



ComAct

Közösségi
Lépések az
Energiaszegénység
Leküzdésére

Energiahatékonyságot javító műszaki beavatkozások energiaszegény háztartások számára





ComAct

Közösségi
Lépések az
Energiaszegénység
Leküzdésére

A projekt címe (rövid)	ComAct #892054
A projekt címe (teljes)	Community Tailored Actions for Energy Poverty Mitigation
Projektkoordinátor	Zita Kakalejckova, Nadacia HFHI
A projekt időtartama	2020 – 2023
Honlap	www.comact-project.eu

Riport száma	4.1
Információterjesztés szintje	Publikus
Munkacsomag	4
Munkacsomag felelőse	ENOVA
Szerző	Marin Petrovic (ENOVA)
Ellenőrizte	Liljana Alceva (HFHM)
Közzététel dátuma	2021 január



Ez a projekt az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs programja keretében részesült finanszírozásban, a támogatási szerződés száma: #892054.

Jogi nyilatkozat

Jelen kiadvány tartalmáért a szerzők kizárólagos felelősséget vállalnak. A kiadványban foglaltak nem szükségképpen tükrözik az Európai Unió álláspontját. Sem az EASME, sem az Európai Bizottság nem vállal felelősséget az abban foglalt információk bármilyen felhasználásáért.

2021 júniusában jelent meg a ComAct.

© ComAct, 2021. A sokszorosítás a forrás megadásával engedélyezett.





Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
1.1. A többlakásos társasházak típusai	5
1.2. Energiahatékonytágot javító beavatkozások	6
2. Magatartásbeli és jogszabályi változások	8
3. Külső térelhatárolók	12
3.1. A falak hőszigetelése	14
3.2. A tető és padlás hőszigetelése	17
3.3. A padló hőszigetelése	18
3.4. A nyílászárók cseréje	18
4. Fűtési rendszerek	19
5. Háztartási melegvíz	22
6. Áramfogyasztás	24
7. Áttekintés	26



1. Bevezetés

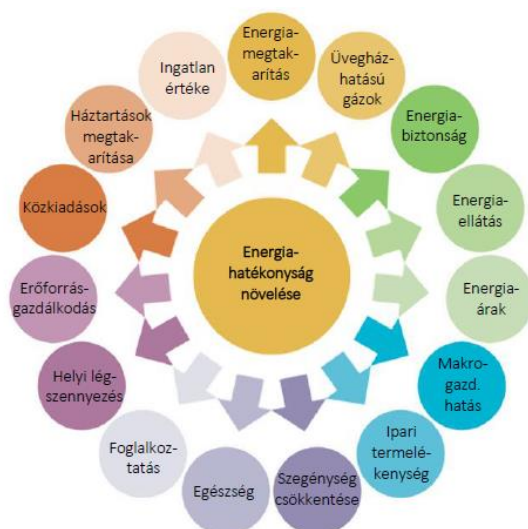
A megfizethető energiához való hozzáférés a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos célkitűzések egyik kulcsfontosságú szempontja. Másfelől az energia előállítása és felhasználása olyan jelentős környezeti hatással jár, mint a helyi és a regionális szennyezés, nagyobb léptékben pedig a globális felmelegedés és éghajlatváltozás. A fenntartható fejlődés – a gazdasági fejlődés olyan modellje, amely garantálja az energiaellátás biztonságát, miközben csökkenti a káros környezeti hatásokat – globális kihívás.

A tervezési paraméterek fenntartása és a megfelelő működtetés valamennyi épülettípus esetében nagyon energiaigényes. Ez másrészt viszont nagymértékű energiamegtakarítás lehetőségét foglalja magában. A közsférában ennek megfelelően az épületek energiahatékonyságának támogatása célá vált mind pénzügyi, mind energiatakarékossági hozadéka miatt. A lakóházak és többlakásos lakóépületek energiahatékonyságának javítását is növekvő érdeklődés övezi mind a lakók, a közműszolgáltatók, mind pedig a befektetők részéről.

Az energiahatékonyság növelésének hosszú távú előnyei közé tartozik a szennyezés csökkentése és az éghajlatváltozás lassítása. Ezek önmagukban is indokoltá teszik az energiahatékonyságot, mint célkitűzést. Az energiahatékonyság azonban nem mérhető kizárólagosan a megtakarított energia mennyiségén: életmódot érintő változásokat is kíván, például hatékony megoldásokat a szobahőmérséklet szabályozásban, vagy a beltéri klíma és világítás kialakításában. Az energiahatékonyság javítása a beavatkozás típusától függően közvetlenül is többféle hasznot eredményezhet, mint

- Az emelkedő energiaárak jelentette pénzügyi nyomás enyhítése,
- Az energiabiztonság javítása,
- Beruházás az energiaellátás biztosításába,
- A légszennyezés és üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése,
- Mind a szakképzett, mind a szakképzetlen munkahelyek bővítése,
- Pénzügyi megtakarítás a nemzeti és önkormányzati kiadásokban, valamint
- a gazdasági versenyképesség javítása.

1. ábra. Az energiahatékonyság javításának előnyei



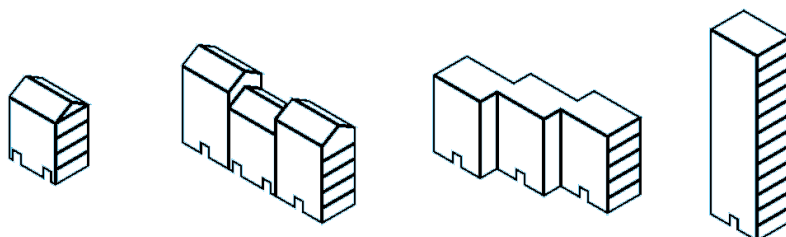
A lakossági energiafelhasználás hatékonyságának fejlesztése nagymértékben javíthatja az érintett lakosság életkörülményeit, hiszen az energia költségeit és a széndioxid-kibocsátást is csökkenti. A szükséges beavatkozások erősen függenek az egyes lakóépületek méretétől, szerkezetétől és elhelyezkedésétől, az építés technológiájától és a külső térelhatárolóktól, valamint a lakók rendkívül változatos életmódjától – ez pedig megnehezíti a lehetséges beavatkozások egységes kategorizálását és elemzését. A többlakásos lakóépületek esetében azonban lehetséges egységes tipológiát felállítani, ami lehetővé teszi az energiahatékonyságot növelő beavatkozások összehasonlítható elemzését.

1.1. A többlakásos társasházak típusai

Az építési technológiák az idő előrehaladtával folyamatosan fejlődnek. Az új építőanyagok és technológiák megjelenése mellett kihat rájuk a természeti erőforrások és a munkaerő költségének alakulása is, emellett a mérnöki fejlesztések és innovációk, ízlésbeli változások, a pénzügyi helyzet alakulása, a szerkezeti károkra adott válaszok, az építmény egészségügyi vetületei, és legújabbban az energiahatékonysággal kapcsolatos követelmények is. A változások mozgatórugói a leggyakrabban gazdaságossági célok (költségminimalizálás vagy versenyképesség növelés), adminisztratív vagy jogi változások (az építési szabályozások alakulása), illetve az elmúlt években az energiafelhasználás csökkentése és hatékonyabbá tétele iránti igény is.

A kérdés középpontjában az épületek energetikai tulajdonságainak fejlődése áll mind az épület elemeinek energiateljesítménye, mind a fejlesztés feltételeinek javulása tekintetében. Az épület geometriája meghatározó az energetikai tulajdonságok szempontjából, mivel a hőátadási veszteség arányos a külső térelhatárolók felületének méretével. Egy adott épület külső térelhatárolóinak – pl. a tető, külső falak, nyílászárók – hőszigetelő képessége jelentős mértékben függ az épület korától és méretétől. Emellett a fenti épületrészek hőáteresztési értékei nagyon különbözőek lehetnek, és függenek az építés idejétől is. Bizonyos időszakokban épített lakóépületeken pedig további külső tényezők korlátozhatják a külső térelválasztókon elvégezhető energiahatékonysági beavatkozásokat, pl. örökségi védeltséget élvező homlokzati elemek, vagy a városképi védelem egyes intézkedései, amelyek nem engedik meg az utólagos külső hőszigetelést.

2. ábra. A többlakásos lakóépületek típusainak és osztályozásának sematikus rajza, balról jobbra: többlakásos társasház, sorházszerű tömbben elhelyezkedő többlakásos épületek, többlakásos lakótömbök, toronyház



Az európai országok különböző megközelítések szerint értékelik a többlakásos lakóépület-típusok energiateljesítményét. A legtöbb megközelítést az energiahatékonyság elemzésénél és az épületállomány modellezésénél is alkalmazzák. Emellett az épülettípológiák alkalmazása leegyszerűsíti az adatgyűjtést, így az energiatanúsítványokkal kapcsolatos eljárások minőségét is javítja. A lakóépület nagyszámú adatának részletes vizsgálata helyett (amely külön kiterjed a falvastagságra, építőanyagokra, a közművezetékek hosszára és szigetelésére stb.) a tanúsítványi eljárások során az értékelő az adott típusra jellemző általános értékeket vehet alapul. Az egyes megközelítések két szempontból egységesek: mindegyikben alapvető fontosságú az épület kora (pl. az építés évtizede) és típusa (pl. lakótömb vagy toronyház).

Az adott ország köz- és lakóépületekre vonatkozó épülettípológiája általában a nemzeti épületenergetikai vagy energiahatékonysági stratégia, vagy ahhoz hasonló stratégiai dokumentum függeléke. Ennek megfelelően a középületeket és lakóépületeket áttekintő tipológiák és osztályozások országonként eltérőek. Az eltérések mértéke pedig nagyban függ az adott ország történelmétől, földrajzi jellemzőitől, valamint a hagyományosan és újabban alkalmazott építési technológiáktól.

