

Innovatív megoldások elterjedése a fenntartható építkezés jegyében

Kézikönyv

6

Aktív megoldások



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

6

Aktív megoldások

A hálózati villamos energia, a vezetékes gáz fogyasztásának csökkentésére három lehetőség van:

- ▶ A ház tervezésekor, építéskor törekszünk a minimális energiafogyasztás biztosítására – ezek a passzív megoldások.
- ▶ Energiatakarékos berendezéseket, háztartási eszközöket használunk, és azokat is takarékosan, környezettudatosan üzemeltetjük.
- ▶ Megújuló energiaforrásokat telepítünk és használunk.

Utóbbi kettő az aktív megoldások közé tartozik és az épületgépészeti rendszerek körébe tartoznak. Ezek nem egymást kizáró megoldások, az igazi az, ha mindhárom lehetőséget kihasználjuk.

Épületgépészeti rendszereknek nevezzük a lakóépületben található összes gépészeti, gáz-, elektromos-, fűtési, légkondicionáló, szellőztető, lift-, vízvezeték-, életbiztonsági, telekommunikációs és egyéb rendszereket.

A következő fejezetben rövid áttekintést adunk a leggyakoribb épületgépészeti rendszerekről és azok környezetterheléséről.

6.1 Fűtés, hűtés, szellőztetés

a. Fűtési rendszerek

A fűtési rendszer egy mechanizmus az otthon hőmérsékletének elfogadható szinten tartására a hőenergia felhasználásával. Gyakran része egy HVAC (fűtés, szellőzés, légkondicionálás) rendszernek. A fűtési rendszer lehet központi fűtési rendszer vagy elosztva minden helyiségben.

Minden fűtési rendszer egy **hőtermelő** és egy **hőleadó** részből áll. A központi fűtési rendszerekben a két rész el van választva egymástól. Például a központi fűtési rendszerrel felszerelt otthonokban a hőt általában központilag gázkazán vagy hőszivattyú hozza létre. Ezt a hőt ezután forró vízként továbbítják a csövekbe az egyes helyiségek felé, hőleadóként radiátorokat vagy padló alatti csővezetékeket használva.

A hőleadók esetében a radiátorok kivitelezése általában egyszerűbb, ezért gyorsabb és olcsóbb, mint a felületfűtés. A padlófűtés bekerülési költsége sokkal nagyobb, azonban ezért egy jóval nagyobb fűtőfelületet kapunk. Ez egyrészt komfortosabb, mert nincs akkora hőingadozás, valamint gazdaságosabb fenntartási költséget jelent, mert kisebb víz hőmérséklet is elegendő. A jelenleg forgalomban kapható hőtermelők (kazánok, hőszivattyúk) ugyanis alacsony hőmérsékletű fűtővíz előállításával gazdaságosabban működnek.

Egy új családi háznál a leggyakoribb hőtermelők a következők: kondenzációs gázkazán, hőszivattyú illetve a faelgázosító vagy vegyes tüzelésű kazánok.

Talán a legelterjedtebb hőtermelő a **kondenzációs gázkazán**, amely új berendezések esetén az előírások szerint legalább 86%-os hatásfokkal rendelkezik. Ez a gőz lecsapódásából (kondenzációjából) és a forró füstből származó hő a fűtésből visszaérkező kihűlt vizet melegíti elő. Ennek azonban az a feltétele, hogy **minél hidegebb hőmérsékletű fűtővíz térjen vissza a hőleadóktól**. Emiatt előnyösebbek a felületfűtések, úgymint a padlófűtés, falfűtés, esetleg a mennyezeti fűtés. Ha erre nincs lehetőség, akkor legalább törekedni kell arra, hogy **a szükségesnél nagyobb felületű radiátorok legyenek beépítve**, az alacsonyabb visszatérő hőmérséklet és ezáltal gazdaságosabb fűtés érdekében.

A **vegyes tüzelésű kazán** gazdaságos választás lehet olyan vidéki helyszínen, ahol saját vagy olcsó fával tüzelhetünk. Ezeket a kazánokat azonban a jövőben már nem fogják engedélyezni, mert sokan olyan anyagokat is eltüzelnek benne, amelyet nem lenne szabad. A nedves tűzifa, és a különféle vegyes hulladékok égetése nagyon veszélyes szennyezőanyagok kibocsátásával jár. A **faelgázosító**nak már sokkal igényesebb és extra alacsony nedvességű faanyagra van szüksége a megfelelő működéshez. Ezek a kazánok magas hőmérsékletű fűtési vizet állítanak elő – radiátoros hőleadókhöz jó párosítás. Ha felületfűtéshez

is használjuk, akkor mindenképpen keverni kell a fűtési vizet a visszatérő fűtési vízzel, így a hatásfok emiatt csökkenni fog. Közbülső puffertároló beépítése a hőtermelő és a hőleadó közé feltétlenül szükséges.

Felújításnál és új építésnél is egyre nagyobb az érdeklődés az **elektromos kazánok** iránt. Ennél ugyanis nem kell a gáznál megszokott engedélyezési folyamaton végigmenni és nem keletkezik füstgáz sem, amit el kellene vezetni, ráadásul radiátoros fűtéshez is megfelel. Itt is a legfőbb hátrány viszont az, hogy jelenleg a villamos energia a legdrágább energiahordozó.

Emellett vannak olyan fűtési rendszerek, ahol egy berendezésen belül található a hőtermelő és a hőleadó egység is, pl. a fűtésre is alkalmas **klímák** vagy **elektromos hőszugárzók**. Ezek családi házakban kevésbé válnak be, inkább irodákba vagy nyaralókba ajánlhatók. Az elektromos **kandallók**, vagy elektromos hőszugárzók pedig általában csak kiegészítő szerepet töltenek be.

Újabban megjelentek az olcsó telepítésű **fűtőkábelek**, **fűtőfóliák** és infrapanelek is a kínálatban. Mivel villamos energiát használnak fűtésre, a felhasználónak sokkal magasabb energiaárat kell fizetnie, mint a földgázért vagy a tűzifáért. Másrészt a megújuló energiát termelő rendszerekkel, például napelemekkel kombinálva az üzemeltetési költségek versenyképesek lehetnek.

A hőszivattyúk is áramot használnak, de 3-4-szer hatékonyabbak, mint a többi elektromos fűtési lehetőség. A hőszivattyúk ugyanis összegyűjtik a hőt a talajból vagy a levegőből, és azt koncentráltan használják fel.

Kondenzációs gázkazán

A gázkazánok néhány országtól eltekintve a legelterjedtebb fűtési rendszerek Európában. Ezek közül ma már többnyire csak a legjobb hatásfokú, kondenzációs kazánokat használják. Kényelmi és levegőtisztasági szempontból is az egyik legjobb választás és megfelelő hőszigetelés mellett az egyik legolcsóbb megoldás. Olcsósága és megbízhatósága miatt más fűtési rendszer szinte csak akkor jön szóba, ha a gázkazán létesítése valamiért nem lehetséges vagy nagyon drága átalakításokat igényel (pl. új kémény). Komoly hátránya, hogy a földgáz nem

megújuló energiaforrás és ráadásul a legnagyobb részét importálni kell Európába. Emellett a használata nagy mértékben hozzájárul a klímaváltozáshoz. Emiatt az Európai Unió több országa a földgáz teljes kivezetése mellett döntött és a hosszú távú stratégiákban Magyarországon is a földgáz felhasználás fokozatos csökkentése a cél. Az esetleges jövőbeni gázáremelkedéstől tartva, illetve klímavédelmi okokból egyre többen választanak helyette más fűtési rendszereket. Egyéb szennyezőanyagokat tekintve a gáztüzelés ugyanakkor a viszonylag tisztábbak közé tartozik, hiszen sem szállópor, sem nitrogénoxidok vagy kénoxidok nem keletkeznek nagy mennyiségben.

Környezetterhelés az életciklus alatt

A gyártás és telepítés magában foglalja nem csak a kazán, hanem a működéshez szükséges kémény, égéslevegő-bevezetésre stb. szolgáló berendezések gyártását és beépítését. Mindezekkel együtt ez a szakasz csak nagyon kis környezetterhelést jelent az üzemeltetéshez viszonyítva.

Az üzemeltetés szakaszba tartozik a földgáz kitermelése, szállítása és eltüzelése, a karbantartás és esetleges alkatrészcserek. Környezeti szempontból a legfontosabb maga a földgáz elégetése, hiszen ahogy említettük, a földgáz nem megújuló energiahordozó. Minden köbméter földgáz elégetéséből kb. 2 kg széndioxid keletkezik. Ezen kívül a földgáznak még el is kell jutnia az otthonunkba: a földgáz kitermelése és szállítása során valamennyi földgáz elkerülhetetlenül a levegőbe kerül. Ez azért nagy baj, mert a földgáz egyik fő összetevője a metán, amely körülbelül harmincszor olyan erős üvegházhatással bír, mint a széndioxid.

Az élettartam végén a berendezések hulladékkezelése nem jelent túl nagy veszélyt a környezetre: a kazán és az egyéb segédberendezések java része könnyen újrahasznosítható anyagokból, főleg fémekből áll.

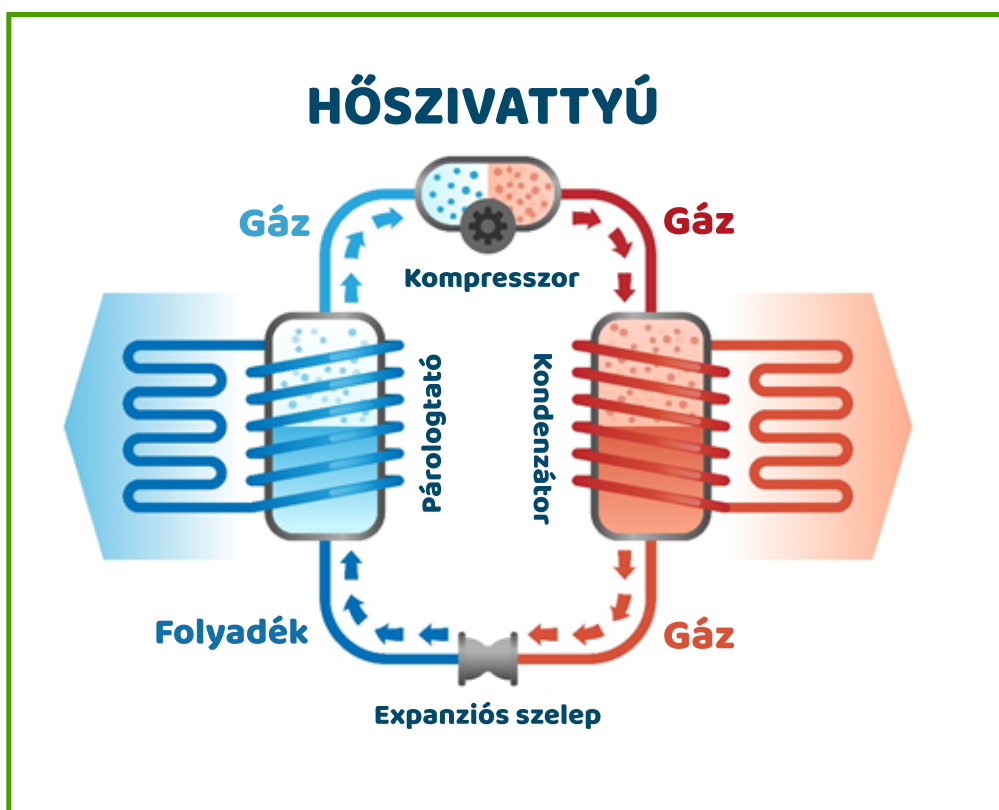
Hőszivattyú / légkondicionáló

Minden olyan gépet, amely a hidegebb helyről hőt von el és azt magasabb hőmérsékletű helyre szállítja, hőszivattyúnak nevezünk. Ilyen elven működik a mindennapi, megszokott hűtőszekrényünk és a légkondicionáló berendezések (klíma) is. Ha fűtésre használjuk, akkor a hőszivattyú - „fordított” hűtőszekrényként - a külső környezetből vonja el a hőt és a lakott térbe szállítja.

A hőszivattyút – kialakítástól füg-
gően - használhatjuk csak fűtésre, de
elérhetőek olyan típusok is, amelyek
nyáron hűtésre, továbbá a használati
melegvíz előállítására is alkalmasak.

A hőszivattyúban a folyékony munkaközeg az elpáro-
logtatón átáramolva elpárolog, miközben egy hőcserélő
segítségével felveszi a környezet (például a talajban le-
fektetett csövekből származó víz, vagy a kültéri levegő)
hőjét. Ezután egy kompresszorba, majd kondenzátorba
kerülve leadja a hőt, miközben felfűti az épületbe áramló
levegőt és ismét folyadék halmazállapotba kerül. Ezután
a körfolyamat előlről kezdődik.

