

☀ TARTALOMJEGYZÉK ☀

☀ Bevezetés (M.P.) 4 ☀

☀ A jelenlegi állapot (M.P.) 6 ☀

Számítási módszerek 7

☀ Új lakóépületek fűtési energiafelhasználásának racionalizálása 8 ☀

Összefoglalás (M.P.) 8

A település klimatudatos tervezése (M.P.) 8

Épületek és épületszerkezetek hőszigetelése (O.M.) 18

A passzív, hibrid energiahasznosítás lehetőségei (M.P.) 34

Újszerű energiaforrások és hőtermelő berendezések (M.P.) 40

☀ Meglévő lakóépületek fűtési energiafelhasználásának csökkentése 47 ☀

A település klimatudatos fejlesztése (M.P.) 47

Épületek és épületszerkezetek utólagos hőszigetelése (O.M.) 48

Hőszigetelések természetes és újrahasznosított anyagokból (O.M.) 59

Újszerű energiaforrások és hőtermelő berendezések (kiegészítés) (M.P.) 63

☀ A közlekedési energiafelhasználás csökkentés (M.P.) 64 ☀

Összefoglalás 64

"Barna mezős" beruházások 67

Jobb tömegközlekedés alternatívája 67

Beépítés sűrűsége, vegyes területhasználat 67

Távmunka 68

☀ Válogatott irodalom 69 ☀

Az egyes fejezetek szerzői:

M.P. - Medgyasszay Péter

O.M. - Osztrólczy Miklós



Medgyasszay Péter

okleveles építészmérnök

1971 - Budapest

1995 - Budapesti Műszaki
Egyetem Építészmérnöki Kar

1995-99 - BME
Épületszerkeztani Tanszék
Phd hallgató

2000-től BME Épületszerkezeti
Tanszék - külső oktató

1996-tól Független Ökológiai
központ

2000 - től ügyvezető igazgató
szakterület: építészet ökológia

Mivel nem lehet, nem szabad
azt gondolnunk, hogy a
teljesség birtokosai lehetünk,
utunk és választásaink viszont a
teljesség felé kell mutassanak.

Energiatudatos építés



és felújítás



Osztroluczky Miklós
okleveles építész mérnök, okleveles
szakmérnök, főiskolai tanár

1940 - Budapest

1969 - Budapesti Műszaki
Egyetem Építész mérnöki Kar

1958-73 - ÉAKKI, SZIKKI,
ÉMI tudományos munkatárs

1973-tól Ybl Miklós Műszaki
Főiskola

1987-től tanszékvezető

1994 a műszaki tudomány
kandidátusa (CSc)

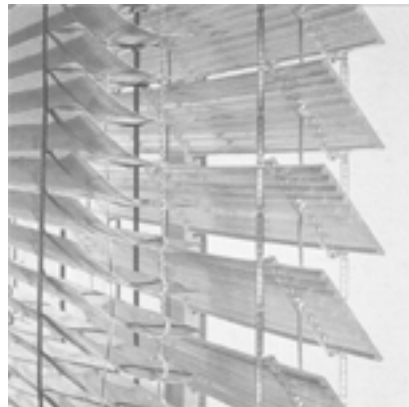
1995 PhD fokozat

1999 - 2002 Széchenyi
Professzori Ösztöndíjas

2000 Apáczai Csere János díj

szakterület: épületszerkezetek,
épületszigetelések, épületfizika

A hatályos műszaki szabályozás, az energiaárak nap mint nap tapasztalható és prognosztizálható további emelkedése, a környezetvédelmi szempontok, az épületek belső tereivel szemben támasztott követelmények egyaránt kis energiafogyasztású, jó hő- és hangszigetelésű épületek és épületszerkezetek tervezését és kivitelezését teszik szükségessé, de ugyanilyen fontos meglévő épületeink hatékony és gazdaságos utólagos hőszigetelése is.



A kötet a háztartások energiateljesítményének racionalizálásán keresztül azok számára kíván eligazítást nyújtani, akik saját lakásuk, lakókörnyezetük alakításán túl hatással tudnak lenni településük, tágabb környezetük fejlesztésére.

A technikai jellegű lehetőségek ismertetésén túl kísérletet teszünk a mai magyar társadalmi, gazdasági kontextusba történő beilleszthetőség kifejezésére is.

Magyarország energiaimportra utalt ország. Szükségeink 70%-át fedezzük importból, mely a külkereskedelmi mérleghiány 50%-áért felelős. Az építéshez kapcsolódó energiateljesítmény (építés, fenntartás) az ország energiateljesítményének mintegy 40%-át teszi ki [11].

Nemzeti stratégiánkban egyre fontosabb szerepet kap, hogy nemzeti vállalásaink szellemében (EU irányelvek¹, Kyoto²) egyre nagyobb hangsúlyt fektessünk az energiateljesítményre, illetve a megújuló energiák használatára.

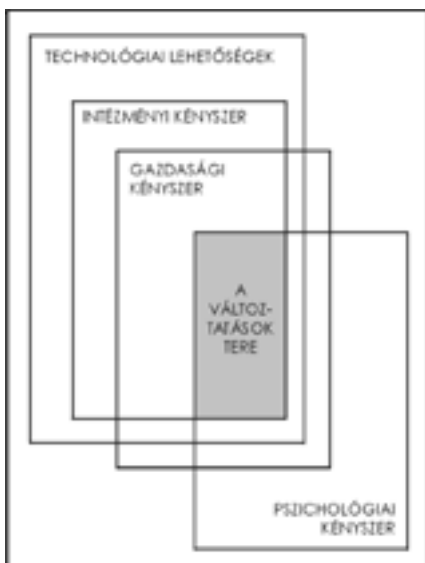
Az energiaforrások felhasználásának súlypontja a globális környezeti problémák és a kimerülő készletek okozta áremelkedés miatt várhatóan erőteljesen változni fog. Egyre nagyobb hangsúly lesz a készletek racionális használatán (energiateljesítmény), és a nem szennyező, megújuló energiaforrások használatán.

Az elmúlt évek (10+40) gazdasági és tulajdonviszonyaiból adódóan épületeink állaga meglehetősen leromlott, és lassan 10 éve nem készül annyi új lakás, mely az előregedő lakásállományt pótolni tudná. Ez a helyzet egyre sürgetőbben hordozza magába a felújítások, új építések erőteljes igényét és szükségszerűségét.

Az elkövetkezendő években a jelenleginél nagyobb léptékű lakásépítés várható. Magyarország hosszú távú versenyképességének egyik eleme lehet, hogy e helyzettel járó veszélyeket és lehetőségeket mennyire ismeri fel, és milyen válaszokat képes adni. Új épületek, telepítések esetén mai döntéseinkkel a magyar építési szokások szerint 80 éves életciklusú lakóházakat, illetve 500 éves életciklusú településhálózatot determinálunk, mely rossz döntés esetén kevésbé fenntartható élet kereteinek kialakulásához vezethet.

A probléma egyre aktuálisabb lesz, mivel egyes fosszilis energiahordozók kimerülése emberi léptékekkel is belátható. Árunk egyre magasabb lesz, és nem kellően alapos tervezés esetén nemcsak unokáink, de már gyermekeink lakhatási lehetőségeit is megnehezítjük.

A következőkben többször említünk két fogalmat, melyek használata nem általános, használatuk előtt némi kifejtést igényelnek.



Technikai lehetőségeinket gazdasági körülményeink és egyéni-, társadalmi motiváltságunk függvényében vagyunk képesek kihasználni. (Norman nyomán) [67]

A megújulás ciklusai	
Város	1000 év
Utcaszerkezet	500 év
Épület	100 év
Felújítás	20 év
Birtokbavétel	10 év
Építés	1 év

Alexander, N (1990) Squeezing Spread Cities: Improving the Energy Efficiency of Large Cities (Thesis: Melbourne, Australia) [64]

Építésökológia alatt azt értjük, hogy az építés hogyan illeszkedik be a Föld körfolyamataiba, ökoszisztémájába. Ez a fogalom elsősorban az épület és környezete viszonyával foglalkozik. Az építés jellemző negatív hatásai:

- Az építőanyagok gyártása, beépítése nagy energiaráfordítást, és sok esetben jelentős - levegőbe, vagy vizekbe kerülő - mérgező anyag kibocsátást eredményez.
- A beépítés jellemzően magas környezetterheléssel jár, (zaj, stb.) és nagymértékben alakítja át a terület élővilágát, vízháztartását.
- Az energiafogyasztáson keresztül áttételesen jelentkező CO₂ kibocsátás, mely globálisan üvegházhatást eredményez.
- A vízhasználattal melléktermékeként keletkező szennyvíz terheli a környezetet, mely kellő kezelés nélkül az élő- és talajvizek szennyezéséhez, az élővilág pusztulásához vezet.
- Az épületbe beépített, illetve a használat során az épületbe bejutó anyagok jellemzően olyan mértékben feldolgozott termékek, hogy csak nagyon lassan fordíthatók vissza a Föld anyagháztartásába. A hulladékként kikerülő anyagok (jellemzően nem veszélyes hulladékok) utókezelés nélkül terhelik a környezetet.

A világ energiahordozóinak tartalékai, amennyiben a mai felhasználás nem emelkedik. [96]

	2000	2020	2040	2060	2080	2100	2120	2140	2160
A Föld gázkészletének várható kimerülése									
A Föld olajkészletének várható kimerülése									
A Föld uránkincsének várható kimerülése	2300								
A Föld széntartalékainak várható kimerülése	3600								

Építésbiológia alatt azt értjük, hogy az épített környezet milyen hatással van az emberi szervezetre, a fizikális életre. Ez a fogalom elsősorban az épület (település) és az ember viszonyával foglalkozik. Az építés, épületek jellemző negatív hatásai:

- Az építőanyagokba beépített káros anyagok (kötőanyagok, oldószerek, stb.) kipárolgása révén keletkező egészségkárosodás.
- A nem légáteresztő szerkezetek, műanyag felületbevonatok káros anyagok egészségtelen feldúsulását eredményezik.
- Az épület nem kellő használata során feldúsuló nedvesség hatására gombásodás alakul ki.
- Tartósan árnyékos helyeken a napsütés UV sugarai nem képesek fertőtleníteni az épületet, mely káros mikroorganizmusok elszaporodásához vezethet.
- A funkcióhoz rosszul megválasztott színvilág pszichés zavarokat eredményezhet.
- A nem megfelelő tervezés és kivitelezés miatt a környezet zajterhelése következik, ami diszkomfortérzetet okozhat.

A tudományos és etikai alapokon kimunkált ökológikus gondolkodás, de a hétköznapiakban tapasztalható problémákra adható válaszok egy út felé mutatnak. Az ökológikus gondolkodásnak be kell épülnie a hatóságok, a tervezők, kivitelezők szakmai, a lakosság civil értékalkotásába.

¹ A Gazdasági Minisztérium által 1999-ben készített, A magyar energiapolitika alapjai, az energetika üzleti modellje c. kormány-előterjesztés többek között a következőket írja: "Az Európai Unió hosszabb távú elvárása, hogy az energiaellátásban a megújuló energiahordozók a jelenlegi részarányt jelentősen (legalább 6-7%) meghaladják"

² 1997-ben Kyoto-ban rendezett világkonferencián Magyarország 2008-2012 közötti időszakra 6%-os csökkentést vállalt az üvegházhatást okozó CO₂ kibocsátás terén az 1985-87-es bázisidőszakhoz képest.

A bevezetőben foglaltak szerint a következőkben egy háztartás jelenlegi energiafogyasztását vesszük alapul. A számítások alapját a budapesti agglomeráció egyik településén - Pusztázamorón - épült ház fogyasztása képezi. Az ország különböző helyein, az eltérő adottságok függvényében ez az érték változhat. Az ismertetett számítási módszertan alapján a számítás a helyi viszonyokra adaptálható.

✿ Nagyságrendek ✿

A hatékony energia-megtakarítás útja, hogy az energiaháztartásban szignifikánsan jelentkező tételekre koncentrálna keressük technikai-gazdasági lehetőségeink maximumát, társadalmi megvalósíthatóságuk tükrében.

A háztartások energiafogyasztása nem csak az energiaszolgáltatók által számlázott közvetlen fogyasztásból áll. Közvetett energiafogyasztásként jelentkezik az elfogyasztott ételekbe, igénybe vett szolgáltatásokba (pl.: higiénia, stb.), illetve a közüzemi rendszerek fenntartásába fektetett energia. A továbbiakban csak a közvetett energiafelhasználás azon részét tekintjük, melyek az építészeti eszközeivel - tehát a városszerkezet kialakításával, illetve az egyes épületek tervezésével, kialakításával - befolyásolhatók.

Ezen adatokból kiderül, hogy az építészethez kapcsolódó fenntartási energiaigény meglehetősen magas (mintegy 65%), mely a közvetlen energiafelhasználáson túl (fűtés, elektromos áram, benzin) magába foglalja a házkarbantartás, a közüzemi rendszerek fenntartásának, és az utazás háztartásokra eső közvetett energiafelhasználását.

A háztartások teljes energiamérlegéhez hozzátartozik a ház/lakás építési energiaigénye is. Ez az érték az ún. primér energiaigényből számítható, mely magába foglalja az építőanyag kitermeléséhez, előállításához és szállításához felhasznált energiát.

A helyes nagyságrendek érzékelésére azt kell megvizsgálni, hogy a háztartás teljes életciklusára vetítve miként alakulnak az energiafogyasztás eddig említett tételei.

Egy a budapesti agglomerációban található háztartás, egyszerűsített energiafelhasználási diagramja felrajzolható, a "Számítási módszerek" fejezetben ismertetett alapadatokból kiindulva. A diagram a magyar építési szokások szerint 80 éves életciklusra tervezhető épület energiafelhasználását vizsgálja.

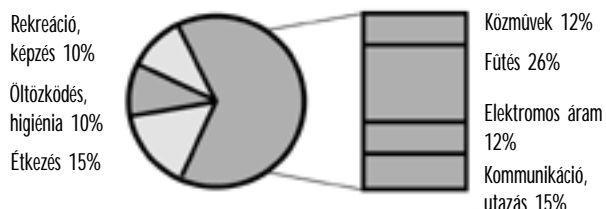
Hogy megtudhassuk az energiafogyasztás, így a környezet állapotának romlásában leginkább szerepet játszó tényezőket, ún. Parétó-diagramban ábrázolhatjuk az energiafogyasztás egyes tételeit (80 éves felhasználást összesítve).

A diagram ismeretében bizton állítható, hogy az energiafelhasználás racionalizálásakor első sorban a fenntartási energiafogyasztás csökkentésére kell koncentrálni.

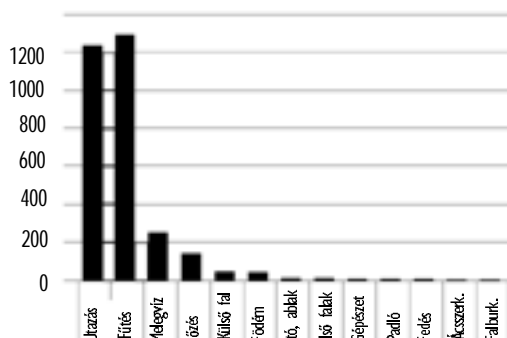
Külön figyelmet igényel a közlekedés kérdése. A városszerkezet optimalizálásával, a városi életminőség javításával jelentős energiaráfordítás takarítható meg.

A nagyságrendek ismeretében a következőkben az építészethez legközelebb álló fűtési-, valamint a hasonló nagyságrendet képviselő közlekedési energiafelhasználás csökkentési lehetőségeit ismertetjük. A jelentős számú, és energetikai szempontból meglehetősen rossz minőségű lakásállomány kérdéskörét külön fejezetben taglaljuk.

Átlagos holland háztartás energiafelhasználása 1990-ben, kWh-ban



A budapesti agglomeráció egy háztartásának 80 év alatt várható energiafelhasználása kWh-ban (Paréto-diagram)



A táblázat néhány utazási mód energiafelhasználását mutatja

	km/utas-kWh	CO ₂ g/utaskm
Személygépkocsi - egy utas	1,2	201
Busz	6,17	159
Kerékpár *	39,4	0
Gyalogos *	13,8	0

* Megújuló energia felhasználásával, ezért a számításokban ∞ km/utas-kWh.

³ Magyarországon csaknem 4 millió lakás van. Az utóbbi években közel 25.000 lakás épült évente, de nem várható, hogy évi 40.000 lakásnál több épüljön az elkövetkezőkben [84, 101]

Fűtés

“Az épületek és épületszerkezetek hőszigetelése” fejezetben ismertetett számítógépes program segítségével.

Utazás

Az előző oldalon bemutatott táblázat a következőkben használt számítási alapértékeket mutatja a szakirodalomban található adatok és saját számítások alapján.[1., 2., 59., 62., 42., 81.]

Használati melegvíz termelés

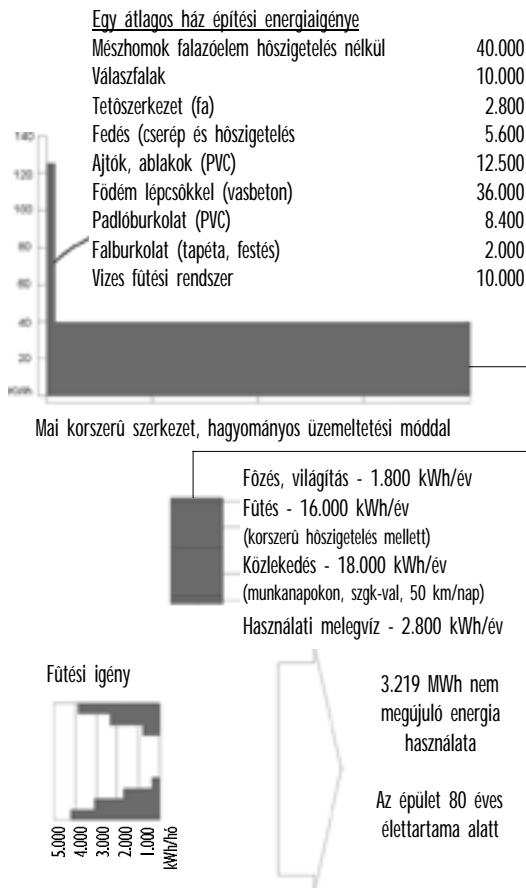
25 kWh/év/m² [81]

Fűtés, világítás

20 kWh/év/m² [81]

Építési anyagok beépített energiatartalma

Az építési anyagok beépített energiatartalmát a következő táblázat mutatja. [102]



Épületrész	Kivitelezés	A	B	C	D
200m ² KÜLSŐ FAL	szendvics szerk. betonelemek keményhab szigeteléssel mészhomok téglá vakolva keményhab szigeteléssel tégla falszerk., parafa szigetelés, faburkolat faváz + vályogfal, természetes rost szig.	54.000	50.000 45.000		14.000
70 m ² TEHERHORDÓ BELSŐ FAL	betonelemek mészhomok téglá tégla köszerkezet	12.600	7.000	10.500	2.800
200 m ² VÁLASZFAL	gázbeton könnyített mészhomoktégla soklyukú tégla faváz + vályogfal	12.000	10.000	10.000	3.600
FEDELSZEK	hagyományos fa mérnöki (optimalizált) faszkezet gömbfa, deszka	2.800	2.800	1.680	960
130 m ² TETŐFEDES	azbesztcement + keményhab hőszig cserépfedés + üvegyapot zsup- vagy nádfedés zöldtető	6.400	5.600	1.600	560
50 m ² ABLAKSZERK.	alumínium műanyag fa (egyesített szárnyú)	40.000	12.500	500	500
160 m ² BELSŐ HŐSZIG.	keményhab üvegyapot parafa, kókusz szalma, papír, stb.	4.000	1.600	960	480
50m ² ÜVEGEZÉS	hőszigetelő tablakkal egyei rétegek	10.000	10.000	9.000	9.000
240 m ² FÖDÉM LÉPCSŐKKEL	vasbeton 33%téglaboltozaz + 66% fafödém	36.000	36.000	12.000	12.000
240 m ² PADLÓBURK.	műanyag 50% műanyag + 50% kő 33% kő + 33% fa + 33% linóleum	8.400	5.400	1.600	1.600
FÜTÉS	vízkeringetés, fűtőtestek légfűtés (légszűrő falban és födémbe)	10.000	10.000	1.000	1.000
20 m ² KOLLEKTOR	alumínium és hőszigetelő üveg acél és hőszigetelő üveg fa, acél és hőszigetelő üveg	16.000	8.000	8.000	5.000
%-ban kifejezve		270%	100%	83%	39.9%

Építési módok:

- A ipari előregyártás - szendvicsszerkezetű betonelemek, előregyártott beton födémek, iparosított szakipari szerkezetek
- B „korszerű” építési mód - réteges téglá falszerkezetek, vasbeton födém, vegyes szakipari szerkezetek
- C hagyományos építési mód, de „egészséges” építőanyagokkal - réteges téglá falszerkezet, téglá belső falak, vegyes födém szerkezet
- D „természetes” vagy „egészséges” építési mód - évszázados tapasztalatok alapján, kiegészítve a modernépítés idevágó tapasztalataival

Az egyszerűsített ábra azt szemlélteti, hogy egy agglomerációban élő család mennyi energiát fordít a háztartásra az épület 80 éves élettartama-életciklusa alatt.



☀️ Összefoglalás ☀️

A fűtési energiafelhasználás képletszerűen meghatározható. Az épület pillanatnyi fűtési energiaigénye (Q_G) a következőképp határozható meg [4]:

$$Q_t + Q_{hh} + Q_{sz} + Q_s + Q_b + \frac{\Delta Q_T}{\Delta \tau} = Q_G$$

ahol

$Q_t = \Sigma A k_r (t_i - t_e)$ = transzmissziós hőveszteség

$Q_{hh} = \Sigma l k_l (t_i - t_e)$ = vonalmenti transzmissziós hőveszteség

$Q_{sz} = L_{pc} (t_i - t_e)$ = szellőzési veszteség

$Q_s = \Sigma A_t \cdot I \cdot N$ = szoláris nyereség

Q_b = belső hőnyereség

$$\frac{\Delta Q_T}{\Delta \tau} = \text{tárolt hő változása}$$

Még mielőtt bárki megrémülne ettől a képlettől, csak a tanulságait összegezném. A képletekből kifejthetően a következő célok vázolhatók fel az energiafogyasztás csökkentésére:

- lehűlő felületek csökkentése,
- jobb hőszigetelésű anyagok, szerkezetek használata,
- a külső és belső hőmérséklet közötti különbség csökkentése a belső hőmérséklet csökkentésével,
- a külső és belső hőmérséklet közötti különbség csökkentése a külső hőmérséklet növelésével,
- egységes hőszigetelési érték biztosítása az épület külső felületén,
- az épület szellőzési veszteségeinek csökkentése
- úgy kialakítani az épületet, hogy minél több napsugárzás érje a felületét,
- napenergia hasznosító felületek növelése,
- az épület belsejébe jutott hő tárolása.

Ezen célok teljesülése esetén bizony állítható az energiafogyasztás csökkentése. "A kislány azonban ritkán szép és okos is egyszerre", azaz ügyelni kell arra, hogy mely célokat próbálom megvalósítani, egyszerre mindent ugyanis nagyon ritkán lehet. Nehéz egyszerre a lehűlő felületek csökkentése (pl. ablakok), és a napenergia hasznosító felületek növelése (ugyancsak pl. ablakok). Az energiafelhasználásának ebből következően két fő stratégiája van [4]:

- 1) A veszteségek csökkentése, és
- 2) a nyereségek növelése.

A továbbiakban sorra vesszük a lehetséges gyakorlati lépéseket. A település klímatudatos tervezése mindkét stratégia elemét képezheti. Az épületek és épületszerkezetek hőszigetelése fejezet elsősorban a veszteség csökkentő stratégia lehetőségeit, a passzív energiafelhasználás lehetőségei fejezet pedig elsősorban a nyereségnövelő stratégia

lehetőségeit ismerteti.

A jegyzet az újszerű energiaforrások és hőtermelő berendezések fejezetében azt villantja fel, hogy a hazai klimatikus viszonyok mellett szinte elengedhetetlen fűtési energiaigényt miként lehet megújuló illetve hulladék energiával fedezni. A fejezet különösen érdekes, mivel általában ökonómiailag (energiaár) és ökológiailag (CO_2 , egyéb üvegház gázok) gyorsan megtérülő lehetőségeket ismertet.

Az energiaracionalizálás azonban nem értelmezhető pusztán technológiai szemlélettel. Az élet egyre fontosabb területét képi, de a gazdasági és társadalmi adottságok ismerete nélkül az energiacsökkentés lehetőségei csak elvi jelentőségű fejtegetések, legjobb esetben minta értékű egyedi beruházások lehetnek.

A település, az ország energetikai megtakarításaihoz, a környezet védelméhez, az egyéni léptékű energia megtakarítások nagy számú gyakorlata szükséges. Az önkormányzati műszaki szakemberek és döntéshozók felelőssége, hogy eszközzel elősegítsék a racionalisabb energiafelhasználást lehetővé tévő építés kereteinek kiépítését.

A lehetőségeket rögtön a fejezet elején összegző táblázatban ismertetjük, majd kifejtsük a kötet terjedelme engedte mélységben.

A lehetőségeket összegző táblázatok szubjektív elemeket is tartalmaznak. Érdekes a helyi viszonyok pontosabb ismerete alapján saját véleményt kialakítani a nem technikai jellegű kérdések pontosításával, módosításával, a súlypontok meghatározásával.

☀️ A település klímatudatos tervezése ☀️

A külső környezet állapotának változásait az ember megpróbálja kiegyensúlyozni, hogy az év teljes időtartama alatt komforthatárain belül maradjon. Ez a törekvés rendszerint jelentős nem megújuló energiafogyasztással jár.

A klímatudatos tervezés eszközeinek alkalmazásakor alapvetően három dologgal kell tisztába lenni:

1) Biztos sokan megtapasztalták azt az élményt, amikor egy rekkenő nyári napon az Alföld valamely vidéken kirándulva tikkadtan egy erdős részbe értek - hőkomfortunk javulása intenzíven érzékelhető. Ugyanezen a tájon egy borús őszi napon sétálva alig érzünk valami változást hőkomfortunk állapotában. A klímatudatos tervezés eszközei elsősorban szélsőséges meteorológiai viszonyok között jelentős.

2) Az energiahasználat csökkentési lehetőségek elemzése során azzal is tisztába kell lenni, hogy a klímatudatos tervezési, majd épületszerkezeti, majd gépészeti eszközök alkalmazása egyre nagyobb hatásokkal képes a külső környezet szélsőségeit csökkenteni, azonban ezen eszközök egyre magasabb energiafelhasználással járnak, melyek egyre kevésbé fenntarthatók.

3) A klímatudatos tervezés elemei általában hosszabb időtávon fejtik ki hatásukat (pl. az utcák kedvező tájolása kb. 500 év), mint a gépészeti (20 év) vagy épületszerkezetek (50-80 év). Ha az nézzük, hogy egyes energiahatékonyságot növelő intézkedések "mennyit hoznak a konyhára", előfordulhatnak olyan szituációk, ahol a sok kicsi megtakarítás összege nagyobb, mint az egy rövid ideig tartó, nagy hatékonyságú megtakarítás.

A jegyzet ezen fejezete az F 023241 számú, "A lakásépítés környezetkímélő telepítési és építéstechnológiai lehetőségei a budapesti agglomerációban" című OTKA kutatás felhasználásával készült.



A környezet hőmérsékletingadozásának (1) tompítása a klímatudatos tervezés (2) az épületszerkezetek klímakiégnyelítő hatása (3), valamint a mechanikus fűtés és hűtés (4) eszközeivel. [8.]

A település klímatudatos tervezése /1 - Téli szélvédelem, nyári hőcsillapítás növényzettel

Lehetséges intézkedés	Szélvédő erdősávok (*forrás: Szűcs Gábor)	Szélvédő fasor az utcákon (*forrás: Szűcs Gábor)	Szélvédő vegetáció a telken (*forrás: Szűcs Gábor)	Zöld homlokzatok
Befektetési igény	1 ha-os terület védelmére kb. 60eFt*	1 ha-os terület kiegészítő védelmére kb. 150 eFt*	Egy telek esetén kb. 150 e Ft.*	Egy ház esetén a tartóváztól függően kb. 100 eFt
Megvalósíthatóság időpontja	min. 20-25 évvel a telepítés után várható effektív szélcsökkentés	min. 10-15 évvel a telepítés után várható effektív szélcsökkentés	min. 10 évvel a telepítés után várható effektív szélcsökkentés	Fajtától függően 1-10 évvel a telepítés után várható effektív szélcsökkentés
Fenntartási igény	Az első évek gondozási igénye után közel 0 Ft	Az általános településkarbantartási munkákba beépíthető: közel 0 Ft	közel 0 Ft	közel 0 Ft
Lehetséges energiamegtakarítás		Együttes alkalmazás esetén kb. 15-20%-os fűtési energiamegtakarítás.		
Érintettek	1) önkormányzat 2) tervezők	1) önkormányzat 2) tervezők	1) helyi lakosság	1) helyi lakosság
Társadalmi elfogadhatóság	pozitív	pozitív	pozitív	1) jelenleg divatosabbak a színes vakolt felületek 2) sokakban idegenkedés van a növényzettel szemben a bogarak és a vakolatkárosító hatás miatt
Kockázatok	1) csak település léptékben tervezhető, a megrendelő önkormányzatnak, és a tervezőknek tisztában kell lenni a helyes telepítés szabályaival	1) az utcák tájolása, és az uralkodó szélirány iránya determinálja a hatékonyságot 2) a helyes telepítés, fajtakiválasztás bizonyos szakértelmet igényel	1) a helyes fajtaválasztás, telepítés a helyi lakosság tagjaitól kellő szintű ismereteket feltételez	1) rossz állapotú vakolatra valóban nem célszerű közvetlenül növényzetet futtatni, mert az károsítani fogja a vakolatot
Szociális hatás	rekreációs célokra is hasznosítható	kedvezőbb tér a találkozásra	nem jellemző	nem jellemző
Építészeti aspektusok	a település képébe komponálendő	az utca képébe illesztendő	nem jellemző	nem jellemző

Szélvédelem

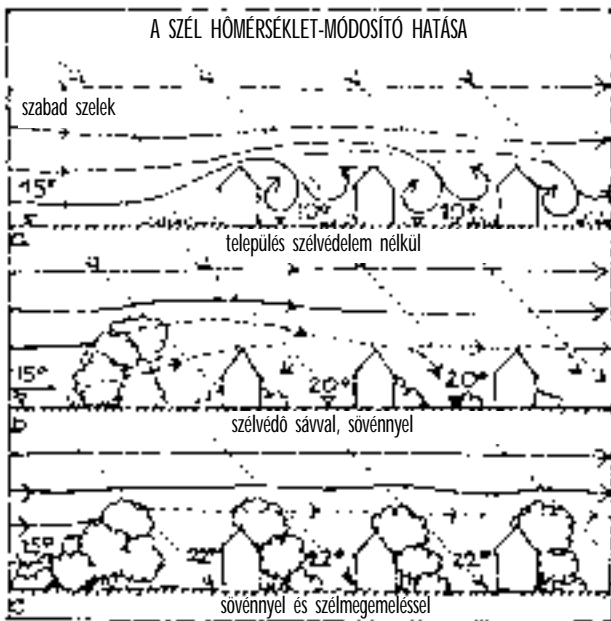
A szélvédelemmel, mint veszteségcsökkentési stratégiai módszerrel a következő pozitív hatások elérhetők el:

- a külső hőmérséklet növelése,
- csökkenti a felületi hőátbocsátási együtthatót,
- csökkenti a ház légcseréjét,
- csökkenti a falazatra jutó csapóesőt, így a többlet hővesztésüket.

Mindezen hatások összességüként, a részletes kifejtést nem ismertetve, mintegy 15-20 %-os fűtési energia megtakarítás érhető el.

A szélvédelem hátrányai és lehetséges anomáliái:

- A helyhez kötött vegetáció fűtési energiafogyasztás csökkentése csak vegetációra merőlegesen érkező, hűvös erős szél elleni védekezés esetén szignifikáns (ezen szél nem fúj állandóan, tehát a számított maximális hatások csak ritkán realizálható).
- Nem kellően kiválasztott vegetáció télen a nyári állapothoz képest csak mintegy 50%-kal képes csökkenteni a szél negatív hatásait.
- A hatékony vegetáció a telepítés (és az azt megelőző tervezés) után csak mintegy 10 évvel terebélyesedik ki.
- Szoláris házak fűtési energiafogyasztása a növényzet árnyékvetése miatt összességüként akár nőhet is. [5]



- Nem megfelelően telepített növényzet pszichológiai problémákat okozhat (naplemente hiánya, stb.).
- Nem megfelelően kiválasztott növényvegetáció rendkívül zajos lehet.

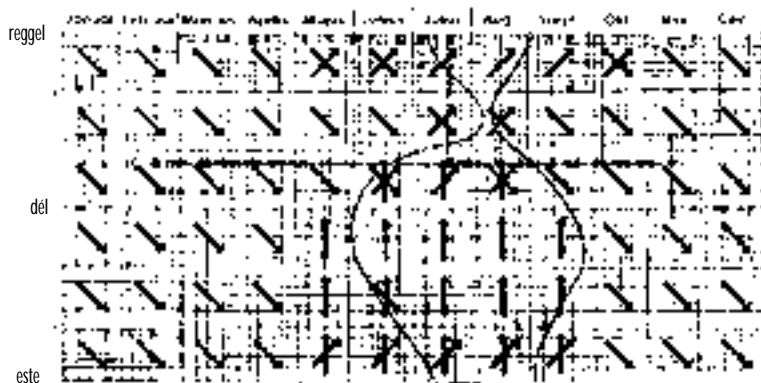
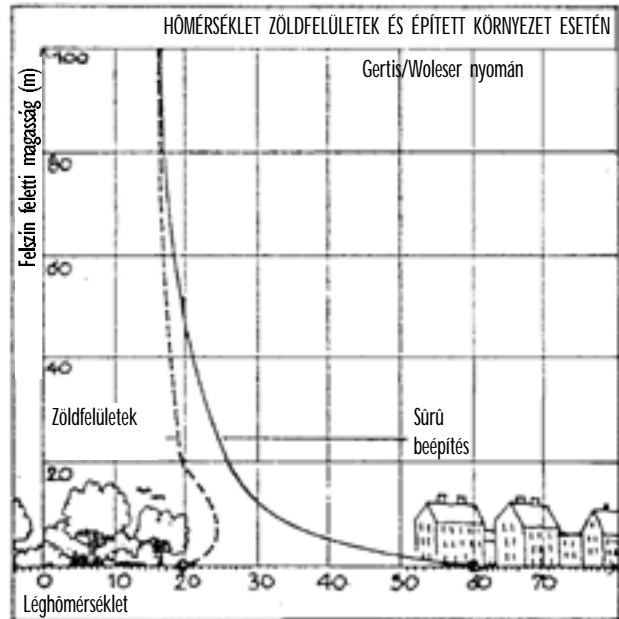
Hőterhelés csökkentése

A hagyományos energetikai számítások csak a fűtési energiafelhasználásra koncentrálnak. Nem mellékes azonban a "magyar nyár". A napsugárzás először a Föld - illetve a ház - felszínét melegíti fel, majd fokozatosan a levegőt. A növényzet a következő módon képes a felesleges hőnyereség - a hőterhelés - távoltartására:

- leárnyékolja az épületet,
- leárnyékolja a talajt, így az nem képes felmelegedni,
- megköti a port, ezzel csökkenti a helyben kialakuló üvegházhatást,
- a fotoszintézis melléktermékeként vizet bocsát ki, mely párolgása során hűti a környezetet.

Mindezen hatások összességüként akár 6-8°C-kal is csökkenhet a helyi hőmérséklet. A magyar hétköznapi gyakorlatban lakóházak esetén nem általános a klímagépek alkalmazása.

Az energiafogyasztás csökkentése így korrekten nem számszerűsíthető. A klímagépek árának, beszerelésének, üzemben tartásának figyelembe vételével azonban jelentős megtakarítás mutatható ki.



uralkodó szél a túlságosan meleg időszak alatt
 jelentéktelen reggeli és esti szél

NYÁRI SZELEK

reggeli és esti szél

nem veszélyes nem veszélyes

TÉLI SZELEK

veszélyes szél a hideg periódus alatt

Olgyay féle szélelemzés, valamint a téli és a nyári szelek összehasonlítása. [8]

Összességében az mondható el, hogy Magyarországon a hazai mérsékelt szélviszonyok, a hideg teleken lombhullató őshonos vegetáció, és a lehetséges napárnyékolás miatt a szélvédelem mint fűtési energia csökkentő lehetőség hatása általánosságban nem jelentős.

Annál jelentősebb viszont a nyári hőterhelést csökkentő hatása. Elsődlegesen ezen szempontok szerint kell a telepítést tervezni.

A különböző szempontú növényzet-telepítés gyakorlati szabályai

A széltervezés első lépcsője a széladatok vizsgálata. A vizsgálat eredményeként meg kell állapítani a kedvező és kedvezőtlen szelek irányát, gyakoriságát. Erre legcélszerűbb az Olgyay féle vektorialis elemzés. A területre irányuló egész éves mérés eredményeként meg kell határozni a téli hideg (kedvezőtlen), és nyári frissítő (kedvező) szelek irányát, nagyságát.

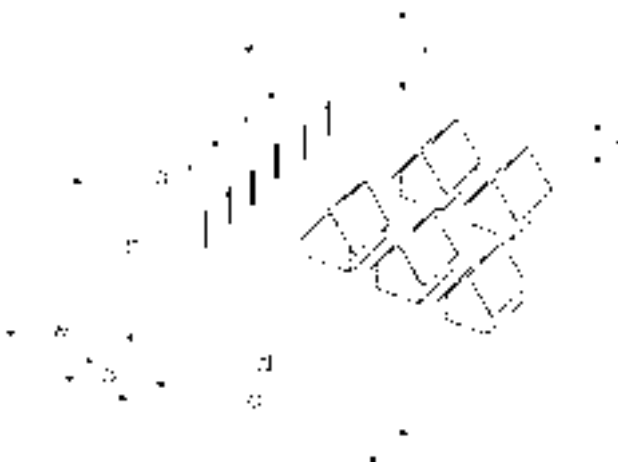
Ez meglehetősen hosszú (egy éves) vizsgálatokkal, vagy meteorológiai adatokkal, illetve kellő helyismeret esetén tapasztalati úton határozható meg.

Szélvédelem esetén a telepítés, és a megfelelő növényzet kiválasztásakor ökoszabályként a következők mondhatók el:

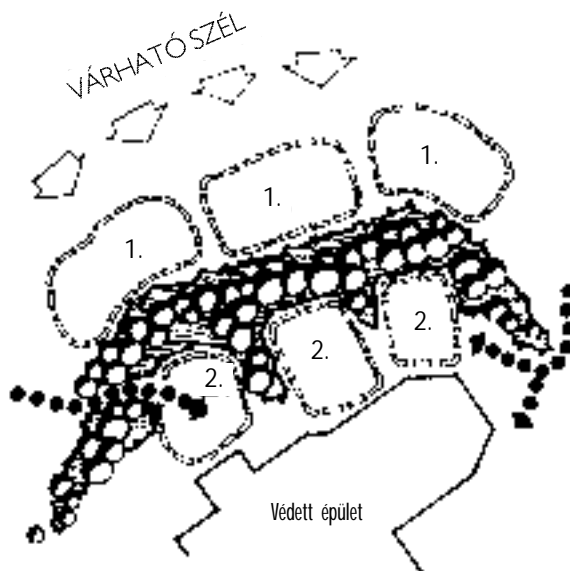
- a szélvédelem függ a szélvédő növényzet magasságától és szélességétől, és az épületektől való távolságtól,
- a keskeny, magas szélterelő növényzet jóval kedvezőbb, mint a széles lapos,
- a növényzet kiválasztásánál ügyelni kell a lombzat átteresztő képességére,
- lehetőleg őshonos fákat ültessünk,
- minél gyorsabban érje el a tervezett magasságot, tömörséget,
- ne legyen olyan magas, hogy a környező házakat leárnyékolja.

A szélvédő növényzet tervezésekor a következő telepítési szabályokat érdemes betartani ahhoz, hogy kb. 50%-os szélcsökkentést lehessen tervezni:

- Magyarországon jellemzően az észak-nyugati irányból kell a védelmet kialakítani. Déli irányból nem érdemes hazai viszonyok mellett szélvédelmet kialakítani, mivel az megakadályozza a napenergia-hasznosítását.

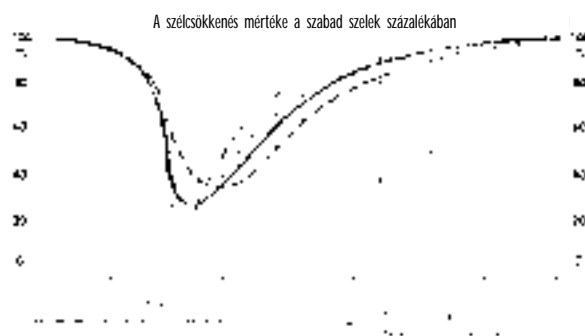


A házak szélvédelmére létesítendő növényzet főbb geometriai paraméterei.

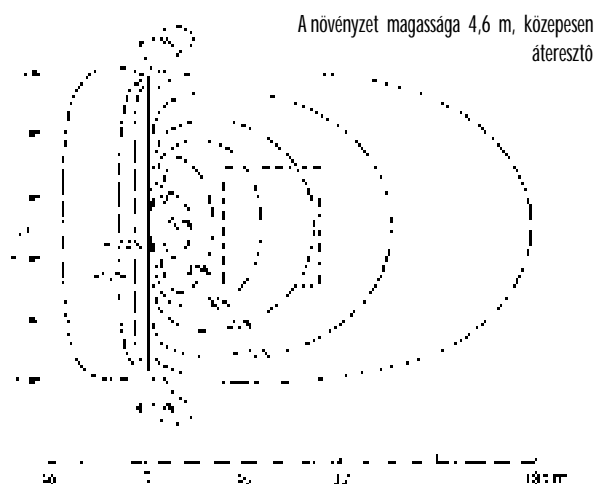


A szélelemzés határozza meg a várható kellemetlen szelek, a szélvédő vegetáció és az épület egymáshoz való viszonyát. [21]

1. Kített részek (parkoló, út, garázs, ipar)
2. Védett zónák (lakás, iskola, iroda, park, kert)



A szélvédelem mértéke és hatótávolsága a növényzet sűrűségének függvényében. [6]

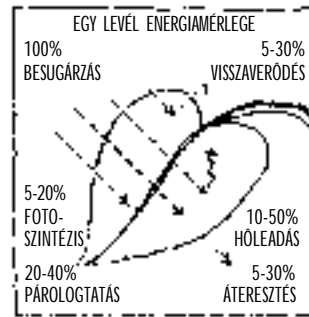


A szélvédelem előtt és után is jelentősen csökken a szél sebessége, mely energia megtakarításhoz vezet [56]. A méréseket 3,7 m magasan a föld felett végezték.

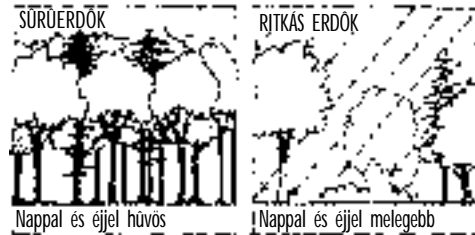
- Az épülettől való távolság a növényzet tervezett magasságának függvényében határozható meg. Ökölszabályként az mondható, hogy a védelem 3-4 H távolság esetén maximális, és 8-10 H távolságig jelentősen, 30 H távolságig észlelhetően érzeteti hatását.
- A telepítendő növényzet kiválasztásakor az ökológiai szempontok mellett (öshonos fajták, stb.) két dologra kell ügyelni:
 - a) lehetőleg közepes sűrűségű legyen a lombzat, mely ugyan valamivel kisebb csökkentést eredményez, de nagyobb távolságra fejt ki a hatását,
 - b) a téli időszak alatt a levelek nélküli növényzet kevésbé csökkenti a szelek sebességét.
- Nem elég, ha közvetlenül a védendő épület elé telepítjük a növényzetet a szél kerülő útjai miatt. A védendő rész széleinél mindkét irányban 3-4 H-val túlnyúló védősáv telepítése szükséges.
- Nem célszerű túl széles szélvédelem, mert az több helyet foglal el, és kisebb távolságra érzeteti hatását.

A hőcsillapítás érdekében telepített növényzet főbb szabályai:

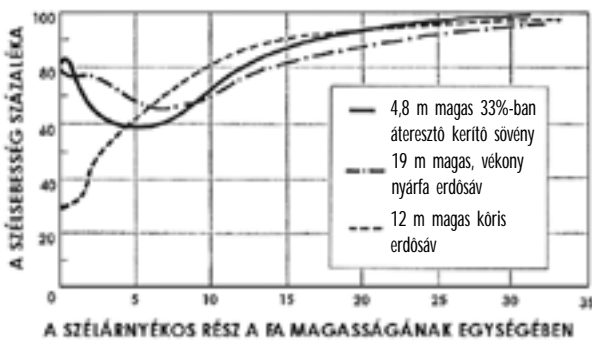
- Jellemzően a déli oldal felől kell a növényzetet telepíteni.
- A növényzetet úgy kell kiválasztani, hogy a hőterheléses periódus alatt (május közepétől szeptember közepéig) végig kellő lombkoronája legyen a vegetációnak.
- Csak megfelelő nagyságú terület, különböző magasságú növényzettel képes a mikroklimát befolyásolni. Célszerű fák és cserjék együttes telepítése.