A tipológia kialakítása során általában felmérés készül a jellemző épülettípusokról, amely tartalmazza az épület külső térelválasztóinak pontos leírásához és számszerűsítéséhez szükséges paramétereket, valamint a hőkibocsátási veszteség kiszámításához és az energiahatékonyság megbecsüléséhez szükséges adatokat. Arról sem szabad azonban megfeledkezni, hogy a legrészletesebben kidolgozott épülettípológia sem képes valamennyi épületet és épülettípust tökéletesen megjeleníteni. Minden esetben akadnak kivételek, pl. a különleges történelmi vagy építészeti értéket képviselő épületek.

Egyes országok részletes épülettípológiai szabadon elérhetőek letölthető elektronikus formátumban, más esetekben azonban csak a hőveszteség-számításokra vonatkozó alapadatok hozzáférhetőek. A jelen dokumentum nem sorolja fel a projektben részt vevő országok részletes épülettípológiáit, ezt ugyanis a soron következő D4.2-es kiadvány fogja tartalmazni.

1.2. **Energiahatékonyságot javító beavatkozások**

Az egyes épületek esetében az optimális beavatkozás függ az épület típusától, korától, állapotától, illetve a lakók számától és helyzetétől is. Lehet szó egyszerű, alacsony költségű vagy pedig komplex, gyakran jóval költségesebb beavatkozásról. Ezek célja többféle lehet:

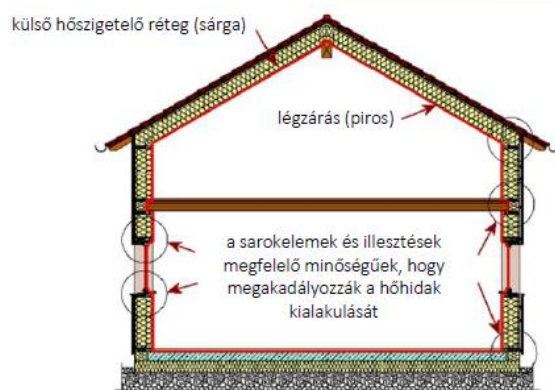
- Jogi és életvezetési változások,
- A külső felületek szigetelésének javítása,



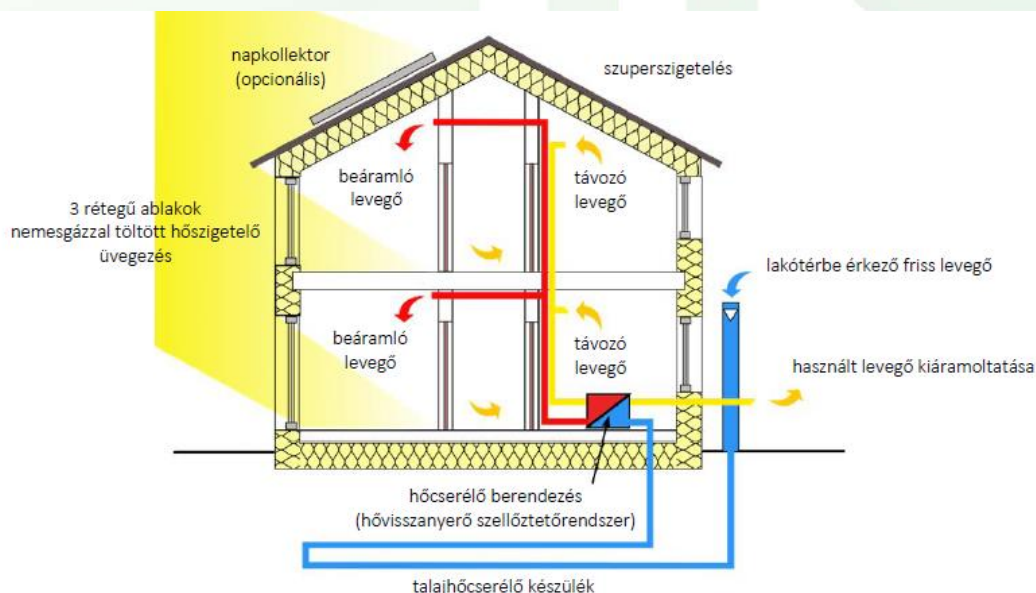
- A fűtési rendszer korszerűsítése,
- A vízmelegítő rendszer korszerűsítése,
- Az áramfogyasztás hatékonyságának növelése.

A beavatkozásokra vonatkozó javaslat sokszor könnyen megalkotható és kivitelezhető (ilyen pl. a külső falak hőszigetelése, a nyílászárók cseréje), mások azonban részletes felmérést és jelentős beruházást igényelnek (pl. hőszivattyúk telepítése a fűtés és hűtés biztosítására, és a vízmelegítő rendszer hatékonyságának javítására). Az optimális beavatkozási terv kidolgozása általában összetett és erőforrásigényes feladat, amely nem csak mérnöki vagy épületgépészeti, hanem alapos jogi és viselkedésbeli ismereteket is megkövetel.

3. ábra. A külső térelhatároló elemek szigetelésének sematikus ábrázolása



4. ábra. A hőszigetelés és modern hőforrás és -elosztó rendszer sematikus ábrázolása



Egyes esetekben jól összeállított beavatkozáscsomag mellett az energiafogyasztás jelentősen csökkenhet, és az alacsonyabb energiaszükséglet egy része megújuló forrásokból is biztosítható, amely akár helyben, az épületben vagy annak környezetében is előállítható. Így akár kimagasló energetikai teljesítményűvé, azaz közel nulla energiafogyasztásúvá is alakítható egy lakóépület.

Figyelembe kell venni emellett azt is, hogy az épület energiahatékonysága a hőfejlesztő és –elosztó rendszer típusától is függ. Ezek a berendezések más elemeknél gyakrabban igényelnek felújítást vagy teljes cserét, így az építés éve keveset mond el a fűtési rendszer minőségéről. Ez hangsúlyozottan igaz a több különböző energiaforrást is használó épületek esetében (pl. ahol az egyes lakások lakói választhatnak a távfűtés, az elektromos fűtőelemek vagy a gázfűtés között).

1. táblázat. Energiahatékonyságot javító beavatkozások többlakásos társasházak esetében

Beavatkozáscsomag	Összetettség szintje	Hatása és előnyei
Életmódhoz kötődő és jogi beavatkozások	Egyszerű	Pénzügyi és energiamegtakarítás
Külső falazat és nyílászárók	Egyszerű vagy közepes	Hőérzet, komfortérzet és életminőség javulása, pénzügyi és energiamegtakarítás, az ingatlan értéknövekedése
Háztartási melegvíz	Közepesen összetett	Javuló komfortérzet és életminőség, pénzügyi és energiamegtakarítás
Fűtési rendszer	Közepesen összetett vagy összetett	Hőérzet, komfortérzet és életminőség javulása, légszennyezés csökkenése, az ingatlan értéknövekedése
Villamos rendszerek	Egyszerűtől a nagymértékben összetettig terjedhet	Pénzügyi és energiamegtakarítás, az energiafelhasználás szintjének jobb ellenőrizhetősége

A távfűtési rendszerre csatlakoztatott lakások esetében fontos (és kívánatos) lépés az áttérés az alapterület szerint elszámolt átalányszámláról a tényleges fogyasztást tükröző fizetésre. Ez az épület szerkezetében nem jelent változást, a lakó viselkedésében viszont annál inkább. A felhasználó ekkor közvetlenül tudja követni a felhasznált energia mennyiségét, ami erősen ösztönzi az ésszerű fogyasztást.

A jelen tanulmány széleskörű áttekintést nyújt a beavatkozások lehetséges köréről különböző épülettípusok esetén, nem mutat be azonban konkrét esetekre kidolgozott technikai beavatkozáscsomagokat. Ez utóbbi sokkal részletesebb információkat igényel a megcélzott épületekkel kapcsolatban, erre pedig a következő kiadványban (4.2-es riport) kerül sor.

2. Magatartásbeli és jogszabályi változások

A lakások és lakóépületek energiahatékonyságát jelentősen javító technikai (műszaki) beavatkozások mellett érdemes megfontolni a „puha” beavatkozásokat is, amelyek közvetlenül a lakók kezébe adják a hatékonyságnövelés lehetőségét. Ezek nem igényelnek pénzügyi beruházást, ehelyett a lakók viselkedési mintázatainak megváltoztatásával vezetnek ésszerűbb energiafelhasználáshoz. Ilyenek például

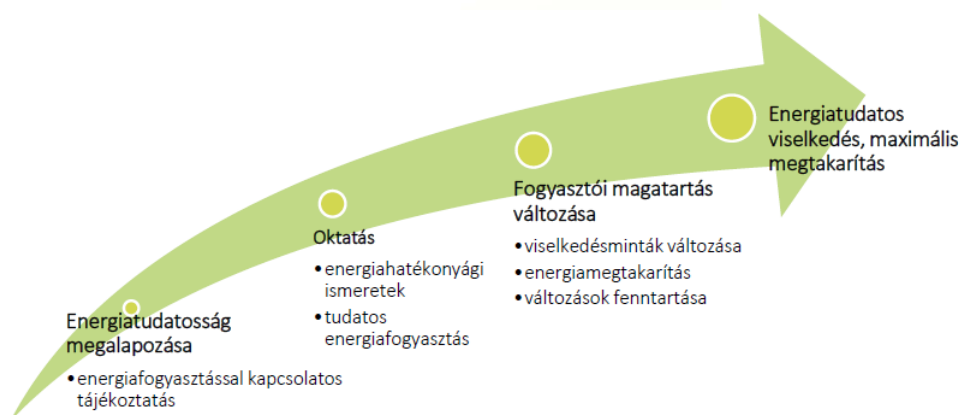
- Hosszan, résnyire nyitott ablak helyett rövid, intenzív szellőztetés,
- Lekapcsolni a világítást, amikor nincs rá szükség,
- A nem használt elektromos eszközök áramtalanítása, vagy automatikus kapcsolók használata,



- A háztartási eszközök hatékony használata (azaz pl. csak a teli a mosógép, mosogatógép elindítása).