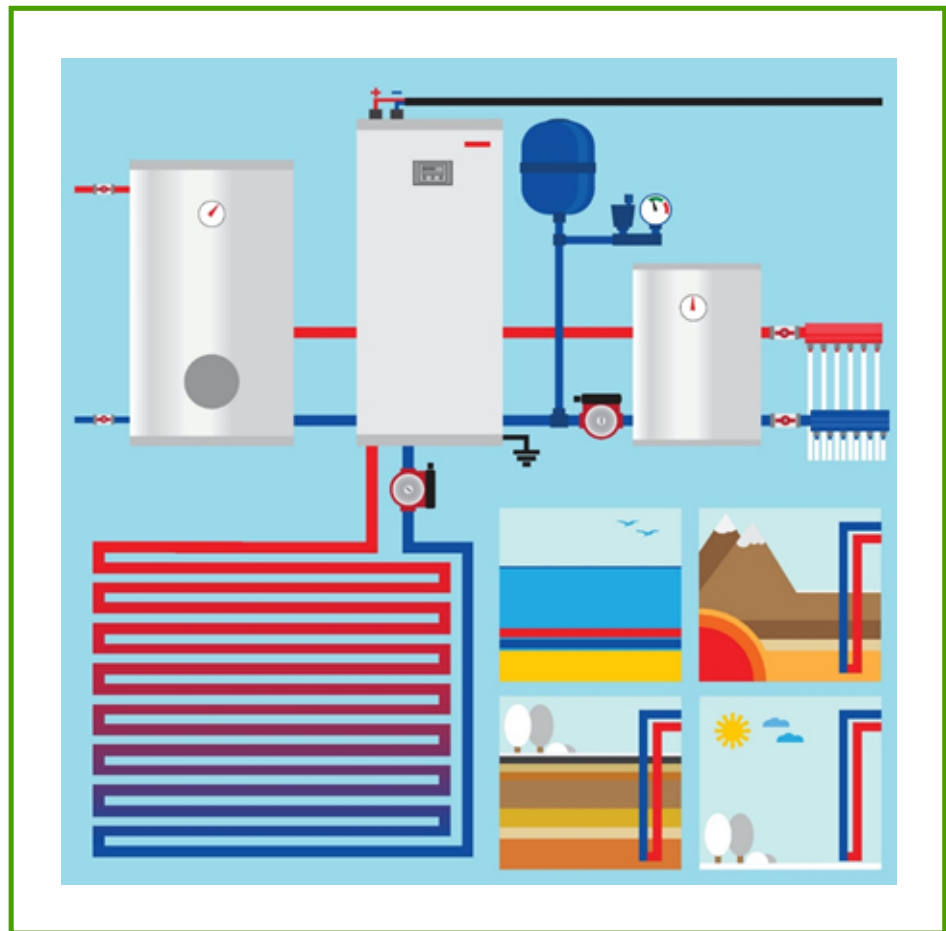
29. ábra:
Egyszerű
hőszivattyú
működési
elvé



A hőszivattyús fűtés esetén a hő forrása lehet a kültéri levegő, a talaj, illetve ha rendelkezésre áll, akkor akár felszíni vizek is. A víz-víz (kutas, nyíltvízes) hőszivattyúk közös tulajdonsága, hogy a felszín alatti vagy felszíni vizek hőjét hasznosítják és a felfűtött közeg is víz. Hasonlóan, a föld-víz rendszerek (talajkollektoros, talajszondás) a talaj, a levegő-víz hőszivattyúk pedig a kültéri levegő hőjét nyerik ki. A felfűtött közeg lehet közvetlenül a szoba levegője is, azaz nem melegvíz fűti az épületet, hanem közvetlenül meleg levegő befújásával történik a hőmérséklet beállítás. Ilyen esetben levegő-levegő, víz-levegő vagy föld-levegő rendszerekről beszélünk.

Többféle típusát különböztetjük meg attól füg-
gően, hogy honnan történik a hőelvonás és milyen
közeg segítségével. A három leggyakoribb típusa:
levegő-levegő, levegő-víz és a geotermikus válto-
zat. Ezek a külső levegő vagy a talaj hőjét gyűjtik
össze és a lakótér belsejébe juttatják.

30. ábra:
Egy tipikus
hőszivattyús
rendszer rajza,
puffertárolóval,
nyomásszeleppel
és elektromos
szivattyúval
együtt. A hő for-
rása különböző
lehet, például
levegő, talaj
vagy egy tó



A legelterjedtebbek manapság a levegő-víz rendszerek a többihez viszonyítva kisebb beruházási költségük miatt.

A hőszivattyú működéséhez villamosenergia szükséges. Minden, piacon kapható hőszivattyúnak megadják a COP értékét, amely megadja, hogy mennyi hőenergia termelődik egy egység villamosenergia elfogyasztásával. A COP értéke nem állandó egész évben, mivel minél nagyobb hőmérsékletkülönbséget kell legyőznie, annál rosszabb lesz a hatásfok. Emiatt például a talajszondás rendszerek télen kevesebbet fogyasztanak, mint egy ugyanakkora hőteljesítményű levegős hőszivattyú, hiszen a talaj mélyebb rétegei sosem hűlnek le annyira, mint a környezeti levegő. Ugyanígy, nagyobb a hatásfoka akkor is, ha alacsonyabb hőmérséklet elegendő a megfelelő fűtéshez, például padlófűtés esetén.

Ezért érdekesebb az SCOP értéket keresni, ami megadja a teljes fűtési szezonra vonatkozó hatásfokot. A COP értéke nagyon fontos a hőszivattyú kiválasztásánál, hiszen minél nagyobb ez a szám, annál jobb hatásfokú a gép. Ez a hőszivattyúk energiahatékonysági címkéjén megtalálható a „SEER” hűtésre vonatkozó hatásfokkal együtt. Minél nagyobb ez a szám, annál jobb a hőszivattyú hatásfoka.

A klímák és hőszivattyúk környezeti hatásai

Gyártás és telepítés

A hőszivattyú és a hűtőközeg gyártása anyag- és energiaigényes folyamat, így a teljes életciklus alatti környezetterhelés majd felét is elérheti. A több anyagot felhasználó és nagyobb telepítési munkálatokkal járó föld-víz rendszerek gyártása és telepítése károsabb a környezetre, mint a levegő-víz hőszivattyúké, viszont az üzemeltetés során kisebb terhelést jelentenek, hiszen kevesebb áramot használnak fel.

Üzemeltetés

Bár a hőszivattyúk használata közben nem keletkezik füst, a felhasznált villamos energiát is meg kell termelni. A hőszivattyúknak üzemeltetés közben tehát közvetett módon – az erőműveken keresztül - ugyanúgy lehetnek kibocsátásai, mint más fűtési rendszereknek, legfeljebb nem látjuk. Az, hogy ez hogyan aránylik a földgázzal vagy biomasszával való fűtéshez, leginkább attól függ, milyen erőmű termeli meg az áramot. Nyilvánvaló, hogy ez azokban az országokban a legnagyobb, ahol a villamosenergia nagy része fosszilis tüzelőanyagokból (például szén vagy földgáz) származik. Ilyen esetekben előfordulhat, hogy a kondenzációs gázkazán összességében kevésbé terheli a környezetet, mint a hőszivattyú. Ezzel szemben ott, ahol a villamosenergia nagy hányadát megújuló energiaforrásokat használó, például nap-, szél-, vagy vízerőművek állítják elő, a hőszivattyú kibocsátása sokkal kisebb, mint egy gázkazáné. Emiatt a hőszivattyús fűtés - ha az anyagiak megengedik - jól párosítható napelemes rendszerekkel, amelyek a megújuló energiát szolgáltatják a berendezés működéséhez. Mivel a jövőben mindenhol a megújulók térnyerése várható, karöltve a hőszivattyúk hatásfokjavulásával, ezért minden bizonnyal az egyik leginkább környezettudatos fűtési módnak fog számítani.

Hűtőközeg szökés

Minden hőszivattyúban különleges hűtőközeget használnak, amelynek a mennyisége 1-2 kg körüli. Ez a hűtőközeg az évek alatt nagyon lassan szivárog, így előfordulhat, hogy után kell tölteni. Ezek a hűtőközegek nagyon erős klímaváltozást okozó gázok, így még néhány kg is több száz vagy több ezer kilogramm széndioxidnak felel meg. Mivel átlagosan a hűtőközeg fele elszivárog a berendezés élettartama alatt, így ez nagyon jelentős környezeti hatást jelent, akár a teljes karbonlábnyom egynegyedét is elérheti!

Leszerelés és hulladékkezelés

A hőszivattyú fő berendezései anyagában újrahasznosíthatóak, ezért környezeti szempontból előnyös a hulladékkezelésük. Ez alól kivételt a műanyag csövek, idomok, alkatrészek képeznek, amelyek hulladékégetőben elégetésre vagy hulladéklerakón lerakásra kerülnek az életciklus végén. A bontás és hulladékkezelés során előfordulhat, hogy a megmaradt hűtőközeg elszivárog, ezért ezt csak a megfelelő engedélyekkel rendelkező cégek végezhetik, ugyanúgy ahogy a beszerelést és karbantartást is.

Források

- VIRAL P. SHAH, DAVID COL DEBELLA, ROBERT J. RIES (2007): Life cycle assessment of residential heating and cooling systems in four regions in the United States.
- SIMONA MARINELLI, FRANCESCO LOLLI, RITA GAMBERINI, BIANCA RIMINI, Life Cycle Thinking (LCT) applied to residential heat pump systems: A critical review, Energy and Buildings, Volume 185, 2019, Pages 210-223, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.12.035>.

Faelgázosító kazán

A faelgázosító kazánban tűzifával vagy pellettel fűthetünk a berendezés kialakításától függően. A pelletált biomassza leggyakrabban fűrészporból és egyéb faipari hulladékokból készül. A faelgázosító kazánok hátránya lehet a változatos tüzelőanyag minőség, és a többi fűtési rendszerhez képest körülményesebb szabályozhatóság. Emellett külön kényelmetlenség, hogy a tüzelőanyag utánpótlásáról és a keletkező hamu elhelyezéséről folyamatosan gondoskodni kell. A pellet gyakorlati előnye a tűzifával szemben a könnyebb adagolhatóság és az ebből fakadó könnyebb szabályozhatóság, hátránya viszont a magasabb ár.

Ezen kazánok környezeti szempontból fontos előnye, hogy a tüzelőanyag szénttartalma növényi eredetű, azaz csak annyi szén bocsátunk ki amennyit a növény az élete során megkötött. Pellet tüzelésével tehát sokkal kisebb mértékben járunk hozzá a klímaváltozáshoz, mint a földgáz alapú vagy elektromos fűtéssel. Mégsem hívhatjuk "klímasemlegesnek", hiszen a faanyag kitermelése, a pelletgyártás és a szállítása mind-mind kibocsátásokkal jár. Továbbá az így eltüzelt faanyag a természetes körforgásból kikerül, azaz az élőlények számára értékes tápanyagot vonunk ki az erdőkből és más mezőgazdasági területekről. A biomassza égése során más légszennyező anyagok is keletkeznek: szállópor, kén-oxidok, nitrogén-oxidok, sósavgáz stb. Ezek a kibocsátások azért jelentősek, mert többnyire sűrűn lakott, települési környezetben történnek és így közvetlenül fejtik ki egészségkárosító hatásukat. A hagyományos fatüzeléshez képest viszont jobb a hatásfoka, kisebb a károsanyag-kibocsátása és jobban is szabályozható, kényelmesebb rendszer.

Elektromos fűtés

Elektromos árammal közvetlenül is lehet fűteni, bár leggyakrabban csak más fűtési mód mellé, kiegészítésként építik be. Ennek az az oka, hogy az üzemeltetése akár három-négy-szer annyiba is kerülhet, mint az egyéb fűtési módoknak. Cserébe viszont könnyen szabályozható, kényelmes, a beru-

Számos fajtája létezik, például a hőszigetelésen alapuló infrapanelek, a hőátadással működő olajradiátorok, és elektromos padló- és falfűtésre alkalmazható fűtőszőnyeg és fűtőkábelek, meleg levegőt előállító és a levegőbe fújó ventilátoros gyorsfűtő, hőtárolós kályha, elektromos kazán, a fürdőszobákban előszeretettel alkalmazott "törülközőszárító" radiátorok stb.

házási költsége alacsony, a kiépítése egyszerű, legfeljebb az elektromos hálózat bővítését igényelheti. Karbantartási igénye is minimális. Gyakran alkalmazzák akkor, ha a fő fűtési szezonon kívül - tavasz végén, ősz elején - szükséges némi plusz fűtés. Enyhe telű helyeken és kis energiaigényű, jól szigetelt házaknál akár a teljes hőigényt is elláthatja.

Környezeti szempontból előnyös tulajdonsága, hogy semmilyen káros légszennyező anyag nem keletkezik a használat helyszínén. Viszont, ahogy a hőszivattyúknál, itt is a környezeti hatásokat leginkább az határozza meg, hogy hogyan és milyen energiahordozó felhasználásával történik az elektromos áram termelése. Ezzel szemben kicsi a jelentősége magának a fűtésre szolgáló berendezés gyártásának és hulladékkezelésének. Az is majdnem mindegy, hogy milyen típusú (pl. radiátor, infrapanel stb.) rendszert választunk, sokkal fontosabb a felhasznált villamosenergia mennyisége és forrása. Mivel a villamosenergia előállítása jelenleg rengeteg kibocsátással jár, ezért az ezzel való fűtés csak olyan esetben javasolt, ha az épületet vagy annak egyes részeit csak időszakosan kell fűteni vagy néha kiegészítő fűtésre van szükség. Ha mégis villannyal szeretnénk fűteni, akkor érdemesebb a hőszivattyús rendszereket választani, amelyek háromszor-négyszer hatékonyabb módon használják fel a villamos energiát.