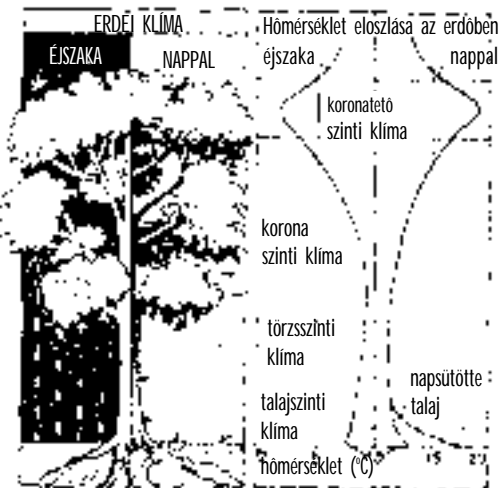
A nap besugárzásának eloszlása. A levelek többek között színük és szövetük változtatásával szabályozni képesek saját hőháztartásukat. [3]



A sűrű erdők állandóan hűvös mikroklimát teremtenek. A ritkább vegetációba besüthet a ferde napsütés, ezért valamivel melegebbek, de a zenit felé leárnýékoló lombkorona képes mérsékelni az éjszakai lehűlést. [3]



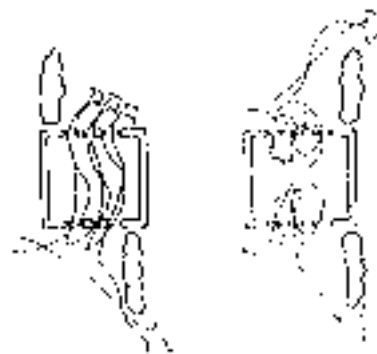
A szélesség három típusú szélvédő vegetáció esetén. [8]



Közvetlen besugárzás esetén a fakorona felső részén alakul ki a legmagasabb hőmérséklet. A korona belső tere (itt található délelőtt az összes rovar) csak később melegszik fel, s ezután következik a törzs tere. [3]



A hatékony szélvédelem kellően széles növényzetet igényel. [21]



A növényzet mint szélterelő

A szél útjába telepített sövény eltérő nyomást hoz létre az épület oldalain, és ezen helyek között légcserre jön létre. [8]

A település klímadata tervezése /2 - Az új telepítés helyszínrajza, a beépítés intenzitása

	A háztelkek helyének kiválasztása	Az utcák orientálása	Közepes beépítettség intenzitás
Befektetési igény	A terület közművesítése - adottságok függvénye.	Részben az adottságok függvénye, de meglehetősen flexibilis, olcsó megoldás.	Amennyiben a rendezési tervben kezdettől fogva jelen van ez a lehetséges koncepció, többlet befektetési igényt nem igényel. A különálló lakásokhoz képest a nagyobb beépítési sűrűség megtakarítást jelent.
Megvalósíthatóság időpontja	Önkormányzat és a hatósági egyeztetések, alapközművek kiépítésének függvénye. kb. 1-2 év	A telepítés helyének kiválasztása, engedélyezése folyamatában játszik szerepet, elfogadott rendezési terv esetén 0 év.	Az építés folyamata jellemzően lakásszövetkezeti formában képzelhető el, ami a nagyobb hatékonyság révén lerövidíti az építésre fordítandó időt.
Fenntartási igény	Bármely nem klímadatazon kiválasztott hely általános költségeihez képest elenyésző. kb.: 0 Ft	kb. 0 Ft	Az energia megtakarításon túl az épületek fenntartási költségei is csökkennek.
Lehetséges energiamegtakarítás	Alkalmazott építészeti eszközök, gépészeti berendezések függvénye: kb.: 10-50 % fűtési, 0-50% hmv energia megtakarítás	Alkalmazott építészeti eszközök, gépészeti berendezések függvénye: kb.: 5-25 % fűtési, 0-50% hmv energia megtakarítás	Alkalmazott építészeti eszközök függvénye: kb.: 25 % fűtési, 10-30 % közlekedési energia megtakarítás
Érintettek	1) önkormányzat, 2) tervezők 3) lakosság, építetők	1) önkormányzat, 2) tervezők 3) lakosság, építetők	1) önkormányzat, 2) tervezők, 3) lakosság
Társadalmi elfogadhatóság	Kellő felvilágosítás esetén az energiaszámlák csökkenése és az egészségesebb életkörülmények pozitív elfogadhatóságot vetítenek előre.	Az építésökológiailag építésbiológiailag is kedvezőbb környezet pozitív elfogadhatóságot vetít előre.	A mai magyar társadalmi értékrend az individualizmust messze magasabb prioritásként kezeli, mint a csoportos házeépítés által nyújtható gazdasági és ökológiai előnyöket. Ezen szabályozás várható elfogadhatósága negatív.
Kockázatok	Nyári időszakban túlságosan meleg területek, kitéttég jön létre.	Nyári időszakban túlságosan meleg területek, kitéttég jön létre.	Túlságosan zsúfolt beépítés nem biztosít kellő mozgásteret az egyéni igények kielégítésére. Az építészeti tervezés nagyobb gondosságot igényel, mint családi házak esetén. Kellő minőségű építések bevonása nélkül negatív példák jöhetnek létre.
Szociális hatás	nem jellemző	nem jellemző	1) A kulturális, szórakoztató intézmények gazdaságosan helyben is megvalósíthatók. 2) A sűrűbb beépítés nagyobb lakosságsűrűséget eredményez, mely több lehetőséget kínál emberi kapcsolatok kiépítésére.
Építészeti aspektusok	Az épületek egymástól való távolsága a lejtőkategória és a kitéttég függvénye.	Azb utcaképileg illetve energetikailag előnyös épületelhelyezés ambivalenciákat illetve hordozhat magában	Az egységes kép és a monoton megjelenés közötti ellentét feloldása magas építészeti minőséget követel.

- Település léptékben a koncentrált, sűrű egybefüggő telepítés helyett az egymással hálót alkotó KIS kiterjedésű telepítés a kedvező. A hő- és nedvességleadás a növényzet szélén a legintenzívebb, és a több kisebb terület nagyobb területet eredményez.
- A növényzet kiválasztásakor ügyelni kell arra, hogy a klimatikus kiegyenlítő hatás a lombkorona szint felső harmada alatt jelentős. A beépítés magassága célszerűen jobb, ha ennél alacsonyabb.
- A szélelemzés ismeretében épület melletti növényzet telepítésével többlet szellőztetés indukálható

Mint érzékelhető, a növényzet telepítése a szélvédelem illetve a nyári hővédelem szempontjait figyelembe véve ellentétes igényeket támaszt. Az ambivalencia részben feloldható, amennyiben örökzöld növényeket szélvédelem gyanánt az épület északi részére, lombhullató növényeket hővédelem gyanánt az épület déli oldala felé telepítünk.

A domborzathoz, környezethez alkalmazandó növénytelepítési stratégia kiválasztását egyedi tervezés, elemzés kell, hogy megelőzze.

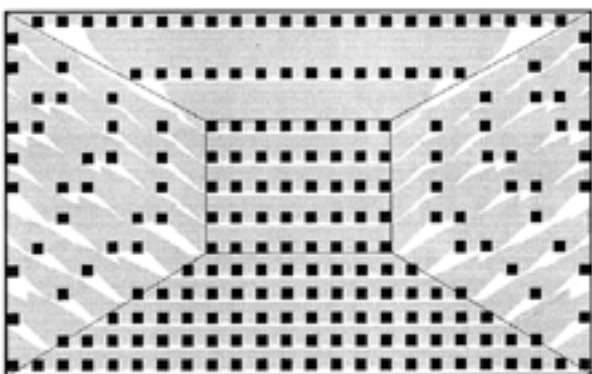
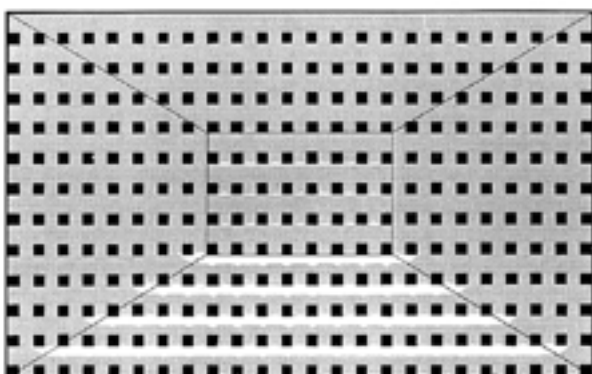
Az új telepítés kiválasztása és a beépítési intenzitása elsősorban a nyereségnövelési stratégia eleme. Lehetőségeinek alkalmazásával elérhető pozitív hatások:

- Több napfény éri a házat és a telket, mely az energetikai szempontokon túl egészségügyileg is rendkívül fontos a napsugárzás fertőtlenítő hatása miatt.
- Több passzívan hasznosítható nyereség az épületen belül.
- Több aktívan hasznosítható nyereség az épület gépészete által.
- Magasabb külső hőmérséklet a kedvezőbb benapozottság révén.

További, veszteségcsökkentő aspektusok:

- Intenzívebb beépítés esetén kevesebb lehülő felület adódik.
- A nagyobb beépítési intenzitás kedvezőbb a tömegközlekedés kialakítására.
- A közművek gazdaságosabban kiépíthetők.

Mindezen hatások összességéként a részletes kifejtést nem ismertetve, az egyéb építészeti eszközök függvényében mintegy 5-50 %-os energiamegtakarítás érhető el.



Az első ábrán a házak a domborzat lejtésvizonyaitól függetlenül, egyenlő távolságra kerültek elhelyezésre. Az északi, keleti és nyugati lejtőkön lévő házak leárnyékolják egymást.

A második ábrán olyan sűrűséggel telepítették a házakat, hogy ne vessenek egymásra árnyékot. [18]

A helykiválasztás, beépítési sűrűség klimatudatos meghatározásának hátrányai, lehetséges anomáliái:

- Nyáron többlet hőterhelések jelentkezhetnek. A részletes számítás ismertetése nélkül Olgyay kutatásai szerint [8] tartható az az ökölszabály, hogy hazai viszonyok mellett a déli lejtők középre történő telepítés hoz legkedvezőbb eredményt a túlzott hőterhelés elkerülése és az optimális hőnyereségek kihasználásához.
- A lehetséges megtakarítás számításakor külön kell választani a jelenlegi építési kultúra, illetve a szoláris építészet által elérhető differenciákat. A jelenlegi szokások szerint épülő házak ugyanis kevesebb nyereséget realizálnak. A szoláris építészet szerint épülő házaknak azonban még nincs Magyarországon hagyománya, a tervezési, kivitelezési kultúra, a tömeges megrendelői igények minimum 10 év múlva várhatóak.
- A családi házas beépítés jelenlegi általános építésügyi szabályozása mellett (kb. 1000 m²-es telek, max. 6 m-es gerincmagasság) nem szignifikáns a különböző lejtőkített területekre telepített épületek egymásra vetett árnyékának negatív hatása.

Összességében azt mondhatjuk, hogy csupán a tájolás kérdése jelenleg nem hoz jelentős energiamegtakarítást, a közeljövőben alkalmazható építészeti eszközökkel azonban jelentős megtakarítás érhető el. A telepítésnek azért van kiemelt szerepe az energetikát vizsgálva, mert rossz döntés esetén a jövőbeni megtakarítások akár évszázadokig is ellehetetlenülnek.

A lejtőkítetttséget is figyelembe vevő telepítés helykiválasztásának főbb elvei, ökölszabályai

A telepítés első lépcsője a domborzati viszonyok minél pontosabb megismerése, feldolgozása. A hagyományos térképészeti módszereken túl lehetőség van a számítógéppel segített feldolgozásra is (GIS). A feldolgozás után (némi torzítva a magassági koordinátákat) beszédes kép kapható egy terület domborzati viszonyairól. A GIS-es ábrázolás nem csak a lejtőkítetttséggel kapcsolatos problémák, hanem hagyományos településtervezési feladatok (út, csatorna, stb.) feldolgozására is alkalmas.

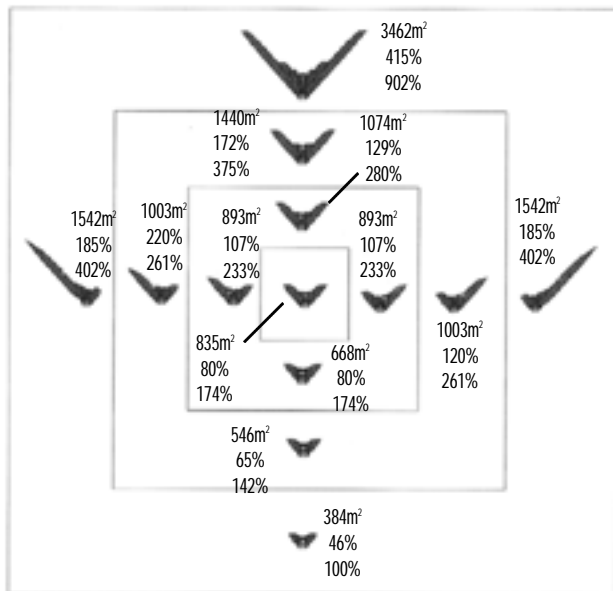
A következő lépcső annak meghatározása, milyen módszerrel különböztetjük meg egymástól a kitétségtől pozitív illetve negatív helyeket. Mindenképpen figyelembe kell venni a lejtő meredekségét, fekvésének irányát, a Nap várható beesési szögét, a valós várható nyereségeket-veszteségeket. A nemzetközi szakirodalom többféle módszert dolgozott ki ezen szempontok együttes kezelésére, közelítésére (Olgyay, Matus). A következőkben a vetett árnyék nagyságával hozzuk összefüggésbe a kedvezőtlen területeket.

Az elemzés utolsó lépcsője olyan kimutatás készítése, mely áttekinthetően képes a kedvező és kedvezőtlen helyek bemutatására. A 15. oldali ábra 10x10 méteres raszterben 7 féle árnyalatban mutatja be ezt. A fehér részek a legkedvezőbb, a fekete részek a legkedvezőtlen területek kitétségtől szerinti.

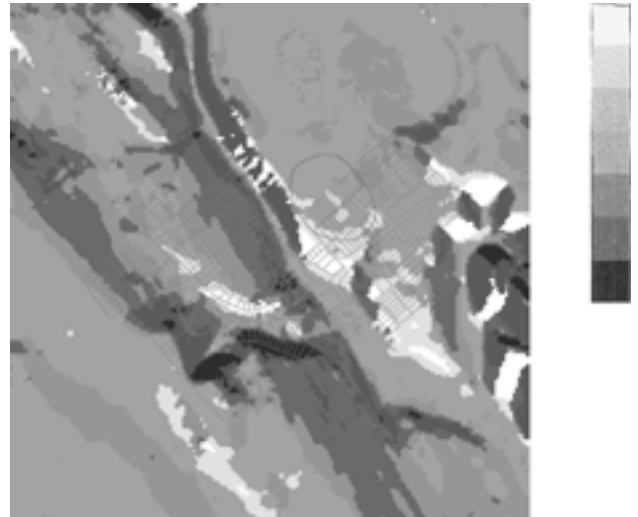
E módszerrel az önkormányzati műszaki szakemberek, településtervezők számára hasznos és egyszerű adalék információ adható a telepítés helyszínének kiválasztásához.

Ökölszabályként az mondható el, hogy

- kerüljük a dombtetőre, és a völgybe történő telepítést,
- energetikailag és biológiailag, lakás célú beépítésre legkedvezőbb a közel déli fekvésű lejtőközépen, nem túl meredek fekvésű terület.

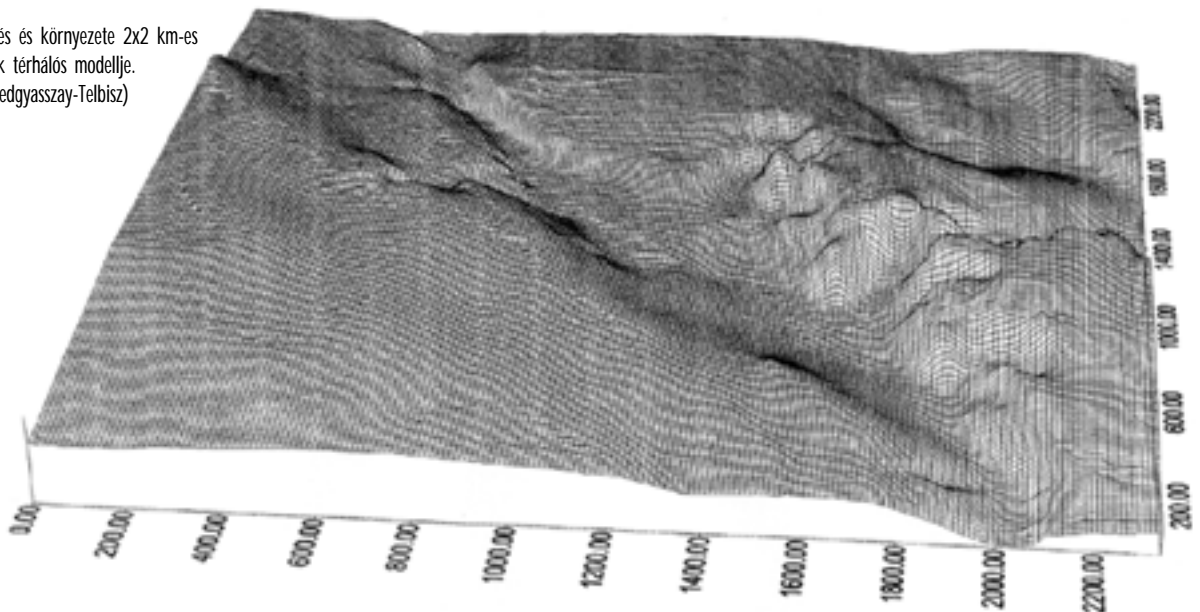


A különböző lejtésű (0%; 4%; 8%; 16%) és tájolású területeken akár kilencszeres eltérés tapasztalható, egységnyi épület által vetett árnyék területére vonatkoztatva. (Mattányi-Medgyasszay-Telbisz)

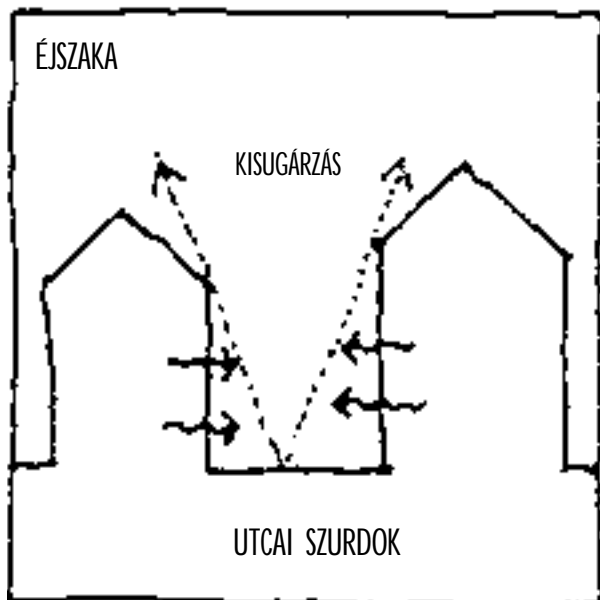


A kitérség szempontjából kedvező és kedvezőtlen területek grafikus ábrázolása. (Mattányi-Medgyasszay-Telbisz)

Egy település és környezete 2x2 km-es szelvényének térhálós modellje. (Mattányi-Medgyasszay-Telbisz)



⁴ A szomszédos Ausztriában nem engedélyeznek olyan házat, melynek nincsen déli tetőfelülete, napkollektorok lehetséges telepítésére. Megjegyzendő, hogy ez a szabályozás világviszonylatban sem elterjedt még. A napenergia hasznosításában rejlő potenciált azonban érzékelteti, hogy a nálunk kedvezőtlenebb napsugárzási értékkel rendelkező Ausztria egyes területei világelsők az egy főre jutó napkollektorok számát tekintve.



A házfalak hőleadása és a zárt kisugárzás miatt magasabb hőmérséklet alakul ki. [3]

Családi házas beépítés esetén kevésbé okoz problémát a nagy szabadságfokkal telepíthető épület kedvező elhelyezése. Az alacsonytól az intenzív beépítés felé haladva azonban egyre fontosabb, hogy az utcák irányával is foglalkozunk.

További problémát okozhat, hogy az utca mennyire képez szélcsatornát, illetve "utcai szurdokot".

A tervezés, elemzés módszertana, alapelvei jelen fejezetben, a "A különböző szempontú növényzet telepítés gyakorlati szabályai" bekezdés alatt ismertetettek.

Lehetőség szerint kerüljük a téli (kedvezőtlen) széliránnyal párhuzamos utcairány kijelölést, és próbáljuk a nyári kedvező szelet az utcák átöblítésére használni. A tervezett beépítési sűrűség függvényében többféle optimális utcairány határozható meg.

Matus nyomán [18] a következőképpen foglalhatók táblázatba az építés ökológiailag/biológiailag kedvező területek. Még egyszer hangsúlyozni érdemes, hogy a telepítésről szóló döntés több száz évre határozza meg a település lehetséges nyereségeit, veszteségeit.

Lejtés (%) Tájolás	0-2	-5	-10	-20	20+
D	<ul style="list-style-type: none"> - önálló családi ház, - ikerház, - sorház, - alacsony többlakásos ház, - park, rekreációs tér, köztér 		<ul style="list-style-type: none"> - önálló családi ház, - ikerház, - sorház, - park, rekreációs tér, köztér 		
Ny	<ul style="list-style-type: none"> - önálló családi ház, - ikerház, - sorház, - alacsony többlakásos ház, - közepes többlakásos ház, - magas többlakásos ház, - kereskedelem, - ipar, - középületek, - vegyes területhasználat, - park, rekreációs tér, köztér - közművek 		<ul style="list-style-type: none"> - önálló családi ház, - ikerház, - sorház, - alacsony többlakásos ház, - park, rekreációs tér, köztér 		<ul style="list-style-type: none"> - családi ház, - ikerház, - park, rekreációs tér, köztér
K					
É	<ul style="list-style-type: none"> - közepes többlakásos ház, - magas többlakásos ház, - kereskedelem, - ipar, - középületek, - vegyes területhasználat, - park, rekreációs tér, köztér - közművek 		<ul style="list-style-type: none"> - mag. többlakásos ház, - park, rekreációs tér, köztér - közművek 		<ul style="list-style-type: none"> - park, rekreációs tér, köztér - közművek

A beépítés sűrűségének problémafelvetései

Bár erős a társadalmi igény a családi házas, kertes beépítés kialakítására, a gyakorlat mégis sok veszélyt rejt magában.

Azon túl, hogy rengeteg területet igényel ez az alacsony intenzitású beépítés, rengeteg olyan problémát, energiafogyasztást vet fel, ami egyre nehezebben kezelhető. A tradicionális falvak ugyan képesek voltak ilyen alacsony intenzitás mellett is fenntartható életet élni, de a mai gazdasági, társadalmi igények kielégítése ezen beépítéssel léptéktévesztett.

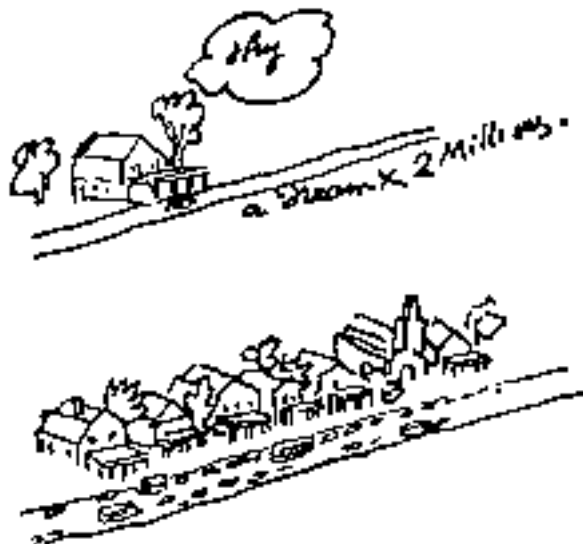
Az elmúlt évtizedek bizonyították, hogy ugyanúgy léptéktévesztett a lakótelepi alternatíva is. Bár energetikailag a lakótelepi beépítés kedvező építészeti forma (lásd a „Paszszív energiahasznosítás lehetőségei” c. fejezetben), az embert is - reális igényeivel - az ökológiai rendszer részének tartós építésökológia/biológia szempontjából nem járható út.

Akik az építésökológiai szempontokat fokozottan szem előtt tartják, a következő alapelveket fogalmazták meg a helyes beépítési intenzitás és funkciószerkezet meghatározására:

- Elsőnek a „barna mezős” területek, azaz az egyszer már beépített területek kezelésével kell foglalkozni.
- Vegyes (lakó-, irodai-, kereskedelmi-, intézményi-) funkciók jelenléte az újonnan létesítendő területeken.
- A tervezés minőségének erősítése.
- Hosszabb tervezési folyamat az érintettek bevonásával.
- A "Városi Falvak" koncepciója szerint tömörebb, városiasabb beépítés, melyek kapcsolatban vannak egymással.
- A beépítés tegye lehetővé az attraktív gyalogos forgalmat, és a tömegközlekedést.
- Legyen megoldható a gépkocsi nélküli közlekedés, élet.
- Magán, és közhasználatban lévő zöld területek kialakítása.
- Helyi centrumok alakuljanak ki (lásd még a "Közlekedési energiafelhasználás csökkentése" c. fejezetben).

Emellett kiemelten kell kezelni a hagyományosan is elemzett szempontok közül a történelmi örökség megőrzését.

„Egy álom x 2 millióval” (Le Corbusier, 1937) [62]



Az Aldous féle „Városi Falvak” koncepció sémája [10]



Lakóépületek energetikai tervezése

Követelmények

A hatályos műszaki szabályozás, az energiaárak nap mint nap tapasztalható és prognosztizált további emelkedése, a környezetvédelmi szempontok, az épületek belső tereivel szemben támasztott követelmények egyaránt kis energiaszükségletű, jó hő- és hangszigetelésű épületek tervezését teszik szükségessé.

Az 1992. óta hatályban lévő épületenergetikai követelmény a tervezett (vagy felújításra kerülő) épület funkciójától és geometriai arányától függ. Utóbbi alatt itt a lehűlő felület (ΣA) és a fűtött épülettérfogat (V) arányát kell érteni. A követelmény (Q_{mf}) az egységnyi fűtött épülettérfogatra vetített (fűtési) hőigényt korlátozza. Ebből következik, hogy a követelményérték direkt módon az adott épületre vonatkozik és nagysága épületenként eltérő és megállapítandó. Egy adott (tervezett) lakóépületre vonatkozó követelményérték a $\Sigma A/V$ hányados kiszámítása után az ábra diagramjából leolvasható, vagy a feltüntetett összefüggéssel kiszámítható.

Az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének mértékére vonatkozó hazai követelmény nincs, igény viszont az állagvédelmi és hőérzeti követelmények kielégítése, ez pedig jórészt a tömör épülethatároló szerkezetek és a hőhidak hőszigetelési módjától és mértékétől függ.

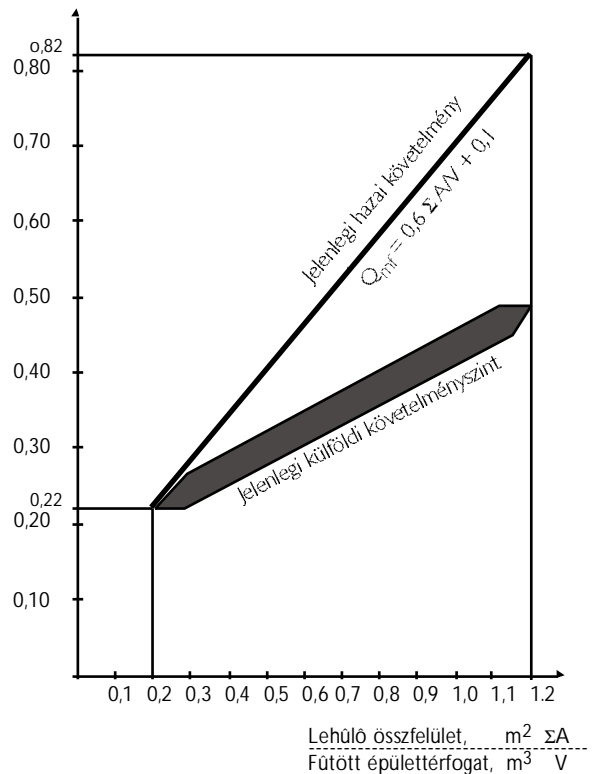
Az ábráról az is kitűnik, hogy a hazai szabályozás "karbantartásának" (azaz rendszeres szigorításának) elmaradása miatt a követelményszint ma már nem tekinthető megfelelőnek: csupán ennek teljesítése még nem jelent igazán hatékony fűtési energiatakarékosítást. Ezért az új lakóépületek és energiatudatos épületfelújítások esetében is igény, hogy ezt a követelményszintet jóval meghaladó épületeket és épülethatároló szerkezeteket tervezzünk.

Figyelembe véve a jelenlegi technikai lehetőségeket (ide értve többek között a korszerű hőszigetelő anyagok és nyílászáró szerkezetek hazai térhódítását) ez a követelményszint kb. az előírt érték 65-70%-ában veendő számításba. Ide tartozik az is, hogy a hőszigetelő anyagok és termékek ára az épülethatároló szerkezetek megvalósítási (vagy felújítási) költségeinek csak csekély hányadát (általában 15-20%-át) teszi ki, vagyis az ezzel való "takarékoság" valójában pazarlás. A hőszigetelési mérték növelésének természetesen határt szabnak a beépítési lehetőségek, valamint a gazdaságossági mutatók is.

A fajlagos hőigény számítása

Az előzőekben ismertetett Q_{mf} követelményértéket a tervezett, illetve felújítandó épület fajlagos hőigényével (Q_m) kell összehasonlítani, utóbbi nem lehet nagyobb, mint a követelményérték. A fajlagos hőigény a következő összefüggéssel számítható:

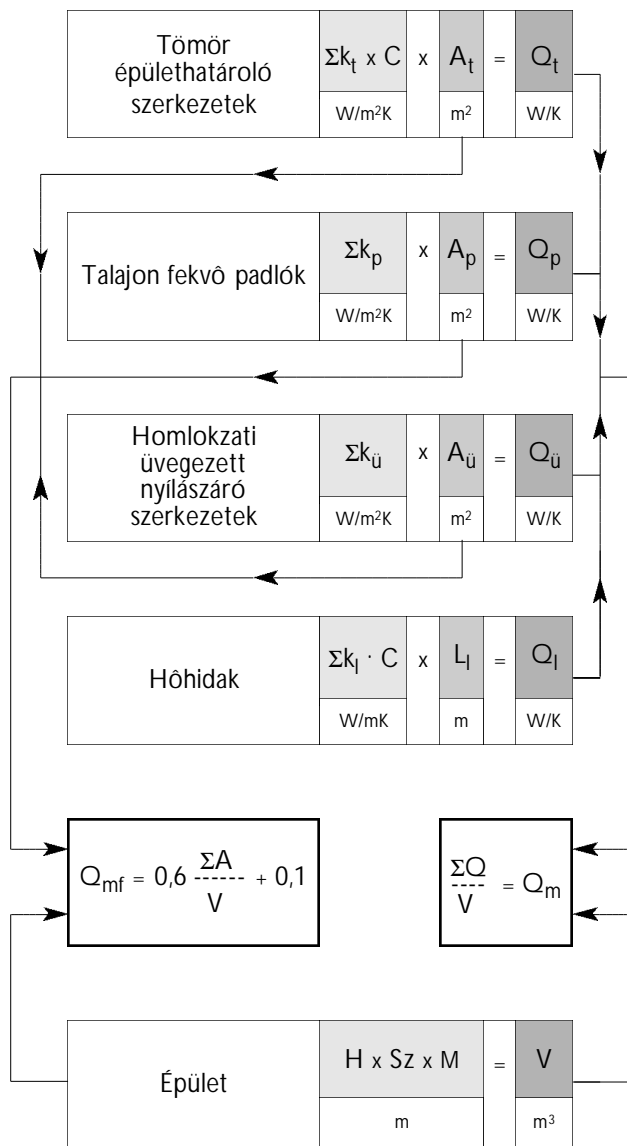
Egységnyi térfogatra jutó fajlagos hőáram Q_m (W/m^3K)



$$Q_m = \frac{(\Sigma k_t \cdot A_t + \Sigma k_l \cdot L_l)C + \Sigma k_p \cdot A_p + \Sigma k_{\ddot{u}} \cdot A_{\ddot{u}}}{V} \quad (W/m^3K),$$

amelyben

- k_t = a "tömör" épülethatároló szerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezője (W/m^2K),
- A_t = a "tömör" épülethatároló szerkezetek felülete a belső (fűtött) oldalon (m^2),
- k_l = a hőhidak vonalmenti hőátbocsátási tényezője (W/mK),
- L_l = a hőhidak hossza (m)
- C = korrekciós tényező: azt fejezi ki, hogy a nem külső légtérrel határos épülethatároló szerkezeteknél a Δt hőmérsékletkülönbség hogyan aránylik a külső légtérrel határos szerkezetekéhez, ha azt 1-nek vesszük
- k_p = a talajon fekvő padló egynértékű hőátbocsátási tényezője (W/m^2K),
- A_p = a talajon fekvő padló felülete (m^2),
- $k_{\ddot{u}}$ = a transzparens (üvegezett) határoló szerkezetek egyenértékű hőátbocsátási tényezője (W/m^2K),
- $A_{\ddot{u}}$ = a transzparens (üvegezett) homlokzati nyílászáró szerkezetek felülete (m^2),
- V = a fűtött épülettérfogat (a fűtött levegő térfogata) (m^3)



A fenti ábrán érzékeltetett, szabvány szerinti méretezésnél nem kell számításba venni a filtrációs hőveszteségeket (feltételezve, hogy azok nem haladják meg a helyiségek rendeltetészerű használatához szükséges mértéket), valamint az épület használatából (pl. világítás, melegvíz termelés, háztartási gépek használata) és az emberi test hőleadásából származó belső hőnyereségeket, de a számítógépes programok ezeket a tényezőket is figyelembe veszik.

Tömör épülethatároló szerkezetek

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők meghatározásánál természetesen figyelembe kell venni a rétegrenden belüli hőhidak hatását (pl. az átkötéseket, a hőszigetelő réteg megszakításait, stb.), vagyis átlagos (eredő) tényezőkkel kell számolni.

A számítás során a "rétegtervi" hőátbocsátási tényezőknél kívül számba kell venni a különféle hőhidakat és vonalmenti hőátbocsátási tényezőket. Ezeket az ún. hőhid-katalógusokban lehet megtalálni, amelyek ezeken kívül a szerkezeti kapcsolatok (hőhidak) belső felületi hőmérsékleteit is tartalmazzák (ezek az állagvédelmi és hőérzeti ellenőrzés szempontjából fontos adatok).

Talajon fekvő padlók

A talajon fekvő padlók különleges tömör épülethatároló szerkezeteknek minősülnek, mivel "külső" oldalukon az igen nagy hőtehetetlenségű talajjal határosak, amelynek hőmérséklete térben változó: a talaj hőmérséklete néhány méterrel a felszín alatt az egész év folyamán gyakorlatilag állandó. A talajon fekvő padló hővesztesége a külső körvonal mentén a legnagyobb, vagyis itt főként hőhidhatással, azaz a padló kerülete mentén létrejövő vonalmenti hőveszteséggel kell számolni. Az épületek energetikai méretezésénél a padlófelület hőveszteségét egy fiktív számmal, a felületegységre vetített egyenértékű hőátbocsátási tényezővel vesszük számításba.

Homlokzati üvegezett nyílászáró szerkezetek

E szerkezetek hőmértékét az ún. egyenértékű hőátbocsátási tényezővel vesszük számításba, amely a szerkezetek transzmissziós hőveszteségein kívül a szoláris hőnyereséget is tartalmazza. A teljes szoláris nyereség hasznosulásának feltétele az, hogy a nyílászáró "mögötti" helyiség elegendő hőtároló képességgel rendelkezzen. Ezt a feltételt úgy fogalmazzhatjuk meg egyszerű formában, hogy az egységnyi üvegezett felülethez egy fajlagos tömeg-határértéket rendelünk, amely elegendő a nappali félperiódusban fellépő nyereségnek az éjszakai félperiódusra való átmentéséhez. (Ugyanez a hőtároló tömeg a szélsőségesen hideg napokon a fűtési csúcsteljesítmény igény túlzott megnövekedése, továbbá a nyári túlzott helyiség-hőmérséklet-ingadozás szempontjából is bizonyos védelmet nyújt). A szoláris nyereség könnyűszerkezetek esetében alig hasznosítható.

Az egyenértékű hőátbocsátási tényező meghatározásához a nyílászáró szerkezet tájolásának, árnyékoltságának és árnyékolási módjának ismerete is szükséges. (Az "árnyékoltság" azt jelenti, hogy a nyílászáró más épületszerkezetekkel - pl. erkélylemez, függőfolyosó, ereszpárkány - részben árnyékolott).

Számítógépes tervezés

Részben a magasabb követelmények, részben a piac folyamatosan bővülő kínálata miatt az épületek energetikai tervezése és az épületszerkezetek hő- és nedvességtechnikai méretezése ma már "kézi" módszerekkel meglehetősen munkaigényes feladat, és ha az épület energetikai szempontból elsősorban nem bizonyul megfelelőnek, nem túl egyszerű a "javítás" sem. A tervezési és ellenőrzési munkát egyaránt megkönnyítik a számítógépes épületenergetikai programok, pl. a szerző által legalkalmasabbnak tartott "AUSTROTERV" program.

A program két önállóan is, összekapcsolva is használható részből áll. Az épülettervező programmodul segítségével a tervező már a tervezés kezdeti szakaszában (vázlat-tervi szinten) képet kaphat az épülethatároló szerkezetek megkívánt hőszigetelési mértékéről, majd pedig a program segítségével elvégzett ellenőrzés eredményei (az építési engedélyezési tervdokumentációhoz csatolva) alkalmasak az épület megfelelő energetikai minőségének bizonyítására.

A tervező választ kap arra is, hogy épülete megfelel-e a nyári hőérzeti követelményeknek.

A program energetikai (téli méretezési) modulja a tervezett épület fajlagos hőigényét számítja, összevetve azt a követelményértékkel. Ehhez a tervezőnek a következő épületjellemzőket kell ismernie, illetve kiszámítania:

- a bruttó beépített alapterület (m^2),
- a bruttó szintterület (m^2),
- a nettó szintterület (m^2),
- a hasznos fűtött összterület (m^2),
- az átlagos belmagasság (m),
- az épület kerülete (m),
- a legalsó fűtött épületszint alatti határoló szerkezetek (pl. pincefödém, árkádfödém, talajon fekvő padló) felülete (m^2), vagy felületaránya (%),
- a fűtés szabályozása ("lusta", "átlagos", "rugalmas"),
- az épületben tartózkodók száma (vagy az épület belső hőterhelése Watt-ban kifejezve),
- az épülethomlokzatok felülete (m^2), vagy felületaránya (%) égtájanként,
- a passzív szolár eszközök vagy szerkezetek geometriai jellemzői égtájanként, és
- a homlokzati üvegezési arányok égtájanként.

Az épületre, illetve az épülethatároló szerkezetekre vonatkozó egyéb jellemzők részben normatívák (átlagos belső léghőmérséklet, mértékadó külső hőmérséklet, légcsereszám), részben pedig a képernyőn megjelenő egyszerű, de kifejező ábrák - piktogramok - közüli választással adhatók meg. A piktogramok "kérdései" az épület környezetére és beépítési módjára, alaprajzi és függőleges tagoltságára, az épülethomlokzatok tagoltságára, a homlokzati nyílászáró és árnyékoló szerkezetek típusára és kialakítására, a passzív szolár eszközök beépítési módjára és szerkezeti jellemzőire, az épülethatároló szerkezetek hőszigetelési módjára és fajlagos hőtároló tömegére és a belső térosztás sűrűségére vonatkoznak

A program az energiaforgalmat befolyásoló tényezők közül - a konkrét adatok bekérése nélkül, statisztikai függvények alapján - számításba veszi a "tömör" határoló, nyílászáró és árnyékoló szerkezetek hőszigetelő hatását, a csomópontok, hőhidak többlet-hővesztéseit, a homlokzati tagozatok, lombhullató és örökzöld növényzet és a környező beépítés hatását, a napsugárzási hőnyereség hasznosítható hányadát a hőtároló tömeg és az árnyékhatások függvényében, a talajon fekvő padlók hővesztését, az épülethez csatlakozó szomszédos épületek, fűtetlen terek hatását, a passzív szolár építészeti eszközök és szerkezetek (pl. üvegház, tömegfal, Trombe-fal, transzparens hőszigetelés) hatását. Az eredmények a következő kérdésekre adnak választ:

- Megfelelnek-e a nyári hőérzeti követelményeknek az épület helyiségei?
- Megfelel-e az energetikai követelménynek a tervezett épület, illetve milyen arányban áll egymással a tényleges és a követelménynek megfelelő hőigény?
- Mekkora a tervezett épület mértékadó fajlagos hőigénye és várható éves fűtési költsége - beszámítva a szellőzési hővesztéseket és a hasznosított hőnyereségeket is?

Ha a tervezett épület valamely (tájolású) helyisége nem felel meg a nyári hőérzeti követelményeknek, a program utal a javítás módjára ("póbálkozzon jobb árnyékolóval"). Ha a tervezett épület energetikai szempontból nem megfelelő, illetve műszaki és/vagy gazdaságossági okokból többféle változat összehasonlítására van szükség, bármelyik adat vagy piktogram-választás igen egyszerűen módosítható, az összehasonlítások és javítások gyorsan elvégezhetők. Az épület "forgatható" (azaz tájolása változtatható) és mód van épületek energetikai szempontból való összehasonlítására is. Ami az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének mértékét illeti, többféle számítás (tervezés vagy ellenőrzés) elvégzésére nyílik lehetőség a program által "ajánlott" hőátbocsátási tényezők elfogadásával vagy (bizonyos határokon belül) azok "felülírásával".

A szabványban előírt követelmények ellenőrzésén, illetve az ezeket kielégítő szerkezetek számításán túl további adatokat is kapunk: különböző fajlagos mutatókat, a fűtési energiaigényt havi bontásban és éves összesítésben, a hőnyereségeket és azok hasznosított hányadát, a szoláris elemekből származó energiaáramokat, az üvegház (naptér) lakható időtartamát. Mód van arra is, hogy különböző tervváltozatokat párosával azonos képernyőn összehasonlítsunk, és a program egyéb szolgáltatásokat (pl. mentés, épületadatok megőrzése, nyomtatás) is nyújt.

✿ Épülethatároló szerkezetek hőszigetelése ✿

A hőszigetelés mértéke

Noha a hazai épületenergetikai követelményrendszer csak állagvédelmi és hőérzeti alapon korlátozza az egyes épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének mértékét, egyáltalán nem közömbös az, hogy az adott épületnél hogyan választjuk meg a szerkezetek hőátbocsátási tényezőit. Az épületenergetikai követelményrendszer jellegéből következik, hogy az adott épületre vonatkozó követelményérték az épülethatároló szerkezetek hőszigetelési mértékének számos variációjával kielégíthető.

A hőszigetelés mértékét a következő határértékek között célszerű meghatározni:

- minimális hőszigetelés: az állagvédelmi és hőérzeti követelmények kielégítéséhez elegendő hővédelem
- maximális hőszigetelés: a beépítési lehetőségektől és a hőszigetelés gazdaságosságától függő hővédelem

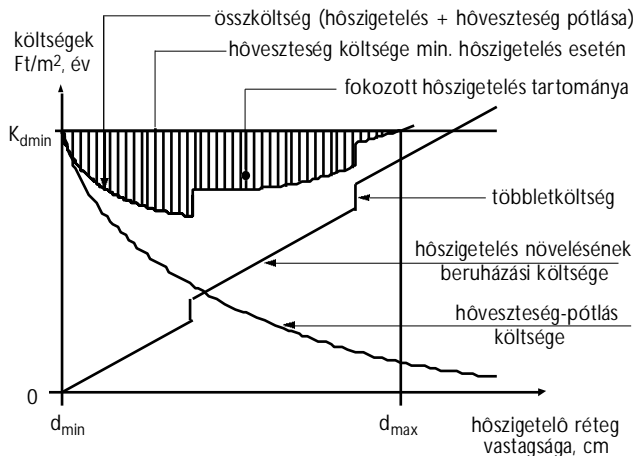
A hőszigetelés gazdaságossága

Az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének gazdaságossága számos tényezőtől (pl. szerkezetfajta, rétegfelépítés, a hőszigetelés lehetőségei és beépítési költségei, a hőhidak hővesztés-növelő hatása, fűtési mód, a fűtőanyag ára, stb.) függ. A szokásos gazdaságossági számításokkal ezek együttes hatását csak közelíteni lehet, ám az kimutatható, hogy bizonyos szerkezetek általában (tehát a lehetséges esetek többségében), illetve konkrét épületek esetében is kevésbé gazdaságosan hőszigetelhetők, mint más szerkezetek.

Ha csak a szerkezeti jellemzőket vizsgáljuk, megállapítható, hogy az állagvédelmi és hőérzeti követelményeknek még megfelelő "minimális hőszigetelés" lényeges mértékű növelését nem csak a hőszigetelő anyag ára és a hőszigete-

ló réteg beépítésének és (esetlegesen külön) védelmének költségei, hanem a beépítési lehetőségek is korlátozzák. Utóbbi esetekben a hőszigetelő réteg vastagságának növe-
lése egyáltalán nem lehetséges (pl. ha csak egyrétegű hőszigetelés készíthető), vagy csak túlzott többletköltségek árán valósítható meg (pl. a segédstruktúrák túlméretezésével). Más szerkezet típusoknál "olcsó" hőszigetelő anyagok is beépíthetők és a vastagság- és rétegszám-növelés nem eredményez számottevő többletköltségeket.

Az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének gazdaságosságát a következő ábrán bemutatott módszerrel lehet a valósághoz jobban közelítő módon vizsgálni.



A módszer lényege az, hogy az épülethatároló szerkezetek hőszigetelésének gazdaságossági vizsgálatánál nem kell számításba venni a hőszigetetlen szerkezetek beruházási költségeit és a "minimális hőszigetelés" költségeit. A gondolatmenet az, hogy a szerkezet minimális hőszigetelése akkor is követelmény volna, ha - energiatakarékossági okokból - nem kényszerülnénk a hőszigetelés fokozására. Ilyen alapon viszont elegendő a "többlet" hőszigetelés gazdaságosságát vizsgálni, azaz a minimális hőszigeteléssel ellátott szerkezet "gazdaságossága" nem vitatható.

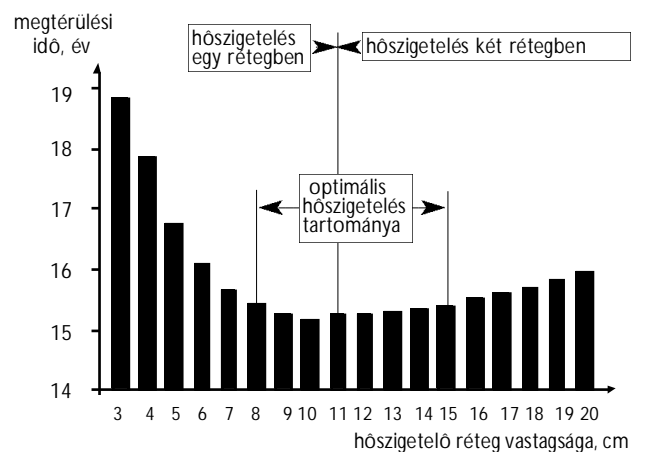
Végeredményben tehát ezzel a módszerrel nem a hőszigetelés gazdaságossága, hanem a hőszigetelés növelésének, fokozásának gazdaságossága vizsgálható.

