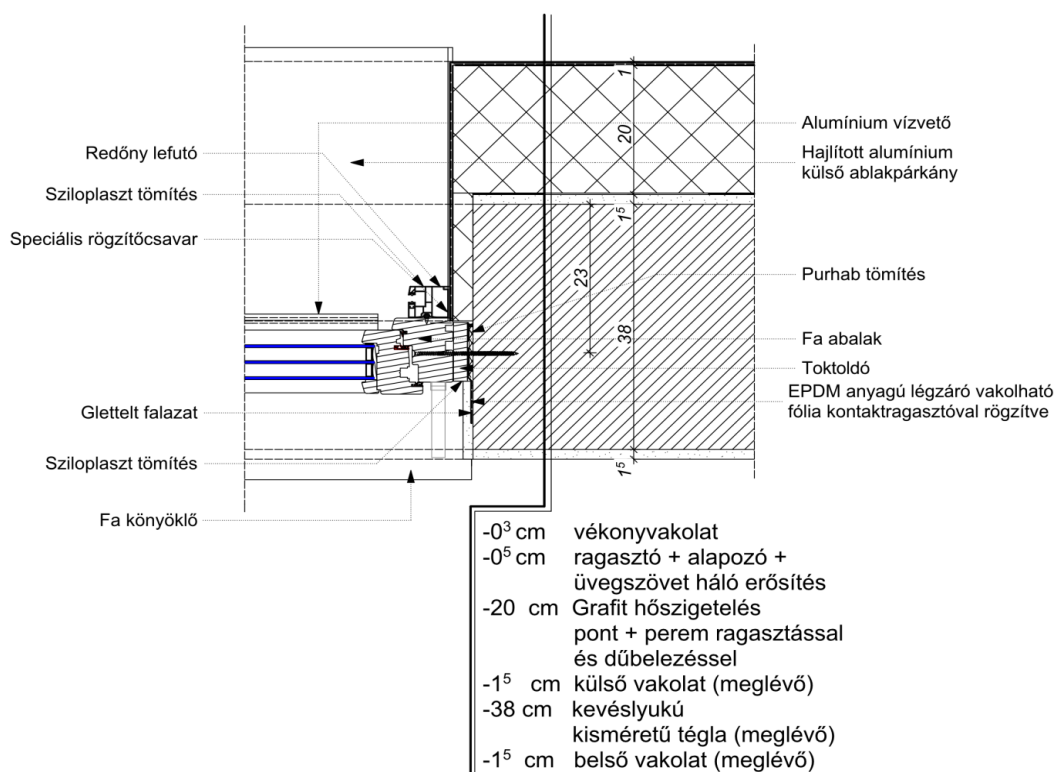


30. ábra Kapcsolt geréb tokos ablak $M=1:10$
(vizsgált épületen)

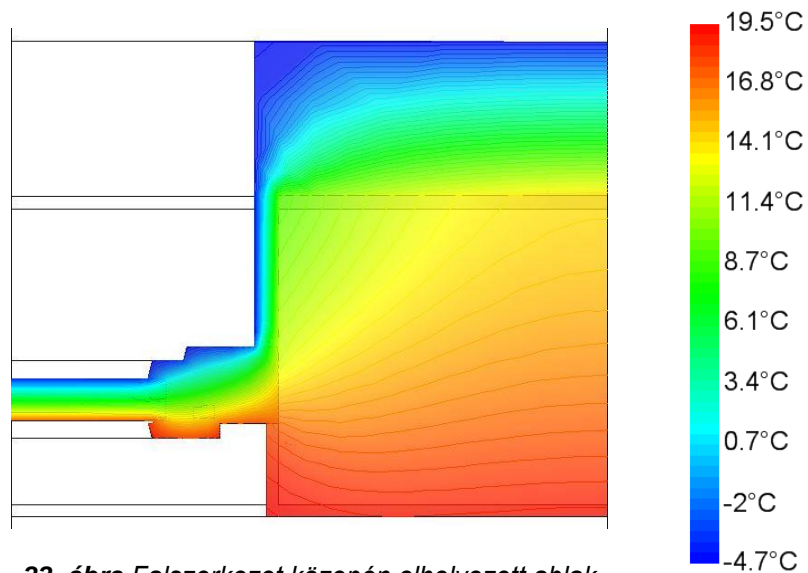
8 Különböző ablak és redőny beépítési módok összehasonlítása beépítés, energetika alapján és az optimális kiválasztása

8.1 Beépítés falközépen befele tekeredő redőnyrel

Felújítás, illetve utólagos hőszigetelés szempontjából a legelőnytelenebb ablakbeépítés a falszerkezet közepén elhelyezett nyílászáró. Ebben az esetben csak egy keskeny, körülbelül 3 cm vastag hőszigetelés fordítható be a tokszerkezethez anélkül, hogy jelentősen csökkentenénk a bevilágító felület nagyságát (31. ábra). A 32. ábrán jól látható, hogy a falsarokban jelentősen lehül a szerkezet, és az ablakszerkezetnél egy nagyon komoly vonalmenti hőhíd képződik, amellyel mindenképpen számolni kell egy energetikai számítás során, mert jelentős energia vesz kárba.



31. ábra Falszerkezet közepén elhelyezett ablak oldalsó csomópont M=1:10



32. ábra Falszerkezet közepén elhelyezett ablak izotermái

Előny

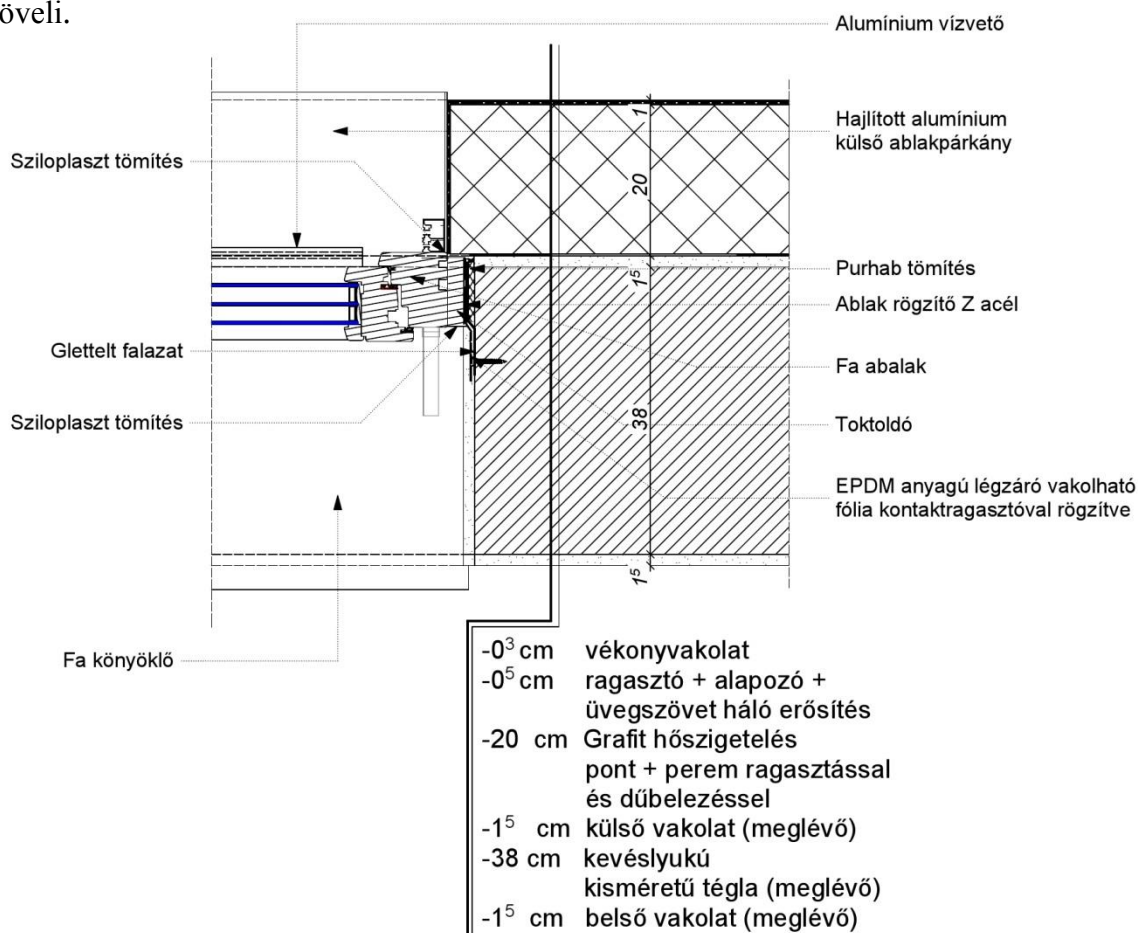
- Utólag végezhető hőszigetelés
- Jó hangszigetelés
- Jó légzárás
- Egyszerű rögzíthetőség (tokon keresztül csavarozás)
- Toktoldó nem szükséges