Távhő

A korszerű távhő-rendszerek sűrűn lakott települési környezetben az egyik leginkább környezetbarát megoldást jelenthetik. Legfontosabb előnye környezeti szempontból, hogy sokféle energiaforrásból lehet fedezni a hőigényeket, például az erőművek hulladékhőjével, földgáz vagy hulladék elégetésével, geotermikus vagy akár napenergiát hasznosítva. Emiatt sok európai nagyváros fejleszti intenzíven a távhőrendszereit és Magyarországon is számos példát találhatunk. A villamos energiához hasonlóan a távhő környezeti hatásait is az határozza meg, hogy milyen forrásból származik a hő. További fontos előnye, hogy a nagy központi fűtőműveket sokkal egyszerűbben és gazdaságosabban lehet szabályozni, ellenőrizni és kibocsátásokat csökkenteni, mint sok kicsi kazán esetében.

Összefoglalás

Minden bemutatott fűtési rendszerre jellemző, hogy a hőtermelő berendezés (kazán, hőszivattyú stb.) előállítása, gyártása környezeti szempontból szinte elhanyagolható. Ennél sokkal fontosabb, hogy miből és mennyi hőt kell megtermelni a használat során. A tüzfifa és pellet tüzelés klímavédelmi szempontból előnyösek, de sajnos a helyi légszennyezéshez nagyban hozzájárulnak. Célszerű lenne inkább a távfűtésben alkalmazni ezeket, mivel a nagy fűtőművekben sokkal könnyebb a füstgázokat megfelelő módon tisztítani.

A földgáztüzelés ennek pont az ellenkezője: sokkal tisztábban ég, ezért a légszennyezéshez csak kis mértékben járul hozzá, viszont nem megújuló erőforrás és elégetése komoly széndioxid-kibocsátással jár.

Az elektromos fűtés csak akkor jelent előrelépést az előzőekhez képest, ha az áram főleg megújuló forrásból származik. A hőszivattyúk nagyon hatékonyan alakítják át a villamos energiát hővé, de a hűtőközeg szökése ezt részben ellensúlyozza, tehát környezeti hatás szempontjából csak akkor veszik fel a versenyt a többi energiahordozóval, ha a felhasznált villanyt nagyrészt megújuló állítják elő.

Ne felejtsük: az a legjobb energia, amit nem kell megtermelni!

b. Szellőztetés

Manapság ha meglévő épület felújításáról, korszerűsítéséről van szó, akkor legtöbbször a nyílászárók cseréje és a homlokzati hőszigetelés, esetleg a régi fűtőberendezés korszerűbbre való cseréje valósul meg. Kevés szó esik a szellőzésről, sokszor elmarad annak tervezése is.

A régebbi fa nyílászárók - bár nem éppen energiatakarékos módon - de egyfajta szellőzést mégis biztosítottak csukott állapotban is. Éppen ezért új nyílászárókkal rendelkező épület esetén még nagyobb figyelmet kell fordítanunk a szellőzésre.

Köztudott, hogy manapság jóval több időt töltünk beltérben, mint a régi idők embere. A munkával, pihenéssel és a szabadidővel eltöltött órák 90 %-át általában zárt térben, zárt épületekben töltjük, innen vesszük a levegőt, amit belélegzünk. Nagyon fontos ezért a belélegzett levegő minősége. Ha nincs megfelelő szellőzése egy épületnek – mert például új nyílászárók vannak és nincs szellőző berendezés, ablakot nem nyitnak – akkor nagyon meg tud nőni a levegőben lévő páratartalom és a szennyezőanyagok mennyisége.

Egy átlagos lakásban keletkező szennyezőanyagok a lakók szokásaitól függően az alábbiak lehetnek:

- ▶ a kilégzés, konyhai tevékenységek, fürdés stb. vízgőz
- ▶ a kilégzés során keletkező szén-dioxid
- ▶ egyéb gázok és gőzök (pl. dohányzás)
- ▶ egyéb égéstermékek pl. gáztűzhely esetén
- ▶ szerves anyagok bomlástermékei, építő és burkoló anyagok kipárolgási termékei
- ▶ por, lebegő anyagok, pollen
- ▶ vírusok, baktériumok, gombák és spóráik
- ▶ konyhában és mellékhelyiségekben keletkező szagok

A levegőminőség lényeges összetevője a páratartalom. Az egészséges felnőtt ember számára a 40-60 százalékos páratartalom az optimális, mind a komfortérzet, mind az egészségmegőrzés céljából.

A kilégzéssel a pára mellett elég nagy mennyiségű széndioxidot juttatunk a levegőbe. A beltéri levegő maximum 1 ezrelékes széndioxid tartalomig nevezhető jónak.

A gombák és spóráik tulajdonképpen állandóan jelen vannak a belső térben, csak nem mindegy, milyen feltételekkel. Ha a penészesedés többi feltétele is teljesül (nincs szellőzés, a falsarok vagy más hőhíd lehűl harmatpont alá, párakicsapódás is jelen van, a belső relatív páratartalom 75% fölé emelkedik – nagy a belső nedvességfejlő-

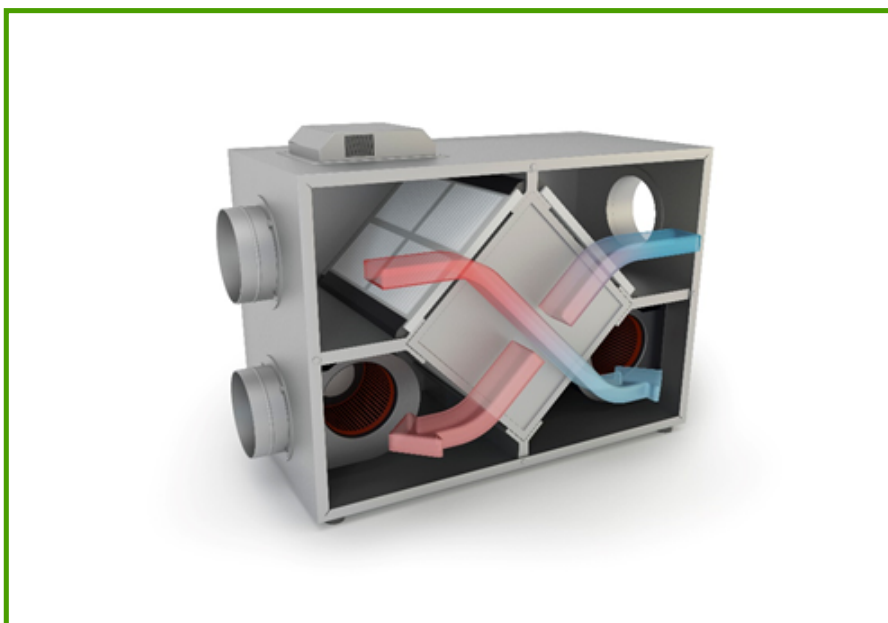
dés) akkor tapasztalhatjuk a penész megjelenését is, holott megfelelő szellőzéssel le lehet csökkenteni ennek esélyét.

Egy nyugalomban lévő, ülő szellemi munkát vagy könnyű fizikai munkát végző ember minimális frisslevegő igénye kb. 30 m³/h/fő. Ennek nagysága közepes vagy nehéz fizikai munka esetén ennél magasabb is lehet. Egy átlagos, napi két-háromszor történő néhány perces ablaknyitások szellőzés 24 órás átlagot számolva kb. 4 m³/h levegőforgalmat jelent. Könnyű belátni, hogy ha új nyílászárók vannak beépítve, még ablaknyitással sem lehet biztosítani a megfelelő mennyiségű szellőző levegőt – főleg ha több ember is tartózkodik a helyiségben.

Napjaink új és felújított épületeit tehát szellőztetni kell, az új nyílászárók beépítésével a gépi szellőzés egyre nagyobb hangsúlyt kap.

További érv a gépi szellőztetés mellett, hogy az ablaknyitások szellőztetéssel sokszor nem tudunk javítani a levegőminőségen, mert az is nagyon szennyezett lehet. Magyarországon ráadásul egyre több az allergiás, asztmás és egyéb légúti megbetegedés, amely szintén kizárja a kültéri levegő egyszerű beengedését a lakásokba.

A gépi szellőztetés egyik lehetséges módja a légcsatorna hálózat és központi szellőztető rendszer kiépítése. Ha erre nincs mód, akkor egy-egy helyiség szellőzése külön-külön is megoldható például faláttöréses szellőztető ventilátorral.



31. ábra:
Hővisszanyerős szellőztető

Az egyszerűbb, frisslevegős gépi szellőztető rendszerek csak a szükséges légcserét és a levegő szűrését biztosítják, de így a fűtési időszakban jelentős hővesztéssel járnak. Emiatt manapság már inkább az úgynevezett hővisszanyerős rendszereket alkalmazzák, amelyek egy hőcserélő segítségével a beltéri meleg levegő hőjével melegítik fel a beáramló friss levegőt, így sokkal kisebb hővesztéssel jár a használatuk.

Szellőzőrendszerek környezeti hatásai

A szellőzőrendszerek gyártása és hulladékkezelésük általában elhanyagolható fontosságú a használat során igénybe vett energiához képest.

Az energiafogyasztás alapvetően két tényezőből áll össze: egyrészt a berendezés saját villamosenergia-fogyasztásából, másrészt a szellőztetés során elveszített hő pótlásának energiaigényéből. Pl. az ablakok kézi kitarásával ugyan villamosenergiát nem használunk, de a lakás levegőjének melegét illetve nyáron hűtési energiát veszítünk vele. Hővisszanyerős gépi szellőztető rendszerek esetén a hőveszteség kisebb, viszont cserébe valamennyi villamosenergiát kell befektetni a ventilátorok működtetésébe.

6.2 Világítás

Egy lakásvilágítás megtervezése erősen függ a lakó ízlésétől. Sokan szeretnék a belső világítás stílusát, hangulatát maguk meghatározni. Ezt a szép alkotómunkát nem is akarjuk elvenni senkitől, de ahhoz, hogy a lakás minden tere megkapja az optimális megvilágítást (se többet, se kevesebbet), érdemes világítástechnikai szakember, belsőépítész tanácsait is kikérni. Hogy azt is elmondhassuk, hogy a világításunk környezetbarát is, itt szeretnénk néhány tanácsot megosztani.

Egy átlagos európai háztartásban a villamosenergia-fogyasztás kb. 14%-a a világításra fordítódik. Ez természetesen hasonló mértékű környezetterhelést is jelent. Ha ezt tudjuk csökkenteni, korszerű fényforrásokkal, helyes tervezéssel, az gazdaságilag előnyös a lakónak és ezzel arányosan csökkenthető a ház környezetterhelése.

Néhány fénytechnikai mennyiség, amelyek ismerete hasznos, hogy jól válasszunk fényforrást:

Nem a korrekt tankönyvi definíciókat adjuk meg, ezek pár klikkel elérhetőek. Inkább csak azt mutatnánk be, hogy a vásárlónak mit érdemes tudni, mit jelentenek a dobozon látható adatok, hogy a vásárlásnál tudatosabban tudjon dönteni.

- Fényáram
- Fényhasznosítás
- Élettartam
- Színhőmérséklet (Tcc)
- Színvisszaadás (Ra)

Fényáram: A fényforrás által egységnyi idő alatt kibocsátott összes, látható fényként érzékelhető sugárzás. A számításánál figyelembe veszik azt is, hogy a szemünk a látható spektrum középső tartományában (sárga – zöld) érzékenyebb. Mértékegysége: lumen [lm] (Tájékoztató: egy 75W-os hagyományos izzó kb. 1000 lm fényáramot bocsát ki.)



	Izzólámpa	Kompakt fénycső	LED
Fényhasznosítás [lm/W]	10-15	50-70	80-200
Élettartam [óra]	1000	8-12000	10-50000

32. ábra: Fényforrások összehasonlítása⁵⁹

Fényhasznosítás

A lámpa a felvett villamos energia egy részét alakítja át hasznos fénysugárzássá, a többi hővé alakul, néha még nem látható UV, IR sugárzássá. A fényhasznosítás egy hatásfok jellegű mennyiség, itt a hasznos fényt lumenben mérjük, a befektetett villamos teljesítményt pedig watt-ban, így a mértékegysége lm/W. Az életút használati szakaszában ez a legfontosabb jellemző. Ez mutatja, hogy ugyanazt a világítási teljesítményt mennyi energia befektetéssel lehet elérni.

Átlagos élettartam:

Költség és környezeti szempontból is fontos. Itt más-képp értjük az élettartamot, a LED-ek nem hirtelen mennek tönkre, hanem lassan csökken a fényáramuk. A várható élettartamnak azt tekintjük, amikor a fényáram az eredeti 70 %-ára csökken ezt L70-ként adják meg. (A LED-ek élettartama jelentősen csökkenhet, ha magasabb hőmérsékleten üzemeltetjük)

A hosszú élettartamú lámpa esetében egy gyártási költséggel/környezetterheléssel tovább használhatjuk. Pl. ha egy 10 000 órás kompakt fénycső és egy 20 000 órás LED között kell választanunk, két fénycső árát és gyártási terhelését kell szembeállítanunk egy LED-ével. (Már csak elméleti az összehasonlítás, de egy LED-et 20 izzólámpa helyett használunk, ráadásul tizedannyi energia felhasználásával.)