Az ábrán megfigyelhető, hogy a számításoknál figyelembe kell venni a hőszigetelés anyagköltségén kívül a beépítési többletköltségeket (pl. az esetlegesen szükséges kiegészítő rétegek és a rétegszám-növelés költségeit, a tartóstruktúrák, segédstruktúrák módosításának költségeit, stb.). Ugyanakkor az eljárás előnye az is, hogy nem kell "felszámítani" a hőszigetetlen szerkezet megvalósítási költségeit, az első (vagy egyetlen) hőszigetelő réteg beépítési költségeit, és az első hőszigetelő réteggel társított kiegészítő réteg(ek) költségeit - mivel a minimális hőszigetelés "eléréséhez" az (első) hőszigetelő réteget már be kell építeni.

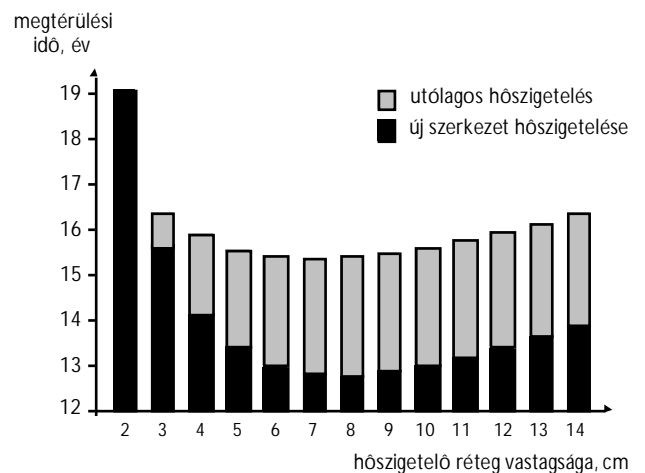
Meglévő épületek és épülethatároló szerkezetek esetén természetesen minden, az utólagos hőszigeteléssel kapcsolatos költséget számításba kell vennünk, de ebből levonhatjuk azokat a költségeket, amelyek az utólagos hőszigeteléstől függetlenül is szükségesek lennének (pl. külső falaknál

a tönkrement homlokzatképzés, tetőszerkezeteknél a károsodott tetőfedés vagy csapadékvíz szigetelés felújítási vagy javítási költségeit, stb.).

A számítási módszer részleteire itt nem térünk ki, de a következő ábrán bemutatjuk annak eredményét egy külső fal utólagos hőszigetelése esetén. (A falazatot korábban B30 jelű falazóblokkokból építették, az utólagos hőszigetelés üvegyapotszerű lemez, az új homlokzatképzés pedig vázszerkezetre szerelt kisélemes ETERNOVA műpala burkolat: az eredetileg egyhéjú falszerkezet a felújítás után kéthéjú, szellőztetett légréteges szerkezetként funkcionál)



Az eddigiek alapján belátható, hogy az új épülethatároló szerkezetek fokozott hőszigetelése általában gazdaságosabb, mint az utólagos hőszigetelés (ahol a kiegészítő-védő-burkoló-felületképző stb. rétegek teljes beépítési költségét is figyelembe kell venni). Ezt igazolja a következő ábra is, DRYVIT-rendszerű hőszigetelt homlokzatképzés gazdaságossági vizsgálatának eredményeivel.



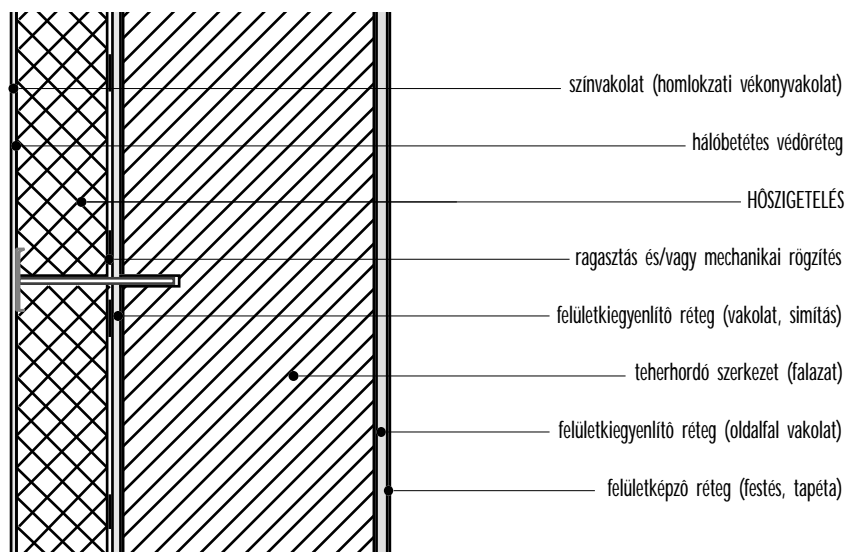
A számítási eredmények realitását bizonyos adatok (pl. a gyakran változó költségtényezők) kedvezőtlenül befolyásolhatják. Arra azonban nyilvánvalóan alkalmas a módszer, hogy egy adott épület különféle határoló szerkezeiteinek hőszigetelési mértékéről jó döntést hozzassunk, illetve hogy egy adott szerkezet lehetséges hőszigetelési változatai közül kiválasszuk a legelőnyösebbet.

A vakolt hőszigetelő homlokzatburkolati rendszerek széleskörű elterjedése annak tulajdonítható, hogy szinte valamennyi építésmódban alkalmazhatók, a jó hőszigetelő anyagok használata révén energetikai szempontból igen hatékonyak és megvalósítási költségük viszonylag alacsony. Ugyanakkor tudni kell, hogy felújítás-igényesek, tagozott homlokzatok burkolására kevésbé alkalmasak, és mivel a hőszigetelő táblákkal és a vékonyvakolatokkal a nyers homlokzatsík felületi hibái és (sík)pontatlanságai nem korrigálhatók, felhordásukhoz (különösen felragasztásukhoz) falazatok esetében általában felületkiegyenlítő réteg készítése szükséges.

Expandált polisztirolhab hőszigetelés esetén csak kis testsűrűségű és pihentetett lemezek használhatók a beépített táblák számottevő utózsugorodása miatt. Kedvezőtlen, hogy az anyag viszonylag kis nyomószilárdsága miatt a homlokzatburkolat nyomás- és ütésállósága csekély.

A mechanikai rögzítéssel beépíthető, fagyaport rétegekkel társított hőszigetelés azért előnyös, mert rabichálóval hagyományos homlokzatközelítések is felhordhatók és a fagyaport réteg révén a homlokzatközelítés mechanikai hatásokkal szemben ellenálló. Műszaki szempontból ez esetben is a kőzetgyapot hőszigetelésű elemek (TEK-TALAN) használata szerencsésebb.

A hőszigetelési rendszerek tartalmazzák mindazokat a kiegészítő elemeket és anyagokat (pl. dűbelek, erősítő hálók, hálórögzítők, ragasztók, szárazvakolatok, különféle élvédő profilok stb.) amelyek a szakszerű kivitelezéshez szükségesek.



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év) ha a szerkeztípus jele:				
anyaga és terméktípusa	termékjele		A	B	C	D	E
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL D AUSTROTHERM AT - H2	80	104 - 106	99 - 100	94 - 97	89 - 91	81 - 85
		90	95 - 97	91 - 92	86 - 89	82 - 84	75 - 79
		100	87 - 89	84 - 85	80 - 82	76 - 78	70 - 73
		120	75 - 76	72 - 73	70 - 71	67 - 68	62 - 64
extrudált polisztirolhab lap	STYROFOAM IB	60	109 - 112	104 - 105	98 - 101	93 - 95	84 - 88
		80	87 - 89	84 - 85	80 - 82	76 - 78	70 - 73
		100	72 - 74	70 - 71	67 - 69	65 - 66	61 - 63
		120	71 - 68	60 - 61	58 - 59	56 - 57	53 - 55
kőzetgyapot lap	ROCKWOOL SPEEDROCK	80	104 - 106	99 - 100	94 - 97	89 - 91	81 - 85
		100	87 - 89	84 - 85	80 - 82	76 - 78	70 - 73
		120	75 - 76	72 - 73	70 - 71	67 - 68	62 - 64
		140	66 - 67	64 - 65	62 - 63	60 - 61	56 - 58
HERAKLITH lemezekkel társított expandált polisztirolhab lap	HERATEKTA C3	75	121 - 125	115 - 117	108 - 112	102 - 104	91 - 96
		100	97 - 100	93 - 94	89 - 91	84 - 86	77 - 81
HERAKLITH lemezekkel társított kőzetgyapot lap	TEKTALAN C3	75	121 - 125	115 - 117	108 - 112	102 - 104	91 - 96
		100	95 - 97	91 - 92	86 - 89	82 - 84	75 - 79

Téherhordó szerkezet (falazat) és vastagsága cm-ben

A kisméretű tömör téglafal (25), kevéslyukú téglafal (25)

B kisméretű tömör téglafal (38), soklyukú téglafal (25), B30 blokkfal (30)

C kevéslyukú téglafal (38), UNIFORM 10, 11 és 12 blokkfalak (30)

D soklyukú téglafal (38), UNIFORM 13 és 14 blokkfalak (30)

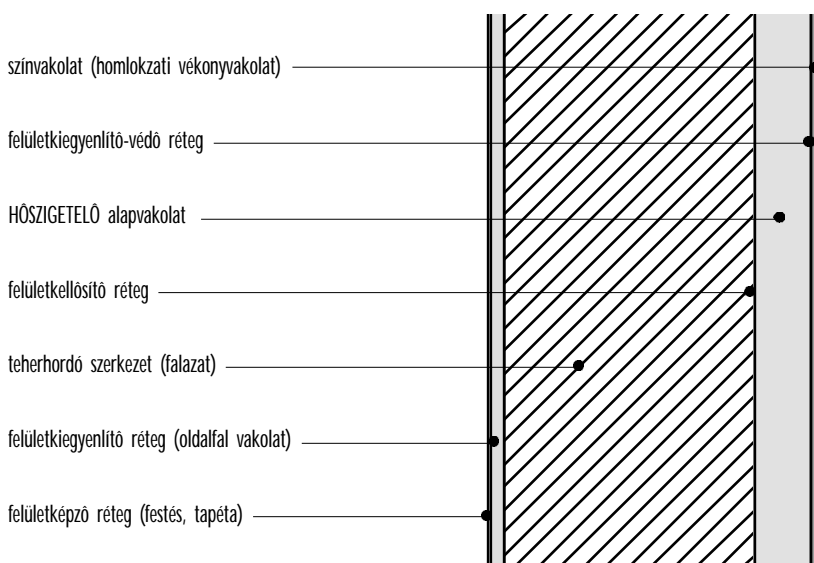
E POROTON 30 (30), PF 45 (30), HB 30 (30) blokkfala

A hőszigetelő habarcsok duzzasztott perlit és/vagy polisztirolhabgyöngy adalékú, mészhidrát + cement kötőanyagú és többféle kiegészítő (pl. hidrofobizáló, légpórusképző, plasztifikátor, kötéslassító, színező, stb.) adalékkal gyárilag előkevert "szárazhabarcsok", amelyeket az építés helyszínén csak vízzel kell összekeverni.

A hőszigetelő homlokzatközelítések hatékonysága erősen korlátozott. Ennek oka egyrészt az, hogy a megfelelő nyomószilárdságú habarcsok hőszigetelő képessége csak közepes mértékű (hővezetési tényezőjük 0.085 és 0.18 W/mK közötti), másrészt a hőszigetelő alapvakolat vastagsági mérete sem haladhatja meg az 50-60 (különleges esetekben, erősítéssel a 80) millimétert. Ezért ez a hőszigetelési módszer csak az egyébként is számottevő hővezetési ellenállással rendelkező falazatok esetében jöhet szóba. A táblázat csak ilyen falazatokat tartalmaz.

A vakolandó felület megfelelő szilárdságú, por- és szennyeződésmentes és kitöltött hézagú legyen. A felület előnedvesítése után egy 2-3 milliméter vastag híg, adalékokkal javított cementhabarcs réteg kézi vagy gépi felhordásával ("gúzolás") kell az alapvakolat megfelelő tapadását előkészíteni, ún. tapadóhidat létesíteni, amely egyben a felületek egyenletes szívóképességét is biztosítja.

A hőszigetelő habarcs a gúzolás után kb. 24 órával 2-3 rétegben hordandó fel, rétegenként 20-30 milliméter vastagságban, hagyományos kőműves szerszámokkal, vagy gépi vakolással (utóbbi esetben azonban a hatékonyabb tömörítés miatt csökken a vakolat hőszigetelő képessége). Az elkészült vakolatréteg felületét érdesíteni kell és a rétegek közötti több napos technológiai szünetben gondoskodni kell az elkészült vakolatréteg nedvesen tartásáról. Vastagabb hőszigetelő vakolat üvegszövet erősítéssel készíthető.



A hőszigetelő alapvakolat felett általában tanácsos, esetenként pedig előírt olyan kiegészítő-védő vékonyvakolat (ilyen pl. a BAUMIT simító tapasz) felhordása, amely a hőszigetelő alapvakolat felületkiegyenlítésére, nedveség elleni védelmére alkalmas és egyben a színvakolat aljzatát képezi.

Színvakolatként általában szilikát-alapú nemesvakolatok használatosak, a felületképzéstől (dörzsölt, kapart, fésűs, csurgatott) függő (3-15 mm) vastagságban. A hőszigetelő vakolatok készítéséhez elengedhetetlen a különféle vakolóprofilok használata az épületsarkoknál, a lábazat felett és a nyílászáró szerkezetek körül.

Hőszigetelő alapvakolat		Hőszigetelő alapvakolat vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye $Q(MJ/m^2,év)$ ha a szerkeztípus jele:				
adalékanyaga	hővezetési tényezője		A	B	C	D	E
duzzasztott perlit	0,18 (pl. BAUMIT THERMO)	40			119 - 127	96 - 108	78 - 88
		50			116 - 124	94 - 106	77 - 86
		60			113 - 121	92 - 104	76 - 85
	0,14 (pl. TERRALIT)	40			116 - 124	94 - 106	77 - 86
		50			112 - 120	91 - 103	75 - 85
		60			109 - 116	89 - 100	73 - 82
polisztirol habgyöngy	0,085 (PL. TERRANOVA EXTRA)	40		133 - 143	107 - 114	88 - 98	73 - 81
		50		125 - 135	102 - 108	85 - 94	70 - 79
		60	143 - 132	120 - 128	98 - 104	82 - 91	68 - 76
		80 (*)	127 - 118	108 - 115	90 - 95	76 - 84	64 - 71
	0,10	40		139 - 150	110 - 118	90 - 101	74 - 84
		50		132 - 142	106 - 113	87 - 97	72 - 81
	60	152 - 142	126 - 135	102 - 108	85 - 94	70 - 79	
	80 (*)	136 - 127	115 - 122	95 - 100	80 - 88	67 - 74	

Megjegyzés: (*) alapvakolat rabicháló erősítéssel

Teherhordószerkezet (falazat) és vastagsága cm-ben

A HB 38, HB 30, POROTON 30, POROTONPF 45

B THERMOPOR, POROTHERM30, MÁTRATHERM 30, UNIPOR 30, BUDA 36, POROTON 36

C ISOPLUS30, UNIPOR 38, POROTHERM 38, MÁTRATHERM 38

D YTONG 30

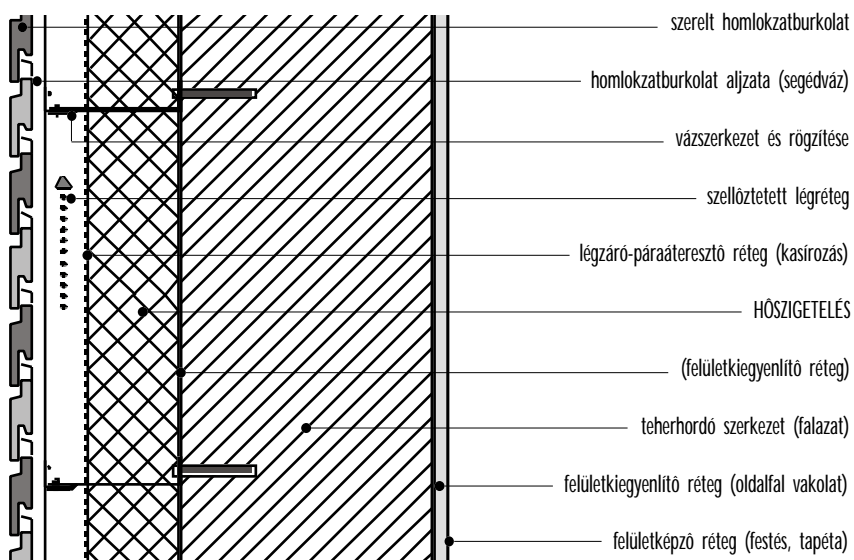
E YTONG 38, POROTHERM 44

A környezetből a helyiségbe jutó hőáramok csökkentésének egyik hatékony módszere, építészeti-épületszerkezeti eszköze a határoló szerkezet kéthéjú, szellőztetett légréteges kialakítása. A szerkezet két héja között áramló levegő mozgását a sűrűségkülönbségből származó felhajtóerő és -külső falaknál kisebb mértékben és esetlegesen - a szél hatására kialakuló nyomáskülönbség idézi elő.

A szerkezet "viselkedése", a helyiségbe bejutó hőáram nagysága számos tényezőtől függ. Ilyen például a külső fal tájolása, a mindenkori klimatikus viszonyok, a szerkezeti rétegek szomszédos ("szembenéző") felületeinek sugárzási tulajdonságai, stb.

Télen a kéthéjú fal elsődrendű előnye (az egyhéjúakkal szemben) az, hogy a falszerkezetbe, illetve a hőszigetelő rétegbe belülről (páradiffúzióval) bejutó nedvességet a szellőző levegő "elszállítja", vagyis biztosított a szerkezeti rétegek száraz állapota, ami a hőszigetelés hatékonysága szempontjából igen fontos. Ugyanakkor a szellőztetett légréteg hővezetési ellenállása (ha csak csekély mértékben is) növeli a fal hőátbocsátási ellenállását, hőszigetelő képességét.

A szerelt homlokzatburkolatok választéka nagy, anyagukat (fém, fa, kő, műkö, üveg, műanyag, műpala, stb.), és kialakításukat (kis- és nagyelemes, sávós és táblás, stb.) illetően is. Csak a "fokozottan vízzáró" burkolatok alkalmasak és a burkolat mögé jutó csapadék kivezetéséről gondoskodni kell. A homlokzatburkolatot érő jelentős mértékű közvetlen hőhatások és a téli-nyári hőmérsékletingadozás miatt, illetve a hőmozgások feszültségmentes lejtésződése érdekében előnyös a külön rögzítés nélküli (pl. beakasztással függesztett, bepattintott) burkolóelemek használata.



Nyáron a szellőztetett légréteg különösen hatékonyan csökkenti a helyiség hőterhelését: a napsugárzás hatására a külső héj (azaz a homlokzatburkolat) felmelegszik, a héjak közötti levegő hőmérséklete (sugárzás és hőátadás révén) megnő, sűrűsége csökken és a légréteg és a külső környezet között légkörzés alakul ki. A légrétegből távozó levegővel együtt a szerkezetből konvektív hőáram jut ki a külső térbe, ami által a helyiségbe kerülő hőáram csökken. Nap-sütéskor a hőszigetelő réteg külső felületi hőmérséklete jóval alacsonyabb, mint az (ugyanolyan hőszigetelésű és fajlagos tömegű) egyhéjú falak külső felületi hőmérséklete, vagyis a homlokzatburkolat mintegy "szellőztetett napernyő"-ként működik. A szellőztetés "csúcselekenő" hatása a keleti tájolású falaknál a leghatékonyabb, mert a napsugárzás intenzitásának és a külső levegő hőmérsékletének maximuma viszonylag távol esik egymástól. Ugyanezért ez a hatás legkevésbé a délnyugati-nyugati tájolású falaknál érvényesül.

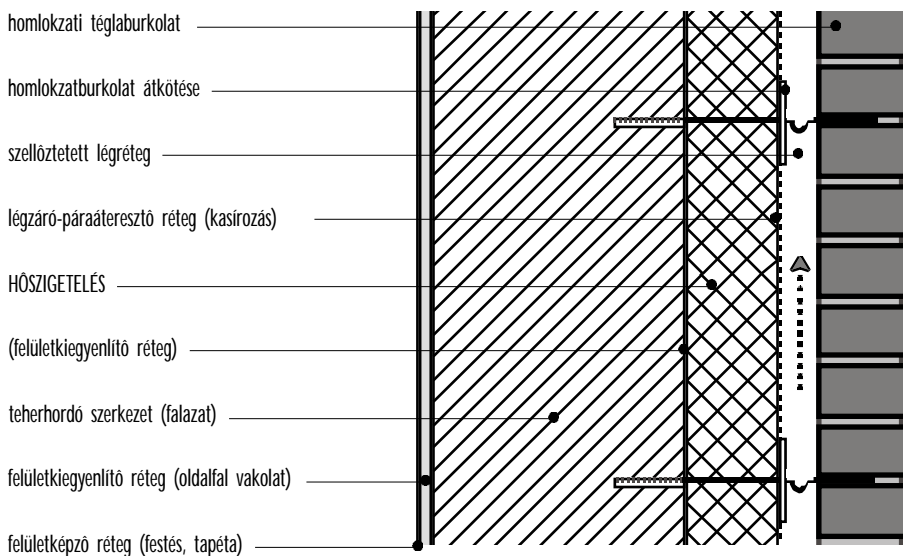
Könnyűszerkezetes külső falak a hazai klimatikus viszonyok között kéthéjú szerkezetként alakítandók ki.

Hőszigetelés		Hőszigetelő vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)				
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a szerkezet típus jele				
			A	B	C	D	E
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL 1,2,D	80	124 - 129	118 - 120	110 - 115	104 - 107	93 - 99
	AUSTROTHERM	100	106 - 109	101 - 103	98 - 99	90 - 93	82 - 87
	AT-H2	120	93 - 95	89 - 90	86 - 87	80 - 82	74 - 77
		140	82 - 84	79 - 80	77 - 78	72 - 74	67 - 70
extrudált polisztirolhab lap	STYROFOAM IB	60	130 - 135	123 - 125	119 - 120	107 - 111	96 - 102
	AUSTROTHERM	80	106 - 109	101 - 103	98 - 99	90 - 93	82 - 87
	XPS-G BG 20	100	89 - 92	86 - 87	84 - 85	78 - 80	72 - 75
		120	77 - 79	75 - 76	73 - 74	69 - 70	64 - 67
üvegyapot lap	THERWOOLIN HL	75	105 - 124	100 - 116	95 - 111	90 - 103	81 - 96
		100	84 - 100	81 - 95	77 - 91	74 - 86	68 - 81
	TEL FDP, FDPL	120	72 - 86	70 - 82	67 - 80	65 - 76	60 - 72
		140	64 - 76	62 - 73	60 - 71	58 - 68	54 - 65
kőzetgyapot lap	ROCKWOOL RFP	75	114 - 135	109 - 125	102 - 120	97 - 111	87 - 102
	ISOLYTH WP, FP	100	92 - 109	89 - 103	84 - 99	80 - 93	74 - 87
	TOPLAN Nt	120	80 - 95	77 - 90	74 - 87	71 - 82	65 - 77
	HERALAN FP	140	70 - 84	68 - 80	66 - 78	63 - 74	59 - 70

Teherhordó szerkezet (falazat) és vastagsága cm-ben

- A kisméretű tömör téglafal (25), kevéslyukú téglafal (25)
- B kisméretű tömör téglafal (38), soklyukú téglafal (25), B30 blokkfal (30)
- C UNIFORM 10, 11 és 12 blokkfalak (30), kevéslyukú téglafal (38)
- D soklyukú téglafal (38), UNIFORM 13 és 14 blokkfalak (30)
- E POROTON 30 (30), PF 45 (30), HB 38 (38), HB 30 (30) blokkfalak

Az ún. kéthéjú, szellőztetett légréteges külső falak egyik példája az ábra szerinti, ahol a hőszigetelés a teherhordó fal és az égetett agyag vagy mészhomok téglából épített homlokzati burkolófal közé kerül. A szerkezet típus elterjedését gátolja, hogy megvalósítása meglehetősen költséges, ezt azonban számos előnyös tulajdonság ellensúlyozza: a téglaburkolat magas esztétikai értékű, felújítást nem igényel, az épülettel azonos élettartamúnak tekinthető, a burkolófal jelentősen növeli a szerkezet hőtehetetlenségét és léghanggátlását. A jelentős fajlagos tömegű (kb. 2,2 kN/m²) téglaburkolat a nyári hőterhelés csökkentése szempontjából azért előnyösebb a "könnyű" szerelt burkolatoknál, mert nagyobb hőtároló ("hőcsillapító") képessége következtében a külső hőmérséklet változása a falszerkezet belső felületén kisebb és időben késleltetett hőmérséklet-ingadozást okoz. Mivel a hőszigetelő réteget kívülről a tőle gyakorlatilag függetlenül beépített burkolófal védi, kisebb testsűrűségű és nyomószilárdságú, azaz olcsóbb hőszigetelő termékek használhatók.



A szerkezet, illetve a hőszigetelés nedvesség elleni védelmét szolgálják a burkolófalat és a falszerkezetet összekapcsoló speciális átkötő elemek is, amelyek a szellőztetett légrétegben vízortagozattal, vagy vízcsapentő tárcsával vannak ellátva. A burkolófal belső felületén időszakosan lecsapódó nedvesség így (az átkötő elem befelé folyva) nem juthat be a hőszigetelő anyagba.

Erőtani-állékonysági okokból az átkötő elemeken kívül a burkolófal szintenkénti kiváltása is szükséges

Hőszigetelés		Hőszigetelő vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)				
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a szerkezet típus jele				
			A	B	C	D	E
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL 1,2,D	80	107 - 111	103 - 104	97 - 101	92 - 94	83 - 88
		100	92 - 95	88 - 90	84 - 87	80 - 82	73 - 77
	AUSTROTHERM AT-H2	120	80 - 82	77 - 79	74 - 77	71 - 73	66 - 69
		140	71 - 73	69 - 70	66 - 69	64 - 66	60 - 62
extrudált polisztirolhab lap	STYROFOAM IB	60	112 - 106	107 - 109	101 - 105	95 - 98	86 - 91
		80	92 - 95	88 - 90	84 - 87	80 - 82	73 - 77
	AUSTROTHERM XPS-G BG 20	100	78 - 80	75 - 77	72 - 74	69 - 71	64 - 67
		120	67 - 69	65 - 67	63 - 65	61 - 62	57 - 59
üveggyapot lap	THERWOOLIN HL	75	99 - 116	97 - 101	97 - 101	63 - 64	59 - 61
		100	80 - 95	92 - 95	92 - 95	50 - 51	48 - 49
	TEL FDP. FDPL	120	70 - 82	80 - 82	80 - 82	43 - 44	42 - 43
		140	62 - 73	71 - 73	71 - 73	38 - 39	37 - 38
kőzetgyapot lap	ROCKWOOL RFP	75	107 - 125	103 - 117	97 - 112	92 - 104	83 - 96
	ISOLYTH WP, FP	100	88 - 103	84 - 97	81 - 94	77 - 88	71 - 83
	TOPLAN Nt	120	76 - 90	74 - 86	71 - 83	68 - 79	63 - 74
	HERALAN FP	140	68 - 80	66 - 77	63 - 75	61 - 71	57 - 67

Teherhordó szerkezet (falazat) és vastagsága

- A kisméretű tömör téglafal (25), kevéslyukú téglafal (25)
- B kisméretű tömör téglafal (38), soklyukú téglafal (25), B30 blokkfal (30)
- C kevéslyukú téglafal (38), UNIFORM 10, 11 és 12 blokkfalak (30)
- D soklyukú téglafal (38), UNIFORM 13 és 14 blokkfalak (30)
- E POROTON 30 (30), PF 45 (30), HB 38 (38), HB 30 (30) blokkfalak

A tetőtérbeépítéseket határoló ferde falak hőszigetelésének egyik lehetséges megoldása látható az ábrán, amikor a felső hőszigetelő réteget a szarufák közé, az alsó réteget pedig a szarufák alsó síkján rögzített zárlecek közé helyezik. A kétrétegű hőszigetelés azért igény, mivel a szarufák szokásos, erőtani szempontból indokolt magassága (12...18 cm) nem elegendő a teljes hőszigetelő réteg (manapság már 18...24 cm) és az e feletti alsó szellőztetett légréteg (legalább 50 mm) "befogadására". A két rétegben beépített hőszigetelés egyébként is előnyös, mivel "átmenő" hőhidak csak a szarufák és a zárlecek kereszteződéseinél keletkeznek, ami energetikai szempontból kedvező.

A hőszigetelés anyagául elsősorban az ásványgyapot ajánlható: az üvegyapot vagy kőzetgyapot lapok vagy filcek hézagmentes elhelyezése (a fa szerkezeti elemek közé beszorítva) nem okoz gondot, utózsugorodásuk nem számottevő és akusztikai szempontból is előnyösek.

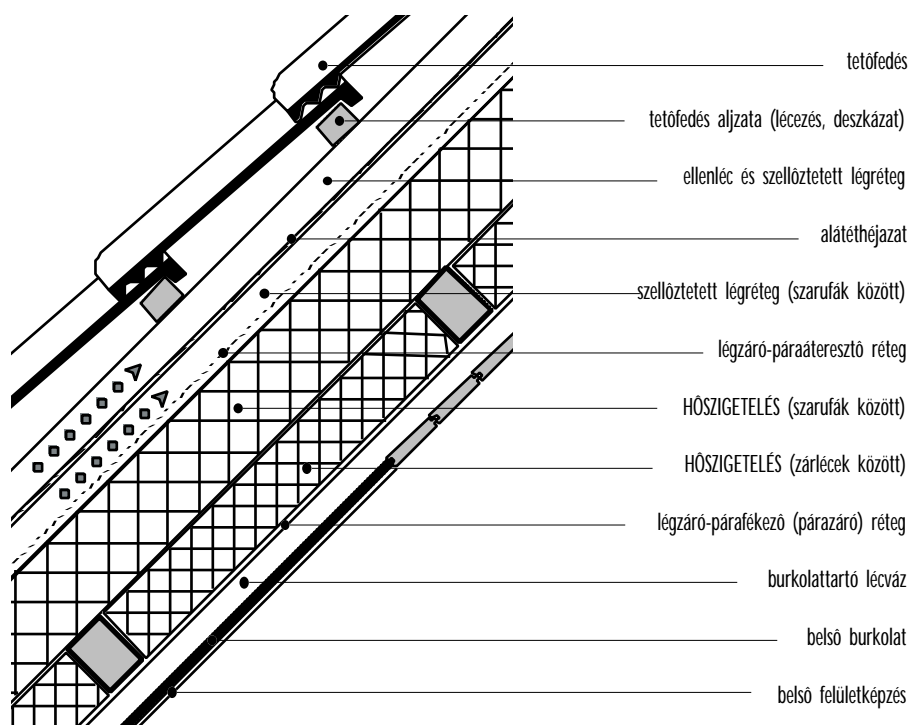
A hőszigetelés alatt légzáró-párafékező réteget kell beépíteni. Mindkét funkció szempontjából rendkívül fontos a réteg felületfolytonos, megszakítatlan beépítése, ami különösen a lemezcsatlakozásoknál és a különféle szerkezeti kapcsolatoknál igényel rendkívül gondos kivitelezői munkát. A réteg készülhet a hőszigetelő termékre gyárilag felkasírozott vékony alumíniumfóliából, vagy a hőszigetelés elhelyezése után rögzített műanyag fóliából.

A belső burkolat aljataként beépített lécek közé "bezárt" levegőréteg a szerkezet páragzaldálkodása szempontjából fontos: megakadályozza a páralecsapódást a párafékező réteg alsó felületén.

Ha a szarufák között elhelyezett hőszigetelő lapok vagy filcek felső oldalukon gyárilag légzáró-páraáteresztő réteggel (tűzvédelmi okokból célszerűen üvegfátyollal) kasírozottak, nem kell számolni a hőszigetelésbe jutó szellőző levegő hőszigetelő képességet csökkentő hatásával.

Az expandált polisztirolhab lemeztermékek közül egyedül a NIKECELL STYROTECT-S márkanévű termék ajánlható a szarufák közötti elhelyezésre: ezeken a lapokon gyártásuk során a lemezfelületekre merőleges, hosszirányú (beépítéskor a szarufákkal párhuzamos hossz tengelyű) hornyokat marnak, és ennek révén a táblák a hornyokra merőleges irányban kismértékben összenyomhatók. A szarufák alatti hőszigetelést (elsősorban akusztikai okokból) ekkor is tanácsos ásványgyapot termékekből készíteni.

A leírtak természetesen nemcsak a ferde falakra, hanem értelemszerű eltérésekkel a tetőtérbeépítést határoló födémekre és belső térdfalakra is vonatkoznak.



anyaga és terméktípusa	Hőszigetelés		Hőszigetelő rétegek vastagsága		Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)
	termékjele		felső réteg	alsó réteg	
	felső réteg	alsó réteg	(mm)		
üvegyapot filc vagy lap	THERWOOLIN LHF THERWOO-ROLL	THERWOO-FILC	100	80	56 - 67
			100	100	51 - 61
			120	60	56 - 68
	TEL WDF, UNIROLL	TEL ROLLISOL	120	80	51 - 62
			120	100	47 - 56
			140	80	47 - 57
140	100	43 - 53			
kőzetgyapot filc vagy lap	ROCKWOOL RP-III, DK	ROCKWOOL RP-III, DK	100	80	54 - 66
			100	100	49 - 60
			120	60	55 - 67
	ISOLYTH WF, WP TOPLAN Nt, Nf HERALAN KP	ISOLYTH WF, WP TOPLAN Nt, Nf HERALAN KP	120	80	50 - 61
			120	100	45 - 56
			140	80	46 - 50
140	100	42 - 52			
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL STYROTECT	NIKECELL TA	100	100	56
			100	120	51
			120	100	52
			120	120	47

A tetőtérbeépítéseket határoló szerkezetek hőszigetelésének másik módja a szaruzat felett beépített extrudált vagy expandált polisztirolhab táblákból képzett, megszakításmentes (azaz "hőhidmentes") hőszigetelő réteg. Ehhez alkalmas anyagú (kellő nyomószilárdságú, zártpórusú) és kialakítású elemek szükségesek.

A hőszigetelő lapok szélei körben csaphornyos kiképzésűek, ami nemcsak a hőszigetelő réteg hőhidmentessége, hanem az elemek megfelelő együttműködése miatt is előnyös. Ez az együttműködés azt jelenti, hogy a nagyméretű lapok beépítése független a szarufakiosztástól, csatlakoztatásuk a szarufaközökben is lehetséges.

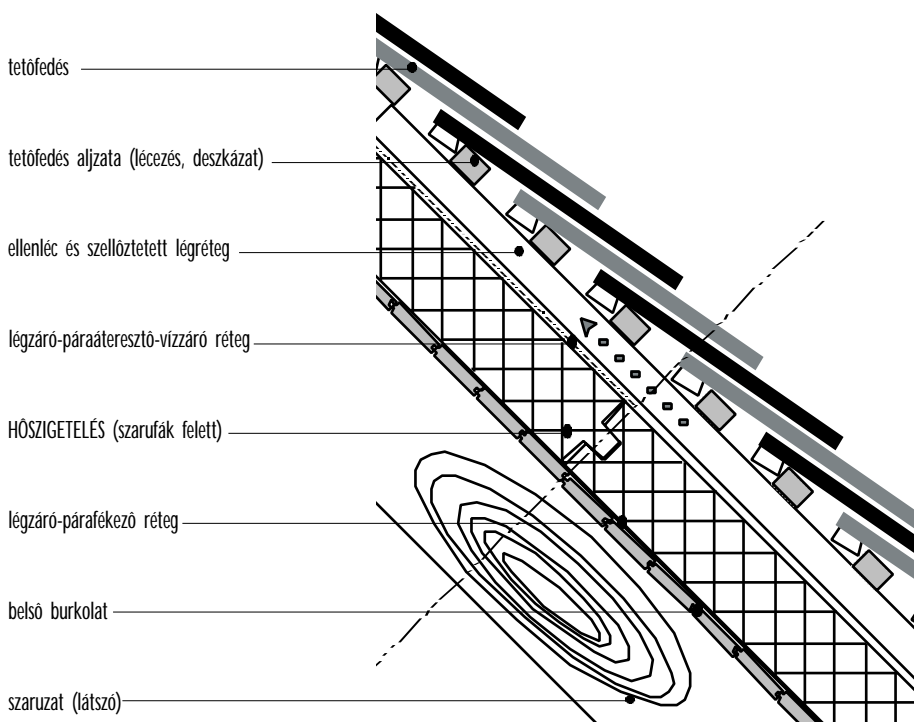
Az extrudált polisztirolhab táblákból készített hőszigetelés valamivel előnyösebb a jobb hőszigetelő képesség, illetve a minimális mértékű utózsugorodás miatt.

A baloldali ábrarészen látható megoldásnál a hőszigetelő rétegre a szarufák tengelyében elhelyezett, speciális,

korroszióálló, csavartszárú szegekkel lehorgonyzott fa rögzítőlécekkel ("ellenlécek") leszorítva légzáró, vízzáró és páraáteresztő képességű mikroperforációs műanyagfóliát (pl. TYVEK, BRAMAC UNIVERSAL) fektetnek a vízlefolyás irányában takart átlapolásokkal. A fólia - mint másodlagos vízszigetelés - megakadályozza, hogy a tetőfedésen keresztül bejutó csapadékvíz és porhó, valamint a tetőhéjalás belső felületén időszakosan lecsapódó és visszacsepegő pára a hőszigetelés felületére jusson. Ez a rétegfelépítés expandált polisztirolhab hőszigetelés esetén is alkalmazható.

Az ellenlécek egyben "kijelölik" a szellőztetett légréteg sávját is, ezért vastagsági méretük nem lehet kisebb 50 milliméternél.

A jobb oldali ábrarészen látható megoldásnál az extrudált polisztirolhab elemek fölé nem kerül külön védőréteg, de a hőszigetelő réteg alatt műanyag légzáró-párafékező fóliát fektetnek a belső burkolatra.



Ez a fólia másodlagos csapadékvíz szigetelésként is funkcionál: a hőszigetelő rétegen esetlegesen átjutó nedvesség ezen lefolyva jut ki a külső térbe. A fólia lehet hővisszaverő képességű is.

Természetesen lehetséges a megfelelő fóliák elhelyezése a hőszigetelés alatt és felett is, főként expandált polisztirolhab hőszigetelés esetén.

Ha a szarufák megjelenése a belső térben nem igény, a belső burkolat a szaruzat alsó síkján is beépíthető. Fokozott légzhanggátlási igény esetén ilyenkor a szarufák között ásványgyapot kiegészítő hőszigetelés beépítése előnyös lehet.

A hőszigetelő réteg vastagsága javaslatosan legalább 10 cm.

A hatékonyabb nyári hővédelem érdekében gyakran vasbeton lemez a tetőtérbeépítést határoló falak és födémek tartószerkezete (ez az ún. "koporsófödém"). Ilyen esetben a baloldali ábrarészen bemutatott hőszigetelési változat alkalmazható azzal az eltéréssel, hogy légzáró-párafékező rétegre nincs szükség és a rögzítőlécek kiosztása kötetlen.

A bemutatott szerkezeti modellek kivitelezéstechnológiai előnye, hogy a hőszigetelés beépítése felülről történik, és gyakorlatilag kizárt a tökéletesen méretpontos hőszigetelő táblák "hézagos" elhelyezése.

Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)
anyaga és terméktípusa	termékjele		
extrudált polisztirolhab tábla	ROOFMATE TG	80	98
		90	88
		100	80
		110	74
		120	68
expandált polisztirolhab tábla	NIKECELL TA	80	117
		90	106
		100	97
		110	89
		120	82
	AUSTROTHERM AT-N4		

A padlásfödémek a leggazdaságosabban hőszigetelhető épülethatároló szerkezetek, a következő okokból:

- A padlásfödém egy kéthéjú "hidegtető" alsó héjszerkezete, amely felett a nagy kiterjedésű padlástér (mint ún. "puffer" tér) révén a felső oldali hőátadási ellenállás valamivel nagyobb, mint a külső légtérrel közvetlenül határos szerkezeteké.
- A padlásfödémeket közvetlen külső hőhatások nem érik.
- A hőhidak fajlagos hosszúsága (az alapterülethez viszonyítva) viszonylag kicsi: a padlásfödém-külső fal csatlakozásokon kívül általában csak a födém és a legfelső szinten beépített belső fal kapcsolatai képeznek vonalmenti hőhidakat.
- A padlásfödémek "olcsó" hőszigetelő anyagokkal, illetve termékekkel hőszigetelhetők, mivel vagy terheletlenek (lásd a baloldali ábrát), vagy terhelésük (a hőszigetelés feletti szerkezeti rétegek önsúlya és a hasznos terhek) csekély mértékű.
- A hőszigetelés védelmére külön szerkezeti rétegek beépítése legtöbbször nem szükséges.

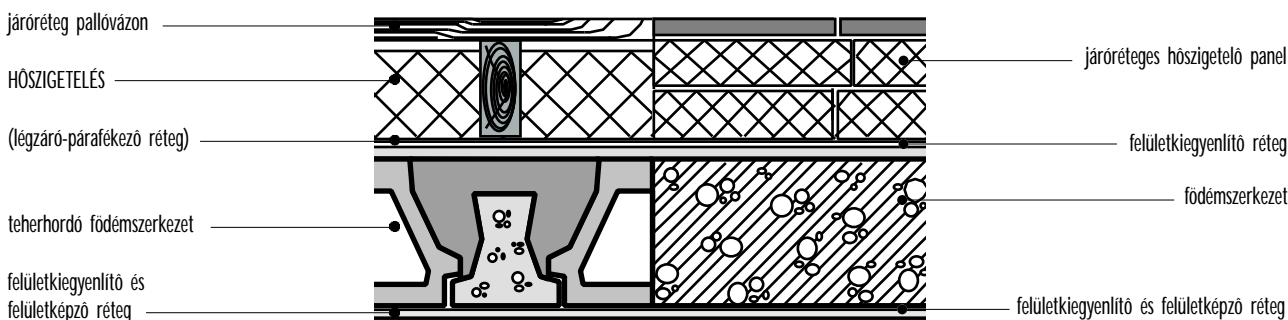
Mindez csak akkor igaz, ha a tetőfedés és az azt kiegészítő alátéthéjazat együttesen vízhatlan tetőhéjalást képez, azaz a padlástér a csapadékvíz és a porhó bejutása ellen tökéletesen védett. Elemekből épített födémszerkezet esetén légzáró-párafékező réteg beépítésére is szükség lehet.

A leírtakból értelemszerűen következik az, hogy a padlásfödémek hőszigetelésének mértéke csak a beépítési lehetőségektől, illetve az alkalmas hőszigetelő termékek (vastagsági) méretválasztékától függ, a hőszigetelés gazdaságossága 20 cm vastagság felett is kimutatható.

A járóréteg kisebb mértékű igénybevétele esetén alkalmazhatók az ábra szerinti hőszigetelési megoldások.

A fa, vagy építőlemez járóréteget hordó pallóváz elemei közé fektetett hőszigetelés (baloldali ábrarész) javasolhatóan szálal hőszigetelő anyagból (a táblázatban 1. és 2. jelű) készítenőd, mivel ezek a (filc, vagy lágy lap) termékek hézagmentesen csatlakoztathatók ("beszorítással") a vázpallókhöz és egymáshoz. A pallóváz elemei hőhidat képeznek a hőszigetelő rétegben, a hővesztésüket mintegy 15-20 %-kal megnövelve. A hőhidhatás mértéke többek között a pallók méreteitől és beépítési távolságuktól függ.

A jobb oldali ábrán az AUSTROTHERM AT - PA jelű, 8 mm vastag fagyapot lemez járóréteggel társított, 985x485 mm méretű, AT-N3 jelű lépésálló expandált polisztirolhab lapokkal, illetve a HERALAN E-02 jelű, 25 mm vastag fagyapot lemez járóréteggel társított, 1015x615 mm méretű kőzetgyapot lapokkal készíthető hőhidmentes hőszigetelő réteg látható. Az elemek megfelelő együttdolgozását az elemcsatlakozások lépcsős, illetve árokereztes kapcsolatai biztosítják. Előnyös, hogy az elemek "száraz" technológiával és igen gyorsan elhelyezhetők,



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)			Meg- jegy- zés
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a teherhordó födém szerkezet			
			monolit vasbeton	egy. vb. gerendás	kerámia elemes	
üvegyapot filc vagy lap	THERWOOLIN LHF	120	78 - 96	75 - 93	71 - 88	1
	THERWOO-ROLL	140	68 - 84	66 - 82	63 - 77	
		160	61 - 74	59 - 72	57 - 69	
	TEL WDF, UNIROLL	180	55 - 66	54 - 65	52 - 62	
		200	50 - 60	49 - 59	47 - 57	
kőzetgyapot filc vagy lap	ROCKWOOL	120	78 - 96	75 - 93	71 - 88	2
	RP-III, DK	140	68 - 84	66 - 82	63 - 77	
	ISOLYTH WF, WP	160	61 - 74	59 - 72	57 - 69	
	TOPLAN Nt, Nf	180	55 - 66	54 - 65	52 - 62	
	HERALAN KP	200	50 - 60	49 - 59	47 - 57	
fagyapot lemez járóréteggel társított kőzetgyapot lap vagy expandált polisztirolhab lap	HERALAN E-02	75+25	109 - 96	105 - 92	98 - 87	3
		105+25	84 - 76	81 - 73	77 - 70	
		130+25	70 - 64	68 - 63	65 - 60	
	170+25	56 - 52	55 - 51	53 - 49		
AUSTROTHERM AT-P	100+8	85 - 94	82 - 91	77 - 86	4	

Az itt bemutatott hőszigetelési megoldások akkor alkalmazandók, ha a padlásfödémét tárolás, raktározás céljára használják és ezért megfelelő szilárdságú padozat készítésére van szükség a hasznos terhek felvételére és átadására.

A baloldali ábrarészen a hőszigetelés felett kavicsbeton padozat készül, amelynek vastagsága (esetleg vasalása) a várható terhelés mértékétől függ.

A jobb oldali ábrarészen látható habcement járóréteg vastagságát és testsűrűségét (azaz nyomószilárdságát) a terheléstől függően kell meghatározni. Ez a megoldás azért előnyös, mert az anyag hőszigetelő képessége számottevő (a 400 kg/m^2 testsűrűségű habcement hővezetési tényezője például 0.10 W/mK), és a képlékeny anyag egyszerű eszközökkel előállítható és "csövön" feljuttatható a padlásfödémre. A habcement kötési és szilárdulási ideje igen rövid, páradiffúziós ellenállása csekély, ami nedvességtechnikai szempontból előnyös.