Hátrány

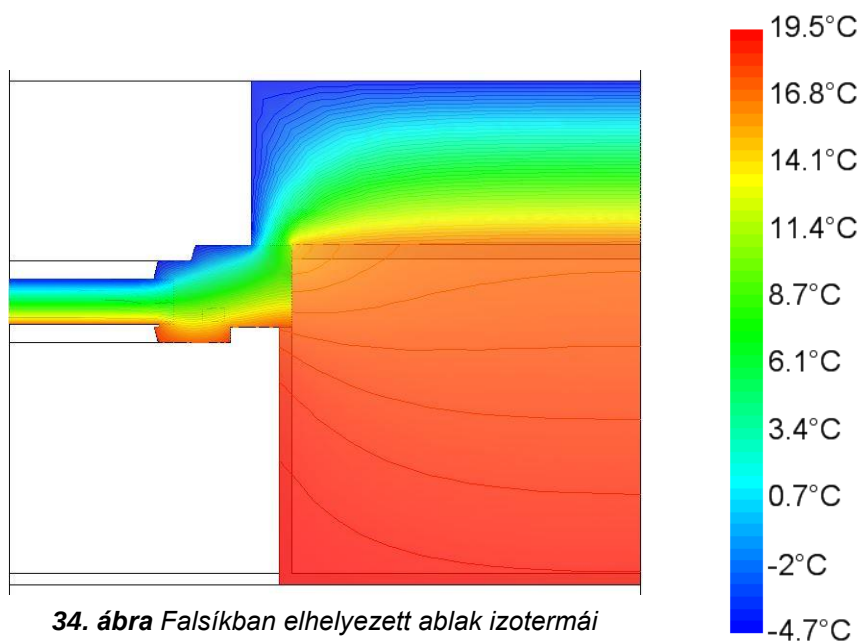
- Vékony beforduló hőszigetelés
- Nagyobb árnyékolás (mélyen lelógó redőnytok miatt)
- Vonalmenti hőhíd kialakulása, ezáltal sokkal hidegebb tokszerkezet
- Keskeny könyöklő
- Nagy ablakpárkány, melyhez kiegészítő szerkezet kell

8.1.1 Ablak a fal külső síkján elhelyezve

Ez a beépítés már sokkal jobb, mint az előző. A 34. ábrán jól látható, hogy kismértékű, vonalmenti hőhíd alakul ki az ablaktok és a falszerkezetnél. Ezen a helyen az izotermák besűrűsödnek. A Ψ -értéke $\psi=0,15 \text{ W/mK}$, ami a beépített ablak hőátbocsátási tényezőjét megnöveli.



33. ábra Falsíkban elhelyezett ablak oldalsó csomópont M=1:10



34. ábra Falsíkban elhelyezett ablak izotermái

Előny

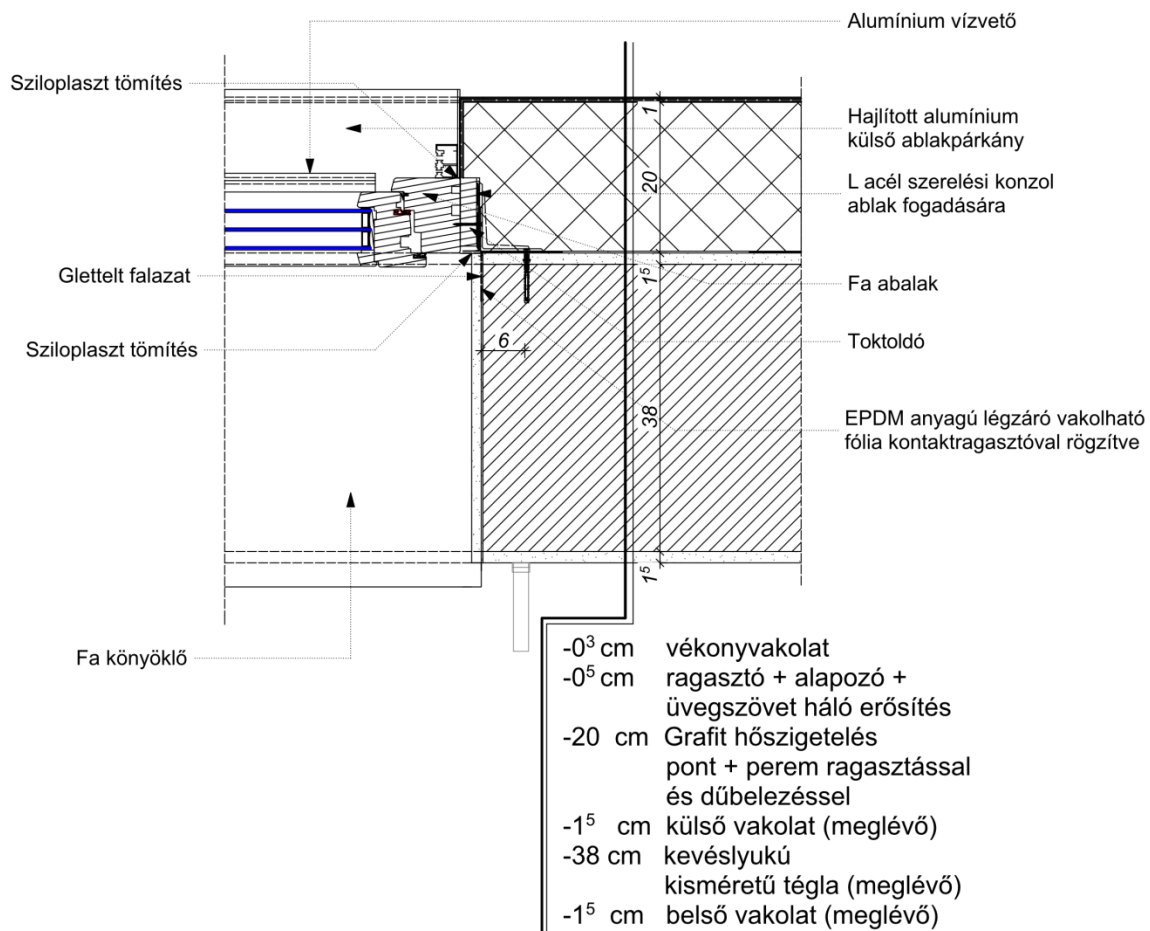
- Melegebb falsarok
- Jó hangszigetelés
- Jó légzárás

Hátrány

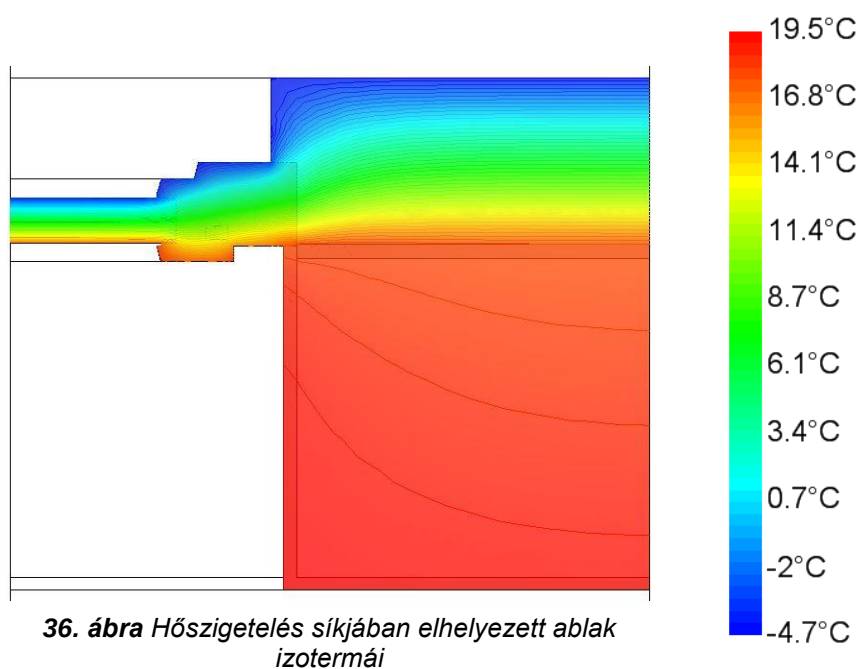
- Toktoldó szükséges
- Izotermák besűrűsödnek a hőszigetelés és a tok találkozásánál
- Csak ablakcserével együtt lehet hőszigetelni
- Árnyékolás nagyobb

8.1.2 Hőszigetelés síkjában elhelyezett ablak

Optimálisabb beépítés, mivel a 36. ábrán jól látható, hogy nem alakul ki vonalmenti hőhíd mint a 34. ábrán. Nagyon fontos, hogy a keretrászigetelés is megtörténjen. Ökölszabály szerint 5 cm-t takarjon a hőszigetelés a keretre. Hátránya, hogy csak a hőszigeteléssel egy időben végezhető el. Ennél a beépítésnél a Pszi-értéke $\psi=0,005 \text{ W/mK}$. Látható, hogy a vonalmenti hőhíd szinte teljesen lecsökkent. Az izotermák a hőszigetelésből csak kismértékű besűrűsődéssel futnak tovább az ablakszerkezetben. Ezeknél a beépítéseknél az is nagyon fontos, hogy mindig alkalmazzunk keretszigetelést. Ha már a hőhidak hatását ennyire kiküszöböltük, akkor ne vesszen kárba hő filtrációval. A keretszigetelés egy mindét oldalán öntapadós EPDM anyagú vakolható fólia, amit a beépítés során először a tokszerkezetre ragasztanak fel, - majd ha az ablak a helyére került - akkor a glettelt téglafalhoz ragasztják a szalag másik felét (35. ábra).