Színhőmérséklet (Tcc):

Azt mutatja, hogy a kibocsátott fény spektruma milyen hőmérsékleten izzó fekete test sugárzásának felel meg. Ez alapján sorolják a lámpákat,

- meleg fehér (T < 3300K)
- semleges fehér (3300K < T < 5500K)
- hideg fehér (T > 5500K)

Néha természetes fehérnek (Daylight) is nevezik, mert a Nap színhőmérséklete is 6000K körül van.

A lakáson belül a meleg fehér ajánlott, legfeljebb a fürdőszobában, munkafelületek megvilágításánál indokolt semleges fehéret használni. Különösen zavaró, ha egy téren belül keverednek a különböző színhőmérsékletű fényforrások.

Színvisszaadás (RA) Azt mutatja, hogy egy fényforrás mennyire hűen adja vissza/torzítja el a természetes fényben érzékelhető színeket. Ebben legjobb az izzólámpa (RA = 100), de a 80 fölötti RA értékek már megfelelőek a lakáson belül. A beltérben alkalmazott LED-eknél 80 – 90 között van, a jobb színvisszaadás ára a kicsit kisebb fényhasznosítás.

Ahhoz, hogy a lakás minden pontjában a megfelelő világítást élvezhessük, jól kell elhelyeznünk azokat a lakásban, jól kell megterveznünk az általános, a helyi, a direkt, az indirekt világítást, a fényforrások szabályozását (dimmelését). Azaz a terek helyes megvilágítását kell megoldani.

33. ábra:
 Információk a csomagoláson (A fényhasznosítás: $1100\text{lm}/12\text{W}=91\text{lm}/\text{W}$)



A megvilágítás

A szemünkkel fényűrűséget látunk, amely az adott tárgyról épp az észlelő szeme irányába vetülő fény sugarakat jelenti. Adott térben ennek mérése, ellenőrzése elég körülményes, ezért beltérben inkább a tárgyra eső fény mennyiségének mérésével ítéljük meg a fényviszonyokat. Ez a megvilágítás, azaz az egységnyi felületre jutó fényáram ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lux} [\text{lx}]$). A világítástechnikai szabványok, ajánlások – több más mennyiséggel párhuzamosan – ezt adják meg a különböző területekre. Lakáson belül pl. nappaliban 100–300 lux, olvasáshoz 300–500 lux, konyhai munkafelületre vagy aprólékos munkához 750-1000 lux ajánlott. Az adott szintek mellett nagyon fontos a megvilágítás **egyenletessége** is. Jól és takarékosan világítani általános és helyi világítás kombinációjával lehet: pl. nappaliban az általános világítást olvasólámpával kiegészítve, konyhában pultvilágítással, íróasztalon asztali lámpával stb. Könnyebb elérni az egyenletességet, ha indirekt világítást használunk, ha ezt több, kisebb teljesítményű fényforrással érjük el, és ha a falak reflexiója nagyobb. A jól megvilágított területeken látjuk pontosabban a tárgyak finom részleteit, hatékonyabb a munkavégzés, kevésbé fárasztjuk a szemünket. A megvilágítás nem adódik automatikusan, függ a lámpák fényáramától, a fényforrások fényeloszlásától, a felületek reflexiójától és a természetes világítástól. Ezért

a tervezéshez célszerű szakember segítségét kérni, hiszen a gyenge megvilágítás indokolatlanul fárasztja a szemet, rontja a komfortérzetet. A túlzott világítás is lehet zavaró, de mindenképpen fölösleges energiapazarlás, környezetterhelés.

Hogy világítsunk?

Természetes fény

Ez a legolcsóbb és legkevésbé terheli a környezetet. Ha van lehetőség megfelelő tájolással, reflektáló, árnyékoló felületek használatával a természetes fény beengedésére, jelentős világítási energiát takaríthatunk meg. A napos, világos lakás hangulatunkra, de még munkavégző képességünkre is pozitívan hat. Természetesen, néha túl sok, kápráztat, ezért a szabályozására, árnyékolásra is gondolni kell. Emellett számoljunk azzal is, hogy az ablakok hőszigetelése 2 – 3-szor gyengébb, mint a falaké, tehát a túl nagy ablakokkal nyerünk a világításnál, de a fűtési – és nyáron a hűtési - energia-igény megnövekedhet.

A képen látható megoldással a természetes fény bevezethető az épületek kevésbé bevilágított tereibe is, akár néhány szinttel lejjebbre is. A belül tükröző falú kéményen keresztül a napfény kevés veszteséggel jut el a lakásba. Ára miatt ma még inkább középületekben használják, de új építésű lakásban segíthet, mert így egy dolgozószobát, konyhát is elhelyezhetünk a ház északi, árnyékos oldalára. A



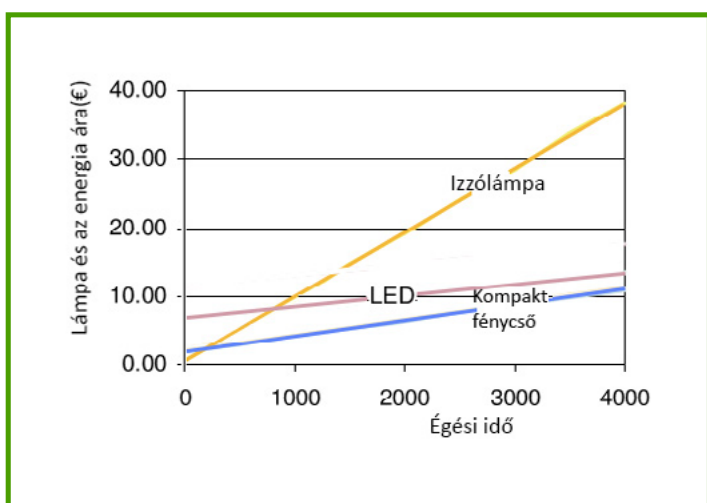
mai árakon a 150 – 300 eFt körüli beruházás valószínű nem jön be a villanyszámlából, de a kisebb környezetterhelés és az előbb említett elrendezési szabadság miatt érdekes alternatíva lehet.

34. ábra:

Napcső, a tetőn levő rész

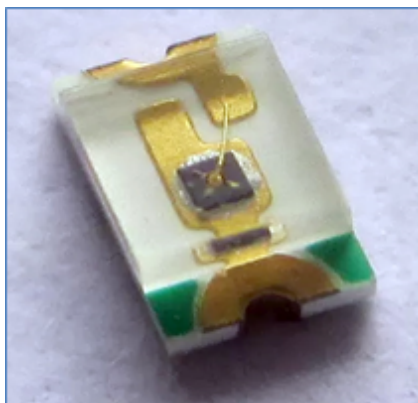
Fényforrások

Lakásvilágítás céljára három lámpatípus jöhet szóba, az **izzólámpák, a kompakt fénycsövek és a LED-ek**. Ezek közül az izzólámpák gazdasági, műszaki és környezeti paramétereik miatt már nem is forgalmazhatók az EU-ban. A kompakt fénycsövek fényhasznosítása már jelentősen jobb, de komolyabb fejlődés már nem várható, és Hg tartalma miatt joggal került a közeljövőben kivezetésre kerülők listájára. Maradt a LED, és aki ma új világítást tervez a lakásába, nem érdemes mást keresni. Az a ritka kényelmes helyzet állt elő, hogy nem kell a környezeti céljaink miatt kompromisszumokat kötni, a LED nem csak a leginkább környezetbarát, hanem gazdasági és műszaki szempontból is a legjobb. Emellett nagyobb szabadságot biztosít a tervezőknek szép, érdekes, egyedi megoldások megvalósítására.



35. ábra: Különböző típusú, 500 lm fényáramú lámpák bekerülési és üzemelési költsége az idő függvényében⁶⁰

A diagram a fentiek alátámasztásául a világítási költségek alakulását mutatja az idő függvényében. Az izzólámpa a kis bekerülési költség után egyre nagyobb energiaszámlát produkál. A másik két fényforrás induló ára magasabb, de a kisebb fogyasztás miatt az összköltség pár száz óra múlva kevesebb, mint az izzóé. A LED és a kompakt fénycső közötti váltás ideje attól függ, mekkora a LED fényhasznosítása, és a mai 150 lm/W-os lámpáknál ez már pár ezer óra után be is következik.

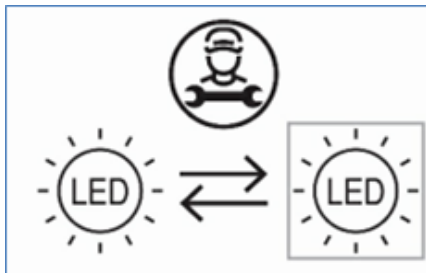


Maga a LED egy pár mm-es dióda, több ilyen összekapcsolásával kaphatunk egy effektív fényforrást. Egy LED lámpa kisfeszültségű (12 – 24 – 48V) egyenáramról működik. A hálózati feszültséghez egy tápegységen keresztül csatlakoztatható. Vannak különálló és a LED-ekkel egybeépített tápegységek. Tehát, ha a LED-ek környezeti hatását számítjuk, mindig be kell venni a kalkulációba a tápegységet is.



Retrofit lámpák

Ezek kinézetre is, használatra is hasonlóak a hagyományos izzólámpákhoz, azok helyére becsavarhatók, és fényáramuk is hasonló, mint a 25 – 100 W-os izzólámpáké. A foglalatba vagy még a lámpa egy részébe beszorítják a tápegységet is. Ez áramkörileg és hőelvezetés szempontjából is egy szerényebb megoldás, ezért ezeknek a lámpáknak a hatásfoka és az élettartama is kevesebb, mint amit egy jó LED-ből ki lehetne hozni. A gyakorlatban ez 80 – 110 lm/W fényhasznosítást és 10 – 20 000 óra élettartamot jelent. Előnye, hogy a régi csillárokba, foglalatokba becsavarható, nincs más beruházási igénye.



Integrált LED

Az új fényforrás lehetőségét akkor lehet jobban kihasználni, ha a lámpatestet, a LED panelt, a meghajtó elektronikát és a hűtést együtt tervezik, egy egységként készítik. Vonatkozik ez a formatervezésre, sok szép, elegáns megoldás látható, és vonatkozik a hatásfokra is, ma elérhető a 130 – 180 lm/W és az 50 000 óra élettartam. Tehát 20 – 30 évre tervezik, ezért nemesebb, idő és korrózióálló anyagokat kell használni, ami drágábbá teszi. Hátránya, hogy nehezen javítható, az elemek ritkán cserélhetők. Sajnos ezekkel a lámpákkal érheti a legtöbb kudarcs is a vásárlót. Sok a rosszul tervezett, hanyagul kivitelezett dömpingáru, amelyek pár hét, pár hónap után tönkremennek, nem javíthatók. Elvi lehetőség lenne a panel vagy a tápegység cseréjére, de a gyártókat igen nehéz rávenni a szabványos elemek alkalmazására. Az EU a lámpa csomagolására az ábrán látható és hasonló piktoqramokat javasol a cserélhetőség jelzésére.

LED szalagok

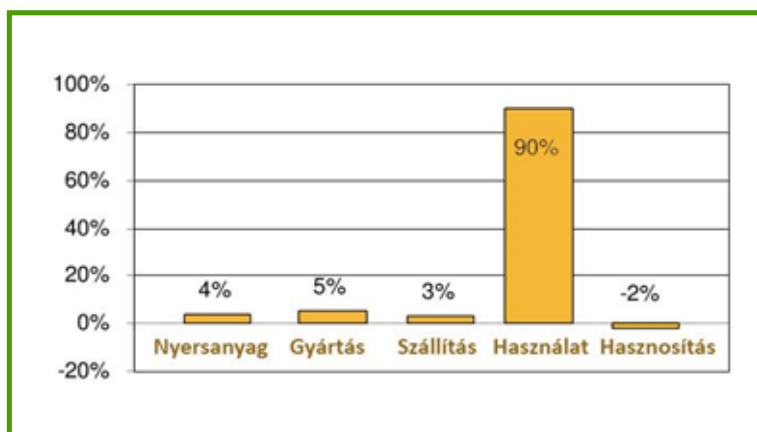
Helyiségek indirekt világítására, munkaterületek kiemelt világítására ideális. A színes szalagok egyedi dekorációkra alkalmasak. Hobbi szerelők számára is vállalható kihívás. A tartós használathoz mindenképp kell egy alumínium sín, műanyag fedéllel, így ezek a környezeti hatásait is hozzá kell számítani a tápegység és a LED szalag terheléséhez.



A világítás és a környezet

A legtöbb fényforrás környezetterhelése az életút használati fázisában jelentős. A lámpák kis tömege miatt az előállítás, a szállítás és az életút vége (hulladékká válás, újrahasznosítás) összességében alig éri el az összterhelés 10 %-át.

36. ábra:
Egy retrofit LED üvegház hatású gáz-kibocsátása az életút főbb szakaszaiban. A többi hatáskategóriában is hasonló eredményt kapunk⁶¹



Mit tehet a vásárló, hogy az adott paraméterek mellett csökkentse a világítás környezetterhelését?

Fényforrás választása

A LED technológia még mindig a gyors fejlődési szakaszában van, még látványosan javul a fényhasznosítás, élettartam, stabilitás. Tehát tudnunk kell, hogy az új termékek nem csak drágábbak, de valóban jobbak is. Vásárláskor feltétlenül érdemes figyelni a lámpa fényáramára, fényhasznosítására, színhőmérsékletére és élettartamára. A retrofit lámpákon a fenti paraméterek általában megtalálhatóak, az integrált fényforrásokon ritkábban – ne felejtjük el megkérdezni. Sajnos sok a kevésbé megbízható termék, itt segíthet a tájékozódásban a valamivel magasabb ár még inkább a forgalmazótól kapott hosszabb garancia.