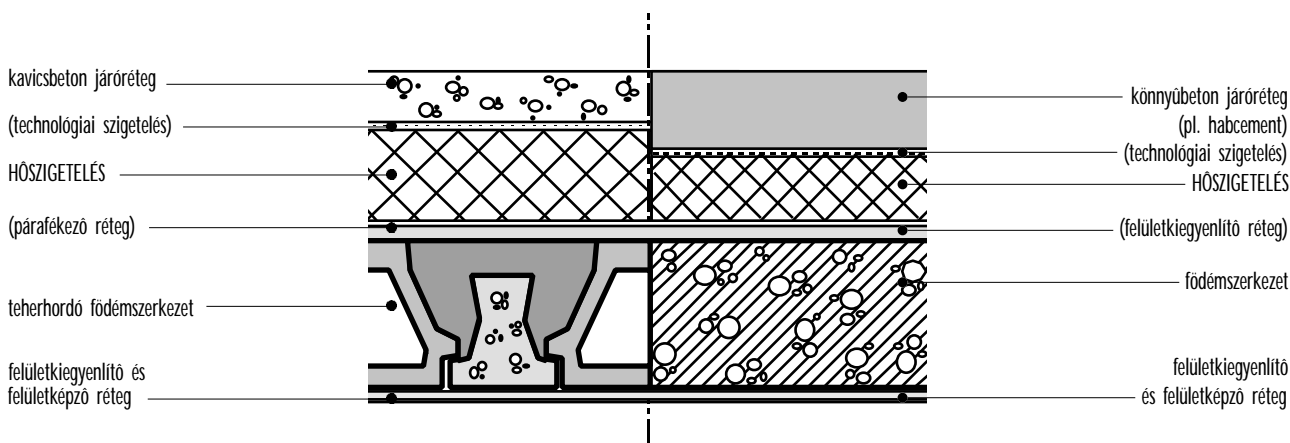
A kavicsbeton vagy habcement padozatot (lehetőleg tömitett) mozgási hézagokkal kell kialakítani, utólagos befűrészelés esetén legalább a rétegvastagság 2/3-ának megfelelő mélységben. Mozgási hézagokat kell kiképezni a csatlakozó épületszerkezetek (pl. talpszelemenek, térdfalak, padlástéri felépítmények) mentén, kéménypillérek körül.

A hőszigetelő réteget ez esetben elsősorban műanyaghab lapokból tanácsos készíteni. A lapokat kötésben, lehetőleg két rétegben, rétegenként hézagcserében kell fektetni, gondosan ügyelve a hézagmentes ("ütközöhézagos") elhelyezésre, amely esetleg a táblák pontonkénti helyzetbiztosító leragasztását teszi szükségessé.

A teherhordó födémszerkezet felett felületkiegyenlítő réteg készítésére felül nem sík födémek, illetve párafékező réteg beépítési igénye esetén lehet szükség.

Ugyanitt párafékező réteg képzésére legfeljebb esetenként, ilyen szempontból kedvezőtlen rétegpárosítások (pl. előregyártott vasbeton gerendás-bélestedes födémek és kavicsbeton padozat) esetén lehet szükség. Erre a célra általában párafékező tulajdonságú polietilén fóliák is alkalmazhatók, de feltétel, hogy a fóliák párazáró ragasztással vagy hegesztéssel legyenek csatlakoztathatók.

A hőszigetelő réteg felett technológiai szigetelés elhelyezése szükséges, hogy a képlékeny állapotú kavicsbeton vagy habcement felhordása és tömörítése során ne jusson nedvesség a hőszigetelő táblák közé. Erre a célra különösen a vékony ($0,1-0,15$ milliméter vastagságú), csekély páradiffúziós ellenállású, nagy méretű (kevés csatlakoztatást igénylő) PVC fólialepedők alkalmasak.



A vízhatlan (pl. alátéthéjazattal vízhatlanná tett) tetőhéjalás készítése ilyen padlásfödémek esetén is követelmény, de a kavicsbeton vagy habcement padozat jó szolgálatot tehet, ha a padlástérbe nedvesség jut (pl. a tetőhéjalás károsodása nyomán). Ilyenkor az padozat a nedvességet annak elpárolgásáig megtartja, megakadályozza a födémszerkezet leázását.

Hőszigetelés		PS-hab vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)			
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a járóréteg anyaga és vastagsága			
			kavicsbeton min. 60 mm	habcement 100 mm	habcement 130 mm	habcement 160 mm
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL 1, 2	80	116 - 103	82 - 75	75 - 69	69 - 64
		90	104 - 94	76 - 70	70 - 65	65 - 61
		100	95 - 86	71 - 66	66 - 61	61 - 58
		110	87 - 80	67 - 62	62 - 58	58 - 55
		120	81 - 74	63 - 59	59 - 55	55 - 52
	AUSTROTHERM AT-N1, N2	130	75 - 69	59 - 56	56 - 53	53 - 50
		140	70 - 65	56 - 53	53 - 50	50 - 47
		150	66 - 62	53 - 51	51 - 48	48 - 45
		160	62 - 58	51 - 48	48 - 46	46 - 44
		180	56 - 53	47 - 44	44 - 42	42 - 40
		200	51 - 48	43 - 41	41 - 39	39 - 38

A pincefödémek hőszigetelése kevésbé hatékony, mint a külső légtérrel határos szerkezeteké, mivel a fűtési idényben a mértékadó átlagos külső és belső hőmérséklet-különbség jóval kisebb, mint a külső légtérrel határos szerkezeteknél. Ennek ellenére a szerkezet megfelelő mértékű hőszigetelése állagvédelmi és hőérzeti okokból (is) igen fontos: hőérzeti szempontból például előírt, hogy a padló felületi hőmérséklete legfeljebb 2,5 K-nel lehet alacsonyabb a belső légtér hőmérsékleténél.

A szerkezet típus hőszigetelésének egyik lehetősége az ún. úsztatott párnafák közé elhelyezett könnyű ("nem terhelhető" minőségű) ásványgyapot (lap vagy filc) hőszigetelés (baloldali ábrarész). Az impregnált fa zárlecek (párnafák) úsztatására teljes felületen vagy sávszerűen terhelhető minőségű ásványgyapot lapokat illetve lemezcsonkakat kell elhelyezni. A párnafák tengelytávolságát célszerű úgy megválasztani, hogy közéjük a hőszigetelő lapok vagy filcek hulladékmentesen elhelyezhetők legyenek. A filceket vagy lapokat szoros ütköztetéssel kell a párnafákhoz és egymáshoz illeszteni.

A padlóburkolat alá, a párnafák fölé a szálas hőszigetelő anyag felporzását megakadályozó fóliát (pl. TYPAR geotextiliát) kell (átlapolásokkal) fektetni.

A bemutatott megoldás csak "melegpadló" burkolatokkal készített padló szerkezeteknél alkalmazható.

A jobb oldali ábrarészen az ún. úsztatott betonaljzatos padló szerkezet látható, amelynél a beépített szigetelő lapok a testhanggátláson kívül a hőszigetelés funkcióját is ellátják, és ezért a szokásos, csak testhanggátlásra szolgáló úsztatórétegeknek nagyobb vastagságban készülnek.

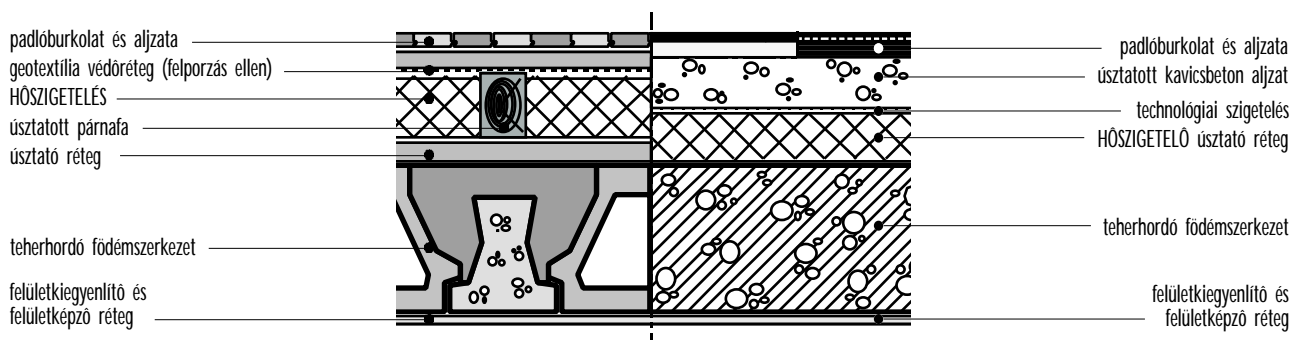
A hőszigetelő-hanggátló réteget terhelhető minőségű lapokból kell készíteni. Hanggátló réteg készítésére egyes expandált polisztirolhab termékek is alkalmasak.

A lapokat egy rétegben, kötésben kell fektetni és szoros illesztéssel ("ütközőhézagokkal") kell egymáshoz csatlakoztatni. A hőszigetelő réteg fölé technológiai szigetelést kell fektetni, amelyre leginkább a nagyméretű (toldást sokszor nem is igénylő) PVC fólialepedők alkalmasak.

Igen fontos, hogy az úsztatott kavicsbeton aljzat falcsatlakozásai mentén összenyomódásra képes műanyaghab vagy ásványgyapot lemezcsonk elhelyezésével elválasztól szegélyávot kell készíteni a "kerülőutas" testhangterjedés ellen. Összenyomódásra hajlamos ásványgyapot hőszigetelő-úsztató réteg esetén az úsztatott kavicsbeton aljzatot célszerű hegesztett hálós vasalással ellátni.

A bemutatott megoldás bizonyos "melegpadló" burkolatoknál (pl. szalagparketta, padlószőnyeg) is alkalmazható.

A hőszigetelő-úsztató réteg vastagságnövelésének mindkét megoldásnál gyakran gátat szab a pincefödém más tényezők által korlátozott vastagsági mérete.



A táblázatból leolvasható, hogy a pincefödémek padló szerkezetben belüli hőszigetelése hőérzeti szempontból megfelelő megoldásnak tekinthető, de hatékony fűtési energiamegtakarításra nem igazán alkalmas. Ilyen igény esetén csak az alsó oldali hőszigetelés, vagy a két hőszigetelési módszer együttes alkalmazása a mai elvárásoknak megfelelő megoldás.

Hőszigetelés		Hőszigetelés vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye $Q(MJ/m^2,év)$		
			ha a teherhordó szerkezet		
anyaga és terméktípusa	termékjele		monolit vasbeton lemezfödém	egy. vasbeton gerendás és körüreges pallófödém	vázkerámia elemes födém
üvegyapot vagy kőzetgyapot lap vagy filc úsztatott párnafák között (úsztatóréteg 20 mm vastagságú terhelhető ásványgyapot lapokból)	ROCKWOOL RPIII.	50	107 - 114	102 - 109	96 - 103
	ISOLYTH WF, WP	60	97 - 105	93 - 100	88 - 95
	TOPLAN filc	75	86 - 93	82 - 89	78 - 85
	THERWOOLIN LHF, LHL	80	82 - 90	79 - 86	76 - 82
üvegyapot, kőzetgyapot vagy expandált polisztirolhab lapok úsztatott betonaljzat alatt	ROOFROCK	40	152 - 183	145 - 173	131 - 154
	TOPLAN T	50	128 - 156	123 - 149	113 - 135
	THERWOOLIN TL-T, TL-TK	60	110 - 136	107 - 131	100 - 120
	TEL TDPS, TDPT	80	87 - 108	85 - 105	80 - 98
	HERALAN TP, TPT				
	AUSTROTHERM AT-L				

Ha a pincefödém (teherhordó szerkezet + padló szerkezet) vastagsági mérete (felülről) korlátozott, szerkezeten belüli hőszigeteléssel esetenként még az állagvédelmi és hőérzeti követelmények sem elégíthetők ki. Ilyenkor csak a födém alsó oldali hőszigetelése jelent megoldást. Az árkádfödémeknél eleve ez a megoldás (vagy a kétféle együtt) alkalmazandó, mivel ezeknél a szerkezeteknél pusztán a hőérzeti követelmények teljesítése legalább 10-12 cm vastagságú hőszigetelő réteg beépítését igényli.

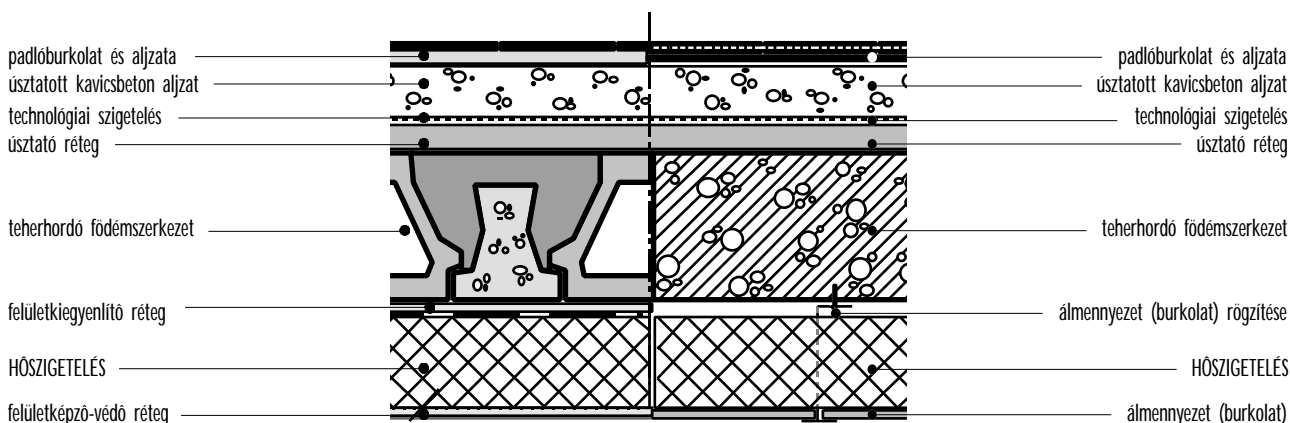
A szerkezet típus hőszigetelésére a baloldali ábrarész szerinti megoldásban a polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok egyaránt alkalmasak. A hőszigetelés mechanikai rögzítése sok esetben, pl. az előregyártott vasbeton gerendásbéltestes és előfeszített vasbeton pallófödémeknél nem lehetséges, ezért csak a ragasztásos rögzítés jöhet szóba. Ehhez felületkiegyenlítő réteg (pl. vakolat, simítás) készítése szükséges. Ha a födém mechanikai rögzítésre alkalmas (pl. sima alsó felületű monolit vasbeton födémeknél) inkább a mechanikai rögzítés, esetleg a kétféle rögzítési mód együttes alkalmazása javasolható.

A pincszint használatától függően természetesen eleendő lehet a hőszigetelő rétegre felhordott hálóbetétes védőréteg, árkádfödémeknél azonban nyilvánvalóan nem maradhat el a színvakolat, vagy más esztétikus felületképzés felhordása a szerkezet alsó síkján.

A jobb oldali ábrarész szerinti szerkezet típus hőszigetelésére elsősorban az ásványgyapot (kőzet- vagy üveggyapot) termékek javasolhatók, mivel ezekkel biztonságosabban megoldható a "felületfolytonos", hézagmentes hőszigetelő réteg készítése az álmennyezet (árkádfödémeknél) vagy mennyezetburkolat (pincefödémeknél) felett.

Az árkádfödémeknél gyakoribb és energetikai szempontból (is) indokoltabb a jobb oldali ábrarészen látható megoldás: a födém és az álmennyezet vagy burkolat közé elhelyezett hőszigetelés. Ez esetben előregyártott elemes födém szerkezeteknél célszerű az álmennyezetet (burkolatot) tartó/függesztő segédvázváz rögzítési lehetőségéről már a födém szerkezet készítésekor gondoskodni. Monolit vasbeton lemez födémeknél természetesen a korszerű rögzítéstechnikai megoldások utólagos szerelést is lehetővé tesznek.

Az álmennyezetes megoldásnál javasolható minél vastagabb hőszigetelő réteg beépítése, hiszen itt kisebb testsűrűségű és szilárdságú, azaz olcsóbb hőszigetelő termékek használhatók és a függesztő elemek hőhíd-hatását is ellensúlyozni kell. Mivel a hőszigetelő elemek elhelyezése általában az álmennyezeti elemek szerelésével párhuzamosan történik, különös gondot kell fordítani a lapok vagy filcek hézagmentes ("ütkezőhézagos") elhelyezésére, azaz felületfolytonos hőszigetelő réteg készítésére.



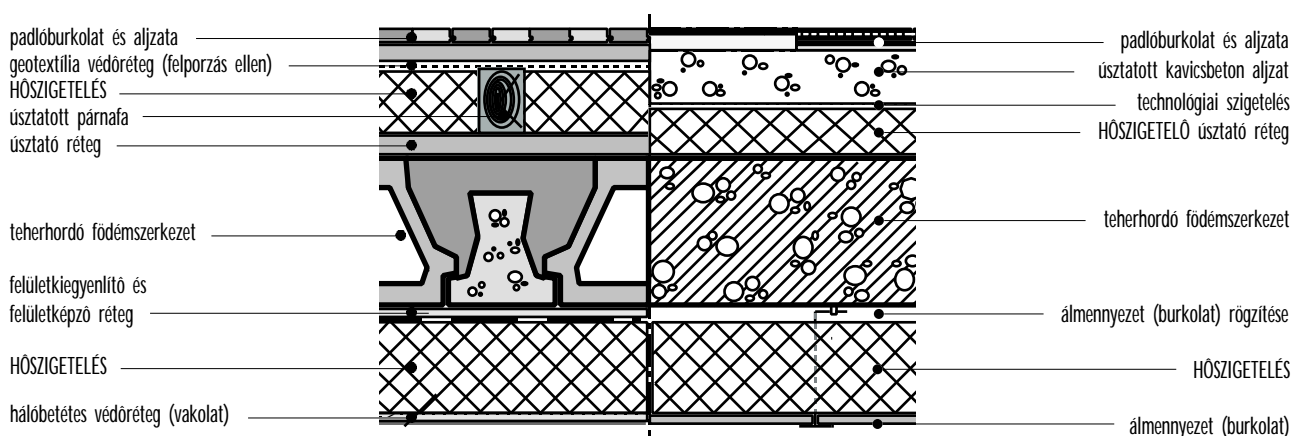
Hőszigetelés		Hőszigetelés vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye $Q(MJ/m^2,év)$					
			pincefödém			árkádfödém		
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a teherhordó szerkezet					
			vasbeton lemez	egy. vb. ger. beton b.test	vázkerámia födém	vasbeton lemez	egy. vb. ger. beton b.test	vázkerámia födém
expandált polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok ragasztással rögzítve	NIKECELL D	70	53 - 50	50 - 47	47 - 42			
	AUSTROTHERM AT - H2	80	48 - 46	46 - 43	43 - 39			
		90	44 - 42	42 - 40	40 - 37			
	TEKTALAN C3	100	41 - 39	39 - 37	37 - 34	76 - 71	71 - 64	64 - 54
		110	38 - 37	37 - 35	35 - 32	71 - 67	67 - 61	61 - 51
		120	36 - 34	34 - 33	33 - 30	67 - 63	63 - 57	57 - 49
kőzetgyapot vagy üveggyapot lap vagy filc álmennyezet vagy burkolat felett	ROCKWOOL RP-III, DK	75	51 - 48	48 - 45	45 - 41			
	ISOLYTH WF, WP	80	48 - 46	46 - 43	43 - 39			
		100	41 - 39	39 - 37	37 - 34	76 - 71	71 - 64	64 - 54
	HERALAN KP	120	36 - 34	34 - 33	33 - 30	67 - 63	63 - 57	57 - 49
		140	32 - 31	31 - 29	29 - 27	60 - 56	56 - 52	52 - 45
	TEL WDF, WDPL	160	28 - 27	27 - 26	26 - 25	54 - 51	51 - 47	47 - 41

Az árkádfödémek valódi "külső" épülethatároló szerkezetek, ezért hőszigetelésük megkívánt mértéke is ennek megfelelő: pusztán a hőérzeti követelmény (vagyis a belső lég-hőmérsékletnél legfeljebb 2,5 K-nel alacsonyabb padlófelületi hőmérséklet) teljesítése is legalább 0,38...0,42 W/m²K hőátbocsátási tényezőjű szerkezetet, azaz legalább 10-12 centiméter vastagságú, 0,04 W/mK körüli hővezetési tényezőjű anyagból készített hőszigetelő réteget igényel. Ha az energiatakarékosság szempontját is figyelembe vesszük, akkor a hőszigetelő réteg minimális vastagságát 20 cm-ben határozhatjuk meg. Ezt az igényt gyakorta csak két rétegben beépített hőszigeteléssel, a szerkezeten belül elhelyezett, illetve az árkádfödém alsó síkjára szerelt vagy ragasztott hőszigetelő rétegekkel lehet teljesíteni. Ilyen megoldás látha-

tó az ábrán, amely tulajdonképpen az előző két szerkezeti modell "egyesített" változata.

A szerkezeten belüli hőszigetelés egyik lehetősége az úsztatott párnafák közé elhelyezett könnyű ("nem terhelhető" minőségű) ásványgyapot (lap vagy filc) hőszigetelés (baloldali ábrarész), a másik pedig a jobb oldali ábrarészen látható megoldás, amikor az úsztatott kavicsbeton aljzat alá terhelhető minőségű ásványgyapot, vagy expandált polisztirolhab hőszigetelő-hanggátló réteg kerül.

A szerkezet alsó oldali hőszigetelésére a baloldali ábrarész szerinti megoldásban védőréteggel és színvakolattal ellátott polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok szolgálnak, míg a másik megoldás szerint a kőzet- vagy üvegyapot hőszigetelés az álmennyezet felett kerül elhelyezésre.



Hőszigetelés a padló szerkezetben			Hőszigetelés a födém szerkezet alsó oldalán			Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q(MJ/m ² ,év)	
anyaga és terméktípusa	termékjele	vastagsága (mm)	anyaga és terméktípusa	termékjele	vastagsága (mm)		
üvegyapot vagy kőzetgyapot lap vagy filc úsztatott párnafák között	ROCKWOOL RPIII.	60	expandált polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok ragasztással rögzítve	NIKECELL D	80	60 - 66	
	ISOLYTH WF, WP			100	53 - 59		
	TOPLAN filc	120		48 - 53			
	THERWOOLIN LHF, LHL	80		ROCKWOOLRP,DK	80	53 - 60	
				ISOLYTH WF, WP	100	48 - 54	
	TEL WDF, WDPL	60		kőzetgyapot vagy üvegyapot lap vagy filc álmennyezet vagy burkolat felett	TEKTALAN C3	120	44 - 49
					ROCKWOOLRP,DK	120	48 - 52
	ISOLYTH WF, WP	140			43 - 48		
TOPLAN Nt, Nf	160	40 - 44					
TEL WDF, WDPL	80	HERALAN KP	120		44 - 48		
		THERWOOLIN LHF, LHL	140		40 - 44		
TEL WDF, WDPL	160	37 - 41					
üvegyapot vagy kőzetgyapot lapok úsztatott beton aljzat alatt	ROOFROCK	60	expandált polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok ragasztással rögzítve		NIKECELL D	80	58 - 69
				AUSTROTHERM AT - H2	100	53 - 61	
	TOPLAN T	80		TEKTALAN C3	120	47 - 55	
				ROCKWOOLRP,DK	80	50 - 61	
	TEL TDPS, TDPT	60		kőzetgyapot vagy üvegyapot lap vagy filc álmennyezet vagy burkolat felett	TOPLAN Nt, Nf	100	46 - 55
					HERALAN TP, TPT	120	42 - 50
	HERALAN TP, TPT	80			ROCKWOOLRP,DK	120	47 - 54
					ISOLYTH WF, WP	140	43 - 49
TOPLAN Nt, Nf	160	40 - 45					
HERALAN TP, TPT	80	HERALAN KP	120		42 - 49		
		THERWOOLIN LHF, LHL	140		39 - 45		
TEL WDF, WDPL	160	36 - 41					

Hogy az épületek energetikai méretezésével kapcsolatos kép teljes legyen, szükséges rávilágítani arra, hogy a homlokzati üvegezett nyílászáró szerkezetek korábbi (negatív) szerepe mennyire megváltozott a korszerű szerkezetek elterjedésével. E szerkezetek (ablakok, erkélyajtók) hőmérsékletét a transzmissziós hőveszteségek és a szoláris hőnyereségek számbavételével állapíthatjuk meg.

Az alábbi táblázatban egy átlagos méretű (120x150 cm, üvegezési arány 65 %), kétrétegű hőszigetelő üvegezésű fa ablak adatai találhatóak különböző üvegezések, árnyékoló szerkezetek és tájolás esetén. Látható az árnyékoló szerkezetek kedvező hatása, valamint az, hogy D - DK - DNY-i tájolás esetén (általában ilyen tájolásúak a lakoszobák) a fűtési időnyitányban "hőnyereség" is keletkezhet - ha a helyiségeket határoló szerkezetek megfelelő hőtároló tömegűek

és a fűtési rendszer rugalmasan követi a külső léghőmérséklet változásait (lásd a táblázat beárnyékolt mezőiben).

A nyílászárók filtrációs hőveszteségeit itt annak feltételezésével nem vesszük számításba, hogy a szerkezetekbe beépített szellőztető berendezésekkel az állagvédelmi és hőérzeti követelmények kielégítéséhez elegendő (óránkénti 0.8..0.9-szeres) légcserét biztosítjuk, ami így tulajdonképpen "szükséges" hőveszteségnek minősíthető. (Ugyanakkor a filtrációs hőveszteséget az épületenergetikai programok számításba veszik és kimutatják).

Mindez arra utal, hogy ma a "masszív" épületek nyílászáró szerkezeteinek tervezésekor az építészeti igényekből (megvilágítás, benapozás, homlokzatképzés) kell kiindulni, mivel ezek a szerkezetek energetikai szempontból gyakorlatilag "egyenértékűek" a külső falak "tömör" részeivel.

Üvegezés fajtája	Árnyékoló szerkezet	Átlagos transzmissziós hőátbocsátási tényező k_m (W/m ² K)	Egyenértékű hőátbocsátási tényező k_s (W/m ² K) Fajlagos hőigény Q (MJ/m ² ,év) ha a nyílászáró szerkezet tájolása				
			D	DK, DNY	K, NY	ÉK, ÉNY	É
Normál kétrétegű hőszigetelő üveg ($k_{ü} = 3,00$ W/m ² K)	nincs	2,58	+0,50 132	+1,16 307	+1,45 384	+1,75 463	+1,98 524
	függöny	1,97	- 0,11 - 29	+0,55 146	+0,84 222	+1,14 302	+1,37 363
	redőny	1,73	- 0,35 - 92	+0,31 82	+0,60 159	+0,90 238	+1,13 299
	redőny + függöny	1,39	- 0,69 - 182	- 0,04 - 10	+0,26 69	+0,56 148	+0,79 209
Kétrétegű hőszigetelő üveg gáztöltéssel ($k_{ü} = 2,70$ W/m ² K)	nincs	2,38	+0,30 80	+0,96 254	+1,25 330	+1,55 410	+1,78 470
	függöny	1,85	- 0,23 - 61	+0,43 114	+0,72 190	+1,03 273	+1,25 330
	redőny	1,64	- 0,44 - 116	+0,22 58	+0,51 135	+0,81 215	+1,04 275
	redőny + függöny	1,33	- 0,75 - 198	- 0,10 - 26	+0,20 53	+0,50 133	+0,73 193
Kétrétegű hőszigetelő üveg különleges gáztöltéssel ($k_{ü} = 1,30$ W/m ² K)	nincs	1,45	- 0,63 - 166	+0,03 8	+0,32 85	+0,62 164	+0,85 225
	függöny	1,24	- 0,84 - 222	- 0,18 - 48	+0,11 29	+0,41 108	+0,64 170
	redőny	1,14	- 0,94 - 248	- 0,28 - 74	+0,01 3	+0,31 82	+0,54 143
	redőny + függöny	0,98	- 1,10 - 290	- 0,44 - 116	- 0,15 - 42	+0,15 40	+0,38 100
Kétrétegű hőszigetelő üveg alacsony emissziós tényezőjű bevonattal ($k_{ü} = 1,60$ W/m ² K)	nincs	1,72	+0,52 138	+0,90 238	+1,07 283	+1,24 328	+1,38 365
	függöny	1,43	+0,23 60	+0,61 161	+0,78 206	+0,95 251	+1,09 288
	redőny	1,30	+0,10 26	+0,48 127	+0,65 172	+0,82 217	+0,96 254
	redőny + függöny	1,10	- 0,10 - 26	+0,28 74	+0,45 119	+0,62 164	+0,76 201
Kétrétegű hőszigetelő üveg alacsony emissziós tényezőjű bevonattal és speciális gáztöltéssel ($k_{ü} = 1,10$ W/m ² K)	nincs	1,32	+0,12 32	+0,50 132	+0,67 177	+0,84 222	+0,98 260
	függöny	1,14	- 0,06 - 16	+0,32 85	+0,49 130	+0,66 175	+0,80 212
	redőny	1,06	- 0,14 - 37	+0,78 206	+0,41 109	+0,58 154	+0,72 190
	redőny + függöny	0,92	- 0,28 - 74	+0,10 26	+0,27 72	+0,44 116	+0,58 154

☼ A passzív, hibrid energiahasznosítás lehetőségei ☼

Az előző alfejezetben elsődlegesen a veszteségcsökkentési stratégia lehetséges megoldásait tekintettük át. Jelen alfejezetben az elsődlegesen nyereségorientált megoldásokat ismertetjük.

A nyereségek elsősorban a Nap sugárzó hőjéből adódnak. Természetesen azonban minden napfelhasználás elsődleges feltétele a kellő időben érkező napsugárzás begyűjtése, a sugárzás hővé alakítása, és a keletkezett hő tárolása az árnyékos időszakokra. Itt kell megemlíteni, hogy az egyes időben pozitív napsugárzás nyáron többlet hőterheléshez vezethet, melynek megoldására gondolni kell.

A Nap pályájának szerkesztése, számításának módszertana meghaladja a rendelkezésre álló terjedelmet, azonban több könyv ismerteti, illetve számítógépes programok képesek a várható besugárzás meghatározására.

Passzív energiahasznosítás alatt elsődlegesen azokat a tervezési módszereket, szerkezeteket értjük, amelyek gépészeti berendezés nélkül, az épületszerkezetek tudatos formálásával képesek a szükséges (elsősorban fűtési) energia csökkentésére, a szoláris energia hasznosítására, az épület hűtésére.

Hibridnek pedig azokat a megoldásokat nevezzük, amikor a gépészeti berendezések csak a szerkezetekkel passzívan energiahasznosító épület hatékonyságát növelik.

A Föld különböző klimatikus régióiban, gazdasági, társadalmi környezetében más és más megoldásokat találtak ki és alkalmaznak a passzív, hibrid energiahasznosítás témakörében (napterek, transzparens hőszigetelés, árnyékvetők, stb.). Ezen lehetőségek közül választanunk lehet és kell adott klimatikus viszonyok között, hiszen könnyen belátható, hogy az északi sarkon felesleges a természetes szellőzéssel, a sivatagos részeken a szoláris fűtéssel operálni.

A következőkben a legfontosabb, a gyakorlatban legegyszerűbben alkalmazható megoldásokat vesszük sorra, röviden ismertetve az elméleti alapokat, és a gyakorlati ökölszabályokat.

Épülettervezési módszerek

Az épület tervezésénél nagymértékben döntünk a jövőbeni energiafelhasználás mértékéről. Az energetikai szempontokat a tervezés kezdetén kell az elképzelésekbe beilleszteni, hogy a megvalósult szerkezetek az épület építészeti koncepciójába integrálhatóak legyenek. A tervezés kései stádiumában felmerülő tervezési szempontok, az utólagosan alkalmazásra kerülő szerkezetek, csak jelentős kompromisszumokkal építhetők be.

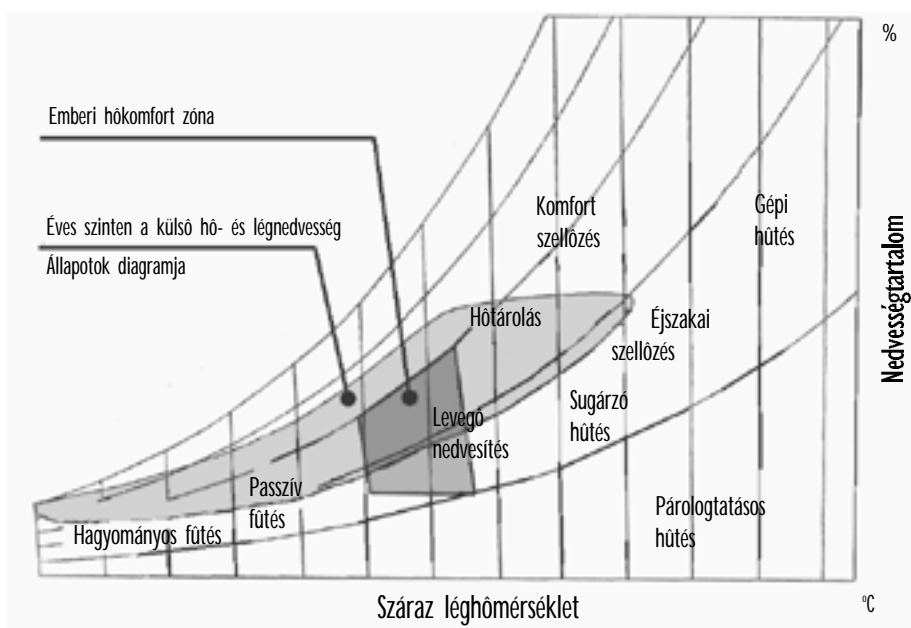
Az épülettervezési módszerek összességében arra alkalmazhatók, hogy az épület hővesztései minél kisebbek, a potenciális hőnyerő felületek minél nagyobbak legyenek.

Épülettömeg, tájolás

A téli hővesztések csökkentésére a kompaktabb épületformák alkalmasak. Ezen formák azonban kevesebb felületen képesek a szoláris hőnyereségek befogadására, hasznosítására. Olgyay szerint mérsékelt éghajlati viszonyok között a dél felé néző 1:1,6 arányú épületarány legkedvezőbb energetikailag (ld. következő oldalon).

További kérdést vetnek fel a lehülő felületek. A szabadon álló házhoz képest lényegesen kevesebb lehülő felület adódik sorházas, illetve blokkházas beépítés esetén. Alacsony beépítési sűrűség esetén a napenergia hasznosítás szempontjából az utcák tájolása, a telektömbön belüli elhelyezése is jelentős eltéréseket eredményezhet. Az utcák tájolásakor törekedni kell arra, hogy minél nagyobb déli homlokzatfelületek alakuljanak ki.

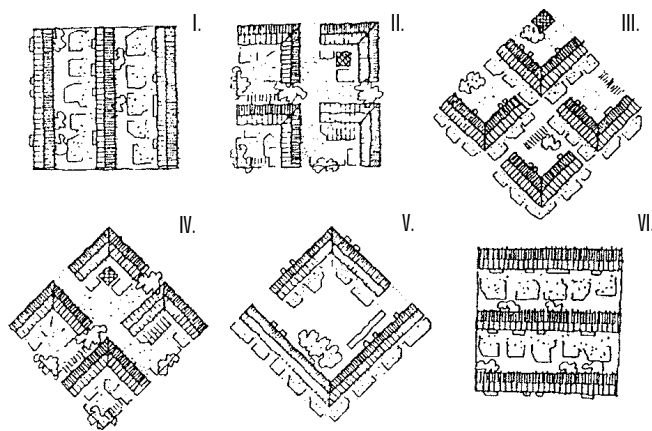
Amennyiben az épület szélessége nem haladja meg a belmagasság kétszeresét, a napenergia hasznosítás és a természetes világítás egyszerűen megoldható. A déli tájolás további előnye, hogy a tetőfelületbe a napenergiát aktívan hasznosító kollektorok és PV-cellák jól integrálhatók.



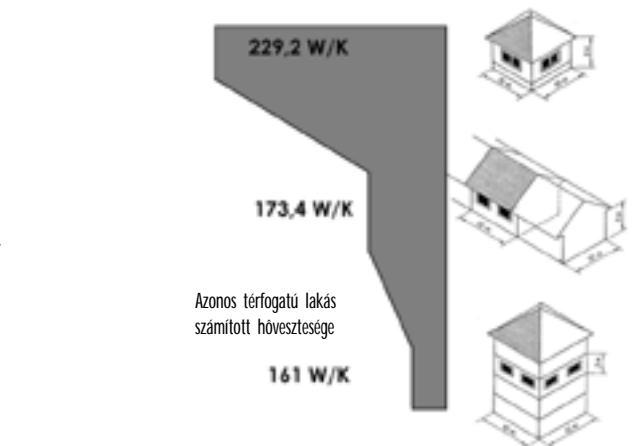
A passzív, hibrid és aktív fűtési, hűtési tervezési stratégiák közül Magyarországon a klimatikus viszonyok miatt télen a hagyományos fűtés, ősszel, tavasszal a passzív fűtés, nyáron elsődlegesen a hótárolás, valamint az éjszakai szellőztetés és a levegőnedvesítés alkalmazható. Ezen stratégiákon túl elsődleges szerepe van a hőszigetelésnek [4.]

Passzív energiahasznosító rendszerek összehasonlítása

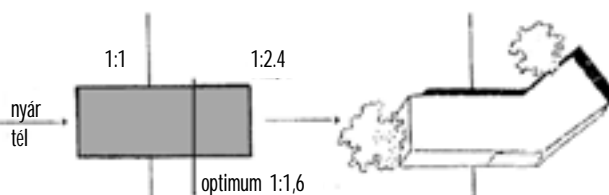
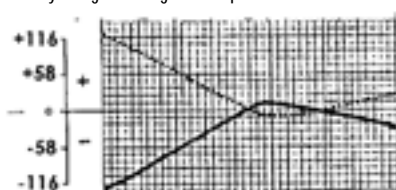
Lehetséges módszer	Épülettömeg, tájolás	Alaprajzi elrendezés
Befektetési igény	A kedvező arányokra csak a tervezés során kell figyelmet fordítani. Anyagigénye kb. 0 ft.	A kedvező elrendezésre csak a tervezés során kell figyelmet fordítani. Anyagigénye kb. 0 ft.
Megvalósíthatóság időpontja	Új épület esetén a tervezéstől a kivitelezés befejezéséig egyre több kompromisszummal alkalmazható. Hatása az épület teljes életciklusa alatt hat.	Új épület esetén a tervezéstől a kivitelezés befejezéséig egyre több kompromisszummal alkalmazható. Hatása az épület teljes életciklusa alatt hat.
Fenntartási igény	0 ft	0 ft
Lehetséges energiamegtakarítás	0-40%	0-15%
Érintettek	1.) lakosság 2.) tervezők 3.) közvetetten a rendezési tervek készítői (ld. klimatudas telepítés fejezet)	1.) lakosság 2.) tervezők
Társadalmi elfogadhatóság	Ez a lehetőség kevésbé él a köztudatban, figyelemfelhívó ismeretterjesztés szükséges. Kellő propaganda mellett, a módszer alacsony költségigénye révén, azonos jellegű épületek esetén, illetve a tájolás tekintetében kedvező fogadtatás várható.	Ez a lehetőség kevésbé él a köztudatban, figyelemfelhívó ismeretterjesztés szükséges. Kellő propaganda mellett, a módszer alacsony költségigénye révén kedvező fogadtatás várható.
Kockázatok	A kedvezőbb épülettömeg magyarrá lefordítva egyre sűrűbb beépítést jelent. Társadalmi értékrend jelenleg a város közeli, családi házas beépítést preferálja. Különböző jellegű épületek esetén a műszaki racionalisnál (érthető módon) erősebb a "komfort" racionalitás.	nem jellemző
Szociális hatás	nem jellemző	nem jellemző
Építészeti aspektusok	A túlzott egyszerűség, racionalitás nem mehet az építészeti értékek, koncepció rovására.	Egyedi esetekben felmerülő helyi adottságok jelentősen megnehezítik a módszer alkalmazását.



A napenergia-hasznosítás szempontjából egyre kedvezőbb helyzetben lévő utcakialakítás. [73]



A szabadon álló háznak 40%-kal nagyobb a hővesztése ugyanazon kubusra vonatkoztatva. [12]



A hőnyereség/hővesztés és a tájolás/épületarány összefüggései mérsékelt éghajlati viszonyok között.

Az optimálisnak kimutatott épületarány kísértetesen hasonlít a háromszatú magyar parasztház arányaihoz. [8]

Alaprajzi elrendezés

Az épületek belső elrendezésénél ügyelni kell arra, hogy a gyakran használt terek a várható használat függvénye szerint délre (nappali), illetve keletre (háló) vagy nyugatra (konyha) nézzenek. Így a használat során a beérkező napfény pozitív energetikai és pszichés hatása maximálisan hasznosítható.

A napenergia hasznosítás általában az épületbe integrált üvegfelületű helységeken, vagy szerkezeteken keresztül történik, az üvegházhatás elvére építve. A hasznosítás lehetséges megoldásait a szerkezettervezési módszerek alatt ismertetjük.

A kevésbé használt, illetve alacsonyabb hőigényű tereket az északi oldal felé tájoljuk. Ezzel a puffer zónával csökkenthető a téli hővesztés, illetve a nyári hőterhelés időszak alatt az alacsony hőigényű terek (kamra) kedvező helyzetbe kerülnek.

Szerkezettervezési módszerek

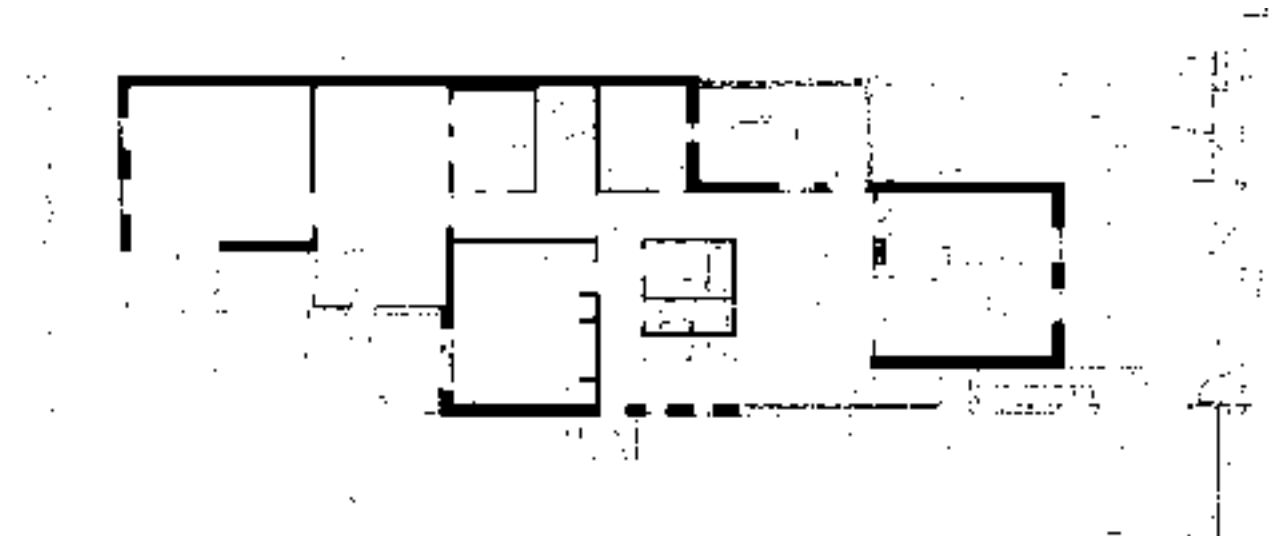
A napenergia passzív hasznosítása elsősorban az őszi, tavaszi időszakokban, fűtésegítésre alkalmazható. Minden rendszernek tartalmaznia kell a következő elemeket:

- hőelnyelő szerkezet
- hőtároló szerkezet
- hővédő, hőcsillapító szerkezet.

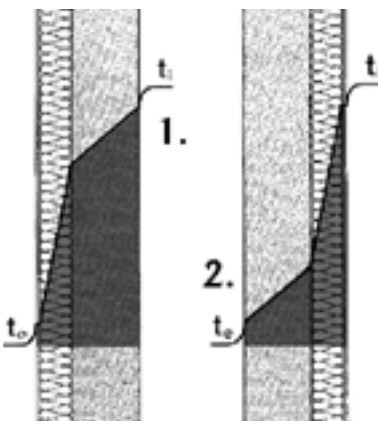
A hőelnyelő szerkezet általában üvegszerkezet mögötti sötét felület. A hőelnyelés lényege az üvegházhatás. Az üvegszerkezeten keresztül a helyiségbe érkező napsugárzás hullámhossza megváltozik a belső burkolatról visszaverődve, így a hő már képtelen lesz elhagyni a helyiséget.

A hő- és fénytárolásra alkalmazott nagy felületű üvegszerkezetek azonban azt a problémát vetik fel, hogy téli időszakban túl sok hőt engednek ki, a nyári időszakban túl sok hőt engednek be az épület belső tereibe. Technikailag rengeteg megoldás áll rendelkezésre e probléma orvoslására, a nemesgáztöltésű hőszigetelő üvegezésektől kezdve a több rétegű üvegezéseken át, a bevonatos, fotokémikus üvegezésig. Az egyre horribilisabb költségű szerkezetek mellett jó tudni, hogy az egyszerű ablak előtti függöny, redőny, vagy hőszigetelt zsaluk alkalmazásával, és használatával töredék költséggel nagyságrendileg javítható az ablakok hőszigetelő teljesítménye. (ld. még a 33. oldalon is)

A napsugárzás intenzitása az átvonuló felhők miatt percenként, illetve a borús napok miatt napi ciklikussággal változik. A napfénymentes időszakok illetve a kellemetlen túlemelegedés időszakosságának kiegyensúlyozására hőtároló szerkezetek beépítése szükséges, mely kialakítható a helyiségek burkolatában (falak, padló szerkezetek), illetve az épületbe integrált hőtároló tartályokban (kőagy, víztartály, stb.). A hőtároló szerkezetek méretezésénél alapul, hogy a



Pufferterek kialakítása egy családi ház tervében



Hőtároló kapacitás szempontjából kedvezőbb az 1. ábra, ahol a nehéz szerkezet az épület belseje felé helyezkedik el. [95]

k (W/m ² K)	ablak	ablak + függöny	ablak + redőny	ablak + függöny + redőny	ablak + hőszigetelt + zsalu
Kétszeres üvegezés	3,2	2,2	1,9	1,5	0,5
Kettős üvegezés	2,8	2,1	1,82	1,45	0,49
Háromszoros üvegezés	2,2	1,74	1,54	1,27	0,47
Különleges üvegezés	1,8	1,48	1,34	1,13	0,45

Kiegészítő szerkezetekkel az ablakszerkezetek hőszigetelési tulajdonságai nagyságrendileg javíthatók. [100]

24 órás hőtárolást minimum feltételként minden rendszer biztosítsa. A hőtároló rendszerek hatására a hirtelen felmelegedések és lehűlések késleltetve, csillapítva érkeznek a ház lakóihoz, így mindig komfortosan érezhetik magukat a nap energiáját hasznosítva.