35. ábra Hőszigetelés síkjában elhelyezett ablak oldalsó csomópont M=1:10



8.2 Nyílászárók tömítése

Nagyon súlyos hiba nyílászáró beépítéseknél a nyílászáró tömítetlen lég-és páraáteresztő csatlakoztatása a falazathoz. Ha az elhelyezési hézagot csak poliuretán habbal töltik ki, az a légzárást még nem oldja meg, csak a hőszigetelést. Az ablakszerkezetek beépítésénél lég- és párazáró fóliák beépítése is elengedhetetlen, hogy elkerülhetőek legyenek a hőhidak és a nedves eredetű károsodások (37. ábra).

Sokan úgy gondolják, hogy ezek a beépítési hézagok nem okoznak nagy hőveszteséget, de egy magas Pszi értékű fuga minden ablakkerületnél egy alacsony energiájú háznál, ugyanúgy viselkedhet, mint egy „tömítetlen rész”.



37. ábra Hőhidas ablak



38. ábra Öntapadós fólia tekercsben



39. ábra Öntapadós fólia beépítés

Ezt a beépítési módot olyan épületeknél célszerű alkalmazni, amelyek a városi, zajos, forgalmas utaktól messzebb épületek fel. Ennek a beépítésnek az a nagy hátránya, hogy akusztikailag gyengébb, mint a falszerkezet közé helyezett ablak. A tok és a téglafal sarkosan illeszkedik. Az elhelyezési hézag tömítése a tok és a hőszigetelés között lehetséges, ahol akusztikai szempontból kevésbé hatékony, mint a tok és a téglafal között.²³ Ezért a forgalmas főutakra épült "kockaházakhoz" semmiképp nem ajánlom ezt a beépítést.

²³ Leier konferencia 2014 előadás

Előny

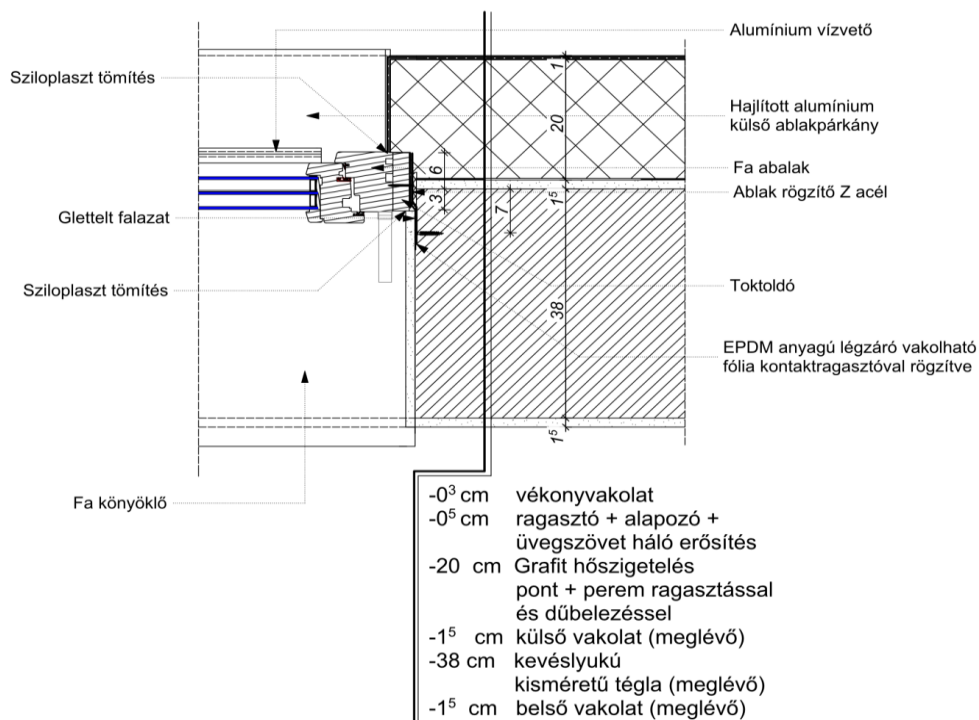
- Melegebb tokszerkezet
- Kisebb árnyékolás a kisebb redőnytok miatt
- Nincs vonalmenti hőhíd
- Falszerkezetnek csak tartószerkezeti szerepe van
- Az izotermák a tokban folytatódnak kicsi besűrűsödéssel
- Kisebb árnyékolás

Hátrány

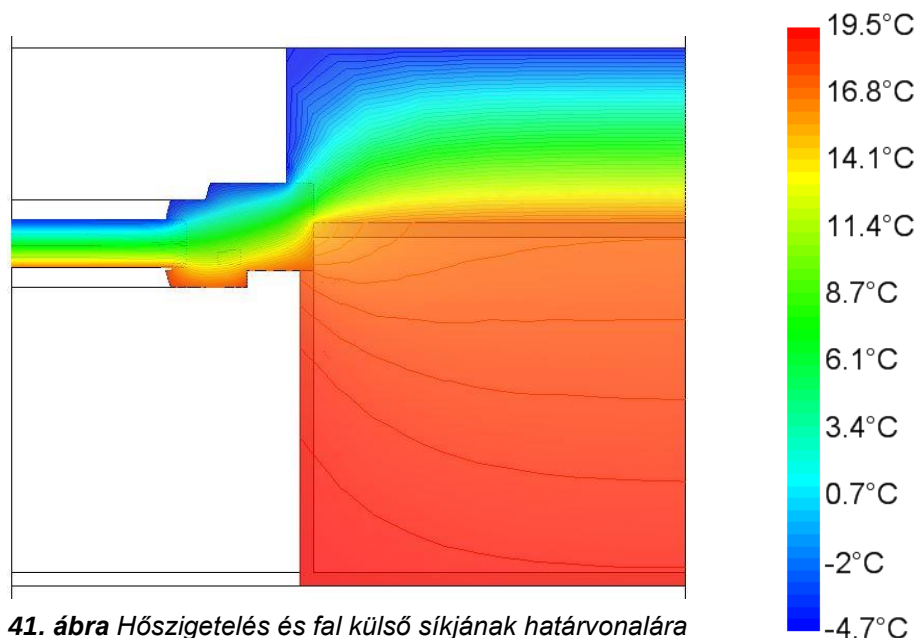
- Toktoldó szükséges
- Csak ablakcserével együtt lehet hőszigetelni
- Gyengébb akusztika
- Külön rögzítőszerkezet szükséges, (L acél)

8.2.1 Hőszigetelés és fal külső síkjának határvonalára tengelyesen elhelyezett ablak

Legoptimálisabb beépítés. A 76. ábrán látható, hogy az izotermák még nem sűrűsödnek be, hanem folyamatosan tudnak tovább futni a tokszerkezetben. Hasonlóan, mint az előző példánál fontos, hogy a keretszigetelés megtörténjen és megfelelően tömítsük az ablakot. Hátránya, hogy csak a hőszigeteléssel egy időben végezhető el, viszont az árnyékoló hatás csökken.



40. ábra Hőszigetelés és fal külső síkjának határvonalára tengelyesen elhelyezett ablak M=1:10



41. ábra Hőszigetelés és fal külső síkjának határvonalára tengelyesen elhelyezett ablak izotermái

Az 40. ábrán látható, hogy az ablakszerkezet félig a falra, illetve a hőszigetelésre takar. Így a hangszigetelése jelentősen javul a szerkezetnek és külön L acél szerelési konzolokra sincs szükség, csupán elég ablaktartó Z acél, ami jelentősen könnyíti a kivitelezésen. Az ablak felett elhelyezkedő redőnytöket a vasbeton áthidalóhoz kell rögzíteni, de látható a 40. ábrán, hogy ennél a beépítésnél a legjobb a benapozása a helyiségnek, mivel a redőnytök nem csökkenti az ablak méretét.

Úgy gondolom, hogy ez a legalkalmasabb beépítési mód a kockaházakhoz, mivel akusztikailag sokkal jobb, mint a hőszigetelés síkjába helyezett ablak, viszont energetikailag megegyezik vele. Azáltal, hogy az ablak tengelyesen helyezkedik el a fal és a hőszigetelés síkján, a falnál lehet rendesen tömíteni, a hőszigetelésből pedig az izotermák besűrűsödés nélkül futnak tovább a tokban.

Egy felújításnál azt is mérlegelni kell, hogy a zajos, forgalmas, főutcára épült családi házakhoz egy megfelelő nyílászáró beépítés társuljon, hogy az jó hő illetve hangszigetelésű ablakszerkezet maximálisan teljesítsen.