A felhasználói viselkedésminták átalakításának első lépése az, hogy a lakók megértsék, az energia is árucikk, amelyért fizetni kell. Ezt követi az energiahatékony magatartással kapcsolatos oktatás, melynek célja a szokások megváltoztatása. A lakók ennek során egyszerű, a mindennapokban könnyen alkalmazható ismereteket szereznek a hatékony energiafelhasználással kapcsolatban. Csak a hosszú távon rögzülő viselkedésminták eredményeznek tartós megtakarítást.

5. ábra. Az energiatudatos magatartás kialakulásának lépései a lakók (felhasználók) oldaláról



Az egyszerű beavatkozások szinte valamennyi lakó számára könnyen hozzáférhetők és megvalósíthatók, és nem igényelnek sem kifinomult műszaki ismereteket, sem anyagi ráfordítást.

Ezek közé tartozik például a huzatmentesítés, amely a pénz és energia megtakarításának egyik legolcsóbb és leghatékonyabb módja bármilyen típusú lakóépületben. A szellőzés szabályozása csökkenti a páralecsapódást és a nedvesedést, hiszen a lakó így akkor enged be friss levegőt, amikor az valóban szükséges. A huzat azonban szabályozatlan, a kinti hideg levegő beáramlása miatt komoly hőveszteséget okoz. A lakás huzatmentesítése a nem kívánt rések eltömítését jelenti, így a hideg levegő kint, a meleg bent marad. Így a belső terek befűtése kisebb energiafogyasztással jár, ami a pénzügyi előny mellett a lakást is komfortosabbá teszi.

6. ábra. Az ablakok és a padló huzatmentesítése



Az ablakok – különösen a régebbi egyrétegűek – hírhedten huzatosak. Ha nem lehetséges az üvegezést két vagy többretegűre cserélni, az ablakkeret illesztésénél elhelyezett tömítőszalag akkor is sokat segít a

huzatmentesítésben. Az ablakszigetelő szalag tekercselt, öntapadós formában kapható különféle színekben – olcsó, az elhelyezése egyszerű, és a hipermarketekben, barkácsáruházakban általában megvásárolható. Csúszóajtók és –ablakok utólagos szigetelésére azonban sajnos nem alkalmas.

Az ablakszigetelő fólia olyan áttetsző, öntapadó fóliaréteg, amely az ablaküvegre helyezve közel második ablaktáblához hasonló mértékben képes csökkenteni a hővesztiséget. Kényelmetlenséget jelenthet, hogy időnként újra kell egyengetni a fóliaréteget (pl. hajszerűtől), ami ráadásul elég könnyen szakad. Ezzel együtt is jó átmeneti megoldás a hővesztesség csökkentésére. Könnyen megfizethető, gyorsan megtérül, és nem igényel műszaki tudást.

7. ábra. Hőszigetelő ablakfólia felhelyezése



8. ábra. Energiafogyasztást mérő műszerek

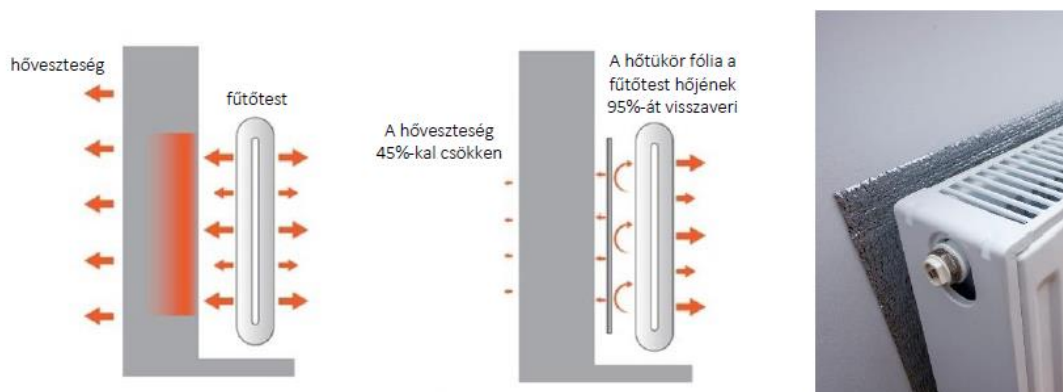


Az energiahatékonytágot javító egyszerű felhasználói magatartásbeli változtatások közt fontos szerepet játszik a lakók energiatudatosságának növelése. A fogyasztást mérő kisméretű háztartási műszerek ebben nagy segítséget jelentenek. Ezek beüzemelése és használata nem igényel különösebb technikai tudást, miközben rámutatnak, milyen lényeges lehet az energiafelhasználás nyomon követése a lakás egyes kritikus pontjain.

Egy másik egyszerű, könnyen megfizethető lépés a hővisszaverő felület (hőtükör fólia) elhelyezése a fűtőtestek mögötti falszakaszokon. Ez körülbelül 4 mm vastag alumíniumfólia bevonatú hablémez, amely a fűtőtest mögé sugárzott hőt visszairányítja a szoba felé.

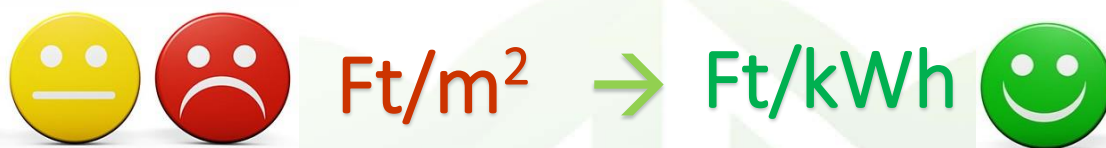


9. ábra. A hőtükörző fólia működési mechanizmusa (balra), a fűtőtest mögé helyezett hőtükör (jobbra)



A fent említett lakossági energiafelhasználónak javasolható intézkedések mellett van egy, amely kifejezetten a távfűtő rendszerre kapcsolt lakások lakói esetében eredményezhet lényeges változást. Ez pedig az áttérés az alapterület alapú elszámolásról (Ft/m^2) a tényleges fogyasztás alapú számlázásra (Ft/kWh).

10. ábra. Az alapterületi átalány helyett valós felhasználás alapú elszámolás jelentős motiváló erő



Ez a beavatkozás már bonyolultabb és költségesebb is, mivel sok épületben nehézkes vagy nem lehet egyéni hőmennyiségmérőt telepíteni a csővezetékrendszer átalakítása nélkül. A távfűtésre kötött lakóházak építésének idején még elfogadott volt a jelenleg is használt struktúra, amelyben a fűtőrendszer fővezetékei az épület valamennyi lakásán vertikálisan áthaladnak. Emiatt az egyéni hőmennyiségmérés sokszor nem oldható meg az épület teljes fűtési rendszerének újratervezése nélkül, amelynek során a lakásokban egyéni kalorikus mérő kerül elhelyezésre, így a fűtéshez felhasznált energia lakásonként külön mérhetővé válik.

Ez a beavatkozás azonban komoly motivációt jelenthet a lakóknak, a háztartási energiafogyasztás közvetlen mérése ugyanis nagy segítség lehet a költségek visszafogásában.

Amennyiben nem megoldható az energiafelhasználás alapú egyéni számlázás, úgy az egyes lakások továbbra is az alapterület arányában fizetik a fűtéshez felhasznált energiát, függetlenül attól, hogy milyen energiahatékonysági beavatkozásokat valósítottak meg a saját lakásukban. Figyelembe kell azonban venni, hogy a kelet-európai országok többségében a távhőszolgáltatóknak erős befolyása van az árszabásra, és gyakran ellenérdekeltek abban, hogy a felhasználók áttérjenek az alapterület alapú díjszabásról a fogyasztási alapú elszámolásra. Ez a komoly beruházást igénylő energiahatékonyságot javító intézkedések egyik fontos akadálya lehet a régióban.

A lakásonkénti fogyasztásmérés alternatívája lehet az épület egészében használt fűtési energia fogyasztásának mérése, és ez alapján igazságos és takarékos ösztönző pénzügyi modell kidolgozása.

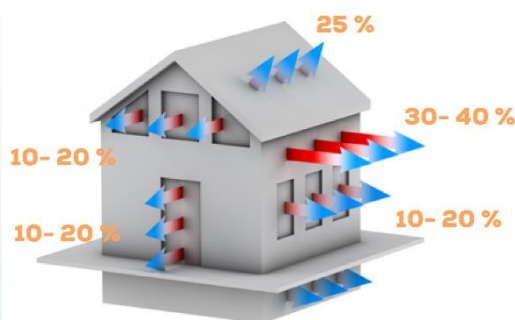
A közelmúltban épült lakóépületek esetében is ritka a lakásonkénti egyéni hőmennyiségmérés. Ahol ez elérhető, ott a lakók jellemzően az energiafogyasztás más aspektusait is figyelemmel követik az egyszerűtől a komplex takarékosági formákig, és törekszenek a magas szintű energiahatékonyagra.

3. Külső térelhatárolók

A külső térelhatárolók (külső falazat, padlózat és tető) jelentik a határt az épület belső tere és a külvilág között. Lehetővé teszik a beltéri klíma és környezet szabályozását. A külső falazaton, tetőn és padlózaton túl ide tartoznak még a nyílászárók, a tartófalak és a szigetelőelemek is. Ha a külső térelhatárolók nem megfelelő állapotúak, minden más energiahatékonyági beavatkozás – pl. a fűtési rendszer megújítása – kárba vész. A külső felületeken jelentkezhet ugyanis az épület hőveszteségének egy jelentékeny része.

Ez a kategória nem csupán egy komponenst takar, hanem több, egymástól független elemből áll össze. Egy elem felújítása vagy cseréje is eredményezhet energiamegtakarítást, de sokszor csak minimális mértékben. A jelentős megtakarításhoz szükséges lehet több vagy akár valamennyi elem felújítása, hogy a külső térelhatárolórendszer egésze energiahatékonyan működjön.