Hőtárolásra az épület belső felületei vehetők figyelembe. Fontos tudni, hogy amennyiben hőszigetelő burkolatokkal (szőnyegpadló, hőszigetelő tapéta, stb.) látjuk el a helyiségek belső felületét, azok tömege hőtárolásra nem hasznosítható. A hőtároló kapacitás függ a szerkezet anyagától is. Azonos térfogatú gázbeton vagy könnyű téglá, tömör téglá vagy fa, illetve beton szerkezet 1:2,3:3,4 arányban képes a hő tárolására. A szerkezetekben megköthető és leadható nedvességtartalom is szignifikáns szerepet játszhat egyes anyagok hőtároló kapacitásában.

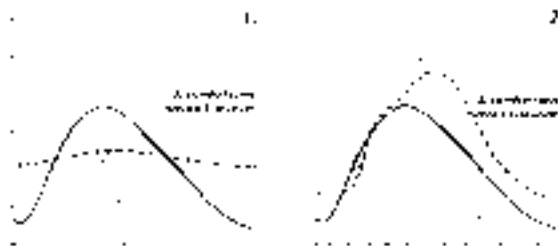
A hőtárolás mellett szót kell ejteni a hőkésettetésről, vagy hőcsillapításról. Ez alatt azt a jelenséget értjük, hogy a külső hőmérsékletváltozás a belső felületek hőtároló kapacitásának hatására csak bizonyos idő elteltével képes a belső léghőmérséklet megváltoztatására. A passzív tervezés eszközeként a hőcsillapítás méretezése speciális tudást igényel. Jól hasznosítható nappali terek esetén, nyári időszakban az éjszaka lehűlt falak a helyiségben mérsékelni képesek a nappali felmelegedést. Előnytelen viszont

hálószobák esetén, ahol a nappali magas hőmérséklet a falakban tárolódva éjszaka sem engedi lehűlni a szobát.

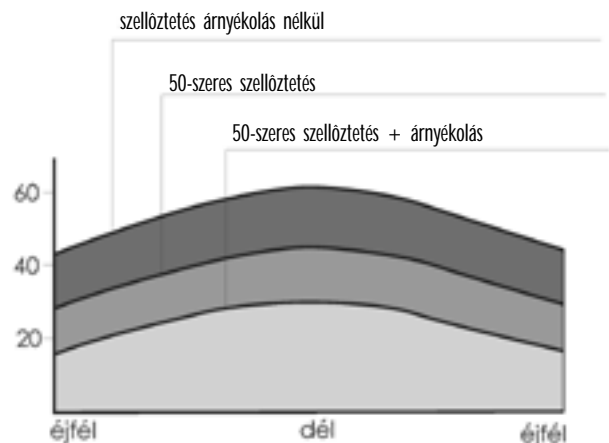
A hőtárolás, hőcsillapítás mérsékelt klímánkon fontos eszköz, hogy gépi hűtés és fűtés nélkül az év nagy százalékában lakhatóak legyenek épületeink.

Mivel a hőnyereségeket általában az őszi, tavaszi időszakra méretezzük, így amennyiben nem gondoskodunk kiegészítő hővédelemről, nyáron elviselhetetlen hőség alakul ki az épületben. A gyakorlatban árnyékolással és szellőztetéssel védekeznek a nyári hőterhelés kiküszöbölésére. A szellőztetésről részletesebben a "Téli kertek, napterek" fejezetben szólnunk.

Árnyékolásra sokféle lehetőség adódik. Az ablakhoz való helyzete szerint ablak előtti, közötti, belüli, ablak szerkezetében történő, flexibilitása szerint fix, elforgatható, vagy elmozdítható árnyékolókról beszélhetünk. Az árnyékolók anyaga szerint természetes anyagú, illetve fém, műanyag árnyékolók kaphatók. Belső terekben a természetes anyagú termékek használatára kell törekedni. Külső terekben indokolt az előállítási energiataralom szerint kedvezőtlen, ámde időjárásnak jobban ellenálló, és helyzete miatt nagyobb hatékonyságú fém, műanyag árnyékolók alkalmazása.

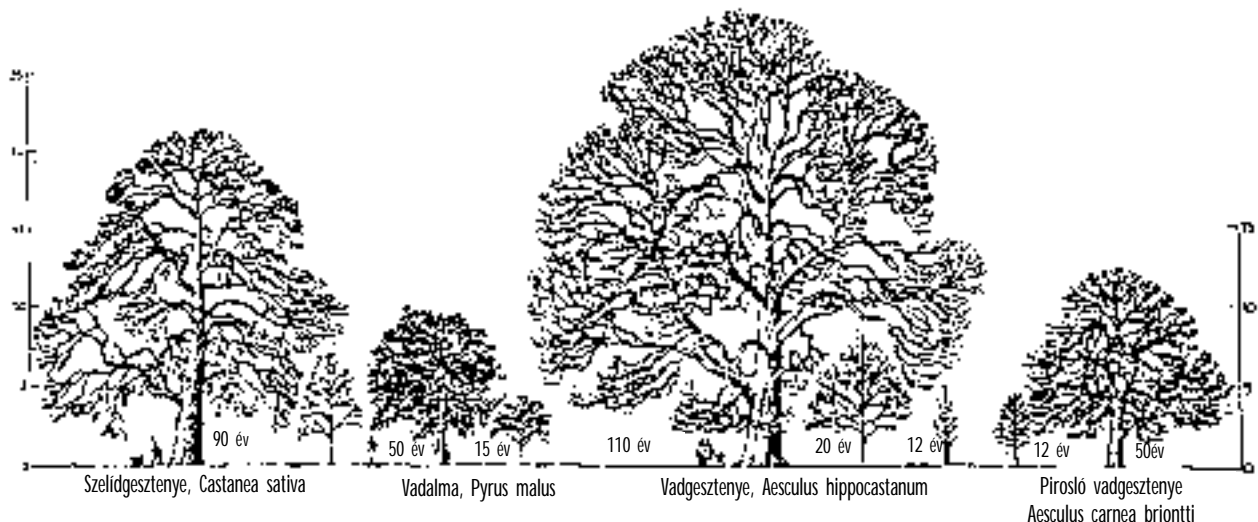


Hassan Fathi egyiptomi építész mérései szerint a vályogfalú épületek (1.) komfortzónában képesek tartani a belső tér hőmérsékletét, míg erre a beton épület (2.) képtelen. Az ábra élesen mutat rá a különböző anyagokban rejlő hőtárolás szerepére. Jól leolvasható mindkét ábráról a hőkésettetés jelensége. [109]



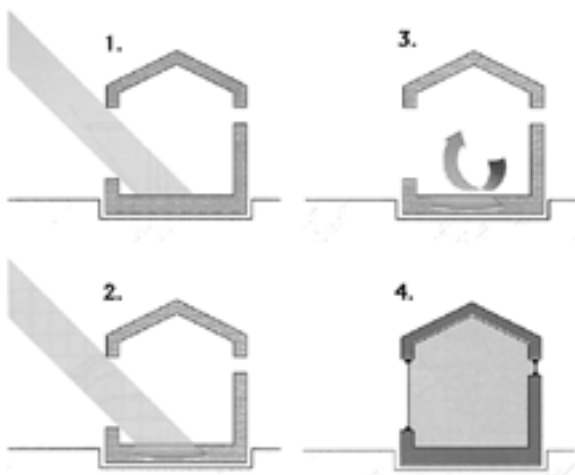
A szellőzés és árnyékolás elsősorban a lakóterekben, télikertekben elengedhetetlen. [108]

Néhány fa jellemző magassága és növekedési üteme. [3.]



Passzív, hibrid energiahasznosító rendszerek összehasonlítása

Lehetséges módszer	Lakótér direkt rendszer	Transzparens hőszigetelés (dr. Szűcs Miklós nyomán)	Télikertek, napterek	OM szolár rendszer (Takács Lajos nyomán)
Befektetési igény	Nagyobb nyílások, kiegészítő árnyékolók kb. 1-200 eFt többlet költséget jelentenek.	Egysített rendszerű, 6-10cm vtg-ű transzparens hőszigetelés ára 65-75 ezer Ft/m ² . Üvegezett szendvicszerkezet ára ennek háromszorosa lehet	A télikert méretétől, házba való integrálásától függően kb. 500 eFt-tól (szerkezet, üvegezés, árnyékolók, szellőzés)	Egyszerű rendszerek esetén mérsékelt többletköltség, igényes kiépítés esetén a hagyományos fűtési rendszer árának 150-200%-a
Megvalósíthatóság időpontja	A szerkezettervezési elvek ismertek, a szükséges kiegészítő elemek a piacon kaphatóak.	A szerkezettervezési elvek ismertek, de beépítésük egyedi tervezést igényel	A szerkezettervezési elvek ismertek, a szükséges kiegészítő elemek a piacon kaphatóak.	A szerkezettervezési elvek ismertek, a szükséges kiegészítő elemek a piacon kaphatóak.
Fenntartási igény	A hagyományos szerkezetek, mindenképpen szükséges fenntartási igényén túl nem jelentkeznek külön költségek: közel 0 Ft	A hagyományos szerkezetek mindenképpen szükséges fenntartási igényein túl nem jelentkeznek külön költségek	Anyagiakban nem jellemző, de a kiegészítő szerkezetek optimális beállítása odafigyelést igényel.	Hibrid rendszerekre jellemző, de alacsony fenntartási költségek (pl. hőcserélők, légmotorok időszakos cseréje, axiálventillátorok elektromos energiaigénye)
Lehetséges energiamegtakarítás	Fűtési költségek 10-15%-a.	A tájolástól és a szerkezeti kialakítástól függően a fűtési költségek 10-20%-a	Fűtési költségek 10-15%-a.	Kiépítettségtől függően 10-30% éves fűtési hőszükséglet-megtakarítás, 30-90% használati melegvíz energiaigény megtakarítás. A hűtésnél 100% megtakarítás a klímaberendezésekhez képest
Érintettek	1) lakosság 2) tervezők	1) lakosság 2) tervezők	1) lakosság 2) tervezők	1) lakosság 2) tervezők
Társadalmi elfogadhatóság	A nagy üvegfelületek, világos terek divatosak, így pozitív fogadtatás várható.	A kevésbé ismert technológia, és a hazai gazdasági viszonyok mellett magas bekerülési költség miatt csak hosszabb távon várható igazán pozitív fogadtatás.	A nagy üvegfelületek, világos terek divatosak, így pozitív fogadtatás várható. A lakóterekhez képest magasabb ára miatt főleg a magasabb jövedelműek körében.	A rendszer jelentős költségigénye, a megszokottól jelentősen eltérő épületszerkezeti kialakítás és Mo.-n kevésbé elterjedt volta hátrálthatja a rendszer elterjedését.
Kockázatok	A nyári árnyékolás, szellőztetés, illetve a téli hővédelem kérdését fokozott gondossággal kell megoldani.	A hőáramok tervezésére, a szerkezet külső oldali mechanikai védelmére (főleg közterek felé) figyelmet kell fordítani.	Nagy üvegfelületek miatt a biztonságtechnikára figyelmet kell fordítani.	A jó hatások érdekében a tetőfelület külső felületének tisztaságáról, a higiénia érdekében a légfűtéses rendszer tisztán tartásáról gondoskodni kell. Nem megfelelő kivétel esetén a rendszer működése nem kielégítő, extrém esetben nem javítható módon.
Szociális hatás	Család cohézióját erősítheti, amennyiben jól illeszkedik a ház építészeti elrendezésébe, illetve a család életébe.	Nem jellemző	Család és a baráti társaság cohézióját erősítheti, hiszen a ház jellemzően használt tereitől leválaszthatóan teret biztosít kisebb rendezvények szervezésére.	Nem jellemző.
Építészeti aspektusok	Technikai oldalról (hővédelem, stb.), építészeti oldalról (környezetbe, házba illesztés, stb.) gondos tervezést igényel.	A külső oldali homlokatzépkész családi ház szinten nehéz feladat elé állítja a tervezőket.	Az épületbe illesztés, valamint a belső tér atmoszférájának megteremtése gondos tervezést igényel.	A tetősíkban elhelyezkedő légkollektor könnyen integrálható az épülmegteremtése szokásostól eltérő helyigényére figyelmet kell fordítani.



Családi ház, társasház léptékben legjobb külső árnyékoló szerkezet a növényzet. Elképzelhető az üvegfelület elé, zöld homlokzatszerűen, tartóvázon vezetett lágyszárú, valamint ültetett fás szárú vegetáció. Fák fajtaválasztásakor célszerű szakértők (kertészek) bevonása, akik tanácsot tudnak adni a fák várható magasságáról, növekedési üteméről.

A továbbiakban a passzív napenergia hasznosítás széles tárházából csak a mai Magyarországon leginkább elérhető, illetve legnagyobb eredménnyel kecsegtető rendszereket mutatjuk be.

A direkt rendszerű hőszigetelés folyamata. [95]

Lakótér - direkt rendszer

A direkt, azaz közvetlen, rendszerek lényege, hogy a háza/helyiségbe érkező napsugárzás közvetlenül a használati térben alakul hővé.

A hagyományos épületek is működhetnek direkt rendszereként, amennyiben a ház megfelelő mennyiségű (lehetőleg délre néző) ablakkal, és kellően nagy tömegű falszerkezettel, padlószerkezettel épül. A rendszer előnye egyszerűsége, olcsósága, kivitelezhetősége. Csak építészeti tervezést igényel, megvalósítása az építési költségekben szinte nulla többlet ráfordítást jelent.

A rendszer hátránya, hogy a napsugárzás miatti hőmérséklet-ingadozást nem tudja kellőképpen csillapítani, akár 10 °C nagyságrendű ingadozás várható. Nyári időszakban a hőterhelést csak szellőztetéssel elvezetni nem lehet, így szükségessé válhat nagyobb költségű külső árnyékolók tervezése és beépítése. A nagy ablakfelületek káprázást idézhetnek elő és az üveg által el nem nyelt UV-sugárzás a helyi-ség berendezéseit, bútortárat rongálhatja.

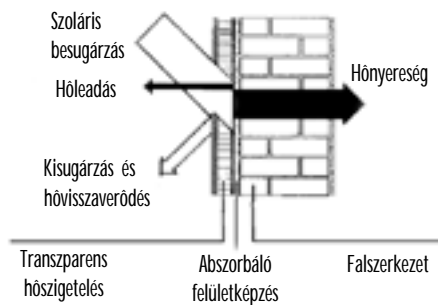
Transzparens hőszigetelés

A transzparens, azaz fényáteresztő hőszigetelés egy speciális lehetőség, mely egyesíti magában a nyereség-, és veszteség-orientált tervezési stratégiák előnyeit.

A hőszigetelés olyan speciális anyagból van, mely a felületére közel merőlegesen érkező sugárzást átengedi a teherhordó fal külső síkjára. Az itt felmelegedő felületről a hő, a hőszigetelés illetve az előtte lévő üvegszerkezet miatt csak a belső terek irányába tud áramolni. A hőszigetelés mögötti falszerkezet méretezésével elérhető, hogy a hőterhelés bizonyos késéssel, az esti hideg órákra jusson el a belső terekbe. Nyáron a fal külső hőmérséklete árnyékolás nélkül akár 100 °C-ot is elérheti, így az árnyékolásról, illetve a hőszigetelés és a falszerkezet közötti kiszellőztetésről gondoskodni kell. Amennyiben nincs napsütés, a hőszigetelés hagyományos hőszigetelésként működik, csökkentve az épületek hőveszteségét.

Előnye, hogy a rendszer komfortosan, kis belső ingadozással képes hasznosítani a napenergiát. Télen nem keletkezik nagy hőveszteség (ami valós veszély a direkt rendszerek nagy ablakai esetén).

A rendszer hátránya, hogy jelentős beruházást igényel, és a szokatlan architektúrális megjelenés miatt nehezen illeszthető bele családi házak homlokzati képébe. Magas ára miatt Magyarországon jelenleg nem elérhető.



A transzparens hőszigetelés nézete és működési sémája.

Téli kertek, napterek

Általánosan napterek alatt értjük azokat a helyiségeket (pufferterek, üvegezett verandák, télikertek), melyek a következő kritériumoknak tesznek eleget:

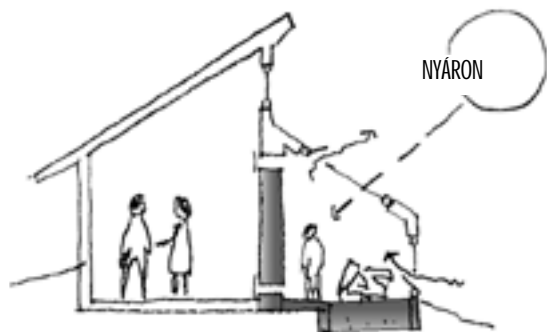
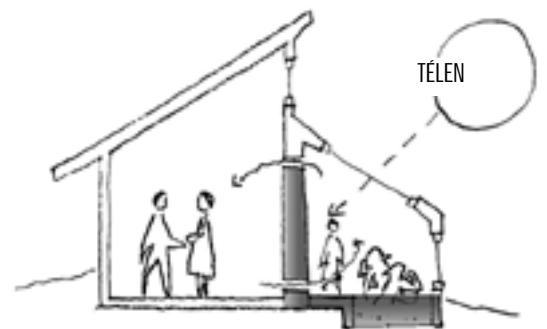
- üvegezett külső felülettel rendelkezik,
- fűtött lakótérhez kapcsolódik,
- nem fűtött (esetleg temperált).

A beérkező napenergia hővé alakul át a naptérben, ahonnan szabályozottan jut be a belső terekbe, illetve engedik ki a szabadba. A hő a naptér falazatában és padló rétegrendjében tárolható. Őszi és tavaszi időszakokban a fűtött terekkel közvetlenül összenyitható, télen a hideg miatt, nyáron a meleg miatt csak időszakosan használható.

A napterek - továbbiakban a hazai szakzsargon miatt egyszerűen télikertek - előnye, hogy a belső tér hőmérséklet-ingadozása csekély, az éjszakai hőveszteségek alacsonyak. Tervezése, alkalmazása során ügyelni kell az épület egészébe történő építészeti beillesztés kérdésére. A szerkezetek kiválasztásánál ügyelni kell arra, hogy temperált helyiségeknél a külső és belső hőmérsékletkülönbség, illetve a nagy lehülő felületek miatt a belső oldalon párakicsapódás várható.

Amennyiben az év nagyobb hányadában kívánjuk a télikerteket használni, minimum kétszeres üvegezés beépítése ajánlott. A napenergia passzív hasznosításának hatékonyságát növeli, ha a télikertet a déli, délnyugati homlokzatra tájoljuk, úgy, hogy hátsó falával minimum 25%-ban letakarja a főépület homlokzatát.

A nyári túlmelegedés ellen feltétlenül árnyékolással és szellőztetéssel is védekezni kell. Árnyékolásra alacsony épületmagasság esetén növényzet a legalkalmasabb, de szerelt külső és belső árnyékolók is elképzelhetők. Az elégséges szellőztetéshez alsó bevezető és felső kivezető nyílásokról kell gondoskodni. A bevezető nyílások felülete a keresztmetszet 1%-ában, a kivezető nyílások 5,5%-ban irányozhatók elő.



A naptér és a fűtött tér közötti hőmérséklet-különbség függvényében a légáram csappantyúkon keresztül, az igényeknek megfelelően szabályozható.

OM szolár rendszer

A hibrid rendszerek kiépítésére az elméleti lehetőségek és külföldi példák tárháza áll rendelkezésre. A következőkben a hazai gyakorlatban megvalósult OM szolár rendszert ismertetjük, bemutatva a gépészettel segített napenergia hasznosításban rejlő lehetőségeket.

A rendszer lényege, hogy a tető fémlemez fedése alatt felmelegedő levegőt a gerinc közelében összegyűjtik. Az összegyűjtött meleg levegőt az évszaknak és a használati igényeknek megfelelően, a rendszer "szíveként" funkcionáló kezelő dobozból irányítják a belső helyiségek felé, hasznosítják melegvíz termelésre, vagy juttatják ki a szabadba, az északi oldalra. Amennyiben fűtési célra hasznosítják a meleg levegőt, azt ventilátor segítségével juttatják a fűtendő terek speciális padozatába.

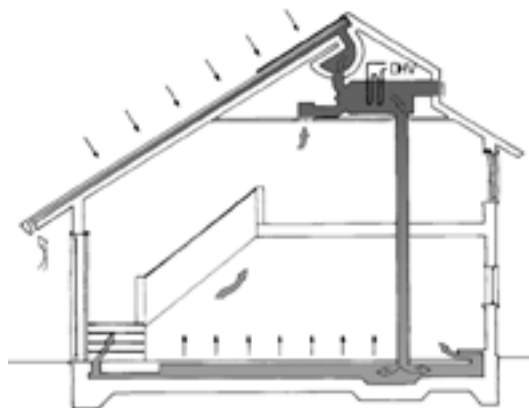
A rendszer utólag nem építhető a házba, elsősorban a hazai gyakorlatban kevésbé elterjedt légfűtés szerkezeti igényei miatt. Magyarországon megvalósult pár családi ház OM szolár rendszerrel.

☀ Újszerű energiaforrások és hőtermelő berendezések ☀

Ahogy a "Település klimatudatos tervezése" fejezetben kifejtettük, hőkomfortunkat egyre nagyobb határfokkal, de egyre nagyobb energiaráfordítással tudjuk biztosítani a klimatudatos tervezés, épületszerkezetek, majd gépészeti berendezések alkalmazásával. Magyarországi éghajlati viszonyok, és elvárt komfortfokozat mellett azonban a gépészeti berendezések alkalmazása nélkülözhetetlen.

A berendezések kiválasztásakor abban a szerencsés helyzetben vagyunk, hogy míg a házak tervezése, a telepítés helyének, intenzitásának kiválasztása évtizedekre, évszázadokra határozza meg életünket, a gépészeti berendezések várható élettartama miatt "csak" 20 évre kell előre gondolkodni.

A gépészettel biztosítandó hőigény kielégítésekor elsődlegesen a helyben elérhető forrásokat kell feltérképezni, igénybe venni. A helyi energiaforrások ára nem függ a világgazdaság aktuális trendjeitől, ezért nagyobb fokú szabadságot biztosít a települések, és lakóik számára. A Független Ökológiai Központban készített "Autonóm Kistérségi - Országos Ajánlás" szerint az ország nagy részén megoldható saját erőforrásokra épülő energiarendszer kiépítése.



Az OM szolár rendszer működési elve. [95]

A következőkben olyan hagyományostól eltérő technológiákat ismertetünk röviden, melyek alacsonyabb káros anyag kibocsátásuk révén rászógnak az Ertsey Attila által "szelid technológiák"-nak nevezett terminológiára.

A lehetséges berendezéseket célszerű csoportosítani az általuk használt primér energia függvényében:

Megújuló energiaforrások hasznosítása:

- biomassa hasznosítás,
- napenergia hasznosítás,
- geotermikus energia hasznosítás,
- szélenergia hasznosítás¹,
- vízenergia hasznosítás²,

Hulladék energiaforrások hasznosítása:

- szeméttégetés,
- depóniagáz hasznosítás.

Az átlagostól lényegesen nagyobb hatásfokú nem megújuló energiaforrások hasznosítása

- kapcsolt hőtermelés,
- hőszivattyúk³.

A jegyzet felhasználói körére és a jegyzet terjedelmére való tekintettel ezen gyakorlatban alkalmazható technológiák közül csak a településeken alkalmazható leghatékonyabb, és környezetvédelmileg legelőnyösebb technológiákat villantjuk fel.

¹ A szélenergia a magyarországi szélviszonyok, a gazdaságos méret nagyság, és a lehetséges lakosságot zavaró hatások elkerülése végett elsősorban külterületen, elektromos áramtermelésre, illetve vízkimelésre alkalmazható.

² A vízenergia szintén áramtermelésre, de az ország alvízi helyzetéből adódóan csak speciális esetekben alkalmazható.

³ A hőszivattyúk a föld, víz, vagy levegő alacsony hőmérsékletű energiáit képesek a befektetett elektromos áram fűtőértékének háromszorosával megegyező hőenergiává koncentrálni. A Magyarországra jellemző hagyományos áramtermelés azonban csak a primér energia harmadrészét képes a fogyasztóknál hasznosítható árammá alakítani. Alkalmazása akkor ajánlott, ha az elektromos áram megújuló forrásokból, vagy kapcsolt rendszerben állítható elő.

Nem hagyományos energiaforrások /1.

Lehetséges módszer	Kapcsolt hőtermelés	Szemétegetés (dr. Székács Gábor nyomán)	Depónia-gáz hasznosítás (dr. Herédy Sándor nyomán)
Befektetési igény	Nagyságrendtől függően minimum 1,5 mFt.	25-30 mFt	10 millió m ³ térfogatú kommunális hulladéklerakóra vonatkoztatva 250-300 mFt.
Megvalósíthatóság időpontja	Jelenleg a magyar piacon elérhető technológia.	Jelenleg a magyar piacon elérhető technológia.	Új tároló esetén a feltöltés kezdete után pár évvel, rekoltivált hulladéklerakó esetén a beruházás évében nyerhető depónia-gáz. A depóniatelep kimerülése kb 10-15 év.
Fenntartási igény	Nagyságrendtől függően 50 eFt/év-től.	A beruházási költségek 1,5-2 %-a évente	A nagyságrend és az automatizálás függvénye.
Lehetséges energiamegtakarítás	A teljes fűtési igény fedezhető a gáz és az áramszolgáltató felé eladott elektromos áram árkülönbözetéből.	Az energiamegtakarítás a hulladék energetikai hasznosításában jelentkezik, melynek összege az átalakítási, technológiai veszteségek miatt a hulladék biomasszájában raktározott energia 42%-a.	Az említett lerakó nagyságrendjében 18-20.000 MWh/év villamos teljesítmény, 30-35 MWh/év hőteljesítmény, ami 2-3 éves megtérülést eredményez.
Érintettek	1) minimum egy társasház közössége, mivel ezen lépték alatt a technológia nem megvalósítható. 2) áramszolgáltató.	A berendezés bekerülési költsége, minimális teljesítménye miatt elsősorban közüzemek, középületek, lakóközösségek.	1) lakosság, 2) önkormányzat, 3) áramszolgáltató, 4) kommunális hulladéklerakó tulajdonosa, üzemeltetője 5) állami donorok, 6) bankok.
Társadalmi elfogadhatóság	Az újdonság miatt, és az áramszolgáltatók által átveendő áram törvényi szabályozásának hiányossága hátráltathatja a megvalósulást.	A hulladékégetés koncepcióját az érintett területen várhatóan negatívan fogadják. A kétfázisú rendszer előnyeinek ismertetése társadalmi felvilágosítást igényel.	Meglévő hulladéklerakóra történő telepítés esetén kedvező megítélés várható, de számolni kell az ismeretlen technológia bevezetésekor jelentkező kezdeti ellenállással.
Kockázatok	A keletkező zaj, rezgésterhelés izolálása.	A kockázatok pontos megállapításához törvényileg szabályozottan részletes környezeti hatástanulmány hatástanulmány szükségeltetik.	1) Az áramszolgáltató mennyire képes a termelt áramfelesleg átvételére. 2) A nyári időszak alatt keletkező felesleges hőenergia elvezetése, hasznosítása. 3) Állami, egyéb támogatások
Szociális hatás	nem jellemző	nem jellemző	Amennyiben helyi, közös tulajdonú beruhásként valósul meg, jelentős közösségépítő hatása lehet.
Építészeti aspektusok	Megfelelő befogadó helyiség az épület mellett, a zaj és rezgésterhelés kiszűrésére.	Védőtávolságot kell betartani lakó és közületi funkcióktól.	A szükséges épületek (szivattyúház, hőközpont), a gázfáklya képe gondos tervezést igényel, hogy az épületek beleilleszkedjenek környezetükbe.

Nem hagyományos energiaforrások /2.

Lehetséges módszer	Biomassza hasznosítás	Napenergia hasznosítás	Geotermikus energia hasznosítás (dr. Kontra Jenő nyomán)
Befektetési igény	Egyedi felhasználás kazánjai 120 eFt-tól kaphatók, a csoportos berendezések ára ennél lényegesen magasabb.	4 fős család HMV igényére, fűtés rásegítésére méretezve kb. 400 eFt. 4 fős család elektromos áramigényére méretezve mai fogyasztó berendezéseket alkalmazva kb. 4.000 eFt.	A hévízkút létesítési költsége a mélységtől függően 80-120 mFt. Meglévő meddő olajkutak hévíz-kitermelésre történő hasznosítása alacsonyabb költséggel megoldható.
Megvalósíthatóság időpontja	Az egyedi készülékek ma elérhetők Magyarországon, a csoportos rendszerekre csak ausztriai példa ismert, de a technológia megvalósítható.	A technológiák elérhetők ma Magyarországon, de a napelemes rendszerek jelenleg meglehetősen sokba kerülnek.	A felszín alatti hévízkincs a meglévő meddő olajkutak használatával, illetve új hévízkutak fűrésével jelenleg hasznosítható.
Fenntartási igény	A gázüzemű készülékeknel alacsonyabb ár, főleg ha helyben beszerezhető tüzfifa áll rendelkezésre. A készülék karbantartása kb. 15-20 éves élettartama alatt nem igényel különösebb befektetést.	A berendezések 15-20 éves élettartamuk alatt nem igényelnek különösebb befektetést.	A hőszolgáltatói rendszer fenntartási igénye egy közepes kút esetén kb. 100-200 eFt.
Lehetséges energia-megtakarítás	A gáz és a tüzfifa árkülönbszetéből számítandó. További megtakarítás, hogy nem a technológia CO ₂ semleges, de ezeket az externális költségeket jelenleg még nem építik be az árba. A megtakarítás mértéke várhatóan egyre nőni fog a növekvő gázárak miatt.	Napkollektoros rendszereknél éves szinten 75-80 %-os HMV termelés, valamint fűtés rásegítés, mellyel 7-20 év megtérülési idő számítható. A napelemek a jelenlegi elektromos áramár és bekerülési költségek mellett élettartamuk alatt nem térülnek meg.	A hévíz hőmérsékletétől, és a hasznosítás mikéntjétől függően 2-3 MW fűtési teljesítmény a téli időszakban, nyáron a használati melegvíz termelés teljes energiaigénye és a kisebb vízfogyasztásból származó megtakarítások vehetők számításba.
Érintettek	Egyedi berendezés esetén: 1) lakosság, 2) tervezők. Csoportos berendezés esetén: 1) lakosság, 2) önkormányzat, 3) tervezők, 4) engedélyező hatóságok, 5) állami támogatási rendszer.	1) lakosság, 2) tervezők	1) potenciális felhasználók, mint társasház lakóközössége, nagyobb növényház telep, fürdők, stb. 2) önkormányzat
Társadalmi elfogadhatóság	A gáztüzelést (oktalanul) általában komfortosabbnak tartják, mint a fatüzelést. A csoportos beruházás megvalósítása Magyarországon nem megszokott összefogást igényelne.	A napenergia hasznosítás egyre inkább divatba jön, egyre több ember hajlandó áldozni erre a befektetésre.	A technológia ősi formájában (török fürdők) régóta ismert. Pozitív fogadtatás várható. Idegenforgalmi alkalmazás esetén az fogadtatás tovább javulhat.
Kockázatok	A csoportos berendezés megvalósítása jelentős állami támogatást, a környezetpolitikához történő attitűd megváltozását feltételezi. A megvalósítás, üzemeltetés során meg kell változzon az energiához való viszony.	Nem jellemző	Az új kutak fűrésa igen magas kockázattal jár. A mélyből felszínre kerülő víz jelentős oldott ásványi anyag és gáz tartalommal rendelkezik, mely a felszínre kerülve kicsapódik. A rétegvíznyomás csökkenésének és a környezetszennyezés elkerülése érdekében a lehűlt vizet lehetőleg vissza kell préselni a vizadó rétegbe.
Szociális hatás	A csoportos beruházás megvalósítási folyamata fejlesztően hathat a közösségre. A megvalósult berendezés üzemeltetése (saját erdőrészek esetén) a pénztől, keresettől független létet, a közösség erőforrásainak tudatosabb használatát eredményezheti.	Nem jellemző	Fürdő célú hasznosítás a közélet újabb helyszínét teremtheti meg.
Építészeti aspektusok	A csoportos berendezés jelentős tároló helyiségigénnyel rendelkezik, melyet a település képébe kell illeszteni. A távhővezeték-rendszer kiépítése jelentős ideiglenes környezetterheléssel jár.	A kollektorok és napelemek épületbe integrálását az épület teljes egészének tervezésekor kell megkomponálni. Az utólagos alkalmazások sok technikai és esztétikai buktatót rejtnek magukba.	Figyelmet kell fordítani lakóházak esetén a nagy nyomású, robbanásveszélyes épületek elhelyezésére. Fürdő célú alkalmazás speciális építészeti és épületszerkezeti megoldásokat igényel.

Kapcsolt hőtermelés

Kapcsolt hőtermelés során a jól szabályozható energiaforrásból (gáz, depóniagáz, folyékony üzemanyag) elektromos áram és hőenergia állítható elő. A rendszer egy autómotorhoz hasonlóan generátorral állít elő áramot, és a hűtővíz fűtésre hasznosítható. A Magyarországon kifejlesztett KOHER rendszer már lakóház csoport, lakótömb, üzemi léptékben képes gazdaságosan működni.

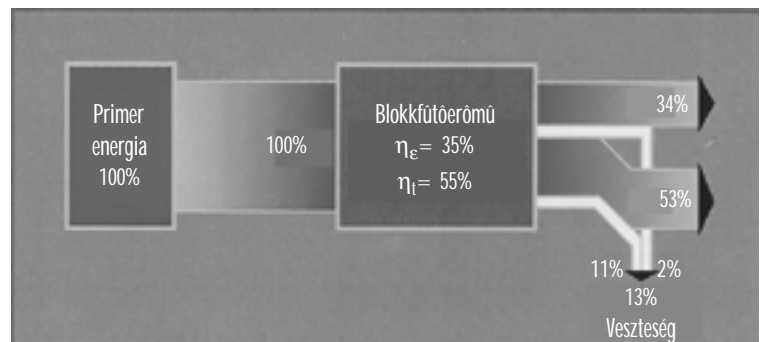
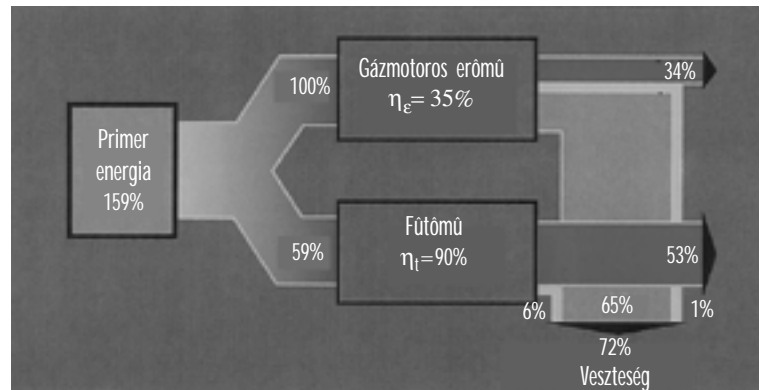
A felesleges áram a hálózaton keresztül a szolgáltató felé eladható, mely jelenlegi magas piaci ára miatt a beruházás gyorsan megtérül.

Jelen gazdasági, energiahordozó árstruktúrában ez a megoldás egyike a leggyorsabban megtérülő beruházásoknak.

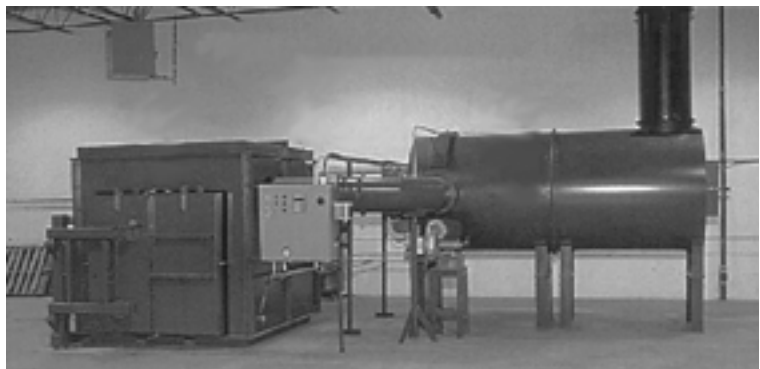
Szeméttégetés

Gondot jelent a településeken keletkező veszélyes és kommunális hulladékok kezelése. A hulladék szerves anyag, cellulóz és egyéb éghető anyag tartalma, illetve a keletkezett mennyiség csökkentése végett energetikai és hulladékgazdálkodási lehetőség a hulladékok égetése. A hagyományos egyfázisú kemence csak 200.000 lakos felett gazdaságos, és jelentős költségeket és gondokat okozhat a távozó veszélyes gázok kezelése. A kétfázisú hulladékegetők kisebb léptékben is hasznosíthatók (üzemítői kisvárosi méretben), és az üzemeltetés kevesebb káros anyag kibocsátással jár.

Bár e kiadvány az energetikai kérdésekről szól, de itt feltétlenül megjegyzendőnek tartjuk, hogy a hulladékkezelés első feladata a hulladék mennyiségének csökkentése!



A hagyományos elektromos áram előállítás során kevesebb hulladékhoz képződik. [83]



Kétfázisú hulladékegető. [11]

Depóniagáz hasznosítás

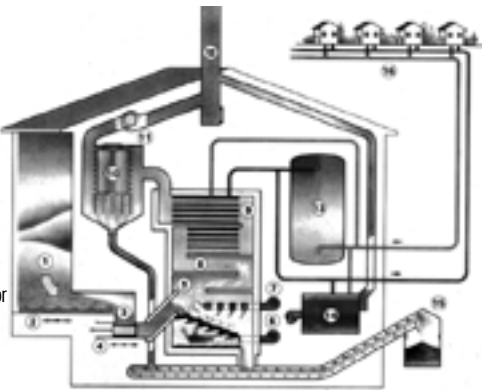
A hulladéklerakóba kerülő kommunális hulladékból, annak szerves anyag tartalmának bomlása során döntően metánból és CO₂-ből álló depóniagáz keletkezik. A hulladéklerakó technológiája szerint, hogy ezen gázok ne okozzanak ózon károsító környezetszennyezést, a gázokat összegyűjtik és elégetik.

Lehetséges Nyugat-Európában, és Magyarországon is alkalmazott alternatíva ezen gázok elvezetése, és egy helyi hőközpontban, törpe erőműben (akár kapcsolt rendszerben) történő hasznosítása.

Az országban egyre több helyen kell az EU szabályoknak megfelelő regionális hulladéklerakókat létesíteni. Ezen tárolókban - a telepítéstől számított 3-4 éven belül - hasznosítható mennyiségű depóniagáz keletkezik, mely a tervezett telítődés után további 4-5 évig elegendő energiaforrást biztosít a környék települései számára, fűtési és elektromos energiaigényük kielégítésére.

A beruházás, mértéke miatt, ismerve az önkormányzatok jelenlegi gazdasági viszonyait nehezen képzelhető el támogatások nélkül, de megvalósulása esetén egy-két éven belül megtérül, így az üzemeltetés további időszakára vetítve jelentős haszon realizálható.

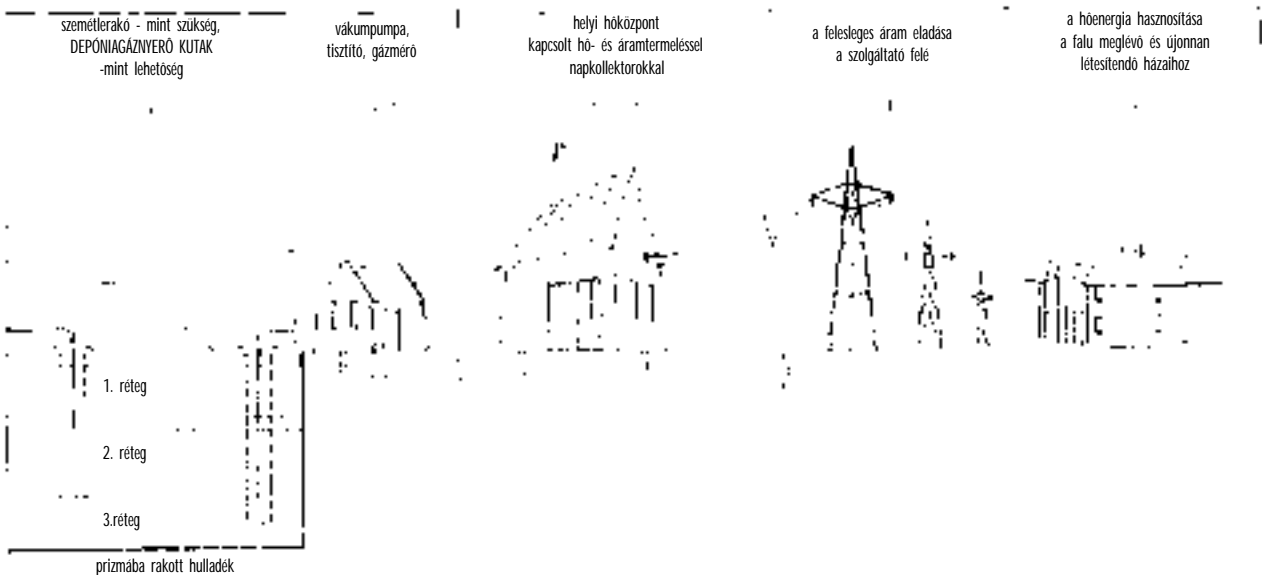
1. faapriték
2. szállítószalag
3. ejtőakna
4. toló dugattyú
5. égéstér
6. első légbevezetés
7. második légbevezetés
8. utóégető kamra
9. hőcserélő
10. elektroszűrő
11. felszívó ventilátor
12. kémény
13. puffer tároló
14. olajkazán
15. hamu-tartály
16. felhasználók



Biomassza hőközpont, és felhasználóinak sematikus ábrája. [11]



Egyedi biomassza kazán [100]



A rekoltívált hulladéklerakó



Az ausztriai Unterrabnitzban lévő, napenergia felhasználással kombinált biomassza hőközpont békésen illeszkedik a falu látképébe [98]

energiatermelés optimalizálását. A fogyasztókhöz a hő távvezetéken (jellemzően a földben vezetve) jut el. Csupán pár fő kezelő személyzetet igényel, és képes kis települések, városrészek energiaigényét biztosítani.

Mivel a biomassza - ésszerű léptékben hasznosítva - megújuló energiaforrás, az üzemeltetés CO₂-semleges, azaz csak annyi káros anyagot bocsát a levegőbe, amennyit a fa élete során a levegőből megkötött.⁴

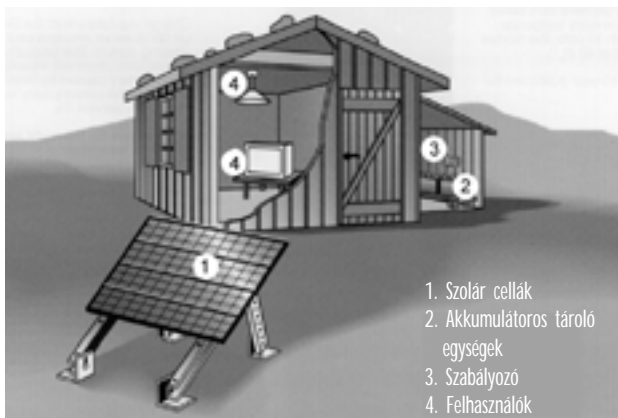
A rendszer különösen jól alkalmazható meglévő távhő szolgáltatások kazánjainak kiváltására.

Sajnos a bekerülési költség, melyet jelentősen megnövel a korszerű technika és a távhő-vezeték kiépítése esetén szükséges infrastrukturális beruházás, önerőből nem vállalható jelen gazdasági körülmények között.

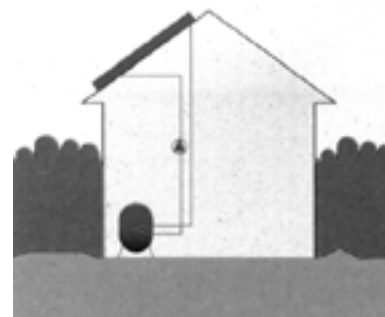
Napenergia hasznosítás

A passzív és hibrid, elsősorban fűtésre alkalmazható napenergia hasznosítás mellett szerepe van a fűtésre, melegvíz termelésre és elektromos áram termelésre alkalmas aktív hasznosításnak is. Mindenféle hasznosítás feltétele, hogy a Nap hőjét átalakító kollektorokat, illetve PV-cellákat közel déli tájolással lehessen elhelyezni (itt jegyzem meg, hogy Ausztriában nem engedélyeznek olyan családi házat, melynek nincsen déli tetőfelülete a napkollektorok későbbi telepítése céljából).

A fűtésre és melegvíz termelésre alkalmas rendszer általában kollektorból, szolárbojlerből, és a szükséges gépészeti vezetékekből, szivattyúból áll. A melegvíz termelésre alkalmas berendezések az éves melegvíz igény kb. 80%-át képesek előállítani. A szükséges beruházás kb. 15



Fotovoltaikus rendszer sémája [11].



Napkollektoros rendszer sémája [11]

⁴ A nem megújuló energiahordozók égetése során azonban évmilliókkal ezelőtt megkötött káros anyagokat juttatunk a légkörbe, veszélyeztetve a Föld légkörét alkotó gázok kényes egyensúlyát

év alatt térül meg. A fűtésrészegítésre is használt rendszerek hasonló nagyságú beruházási költségei a jobb hasznosítás miatt akár már 7 év alatt is megtérülnek.

Ehhez azonban a fűtési rendszer kiépítésekor 60-40 °C hőmérsékletű fűtőközeget hasznosítani képes, alacsony hőmérsékletű fűtés (padlófűtés, falfűtés, stb.) beépítése szükséges.

Az elektromos áram termelésére alkalmas rendszerek PV-cellákból, akkumulátorokból és szabályozókból állnak. Az elektromos áramtermelés ezen módja jelenleg rendkívül költséges megoldás. A költségek csökkenthetők, ha a termelt áramot nem helyben tárolják akkumulátorokban, hanem felesleg esetén visszatáplálják a hálózatba.

A napenergia hasznosításban rejlő lehetőségeket rövidtávon hajlamosak vagyunk túlbecsülni, hosszú távon pedig alulértékelni. Példa erre, hogy rövidtávon a szabályozások változása, és a termelési volumen kritikus tömeg fölé emelkedése szükséges a napot hasznosító rendszerek gyors elterjedésére, illetve, hogy egy számítás szerint amennyiben a jövőben Nagy-Britannia épületeinek 10%-ára PV-cellákat telepítenek, azok képesek az ország elektromos áram igényének kielégítésére.