Előny

- Melegebb tokszerkezet
- Kisebb árnyékolás
- Nincs vonalmenti hőhíd
- Akusztikailag előnyösebb beépítés
- Az izotermák a tokban kisebb besűrűsödéssel folytatódnak

• **Hátrány**

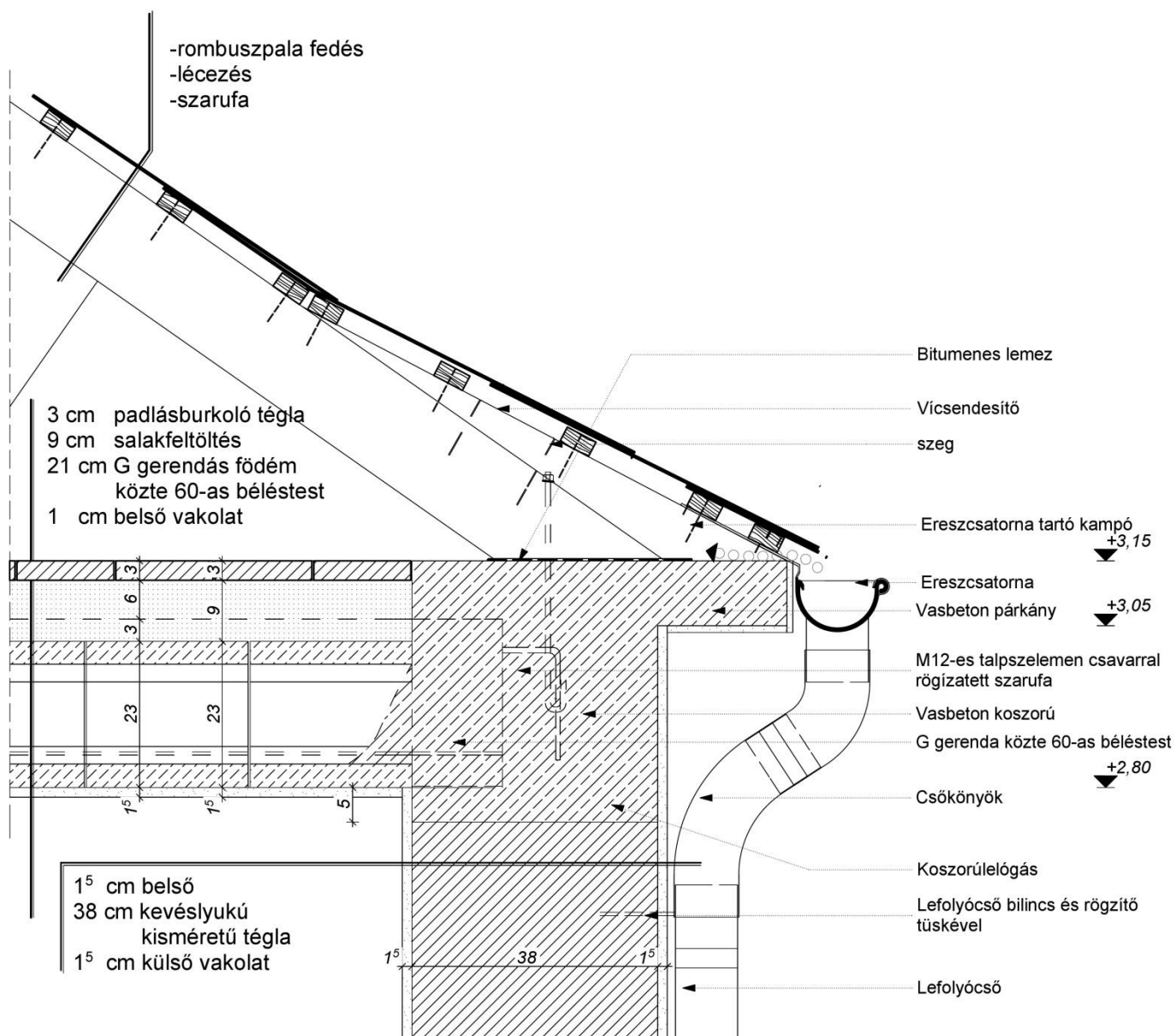
- Toktoldó szükséges
- Csak ablakcserével együtt lehet hőszigetelni
- Külön rögzítőszerkezet szükséges (Z-acél)

9 Meglévő koszorú csatlakozás átalakítása

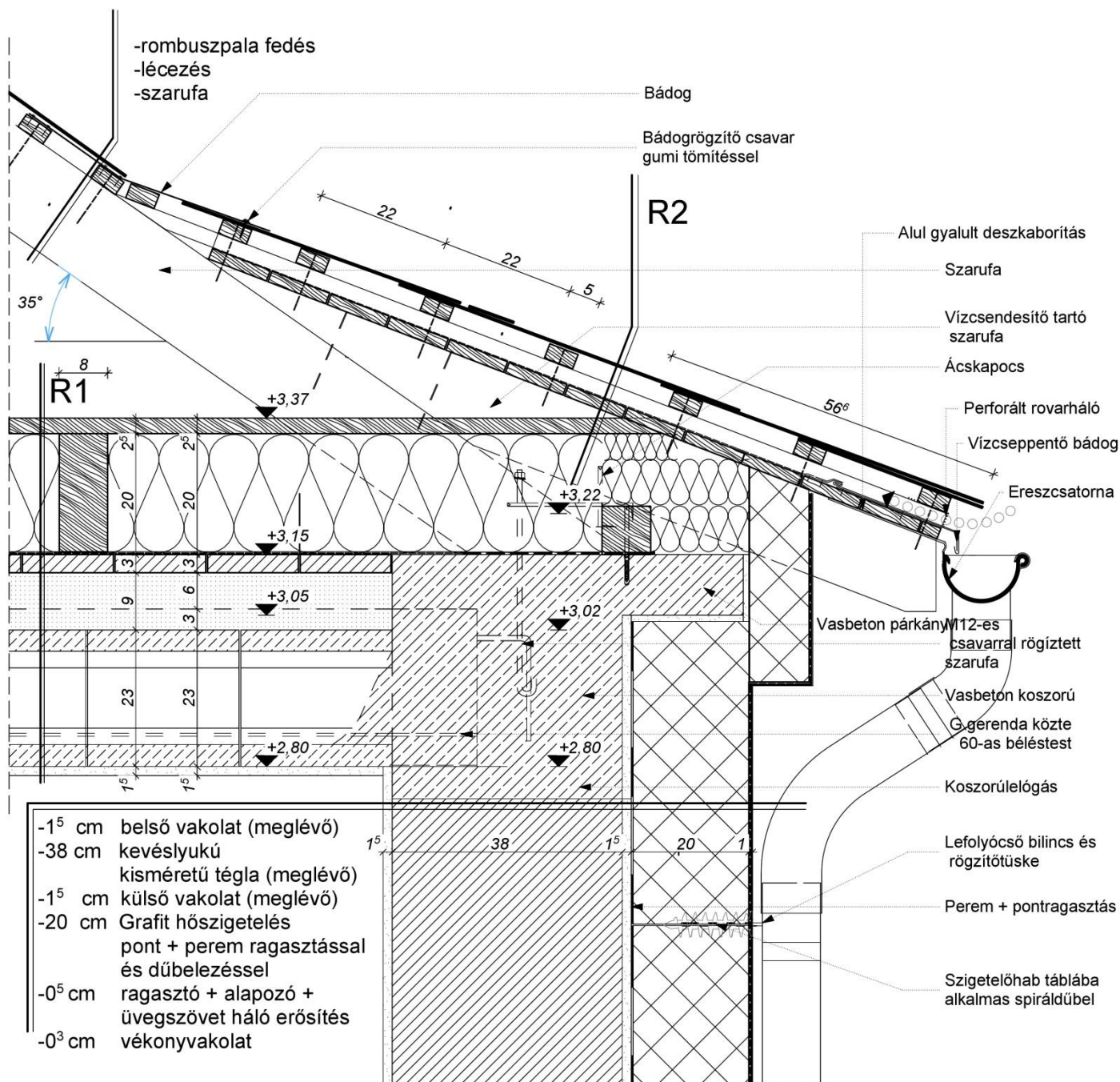
9.1 A vizsgált épület koszorú kialakítása

Az 42. ábrán látható a vizsgált "kockaház" koszorú csomópontja. Nagyon érdekes, mivel szembetűnő, hogy nincs talpszelemen, hanem csak a koszorúra ülnek rá a szarufák, melyek a koszorúból kiálló csavarokkal vannak rögzítve. A legtöbb "kockaháznál" a koszorúból kiálló vasbetonpárkányra lehetünk figyelmesek. Ezzel oldották meg azt, hogy ragalja kifalazást nem kellett készíteni. A csomópontom átalakításánál ezt a párkányt meghagytam, és körbeszigeteltem. Mivel a párkány hosszvasakkal és kengyelekkel csatlakozik a koszorúhoz, így ennek eltávolítása, levágása "leütése" is sok pénzt emésztene fel. A tetőn rombuszpalafedés látható. Az indító sorban duplán helyezkednek el a palák.