Használat

A helyiségeinkbe tervezzünk általános, és szükség szerint helyi világítást is. Az sem baj, ha néhány ritkán használt fényforrásunk is lesz, hiszen nem az előállítás, a használat a nagyobb környezetterhelés. Az általános világítás legyen szabályozható (dimmelhető). Fontos a világítás szabályozhatósága, egyrészt az eltérő feladatokhoz eltérő megvilágítási szint illik, másrészt az

61 Forrás: Gröller György

egyedeknek eltérőek az igényeik. Különösen az életkor előrehaladtával változnak az igények, a 20 éves életkorához képest ugyanazt a látási komfortot 40 évesen kb. 2x-es, 60 évesen kb. 3x-os megvilágítás mellett érzi az ember. A fényáram-szabályozás megoldható egyedileg dimmelhető (pl. forgatógombos) kapcsolókkal, de léteznek vezérlő rendszerek, amelyek a fényviszonyokhoz, jelenléthez állítják be automatikusan a világítást. A legismertebb a DALI rendszer (Digital Addressable Lighting Interface) Része lehet az okosház megoldásoknak. Ezzel vagy hasonló rendszerekkel szabályozhatjuk lakásunk világítását távirányítással, beállított programok szerint vagy automatikusan a természetes világítás függvényében.

A LED hosszú élettartama akkor igaz, ha a megfelelő hűtés biztosított. Ezért általában valamilyen hűtőfelülettel (alu sín, hűtőborda) együtt árulják. Ezt ne is válasszuk le, és lehetőleg a lámpát se szorítsuk be szűk, rosszul szellőző helyre.

A használati szakasz környezetterhelése nagyban függ attól, hogy az elfogyasztott áram milyen forrásokból származik. Ahol nagy a fosszilis energia-hordozók aránya, nagyobb a terhelés. Ezért is hasznos, ha energiaigényünk minél nagyobb részét saját napelemes forrásból fedezzük.

A bumeráng hatás (rebound effect)

A LED-ekre való átállással 30 – 50 %-kal csökkenhet a világítás környezetterhelése és a költségei is. Az olcsóbb üzemelési költségek csábítanak a lazább használatra, könnyebben hagyjuk bekapcsolva a lámpákat az üres szobákban, túvilágítjuk a helyiségeket, ezek felemészthetik a jobb fényforrásokból adódó környezeti előnyöket. A fegyelmezett használat mellett segít a jó tervezés és az automata vezérlés. Ezután már csak arra figyeljünk, hogy az így megtakarított pénzt ne valami környezetromboló hobbira költjük (ez lenne az indirekt rebound effect).

Az életút vége

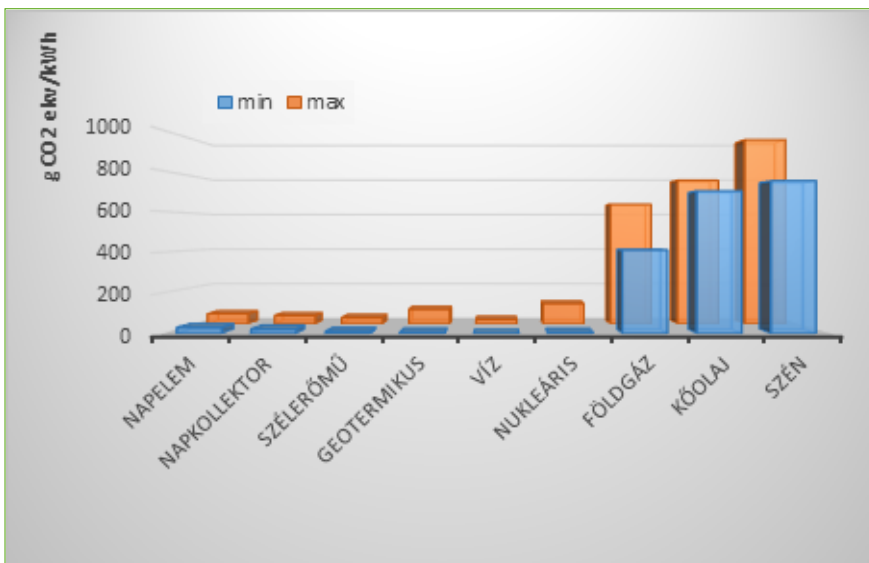
Az EU WEEE direktívája szerint a fényforrások a visszagyűjtendő elektromos hulladékok közé tartoznak (kivéve a hagyományos izzókat). Ezért kérjük, a tönkrement lámpákat juttassa vissza valamelyik gyűjtőhelyre. A mai technológiával fel tudják dolgozni a LED-ek fém tartalmát, főképp az alumíniumot, az üveg és műanyag részeket. Egyelőre lerakóba kerülnek a fényporok és a félvezető anyagok. A kompakt fénycsövek, bár 2021-től nem forgalmazhatók az EU-ban, még sokáig használatban maradnak és így gondolnunk kell ezek hulladékkezelésére is. Higanytartalmuk miatt különösen fontos, hogy a szelektív gyűjtőhelyekre és onnan az újrahasznosító üzemekbe kerüljön.



37. ábra: Globális bumeráng hatás

6.3 Megújuló energiaforrások

Egy országos vagy európai villamos energiamixben a diagramban ábrázolt források valamilyen keveréke szerepel. A legtöbb országban még 50% közelében van a földgáz-, kőolaj-, szén-hármas aránya. Mint látható – és közismert - ezek hatása a klímára több, mint egy nagyságrenddel nagyobb, mint a megújulóké, és ugyanekkora a különbség a többi hatáskategória esetében is. Ha ettől tudjuk függetleníteni házunk energiaellátását, az komoly lépés a környezetbarát, karbonsemleges lakóhely felé.



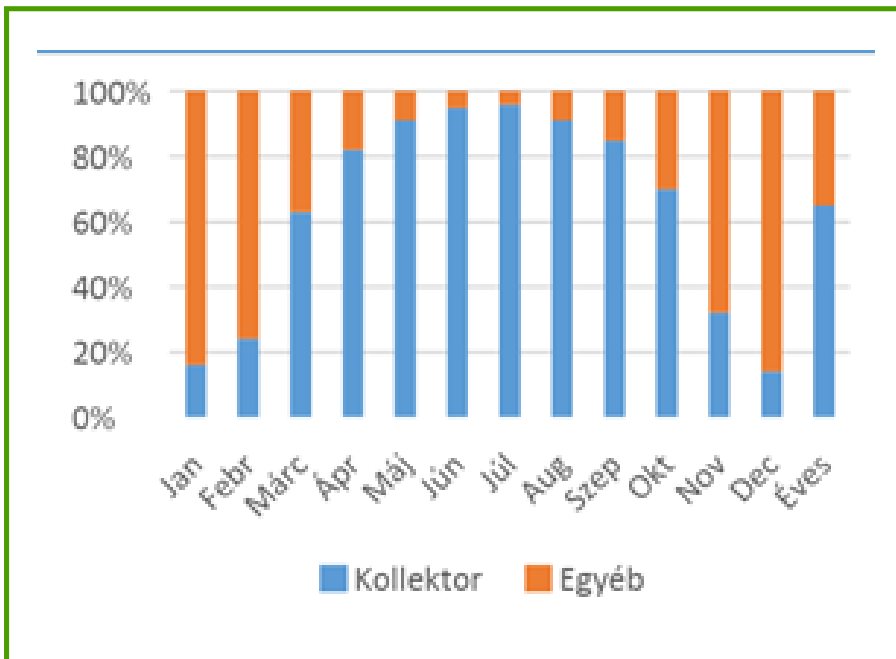
38. ábra:
Energiahordozók
szén lábnyoma⁶²

Lakóépület méretben a napelemek, napkollektorok illetve a korábban bemutatott geotermikus energiát kihasználó hőszivattyúk a szóba jöhető megoldások, így ezek jellemzőit foglaljuk össze

a. Napkollektor

A napkollektorok a Nap sugárzó energiáját alakítják át hőenergiává, amelyet a lakásban melegvíz előállításra és fűtésre használhatunk. Egyszerű berendezésben, olcsón, jó hatásfokkal kaphatunk így hőenergiát. Hátránya, hogy télen termel kevesebbet, amikor fűteni is szeretnénk vele, a nyári többletet pedig nem tudjuk tárolni. Más szóval ez méretezési gondot jelent, nem érdemes a nyári igénynél nagyobbakat telepíteni, így viszont nem számíthatunk komolyabban a fűtés rásegítésre. Ilyenkor hasznos, ha van egy úszómedence, aminek fűtésével a szezonális ingadozásokat el tudjuk simítani.

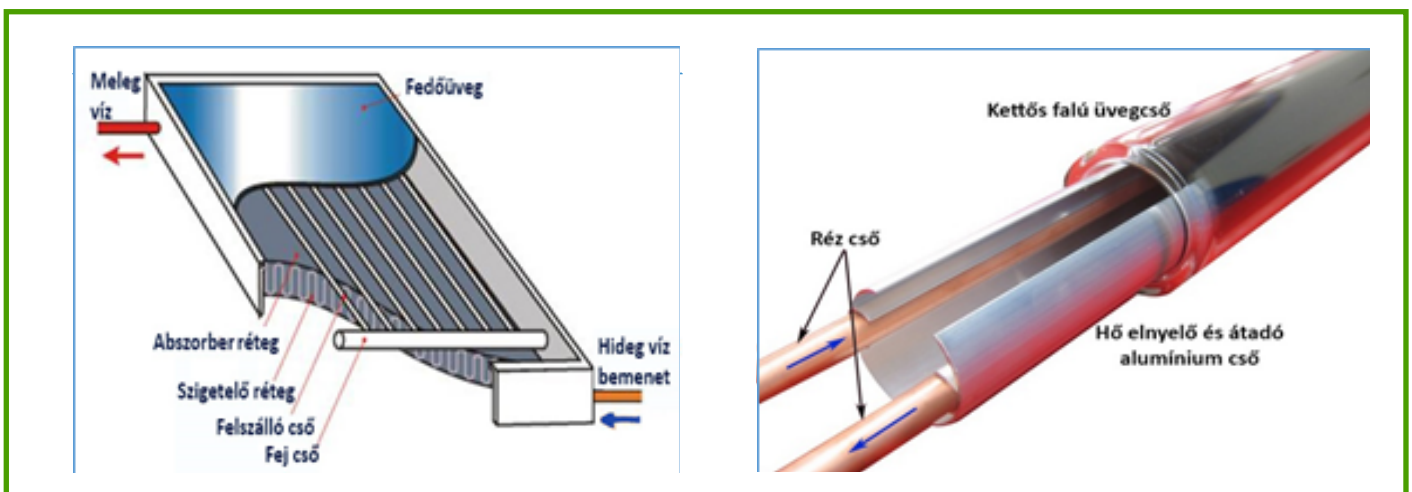
62 Forrás: Gröller György



39. ábra:
A használati melegvíz előállításához szükséges energiaforrások megoszlása egy év alatt⁶³

Síkkollektor

A fedőüveg alatt futnak a folyadékkal töltött csövek, amelyek a jó hőátadás végett szorosan érintkeznek az abszorberrel, ami egy sötét felületű fém (réz vagy alumínium). Ez a sík alatt egy vastagabb hőszigetelő réteg van, ami megakadályozza a folyadék lehűlését.



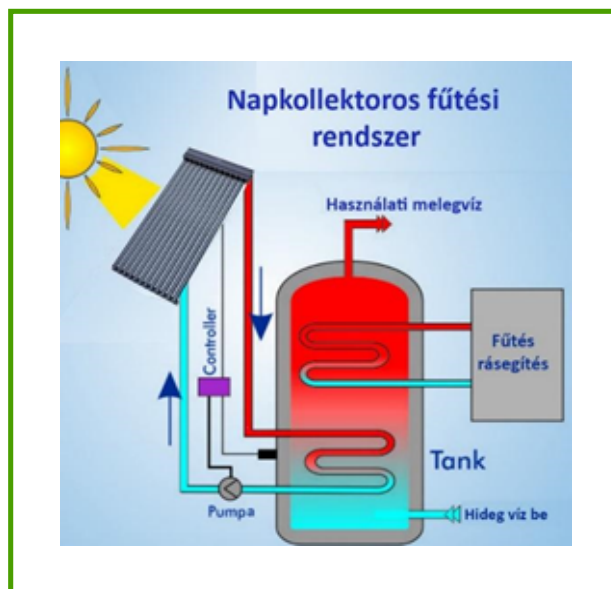
40. ábra: Síkkollektor és vákuumcsöves kollektor szerkezete

Vákumcsöves kollektor

A hőátadó folyadék itt egy kettős falú üvegcsövön belül áramlik, és ezen belül van az abszorber is. Ennek a konstrukciónak a hőszigetelése jobb, mint a síkkollektoroké, ezért ezek téli hidegben is hatékonyan fel tudják melegíteni a vizet. Áruk is magasabb, kb. másfélszeres szorzóval számolhatunk, de az ár sokban függ az adott konstrukciótól.

Mindkét fajtánál a legkülső védőréteg üveg, de olyan kemény boroszilikát üveg, ami igen jó mechanikai ellenálló-képességgel rendelkezik, jó fényáteresztő, kiváló hő és sugárzásálló, tehát jó eséllyel megvédi kollektorunkat az elvárt 20 – 30 évig.