Geotermikus energia hasznosítása

Magyarországon a geotermikus energia az ország területének felén gazdaságosan kitermelhető hévízkincs található. Legjelentősebbek az Alföld, a Kisalföld és a Dráva mentén található 60 °C-nál magasabb hőmérsékletű kutak. Épületek energiagazdálkodásában a víz hőmérsékletétől függően hagyományos épületfűtésre (80-100°C), csökkentett hőmérsékletű fűtésre (60-80°C), illetve alacsony hőmérsékletű fűtésre és melegvíz előállításra (60-45°C) használható.

A vízkitermelés rendszerét feltétlenül zárt rendszerben kell megoldani, azaz a felszínre hozott hévizet vissza kell sajtolni a talajba. Ezáltal elkerülhető a rétegvíz kimerülése, megoldódik a felszínre került víz környezetvédelmileg kényes elhelyezése, és kevesebb gáz és vízkő kiválás jelentkezik a rendszerben.



Az előző fejezetben a tisztábban tervezhető és értelmezhető új épületek esetén ismertettük az energiamegtakarítás lehetőségeit. A meglévő lakásállomány problémája két szempontból is kiemelt figyelmet igényel.

Először is mennyisége révén. Mint azt a bevezetőben említettük, Magyarországon közel 4 millió lakás van. A 90-es években évente csupán 25-35 ezer új lakás épült és nem valószínű, hogy ez a szám hosszú távon 40 ezer fölé emelkedjen, vagyis a jelenlegi lakásállománnyal az elkövetkező 100 évben dolgunk lesz!

Másodszor is minősége révén. Mint az több felmérésből kiderül a hazai lakásállomány túlnyomó része nem elégíti ki az aktuális hőtechnikai előírásokat. A rosszul hőszigetelt épületek hővesztesége nemzetgazdasági szinten jelentős veszteséget, a helyzet orvoslása jelentős megtakarítási potenciált jelent.

Meglévő épületek esetén, a helyi szituáció függvényében sok, új épületek esetén számba vehető megoldás nem alkalmazható ésszerűen. A továbbiakban kiemeljük a számba vehető megoldásokat, bemutatva az alkalmazás lehetőségeit, nehézségeit.

☀ A település klímaturatos tervezése (kiegészítés) ☀

A település klímaturatos tervezése kedvezőbb helyi klímaviszonyokat próbál teremteni, hogy az alacsonyabb energiafogyasztás révén ökonómiai és ökológiai előnyök legyenek érvényesíthetők. Legfontosabb területei a Nap és a szél pozitív hatásainak kiaknázására irányulnak.

Városban a Nap és a szél szerepét teljesen másként kell értékelni, mint új, alacsony intenzitású családi házas beépítés esetén. A sűrű beépítés, az egymáshoz érő házfalak oly mértékben csökkentik a hűvös szelek sebességét, a lakások hőveszteségét, hogy a klímaturatos tervezés során elsődlegesen az egészséges levegő, mikroklíma megteremtésére, valamint a nyári hőterhelés csökkentésére kell hangsúlyt fektetni. Az új épületeknél hosszasan fejtegetett kitétség, benapozottság optimalizálása csak a "barna mezős", azaz egyszer már

beépített, és város-rehabilitáció, vagy funkcióváltás során újonnan beépítendő területek esetén értelmezhető.

A város légszennyező kibocsátásai (fűtés, közlekedés, ipar által kibocsátott CO₂, SO₂, por, stb.) a város fölött olyan burkot hoz létre, mely megváltoztatja a helyi hőmérséklet és páraviszonyokat. Ez azt eredményezi, hogy a városban a helyi hőmérséklet napos idő esetén, illetve éjszaka akár 6 °C-kal is magasabb lehet, mint a környező területeken. Magas portartalom esetén a porhoz tapadó egészségkárosító anyagok elviselhetetlen füllesztő szituáció teremtenek.

A nyári hőterhelés csökkentésének eszközei a megfelelő szélcsatornák biztosítása, illetve növényzet, vegetáció megteremtése. 100-200 m² zöldfelület 3-4 °C-kal is csökkentheti a helyi hőmérsékletét, és emellett 1/6-1/8-ára csökkenti a terület portartalmát.

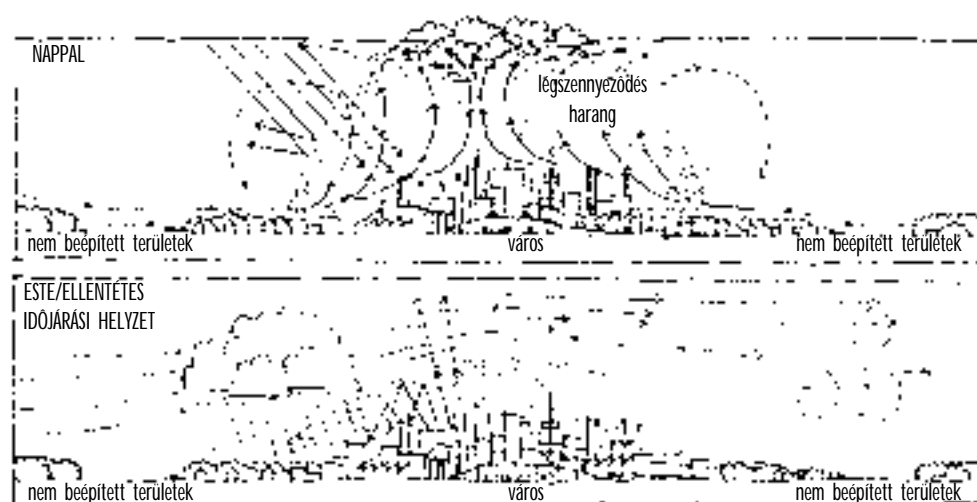
Városi környezetben meglévő házak, településstruktúra esetén kevés lehetőség van nagy területet, távlati koncepciót igénylő klímaturatos tervezésre. Egyes városok történetében (Párizs, Bécs, Budapest) ismert ugyan olyan városrendezési precedens, melynek során jelentősen javultak a benapozottság, városi légmozgás mutatói, az elsődleges cél soha nem a mikroklímikus előnyök növelése volt. A mai jogi, közigazgatási környezet tovább korlátozza, nehezíti ilyen irányú lépések mozgásterét.

Falusi környezetben meglévő épületek esetén is kellő mennyiségű szabad tér áll rendelkezésre a klímaturatos tervezés elemeinek megvalósítására. Természetesen meglévő épületek esetén a kitétség, benapozottság javításának eszközeivel nem élhetünk. A növényzettel történő téli hővédelem, nyári hőcsillapítás lehetőségei azonban az új épületeknél leírtak szerint alkalmazhatóak. A számításba vehető módszerek a következők:

- szélvédő erdősávok,
- szélvédő fasor az utcán,
- szélvédő vegetáció a telken,
- zöld homlokzatok.

A részletes ismertetés a 10. oldaltól tekinthető át.

A városi levegő klímamódosító hatása [3]



Követelmények és elvárások

A követelmények elvben azonosak az új épületekre vonatkozókkal, vagyis a felújított épület energetikai szempontból meg kell feleljen a 18. oldalon bemutatott követelményrendszernek, illetve az adott épületre vonatkozó követelményértéknek. Ez azonban csak a minimum-követelmény, vagyis utólagos hőszigetelés esetében is indokolt a követelményérték 65-70 %-ának megfelelő hővédelem biztosítása.

Meglévő épületeknél bizonyos szerkezetek utólagos hőszigetelése vagy egyáltalán nem, vagy pedig csak aránytalanul magas költségráfordításokkal lehetséges. Ezek közé tartoznak például a talajon fekvő padlók és a pincefalak, de esetenként más épülethatároló szerkezetek (például erősen tagozott homlokzati falak, műemlék vagy műemlék jellegű épületek külső falai, stb.) utólagos hőszigetelésétől is el kell tekintenünk.

Ettől függetlenül az utólagos hőszigetelés tervezésekor a valamennyi hőszigetelhető szerkezetre kiterjedő utólagos hőszigetelésre kell törekedni. Ennek alapvető oka az, hogy csak így lehetséges az épülethatároló szerkezetek hőhidak kapcsolatainak, csatlakozási helyeinek megfelelő mértékű hővédelme, amellyel megakadályozható a későbbi állagkárosodások keletkezése. Részleges hőszigetelés esetén, ha például csak a külső falakat hőszigeteljük és a csatlakozó födém szerkezeteket nem, a hőszigetetlen szerkezeteken és szerkezeti kapcsolatokon (azaz a hőhidakon) keresztül megnő a hőáramsűrűség, a szerkezetek csatlakozásainál csökken a belső felületi hőmérséklet, ami a penészkáros keletkezésének egyik előidéző oka. Hasonló károsodások jelentkezhetnek akkor, ha jól tömített, nagy légzárású, korszerű nyílászáró szerkezetekre cseréljük az alkalmatlan régi-eket, de ugyanakkor elhagyjuk a homlokzatok hőszigetelését. Vagyis az ilyen szakszerűtlen, részleges utólagos hőszigetelésekkel alkalmasint a korábbinál is kedvezőtlenebb helyzetet, állapotokat idézhetünk elő.

Ami az épületek utólagos hőszigetelésének kívánatos mértékét illeti, ezt a következő tényezők befolyásolják:

- a meglévő szerkezetek hőszigetelésének mértéke,
- a hőszigetelés beépítési lehetősége, és
- a hőszigetelés fokozásának gazdaságossága.

Belátható, hogy az 1980 előtt épült, silány építőanyagokból készített, alulhőszigetelt épülethatároló szerkezetek utólagos hőszigetelése jóval hatékonyabb, mint az ezt követően, az 1979-ben hatályba lépett hőtechnikai követelményeknek megfelelően kivitelezett, jobb hőszigetelésű szerkezeteké. Elsősorban (illetve legelőször) tehát a régebben használatba vett épületek energiatudatos felújítása indokolt annál is inkább, mivel ezek általános állapota, állaga legtöbbször jóval gyengébb, mint az 1980 után épített épületeké.

A hőszigetelés beépítési korlátai közé tartoznak a hőszigetelő termékvalaszték, a segéd szerkezetek (pl. vázszerkezetek, fogadó szerkezetek) jellemzői, az adott kivitelezési technológia, de esetenként még a meglévő épületszerkezetek geometriai vagy teherbírási jellemzői is.

Az utólagos hőszigetelés gazdaságosságát (a beruházási költségek megtérülési idejét) kedvezőtlenül befolyásolja az, hogy a kivitelezési költséget a hőszigetelő anyagon kívül a kiegészítő, védő, burkoló, felületképző rétegek, illetve esetenként segéd szerkezetek beépítési költségei is terhelik.

Ennek megfelelően az épület utólagos hőszigetelésének tervezésekor mindhárom szempontot szem előtt tartva kell meghatároznunk az egyes határoló szerkezetek hőszigetelésének módját és mértékét, kerülve a rutinmegoldásokat, használva az energetikai számítógépes programokat és a gazdaságossági ellenőrző számításokat.

✿ Épülethatároló szerkezetek utólagos hőszigetelése ✿

Homlokzati falak

Csak a falszerkezetek külső oldali utólagos hőszigetelése javasolható, nem csupán praktikus okokból (vagyis a helyiségek zavartalan használata érdekében) hanem azért is, mert a belső oldali hőszigetelés nedvességtechnikai, állagvédelmi szempontból igen veszélyes: a hőszigetelés mögötti "hideg" (harmatpont alatti hőmérsékletű) falfelületen a hőszigetelésen átdiffundáló, vagy a hőszigetelő elemek csatlakozási hézagain átjutó pára lecsapódhat, kedvező táptalajt nyújtva a penészképződéshez.

A külső falak utólagos hőszigetelése a kevésbé gazdaságos megoldások közé tartozik, mivel a felújítási költség döntő hányadát az új homlokzatképzés vagy homlokzatkabukolat kivitelezési költségei teszik ki, és ezt még tetézi a segéd szerkezetek (állványok) létesítési költsége is. Kivételt képez az az eset, ha a meglévő homlokzatkabukolat avult, károsodott, tönkrement, felújítása mindenképpen szükséges: ilyenkor ugyanis csak a hőszigetelő réteg beépítési és kiegészítő költségei "számolhatók fel" az utólagos hőszigetelés terhére.

Ugyanakkor az esetek többségében a homlokzati falak utólagos hőszigetelése mindenképpen indokolt, már csak az itt sűrűn előforduló szerkezeti kapcsolatok, hőhidak miatt is.

Az utólagos hőszigetelés használatos módszerei közül a vékonyvakolatot hőszigetelő homlokzatszigetelés a kisebb kivitelezési költség miatt gyakrabban alkalmazott megoldás.

A másik hőszigetelési módszer, azaz a szerelt vagy épített homlokzatkabukolat mögötti hőszigetelés költségesebb, de jóval hatékonyabb módszer. Az így kialakított kéthéjú, szellőztetett légréteges falszerkezet ugyanis a téli és a nyári hővédelem szempontjából egyaránt kiváló védelmet nyújt a szerkezet, illetve a belső tér részére.

A külső falak utólagos hőszigetelése a nyílászárók korszerűsítése nélkül csak félmegoldásnak tekinthető, mivel ez esetben a külső fal hőveszteségének mintegy 60-80 %-át a homlokzati összfelület kb. 15-30 %-át kitevő régi nyílászárókon keresztül távozó hőáramok képezik !

Homlokzati nyílászáró szerkezetek

A homlokzati üvegezett nyílászárók (ablakok és erkélyajtók) közül a '80-as éveket megelőzően gyártott és beépített "hagyományos" (pallótokos, kapcsolt gerébtokos, egyesített szárnyú) szerkezet típusok tartós energetikai korszerűsítése gyakorlatilag nem lehetséges. A fő probléma ugyanis az, hogy a korábban nem megfelelő anyagból és technológiával

készített szerkezetek deformációját, vetemedettségét a jelenleg ismert hézagtömítési módszerekkel (amelyek tartóssága egyébként is csak időleges) nem tudjuk korrigálni, azaz nem tudjuk elérni hőveszteségük számottevő csökkentését. Ennek következtében e szerkezetek filtrációs hővesztesége a domináns, légáteresztő képességük nagyságrendileg meghaladja a hőérzeti és állagvédelmi szempontból szükséges mértéket. Az üvegezés rétegszámának növelésével ezért a teljes hőveszteség alig csökkenthető.

A másik jellegzetesség az, hogy a téli és nyári hővédelem szempontjából egyaránt hatékony külső oldali árnyékoló szerkezetek gyártása, használata és választéknövelése évtizedekig háttérbe szorult és még manapság sem tekinthető teljesértékűnek.

Racionális megoldásnak e szerkezetek többségénél csak a teljes, vagy részleges szerkezetcsere tekinthető (utóbbi esetben a régi tokszerkezet esetleg megtartható, illetve alkalmassá tehető az új nyílászáró szerkezet fogadására).

Mivel egy bizonyos energetikai minőség és használati értékszint felett a szerkezetek ára csak kismértékben nő, célszerű az igen jó hőszigetelő képességű (1,1-1,3 W/m²K hőátbocsátási tényezőjű), külső oldali mobil árnyékoló szerkezettel ellátott új szerkezetek beépítése. A szerkezetcsere ugyan költséges megoldás, de pénzmegtakarításban nem kifejezhető értéke a használati érték növekedése, például a nyári hővédelem javulásával.

A kiváló minőségű új nyílászáró szerkezetek beépítése bizonyos esetekben kockázatokkal is járhat. Ha ugyanis az új, igen jó légzárású nyílászáróval ellátott helyiség(ek) szellőző(tet)ése nem kielégítő, a belső tér páratartalma megnövekedhet, és a hőhidak szakaszán időszakos páralecsapódás következhet be, ami a későbbiekben a szerkezet részleges elnedvesedését és penészkárok keletkezését okozhatja. Ebből következik, hogy a régi nyílászárók cseréje esetén szinte elengedhetetlen a külső falak utólagos hőszigetelése, amely a belső felületi hőmérséklet növelésével a szerkezeti kapcsolatok (hőhidak) szakaszán is csökkenti a páralecsapódás veszélyét. Ugyanilyen okból csak beépített (kézi vezérlésű vagy automatikus működésű) szellőztető szerkezettel ellátott új nyílászáró szerkezetek beépítése javasolható, amelyekkel az állagvédelmi és hőérzeti szempontból elégséges (óránkénti 0,8-0,9-szeres) légcseréje biztosítható.

Tetőterbeépítéseket határoló szerkezetek

A szerkezetek belső oldali utólagos hőszigetelése időlegesen akadályozza a tetőtéri helyiségek használatát és előfeltétele a meglévő tetőhéjalás vízzárósága. Ugyanakkor hatékonysága a korábban kivitelezett hazai szerkezetek (kis vastagságú hőszigetelő termékek hézagos elhelyezése a szarufák között) ismeretében nem kérdőjelezhető meg. Az utólagos hőszigetelés nemcsak a szarufák hőhid-hatását csökkenti, de a szakszerűen, felületfolytonosan beépített légzáró-párafékező réteg révén a határoló szerkezet légzáró képességét is növeli, ezzel is csökkentve a szerkezet téli hőveszteségét.

A külső oldali utólagos hőszigetelés akkor kézenfekvő megoldás, ha az avult, károsodott vagy tönkrement tetőfedés cseréje vagy átrakása egyébként is szükséges, vagyis en-

nek kivitelezési költsége nem terheli az utólagos hőszigetelés beruházási költségeit, azaz nem növeli annak megtérülési idejét. Ez esetben "hőhidmentes" új hőszigetelő réteg készül, ami némiképpen ellensúlyozza az alkalmas hőszigetelő termékek viszonylag magas előállítási költségét.

Padlásfödémek

Ezek a leggazdaságosabban hőszigetelhető szerkezetek, különösen akkor, ha a födém a "nem járható" (pl. búvótér esetén) vagy "nem terhelhető" igénybevételi kategóriába tartozik, vagyis nem használják jelentős tömegű anyagok tárolására. Ilyen esetekben a könnyű járóréteggel és "száraz" építési technológiával készített utólagos hőszigetelések kerülnek előtérbe, amelyek bármilyen anyagból (acél, fa, vasbeton) készített teherhordó födémszerkezet esetén alkalmazhatók, illetve adaptálhatók.

Mivel ezeknél a megoldásoknál a padlástérbe bejutó nedvesség (csapadékvíz vagy porhó) felfogására nincs alkalmas ("puffer") réteg, burkolat, előfeltétel a meglévő tetőhéjalás vízhatlansága.

Lapostetők

Az utólagos hőszigetelés gazdaságos megoldása, ha ezt összekapcsolhatjuk a csapadékvíz szigetelés (időnként amúgy is szükséges) felújításával. Ez nem mindig teljesíthető, viszont a külső falak és a tetőfödémek (padlásfödémek és lapostetők) csatlakozási hőhidjainál keletkező jellegzetes károsodások (páralecsapódás, elnedvesedés, penészkár) legtöbbször csak mindkét szerkezet egyidejű és teljesértékű (megszakítatlan) utólagos hőszigetelésével kerülhetők el. Ez azt jelenti, hogy a lapostetők utólagos hőszigetelése kifogástalan állapotú vízszigetelés esetén is szükséges lehet.

Pincefödémek és árkádfödémek

A pincefödémek hőszigetelése ugyan kevésbé hatékony, mint a külső légtérrel határos épülethatároló szerkezeteké, de ezt némiképp ellensúlyozza az, hogy az utólagos hőszigetelés költsége jóval kisebb azokénál. A korábban kivitelezett pincefödémek általában hőszigetetlenek, vagy alig hőszigeteltek, ezért utólagos hőszigetelésük energetikai és hőérzeti szempontból egyaránt szükséges.

Az árkádfödémek hőszigetelésének minimális mértékét indokoltan szigorú hőérzeti követelmény szabályozza. Ha ez a meglévő épület esetén nem teljesül, a szerkezet utólagos hőszigetelése mindenképpen szükséges.

Belső falak

Régi épületeknél a fűtött és fűtetlen tereket, helyiségeket elválasztó falak (jellemzően a lépcsőházat és a lakásokat elválasztó falszerkezetek) általában hőszigetetlenek. Noha az utólagos hőszigetelés hatékonysága ez esetben sem teljesértékű, az igénytelenebb fűtetlen oldalon felhordott, olcsóbb hőszigetelés gazdaságos megoldásnak tekinthető.

A vakolt hőszigetelő homlokzatburkolati rendszerek felújítások során is jól alkalmazhatók, mivel a jó hőszigetelő anyagok használata révén energetikai szempontból igen hatékonyak és megvalósítási költségük viszonylag alacsony. Ugyanakkor felújítás-igényesek és tagozott homlokzatok burkolására kevésbé alkalmasak. A kivitelezés kulcskérdése a meglévő homlokzatvakolat állapota (szilárdság, tapadóképeség, felületminőség, stb.), amely meghatározza a hőszigetelő réteg rögzítési módját. Ha a vakolat porló, feltáskásodott, hiányos, célszerű leverése és új cementhabarcs simítás vagy vakolat készítése. Ha a vakolat megfelelő szilárdságú, dönteni kell a rögzítés módjáról (csak ragasztás vagy csak mechanikai rögzítés, vagy ezek együttes alkalmazása).

Expandált polisztirolhab hőszigetelés esetén csak az erre a célra gyártott kis testsűrűségű és pihentetett lapok

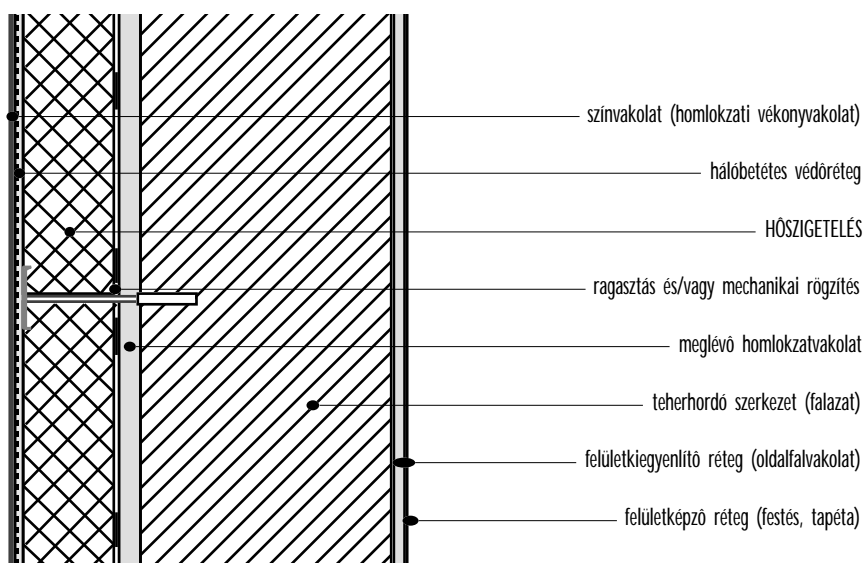
használhatók az utózsugorodás csökkentése érdekében.

Az extrudált polisztirolhab hőszigetelés (még jobb hőszigetelő képességét számításba véve is) jóval költségesebb megoldás, viszont nagyobb nyomószilárdsága révén a burkolat a mechanikai hatások ellen védettebb. Polisztirolhab hőszigetelések esetén - kis páradiffúziós ellenállású falazatok és/vagy vastagabb hőszigetelő réteg esetén - fennáll a szerkezeten belüli időszakos nedvességtorlódás veszélye, ezért a tervezett rétegfelépítésű falszerkezet nedvességtechnikai ("páradiffúziós") ellenőrzése minden esetben szükséges.

A kőzetgyapot hőszigetelés sok tekintetben előnyösebb, mint a műanyaghabok, mivel az anyag nem éghető, akusztikai szempontból kedvező, utózsugorodása és hőtágulása minimális mértékű és páraáteresztő tulajdonságú lévén nedvességtechnikai szempontból kockázatmentes.

A mechanikai rögzítéssel beépíthető, fagyaport rétegekkel társított hőszigetelő lapok azért előnyösek, mert rabichálóval hagyományos homlokzatvakolatok is felhordhatók és a fagyaport réteg révén a homlokzatburkolat mechanikai hatásokkal szemben ellenálló. Műszaki szempontból ez esetben is a kőzetgyapot hőszigetelésű elemek (TEKTALAN) használata szerencsésebb megoldás.

A hőszigetelési rendszerek tartalmaznak mindazokat a kiegészítő elemeket és anyagokat (pl. dübelek, erősítő hálók, hálórögzítők, ragasztók, szárazvakolatok, élvédő profilok.), amelyek a kivitelezéshez szükségesek.



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ·év) ha az eredeti falszerkezet hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)				
anyaga és terméktípusa	termékjele		1,9 - 1,4	1,4 - 1,1	1,1 - 0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL D	70	123 - 116	116 - 109	109 - 99	99 - 89	89 - 74
	AUSTROTHERM AT - H2	80	110 - 104	104 - 99	99 - 91	91 - 82	82 - 70
		90	100 - 95	95 - 90	90 - 83	83 - 76	76 - 65
		100	91 - 87	87 - 83	83 - 77	77 - 71	71 - 61
extrudált polisztirolhab lap	STYROFOAM IB	60	128 - 120	120 - 113	113 - 102	102 - 92	92 - 76
		80	101 - 96	96 - 91	91 - 84	84 - 77	77 - 66
		100	83 - 80	80 - 76	76 - 71	71 - 66	66 - 58
		120	71 - 68	68 - 66	66 - 62	62 - 58	58 - 52
kőzetgyapot lap	ROCKWOOL SPEEDROCK	80	110 - 104	104 - 99	99 - 91	91 - 82	82 - 70
		90	100 - 95	95 - 90	90 - 83	83 - 76	76 - 65
		100	91 - 87	87 - 83	83 - 77	77 - 71	71 - 61
		120	78 - 75	75 - 72	72 - 67	67 - 63	63 - 55
HERAKLITH lemezekkel társított expandált polisztirolhab lap	HERATEKTA C3	75	130 - 122	122 - 115	115 - 104	104 - 93	93 - 77
		100	103 - 98	98 - 93	93 - 86	86 - 78	78 - 67
HERAKLITH lemezekkel társított kőzetgyapot lap	TEKTALAN C3	75	130 - 122	122 - 115	115 - 104	104 - 93	93 - 77
		100	103 - 98	98 - 93	93 - 86	86 - 78	78 - 67

Meglévő falszerkezet rétegrendi hőátbocsátási tényezője és fajlagos hőigénye

1,9 - 1,4 W/m ² K (505 - 370 MJ/m ² , év)	kisméretű tömör téglafal (38 és 25), kevéslyukú téglafal (25), B30 blokkfal (30)
1,4 - 1,1 W/m ² K (370 - 290 MJ/m ² , év)	keveslyukú téglafal (38), soklyukú téglafal (25), UNIFORM 10, 11, 12 blokkfalak (30)
1,1 - 0,8 W/m ² K (290 - 210 MJ/m ² , év)	soklyukú téglafal (38), UNIFORM 13, 14 blokkfalak (30), HB 38, POROTON (30)
0,8 - 0,6 W/m ² K (210 - 160 MJ/m ² , év)	POROTON (36), THERMOPOR (36), HB 30, RÁBA (38)
0,6 - 0,4 W/m ² K (160 - 105 MJ/m ² , év)	POROTHERM (38), MÁTRATHERM (38)

A kéthéjú, szellőztetett légréteges külső falak kialakítása utólagos hőszigetelés esetén is igen előnyös, mivel télen a szerkezet két héja között áramló levegő a falszerkezetbe, illetve a hőszigetelő rétegbe belülről (páradiffúzióval), illetve kívülről (a nem vízhatlan homlokzatburkolaton át) bejutó nedvességet "elszállítja", nyáron pedig a szellőztetett légrétegben áramló levegő hatékonyan csökkenti a helyiség hőterhelését, vagyis a burkolat télen-nyáron "védőernyő"-ként működik. A szerkezet "viselkedése", a helyiségbe bejutó hőáram nagysága számos tényezőtől függ. Ilyen például a külső fal tájolása, a mindenkori klimatikus viszonyok, a szerkezeti rétegek "szembenéző" felületeinek sugárzási tulajdonságai, a burkolat anyaga, színe, felületi érdessége, stb.

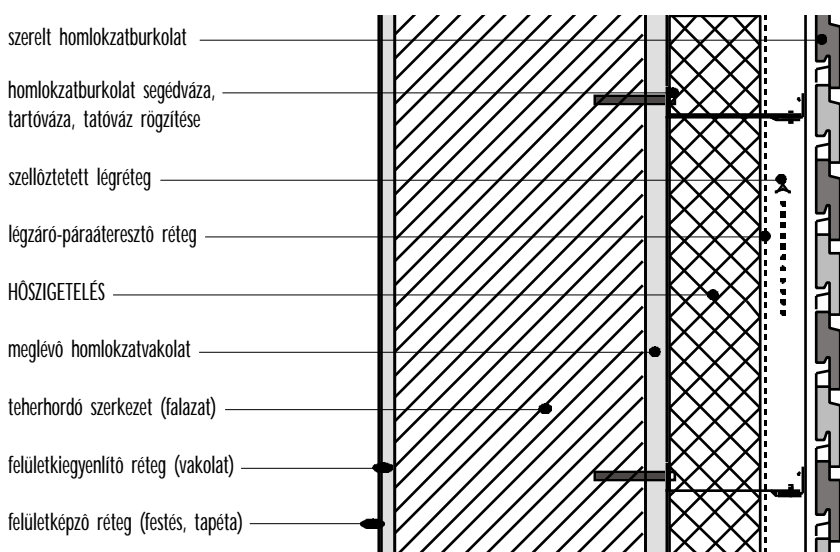
A szerkezettípus hőszigetelésére elsősorban az ásványgyapot termékek javasolhatók, mivel nem éghetőek, zsugo-

rodásuk és hőtágulásuk mértéke minimális, akusztikai (lég-hanggátlási) szempontból is igen előnyösek és nem kell számolni rovarkárral sem. Kivitelezési előnyként jelentkezik, hogy a hőszigetelő lapok könnyen, pontos illesztéssel "felszűrhatók" az előzőleg beépített rögzítőelemekre.

Légzáró-páraáteresztő kasírozással (pl. üvegfátyol) gyárilag ellátott hőszigetelő lapok használata energetikai szempontból előnyös, mivel így megakadályozható a (mozgó) levegő bejutása a hőszigetelő anyagba.

Hőszigetelésként polisztirolhab lapok is beépíthetők, de tudni kell, hogy tűzvédelmi okokból legfeljebb kétszintes épületeknél.

Igen fontos a szellőztetett légréteg, valamint a be- és ki-szellőzés szakszerű tervezése és kialakítása, amire pontosan előírt szabályok vonatkoznak.



A szerelt homlokzatburkolatok választéka nagy, anyagukat (fém, fa, kő, műkő, üveg, műanyag, műpala, stb.), és kialakításukat (kis- és nagyelemes, sávos és táblás,) illetően is. Csak "fokozottan vízzáró"burkolatok alkalmasak.

A homlokzatburkolatot érő jelentős mértékű közvetlen hőhatások és a téli-nyári hőmérsékletingadozás miatt, illetve a hőmozgások feszültségmentes lejátszódása érdekében javasolható a külön rögzítés nélküli (pl. beakasztással függesztett, bepattintott) burkolóelemek használata. Vázszerkezetekként a hagyományos fa lécvázak helyett a korszerű, korrózió ellen védett fémvázak használata ajánlott.

Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év) ha az eredeti falszerkezet hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)				
anyaga és terméktípusa	termékjele		1,9 - 1,4	1,4 - 1,1	1,1 - 0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL 1, 2 AUSTROTHERM AT-H2	80	146 - 136	136 - 127	127 - 113	113 - 100	100 - 82
		100	122 - 115	115 - 108	108 - 98	98 - 88	88 - 74
		120	104 - 98	99 - 94	94 - 87	87 - 79	79 - 67
		140	91 - 87	87 - 84	84 - 78	78 - 71	71 - 62
extrudált polisztirolhab lap	WALLMATE CW	50	192 - 175	175 - 160	160 - 139	139 - 120	120 - 95
		60	168 - 155	155 - 143	143 - 126	126 - 110	110 - 88
		80	134 - 125	125 - 118	118 - 106	106 - 95	95 - 78
közvetgyapot lap	ROCKWOOL RFPL ISOLYTH WP, FP TOPLAN R, Nt HERALAN FP	75	138 - 129	129 - 121	121 - 109	109 - 97	97 - 79
		100	109 - 103	103 - 98	98 - 90	90 - 81	81 - 69
		120	93 - 89	89 - 85	85 - 79	79 - 72	72 - 62
		140	81 - 78	78 - 75	75 - 70	70 - 65	65 - 57
üvegyapot lap	THERWOOLIN HF, HL TEL FDP, FDPL	75	138 - 129	129 - 121	121 - 109	109 - 97	97 - 79
		100	109 - 103	103 - 98	98 - 90	90 - 81	81 - 69
		120	93 - 89	89 - 85	85 - 79	79 - 72	72 - 62
		140	81 - 78	78 - 75	75 - 70	70 - 65	65 - 57

Meglévő falszerkezet rétegrendi hőátbocsátási tényezője és fajlagos hőigénye

1,9 - 1,4 W/m²K (505 - 370 MJ/m², év) kisméretű tömör téglafal (38 és 25), kevéslükű téglafal (25), B30 blokkfal (30)
1,4 - 1,1 W/m²K (370 - 290 MJ/m², év) kevéslükű téglafal (38), soklyukú téglafal (25), UNIFORM 10, 11, 12 blokkfalak (30)
1,1 - 0,8 W/m²K (290 - 210 MJ/m², év) soklyukú téglafal (38), UNIFORM 13, 14 blokkfalak (30), HB 38, POROTON (30)
0,8 - 0,6 W/m²K (210 - 160 MJ/m², év) POROTON (36), THERMOPOR (36), HB 30, RÁBA (38)
0,6 - 0,4 W/m²K (160 - 105 MJ/m², év) POROTHERM (38), MÁTRATHERM (38)

Ez az utólagos hőszigetelési módszer akkor jöhet szóba, ha a tetőfedés és aljzata megfelelő állapotú és vízzáróságú, cseréje nem indokolt, de a pótlólagos hőszigetelés beépítése - energetikai, hőérzeti és/vagy állagvédelmi okokból - szükséges. A megoldás hátránya, hogy a tetőtéri helyiségek tere csökken és azok használatát a felújítás során (ha csak rövid időre is) szüneteltetni kell.

A lécváz közeiben elhelyezett kiegészítő hőszigetelés energetikai szempontból hatékony, mivel így csak "pontszerű" hőhidak alakulnak ki a szerkezetben (a szarufák és a segédváz léceinek csatlakozási helyein). Ugyancsak a hőhidhatás mérséklése szempontjából fontos a hőszigetelő táblák vagy filcek hézagmentes elhelyezése, beszorítása.

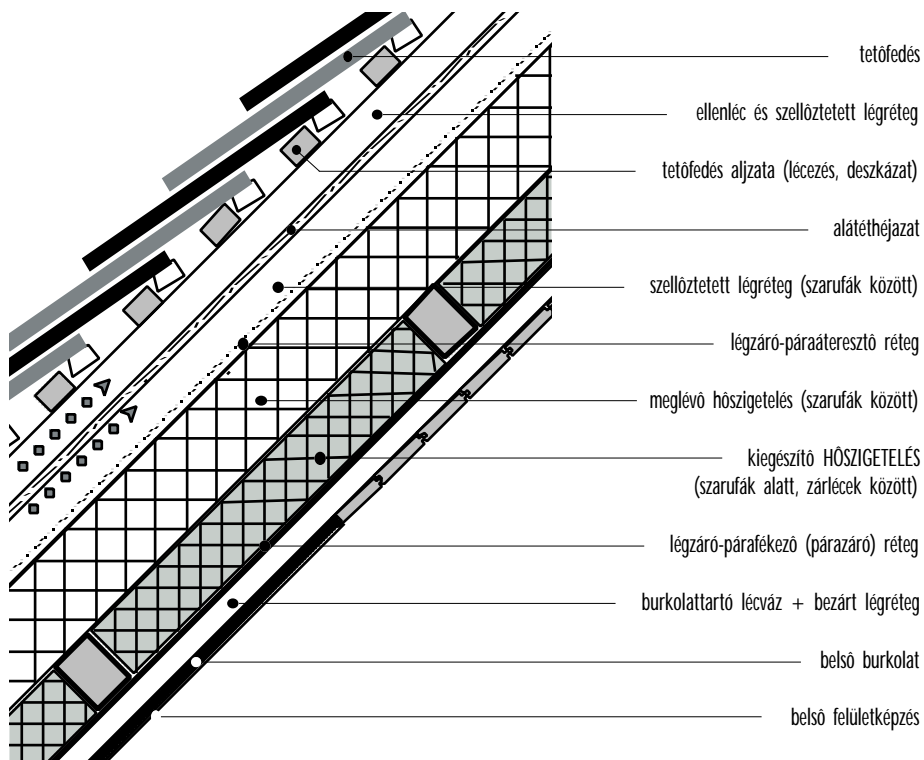
A kiegészítő hőszigetelés anyagául elsősorban az ásványgyapot ajánlható: az üvegyapot vagy kőzetgyapot lapok vagy filcek hézagmentes elhelyezése nem okoz gondot, utózsugorodásuk nem számottevő és akusztikai szempontból is előnyösek. Az új hőszigetelés alatt légzáró-párafékező réteget kell beépíteni. Mindkét funkció szempontjából rendkívül fontos a réteg felületfolytonos, megszakítatlan be-

építése, ami különösen a lemezcsatlakozásoknál és a különféle szerkezeti kapcsolatoknál (pl. oromfalak, térdfalak, tetőablakok, kémények, szellőzők, stb.) igényel rendkívül gondos kivitelezői munkát. A réteg készülhet a hőszigetelő termékre gyárilag felkasírozott vékony alumíniumfóliából, vagy a hőszigetelés elhelyezése után rögzített műanyag (célszerűen polietilén) fóliából. A táblázatban feltüntetett üvegyapot termékek beépítése esetén a táblákon túlnyúló alumíniumfólia füleket a fa segédváz léceinek belső felületére tűzik és öntapadó alufólia-csíkkal átragasztják, így felületfolytonos párazáró réteget képezve.

A réteg beépítésével természetesen csökken a szerkezet páraáteresztő képessége, ami kedvezőtlen esetekben (elsősorban a helyiség, vagy helyiségrészek nem megfelelő szellőztetése miatt) a penészkár keletkezése szempontjából kritikus időszakos belső felületi páralecsapódást idézhet elő. A burkolattartó lécváz közeiben bezárt levegő "puffer" réteggént működik: e nélkül a szerkezetbe diffundáló nedvesség a légzáró-párafékező fólia és az azzal érintkező burkolat között megrekedhet.

A kiegészítő hőszigetelés táblázatban feltüntetett, javasolt vastagsági méretei járatos gyártási méretek, és egyben kijelölik a gazdaságos hőszigetelés mérettartományát. Ajánlatos a nagyobb termékvastagságokat alkalmazni: egyrészt azért, mert e termékek ára viszonylag alacsony, másrészt azért, mivel a fa segédváz jelentős mértékben (mintegy 17-20 %-al) csökkenti a hőszigetelő réteg hőátbocsátási ellenállását.

Kedvező esetekben a meglévő burkolat (pl. lambéria, építőlemez) méretre szabással visszaépíthető, illetve anyaga felhasználható az új burkolat készítéséhez.



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye $Q(MI/m^2,év)$		
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha az eredeti hőszigetelés vastagsága		
			6 cm	8 cm	10 cm
üvegyapot filc (alufólia kasírozással)	THERWOOLIN	75	85	76	68
	THERWOO - FILC	80	81	73	66
	TEL	100	71	65	59
	ROLLISOL	120	63	58	54
kőzetgyapot lap vagy filc	ROCKWOOL RP-III, DK	75	89	79	70
	ISOLYTH WF, WP	80	86	76	68
	TOPLAN Nt, Nf	100	76	68	62
	HERALAN KP	120	68	62	56

Ez az utólagos hőszigetelési módszer akkor alkalmazható, ha a tetőfedés és/vagy aljzata (lécezés, deszkázat) elavult, tönkrement, vagyis ha szükségessé válik a tetőhéjalás cseréje vagy átrakása. A szarufák felett beépített, csaphornyos illesztésű hőszigetelő lapokból készített hőszigetelő réteg a magastető teljes felületű, megszakítatlan ("hőhidmentes") hőszigetelését eredményezi, ami energetikai szempontból igen előnyös. További előny, hogy az utólagos hőszigetelést a belső burkolat bontása nélkül lehet megvalósítani. A fa teherhordó szerkezet (fedélszék) élettartama számottevően megnő, mivel a temperált, védett oldalra kerül. A hőszigetelt szerkezet típus hátránya, hogy csak egy szellőztetett légréteg alakul ki a tetőhéjalás alatt: ez a nyári hővédelem szempontjából kedvezőtlen.

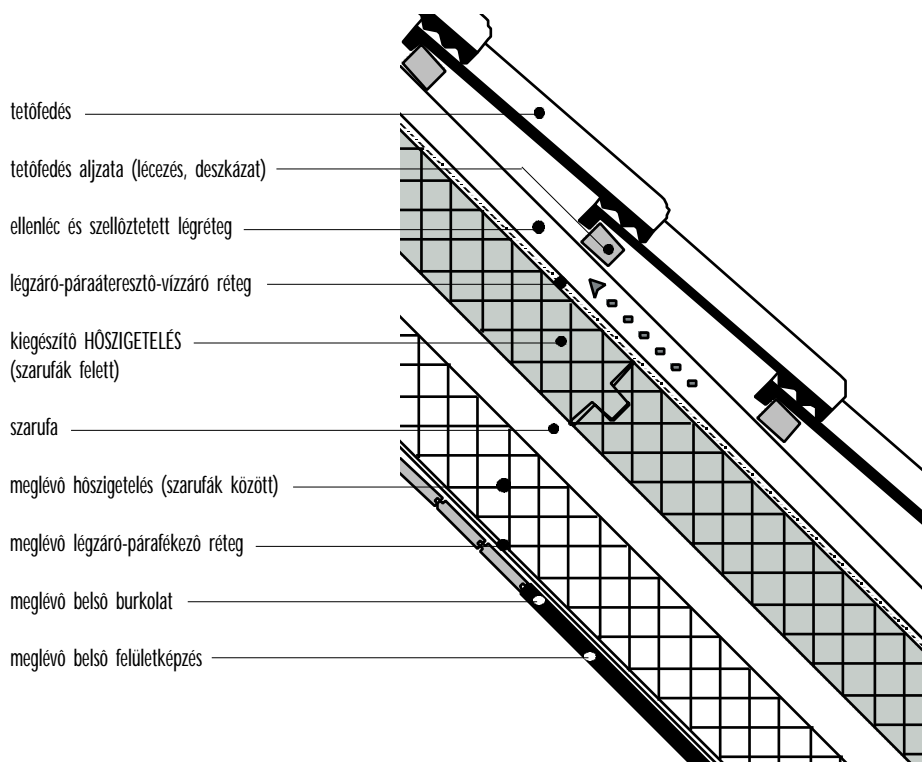
A kiegészítő hőszigetelés anyaga extrudált, vagy expandált polisztirolhab lehet. Előbbi valamivel előnyösebb a jobb hőszigetelő képesség, illetve a nem számottevő mértékű utózsugorodás miatt, utóbbi pedig a kisebb termékár révén.

A hőszigetelő lapok szélei körben csaphornyos kiképzésűek, ami nemcsak a hőszigetelő réteg hőhidmentessége,

hanem az elemek megfelelő együttműködése miatt is előnyös. Ez az együttműködés azt jelenti, hogy a nagyméretű lapok beépítése független a szarufakiosztástól, csatlakoztatásuk a szarufaközökben is lehetséges.

A kiegészítő hőszigetelés fölé légzáró és páraáteresztő képességű alátét héjazat (általában ún. mikroperforációs műanyag fólia, pl. TYVEK, BRAMAC UNIVERSAL, stb.) kerül, amely mint másodlagos vízszigetelés megakadályozza, hogy a tetőfedésen keresztül bejutó csapadékvíz és porhó, valamint a tetőhéjalás belső felületén időszakosan lecsapódó és visszacsepegő pára a hőszigetelés felületére jusson. Ezt a fóliát természetesen a vízfolyás irányában takart átlapolásokkal kell a hőszigetelésre fektetni.

A kiegészítő hőszigetelés és az alátét héjazat rögzítése, leszorítása, valamint a tetőfedés aljzatának (lécezés vagy deszkázat) fogadása a szarufák felett elhelyezett ellenléceken keresztül történik speciális, korrózióálló, csavartszárú szegekkel. Az ellenlécek egyben "kijelölik" a szellőztetett légréteget is, ezért ajánlott vastagsági méretük nem lehet kisebb 50 milliméternél.



Az utólagos hőszigetelés elkészítése előtt meg kell vizsgálni az eredeti hőszigetelés állapotát és pótolni kell az eredeti kivitelezés hibáiból, illetve a szarufák közötti hőszigetelés elcsúszásából, roskadásából esetlegesen bekövetkezt hiányokat.

Ez az utólagos hőszigetelési módszer nemcsak a téli fűtési hőigény csökkentésére alkalmas, hanem - részben a régi és új hőszigetelő réteg között kialakuló bezárt légréteg, részben pedig a kiegészítő hőszigetelés révén - valamint javít a szerkezet nem kevésbé fontos nyári hővédelmén és léghanggátlási tulajdonságán is.

Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye $Q(MJ/m^2,év)$		
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha az eredeti hőszigetelés vastagsága		
			6 cm	8 cm	10 cm
extrudált polisztirolhab lap	AUSTROTHERM XPS-G BG 20, BG30 ROOFMATE TG	70	75	67	61
		80	69	62	57
		90	64	57	53
		100	59	54	50
		110	55	51	48
		120	52	48	45
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL TF	100	69	62	57
		120	61	56	51

Amint azt az új épületszerkezetek hőszigetelésénél már jeleztük, a padlásfödémek utólagos hőszigetelése igen gazdaságos, elsősorban azért, mert a szokásos terhelések esetén "olcsó" hőszigetelő anyagokkal, illetve termékekkel hőszigetelhetők és - ha a tetőhéjalás korábban alátét-héjazattal, azaz vízhatlan minőségben készült - a hőszigetelés védelmére külön szerkezeti rétegek beépítése nem szükséges.

A járóréteg kisebb mértékű igénybevétele esetén alkalmazhatók az ábra szerinti hőszigetelési megoldások.