Az átalakítás során (43. ábra) az esőcsendesítőt kell megbontani és átalakítani. Így létrejön egy laposabb és nagyobb ereszkilógású vízcsendesítő, ami szebb is. A szarufa végéhez egy 10x10-es talpszelement rögzítenék a koszorúhoz, és ácskapcsokkal a szarufákhoz. Erre ülne rá a vízcsendesítő szarufája, amelyet facsavarral vagy átmenő csavarral a meglévő szarufához is rögzítenék. Mivel meglehetősen alacsony a hajlásszöge a vízcsendesítőnek, ezért - hogy a belső hőszigetelést védjem a bejutó nedvességtől-porhótól, - a szarufára deszkázat kerül. Erre a deszkázatra rögzíteném a párazáró fóliát, majd erre kerül az ellenléc, illetve palaléc és a meglévő palafedés. A felmérések során a palát nagyon jól zárónak találtam, és a fedélszerkezet faanyaga is nagyon jó állapotban volt, ezért úgy gondolom, hogy a tetőszerkezetet és a fedést sem kell újjáépíteni.



42. ábra Vizsgált épület meglévő koszorú és tető kialakítása M=1:10



R1

- 2⁵ cm fenyőfa deszkázat
- 20 cm szál as hőszigetelés pallóváz közép fektetve
- 1 rtg párazáró fólia
- 3 cm padlásburkoló tégl (meglévő)
- 9 cm salakfeltöltés (meglévő)
- 21 cm G gerendás földem (meglévő)
- közte 60-as béléstest (meglévő)
- 1 cm belső vakolat (meglévő)

R2

- pala fedés meglévő újrarakva
- pala lécezés 5/2,5 cm
- ellenlécezés
- porhó elleni fólia
- 2 cm alul gyalult deszkaborítás
- vízcsendesítő tartó szarufa új
- szarufa (meglévő)

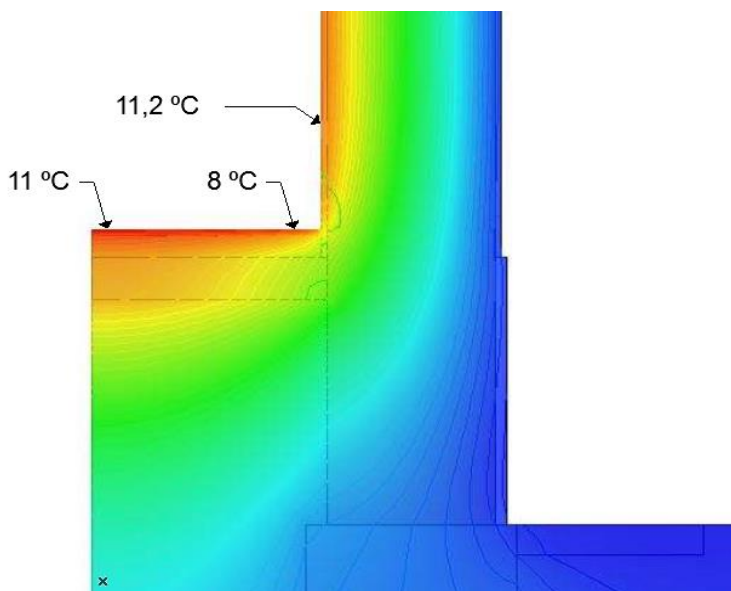
43. ábra Vizsgált épület koszorú és tető csomóponti átalakítása M=1:10

10 Lábazati csomópont átalakítása

A "kockaházaknál" vagy kisméretű tömör téglából vagy betonból készítették a lábazatot. Az építkezési törmeléket, az alapozásból kitermelt földet töltötték ide. A lábazatot szinte minden egyes épület felújítása során kifelejtik a hőszigetelendő épületszerkezetek köréből. Pedig ez nagyon súlyos hiba! Erre nagyon jó példa az 27. ábra. A falazatot hőszigetelték, viszont a lábazatot nem. A hőkamerás felvételen az úgy világít, mint egy ablak. Általában a vizsgált ház típusok lábazatán kőburkolat található, amitől mindenképp meg kell szabadulni. A téгла vagy beton lábazatra célszerű közvetlenül hőszigetelni. Kialakítható indítóprofilról induló hőszigetelés. A lábazati indítóprofil a falazatra csavarozzák, és erről indul a hőszigetelés felfelé. Alulról egy butil fugatömítő szalaggal ehhez csatlakozik az XPS lábazati hőszigetelés, amelyet mindenképp lábazati vékonyvakolattal kell ellátni, hogy időtálló legyen. Kialakítható az indításín nélküli lábazat. Ennek előnye, hogy elkerüljük a sín által okozott hőhidat. A lábazati vékonyvakolatot és a színvakolatot megfelelően kell elválasztani! Fontos, hogy körben a lábazatnál 50 cm magasságig XPS hőszigetelést kerüljön beépítésre.

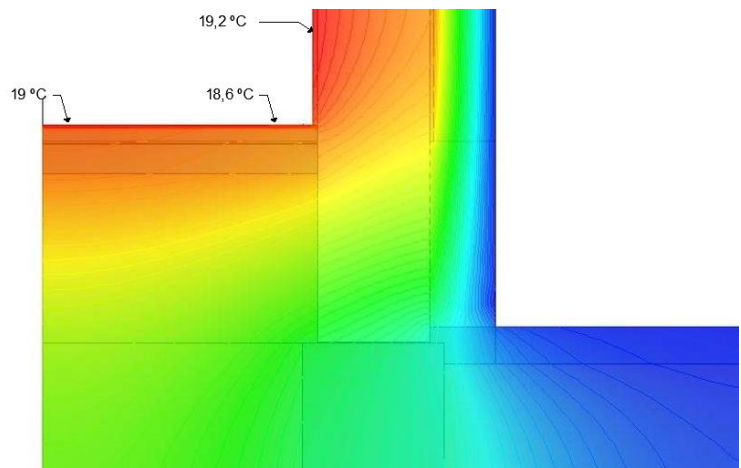
10.1 Lábazat kialakítás belső padló hőszigeteléssel

A padlóhoz nem nyúltam, hanem a meglévő padlót meghagytam a költséghatékonyság érdekében. Úgy gondolom, hogy a vastag 22 cm-es lábazati hőszigetelés elég ahhoz, hogy a padló szerkezetéhez ne kelljen hozzányúlni. A 44. ábrán látható a meglévő állapot. Rendkívül hidegek a felületek, amit a hőkamerás felvétel is bebizonyított. Hőszigetelni mindenképp kell, mert ezeken a felületeken a pára hamar lecsapódik és megjelenik a penész.



44. ábra Meglévő padló szerkezet izotermái

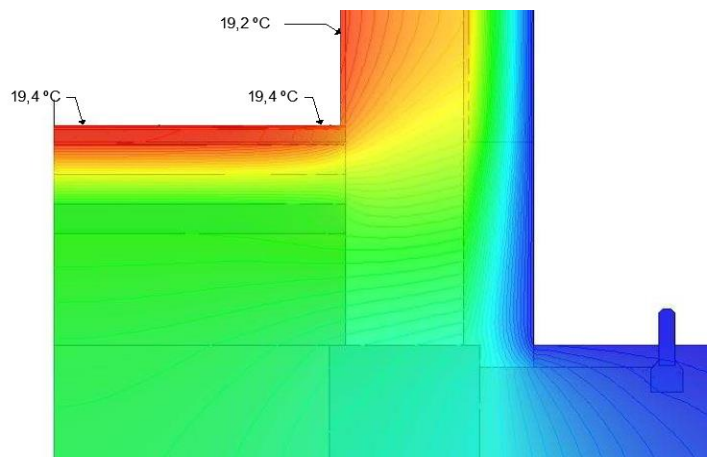
A 45. ábra egy hőszigetetlen padló szerkezetet mutat be. Látható, hogy a belső felületi hőmérsékletek elég magasak ahhoz, hogy a kondenzáció ne alakuljon ki, azonban a lábnak is kellemes hőmérsékletű legyen a padló. Az izotermák mutatják, hogy a szerkezet felmelegedését. Padló szerkezet alatti réteg a feltöltés, illetve földréteg.



45. ábra Csak lábazati hőszigeteléssel ellátott padló szerkezet izotermái

Úgy gondolom, hogy itt nem lép fel jelentős hővesztés.

A 46. ábra egy hőszigetelt padló szerkezetet és annak izotermáit ábrázolja. Látható a felületi hőmérsékleten, hogy az előzőhöz képest nincs nagy különbség. Ezért úgy gondolom, hogy gazdaságossági szempontból a padlót csak olyan esetben célszerű hőszigetelni, ha a falazatot utólag vízszigetelni kell, vagy a padló szerkezet elavult.