41. ábra:
A szolár vízmelegítő rendszer
vázlata



Mindkét típus jó hatásfokkal alakítja át a napenergiát, bár itt a hatásfok nem adható meg olyan egzaktul, mint pl. a napelemeknél, mert nagyon függ külső hőmérséklettől, besugárzási szögtől, stb. Egyes gyártók 80 – 90 %-os hatásfokot ígérnek, ez az optimális esetre igaz is, de napszak, évszak szerint ez lemehet 30%-ig (sajnos a téli, energiaszegény időkben dolgozik kisebb hatékonysággal).

Egy személy naponta megközelítőleg 50-60 liter melegvizet használ el, aminek az előállításához kb. 2,5 kWh hőenergia szükséges. 1 négyzetméter napkollektorral pedig a nyári félévben napi 2-3 kWh, télen 0,5-1,5 kWh napenergia hasznosítható. Így tehát személyenként 1-1,5 négyzetméter napkollektorral elő lehet állítani a szükséges melegvíz mennyiség jelentős részét.

Családi házak esetében melegvíz készítés céljára 2-3 db, nagyobb vízfogyasztás esetén 4-5 db 2 m²-es napkollektort célszerű felszerelni. Ha fűtéssel is kiegészítjük, még 2 – 3 m²/fő kollektor felülettel számolhatunk. Szükség van egy viszonylag nagyméretű, általában 200-500 literes melegvíz-tárolóra is. A nagyobb és jól hőszigetelt melegvíz-tároló alkalmas arra, hogy a napközben kollektorokkal előállított melegvizet tárolja az esti és reggeli vízfogyasztás idejére.

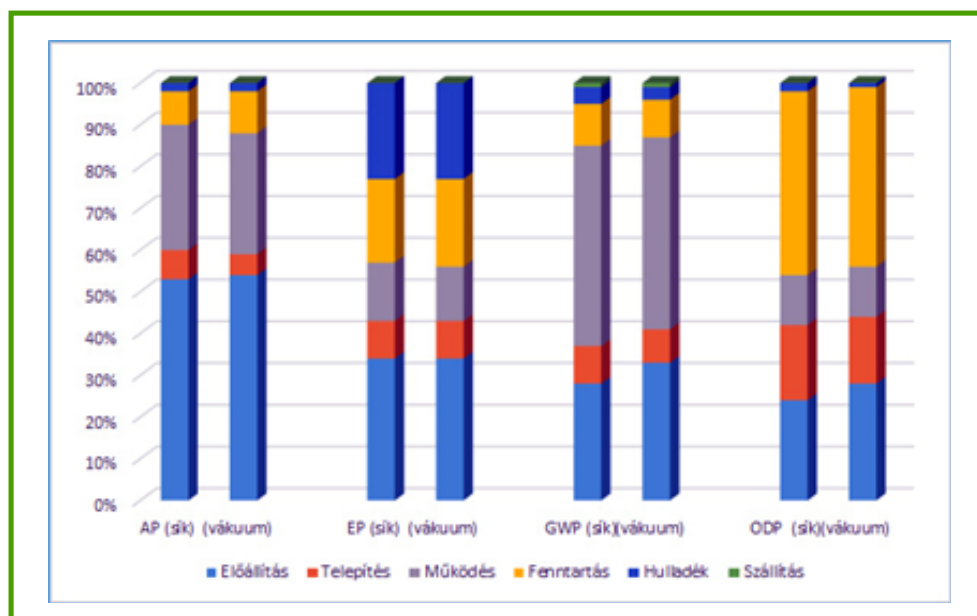
A háztartási méretű kollektorok átlagára 100 – 300 eFt mérettől és gyártótól függően. A teljes rendszer 300 – 600 eFt, de ez még nem tartalmazza a szerelés költségeit.

Környezeti értékelés

A kollektorok környezeti mérlege egyértelműen pozitív. Az életciklust követve:

- ▶ **Nyersanyagok:** A szükséges alapanyagok egyike sem különleges, kifogyóban levő nyersanyag, kinyerésük sem igényel különleges technológiát, túl sok energiát (vas/acél, réz, alumínium, üveg).
- ▶ **Gyártás:** A legfontosabb alapanyagok: a vas/acél, réz, alumínium és az üveg. Ezek előállítása jelentős környezetterheléssel jár, de egyik sem kimagasló a többihez képest. Szerencsére nem használnak nemesfémeket, ritkaföldfémeket, súlyosan mérgező anyagokat. Tehát az elemek nagyjából súlyarányuk szerint járulnak hozzá a rendszer terheléséhez, így a két legjelentősebb hatású a szolár panel és a víztartály, kisebb mértékben a szabályozó elektronika, a csővezeték, a keringető szivattyú és a mechanikai rögzítő elemek.
- ▶ **Szállítás, csomagolás:** A szállítás nagy része a távolkeletről történik - nem csak a környezetvédelem szempontjából hasznos, ha hazai, európai gyártású terméket választunk.

- ▶ A használati szakaszban: a keringető szivattyú elektromos energia-fogyasztását kell figyelembe venni, ami a terheléstől függően 10 -45W között van átlagosan.
- ▶ Az életút vége: gyakorlatilag minden eleme újrahasznosítható, ha szeparálhatóan szereljük le. Veszélyes anyagot nem tartalmaznak, kivétel a vezérlő és a szivattyú, ezeket E-hulladékként, külön kell visszagyűjteni, de nagy részük szintén hasznosítható.



AP:

Savasodási potenciál

EP:

Eutrofizációs potenciál

GWP:

Klímaváltozási potenciál

ODP:

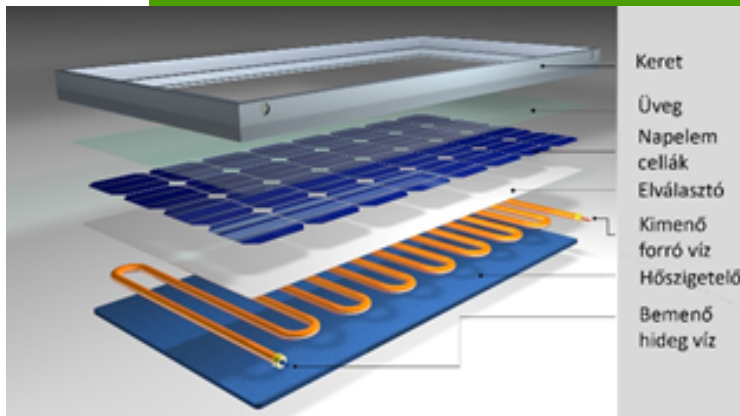
Ózonréteg károsítási potenciál

42. ábra: Az életút különböző szakaszainak környezet-terhelése négy hatáskategória tükrében. Az összehasonlításnak csak egy – egy oszloppáron belül van értelme, itt látjuk, hogy az egyes szakaszok mennyiben járulnak hozzá a teljes környezeti hatáshoz.⁶⁴

Néhány fejlesztési irány

Két olyan megoldást mutatunk be, amelyek, a kollektorok használhatóságát, környezeti értékeit javítják.

a, Hibrid napelem-kollektor rendszer: a napelemek a napsugárzás bizonyos tartományát képesek csak hasznosítani, kisebb részét visszaverik, és jelentős részt átengednek. Ezt az energiát lehet egy napkollektorral megmenteni, aminek kettős előnye van. Egyrészt azonos felületen több energiát termelhetünk, ráadásul hőt és elektromos energiát együtt, így valamennyi



átalakítási veszteséget is elkerülhetünk. Másrészt a kollektor hűti a napelemet, amely félvezető eszköz lévén, alacsonyabb hőmérsékleten jobb hatásfokkal dolgozik. Ezek a berendezések a piacon is elérhetők, de még elég magas áron.

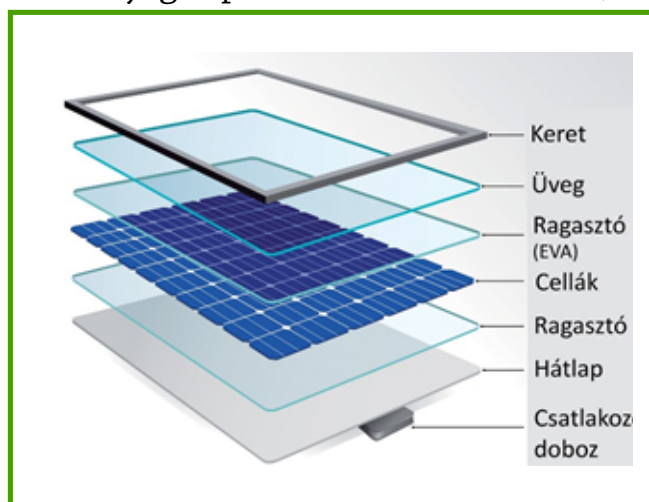
b, Hűtési rendszer működtetése napkollektorról. Ismert, hogy a nyári energiafogyasztás gyors növekedését nagyrészt a légkondicionálók használata okozza. Az abszorpciós hűtő elvén működő berendezésekben a hűtőfolyadék felmelegítése történik, a mai eszközök nagy részében villamos energiát használva. Ezt ugyanúgy megtehetjük egy napkollektorról jövő hőcserélővel is, töredékére csökkentve az elektromos fogyasztást. További előny, hogy szinte szinkronban termelődik az energia a légkondicionálás igényével. Így nem csak melegvíz előállítására használjuk a kollektort, a nagyobb kapacitásból nyáron hűthetünk, télen jobban hozzájárulhat a fűtéshez. Piacon még alig elérhetők, de ügyesebbek akár otthoni barkácsolással is elkészíthetők.

https://www.youtube.com/watch?v=wzcfYVZ7G3w&pp=wgIECgI-IAQ%3D%3D&feature=push-fr&attr_tag=0GqRi6YEmvqgXHLX%3A6

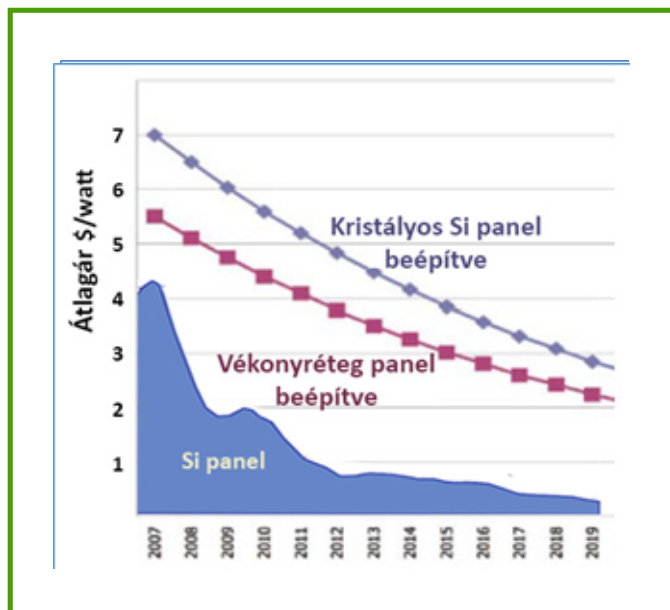
b. Napelem

Közvetlenül villamos energiát állít elő, a legnépszerűbb és a legtöbbet kutatott megújuló energiahordozó. Több félvezető anyag képes az ún. fotovoltaikus (PV) effektusra, sok termékként is elérhető a piacon, de gyakorlatilag négy fajta van jelen számottevő mértékben.

43. ábra:
A kristályos Si napelem szerkezete



- ▶ **Egykristályos szilícium** (monocrystalline, mc Si), a legjobb hatásfokú (18 – 20%) és egyben a legdrágább is. Alkalmos lakóházakra történő használatra.
- ▶ **Polikristályos szilícium** (poly Si), csak pár %-kal rosszabb a hatásfoka, és arányosan alacsonyabb az ára.
- ▶ **Vékonyréteg napelemek:** itt többféle anyagot használhatnak.
 - ▶ amorf szilícium (a Si), mikrokristályos (μ -Si)
 - ▶ egyéb félvezető vegyületek: kadmium-tellurid (CdTe), réz–indium–diszelenid (CIS) és réz–indium–gallium–diszelenid (CIGS). Hatásfokuk 8-16 % között lehet, de pl a μ -Si a 20% is eléri, ugyanakkor élettartamuk rövidebb, mint a kristályos Si paneleké. Ezért ezek inkább nagyobb napelem parkokban fordulnak elő.



44. ábra:
A napelemek árcsökkenése az elmúlt évtizedben⁶⁵

Az utóbbi évtizedek fejlesztéseinek két fő iránya volt. Egyik a szilícium technológia tökéletesítése, egyszerűsítése, aminek következtében nagyot csökkent a panelek ára, nőtt az élettartam, kicsit javult a hatásfok. A másik irány az új, olcsóbb vagy hatékonyabb anyagok fejlesztése. Nagyrészt az első irány sikere lassította kicsit az utóbbit, ígéretes jelöltek vannak, de komolyan versenyképes termékek még nem.