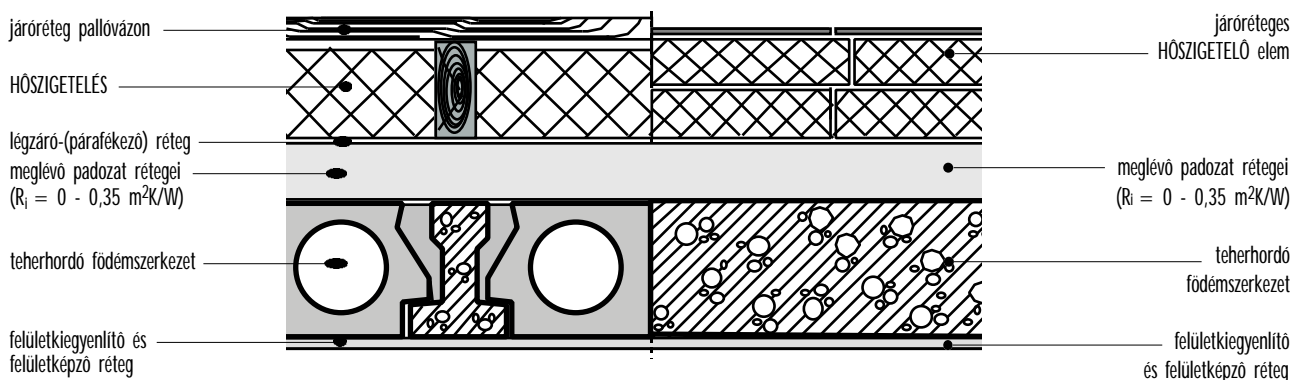
A baloldali ábrarészen látható megoldásnál a hőszigetelés javasolhatóan szálás hőszigetelő anyagból készítenendő, mivel ezek a (filc, vagy lágylap) termékek hézagmentesen csatlakoztathatók a vázpallókhoz és egymáshoz. A padlásfödém hőszigetelésének mértéke gyakorlatilag csak az alkalmas hőszigetelő termékek vastagsági méretválasztékától függ. Célszerű a termékválasztékból a legvastagabb filc, vagy lapterméket kiválasztani annál is inkább, mivel a pallók hőhidat képeznek a hőszigetelő rétegben, annak hatékonyságát mintegy 18-22 %-al csökkentve. A hőhidhatás mértéke attól is függ, hogy a járóréteget tartó pallókat milyen távolságban helyezük el egymástól a terhelés mértékétől, a járóréteg szilárdsági jellemzőitől és a hőszigetelő termék (szélességi vagy hosszúsági) méretétől is függően. Járóréteggént bármilyen építőlemez, vagy fa pallózat illetve deszkázat is használható, de a réteg vastagságát úgy kell meghatározni, hogy a pallóközök 10 mm-el kisebbek legyenek a hőszigetelő termék valamelyik gyártási méreténél.

A jobb oldali ábrarészen az AUSTROTHERM AT - PA jelű, 8 mm vastag fagyapot lemez járóréteggel társított, 985x485 mm méretű, AT-N3 lépésálló expandált polisztirolhab lapokkal, illetve a HERALAN E-02 jelű, 25 mm vastag fagyapot lemez járóréteggel társított, 1015x615 mm méretű kőzetgyapot lapokkal készíthető hőhidmentes hőszigetelő réteg látható. Az elemek megfelelő együttdolgozását az elemcsatlakozások lépcsős, illetve árokereztes kapcsolatai biztosítják. Előnyös, hogy az elemek "száraz" technológiával és igen gyorsan elhelyezhetők, illetve hogy csekély fajlagos tömegük révén kismértékben terhelhető padlásfödémeknél is alkalmazhatók.

Beépítés előtt a meglévő födém felső síkját meg kell tisztítani, egyenetlen felület esetén felületkiegyenlítő réteget kell készíteni. A táblákat soronként féltábla eltolásban ("kötésben"), kell elhelyezni, az elemeket szorosan egymáshoz illesztve. A táblákat nem kell leragasztani, de célszerű a hornyokba felhordott ragasztóval a táblák együttdolgozását elősegíteni. A szükséges helyeken a táblák a szokásos fa-megmunkáló szerszámokkal vághatóak, alakíthatók.

Párafékező réteg képzésére általában nincs szükség, de fafödémek és előregyártott vasbeton gerendás-béleltetésű födémek esetében indokolt lehet légzáró réteg (pl. polietilén fólia) elhelyezése a hőszigetelő táblák alatt.

A meglévő padozat rétegei csak akkor tartandók meg, ha mind szilárdság, mind pedig felületminőség szempontjából alkalmasak a kiegészítő hőszigetelés fogadására.



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)		
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a teherhordó födém szerkezet		
			monolit vasbeton	egy. vb. gerendás	kerámia elemes
üveggyapot filc vagy lap	THERWOOLIN LHF THERWOO-ROLL	120	78 - 96	75 - 93	71 - 88
		140	68 - 84	66 - 82	63 - 77
	160	61 - 74	59 - 72	57 - 69	
	TEL WDF, UNIROLL	180	55 - 66	54 - 65	52 - 62
		200	50 - 60	49 - 59	47 - 57
kőzetgyapot filc vagy lap	ROCKWOOL RP-III, DK	120	78 - 96	75 - 93	71 - 88
		140	68 - 84	66 - 82	63 - 77
	ISOLYTH WF, WP TOPLAN Nt, Nf HERALAN KP	160	61 - 74	59 - 72	57 - 69
		180	55 - 66	54 - 65	52 - 62
		200	50 - 60	49 - 59	47 - 57
fagyapot lemez járóréteggel társított kőzetgyapot lap vagy expandált polisztirolhab lap	HERALAN E-02	75+25	109 - 96	105 - 92	98 - 87
		105+25	84 - 76	81 - 73	77 - 70
		130+25	70 - 64	68 - 63	65 - 60
	AUSTROTHERM AT-P	170+25	56 - 52	55 - 51	53 - 49
		100+8	85 - 94	82 - 91	77 - 86

Régi épületeink padlásfödémek leggyakrabban alul nádvakolat-tal ellátott, borított gerendás fafödémek. Az eredeti hőszigetelés általában a felső deszkázatra felhordott agyagtapasztás, vagy égetett agyag elemekből készített padlásburkolat alatti salakfeltöltés, amelyek hőszigetelő értéke minimális.

A szerkezet típus utólagos hőszigetelése célszerűen az alsó és felső deszkaborítás és a födémgerendák közötti tér kitöltése valamilyen jó hőszigetelő képességű, szárazon és hézagmentesen beépíthető könnyű anyaggal, amely nem akadályozza a födém szerkezet lélegzését és nem növeli számottevő mértékben a jelentős teherbírási tartalékkal általában nem rendelkező fafödém önsúlyát (lásd a táblázatban az 1. jelű megoldást)

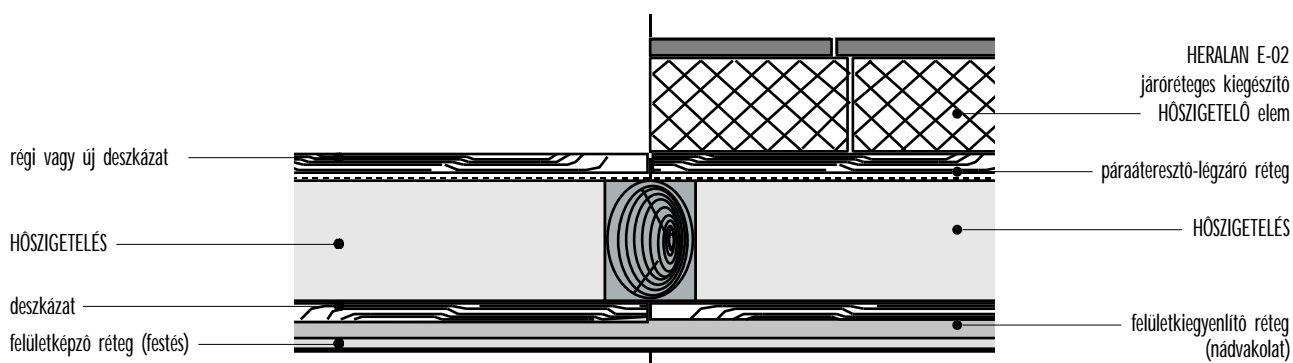
A hőszigetelő munka a felső deszkaborítás és a felette lévő réteg(ek) elbontásával és a gerendaközök megtisztításával kezdődik, majd a szabadon lévő felfületek védőkezelésével és az ásványgyapot filc termékek beszabásával és beszorításával folytatódik, egy vagy két rétegben. Az elbontott és kielégítő állapotú felső deszkaborítás pótlással visszaépíthető, de ezt megelőzően azt is védőkezeléssel kell ellátni.

A megoldás hatékonyságát korlátozza a födémgerendák adott, általában 20...24 cm közötti magassága, amely - figyelembe véve a födémgerendák hőhid-hatását is - nem tekinthető elégséges hőszigetelési lehetőségnek. Szóba jöhet a gerendák "magasítása" a rájuk szegezett zárlecekkel, vagy pedig a jobb oldali ábrarész szerinti, ennél valamivel költségesebb, de jóval hatékonyabb megoldás.

Az adott magasságú födémgerendák között elhelyezett ásványgyapot hőszigetelés kiegészíthető az előző oldalon már bemutatott HERALAN E-02 jelű, 25 mm vastagságú fagyapot járóréteggel ellátott lépésálló közetgyapot hőszigetelő elemekkel (a táblázatban 2. jelű megoldás). Az ezekből készített kiegészítő hőszigetelő réteg csekély fajlagos tömege (0,15 - 0,19 kN/m²) csak a födém szerkezet minimális többletterhelését eredményezi. (A polisztirolhab hőszigetelésű elemek használata ez esetben nem ajánlott, mivel páradiffúziós ellenállásuk akadályozhatja a szerkezet "lélegzését", ami faanyagú szerkezeteknél különösen fontos követelmény). A kiegészítő hőszigetelő elemek beépítése azonos az előző oldalon ismertetett eljárással.

Mivel a hőszigetelő elemek nagyobb vastagságú közetgyapot lapokból is készülnek, a másik lehetséges megoldás a födémgerendák közötti hőszigetelés elhagyása (a táblázatban 3. jelű megoldás). Ez főként akkor jöhet szóba, ha a felső deszkázat állapota megfelelő, cseréje nem szükséges. Ilyenkor esetleg a deszkázat feletti eredeti szerkezeti rétegek is megtarthatók, ha a padozat felülete alkalmas vagy alkalmassá tehető a HERALAN elemek fogadására.

Tudni kell, hogy a HERALAN elemek terhelhetősége korlátozott: a padlásfödém ez esetben a "járható, de nem terhelhető" kategóriába kerül. Ugyanakkor igen kedvező az, hogy az utólagosan hőszigetelt padlásfödém tűzbiztonság szempontjából jóval magasabb követelményeket elégít ki, mint az eredeti szerkezet.



Födémgerendák közötti hőszigetelés			HERALAN E-02 hőszigetelés	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)	Megjegyzés		
anyaga és terméktípusa	termékjele	vastagsága (mm)	vastagsága (mm)				
közetgyapot vagy üvegyapot filc	THERWOOLIN LHF, ROLL	180		67	1		
	TEL WDF, UNIROLL	200		61			
	ROCKWOOL RP-III, DK	220		56			
	ISOLYTH WF, WP	240		52			
	THERWOOLIN LHF, ROLL	TEL WDF, UNIROLL	180	75 + 25	44	2	
				105 + 25	40		
				130 + 25	36		
				170 + 25	32		
				200	75 + 25		42
					105 + 25		37
130 + 25	34						
170 + 25	31						
			130 + 25	70	3		
			170 + 25	55			

Ha az ún. egyhéjú, egyenes rétegrendű, nem hasznosított ("nem járható") lapostető

- csapadékvíz szigetelésének állapota és lejtésviszonyai is megfelelőek (vagy a károsodott szigetelés egyszerűen javítható), vagy ha
- a csapadékvíz szigetelés felújításra szorul, de lejtésviszonyai megfelelőek,

ugyanakkor azonban (mindkét esetben) hőtechnikai-energetikai szempontból (pl. hőhidak hatása, belső oldali páralecsapódás, penészedés, túlzott fűtési energiafogyasztás) alkalmatlan, az ábrán látható utólagos hőszigetelési módszer javasolható.

A kiegészítő hőszigetelés extrudált polisztirolhab lapokból készíthető. Az anyag tartósan ellenáll a külső hatásoknak, vagyis vízfelvétele nem számottevő, fagyálló, korhadásmentes, megfelelő nyomószilárdságú és térfogatállandó. A külső oldali (csapadékvíz szigetelés feletti) hőszigetelés révén a felújított szerkezet nedvességtechnikai szempontból is igen kedvezővé válik, és ezért külön védelemre (pl. párávédelmi rétegek vagy páraszellőzők beépítésére) nincs szükség.

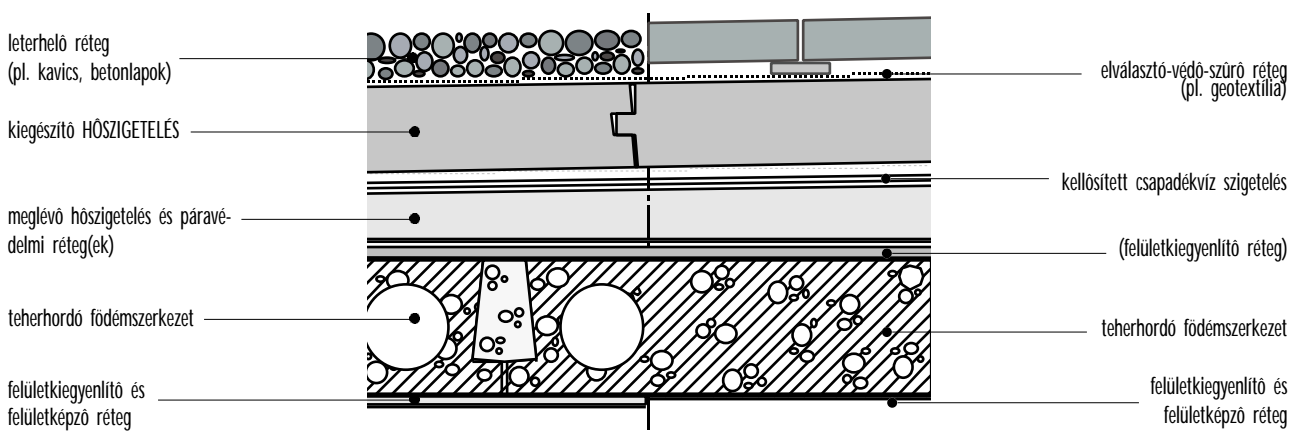
A lapokat csak egy rétegben szabad elhelyezni, mivel két réteg beépítése esetén a rétegek között párazáró vízfilm alakulhatna ki. Az elemek csaphornyos szélkialakítása révén egy réteg hőszigetelés elhelyezésével is "hőhidmentes" hőszigetelő réteg képezhető ki.

Az új csapadékvíz szigetelés értelemszerűen csak leterheléssel rögzített lehet, aminek feltétele a födém szerkezet megfelelő teherbírás tartaléka. A szélszívás elleni leterhelés (amelynek anyaga és vastagsága többek között az épület magasságától is függ) 16-32 mm szemcse nagyságú, 50-80 mm vastagságú kavicsréteg és/vagy betonlap terítés. A kiegészítő hőszigetelés és a leterhelő réteg minimálisra csökkenti a csapadékvíz szigetelés hőterhelését: hőmérsékletingadozása így évente csupán 15-25 Kelvin mértékű. A megoldás előnyei közé tartozik a gyors kivitelezhetőség is.

Ha a teherhordó födém teherbírás tartalékai nem elegendőek az újonnan beépítendő szerkezeti rétegek hordására, akkor is van megoldás: speciális, vékony műköbeton réteggel társított, árok keresztéses szegélykapcsolatokkal együtt dolgozóvá tett extrudált polisztirolhab táblákkal (ROOFMATE LG) a tetőszerkezet önsúlya mindössze 0,25 kN/m² többletterheléssel növekszik.

A pótlólagos hőszigetelés felett elválasztó-védő-szűrő réteget (általában a TYPAR márkanevű nem szövőtt polipropilén geotextiliát) kell elhelyezni, hogy megakadályozzuk a hőszigetelés elszennyeződését és megvédjük a túlzott mértékű mechanikai hatásoktól.

Tény, hogy ennél a módszernél a felújítás beruházási költsége viszonylag magas, ám ez hosszú távon bizonyosan megtérül: a csapadékvíz szigetelés élettartama, és ezzel együtt a felújítási ciklusidő is jelentősen megnő.



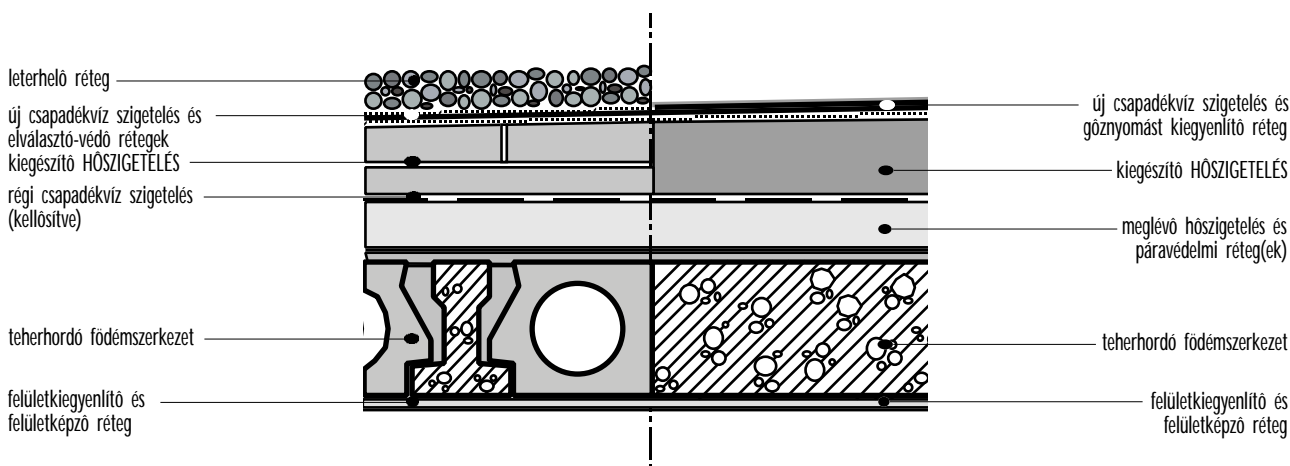
Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg átlagos vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év) ha az eredeti szerkezet hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)				
anyaga és terméktípusa	termékjele		1,6 - 1,3	1,3 - 1,1	1,1 - 0,9	0,9 - 0,6	0,6 - 0,5
extrudált polisztirolhab lap	ROOFMATE SL	60	106 - 101	101 - 96	96 - 89	89 - 76	76 - 69
		70	95 - 90	90 - 86	86 - 81	81 - 69	69 - 64
		80	86 - 82	82 - 78	78 - 74	74 - 64	64 - 60
		90	78 - 75	75 - 72	72 - 68	68 - 60	60 - 56
	AUSTROTHERM XPS-G BG 20, 30	100	71 - 69	69 - 66	66 - 63	63 - 56	56 - 52
		110	66 - 64	64 - 62	62 - 59	59 - 53	53 - 49
		120	61 - 59	59 - 57	57 - 55	55 - 50	50 - 47
		140	54 - 52	52 - 51	51 - 49	49 - 44	44 - 42
		160	48 - 47	47 - 45	45 - 44	44 - 40	40 - 38

Ha az ún. egyhájú, egyenes rétegrendű, nem hasznosított ("nem járható") lapostető csapadékvíz szigetelése károsodott, tönkrement és ezért felújítása elkerülhetetlen, mindenképpen javasolható ezt egybekötni az utólagos hőszigeteléssel. A kiegészítő hőszigetelés beépítési költsége csupán a teljes felújítási költség 25-30 %-át teszi ki, ugyanakkor igen hatékony a fűtési energia csökkentésében, különösen az alulhőszigetelt épületek, illetve tetőszerkezetek esetében. A legtöbb esetben a korábban kivitelezett lapostetők csapadékvíz szigetelésének lejtése sem megfelelő (vagy pedig egyáltalán nincs lejtés, illetve a tetőfelület "ellenlejtéses"), ezért az utólagos hőszigetelés egyben lejtést adó, vagy lejtéskorrekciós réteggént is funkcionálhat.

Az ábrán az utólagos hőszigetelés két megoldása látható. A baloldali ábrarészen a kétrétegű kiegészítő hőszigetelés alsó rétege "normál", felső rétege pedig lejtésben szabott expandált polisztirolhab lapokból készül, amelyeket pontos terv (tetőalaprjz) és elemkonzignáció alapján gyártanak le, és helyeznek el a régi, kellősített (részben elbontott, javított, perforált, stb.) csapadékvíz szigetelés felett. Ez esetben az új csapadékvíz szigetelés csak leterheléssel rögzített lehet, aminek feltétele a fődémszerkezet megfelelő teherbírási tartaléka. A megoldás legfőbb előnye a gyors kivitelezés és a "száraz" technológia, aminek következtében a felújítás során nem kerül újabb nedvesség a tetőszerkezetbe.

A jobb oldali ábrarészen látható módszernél a lejtést adó kiegészítő hőszigetelést valamilyen könnyű, nedves technológiával készített habarcsszerű anyagból készítik. A lehetséges anyagok közül első helyen a habcement javasolható, mivel kivitelezése gyors és egyszerű, szilárdulási ideje igen rövid és páradiffúziós ellenállása viszonylag csekély. A habcementtel ugyan nedvességet viszünk a szerkezetbe, de ennek lassú eltávozása, a szerkezet száradása szakszerű tervezés és kivitelezés esetén biztosított. Ezen a rétegen ragasztással rögzített új csapadékvíz szigetelés is készíthető, de a gőznyomás kiegyenlítéséről (általában a szigetelésre kasírozott, illetve külön műanyagfilc alátétréteggel, vagy sávos ragasztással) és a pára elvezetéséről gondoskodni kell. Természetesen a leterheléses rögzítés ez esetben is előnyösebb, mivel a vastag védőréteg (leterhelő kavicsréteg, vagy betonlap-terítés) igen hatékony védelmet nyújt a közvetlen hőhatás és a sugárzások ellen. A habcement réteget befűrésztelt dilatációs hézagokkal kell ellátni és a falak és felépítmények mentén is mozgási hézagot kell kialakítani.

A táblázatból kítűnik, hogy a habcement lejtést adó kiegészítő hőszigetelő réteg energetikai szempontból önmagában nem elég hatékony. A két megoldás együttes alkalmazása (kiegészítő hőszigetelés expandált polisztirolhab lapok feletti habcement lejtést adó réteggel) esetén viszont csak leterheléssel rögzített új csapadékvíz szigetelés készítése jöhet szóba.



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg átlagos vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év) ha az eredeti szerkezet hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)				
anyaga és terméktípusa	termékjele		1,6 - 1,3	1,3 - 1,1	1,1 - 0,9	0,9 - 0,6	0,6 - 0,5
expandált polisztirolhab lap	NIKECELL 3,4 AUSTROTHERM AT - N3, N4	90	93 - 89	89 - 85	85 - 80	80 - 68	68 - 63
		100	86 - 82	82 - 78	78 - 74	74 - 64	64 - 60
		110	79 - 76	76 - 73	73 - 69	69 - 61	61 - 56
		120	74 - 71	71 - 68	68 - 65	65 - 57	57 - 54
		130	69 - 67	67 - 64	64 - 61	61 - 55	55 - 51
		140	65 - 63	63 - 61	61 - 58	58 - 52	52 - 49
		150	61 - 59	59 - 57	57 - 55	55 - 50	50 - 47
		160	58 - 56	56 - 54	54 - 52	52 - 47	47 - 45
habcement (400 kg/m ³)	Bau-Mix PORISOL	90	175 - 160	160 - 147	147 - 133	133 - 104	104 - 92
		100	164 - 150	150 - 140	140 - 126	126 - 100	100 - 89
		110	155 - 143	143 - 133	133 - 120	120 - 97	97 - 86
		120	146 - 135	135 - 126	126 - 115	115 - 93	93 - 84
		130	138 - 129	129 - 121	121 - 111	111 - 90	90 - 81
		140	132 - 123	123 - 115	115 - 106	106 - 87	87 - 79
		150	125 - 118	118 - 111	111 - 102	102 - 84	84 - 76
		160	120 - 113	113 - 106	106 - 99	99 - 82	82 - 74

A pincefödémek utólagos hőszigetelése ugyan kevésbé hatékony, mint a külső légtérrel határos szerkezeteké, de a szerkezet megfelelő mértékű hőszigetelése állagvédelmi és hőérzeti okokból (is) igen fontos.

A szerkezettípus hőszigetelésére a baloldali ábrarész szerinti megoldásban a polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok egyaránt javasolhatók. Utólagos hőszigetelés esetén a hőszigetelés mechanikai rögzítése sok esetben, pl. az előregyártott vasbeton gerendás-bélelt és előfeszített vasbeton pallófödémeknél nem lehetséges, ezért csak a ragasztásos rögzítés jöhet szóba. Ehhez alulról vakolatlan, vagy durván vakolt födémeknél felületkiegénylítő réteg (pl. vakolat, simítás) készítése szükséges. Ha a födém mechanikai rögzítésre alkalmas, inkább ez a módszer javasolható.

A pincszint használatától függően természetesen kevésbé igényes mennyezeti felületképzések is alkalmasak lehetnek, de a hőszigetelő rétegre felhordott hálóbetétes védőréteg elhagyása ekkor sem tanácsos.

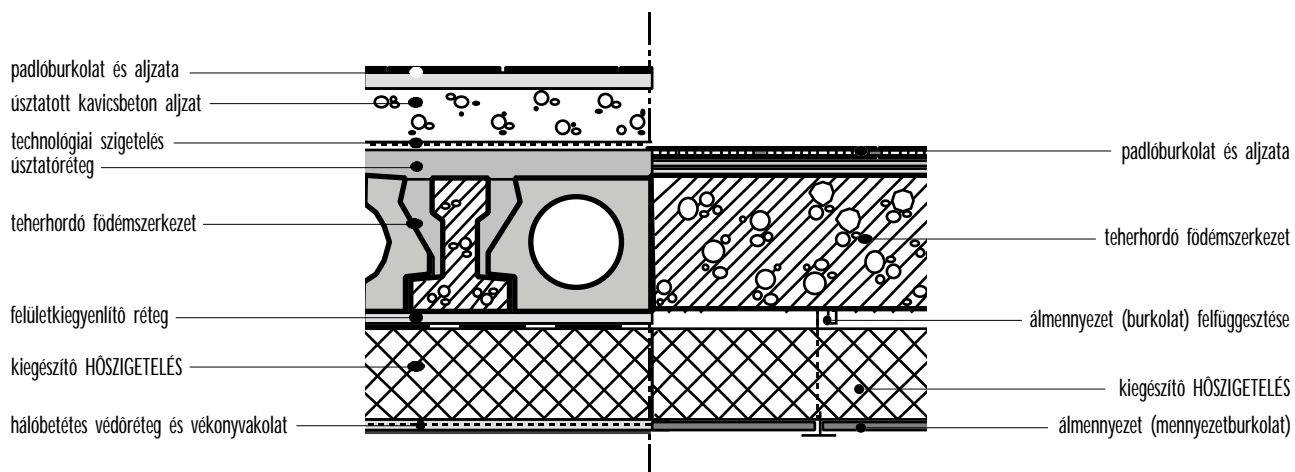
A hőszigeteléssel ez esetben sem célszerű takarékoskodni, hiszen az általában egyszerű, igénytelen felületképzés révén ez a módszer is az "olcsóbb" utólagos hőszigetelési eljárások közé tartozik.

A jobb oldali ábrarész szerinti szerkezettípus hőszigetelésére elsősorban az ásványgyapot (kőzet- és üveggyapot) termékek javasolhatók, mivel ezekkel biztonságosab-

ban megoldható a "felületfolytonos", hézagmentes hőszigetelő réteg készítése.

Az árkádfödémek utólagos hőszigetelése elvben a pincefödémekével azonos módokon történhet, de gyakoribb és energetikai szempontból indokoltabb a jobb oldali ábrarészen látható megoldás: a födém és az álmennyezet vagy burkolat közé elhelyezett hőszigetelés. Természetesen ez esetben is előfordulhat, hogy a burkolatot vagy álmennyezetet tartó segédrendszer mechanikai módszerekkel nem rögzíthető, és ezért a ragasztással rögzített hőszigetelés a lehetséges megoldás.

Az árkádfödémek valódi "külső" épülethatároló szerkezetek, ezért hőszigetelésük megkívánt mértéke is ennek megfelelő: pusztán a hőérzeti követelmény (vagyis a belső léghőmérsékletnél legfeljebb 2,5 K-el alacsonyabb padlófelületi hőmérséklet) teljesítése is legalább 0,38...0,42 W/m²K hőátbocsátási tényezőjű szerkezetet, azaz legalább 10-12 cm vastagságú hőszigetelő réteget igényel - amibe természetesen a már meglévő hőszigetelés is beleszámít. Ha az energiatakarékosság szempontját is figyelembe vesszük, akkor a kiegészítő hőszigetelés minimális vastagságát 12-14 centiméterben határozhatjuk meg. Az álmennyezetes megoldásnál egyébként is célszerű ennél is vastagabb hőszigetelést beépíteni, hiszen itt kisebb testsűrűségű és szilárdságú, azaz olcsóbb hőszigetelő termékek használhatók.



Hőszigetelés		Hőszigetelés vastagsága (mm)	Hőszigetelt szerkezet fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)					
			ha az eredeti szerkezet hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)					
			pincefödém			árkádfödém		
anyaga és terméktípusa	termékjele		1,3 - 1,1	1,1 - 0,9	0,9 - 0,7	1,0 - 0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4
expandált polisztirolhab vagy kőzetgyapot lapok ragasztva és/vagy mechanikai rögzítéssel	NIKECELL D	70	53 - 50	50 - 47	47 - 42			
		80	48 - 46	46 - 43	43 - 39			
	AUSTROTHERM AT - H2	90	44 - 42	42 - 40	40 - 37			
		100	41 - 39	39 - 37	37 - 34	76 - 71	71 - 64	64 - 54
	TEKTALAN C3	110	38 - 37	37 - 35	35 - 32	71 - 67	67 - 61	61 - 51
		120	36 - 34	34 - 33	33 - 30	67 - 63	63 - 57	57 - 49
ásványgyapot lap vagy filc álmennyezet vagy burkolat felett	ROCKWOOL RP-III, DK	75	51 - 48	48 - 45	45 - 41			
		80	48 - 46	46 - 43	43 - 39			
	ISOLYTH WF, WP	100	41 - 39	39 - 37	37 - 34	76 - 71	71 - 64	64 - 54
		120	36 - 34	34 - 33	33 - 30	67 - 63	63 - 57	57 - 49
	TOPLAN Nt, Nf	140	32 - 31	31 - 29	29 - 27	60 - 56	56 - 52	52 - 45
	HERALAN KP	160	28 - 27	27 - 26	26 - 25	54 - 51	51 - 47	47 - 41

☀ Hőszigetelések természetes és újrahasznosított anyagokból ☀

Jól tudjuk, hogy mesterséges hőszigetelő anyagaink gyártása rendkívül energiaigényes, és java részük előállításához - még ha egyébként "ártalmatlan" alapanyagokból is készülnek - olyan vegyi anyagok, sőt egyes esetekben ártalmas gázok bevitelére is szükséges, amelyek ma már megkérdőjelezik gazdaságosságukat, illetve jövőjüket. A megoldás természetesen nem gyártásuk megszüntetése, de az energia-takarékossági és környezetvédelmi elvárások megkövetelik "semlegesítésüket", ami viszont esetenként használati tulajdonságaik romlásához vezet (lásd például az extrudált polisztirolhabok "esetét").

Van más lehetőség is: az időközben elfeledett növényi eredetű hőszigetelő anyagok használatának újraélesztése, (eredeti természetes, vagy újszerű, feldolgozott formájukban), illetve a hulladékanyagokból (textilipari, faipari, papíripari melléktermékekből) előállított, és újrahasznosított hőszigetelő termékek alkalmazását.

A növényi eredetű hőszigetelő anyagok használata mellett szól, hogy Magyarország termőföldben gazdag ország és az EU csatlakozással kapcsolatos feladatai közé tartozik az élelmiszertermelés és a munkanélküliség csökkentése (ami utat nyithat a haszonnövények termesztéséhez és az ezzel kapcsolatos vidéki munkalehetőségek megteremtéséhez), valamint a környezet állapotának javítása.

A megújuló forrásokból származó hőszigetelő anyagok gyártása az utóbbi célt is szolgálja, hiszen ezzel csökkenthető a veszendőbe menő, amúgy a tűz martalékává váló anyagok mennyisége, vagyis a légszennyezés mértéke is.

Mindkét anyagtypus jellemzője, hogy:

- alapanyagaik Magyarországon megtalálhatók,
- gyártásuk során igen kevés energiát (2-13 kWh/m³) használnak fel,
- nem allergének,
- a belőlük készített hőszigetelés nedvesség- és páragazdálkodás szempontjából előnyös,
- az épülethatároló szerkezetek egyszerűbb rétegrenddel készíthetők (bizonyos, máskor szükséges szerkezeti rétegek elhagyhatók).

Összefoglalva az eddigieket megállapíthatjuk, hogy új (vagy inkább régi, jó) módszereket alkalmazhatunk annak a célnak az érdekében, hogy épületeink építésük és használatuk során kevés energiát pazaroljanak, az épületek belső te- ei egészségesek legyenek, a hőszigetelő anyagokat decentralizáltan, helyi munkaerő felhasználásával állíthassuk elő, és természeti erőforrásaink gazdagsága ne a mezőgazdaság összeomlását eredményezze az EU csatlakozás során, hanem piacképes, egészséges és megújuló forrásból származó termékekkel jelenhessünk meg a nemzetközi piacon is.

Ami a konkrétumokat illeti, a következő természetes építőanyagokat használtuk valaha a tradicionális építésben:

- szőr, zuzmó és mohafélék (pl. gerendaházak réskitöltő anyagaként),
- fűfélék (pl. tetőfedésként, csomóba kötve vagy fonatosan feldolgozva válaszfalaknál),
- magasabbra növő len és kender fajok (pl. fali és padló-

kárpitnak feldolgozva, hordozó- vagy kiegészítő anyagként, újabban hőszigetelő paplanként is),

- nád- és szalmafélek (pl. tetőfedésre, hőszigetelésre, valamint hordozóanyagaként, válaszfalba építve, hőszigetelő lapokká formázva, stb),
- fa és faipari termékek, melléktermékek (faházak, falszerkezetek, burkolóanyagok, apróra őrölt formában vázas szerkezetbe bedolgozva hőszigetelésként, stb).

Egyiket-másikat ma is használjuk az említett célokra, de a hőszigetelő termékek túlnyomó többségét nálunk ma ásványi gyapotokból és műanyaghabokból készítik. Külföldön azonban gyorsan terjednek a természetes növényi és újrahasznosított anyagokból készített hőszigetelések, sőt az is előfordul, hogy ezekhez Magyarországról szállítják az "olcsó" (vagyis az olcsó magyar munkaerő által válogatott, előkészített) alapanyagokat.

Magyarországon termesztésre különösen alkalmas növények a len és kenderfélék, melyekből az üvegyapothoz hasonló hosszúszálú, vagy a fagyapothoz hasonló rövidszálú hőszigetelő anyag nyerhető. Ezek a termékek különösen akkor hasznosak, ha más anyagok allergizáló hatásuk miatt nem kívánatosak.

Új jövője lehet a nádból készített hőszigetelésnek, hiszen megfelelő mennyiségben rendelkezésre áll, termőterülete tovább növelhető és a szálanként, kézzel összeválogatott termékeken túlmenően (amelyeket jelenleg Ausztriába és Németországba exportálunk tetőfedéshez) az alacsonyabb minőségi osztályba kerülő anyagok is kiválóan alkalmasak olcsó nádpalló készítésére. A nád hőszigetelő képessége mintegy 70 %-a az üvegyapoténak, vagyis a "jó" hőszigetelő anyagok közé tartozik. Mivel korhadó anyag, beépítési lehetőségei kötöttek: csak olyan szerkezetbe építhető be, ahol nem veszélyeztetni az elnedvedés. Ilyenek lehetnek például a nem járható, vagy búvótér alatti padlásfödémek, és a járható is, ha a nádat a járóréteget alátámasztó deszka- vagy pallóváz elemei közé helyezzük, vagy a két-héjú, szellőztetett légréteges külső falak. És persze ide tartozik maga a nádfedés is, amellyel beépített tetőtérrel is lefedhetők, télen-nyáron kellemes mikroklímát teremtve a tetőtéri helyiségeket használók számára. Természetesen nem szabad megfeledkezni a tűzvédelmi követelményekről sem: az ilyen hőszigetelésű szerkezetek csak 1-2 szintes, és meghatározott funkciójú épületeknél jöhetnek szóba.

Vannak (és nem csak a hőszigetelő termékgyártók körében), akik nem szívesen látnák az ilyen anyagok hazai gyártását és elterjedését, a következőkkel érvelve:

- nincs elég beépítési tapasztalat: ez részben igaz, de a hagyományokat fel lehet újítani, másrészt idegen példákból el lehet sajátítani az újszerű beépítés "titkait",
- ezek az anyagok érzékenyek a nedvességre: ez részben igaz, de csak a hibásan készített épületszerkezeteknél, ahol ezekben nedvességtorlódás lép fel (ez egyébként minden hőszigetelő anyagra nézve veszélyes), egyébként azonban jó páragazdálkodó képességűek,
- tűzvédelmi szempontból a cellulóz termékek nem megfelelőek: ez is csak részben igaz, de megfelelő alkalmazás (kezelés és beépítés) esetén alkalmassá tehetők (lásd a későbbiekben),
- nincs minősítés a termékekre: ez igaz, de nyilván pótolható.

Vizsgáljuk meg, mi a lényeges különbség az anyagok szerkezetében és tulajdonságaiban, ami miatt kedvezőnek tarthatjuk a cellulóz szálakból készített hőszigetelések használatát épületszerkezeti, épületfizikai és épületbiológiai szempontból. Az összehasonlítás másik tárgya a szálás ásványgyapot (kőzet- és üveggyapot), mivel az igen energiaigényes gyártású műanyaghabok alkalmazási területe eltérő, illetve használatuk csak bizonyos esetekben előnyös.

Tudjuk, hogy az anyagok hőszigetelő képességét főként a termékbe "bezárt" levegő mennyisége, a levegőrészecskék (pórusok, üregek, légoszlopok) alakja, mérete, elhelyezkedése határozza meg. Az ásványgyapotok esetében elsősorban a szálak közé bezárt levegő, illetve az anyag testsűrűsége (ami lényegében és közvetve ugyancsak a levegő mennyiségére, illetve a "levegőoszlopok" méreteire utal) határozza meg az anyag hővezetési tulajdonságát és minőségét. A cellulózsálak és a gyapjúszerű termékek esetében azonban nemcsak a szálak közé bezárt levegő, hanem az üreges falszerkezetű szálakba bezárt levegő, illetve a kiszáradt sejtek és sejtfalak közötti apró bezárt levegőrészecskék is hozzájárulnak a jó hőszigetelő képességhez.

A párával, nedvességgel kapcsolatos viselkedésük is különböző: az üveg- és kőzetszalak nem képesek nedvességfelvételre, azonban a szerkezetbe jutó nedvesség a szálak között felgyűlve és a levegő helyét kitöltve lerontja az anyag hőszigetelő képességét, illetve a pangó nedvességben megtelepednek a penészedést és allergiás folyamatokat előidéző baktériumok és gombák.

A természetes szálak maguk is képesek a levegő páratartalmát követve bizonyos mennyiségű nedvességet felvenni és azt leadni (vagyis higroszkopikus tulajdonságuk révén ún. "puffer" anyagként viselkedni), azaz használatuk esetén kisebb a valószínűsége a nedvesség megtelepedésének, feltorlódásának. Természetesen alapkövetelmény, hogy a szerkezet rétegfelépítése eleve alkalmas legyen a páradiffúziós folyamatok akadálymentes lejárására, a szerkezetbe jutó nedvesség átérésztésére, vagyis a feladat "lélegző" (de ugyanakkor megfelelő légzárású) szerkezet megvalósítása.

A cellulóztermékek alkalmazásának sarkalatos pontja a tűz elleni védelem. Egyes külföldi gyártók részben az anyag előkezelésével (pl. a svéd ECOFIBER anyag esetében a BORON márkanevű, boracid - borax dekahydrat tartalmú, tűzgátló, korhadást és gombásodást gátló anyaggal) érnek el eredményt, de olyan termékeket is piacra dobnak, amelyek olyan apró és tűz ellen kezelt szálakból állnak, amelyekben a közbezárt levegőrészecskék kicsinyisége nem teszi lehetővé a tűz gyors terjedését, csak az anyag lassú szenesedését.

A cellulóz alapú hőszigetelésekkel készített szerkezetek "lélegzőképesek": a külső térből oxigén kerül a belsőbe, míg a széndioxid a belső térből a külsőbe vándorol.

A cellulózra vonatkozó jellemzők közül minden igaz az újrapapírból készülő hőszigetelő anyagokra, itt csupán arra kell figyelemmel lenni, hogy ezek a termékek tartalmaznak festékmaradványokat, és a fehérítő eljárások miatt klórmaradványokat is. Vagyis ez az anyag kevésbé javasolt lakóhelyiségeket határoló szerkezetek hőszigetelésére mindaddig, amíg a mellékanyagok kivonása nem megoldott.

Különböző hőszigetelő anyagok ökológiai jellemzőiről a következő táblázat ad számszerű információkat:

Jellemzők	expandált PS-hab	üveggyapot 60 kg/m ³	cellulóz szál
CO ₂ szennyezés g/kg	2312	2130	112
SO ₂ szennyezés g/kg	20,7	15,5	1,4
élettartam év	40	80	40
gyártási energia MJ/kg	96,3	45,2	3,7

✿ Műszaki jellemzők ✿

Az ECOFIBER márkanevű cellulóz alapú hőszigetelő anyagokat több változatban : újrahasznosított papír, könnyű fagyapot formájában, illetve ezek kombinációjaként gyártják és forgalmazzák Svédországban. A termékeket könnyűszerkezetes külső falak, födémelek, padlásfödémelek és magastetők hőszigetelésére használják. Az anyagok főbb műszaki jellemzői a következők:

- * Testsűrűség
 - külső falakban, szórt: 44 kg/m³
 - külső falakban, előregyártott: 60 kg/m³
 - födémelekben, szórt : 25 kg/m³
 - magastetőkben, szórt: 42 kg/m³
- * Hővezetési tényező átlagosan 0,041 W/mK
- * Levegőtartalom: 85-92 %
- * Nedvességfelvétel: 1 liter/m³
- * Károsanyag kibocsátás: formaldehyd 0,000003 mg/g
- * Gyártási energiaszükséglet: 5 kW/m³
- * Beépítési anyagvesztés: minimális
- * Tűzvédelem: átszenesedés ideje 5-15 cm/óra
- * Tűzvédelem, gombásodás és korhadás elleni védelem: BORON (boracid, borax dekahydrat) adalékkal
- * Anyagár: 200-600 SEK/m³ (6000-18000 Ft/m³)

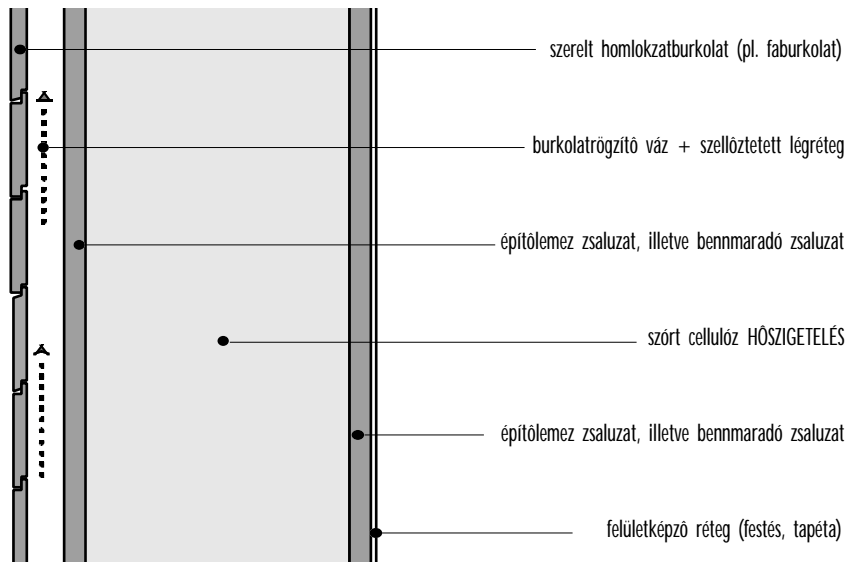
Egyre többször kerül előtérbe az épületek ökológiai értékelése. Ezt évek óta folyamatosan végzi a svájci illetőségű BauBioDataBank-ot gondozó csoport is. Az értékelés során az egyes szerkezetek alkalmassága értékelő-összehasonlító táblázatok, illetve Öko-Index formájában jelenik meg. Ez az értékelés egyértelműen rávilágít arra, hogy ha a felvetett kérdéskör társadalmi és mezőgazdasági aspektusát nem is vesszük figyelembe, a cellulóz alapú hőszigeteléseknek csupán az ökológiai jellemzők révén is egyre nagyobb szerepet kell kapniuk.

A következő oldalakon az ECOFIBER márkanevű fagyapot, illetve újrahasznosított papír alapú hőszigetelések használatának két lehetőségét mutatjuk be hazai adaptálásban. A táblázatokban megjelenő fajlagos hőigény-értékek (MJ/m²,év) közvetlenül utalnak az egységnyi felületű épület-határoló szerkezetek várható hővesztésére.

Svédországban a cellulóz alapú hőszigeteléseket egyaránt használják a hagyományos és modern gerendaházak és favázas épületek hőszigetelésére és meglévő épületek utólagos hőszigetelésére.

A külső falak esetén többféle beépítési mód járatos. Az egyik, amikor favázas épületeknél a vázszerkezet és az előre felszerelt burkolólemezek (tulajdonképpen bennmaradó "zsaluzatok") között kialakuló térbe fújják be géppel az előnedvesített anyagot. Az enyhe túlnyomás révén a gyapotszerű anyag a tér minden szegletébe eljut, minden zugot kitölt, bármilyen formát felvesz és a szerkezeti csatlakozásoknál homogén hőszigetelést képez.

Az ilyen hőszigetelésű falszerkezetek kiváló hőszigetelő képessége nem vitatható, és egy bizonyos határig tetszés szerint növelhető, vagyis a téli hővédelem és a fűtési energia-takarékosság szempontjából előnyös szerkezetek. Mivel azonban a falszerkezetek fajlagos tömege csekély, hőtároló és hőcsillapító képességük is kedvezőtlen annak ellenére, hogy a beépített növényi eredetű anyagok fajhője jóval magasabb, mint a szilikát alapú építőanyagoké. A magyarországi klimatikus viszonyok között a nyári hővédelem ezért valamilyen "rásegítő" megoldást igényel.