46. ábra Hőszigetelt padló szerkezet

Mivel a vizsgált épületnél a padló szerkezet megfelelő, és vízszigetelés is készült, ezért úgy gondolom, hogy a padló szerkezet felújításának költségéből inkább a fűtést korszerűsíténém, mert ezzel sokkal több energiát tudok megspórolni, mintha a padlót cseréltem volna ki.

10.2 Hőhidas előlépcső szerkezet

Úgy gondolom, hogy egy energetikai felújításnál mindenképpen oda kell figyelni minden lehetséges hőhídra. Ez alól az előlépcső sem kivétel. Az összes kockaház rendelkezik előlépcsővel, mivel meg van emelve az épület. Ezek a szerkezetek mindig el vannak repedve a bejáratnál, mert máshogy süllyednek. Ezért úgy gondolom, hogy az energetikai felújítás során fontos az előlépcsők cseréje, korszerűsítése is.

A legmegfelelőbb megoldás az, hogy az egész szerkezetet el kell bontani és az épülettől teljesen függetlenül kell felépíteni, elhúzva attól fél méterre. Így a hőszigetelést a lábazaton körbe lehet vezetni. Majd a terasz és a bejárat összekapcsolható egy "hídszerkezettel". Így a két szerkezet külön tud majd mozogni.

Az épület korszerűsítéséhez kiválasztott és alkalmazni kívánt szerkezetek:

- 22 cm XPS lábazati hőszigetelés
- 20 cm GRAFIT hőszigetelés
- Ragasztótárcsás dűbelezés
- Pallóváz közé helyezett hőszigetelés
- 3 rétegű hőszigetelt nyílászárók
- Hőszigetetlen padló

11 Gépészeti korszerűsítés

Számításaim alapján gépészeti korszerűsítéssel nagyságrendileg 60 kWh/m²-rel több energiát lehet megspórolni a felújítás során, mintha a padlószerkezetet korszerűsítenénk. Úgy gondolom, hogy egy család sokkal könnyebben belevág egy gépészeti korszerűsítésbe, mint egy teljes aljzatszerkezet cserébe, mert egy aljzatcserénél teljesen lakhatatlanná válik az épület, míg egy gépészeti korszerűsítés sokkal könnyebben megoldható. Ezért ajánlom a gépészeti felújítást a padló hőszigetelés helyett, mert nagyságrendileg azonos árban van a kettő.

A gépészeti korszerűsítés során egy olyan rendszer kiépítését ajánlom, amely egy fa és egy gáztüzelésű, kombi gázkazánból áll, melyekhez kapcsolódik egy puffertároló. Ezt a rendszert később lehet napkollektoros fűtéssel is bővíteni. Semmiképp nem ajánlom azt a megoldást, hogy csak gázkazán legyen egy épületben, mert a szilárd tüzelés lehetőségét mindenképpen érdemes megtartani. Minden "kockaház" rendelkezik kéménnyel, ezért azt külön nem is kell építeni, elég egy béléscső elhelyezése a kéményben és ráköthető a fatüzelésű kazán. A gázkazán kéménye pedig elvezethető az oldalfalra, vagy külön a tetőre.

Többnyire minden "kockaházban" vagy nyitott égésterű bojler, vagy elektromos bojler termeli a melegvizet, ezeket mindenképp cserélni kell. A korábbi azért, mert a nyitott

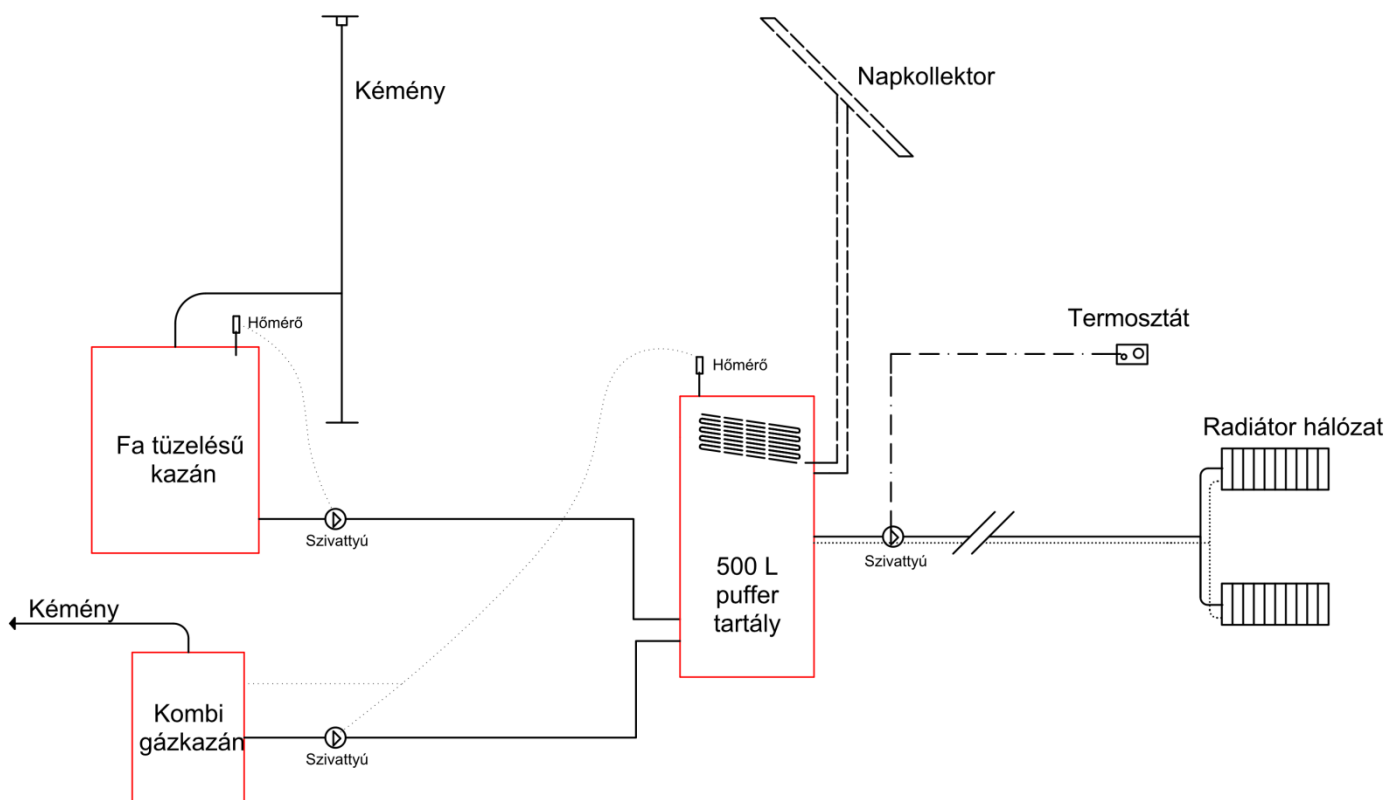
égésterű bojler belső térből vonja el az oxigént és azáltal, hogy nyílászáró cserét hajtottunk végre az épületen, már nem szellőzik úgy át a ház. Az elektromos bojler pedig rendkívül energiapazarló.

11.1 Rendszer működése

A rendszer működési elve az, hogy ha fatüzelésű kazán üzemel, és felfűti a puffertartályban lévő vizet, akkor a gázkazán fűtési oldala kikapcsolt állapotban van, csak a használati melegvíz ellátását biztosítja. A fatüzelésű kazán felfűti a puffertartályban lévő vizet és egy szivattyú az abban keletkező melegvizet keringeti a fűtési hálózatban. A kazánban elég reggel és este megrakni a tüzet és akkor is elég meleg lesz a víz a tárolóban.

A gázkazán csak akkor melegítené a puffertárolóban lévő vizet ha:

1. manuálisan bekapcsoljuk
2. vagy a puffer tartályon lévő hőmérő érzékeli, hogy hány fokos a víz a tartályban, és ha az egy adott hőmérséklet alá esik, akkor bekapcsolja a gázkazánt és a szivattyút (90. ábra)



47. ábra Gépészeti rendszer kiépítése

Később egy napkollektor is ráköthető a tartályra, hogy a napenergiát is hasznosítani lehessen, mert már 280.000Ft-ból kiépíthető egy napkollektoros rendszer (47. ábra).

A rendszer bekötéséhez mindenképp ajánlom a teljes csővezeték és fűtőtest cserét, mert a régi öntöttvas radiátorokban hatalmas mennyiségű víz kering, és a gázkazános rendszerben kis vízmennyiséggel és sokkal kisebb hőfoklépcsővel üzemeltethetők, mint a régi rendszerek, és ez gazdaságosan nem oldható meg nagy vízmennyiséggel. A gépészeti korszerűsítés 1.366.857 Ft-ba kerül, ez tartalmazza az összes járulékos költséget, (részletes tételes költségvetés a mellékletben található).

Úgy gondolom, hogy egy ilyen komoly mértékű gépészeti korszerűsítést érdemes végrehajtani egy kockaházon, mert sok energiát meg lehet vele spórolni, ezenfelül mégsem olyan drága, mint egy hőszivattyú, és a megtérülési idő is sokkal rövidebb.