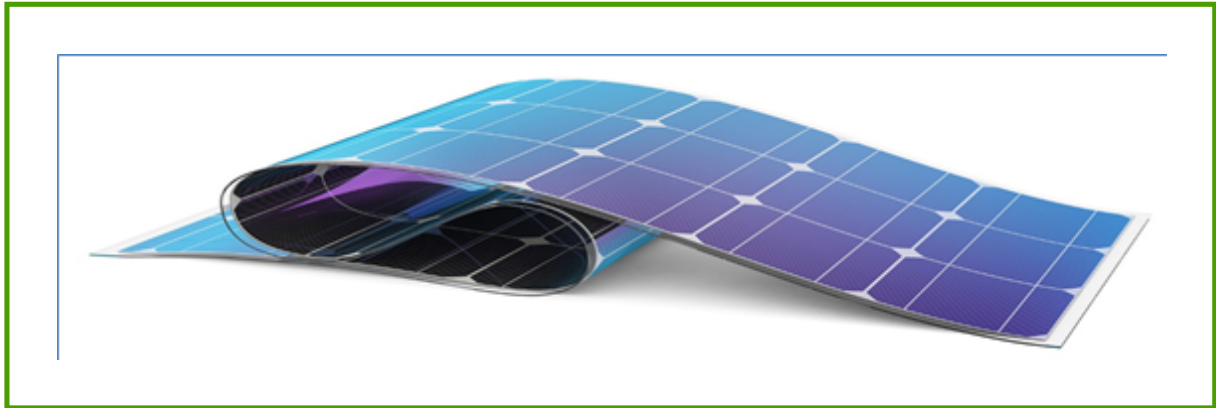
Az érdekesebb, már piacon is levő fejlesztési irányok:

Festék érzékenyített napelem: kiválasztható a hasznosított hullámhossz-tartomány, ami lehet az infravörös is, így a látható fény nagy részét áttereszti, és ablakra is szerelhető.

Polimer/organikus napelem: könnyű, hajlékony, hordozható, de a kisebb hatásfokhoz még nem tartozik arányosan alacsonyabb ár.

Perovszkit: még csak néhány éves fejlesztés áll mögötte, gyorsan javuló eredmények, már 20% fölötti, (laborban mért) hatásfok.

Mindhárom készíthető hajlékony hordozóra, a rétegek felvihetők olcsóbb nyomdatechnikai eljárásokkal, tehát a technológiában és a használatban is nagyobb rugalmasságot biztosít. Egyelőre néhány % a részesedésük a piacon.



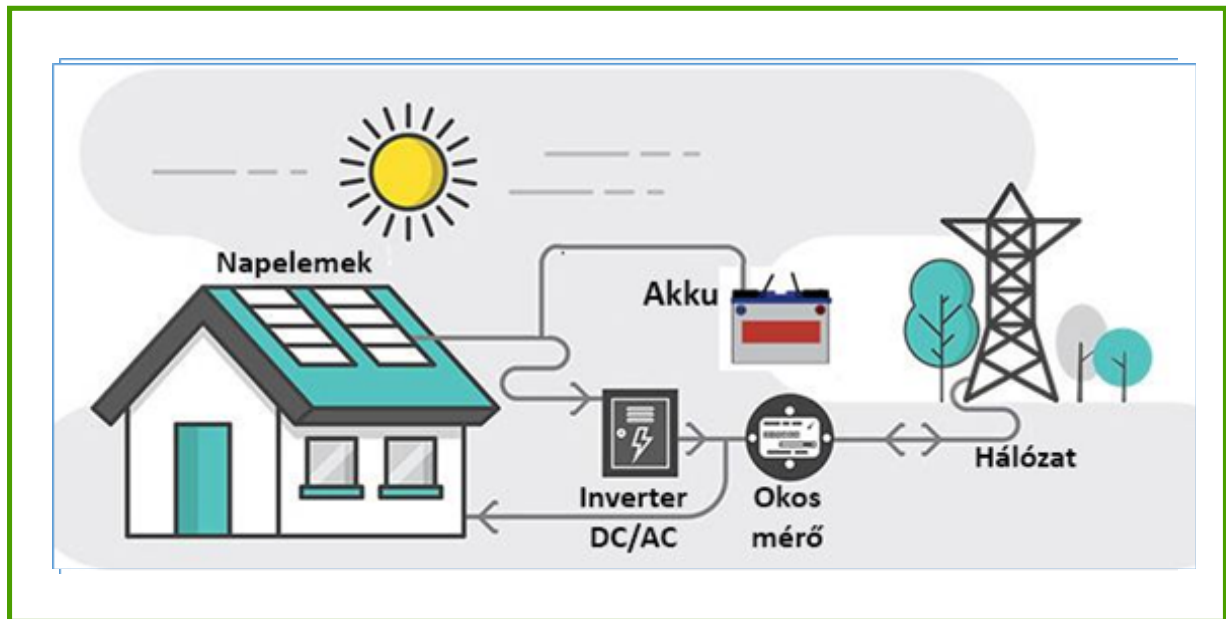
45. ábra: Napelem hajlékony hordozón

A háztartási napelem-rendszer elemei

Kicsit bővített felsorolásban bemutatjuk a rendszer működéséhez szükséges kiegészítő elemeket, elsősorban azért, hogy lássuk, mi mindent kell még figyelembe vennünk a napelemek környezeti értékelésénél. A rendszer elemeiről bővebben pl. itt olvashat:

Panelek: Egy elemi cellából nyerhető feszültség és áramerősség is igen kicsi, ezért többet sorba kapcsolnak (string), és a stringeket párhuzamosan, ebből épül fel egy önálló szerelési egység, a panel. A szokásos méret 1,5 – 2 m², súlya 17 – 20 kg. A súlyt döntően az üveg és a fém keret adja, maga a szilícium csak pár dkg.

Inverter: A napelem 30 - 70 V körüli egyenfeszültséget (DC) szolgáltat, ezt alakítja az inverter a szokásos 230 V-os váltakozó feszültséggé (AC). Így használhatjuk háztartási berendezéseinkhez és így exportálhatjuk a fölösleget a hálózatba. Teljesítményét, méretét a teljes rendszer teljesítményéhez kell illeszteni. Az inverter egyben a rendszer központi egysége, általában magában foglalja a mérőegységet is, és lehetőséget biztosít az adatok távoli elérésére is.



46. ábra: A napelemes rendszer elemei

Mérő: Amennyiben a napelemes rendszerünket összekapcsoljuk a hálózattal, mérni kell az exportált, importált áramot, sok esetben azt is naplózni kell, milyen napszakban történt a visszatáplálás.

Akkumulátor: A megtermelt villamos energia fel nem használt részét akkumulátorokban tárolhatjuk. A hálózatra kapcsolt rendszernél ez lehetőség, de a sziget üzemű rendszerekben elengedhetetlen a használata.

Rögzítő elemek: A tetőn való rögzítéshez vasból vagy alumíniumból készült mechanikai elemek szükségesek. Lapostetőn még ehhez jön egy ferde állvány és beton nehezék is. Mindezeknek olyan anyagból kell lenni, amelyek kiszolgálják a napelemek kb. 30 éves élettartamát.

Napelemek környezetvédelmi értékelése

Tekintsük át a napelemek életútját, és az egyes szakaszokban az említésre méltó környezet-terheléseket.

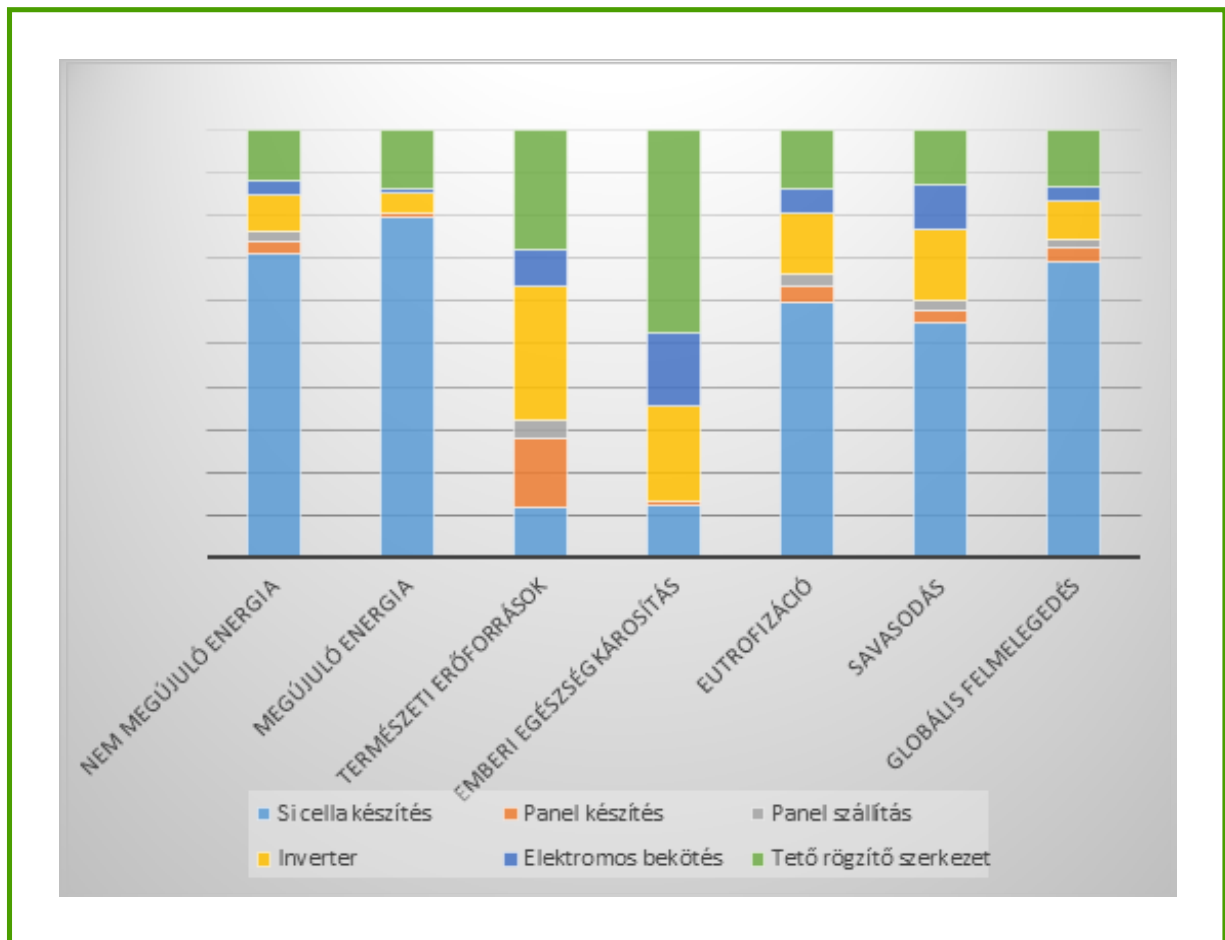
- ▶ **Alapanyagok előállítása:** A nyersanyagok közül a Si bőségesen rendelkezésre áll, de a nagy tisztaságú szilícium elkészítéséhez rendkívül sok energia, speciális – gyakran ártalmas – vegyszerek szükségesek. A vékonyréteg napelemek anyagai közül a kadmium (Cd) nagyon mérgező, a tellúrból (Te), indiumból (In) pedig nagyon kicsi a földi készlet. Ezek mind különböző hatáskategóriákban okoznak jelentős környezetterhelést. Bár a cellák tömege csak pár %-a a teljes tömegnek, ez adja a legnagyobb hozzájárulást a teljes rendszer környezeti hatásához. Ráadásul a panelek döntő része Kínában készül, ahol a gyártáshoz szükséges energia nagy részét fosszilis energiahordozókból állítják elő.
- ▶ **A vezető összeköttetésekhez** rezet, ezüstöt a forrasztáshoz ónt és ólmot is használnak. (Ezen a területen kivételesen megengedett az ólmos lágyforrasz használata a hosszútávú megbízható működés érdekében.) A fémeknél, különösen a nemesfém ezüstnél a bányászat és a kohászat okoz környezeti károkat, az ólmot pedig az emberi egészségre és az ökoszisztémára való káros hatása miatt az elektromos, elektronikai termékek nagy részében tilos is használni.

Inverter és egyéb elektronikus elemek: Ezekben a fő környezetterhelő a NYÁK, a réz vezetők, nemesfémek, és a transzformátorok vasmagjában levő ritkaföldfémek.

A mechanikai szerkezetek nagyobb része alumínium, ennek előállítása is jelentős környezeti hatással jár viszont jól újrahasznosítható.

- ▶ **Szállítás, csomagolás, elosztás:** Ezek együttesen is csak nagyon kis hányadát teszik ki az össz-terhelésnek, majdnem azt mondhatnánk, hogy jelentéktelen. Más nézőpontból viszont egyáltalán nem elhanyagolható, gondoljunk arra, hogy évente több millió panel érkezik Európába, ezek szállítása már komoly üzemanyag fogyasztást, CO₂ kibocsátást és tengervíz szennyezést jelent. Tudjuk, hogy ez nem speciálisan a napelemek problémája, hanem a világgazdaság mai szerkezetéből következik.
- ▶ **Használat:** Az élettartam kb. 30 éve alatt szinte semmit nem kell tenni a napelemekkel, esetleg néha megtisztítani a felületet, de összességében nincs környezetterhelés.
- ▶ **Az életút vége, újrahasznosítás, lerakás:** A szilícium napelemek várható élettartama 25 - 30 év, a vékonyréteg paneleké 10 – 15 év. A két típusra némileg különböző újrahasznosítási módszert dolgoztak ki. Mind-egyiknél egyszerűnek mondható és azonos a fém alkatrészek, a tartószerkezet reciklálása, ez gyakorlatilag 100 %-ban megoldható. Jóval nehezebb magának a panelnek a szétbontása, hiszen itt egy olyan szendvics szerkezetet kell alkotóelemeire szedni, amit úgy összeragasztottak, hogy 30 – 40 évig tartson. Az üveg szinte teljesen visszaforgatható, leválaszthatók a vezető- kontaktus- és forrasztó fémek is (Al, Cu, Ag, Pb, Sn). A szilícium ipari újrahasznosítása még nem megoldott, de ez napjainkban egy nagyon fontos kutatási terület, hiszen az első napelemek mostanában kerülnek leszerelésre. A Si-ot nem lehet annyira tisztán visszakapni, hogy közvetlenül a napelem-gyártásba visszaforgathatnák, de más célokra jól használható, pl. a Li-akkumulátorok anódjában. A vékonyréteg cellák félvezető anyagaira is van működőképes recycling technológia.