11. ábra. A lakóépület hőveszteségének jellemző eloszlása



A régebbi épületek tervezése idején a háztartási energia lényegesen olcsóbb volt, ennek megfelelően a falak, tetők és nyílászárók vékonyabb szigetelést kaptak, és az épületek összességében kevésbé energiahatékonyak. Manapság az eszközök széles választéka áll rendelkezésre a külső térelhatárolók minőségének javítására, ezzel a hőveszteség csökkentésére. A megfelelő beavatkozások az épület korától és típusától függenek, a leggyakrabban alkalmazottak közt megjelenik a falak, tetők és fűtetlen helyiségek fölötti padló hőszigetelése, illetve a régi nyílászárók cseréje. Az épület alapzata fölötti padló általában nem igényli a hőszigetelő réteg megerősítését, az ugyanis nagyon pénz- és munkaigényes folyamat, ami csekély haszonnal jár. A lakóépületek sokfélesége miatt a megfelelő beavatkozáscsomag műszaki tartalma nagyon különböző lehet (pl. hőszigetelő réteg elhelyezése a fal belső vagy külső oldalán).

A hőszigetelés működésének megértéséhez érdemes tisztában lenni a hőáramlás három alapvető mechanizmusával, ezek a hővezetés, az áramlás és a hősugárzás. A hővezetés azt takarja, ahogy a hő az anyagokon belül terjed: amikor a kiskanalat a forró kávéba helyezzük, hamar megérezzük, ahogyan a kanál fémje a kezünkig vezeti a kávé hőjét. Az áramlás arra utal, ahogy a hő folyadékban vagy gázokban terjed: a könnyebb meleg levegő a szobában felfelé áramlik, míg a sűrűbb hűvös levegő lesüllyed. A sugárzó hő egyenesen terjed, mindent melegít, ami a sugárzás útjába esik és elnyeli annak hőenergiáját.

A legtöbb hőszigetelő anyag úgy működik, hogy lelassítja az épület anyagában vezetett hő terjedését, egy kisebb részük pedig a hőáramlást fékezi meg. A sugárzást gátló anyagok általában nem számítanak a szigetelőanyagok közé, a hőtükrokozó rendszerek lényege a sugárzó hőből származó hőnyereséget csökkentése. A hatékony működéshez a hőtükrokozó felület előtt nyílt térnek kell lennie.

A konkrét mechanizmustól függetlenül a hő a melegebbtől a hűvösebb területek felé áramlik addig, amíg a területek hőmérséklete ki nem egyenlítődik. Az épületek esetében ez azt jelenti, hogy télen a hő a fűtött helyiségekből a szomszédos fűtetlen padlások, garázsok és pincék, valamint a külvilág felé halad. A hő áramlik az épületen belül, az egymástól különböző hőmérsékletű helyiségek között is. Amikor pedig légkondicionálás szükséges, a hő a külső forrásából halad a belső terek felé.

A komfortos hőmérséklet fenntartásához télen az elszivárgó hőt a fűtőrendszer pótolja, a nyári hőelnyelést pedig a klímaberendezés ellensúlyozza. Az épület megfelelő hőszigetelése hatékony gátat képez a hő mozgásának, így csökkenti a hővesztéséget és a hőelnyelést is.

12. ábra. Az energiahatékony otthon jellemzői



A hőszigetelés csökkenti a hőátadást (azaz a különböző hőmérsékletű tárgyak közötti hőenergia-átadást) az egymással érintkezésben lévő tárgyak illetve a hősugárzási távolságon belül lévő felületek közt. A hőszigetelés módja lehet kifejezetten erre a célra fejlesztett műszaki megoldás, de a megfelelő anyagok és formák megválasztása is. A hőátadás elkerülhetetlenül bekövetkezik, amikor különböző hőmérsékletű tárgyak érintkezésbe kerülnek. A hőszigetelés működési mechanizmusa a lényegesen kevésbé hővezető réteg közbeiktatása vagy a sugárzó hő visszaverése, így a környező hűvösebb felület sokkal kisebb mértékben képes elnyelni a fűtött helyiség hőjét.

Egy anyag hőszigetelő képessége a hővezetési tényezőjétől függ: az alacsony hővezetési tényező magas szigetelőképeséget jelent (hőellenállás vagy R-érték). A hőtechnikában a szigetelőanyagok fontos mérőszáma még a sűrűség (ρ) és a fajlagos hőkapacitás (c).

3.1. A falak hőszigetelése

Az épület geometriájától függetlenül a külső falazat általában a külső térelválasztórendszer legnagyobb felülete, így minősége jelentős mértékben befolyásolja az épület energiahatékonyágát. Egy tipikus lakóépületben annak formájától függően a külső falazaton keresztül jelentkezik a hővesztesség 30-40 százaléka. A lehető leghatékonyabb hőszigeteléshez gyakran használnak hagyományos szigetelő anyagokat egyre vastagabb rétegben, ezek mellett pedig alacsony hővezetési tényezőjű új anyagokat és technológiákat dolgoztak ki és fejlesztenek jelenleg is. A nagyon vastag szigetelő réteg több szempontból is problémás lehet: költséges és nehezebben szállítható, csökkentheti a hasznos alapterületet, a külső szigetelőréteg a helyi építési szabályozásba ütközhet stb.

A szigetelőanyagok két kategóriája a széles körben használt hagyományos anyagok, és azok a legkorszerűbb megoldások, amelyeket elsősorban olyan esetekben használnak, amikor a hagyományos anyagok használata akadályba ütközik. Egy harmadik csoportba azok a jövőbeli anyagok tartoznak, amelyek jelenleg fejlesztés alatt állnak. Az alábbiakban bemutatjuk a széles körben elterjedt szigetelőanyagokat, azok legfontosabb tulajdonságait, előnyeit és hátrányait. Ezek egy része természetes, egy része mesterséges anyagú.

13. ábra. A falazat hőszigeteléséhez használt anyagok: üvegyapot, ásványgyapot, cellulóz és pamut



Az *üvegyapot* az elmúlt években a leginkább elterjedt, nem gyúlékony szigetelőanyag. Megfizethető, így széles körben jól alkalmazható megoldás.

Az *ásványgyapot* több különböző szigetelőanyag gyűjtőneve. Jelentheti az újrahasznosított üvegből gyártott üvegyapotot, a bazaltból készülő kőzetgyapotot és a salakgyapot (ez utóbbi alapanyaga az acélművekben keletkező salak melléktermék). Az ásványgyapot szigetelőanyagok megvásárolhatók hőszigetelő lemezek vagy laza kitöltőanyag formájában. Az ásványgyapot legtöbb formája nem tartalmaz gyulladást akadályozó hozzáadott anyagot, de nem éghető.

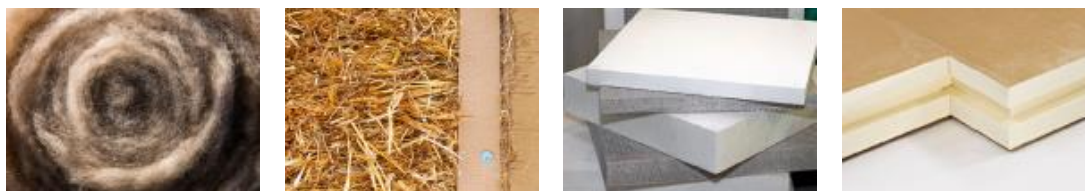
A *cellulóz szigetelés* egyértelműen a leginkább környezetbarát opció. Az alapanyaga újrahasznosított karton, papír és hasonló anyagok, és laza kitöltőanyagként értékesítik. Néhány friss kutatás úgy találta, hogy a cellulóz szigetelés kiválóan teljesít a tűzkárok megelőzésében.

A *pamut szigetelés* 85 százalékban újrahasznosított pamutból és 15 százalékban bőrre kezel műanyag rostból áll: ez ugyanaz az égésgátló és kártevőriasztó anyag, amit a cellulóz szigetelés esetében is használnak. A pamut szigetelés egyik alapanyaga például a farmernadrágok készítésekor keletkező pamuthulladék. Az újrahasznosított alapanyagnak köszönhetően az előállítása minimális energiafelhasználással jár. Hőszigetelő lemezek formájában vásárolható, toxikus anyagokat nem tartalmaz. Nagyságrendileg 15-20 százalékkal drágább, mint az azonos méretű üvegyapot alapú szigetelőelem.

A *gyapjú* szigetelést bórral kezelik, ami védi az égéstől és a penésztől, illetve távol tartja a kártevőket. Nagy mennyiségű vizet képes visszatartani, ami egyes faltípusok esetén hasznos lehet, de az ismételt ázás és

száradás kikezdheti az anyag börtartalmát. A gyapjú szigetelés legfontosabb hozzáadott értéke az egészséges beltéri hőmérséklet és a komfortérzet.

14. ábra. A falazat hőszigeteléséhez használt anyagok: gyapjú, szalmabála, polisztirol és poliuretán



A *szalmabála* 150 évvel ezelőtt volt elterjedt építőanyag, ám az elmúlt években megújuló népszerűségnek örvend. Az egymásra rétegelt szalmabála építőelemek üreges szerkezetűek. Az 1930-as években dolgozták ki azt az eljárást, amivel a szalmabálák ragasztóanyag hozzáadása nélkül is építőlapokká tömöríthetők. A szalmabála panelek vastagsága 5 milliméter és 10 centiméter közt változhat, a külső borítása pedig mindkét oldalon vastag nátronpapír.

A *polisztirol* jellemző formái a polisztirolhab vagy préselt polisztirolgyöngy szigetelőlemezek, betontömb szigetelés, illetve laza polisztirolgyöngy tömítőanyag. Az öntött expandált polisztirol (közkeletű nevén „nikecell” vagy „hungarocell”) apró habgyöngyök formájában is felhasználható. Hasonló szigetelőanyag az expandált polisztirolhab, az extrudált polisztirolhab és a grafitos polisztirol.