12 Energetikai számítás a meglévő és a korszerűsített épületre

Az energetikai számítás során, WinWatt programot használtam. Elvégeztem egy számítást a meglévő családi házra korszerűsítés előtt, majd a korszerűsítés után. Ezek a számítások a III-IV mellékletben találhatóak. A meglévő épület energiafelhasználása 446.9 kWh/m²év. Ezzel az energiafelhasználással a "G" osztályba sorolható az épület, tehát az átlagost megközelítő, de annál rosszabb tartományba. A mai követelményeknek már egyik szerkezete sem felel meg.

Energetikai számítás átalakított családi házra: **I. számú melléklet**

Korszerűsített családi ház:

A számítást elvégezve arra az eredményre jutottam, hogy az épület energiafelhasználását a negyedére lehet csökkenteni ezzel az átalakítással. Ami jelentős mennyiségű energiamegtakarítást eredményez a lakóknak, és a környezetszennyezést is nagymértékben csökkenti.

A számításban minden rétegrend megfelel az elvárásoknak, ami látható a diagramokon is. Egyedül a földszinti padlónál jelez páralecsapódást a program. Ez viszont nem fog előfordulni, mivel a program nem tudja figyelembe venni, hogy milyen mértékben lett hőszigetelve a lábazat. A 45. ábrán látható, hogy a padló hőmérséklete magas, így nem kell tartani a páralecsapódástól.

Energetikai számítás átalakított családi házra: **II. számú melléklet.**

13 Költségvetés, megtérülés

A felújításhoz elkészítettem egy részletes tételes költségvetést, munkanemek szerint különbontottam az egyes feladatokat. A költségvetést egy kivitelező céggel áraztattam be, így következtetni lehet arra, hogy egy komplett felújítás mennyibe kerülne. A dolgozatban csak a főösszesítőt ábrázoltam, a részletes tételes költségvetés a III. számú mellékletben látható.

Költségvetés főösszesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Bontási munkák	4 840	85 514
2. Homlokzat hőszigetelési munkák	828 328	274 580
3. Ablakszerkezetek cseréje	718 309	68 550
4. Tető és padlás hőszigetelés	566 104	258 221
5. Gépészeti korszerűsítés	869 065	202 820
Közvetlen önköltség összesen	2 986 646	889 685
A munka NETTÓ ára	3 876 331	
Áfa	27 %	
Mindösszesen	4 922 940	

5. táblázat Költségvetés főösszesítő

13.1 Megtérülés

A sátoztetős kockaházaknál általában két fűtési rendszerrel találkozhatunk, vagy vegyesüzemelésű kazánnal, vagy gáztüzelésű kazánnal fűtenek a lakók. A megtérülés számítását úgy készítettem el, hogy 2013. IV. negyedévi lakossági bruttó energiaárak alapján számoltam ki az egy évre eső bruttó fűtési és melegvíz termelési költségeket. A WinWatt által számolt éves energiafogyasztást vettem alapul a számításhoz mind a meglévő, mind a korszerűsített épület esetén.

Az első változatban a vizsgált épületemet ábrázoltam a 7. táblázatban, amikor egy vegyesüzemelésű kazán és egy nyílt égésterű gáz bojler adja az energiafelhasználást, majd ezt a rendszert korszerűsítettem faelgázosító kazánnal és kondenzációs gázkazánnal. Így a

korszerűsítéssel kialakult éves energiamegtakarítás 217 897 Ft, a megtérülési idő pedig 22 év (7. táblázat).

A második változatban egy lehetséges épületkialakítást ábrázoltam, amikor egy gázkazán és egy nyílt égésterű gázbojler adja az energiafelhasználást, majd ezt a rendszert korszerűsítettem faelgázosító kazánnal és kondenzációs gázkazánnal. Így a korszerűsítéssel kialakult éves energiamegtakarítás 395 844 Ft, a megtérülési idő pedig 12 év IV. melléklet.

14 Zárszó

A tanulmányom célja az volt, hogy egy konkrét épületre elkészítsek egy energetikai korszerűsítést, és ezen a kockaház-korszerűsítésen, és számításon keresztül következtetni lehessen az összes többi ilyen típusú épület felújítási költségeire.

A kutatómunkám során egy átfogó képet kaptam arról, hogy milyen sok tényező befolyásolta ezeknek az épületeknek a kialakulását.

A dolgozat készítése során a megfelelő műszaki tartalom mellett a költséghatékonyságra és a gazdaságosságra törekedtem. Minden anyagnak és megoldásnak vizsgáltam a költségeit, és így olyan hasznos ismeretekre tettem szert, amelyeket későbbi munkám során hasznosítani tudok.

Az épület korszerűsítésére több helyes megoldást vázoltam fel. Mind a felhasználható anyagokra, mind a beépítési csomópontokra, többféle alternatívát adtam és ezek közül választottam ki a legelőnyösebbet.

Úgy gondolom, hogy a kockaházakat ilyen mértékben éri meg korszerűsíteni. A megtérülési idő így is meglehetősen hosszúra adódott, de véleményem szerint ez egy ésszerű felújítás lehetne.

15 Irodalomjegyzék

- [1.] Soltész L.: Lakás és kommunális építés a Szovjetunióban, Magyar építőipar, 1965. (14. évf.) 4-5. sz. 195-200. old.
- [2.] Horváthné E. K.: Ajánlott tervek alapján megépült falusi lakóházak empirikus vizsgálatának eredményei, Magyar építőipar, 1988. (37. évf.) 9. sz. 435-439. old.
- [3.] Tóth K.: A falusi új lakóházak típusterveire kiírt tervpályázat eredményei, Magyar építőipar, 1954. (3. évf.) 1. sz. 8-14. old.
- [4.] Major Máté.: "Sziget"-ház, "Sziget"-lakás - vagy közösségi otthon? Kortárs, 1960. (4. évf.) 11. sz. 749-756. old.
- [5.] Sipos Gyula.: Kinek építkezünk?, Kortárs, 1960. (4. évf.) 6. sz. 920-925. old.
- [6.] Keller Márkus.: Indokolt lakásszükséglet: A lakáspolitiká az 1950-es években Elte Eötvös Kiadó, Budapest,(2012)
- [7.] Györffy István.: Magyar falu – magyar ház. (S. a. r és bev.: Györffy György.) (Györffy István munkái.) Turul Kiadás, Budapest, (1943)
- [8.] Tóth Zoltán.: Melyik ház a „kockaház”? Mit mond a művelt középosztály egy munkásháztípusról? Korall 2010. (11. évf.) 40. sz. 5-40. old.
- [9.] Tamáska Máté: Kockaházak a skanzenbe? Az utóparaszi háztípus helye a vidéki házfejlődésben, Múltunk 2008/3. szám 98-108. old.
- [10.] Pattantyús-Ábrahám Á.:Épületrehabilitáció Tartószerkezetek, átépítése és megerősítése Terc, Budapest , (2013)
- [11.] Dr. Gábro László.:Épületszerkezet II. Kötet Tankönyvkiadó, Budapest (1969)
- [12.] Anton Graf: Passzívházak Terc, Budapest, (2008)
- [13.] Soltész Ilona. Szakács György.: Az épületek energiahatékonysága Complex kiadó, Budapest (2011)
- [14.] Zöld András.:Energiatudatos Építészet Műszaki könyvkiadó, Budapest, (1999)
- [15.] Dr. Kalmár Ferenc.: Energiafelhasználás csökkentése lakóépületekben Nemzeti fejlesztési és Gazdasági minisztérium 2009 http://www.trivent.hu/2009/tavho/downloads/2_kalmar_ferenc.pdf
- [16.] OsztróLuczky Miklós.: Hőszigetelés Cser kiadó, Budapest, (2009)
- [17.] Ingo G. Heinz L.: Kisenergiájú házak 1. Felújítás az energiatakarékosság jegy Cser kiadó, Budapest, (2009)
- [18.] Juhariné dr. Koronkai A., dr. Kudba G., dr. Majoros A., dr. OsztróLuczky M., dr. Reis F., dr. Várfalvi J., dr. Zöld A.: Épületfizika Műegyetemi Kiadó Budapest (1995)
- [19.] Gulyás Gyöngyi: Mőemléki nyílászárók épületfizikai vizsgálata BME Tudományos Diákköri Konferencia Budapest (2010)
- [20.] Vajda Blandina: Cseréljünk vagy javítsunk? Ajtó ablak árnyékoló Spektrum nyílászáró-technikai szaklap 2013. (XII. évf.) 6. sz.
- [21.] Dr.Tóth E. DLA: Homlokzati falazott szerkezetek energia-hatékony, fenntartható felújítása Msc tananyag
- [22.] Othmar Humm: Alacsony energiájú épületek Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Péc,s (2000)
- [23.] Roman Subrt.: Hőszigetelés házban, lakásban Cser kiadó, Budapest, (1999)
- [24.] Horváth Imola Emese: Kockastílus-gyakorlatok, sátoztetős kockaházak Milotán TDK dolgozat BME 2011
- [25.] Istvánfi Gyula.: A magyar falu építészeti hagyománya (rőpirat) 2011 <http://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata> (letöltés ideje: 2013.10.06)
- [26.] dr. Bart István : Energhahatékonyág Nemzetgazdasági kitörési pont a 2014-2020-as időszakban <http://mehi.hu/projekt/n6-mint-kitoresi-lehetoseg> (letöltés ideje: 2013.10.08)
- [27.] Energia Központ Nonprofit Kft. dr.Elek László : A háztartások energiafogyasztása 2009