Az egyik ilyen - épületgépészeti - megoldás a klimatizálás, de ez nem mindenki számára elérhető és egyébként is aggályos. Az épületszerkezeti megoldások közé tartozik az ábrán látható kéthéjú, szellőztetett légréteges falszerkezet kialakítása, amelynél a gravitáció és a szél hatására a légrétegben mozgó levegő "hűti" a hőszigetelt "falmag" külső felületét, és így a homlokzatburkolat tulajdonképpen "napernyő"-ként is funkcionál. Fontos a szerelt homlokzatburkolat anyagának megválasztása is: ilyen szempontból a faburkolatok a legelőnyösebbek.

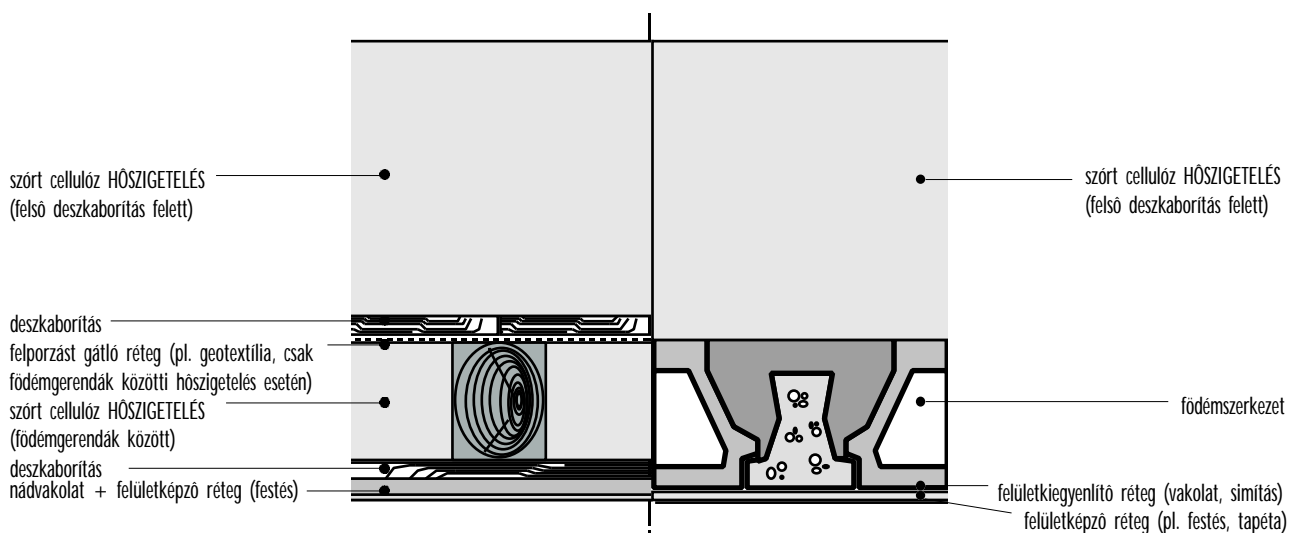


Nemkülönbön fontos, hogy a hőszigetelés zsaluzatát képező építőlemezek csekély páradiffúziós ellenállásúak legyenek: ez a biztosíték arra, hogy a szerkezet valóban "lélegző" legyen, ne következhesen be szerkezeten belüli párakicsapódás, az érzékeny hőszigetelő anyag elnedvedése. Belső oldali párafékező réteg beépítése nem szerencsés, mivel ilyenkor a belső tér páratartalma túlzott mértékben megemelkedhet. Igen fontos még a falszerkezet légzárásának megoldása is az elemcsatlakozásoknál és a nyílászáró szerkezetek körül.

Szerkezettípus	Szórt cellulóz hőszigetelés		Hőszigetelt falszerkezet	
	terméktípusa	vastagsága (mm)	átlagos hőátbocsátási tényezője k (W/m^2K)	fajlagos hőigénye Q ($MJ/m^2,év$)
Kéthéjú, szellőztetett légréteges külső fal	ECOFIBER	250	0,19	63
		270	0,18	60
		290	0,17	57
		310	0,16	53
		330	0,15	50
		350	0,14	47

A cellulóz alapú hőszigetelő anyagok régi és új padlásfödémek hőszigetelésére egyaránt alkalmasak. A leggyakrabban előforduló, ún. borított gerendás fafödémek utólagos hőszigetelése történhet a felső (esetenként amúgy is cserére szoruló, máskor a faanyagvédelmet követően részben visszaépíthető) deszkaborítás elbontása után, a gerendaközök kitöltésével, ha a padozatot "járható", vagy kismértékben terhelhető funkcióval kívánjuk használni. Ekkor azonban a hőszigetelés csak a fagerendák magasságával (18-24 cm) azonos vastagságú, ráadásul a gerendák hőhidakat képeznek, ami 15-20 %-os hővesztés-növekedést eredményez. A hőszigetelő réteg és a padozat között a szálaló anyag

felporzását gátló vékony páraáteresztő réteg, javaslatosan geotextília (pl. TYPAR) helyezendő el. Ha a felújított padlásfödém nem járható kivitelben készül, vagy a hőszigetelés bűvőtér alatti födémbe kerül (ilyenek például a belső térfal-as tetőtérbeépítésekénél keletkező szűk, folyosószerű teretek), a hőszigetelés vastagsága nem korlátozott (Svédországban például 50-70 cm vastagságban szokásos), legfeljebb a tetőszeleken kell gondoskodni a hőszigetelés lehatárolásáról. A már ritkaságszámba menő csapos gerendafödémeknél és az új padlásfödémeknél vagy ez a megoldás alkalmazható, vagy pedig a hőszigetelő anyag a padozatot alátámasztó pallóváz elemei közé tölthető.



A szerkezet típus egyik előnye, hogy mivel a hőszigetelő réteg páraáteresztő, a szerkezet lélegző, a rétegfelépítés követi a "belülről kifelé haladva egyre kisebb páradiffúziós ellenállású rétegek sorolása" ökölszabályt. Ez azt jelenti, hogy páravédelmi (ez esetben párafékező) réteg nem szükséges. Természetesen itt különösen fontos a tetőhéjalás vízhatlan minősége, ami új építkezésnél a megfelelő alátét héjazat elhelyezésével eleve teljesül, de erről meglévő padlásfödémek utólagos hőszigetelése esetén is gondoskodni kell.



Kivitelezéskor a munkaterület előkészítése lényegében csak a felületek megtisztítását, a hőszigetelő réteg tetőszéli "zsaluzatának" elkészítését, illetve meglévő fafödémek esetén a faszervezetek "szabad" felületeinek védőkezelését jelenti. A cellulóz hőszigetelő anyag ez esetben is csövön érkezik a beépítés helyére, akár csak a helyszínen készített külső falaknál. Vízszintes helyzetű szerkezetről és felülről történő munkavégzésről lévén szó, a kivitelezés és az elkészült hőszigetelés ellenőrzése rendkívül egyszerű és gyors.

Szerkezet típus	Szórt cellulóz hőszigetelés		Hőszigetelt padlásfödém			
			átlagos hőátbocsátási tényezője k (W/m ² K)		fajlagos hőigénye Q (MJ/m ² ,év)	
	terméktípusa	vastagsága (mm)	bor.gerendás födém	vasbeton födém	bor.ger. födém	vb. födém
Padlásfödém	ECOFIBER	200	0,24	0,22	80	73
		250	0,20	0,18	66	60
		400	0,12	0,11	40	37
		450	0,11	0,10	37	33
		500	0,10	0,09	33	30
		550	0,09	0,09	30	30

(kiegészítés)

Meglévő épületek esetén a hagyományostól eltérő energiaforrások alkalmazási lehetőségei kapcsán két nagyságrendről érdemes beszélni.

Az egyedi berendezések esetén a környezetkímélő, tisztább technológiák alkalmazása csak egy egyén illetve egy család döntése. A berendezések léptéke valamint a szükséges térigény miatt elsősorban családi házas beépítés esetén, főleg vidéki környezetben számba vehető megoldások. A ma elérhető berendezések - némileg magasabb áron - valós alternatívát tudnak adni a szén- olaj- sőt a gázalapú családi energiatermelő rendszerek nyújtotta kényelmi komfortra.

Az egy család által, meglévő épületekre jó eséllyel alkalmazható megoldások a következők:

- Napenergia hasznosítás fűtésre, melegvíz termelésre melegvízes kollektorokkal,
- biomasszatüzelésű berendezések üzemeltetése.

Ezen környezetbarát és energiatakarékos megoldásokat a házi fűtési rendszerek felújítása során érdemes betervezni, megvalósítani.

A csoportos berendezések vidéki és városi környezetben egyaránt alkalmazhatók. A megvalósítást nagyban megnehezíti az új beruházásokhoz képest, hogy az egyes fogyasztók fűtési rendszere valószínűleg egymástól eltérő állapotban van, így egy rendszercsere sem technikailag, sem szociológiailag nem optimalizálható.

A megvalósítást tovább nehezítik az eltérő jövedelmi viszonyok, és a meglévő rendszerek üzemközbeni váltásával járó kellemetlenségek (pl.: árokásás, forgalom-elterelés, stb.).

A fenti nehézségek mellett azonban az új épületek esetén ismertett megoldások mindegyike elképzelhető meglévő épületek esetén is:

- kapcsolt hőtermelés,
- kétfázisú szemétegetés,
- depónia-gáz hasznosítás
- biomassza hasznosítás
- geotermikus energia hasznosítás.

Az itt leírt lehetőségeket a kötet 40. oldalától ismertettük részletesen.



Két példa a napenergiahasznosító berendezések alkalmazására



Biomassza tüzelésű erőmű





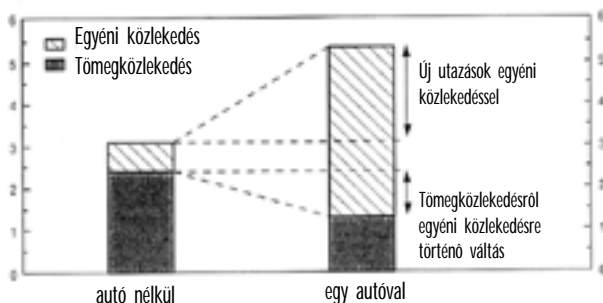
☀ Összefoglalás ☀

Amikor építészek körében energiahatékonyságról, energia megtakarításról beszélünk, a közlekedési energia felhasználás témaköre ritkán kerül szóba, holott egy háztartás a fűtésre fordított energiával nagyságrendileg azonos mennyiségű energiát fordít közlekedésre. Az energiafelhasználás mellett jelentős környezetterhelő tényező a gépkocsik által kibocsátott CO₂, és egyéb légszennyezés. Nagyságrendjére jellemző adat, hogy Ausztriában az összes CO₂ kibocsátás 1/3-a, az összes légszennyezés fele származik a közlekedésből.

Az egyéni építetők, sőt a gyakorló építészek is kevés befolyással lehetnek a közlekedési energia fogyasztás csökkentésére, mivel a számba vehető alternatívák csak jelentős önkormányzati, politikai akarrattal, átgondolt hosszú távú településfejlesztési koncepciók során valósíthatók meg. Az igazán életképes, jó megoldások csak valós társadalmi részvétellel képzelhetők el. A jelenlegi gyakorlat szerinti pár hetes civil véleményeztetési "folyamatok", illetve a 4 éves ciklusokban való gondolkodás nem vezethet optimális megoldáshoz.

A közlekedési energiafogyasztásért első sorban a személygépjármű forgalom a felelős. A személygépkocsiknak a tömegközlekedéshez képest hatszor akkora energia és káros anyag kibocsátásuk van. A gépjárművek nagy száma miatti növekvő úthálózat és parkolófelület igény, a zajterhelés és a káros anyag kibocsátás lakhatatlanná teszi a városokat. Vidéken, a kisebb forgalomterhelés miatt a probléma kevésbé jelentkezik, de városi környezetben aggasztó trendeknek lehetünk szemtanúi.

Magyarországon 1960-tól 1995-ig a városi lakosság aránya 42%-ról 64%-ra emelkedett. Az elmúlt években pedig a belvárosok elnéptelenedése, az agglomerációba történő kiköltözés vette kezdetét. A folyamatot támogatja a gazdaság erősödése, a kertes övezetek presztízse, és a politikai akarat.



Egy átlagos keresővel rendelkező londoni háztartás autóbussz járatokkal közepesen ellátott területen. (Wotton, 1993)

Gépkocsi birtokában jelentősen nő az egyéni közlekedés igénye

A városok ilyen jellegű terjeszkedése azonban személygépjármű nélkül lakhatatlan településhálózat kialakulását eredményezi. A folyamat káros hatásai jól tanulmányozhatók az amerikai városok esetén, illetve Európa egyik nagy kertvárosi kísérletén az angliai Milton Keynes példáján.

Amennyiben minden család rákényszerül a személygépkocsi használatára, ez további problémákat szül, hiszen a kocsikkal járó nagyobb szabadság a felmérések szerint további közlekedési igényt generál.

A közlekedési energia felhasználásának csökkentésére a következő fő stratégiai utak járhatók:

- a közlekedési igény növekedésének megakadályozása,
- a közlekedési igény csökkentése.

Mindkét lehetőség alapvető eszköze a tömegközlekedés fejlesztése.

A stratégiák megvalósítására a következő tennivalók, prioritások körvonalazódnak:

- A "barna mezős" fejlesztések előnyben részesítése a "zöld mezős" beruházásokkal szemben.
- Törekedni kell arra, hogy a szükséges közlekedési igény gyalogos, biciklis és egyéb tömegközlekedési lehetőségekkel kielégíthető legyen.
- "Zöld mezős" beruházások esetén a városok kompakt jellegű fejlesztése közepes beépítési intenzitással, a szükséges intézményi, kulturális infrastruktúra megteremtésével. A területhasználat során a vegyes funkciójú beépítést kell preferálni, hogy a lakóhely és munkahely közötti távolság minél rövidebb úton és idő alatt leküzdhető legyen.
- Vizsgálni kell az "információs társadalom" nyújtotta azon technológiai lehetőségek alkalmazási területeit, melyek csökkenthetik a közlekedési energiaigényt (pl.: távmunka).



Los Angeles egyik elővárosa [65]

A közlekedési energiafelhasználás csökkentése /1.

Lehetséges módszer	"Barna mezős" beruházások	Jobb tömegközlekedés alternatívája
Befektetési igény	A meglévő ipartelepek bontása, új városszerkezeti koncepció kidolgozása, új épületek megépítése. A konkrét helyszínek alapján számítandó.	A lehetséges befektetési igény a szükséges intézkedések függvényében széles sávban mozoghat. A lehetséges intézkedések: - A meglévő busz/vasút járatok sűrítése, - a tömegközlekedés gyorsítása külön közlekedési sávok kialakításával, - új jó utazási körülményeket biztosító szerelvények üzembe állítása, - új busz/vasútvonalak indítása, stb. A pontos igény a konkrét helyszín, adottságok ismeretében számítandó.
Megvalósíthatóság időpontja	A mai magyar gyakorlatban a tervezők, döntéshozók nézőpontjának átformalása szükséges. Csak ez után képzhető el, hogy a lakosság is érdekelt legyen a "barna mezős" beruházásokban, mely fizetőképes kereslet kialakulásához vezet. kb.: 5-6 év	A választott beruházás nagyságrendjétől függően néhány hónap alatt véghez vihető átszervezésektől, a hosszabb időt igénybe vevő gépjármű vásárlás, útszomsópont átalakításokon keresztül az évet igénybe vevő vonalkiepitésekig sokféle alternatíva.
Fenntartási igény	A jelenlegi szétterülő városi folyamatokhoz képest jelentősen kevesebb fenntartási igény. A konkrét helyszínek alapján számítandó.	Az egyedi (személygépkocsis) alternatívához képest több közösségi erőforrást igényel, amely költségek azonban átháríthatók a tömegközlekedést rendszeresen igénybe vevő lakosságra (bérletek, stb.)
Lehetséges energia-megtakarítás	Az intézményi, közműfejlesztési megtakarításokkal nem számolva, amennyiben azt vesszük alapul, hogy az agglomerációba napi gyakorisággal történő gépkocsi használat helyett rövidebb távon, a városon belül, minden nap tömegközlekedéssel érik el a keresők munkahelyüket, éves szinten 94%-os megtakarítás érhető el !!!	Amennyiben a tömegközlekedés olyan mértékben kiépül, hogy az agglomerációban lakók hetente átlagban csak egyszer használják gépkocsijukat, a hét további négy napján a tömegközlekedést venneik igénybe, éves szinten mintegy 60%-os megtakarítás lenne elérhető.
Érintettek	1) tervezők, 2) önkormányzat, 3) hatóságok, 4) lakosság, civil szervezetek, 5) politikusok	1) önkormányzat, 2) tömegközlekedést üzemeltető vállalat, 3) hatóságok, 4) lakosság
Társadalmi elfogadhatóság	Jelenleg a nagypolitikai, városszerkezeti, társadalmi, szociológiai folyamatok mind a "barna mezős" beruházások ellen hatnak.	Jelen általános értékrendbe kevésbé illeszkedik a tömegközlekedés, mivel a gépkocsi presztizs és kényelmi okokból prioritást élvez. A gépkocsik üzemeltetési költségeinek rohamos emelkedésével azonban gazdasági nyomás várható a személygépkocsi forgalom csökkentésére.
Kockázatok	A társadalmi elfogadhatóság, és a megvalósítás várható időpontja miatt rövid távon lehetetlen, közép távon kockázatos, hosszú távon viszont elengedhetetlen.	A társadalmi elfogadhatóság, illetve a helyi lakosság és önkormányzat erejét, hatáskörét jellemzően meghaladó beruházás megnehezíti a kivitelezést.
Szociális hatás	A kertés övezetekhez képest várhatóan magasabb beépítési intenzitás, a meglévő városszövetek, kulturális intézmények közelsége élenkebb közösségi és civil élet kereteit valószínűsíti.	A tömegközlekedés nagyobb lehetőséget biztosít az emberi kapcsolatok kialakulásához, mint a szigetzerű individuális személygépkocsi forgalom.
Építészeti aspektusok	Fokozott figyelmet kell fordítani a magas építészeti nívó elérésére, mely záloga a lakossági elfogadhatóságnak. Kiemelten kell kezelni a közterek és a közlekedési megoldások kialakítását.	A kellő számú és minőségű tömegközlekedési csomópontok, megállóhelyek, egyéb közlekedési kapcsolatok kialakítása gondos építészeti tervezést igényel.

A jegyzet tematikája szerint összefoglaljuk a közlekedési energiaigény csökkentésének lehetőségeit, röviden összegezve az egyes lehetőségekben rejlő potenciálokat.

A lehetőségeket a mai jellemző gyakorlattal és tendenciákkal vetjük össze, mely a következőképp összegezhető: A klasszikus városok népessége csökken, vagy stagnál, míg a városok körüli területek a hobbykertek illetve a környező települések kontrolálatlan beépülésével nőnek.

Az igénybe vett területek kis intenzitással, alacsony beépítéssel épülnek be. A koncentrálatlan, szétterülő jelleg miatt a tömegközlekedés, az úthálózat, a teljes körű infrastruktúra nem képes követni a növekedés ütemét. Mivel a munkahelyek jórészt a városban maradtak, és a tömegközlekedés csak részlegesen épül ki, jelentős gépkocsiforgalom indukálódik: a környező települések lakosságának többsége a hét minden napján, naponta 60-70 km-t utazik saját gépkocsijában.

Közlekedési energiafelhasználás csökkentése /2.

Lehetséges módszer	Beépítés sűrűsége, vegyes területhasználát	Távmunka lehetősége
Befektetési igény	Jellemzően nem igényel különösebb anyagi ráfordítást, a beépítési terv kialakításakor, a megvalósulás önkormányzati kontrollja során igényli az önkormányzati döntéshozók és a tervezők ez irányú szándékát.	A szükséges nagyságrendtől függően (saját házhoz kapcsolódó irodától a Teleházakig) nagyságrendileg különböző igény várható: kb. 1-40 mFt
Megvalósíthatóság időpontja	Az egyébként is szükséges rendezési terv elkészítéséhez, és egyeztetéséhez képest nem igényel különösen többlet időráfordítást.	A lakáshoz/házhoz kapcsolódó iroda, műhely, stb. a ház építésével egy időben, központi Tele-ház a rendelkezésre álló források függvényében pár év. A távmunka technikai, informatikai feltételrendszere jelenleg nagyrészt rendelkezésre áll, azonban várhatóan csak évek (5-10) múlva épülhet be a napi gyakorlatba.
Fenntartási igény	A sűrűbb beépítés, rövidebb út- és közmű hálózat kertes beépítéshez viszonyítva alacsonyabb fenntartási költségeket vetítenek előre.	A helyben szükséges épületek illetve épületoldalelemek nem képviselnek jelentős fenntartási ráfordítást. A pontos összeg a konkrét helyszín alapján számítható.
Lehetséges energia-megtakarítás	A sűrűbb beépítés út- és közmű beruházási megtakarításán, valamint a várható fűtési energia megtakarításon túl azzal számolva, hogy a lakosság jó része helyben jut munkalehetőséghez, így átlagban 3 helyi közlekedés (gyalogos, bicikli) mellett kétszer kell gépkocsival a városba eljutni. Ez esetben 55%-os közlekedési energia megtakarítás várható.	Mint a "Beépítés sűrűsége, vegyes területhasználát" esetén, azzal a különbséggel, hogy a távmunkával élni tudó munkavállalók köre szűkebb, mint az előző esetben. A várható energiamegtakarítás: kb. 30%
Érintettek	1) önkormányzat 2) tervezők	1) lakosság, 2) önkormányzat, 3) távmunkát lehetővé tévő munkáltatók
Társadalmi elfogadhatóság	A mai magyar társadalmi értékrend az individualizmust messze magasabb prioritásként kezeli, mint a csoportos házépítés által nyújtható gazdasági és ökológiai előnyöket. Ezen szabályozás várható elfogadhatósága negatív.	A munkáltatók részéről jelentős ellenállás tapasztalható a távmunka ellen. A lakosság körében megvan ezen technikai lehetőség iránt az igény, illetve sokan ma is élnek vele.
Kockázatok	Túlságosan zsúfolt beépítés nem biztosít kellő mozgásteret az egyéni igények kielégítésére. Az építészeti tervezés nagyobb gondosságot igényel, mint családi házak esetén. Kellő minőségű építészeti bevonása nélkül negatív példák jöhetnek létre.	Nem kellően ismert ezen új technikai lehetőséggel együtt járó veszélyforrások köre (technikai problémák, szociális problémák, stb.). További kockázatot jelent az a tény, hogy nem általánosítható minden szakmára. Ezzel jelentősen romlik a közlekedési energiafogyasztás csökkenésében várható hatása.
Szociális hatás	1) A kulturális, szórakoztató intézmények gazdaságosan helyben is megvalósíthatók. 2) A sűrűbb beépítés nagyobb lakossűrűséget eredményez, mely több lehetőséget kínál emberi kapcsolatok kiépítésére.	A helyi közösségi irodák valószínűleg pozitív szociális hatással vannak a közösségi életre, a lakáson/házon belüli munkahelyek egyéb közösségi tér hiányában azonban valószínűleg fokozzák az elidegenedés érzetét.
Építészeti aspektusok	Az egységes kép és a monoton megjelenés közötti ellentét feloldása magas építészeti minőséget követel. Különös figyelmet igényel a gyalogos és kerékpár utak és létesítményeik megtervezése, megépítése.	Problémás lehet a lakáshoz csatlakozó irodatoldalelemek kérdése, a magán és nyilvános terek kapcsolata. A közösségi irodaház esetén helyt kell biztosítani egyéb szociális, kulturális, szórakozási egységeknek.

❁ "Barna mezős" beruházások ❁

A városok szétterülése csak úgy akadályozható meg, hogy valós alternatívát tudunk felmutatni a városon belül, melyre a "barna mezős" területek kellő teret biztosítanak. A szétterülés folyamata gazdaságilag, szociológiailag és ökológiailag káros folyamatokat indukál.

Mind az amerikai, mind a nyugat-európai városfejlesztők egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a "barna mezős" fejlesztésekre, mivel azok a következő, gazdaságilag kimutatható előnyökkel bírnak:

- növelik a helyi önkormányzat adóbevételeit,
- már kiépített színvonalas infrastruktúrával rendelkeznek, mely lokálisan és globálisan is költség és terhelés csökkentő tényező.

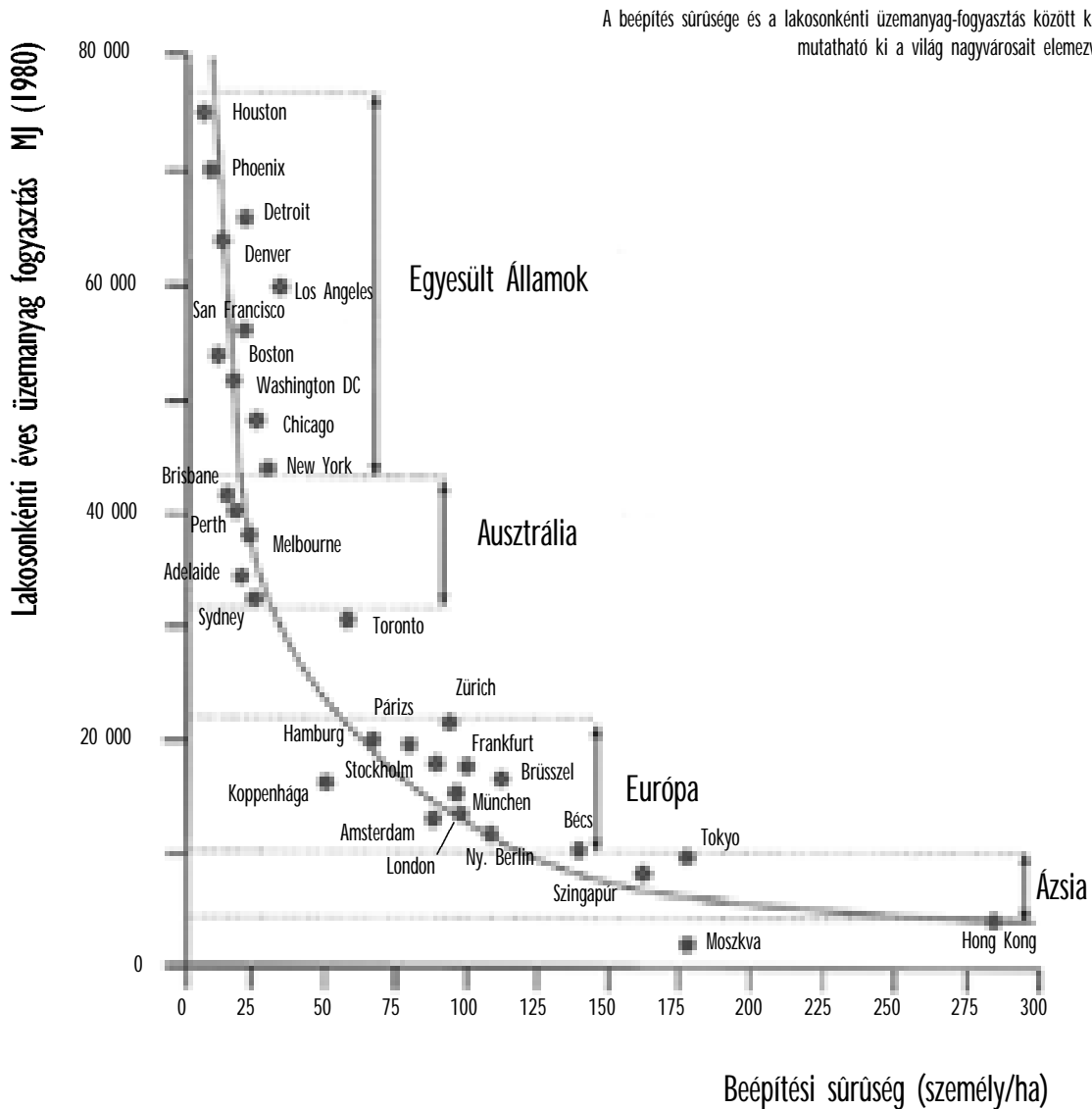
Azonban minden "barna mezős" beruházás fő alapelve kell hogy legyen, hogy az egyes épületek rehabilitációja helyett elsődlegesen a városszerkezet megújítására kell törekedni.

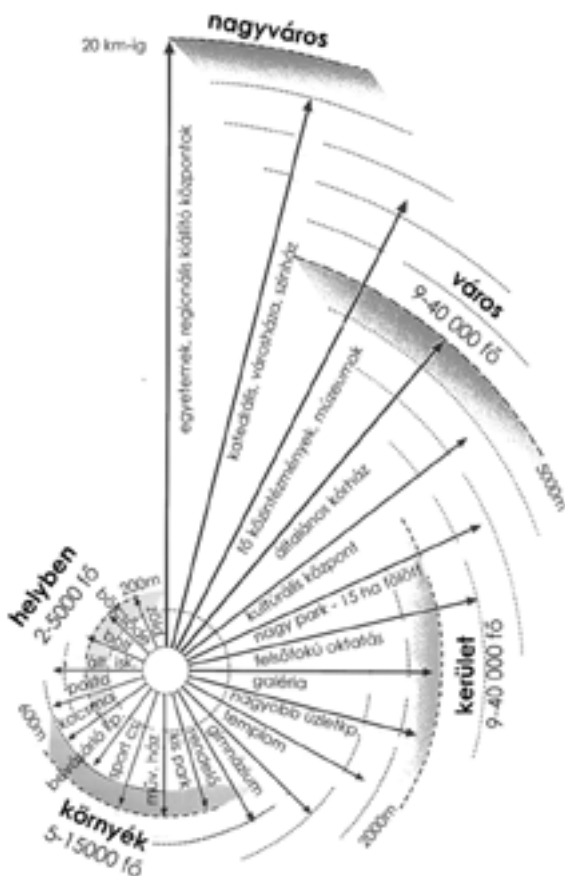
A nyugati országok, és hazai viszonylatban a városok élete egyre inkább toódik az ipusztériális tevékenységektől az

informatikai szolgáltatások felé. Ez egyre több embernek teszi lehetővé, hogy lakóhelyéhez közel, tiszta környezetben végezhesse munkáját. A városok "barna mezős" fejlesztésekor (pl. volt ipari területek rehabilitációja) a helyi lakók bevonásával közepes intenzitású, vegyes funkciójú területek kialakítása felé célszerű törekedni. A lakó és irodai funkció egyaránt kívánatos ezeken a területeken, hiszen a belváros közelsége, jó tömegközlekedési kapcsolatai élénk kétirányú forgalmat tesznek lehetővé.

A lakófunkció és az irodai, közéleti funkció vegyítése időben elosztja a területre jutó terhelést, és állandó élettel tölti meg a köztereket. A közepes sűrűségű beépítés lehetővé teszi, hogy a lakások olyan távolságba lehessenek a szükséges közintézményektől, hogy azok gyalogosan, vagy tömegközlekedéssel racionálisan elérhetők legyenek.

A gyalogos és bicikli utak kialakításakor a megfelelő távolság mellett hangsúlyt kell fektetni az út során várható látványra. Szép környezetben akár 2-3 km-t is szívesen sétálnak az emberek, míg veszélyes, koszos, kihalt utakon pár méter is soknak tűnik.





Intézmények lakhelytől való távolsága, az intézmények felállításához szükséges lakólétszám [65]

Az összefoglaló táblázatok tanulsága, hogy a várost elhagyókat követő tömegközlekedés fejlesztése vetíti előre a legkisebb befektetéssel legnagyobb eredményt elérő alternatíva vízióját.

Feltétlenül hangsúlyozni kell azonban, hogy hosszú távú városfejlesztési koncepciók nélkül ezen fejlesztési megoldások is csak tüneti kezelést nyújtanak, a közlekedési távolságok továbbra is jelentősek maradnak. A jelenlegi városfejlesztési passzivitás, eszköztelenség magában hordozza azt a problémát, hogy a kis beépítésű, nagy kiterjedésű területeken technikailag szinte megoldhatatlan a gazdaságos tömegközlekedés kialakítása.

☀️Beépítés sűrűsége, vegyes területhasználát☀️

A városok fejlődése mindig valamilyen tervezett spontán, majd ismét tervezett folyamatok váltakozása. Példa erre a ciklikusságra a kezdeti városfallal övezett városok körüli elővárosok megjelenése, majd a városba olvadása, a beépítés, közlekedési rendszer kialakítása.

Európában történetileg jellemző volt ez a fejlődés, mely jól körülhatárolt városállással rendelkező, jellemzően centrális települések kialakulásához vezetett.

A középkori városban az ipari (manufaktúrási) tevékenységek, lakó, közösségi funkciók azok hely, és anyagigénye miatt még megfértek a településen belül. A különböző funkciók területileg egymásba olvadtak, így csökkentve a közlekedési igényt.

	km/1kWh	Távolság (km)	Energia-fogyasztás /nap	Heti gyakoriság	Energia fogyasztás /hét	Energiafogyasztás /hó	Energia fogyasztás a háztartás teljes életciklusa alatt (kWh)	Várható energia megtakarítás a jelenlegi állapothoz képest (%)
2 nap gépkocsival	1.20	70.00	58.33	2.00	58.33	6 066.67	485 333.33	
3 nap gyalogos/kerékpár	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	
Összesen					116.67	6 066.67	485 333.33	55.93

A táblázat azt illusztrálja, miként csökken a közlekedés energiaráfordítása, amennyiben átlagosan a környező települések lakói hetente öt helyett csak két nap használják személygépkocsijukat napi 70 km utazásra.

	km/1kWh	Távolság (km)	Energia-fogyasztás /nap	Heti gyakoriság	Energia fogyasztás /hét	Energia fogyasztás /hó	Energia fogyasztás a háztartás teljes életciklusa alatt (kWh)	Várható energia megtakarítás a jelenlegi állapothoz képest (%)
1 nap gépkocsival	1.20	70,00	58,33	1,00	58,33	3 033,67	242 666,67	
4 nap busszal	6,17	70,00	11,35	4,00	45,38	2 359,81	188 784,44	
Összesen					103,71	5 393,14	431 451,11	60,82

A táblázat azt illusztrálja, miként csökken a közlekedés energiaráfordítása, amennyiben hetente öt helyett csak egy nap használja valaki személygépkocsiját napi 70 km utazásra.

Az ipari városok termelési mérete túlnőtt ezen az emberi léptéken, és a nagy kiterjedésű ipartelepek mellé koncentrált, egészségügyileg és szociálisan sterilizált lakó, intézményi funkciót hozott létre. A motorizáció először Észak-Amerikában tette lehetővé, hogy mindenki egyéni szabadságát, és az "amerikai álmot" megvalósítva "függetlenül és emancipáltan" önálló kertés házába költözhessen. Mint az Los Angeles (63. oldali kép), vagy Phoenix példája is mutatja, ez a folyamat óriási kiterjedésű, csak gépjárművel (veikkel) lakható város kialakulását eredményezte (lásd még Klímatudatos településtervezés fejezetet).

Jelenleg Magyarországon is ennek az amerikanizálódó tendenciának, a városok szétterülésének vagyunk tanúi. A fokozatosan szétterülő város előbb-utóbb összenő a környező településekkel. A zöldterületek eltűnnek, a helyi centrumok elsorvadnak, és óriási jellegtelen, alacsony beépítésű övezet jön létre.

A folyamatok lassításának, vagy megakadályozásának eszköze lehet a szigorúbb, és következetesen betartott építési szabályozás.

A város, és az agglomeráció lakóinak érdekét is szolgálja, ha az agglomerációban létesülő új épületek magasabb színtszámmal, intenzívebb beépítéssel készülnek.

A már meglévő települések központjainak fejlesztése elengedhetetlen, hogy a kistelepülések, a város kényelméhez és infrastrukturális ellátottságához szokott új lakosok egyes igényeit ki tudják elégíteni. Ez lehetőséget teremt az öslakosok és az új lakosok közötti szociális kapcsolatok kialakulására.

Új területek belterületté nyilvánításakor és felparcellázásakor lehetőséget kell biztosítani arra, hogy a helybeliek a lakások mellett a lakófunkciót nem zavaró kisipari tevékenységeket is folytathassanak.

A közlekedési energiafelhasználás csökkentésének újszerű lehetősége a számítógépes hálózatok által elérhető közelségbe került távmunka alternatívája.

Egyes szakmákban ma is gyakorlat, hogy bizonyos dokumentumokat, feladatokat az együtt dolgozók személyes találkozó nélkül alkotnak meg. Jelenleg ez a technikai lehetőség már sokak számára elérhető és megfizethető.

Általános alkalmazása, mint minden ismeretlen, ki nem próbált technikai eszköz esetén további problémákat vethet fel. A számítógépes rendszerek instabilitása technikailag előbb-utóbb megoldható, azonban várhatóan éles szocializációs problémákat fog felvetni az otthondolgozás elszigeteltsége. Az ember társas lényként igényli mások társaságát, és amennyiben csak egy közegben, illetve "virtuális térben" mozog, családi élete válhat kényelme áldozatává. Az otthoni munkánál jobb megoldásnak tűnik, hogy a távmunkát nem a saját lakásból, hanem a településen megépített közösségi irodaépületből végzik el. Ez az alternatíva lehetőséget teremt a település lakóinak az emberi kapcsolatok kialakítására.

A távmunka egyik nagy előnyének tekinthető, hogy a helyi lakosok több időt töltenek el településükön, mely segíti a helyi azonosságtudat kiépülését.

Megoldhatatlan probléma azonban, hogy a távmunka csak bizonyos munkakörök, tevékenységek esetén alkalmazható.

A közlekedési energiafelhasználás csökkentésének tekintetében egyénileg nagyságrendileg az előző megoldással azonos megtakarítás érhető el, azonban mivel a település lakói kisebb százalékban tudják a távmunkát igénybe venni, település szinten a távmunka kiépülése esetén összességében mintegy 30%-os közlekedési energia megtakarítás érhető el.



- [1] Marko, Rydén, Werner: Energy Study Gustavsberg, Swedish Council for Building Research. Stockholm, 1983.
- [2] Vale, Brenda and Robert: Green Architecture - design for a sustainable future, Thames and Hudson Ltd. London, 1991. (pp.64,65)
- [3] Krusche, P. and M.; Althaus, D.; Gabriel, I.: Ökologisches Bauen, Bauverlag. 1982.
- [4] Zöld, András: Épületenergetika, Műgyetemi Kiadó. Budapest, 1996.
- [6] Burhan, Azhar Mohamed: The Effect Of Shelter On Energy Use In Contemporary Domestic Housing, Robert Gordon University. Aberdeen, 1997.
- [8] Olgyay, Victor: Design With Climate, Princeton University Press, New Jersey, 1973 (1963)
- [10] Jenks, Mike; Burton, Elisabeth; Willians, Katie: The compact city - A sustainable Urban Form?, E & FN Spon. Oxford, 1996.
- [11] Ertsey Attila ed.: Autonóm Kistérség - Országos ajánlás 1999, Független Ökológiai Központ Alapítvány. Budapest, 1999.
- [12] Glücklich, Detlef: Energiatakarékos lakóház, Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1989.
- [13] Zöld András: Épületfizika, Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1995.
- [15] Owen, Stephan: Planning Settlements Naturally, Packard Publishing Limited. Chichester, 1991.
- [16] Giovani, B.: Man, Climate and Architecture, Applied Science Publishers Ltd. London.
- [17] Aynsley, R.M.; Melbourne, W.; Vickery, B. J.: Architectural Aerodynamics, Applied Science Publishers Ltd. London.
- [18] Matus, Vladimir: Design for Northern Climates, Van Nostrand Reinhold Company. New York, 1988.
- [19] Brogden, William; Moffat, Fetus: Development within Nature - The case for Environmentally Friendly Housing Layouts in Gordon District, Robert Gordon University. Aberdeen.
- [20] Watson, Donald; Labs Kenneth: Climatic Design, McGraw-Hill. USA, 1983.
- [21] Dodd, J. S.; Gerry K.; Finbow, M. et al: Energy saving through landscape planning 1, Property Service Agency. 1988.
- [22] Dodd, J. S.; Gerry K.; Finbow, M. et al: Energy saving through landscape planning 3, Property Service Agency. 1988.
- [23] Dodd, J. S.; Gerry K.; Finbow, M. et al: Energy saving through landscape planning 4, Property Service Agency. 1988.
- [25] Moray District Local Plan, 1993-98.
- [29] Mägerle, Jürg; Maggi, Rico: Zurich Transport Policy: Or the Importance of Being Rich. In: Built Environment, vol 25. no 2.
- [33] Breheny, Michael et al: Building densities and sustainable cities. Sustainable Cities Programme, Project Outline, No 5, June 1998.
- [40] Devon County Council: New and Expanded Communities in Devon - A Discussion Paper - First Review Consultation Draft. 1995.
- [45] Mollison, Bill: Permaculture - A Designers' Manual, Tagari Publication. Australia, 1996. (1988)
- [48] ECMT: Urban travel and sustainable development, OECD. Paris, 1995.
- [56] Litter, John; Thomas, Randall: Design with energy - The conservation and use of energy in buildings, Cambridge University Press. Cambridge, 1984.
- [59] Samuels, Robert; Prasad, Deo ed.: Global Warming and the Built Environment, E & FN Spon. London, 1994.
- [61] BRE Digest: 3. Building Performance
- [62] Watson, Donald: Energy conservation through building design, McGraw-Hill. USA, 1979.
- [64] Barton, Hugh et al: Sustainable Settlements - A Guide for Planners, Designers and Developers, UWE. UK, 1995.
- [65] Lord Rogers of Riverside (ed.): Towards an Urban Renaissance, Urban Task Force. London, 1999.
- [66] Millison Bill; Slay, Mia Reny: Introduction to Permaculture, TAGARI. Ausztralia, 1997 (1994).

- [67] Noorman, Klaas Jan; Uiterkamp, Ton Schoot (ed): Green Households? - Domestic Consumers, Environment and Sustainability, EARTHSCAN. London, 1998.
- [71] Jones, Lloyd David: Architecture and the Environment - Bioclimatic Building Design, Laurence King Publishing. London, 1998.
- [72] Edwards, Brian: Sustainable Architecture - European Directives & Building Design, Architectural Press. Oxford, 1999 (1996).
- [73] Szántó Katalin; F. Holényi, Magdolna: Ökológikus településfejlesztés, Ybl Miklós Műszaki Főiskola. Budapest, 1995.
- [78] Roaf, Susan; Hancock, Mary (ed): Energy Efficient Building, Blackwell Scientific Publication. Oxford, 1992.
- [79] Ertsey Attila (ed): Autonóm Kistrégió - Dörögdi Medence Esettanulmánya, Független Ökológiai Központ Alapítvány. Budapest, 1999.
- [81] Bundesministerium für Umwelt: Klimaschutz auf kommunal Ebene.
- [82] Czobor Eszter; Medgyasszay Péter: A környezetkímélő telepítés és építés lehetősége a budapesti agglomerációban - Esettanulmányok, tendenciák, lehetőségek. Budapest, 1996.
- [83] Biogáz kommunális hulladékból, KTM, Magyar-EU Energia Központ.
- [84] Nemzeti Környezetvédelmi Program - Megvalósítás általános terve, 1996.
- [85] Martinotti, Guido: The Sustainable City, European Foundation for the Improvement of Living Conditions. Ireland.
- [87] Levegő Munkacsoport: Ajánlások Budapestért - Mit várunk az önkormányzatoktól 1998 és 2000 között. Budapest, 1998.
- [95] Zöld András: Energiatudatos építészet, Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1999.
- [96] Medgyasszay Péter; Márkus, Gábor: Energy conscious housing & settlement Pustazámor, UNESCO-WREN competition, 1998. (summary)
- [98] Medgyasszay Péter: A fenntartható fejlődés és a környezettudatos, környezetkímélő építés néhány építészeti lehetősége, In: Építési Piac 1997/22. Budapest
- [99] Könczey Réka; S. Nagy, Andrea: Zöldköznapi Kalauz, Föld Napja Alapítvány. Budapest, 1997.
- [102] Novák Ágnes; Osztrólczy Miklós; Nagy Gyöngyi: Zöld szerkezetek / Green design, YMMF - "Az épített környezetért" Alapítvány. Budapest, 1998.
- [103] Kennedy, Margit & Declan (ed.): Designing Ecological Settlements, Dietrich Reimer Verlag. Berlin, 1997.
- [107] Levegő Munkacsoport: Miként javítható a városi közlekedés, Budapesti Újság, 2000.
- [108] Medgyasszay Péter: A passzív napenergia hasznosítása és szerkezetei, (kézirat), 1994.

IMPROVING REGIONAL CONCEPTS IN HOUSING

(REGIONÁLIS LAKÁSKONCEPCIÓK FEJLESZTÉSE)

Development of courses
for decision makers and civil organizations
on equal opportunity and eco-conscious housing
(Kurzusok kialakítása
döntéshozók és civil szervezetek számára
az esélyegyenlőség és az ökológus lakásépítés tárgyában)

Coordinated by:

Szent István University Fac. of YBLMIKLÓS Polytechnic, Department of Built Environment
(Szent István Egyetem YBLMIKLÓS MŰSZAKI FOISKOLAI KAR, Épített Környezet Tanszék)

Coordinator:

Ágnes NOVÁK, MSc. Architect, Associate Professor

Partners:

TEAMPANNON Design Office, Budapest (TEAMPANNON Kft. Építész Iroda)
Budapest University of Technology and Economics (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem)
National Federation of Disabled Persons' Association (Mozgássérültek Egyesületeinek Országos Szövetsége)
Municipality of Győr- Moson- Sopron County (Győr- Moson- Sopron Megyei Közigazgatási Hivatal)
Municipality of Hajdú-Bihar County (Hajdú- Bihar Megyei Közigazgatási Hivatal)
Hungarian Federation of Roofing Contractors (Épületszigetelők Tetőfedők és Bádigosok Magyarországi Szövetsége)
Independent Ecological Center, Budapest (Független Ökológiai Központ, Budapest)
Hungarian Federation of Rural Tourism (Falusi Turizmus Országos Szövetsége)
University College of Dublin, School of Architecture
Edinburgh College of Art, School of Architecture
Michael and Sue Thornley Architects, Glasgow
HANDITEK, Sweden, Borlange
ISOFLEX, Sweden, Borlange
Studio Galluzzo, Trieste
Thenew Housing Association, Glasgow

Editorial Board:

Agnes NOVÁK, Szent István University,
András ZÖLD, Budapest University of Technology and Economics

Coordinated and distributed by:

Szent István University Fac. of YBLMIKLÓS Polytechnic, Department of Built Environment
H-1146 Budapest Thököly út 74, Hungary
Phone/Fax: 36-1-351-7404, email: labor5@elender.hu,
Web site: <http://www.labor5.hu>
Budapest University of Technology and Economics
H-1521 Budapest Műegyetem rakpart 1
Phone/Fax: 36-1-463-1331, email: zold@egt.bme.hu,

Notice:

Neither the Commission of the European Communities nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use of the information contained within.

This booklet was produced using QuarkXPress 4.0, Adobe Photoshop 4.0, and Aldus Freehand by Tamás Molnár and Éva Pinczés.

ISBN: 963 7169 06 7

Támogatók:

„Az épített környezetért“ Alapítvány
Nemzeti Kulturális Alapprogram