A *poliizocianurát* (vagy röviden poliizó) keményhab, egy hőre keményedő műanyag zártcellás műanyaghab, amelynek sűrűre préselt celláit alacsony hővezetésű CFC-mentes gáz tölti ki. A poliizocianurát szigetelés megvásárolható folyadék vagy permetezett hab formában, és merev szigetelőpanel formájában is. Létezik laminált szigetelőpanel formában is, különböző külső borításokkal.

A *poliuretán* hab alakú szigetelőanyag (közkeletű nevén PUR-hab), celláiban alacsony hővezetésű gáz található. Létezik zárt cellás és nyitott cellás változata is. A zárt cellás változat sűrűre préselődő celláiban keletkező gáz kitágítja a poliuretán habot, ami így kitölti a rendelkezésére álló teret. A nyitott cellás változat kevésbé sűrű, a habcellák levegővel telnek meg, így az állaga kevésbé kemény, szivacsosabb, és alacsonyabb az R-értéke.

Összefoglalásképp a hőszigetelő hatás két fő tulajdonság kombinációjából ered:

- Az első a felhasznált anyag lassú hővezetése, amely akadályozza a hő terjedését,
- A második pedig gázzal kitöltött apró hézagok sokasága, amelyek természetes hőszigetelőként működnek.

A gázok hővezetési tényezője sokkal alacsonyabb a folyadékoknál és szilárd anyagoknál, így a felhasznált anyag belsejébe zárt gázbuborékok jó szigetelést biztosítanak. A sok kis buborékra szétaprózott gázban a hő nem tud áramolni, az áramlás ugyanis nagyobb térben tud megjelenni, ahol a különböző hőmérsékletű gázok képesek keveredni egymással. Ez tehát tovább növeli a szigetelőképességet, mivel az apró buborékokban nem tud akkora hőmérsékletkülönbség kialakulni, ami beindíthatná ezt a folyamatot. A habszigetelésekben a gázbuborékok az anyag szerkezetében vannak jelen, míg a szálal szerkezetű szigetelésekben – mint a gyapjú vagy az ásványgyapot – természetes légpárnák alakulnak ki.

Típustól függően a szigetelőanyagok elérhetőek szigetelőpanel, tekercs, szigetelőlap vagy ömlesztett laza kitöltőanyag formában. Egyes típusokat permetezett habként kell alkalmazni, amely aztán levegőn szilárdul meg – de ezek az anyagok léteznek szilárd paneles formában is.

A fal hőszigetelésének költsége több tényezőn is múlik, mint pl. a szigetelés típusa és vastagsága, a homlokzat elemei és a szükséges utómunkák, a munkaerő költsége, a gyártó árszabása, valamint a gyártás helye. Számít az épület magassága is, az állványozás költsége ugyanis jelentősen befolyásolhatja a végösszeget. A hőszigetelési munkálat árát a kivitelező jellemzően a homlokzat felületének mérete alapján, négyzetméterében szabja meg, ami tartalmazza a szigetelés és kiegészítő anyagok, a munkaerő, az állványozás és a takarítás költségeit. Így a megtérülési időre nehéz átlagos becslést adni, hiszen az függ a beruházás és a felújítás után jelentkező megtakarítás mértékétől is.

15. ábra. A homlokzati szigetelőanyagok formái: szigetelőpanel, tekercs, szigetelőlap, laza kitöltőanyag



Érdemes azonban megjegyezni, hogy a különböző vastagságú (pl. 8 vagy 10 cm vastag) és anyagú (pl. expandált polisztirol vagy grafitpolisztirol) szigetelőpanelek ára eltérő, miközben jelentős különbség van az egyes szigeteléstípusokkal megvalósítható energiamegtakarításban is. Ezt a lakónak vagy beruházónak számításba kell vennie.

Az utóbbi időben valamelyest visszaszorult a polisztirol szigetelőanyagok használata, miközben az ásványgyapot elterjedtebbé vált. Ez költségesebb és a használata is valamivel bonyolultabb, azonban tűzálló és „lélegző”, azaz jó légáteresztő és páraáteresztő tulajdonságokkal bír. Az energiahatékonyságot javító beruházások tervezésénél ezek döntő tényezők lehetnek, amelyeket minden épület esetében érdemes külön megfontolni.

Az eddig felsorolt szigetelőanyagokon túl szót kell ejtenünk a jelenleg fejlesztés alatt álló anyagokról. Ezek esetében még nem bizonyosodott be, hogy a hagyományos szigetelések hatékonyabb alternatívái lehetnek. Ilyen például a vákuum hőszigetelő panel, a gázzal töltött szigetelőpanel és az aerogélek.

A külső falakra kívülről vagy (ritkábban) belülről felhelyezett szigetelés mellett többféle homlokzati szigetelőrendszer is létezik. Ezeket szigetelésre szakosodott vállalatok gyártják, s a szakmán belül általában

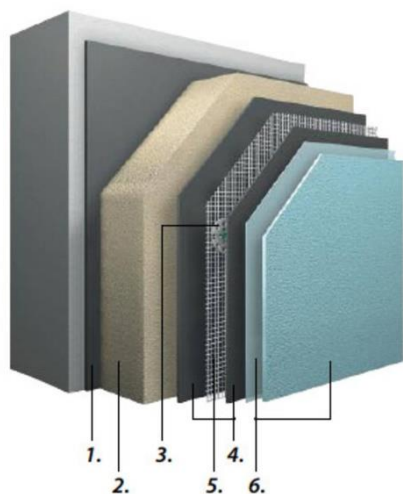


angol betűszóval jelölik őket. Ilyen például a vakolható homlokzati szigetelőrendszer (ETICS – exterior thermal insulation composite system), a szintetikus stukkó (EIFS – exterior insulation finishing system), vagy a bennmaradó hőszigetelt zsalus rendszer (ICF – insulated concrete formwork). A piacon a fejlett homlokzati szigetelési rendszerek széles választéka elérhető, így a megrendelő megválaszthatja az épület szerkezetének és stílusának leginkább megfelelő opciót.

A homlokzati szigetelések általában komplex rendszerek, típustól függően meghatározott előre gyártott elemekből állnak, amelyet a helyszínen közvetlenül helyeznek a fal külső felületére. A rendszer elemeinek pontos összetétele az épület típusától és a beavatkozás céljától is függ. Az utóbbi a megrendelő igényei és a helyi építési szabályozás szerint alakulhat.

Az esetek legnagyobb részében az elemei a falszerkezetre illesztett ragasztófelület (1), a hőszigetelő anyag (2), rögzítőelemek (3), alapozó réteg (4), megerősítő réteg (5) és a vakolatnak megfelelő külső borítás (6) (16. ábra). A külső rétegen a ház eredeti tervezésének megfelelő díszítőelemek is kialakíthatók, így ez a megoldás alkalmas az épület esztétikai vagy akár történelmi értékének megővésére. A homlokzati szigetelőrendszerben megújíthatók az épület külső applikációi, mint pl. a sarokgyöngyök, illesztő- és él- és alapprofilok, így ezeknél sem keletkeznek hőhidak.

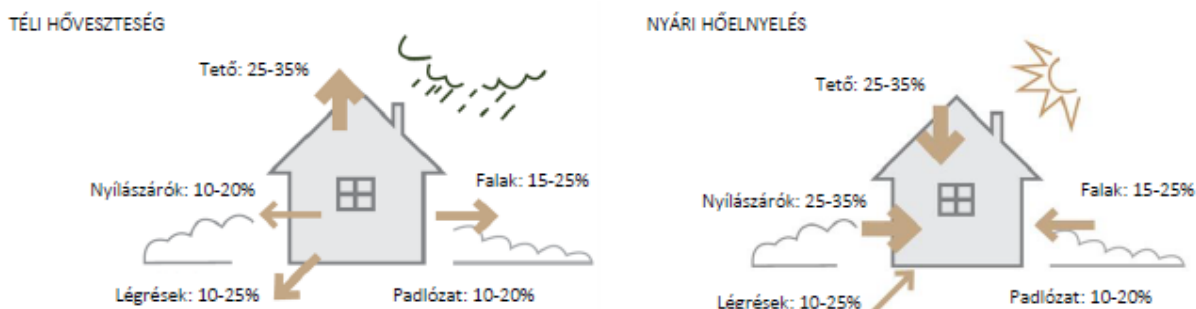
16. ábra. Az ETICS vakolható homlokzati szigetelőrendszer jellemző elemei



3.2. A tető és padlás hőszigetelése

Az épület tetőszerkezetéhez tartozik a felső épületburkolat anyagai és szerkezeti elemei, valamint az azt tartó falrészek vagy függőleges tartóelemek is, amelyek megvédik az épületet az olyan időjárási hatásoktól, mint csapadék, szél, napsugárzás és hőmérsékletingadozás. A tető szigetelése kulcsfontosságú, a nem vagy rosszul szigetelt tető ugyanis annak típusától, formájától, méretétől és állapotától függően az épületben keletkező hőveszteség 15-25 százalékáért felel. A többlakásos épületeken jellemzően kétféle tető létezik: lapostető (általában nem megközelíthető) vagy magastető (gyakran padlásként vagy tetőtérként hasznosul).

17. ábra. A hőveszteség vagy hőelnyelés mértéke nem hőszigetelt épületben



A tetőszigeteléshez használt anyagok többé-kevésbé azonosak a külső falazat szigetelésére használtakkal, de más módszerrel rögzítik azokat. Ez leginkább azon múlik, hogy a tetőtérnek használhatónak vagy lakhatónak kell-e lennie vagy sem. Lakótér (pl. tetőtér, terasz vagy fűtött padlástér) esetében megfelelő belső burkolatot is fel kell helyezni, pl. gipszkarton vagy kerámiaburkolat. Ha nem szükséges lakható teret kialakítani (pl. sódorborítású lapostető, fűtetlen padlástér), a szigetelés egyszerűbb és olcsóbb.