- [28.] Energy Policies of IEA Countries Hungary Review 2011
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/hungary2011_web.pdf (letöltés ideje: 2013.10.13)
- [29.] Energiaklub: Hol szokik az energia? <http://energiaklub.hu/publikacio/hol-szokik-az-energia>
 (letöltés ideje: 2013.11.29)
- [30.] Dr. Bart István: Lakóépületek Energiahatékony Felújítása
 Lakossági igények, állami források és javaslatok PPT
http://www.measz.hu/dokumentumok/construma2013/dr_bart_istvan.ppt (2013.03.06)
- [31.] KSH Kovács Zsuzsa: Doktori értekezés a kockaházakról Pécs 2014 (meg nem védett)
- [32.] Csanaky Judit Emília.: Épületszerkezetek energiatudatos fejlesztése az építészeti és épületfizikai tervezés határfelületén Doktori értekezés Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola Győr 2012

Ábrajegyzék

1. ábra Végső energiafelhasználás szektoronként
 KSH : Központi Statisztikai Hivatal (alapján saját ábra)
2. ábra Épületek energiafelhasználása
 KSH : Központi Statisztikai Hivatal (alapján saját ábra)
3. ábra A lakossági energiafelhasználás közszemlélete
 Emnid survey “zukunft haus 2003” for Deutsche Energie-Agentur
 (alapján saját ábra)
4. ábra Szoba-konyha-kamra-szoba
 Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011 <http://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata> (letöltés ideje: 2013.10.06)
5. ábra Utcafront kétszobássá alakítása
 Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011 <http://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata> (letöltés ideje: 2013.10.06)
6. ábra Paraszti porta átalakulása
 Istvánfi Gy.: A magyar falu építészeti hagyománya (röpirat) 2011 <http://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata> (letöltés ideje: 2013.10.06)
7. ábra Egydimenziós hővezetés
 Juhariné dr. Koronkai A., dr. Kudba G., dr. Majoros A., dr. OsztróLuczky M.,
 dr. Reis F., dr. Várfalvi J., dr. Zöld A.: Épületfizika
 Műegyetemi Kiadó Budapest (1995) 37.oldal (alapján saját ábra)
8. ábra Többdimenziós hővezetés
 Juhariné dr. Koronkai A., dr. Kudba G., dr. Majoros A., dr. OsztróLuczky M., dr. Reis F., dr.
 Várfalvi J., dr. Zöld A.: Épületfizika
 Műegyetemi Kiadó Budapest (1995) 37.oldal (alapján saját ábra)
9. ábra Az épület energiafelhasználását befolyásoló tényezők
 Ingo G. Heinz L.: Kisenergiájú házak 1. Felújítás az energiatakarékosság jegyében
 Cser kiadó, Budapest, (2009) 30.oldal (alapján saját ábra)
10. ábra Felület / térfogat arány 1,14
 (Saját fénykép)
11. ábra Felület/ térfogat arány 0,57
http://previewcf.turbosquid.com/Preview/2011/01/02__12_33_36/Main_02.jpgd99ddc20-f9d9-44d6-9acc-313ab964d960Large.jpg (letöltés ideje: 2013.10.06)
12. ábra Hővesztesség forrása
<http://www.aereco.com/wp-content/uploads/2012/01/origins-of-heat-loss-in-an-average-house-ademe-aereco-ventilation.jpg> (letöltés ideje: 2013.12.19)
 ADEMO-Aerece (Alapján saját ábra)
13. ábra Hőszigetelő vakolatrendszer
http://www.hoszigeteléswebshop.hu/pages/szigetes/styl/slide/1343_slide_page.jpg (letöltés ideje: 2013.01.09)
14. ábra Hőszigetelések összehasonlítása vastagság illetve hőátbocsátási tényező függvényében
 (Saját ábra)
15. ábra Hőhídban működő hőáram

- (Saját ábra)
16. ábra Hőhidas csomópontok egy épületben pirossal jelöltem a saját épültre vonatkozóakat
Ingo G. Heinz L.: Kisenergiájú házak 1. Felújítás az energiatakarékosság jegyében
Cser kiadó, Budapest, (2009) 71. oldal (alapján saját ábra)
17. ábra Felmért épület ablak feletti hőhidas áthidalója
(Saját ábra)
18. ábra Ajtó alatti padló, és terasz
(Saját ábra)
19. ábra Ablak feletti áthidaló belülről
(Saját ábra)
20. ábra Ablak feletti áthidaló belülről
(Saját ábra)
21. ábra Pozitív falsarok és koszorú
(Saját ábra)
22. ábra Kockaház Óhíd Petőfi út 56
(Saját ábra)
23. ábra Kockaház Óhíd Petőfi út 58
(Saját ábra)
24. ábra Kockaház Óhíd Petőfi út 60
(Saját ábra)
25. ábra Kockaház Óhíd Petőfi út 62
(Saját ábra)
26. ábra Utcakép 4 kockaházzal
(Saját ábra)
27. ábra Kevéslyukú téglafalazat belső felületi hőmérséklete felújítás előtt (előtte szekrénnel)
(Saját ábra)
28. ábra Kevéslyukú téglafalazat belső felületi hőmérséklete hagyományos felújítással 5 cm EPS
(előtte szekrénnel)
(Saját ábra)
29. ábra Kevéslyukú téglafalazat belső felületi hőmérséklete hatékony felújítással 20 cm EPS (előtte
szekrénnel)
(Saját ábra)
30. ábra Kapcsolt geréb tokos ablak M=1:10 (vizsgált épületen)
(Saját ábra)
31. ábra Falszerkezet közepén elhelyezett ablak oldalsó csomópont M=1:10
(Saját ábra)
32. ábra Falszerkezet közepén elhelyezett ablak izotermái
(Saját ábra)
33. ábra Falsíkban elhelyezett ablak oldalsó csomópont M=1:10
(Saját ábra)
34. ábra Falsíkban elhelyezett ablak izotermái
(Saját ábra)
35. ábra Hőszigetelés síkjában elhelyezett ablak oldalsó csomópont M=1:10
(Saját ábra)
36. ábra Hőszigetelés síkjában elhelyezett ablak izotermái
(Saját ábra)
37. ábra Hőhidas ablak
http://bolthely.hu/tarhely/paramentesito/penesz_ablak_alatt.jpg (2014.01.11)
38. ábra Öntapadós fólia tekercsben
<http://www.szilkerkft.hu/wp-content/gallery/ablakbeepito-rendszer/illbruck-kulso-ew.jpg>
(2014.04.01)
39. ábra Öntapadós fólia beépítés
<http://passzivhazepito.hu/kivitelezes/passzivhaz-epites-kepekben/budapesti-minsitett-passzivhaz-epites> (letöltés ideje: 2014.02.02)
40. ábra Hőszigetelés és fal külső síkjának határvonalára tengelyesen elhelyezett ablak M=1:10
(Saját ábra)
41. ábra Hőszigetelés és fal külső síkjának határvonalára tengelyesen elhelyezett ablak izotermái
(Saját ábra)
42. ábra Vizsgált épület meglévő koszorú és tető kialakítása M=1:10

	(Saját ábra)
43. ábra	Vizsgált épület koszorú és tető csomóponti átalakítása M=1:10 (Saját ábra)
44. ábra	Meglévő padlószerkezet izotermái (Saját ábra)
45. ábra	Csak lábazati hőszigeteléssel ellátott padlószerkezet izotermái (Saját ábra)
46. ábra	Hőszigetelt padlószerkezet izotermái (Saját ábra)
47. ábra	Gépészeti rendszer kiépítése (Saját ábra)

Táblázatjegyzék

1. táblázat	<i>Falazatok hőtechnikai összehasonlítása</i> Saját táblázat
2. táblázat	<i>Vonalmenti hőátbocsátási tényező</i> Csanaky J. : Épületszerkezetek energiatudatos fejlesztése az építészeti és épületfizikai tervezés határfelületén (44. oldal)
3. táblázat	<i>Egyes építőanyagok hővezetési tényezője</i> Saját táblázat
4. táblázat	<i>Hőszigetelő rendszer árak összehasonlítása falazat rétegtervi hőátbocsátása szerint</i> Saját táblázat
5. táblázat	<i>Padláhőszigetelés összehasonlítás</i> Saját táblázat
6. táblázat	<i>Költségvetés főösszesítő</i> Saját táblázat
7. táblázat	<i>Megtérülési idő számítása</i> Saját táblázat