A tető és plafon hőszigetelése általában költséghatékony, többnyire gyors megtérülési idővel számolhatunk. Ez természetesen az épület korától és állapotától is függ, de a legtöbb esetben a befektetett költség 10 éven belül megtérül.

3.3. A padló hőszigetelése

Hőszigetelés tekintetében a padló általában az épület legalsó szintjét jelenti, ami több különböző anyagú és funkciójú rétegből áll össze. Az épület egyéb tulajdonságaitól függően a padlón keresztül érvényesül az összes hőveszteség 5-7 százaléka.

A többlakásos társasházakban általában a két fő padlótípus egyike van: a fűtetlen helyiség (pl. garázs, pince vagy közterület) feletti, vagy az épület alapzata fölött közvetlenül elhelyezkedő padló.

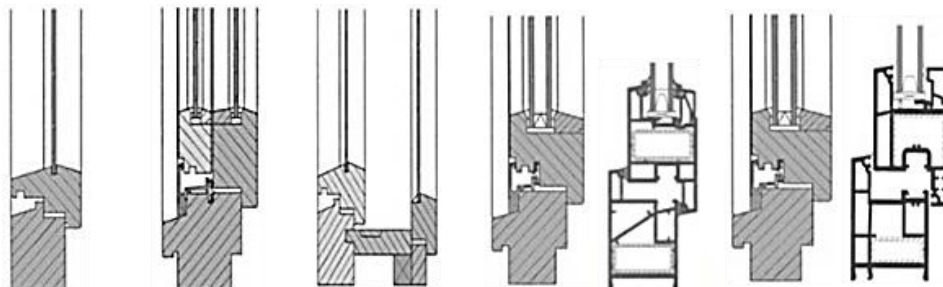
A fűtetlen helyiség feletti padló hőszigetelése nagyon hasonló a falak és tető hőszigeteléséhez. Többé-kevésbé ugyanazokból a szigetelőanyagokból választhatunk, a burkolat pedig a megrendelő igényeihez igazodik. Az alapzat felett közvetlenül elhelyezkedő padló hőszigetelése azonban összetett és költséges folyamat, megtérülési ideje pedig általában hosszú (legalább 50 év). A beavatkozás komplexitása függ a padlózat eredeti kialakításától, és jellemzően együtt jár a fűtési rendszer átalakításával (a padlófűtés bevezetéséhez például át kell tervezni az épület teljes hőelosztó rendszerét).

3.4. A nyílászárók cseréje

A régebbi ajtók és ablakok hagyományosan fából készültek, egy vagy kétrétegű üvegezéssel. Ezek hőszigetelő képessége azonban már nem felel meg a mai igényeknek és szabályozásnak. A külső nyílászárók fontos szerepet játszanak a külső térelválasztó rendszer szigetelésében, ugyanis azok méretétől, tájolásától és állapotától függően a teljes hőveszteség 10-20 százaléka a nyílászárókon keresztül jelentkezik. Emellett az épület esztétikai értékét is nagymértékben befolyásolják, így a lakók sokszor a hosszú megtérülési időszak ellenére is motiváltak a cseréjükre.



18. ábra. Példák korszerű ablakprofilokra és üvegezésekre



Manapság ablakkeret-típusok és üvegezési megoldások széles választéka elérhető a piacon. Ezek a jelenleg érvényes energiahatékonysággal és hőtartással kapcsolatos szabványoknak és előírásoknak megfelelően készülnek.

A modern nyílászárók jellemzően PVC-ből, alumíniumból vagy a kettő kombinációjából készülnek, öt vagy hét kamrás műanyagkerettel, magas szinten pára- és porálló tömítésekkel. Általában kiváló hang- és hőszigetelők. Az üvegezés két vagy három, esetenként négy rétegű, a rétegek közti teret pedig nemesgázzal (általában argonnal) töltik ki. A történelmi vagy védett épületek esetében hasonlóan jó szigetelő képességű fa nyílászáró tokok és keretek is elérhetőek, amelyek illeszkednek az épület stílusához. Emellett az ablakok árnyékolók széles választékával egészíthetők ki, amelyekkel tovább növelhető a modern ablakok energiahatékonyságának szintje.

19. ábra. Korszerű ablakok PVC kerettel és két vagy három rétegű üvegezéssel



A nyílászárók cseréje tehát komoly befektetést igényelhet, aminek a mértéke a felhasznált anyagoktól, a nyílászáró méretétől és formájától, a gyártótól és a beszerelés pontos helyétől is függ.

4. Fűtési rendszerek

Mivel a lakóépületek különböző korokban épültek, a lakóik sokféle módon fűthetik azokat. A régebbi, sokszor kisebb lakóépületekben a lakásokat egyedileg fűtik kályhával, elektromos konvektorral vagy központi fűtéssel, ez utóbbi pedig működhet szilárd tüzelőanyaggal, földgázzal vagy elektromos árammal. Az újabb, gyakran nagyobb lakóépületek sokszor távfűtésrendszerre vannak kötve, ami földgázzal vagy fűtőolajjal generál hőt. A legújabb távfűtőrendszerek esetében elterjedt a biomassa vagy biogáz használata.

A fűtési rendszer energiahatékonyságot növelő átalakítása nagymértékben függ az épület korától és kialakításától, valamint az elérhető energiaforrásoktól és azok árától is. A különböző épülettípusok esetében

lehetőségek széles választéka áll rendelkezésre, illetve azok különféle kombinációi is. Ezek egy része viszonylag egyszerű, mások azonban komoly átalakítást igényelnek.

A lakásonkénti egyedi fűtést lehetővé tévő kályhák legnagyobb problémája az időszakos fűtés, majd pedig a lakás ezzel járó időszakos kihűlése. Emiatt magas a páralecsapódás és a penészesedés kockázata, különösen a hőhidak környékén. Az egyik lehetséges megoldás ebben az esetben a kályha lecserélése a lakásban automatikus pelletkazánra vagy biogáz kazánra, vagy házközponti fűtés kialakítása az épületben, szintén pellet vagy biogáz tüzeléssel. Az első opció lényegesen olcsóbb. Az utóbbihoz szükséges a ház csővezetékrendszerének cseréje és radiátorok vagy más fűtőtestek beszerelése, előnye azonban, hogy padlófűtéssel kombinálható.

A központi fűtéses lakásokban a tüzelőanyagtól függetlenül érdemes az áramlásszabályozó szelepeket hőszabályozó szelepekre cserélni (ezek az áramlást hőfok szerint szabályozzák). Ez egyszerű és megfizethető beavatkozás, amellyel akár 5 százalékkal mérsékelhető a hőenergia-fogyasztás, a lakás komfortszintjének csökkenése nélkül. A földgázkazánnal fűtött lakásokban a csővezetékek és fűtőtestek megváltoztatása nélkül le lehet cserélni a központi fűtőegységet kondenzációs kazánra. Ez a hőtermelés hatékonyságát akár 94-109 százalékra is növelheti, változatlan komfortérzet mellett.

20. ábra. Házi cirkófűtéshez használt korszerű kondenzációs kazán és fapellet kazán



A központi fűtés szilárd tüzelőanyagot használó (fa- vagy széntüzelésű) kazánját érdemes korszerűbb biomassza (pl. fapellet) üzemű kazánra cserélni. Ezek a modern szerkezetek teljesen automatikusak, így jelentősen – akár 30 százalékkal – hatékonyabbak, és egyszerre javítják a komfortérzetet és csökkentik a széndioxid-kibocsátást. Ez viszonylag alacsony költséggel jár és könnyen kivitelezhető. A fűtési rendszer többi eleme – a csővezetékek és fűtőtestek – minőségén szükség esetén sokat javíthat a hőszabályozó szelepek beszerelése. Az eredetileg tűzifa vagy szén tárolására használt tér pedig ugyanúgy alkalmas a fapellet tárolására is – ennek felújítása kizárólag a lakó igényeitől és lehetőségétől függ.

A soklakásos tömbök jellemzően viszonylag új építésűek, a lakások általában távfűtésrendszerre vannak kötve. Az épületek központi kazánja többnyire földgázzal, ritkább esetben fűtőolajjal működik. Az ilyen soklakásos épületekben ritkán történik csere vagy átfogóbb felújítás, mivel ez igen összetett folyamat, ami messze túlmutat a pusztán műszaki tartalom kihívásain. Elképzelhető azonban, hogy a lakóközösség egy vagy több tömbben olyan helyi távfűtésrendszert alakíttasson ki, ami helyi szinten generál hőt és biztosítja a fűtést és meleg vizet. Ez megint csak működhet földgázzal, biomassza tüzeléssel vagy biogázzal.

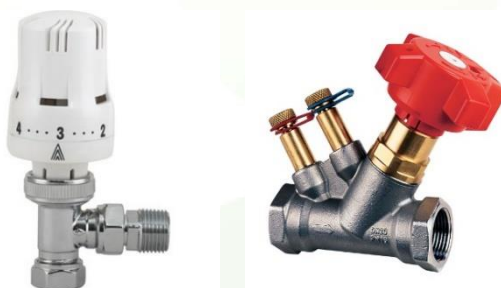
Ebben az esetben a ház meglévő csővezetékrendszere, s azon keresztül a fűtőtestek egyszerűen átcsatlakoztathatók az új kazánházra. Ezzel összeköthető a házi melegvíz rendszer átalakítása, esetleg annak



kiegészítése napelemes vagy napkollektoros energiatermeléssel. Ez komplex és költséges beavatkozáscsomagot jelent, hosszú megtérülési idővel.

A hőforrás megváltoztatásán (a kazánház vagy a házközponti fűtés átalakításán) kívül léteznek egyszerűbb és költséghatékonyabb beavatkozások is a hőelosztás energiahatékonyságának javítására. Az egyik legegyszerűbb a fent már említett hőszabályozó szelepek beszerelése. A fűtőtestek hatékonysága sokat romolhat, ahogy idővel a keringő vízből vagy a korrodálódó fémfelületekből kioldódó anyagok vagy szennyeződések lerakódnak azok belsejében. A fűtőtest leszerelése és tisztító öblítése a kiinduló állapottól függően 1-5 százalékkal növelheti annak hatékonyságát. A fűtési rendszer szabályozása kézi vagy automatikus szelepekkel szintén 1-3 százalékot javíthat a rendszer hatékonyságán, aminek pontos mértéke a rendszer összetettségétől és állapotától függ.

21. ábra. Hőszabályozó szelep és nyomáskiegyenlítő szelep



Egy további lehetséges beavatkozás a hagyományos keringetőszivattyúk elektronikus vezérlésűre cserélése. Ez nem közvetlenül a fűtési rendszer, hanem az elektromos áram energiafelhasználását teszi hatékonyabbá. Az elektromos vezérlésű keringetőszivattyúkon igény szerint különböző programokat lehet beállítani, amivel a programtól és a rendszer komplexitásától függően a felhasznált elektromos áram 25-50 százaléka is megtakarítható. Ezek a szivattyúk lényegesen drágábbak a hagyományosaknál, de a beüzemelésük viszonylag egyszerű, és nem szükséges hozzá a rendszer más elemeinek átalakítása.

22. ábra. Elektronikus vezérlésű hőszivattyúk



A fent leírtak mellett az is fontos, hogy a felújítás után a lakó életmódjában, magatartásmintáiban is alkalmazkodjon a fűtési rendszer változásaihoz. Érdemes a lakás fűtését a helyiségek funkciója szerint szabályozni, a tereket ennek megfelelően használni, valamint figyelni a megfelelő szellőztetésre. Vannak esetek, amikor a fűtési rendszer jelentős energiahatékony felújítása után a lakók nem változtattak addigi

életmódjukon, így a felhasznált energia mennyiség – és költsége – még nőtt is. A biomassa vagy fapellet fűtésre való áttéréskor pl. vigyázni kell a fűtőanyag megfelelő tárolására, a vizesedés megakadályozására.

A fűtési és hőelosztó rendszer cseréje vagy átalakítása tehát komplex és pénzigényes, az épület hőszigetelésének fejlesztése ehhez képest jelentősen költséghatékonyabb beavatkozás. Figyelembe kell azonban venni azt is, hogy a fűtési rendszer megújítása nem csupán az energiafelhasználás hatékonyságát növeli, hanem emellett csökkenti a szennyező anyagok kibocsátását, és nagyobb hatékonysággal javítja a lakó komfortérzetét. Ezek nehezen számszerűsíthető, de fontos hozzáadott értékek.

5. Háztartási melegvíz

A háztartási melegvíz a fürdőben, zuhanyzóban és konyhában használatos melegített csapvizet jelöli. A lakások vízmelegítő rendszere jellemzően áram vagy földgázüzemű (az utóbbi általában a fűtési rendszer kazánja is). A házi melegvíz a melegítő tartályban gyakran legalább 50-55 fokos, bár léteznek csak 40 fokig melegítő bojlerok is. Léteznek hagyományos és innovatív vízmelegítő rendszerek. A hagyományos megoldás vagy (elektromos vagy gázüzemű) távfűtéssel megoldott, vagy házi kazán melegíti a vizet, a korszerűbb megoldások pedig jellemzően tartályos rendszerben működnek.

A távfűtéssel működő hagyományos rendszerek elektromos energiaforrás esetén ellenállást generálnak, vagy a gáz belobbanásával állítanak elő többlethőt. Ez csupán korlátozott mennyiségű melegvíz előállítását teszi lehetővé, a hőveszteség azonban minimális, mert az így keletkező melegvizet a lakó azonnal felhasználja.

A vízmelegítő bojlerok általában 30 és 100 liter közöttiek. A víz melegítése és tárolása hőszigetelt tartályban történik, valamekkora hőveszteség ilyenkor elkerülhetetlen. A bojler szabályozását azonban be lehet állítani úgy, hogy egy bizony hőfok alá eső vizet azonnal újra melegíteni kezdje. A tartályos rendszer lehetőséget teremt a csúcsfogyasztási és az olcsóbb időszakok kihasználására is.

A vízmelegítő rendszerek hatékonysága nagyon különböző lehet, a villanybojlerok egy részénél a felhasznált energia hasznosításának 30 százalékát sem éri el. A gázüzemű kondenzációs vízmelegítők esetében ez az érték 60 százalék fölötti, míg a legkorszerűbb berendezések esetében a 90 százalékot is elérheti. A hatékony energiafelhasználást a vízmelegítő elhelyezése is befolyásolja, mint ahogy a tényleges használt víz hőmérséklete is, és az is, hogy milyen hosszú utat kell a melegített víznek a házi vezetékhálózaton megtennie. A hatékonyság becslésekor feltételezzük, hogy a hagyományos vízmelegítő berendezés a saját optimális teljesítményén működik, különösen elektromos vízmelegítő esetében. Nehéz a teljesítményük javításához hathatós intézkedéseket javasolni; a víztartály hőszigetelésének vastagítása pl. egyéb problémákat generálna.

23. ábra. Hagyományos elektromos vízmelegítő kazán és gázkazán



Ezért is indokolt sok esetben az innovatív vízmelegítő rendszer telepítése. A legkorszerűbb berendezések hőpumpával, napkollektorral generált árammal, vagy a kettő kombinációjával működnek. A melegvíz ebben az esetben is tartályban van és igény szerint használható. Ebben az esetben is keletkezik tehát hővesztesség, de mivel a rendszer egésze sokkal energiahatékonyabban működik, a melegvíz így is olcsóbbá válik.

A magas energiahatékonyágú épületek esetében gyakori, hogy a vízmelegítéshez szükséges energia az átlagosnál nagyobb arányt tesz ki az összes felhasznált energiaigényen belül. A megújuló forrás, pl. szél vagy napenergia hasznosítása jelentősen csökkentheti az épület primerenergia-szükségletét. A tartályos vagy hőpumpás házi vízmelegítés is jól megoldható függőleges forgástengelyű szélturbinával vagy napkollektorral generált árammal.

24. ábra. Innovatív energiaforrások háztartási melegvíz előállításához: napkollektor és napelem



Ez a két megújuló energiaforrás egy épület esetében együttesen alkalmazva jól kiegészíti egymást: az egyik sokszor éppen akkor működik magasabb teljesítménnyel, amikor a másik alacsonyabb hatásfokú. Az őszi és téli időszakban a hasznosítható napenergia szintje jelentősen lecsökken, ilyenkor viszont a szélgenerátor a jellemző időjárási körülményeknek köszönhetően magasabb átlagos hatásfokon működik. A tavaszi-nyári időszakban pedig fordított a helyzet: a napos órák száma megnő, a napsugárzás sokkal intenzívebb, így jobban érvényesül a napelemmel vagy napkollektorral generált energia. A légtömeg mozgása ilyenkor lelassul, az alacsonyabb átlagos szélsébség miatt pedig a szélgenerátor csak kevesebb áramot termel.

Ezek a megújuló energiaforrások a hőpumpás házi vízmelegítő rendszerek energiaszükségletének nagy részét is képesek fedezni. Ha az alacsonyabb energiaszükségletű napokon áramtöbblet keletkezik, az felhasználható a tartályban tárolt melegvíz hőmérsékletének fenntartására. Így az épület egészében kevesebb elsődleges tüzelőanyagot kell felhasználni a teljes energiaszükséglet fedezéséhez. A megújuló energiaforrások beüzemelése azonban komolyabb anyagi ráfordítást igénylő komplex beavatkozás. Az



esetek nagy részében a megtérülési időszak sem rövid, bár ez függ a rendszer komplexitásától, a lakók (felhasználók) számától és a használat intenzitásától is. A nagyobb, több lakásos épületekben ezért az ilyen típusú beavatkozás könnyebben megvalósítható.

Ha egy területen a szél- és napenergia kevésbé jól hasznosítható, a megújuló energiaforrásokat alkalmazó rendszerek telepítése gazdaságtalan lehet. Ebben az esetben érdemes megvizsgálni a távhőrendszerben fűtött háztartási melegvíz használatát, és az egyes lakásokban magas hatásfokú melegvítartály telepítésének lehetőségét. Ez olcsóbb megoldás, de nem mindig kivitelezhető, és nem minden esetben ez a legköltséghatékonyabb megoldás, mivel a víz távhőrendszeren keresztüli fűtése lényegesen drágább, mint a hely vízmelegítés megújuló energiaforrások bevonásával.

6. Áramfogyasztás

A lakóépületekben az elektromos áram számos módon hasznosul. A már tárgyalt vízmelegítés mellett a legfontosabb felhasználási területei a világítás, a háztartási gépek üzemeltetése, a személyi számítógépek és más elektronikus eszközök használata, és a helyiségek klimatizálása (vagy légkondicionálás).

A *világításhoz* a többlakásos épületek többségében továbbra is hagyományos izzókat alkalmaznak, különösen a közös tulajdonú terekben. Ezek az izzók olcsók, a hatékonyságuk azonban mindössze 10 százalékos, azaz a felhasznált energia 10 százalékát használják fel világításra – a fennmaradó részt hőtermelésre fordítják. A kompakt fénycsövek (CFL-i) hatékonyabbak, ezek tulajdonképpen a neon fénycsövek rövidebb, csavarodó változatai. Mivel a hagyományos izzóknál kevesebb áramot használnak, a magasabb áruk kevesebb, mint kilenc hónap alatt megtérül. A kompakt fénycsövek különböző színekben kaphatók, manapság már könnyen megtalálhatók azok a melegebb (sárga vagy fehér) fényű fénycsövek is, amelyek a gyártás korábbi szakaszaiban ritkábbak voltak. Egy részük fényvisszaverő belső borítást kap, hogy még jobban tudja szórni a fényt. A fénycsövek azonban alacsony mennyiségű higanyt tartalmaznak, ezért az élettartamuk végén mindenképp megfelelő szelektív hulladékgyűjtőben kell elhelyezni.

25. ábra. LED fényforrások



A fénykibocsátó diódák vagy LED fényforrások (light emitting diodes – LED) szilárdtest-világítással működnek: olyan félvezetők, amelyek az elektromos energiát fénné alakítják. A LED fényforrások a hagyományos izzókhoz képest ötödannyi energiát használnak, és 15-25-ször olyan hosszú az élettartamuk. A halogén izzókhoz képest negyedannyi áramot használnak fel és 8-25-szörös az élettartamuk.

26. ábra. LED-es lámpák



A LED izzók számos fajtája elérhető a piacon, amelyekkel helyettesíthetők a 40, 60 és 75 wattos hagyományos izzók, a süllyesztett mennyezeti világításban használt izzók, a mennyezeti sínes világítás, az izzós asztali lámpák, a konyhai beépített fényforrások, és kültéri izzók. Különbféle színekben és csatlakozótípusokkal kaphatók, egy részük pedig szabályozható fényerősségű, ami különösen fény- vagy mozgásérzékelővel összekapcsolva hasznos. A LED-es világítórendszerek kültéri világításra épp úgy alkalmasak, mint beltérben, mivel élettartamuk hosszú, és az alacsony hőmérséklet nem befolyásolja a működésüket. A LED-es izzók drágábbak, de még így is megtakarítást eredményeznek hosszabb működésüknek és lényegesen alacsonyabb energiaigényüknek köszönhetően.

A mozgásérzékelő a LED-es világítás hasznos kiegészítője lehet. A lakáson belül sok haszna ugyan nincs, de kültéren vagy a társasház közös tereiben (pl. lépcsőházban, liftben) nagyban segítheti a világítás hatékony kihasználását.

A *háztartási gépek* alatt a háztartásokban széles körben elterjedt háztartási gépeket értjük, pl. a konyhai vagy barkácsoláshoz használt robotgépeket. A lakóknak nem sok szavuk van ezek tervezésében, mivel a tervezési folyamatban csupán felhasználóként jelennek meg. Így is érdemes azonban alacsony áramigényű, energiahatékonyabb eszközöket vásárolniuk. Az energiafogyasztási címkézéssel kapcsolatos oktatás az energiahatékonyt növelő magatartásbeli beavatkozások fontos eleme lehet.

A *személyi számítógépek* és *más elektronikai eszközök* mára a mindennapi élet megkerülhetetlen részei. A hagyományos háztartási robotgépekhez képest alacsony energiafogyasztásúak, azonban (sokszor) a nap minden órájában üzemelnek, ezért összességében a háztartási energiafogyasztás lényegi elemei. Javasolható, hogy a lakók kikapcsolják a nem használt elektronikai eszközöket, vagy olyat vásároljanak, amely nem használt állapotban automatikusan kikapcsol.

A *klimatizáció* vagy *légkondicionálás* energiafelhasználásának szintje az elmúlt években sok figyelmet kapott. Mivel jelentősen nőtt a komfortos beltéri hőmérséklet iránti igény, már nem csupán a téli hónapok alatti fűtés, de a nyári időszakban a légkondicionálás is alapvető szükségletnek számít. Egyes kutatások arra mutatnak, hogy a klimatizáció a nyári időszakban még több energiát emészthet fel, mint a téli fűtési szezon. A légkondicionálásra sajnos egyelőre nem létezik energiahatékony alternatíva.

Az osztott rendszerű légkondicionáló berendezés – ez jelenthet többszörösen osztott rendszert is – minden olyan helyiséget külön tud hűteni, amelyben elhelyezésre kerül beltéri egység. Ez egy viszonylag egyszerű és megfizethető opció. Így azonban nem megoldható a lakóépület egészének klimatizálása, ami szükséges lenne a teljes körű komfortérzethez. A házközponti klíma egy központi klímaberendezéshez és

szellőzőrendszerhez csatlakoztatja a lakásokat, így az egész társasház hőszabályozását képes ellátni. Ez azonban komplex és magas költségű beavatkozás. Végeredményben az egyes társasházak esetében külön-külön, az igényekhez és lehetőségekhez igazodva kell megválasztani a megfelelő műszaki megoldást. Ehhez figyelembe kell venni az épület szerkezetét, korát, a lakók számát, és az esetleges komplexebb rendszer kiépítéséhez rendelkezésre álló teret is.

27. ábra. Osztott rendszerű légkondicionálás: beltéri (fogyasztásmérővel ellátott) egység és kültéri egység



Ha a lakók mindenképp szeretnék a lakásban légkondicionáló rendszert telepíteni, úgy érdemes ügyelniük a kiválasztott berendezés minél magasabb szintű energiahatékonyására. Jelenleg a legjobb választás az inverteres klímaberendezés, amely fűtésre is használható. Az energiatudatossággal kapcsolatos képzés ebben az esetben is hasznos lehet.

7. Áttekintés

Amint az eddigiekből kiderült, eszközök széles tárháza áll rendelkezésre az energiahatékonyság növelésére többlakásos társasházakban is, amelyek köre az egyszerűbb beavatkozásoktól az összetett, szinte teljes felújításig terjedhet. Ezek eltérő mértékű anyagi ráfordítást igényelnek, és eltérő szinten is javítják az épület energiahatékonyosságát. Ezen túlterjedő előnyökkel is járnak, mint például a károsanyag-kibocsátás csökkenése vagy a jobb hőmérséklet szabályozás. Az egyes beavatkozások megtérülési ideje is változó. A 2. táblázat áttekinti a javasolt beavatkozásokat és azok egyszerű megtérülési idejét. Ezek az adatok azonban általánosak és tapasztalaton alapulnak, így a gyakorlatban a hasonló beavatkozások akár nagyobb mértékben is eltérhetnek ettől. A tényleges megtérülési idő a befektetett pénz nagyságán és az energiaárakon is múlhat, mint ahogy a különböző beavatkozások kombinációján is. A tényleges költség és megtérülési periódus tehát az adott esetre vonatkozóan a pontos műszaki kivitelezési tervtől függ. Egyes lehetőségeknek, mint pl. a számlázási rendszer megváltoztatása, nem járnak költséggel, így természetesen megtérülési idejük sincs.

2. táblázat. Az energiahatékonytató növelő társasházi beavatkozások áttekintése

Rövid leírás	Egyszerű megtérülési idő (év)
Magatartásbeli és jogszabályi változások	
Változó felhasználói viselkedésminták, elkötelezetté válás	n/a
Huzatmentesítés	<1



Rövid leírás	Egyszerű megtérülési idő (év)
Hőszigetelő ablakfólia	<1
Energiafogyasztást mérő műszerek	1-2
Fűtőtest mögé helyezett hőtükör	1-2
Számlázási rendszer átalakítása	n/a
A külső térelhatárolók hőszigetelése	
Külső falak hőszigetelése	3-10
Tető és plafon hőszigetelése	6-16
Padlószigetelés	4-26
Nyílászárók cseréje	8-15
Fűtési rendszer	
Szilárd tüzelőanyag kályha pelletkazánra cserélése	n/a*
Szilárd tüzelőanyag kályha gázkazánra cserélése	n/a*
Szilárd tüzelőanyag kályha fapelletkazános cirkófűtésre cserélése	n/a*
Szilárd tüzelőanyag kályha gázkazános cirkófűtésre cserélése	n/a*
Hagyományos gázkazán kondenzációs kazános cirkófűtésre cserélése	12-20
Hagyományos fával vagy szénrel üzemelő központi fűtés pelletesre cserélése	n/a*
Hagyományos fával vagy szénrel üzemelő központi fűtés gázkazános fűtésre cserélése	n/a*
A hagyományos fűtési rendszer inverteres klímarendszerre cserélése	12-23
A hagyományos fűtési rendszer cseréje hőpumpás rendszerre alakítása	8-15
A távfűtési rendszer átállása fosszilis tüzelőanyagról pelletkazánra	10-16
Hőszabályozó szelepek üzembe helyezése	13-30
Hőkiegyenlítő szelepek üzembe helyezése	18-40
A hagyományos keringetőszivattyúk elektronikus vezérlésűre cserélése	3-10
Háztartási melegvíz	
Napkollektoros vízmelegítő rendszer	12-16
Hőpumpás vízmelegítő rendszer	14-18
Kombinált napkollektoros-hőpumpás rendszer	11-14



Rövid leírás

Egyszerű megtérülési idő (év)

Házi szélgenerátorral kiegészített kombinált napkollektoros-hőpumpás rendszer	8-11
---	------

Áramfogyasztás

Hagyományos izzók cseréje LED izzókra	1-3
Legmagasabb (A+ és A+++ közötti) energetikai tanúsítvánnyal rendelkező háztartási gépek használata	3-15
Energiahatékony számítógép és elektronikai eszközök használata	5-12
Hagyományos klíma cseréje magas hatékonyságú inverteres rendszerre	3-8

*: a javasolt beavatkozás drágább energiaforrásra való áttéréssel jár. A beavatkozás így energiahatékony, de pénzügyi szempontból nem térül meg. Érdekes más, pénzügyi szempontból is előnyös beavatkozásokkal kombinálni.

Végül érdemes leszögezni, hogy az áttekintő táblázat csupán a számszerűsíthető, és jellemzően pénzben is kifejezhető adatokat foglalja össze. Nem vonatkozik azonban a közvetett előnyökre, mint például a csökkenő szennyezés, az egészségügyi előnyök, és a zöld technológiák által teremtett új munkahelyek.



ComAct

Közösségi
Lépések az
Energiaszegénység
Leküzdésére



LVOA

ALLIANCE OF
LITHUANIAN CONSUMER
ORGANIZATIONS



[@ComActProject](https://twitter.com/ComActProject)



[ComAct project](https://www.facebook.com/ComAct.project)

www.comact-project.eu



Ez a projekt az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs programja keretében részesült finanszírozásban, a támogatási szerződés száma: #892054.