<https://www.pv-magazine.com/2020/05/27/solar-panel-recycling-turning-ticking-time-bombs-into-opportunities/>



47. ábra: Kristályos Si napelemes rendszer elemeinek környezetterhelése hét különböző hatáskategóriában. A legnagyobb hatása a Si cella előállításának van, ezt követi az inverter és a tartószerkezet. (Ebben az ábrázolási módban összehasonlítás csak az egyes hatáskategóriákon belül lehet, kategóriák között nem, mert mindegyik 100 %-ra normált.)⁶⁶

Fontosabb műszaki, környezeti, gazdasági jellemzők

- Teljesítmény, hatásfok
- Spektrális érzékenység
- Élettartam
- Energia megtérülési idő, költség megtérülési idő

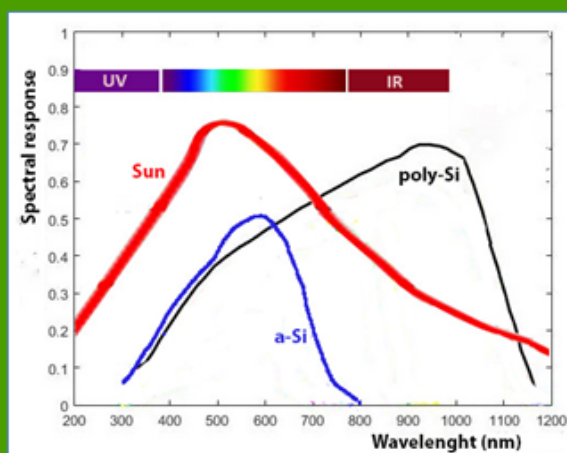
Teljesítmény, hatásfok: A panelek teljesítményét szabványos körülmények között mérik, és a csúcsteljesítményt adják meg (Wp) Ez 260 és 400 Wp között változik, ami kevés egy lakás energia-ellátásához. Ezért több panelt kapcsolnak egy rendszerré (sorban is, párhuzamosan is, a teljesítmények egyszerűen összeadódnak). A rendszer által aktuálisan leadott teljesítmény több tényezőtől függ:

- a cella anyagától, ami meghatározza a hatásfokot,
- a besugárzás erősségétől és annak beesési szögétől,
- a hőmérséklettől (alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb),
- a hatásfok javítását célzó technológiai megoldások sikerességétől.

A teljesítmény és az átlagos napi besugárzás alapján **méretezhetjük** a felszerelendő rendszerünket. Úgy érdemes számolni, hogy a várható éves fogyasztásunkat biztosíthassuk a napelemmel. Így a napos időben jelentkező túltermelés és a máskor hálózathoz felvett energia közel azonos lesz. Az invertert célszerű 30 – 50 %-kal túlméretezni, ha később bővíteni szeretnénk, ahhoz ne kelljen nyúlni.

A hatásfokot a szokásos módon számítják: **leadott villamos teljesítmény/felvett sugárzási teljesítmény**. A speciális ebben az esetben az, hogy egy ingyenes forrásból nyerünk hasznos energiát, tehát a hatásfok azt dönti el, hogy a szükséges kimenetet mekkora felületű rendszerből tudjuk megvalósítani. Ha olcsóbb a panel (és a gyártása sem nagyon környezetterhelő), nem baj, ha a hatásfoka valamivel kisebb, nyugodtan választhatjuk azt is. Másképpen: ezért volt jó irány az elmúlt 10 év fejlesztése, amikor a fő cél az ár csökkentése volt. Ez sikerült is, kb. a harmadára, míg a hatásfok pár százalékkal nőtt csak (a háromszoros hatásfok növelésnek nem volt reális esélye).

Spektrális érzékenység: A használt félvezető anyagok a rájuk eső fénynek csak bizonyos hullámhossz-tartományát (= spektrumát) képesek hasznosítani, annak energiáját villamos energiává alakítani.



Az ábrán az amorf és a kristályos Si érzékenységi görbéje látható. Eszerint a kristályos Si cellák hasznosítás (az érzékenység) a 700 – 1000 nm között a legjobb, és a látható tartományban már csökken. A vékonyréteg a-Si érzékenysége kisebb, viszont jobban lefedi a látható tartományt, ezért ezek a cellák felhős időben jobban teljesítenek. Ha szélesíteni akarjuk a hasznosított spektrumot, lehet un. tandem cellákat készíteni, amelyekben két aktív réteg van, különböző anyagból, különböző érzékenységgel. Ilyenekkel laboratóriumban 45%-os hatásfokot is elértek.

Energia megtérülési idő (EPBT): Az energia-nyereség kifejezésére alkalmas. Azt számítják ki, hogy az életút használat előtti (utáni) szakaszaiban felhasznált összes energiát mennyi idő alatt „fizeti vissza” a napelem. (Ide számítják az összes kiegészítő energia fogyasztását is.) Ez egy elég megnyugtató adat, kb. egy - másfél év működés után már kiegyenlíti a „tartozást” a napelem, onnan valóban tisztán kapjuk a villamos energiát. Hasonló elven számíthatunk egy **Költség megtérülési időt**, azaz a bekerülési költség mennyi idő alatt térül meg a ki nem fizetett energiaszámlákból. Ez több tényezőtől függ, pl. aktuális állami támogatás, az lakossági villamos energia ára, az adott terület napos óráinak száma, a tető tájolása, a hálózatba exportált, onnan importált áram mennyisége. Efféle becslést általában kaphatunk a telepítő cégtől, vagy automata kalkulátorok számítják ki, az eredmény 5 – 10 év között lehet. A bizonytalanság a fenti változók miatt ekkora.

Javasolt oldalak:

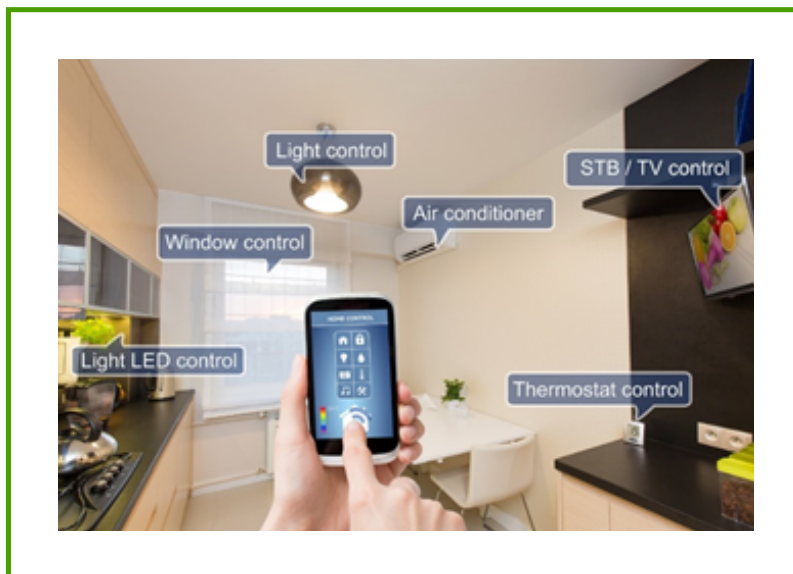
<https://www.solarguide.co.uk/solar-panel-payback-time#/>

<https://energyinformative.org/solar-energy-pros-and-cons/> többi típusról is

Élettartam: Ezen eszközök élete általában nem úgy ér véget, hogy egyszer csak tönkremegy, hanem egy lassú hatásfok csökkenést mérhetünk. Ez fél – egy százalék évente, és amikor 70 – 80 % alá csökken a teljesítmény, érdemes a cserére, esetleg bővítésre gondolni. Természetesen gyártási hibából, balesetből eredően előfordul, hogy korábban tönkremennek panelek, de igen kis eséllyel. A kristályos Si paneleknél 25 – 30 éve a várható élettartam, a vékonyréteg napelemeknél ez kevesebb, 10 – 15 év. Az inverterek kevésbé hosszú életűek, jellemzően 10 – 15 évig működnek. Ha akkumulátor is tartozik a rendszerhez, az 5 – 15 év után kerülhet cserére.

6.4 Okos ház

Ma már elképzelhetetlen egy új vagy felújított lakás automatizálás, elektronikus felügyeleti rendszer valamilyen szintje nélkül. A lakás szinte minden funkciójára léteznek mérő, szabályozó berendezések, ezeket integrálva vezérlő informatikai, távfelügye-



leti rendszerek. Egy részletes környezeti elemzés túlnőne kézikönyvünk keretein. A szakirodalomban is csak néhány, egy – egy részletet vizsgáló életciklus-elemzés található, ezért inkább megpróbáljuk a telepítésükkel, használatukkal kapcsolatban néhány fontos szempontra felhívni a figyelmet.

Némileg önkényesen három csoportba osztjuk az okos ház technológiában használatos eszközöket.

- A lakás energiagazdálkodásához használt mérő, szabályozó rendszer elemei
- Biztonsági rendszerek
- Kényelmi és luxus megoldások

Az energiagazdálkodáshoz tartozó eszközök

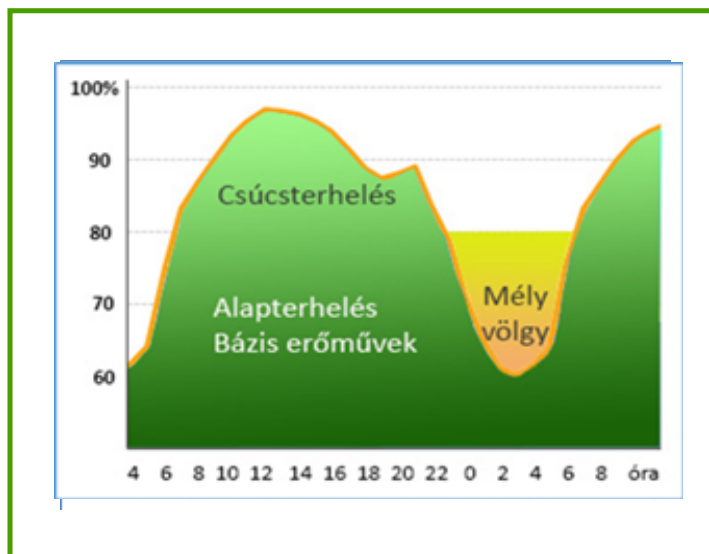
Funkció szerint ide tartoznak

- ▶ A fűtő – hűtő rendszer szabályozásához szükséges hőmérők, hőmérséklet-szabályzók, kapcsolók.
- ▶ A házhoz tartozó megújuló energiaforrások működtetése, a tárolás, visszatáplálás vezérlése.
- ▶ A különböző fogyasztók elé kapcsolt okos csatlakozók, amelyek az eszközök fogyasztási adatait mérik, (kijelzik, tárolják, továbbítják), illetve a kapott jelek alapján ki/be kapcsolják az eszközt.
- ▶ A világítási rendszer működéséhez szükséges fénymérők, jelenlét érzékelők és fényáram szabályozók.

Természetesen mindegyik megvalósítható különböző fokozatokban, kezdve onnan, hogy pár hőmérőt és ezekkel vezérelt fűtést telepítünk, egészen odáig, hogy okos mérők adatait egy számítógépbe továbbítják, azokat feldolgozva vezérli a gép a ház fűtését, hűtését, szellőzését, világítását, árnyékolását és bármi egyéb funkcióját. Mindezt internet segítségével megoldva, biztosítható, hogy a lakók mobiltelefonról is küldhessenek utasításokat a működtetésre, alkalmazkodva a pillanatnyi igényeikhez.

Ha a környezeti hatásokat nézzük, várható, hogy a sok elektronikus eszköz, számítógép előállítása, folyamatos üzemeltetése, végül a hulladék kezelése jelentős energiafogyasztást és környezetterhelést jelent. Ezzel szemben áll a háztartásban ezekkel elérhető energia-megtakarítás. A témában végzett életciklus-elemzés azt mutatta, hogy csak a legegyszerűbb kiépítés esetén érhetünk el 2-3 % körüli terhelés-csökkenést a különböző környezeti hatáskategóriákban. Ha teljes érzékelő, ellenőrző és automatikus vezérlő rendszert építünk ki, 6-16 % közötti környezetterhelés növekedéssel számolhatunk. Valamennyit javít a negatív összképen, hogy az okos rendszerekkel úgy lehet menedzselni a háztartási nagyfogyasztók üzemidejét, hogy azokkal az országos terhelési ingadozásokat tudjuk simítani.

48. ábra: Egy átlagos nyári nap villamosenergia-fogyasztásának alakulása⁶⁷



Ez Magyarországon pl. azt jelenti, hogy a kis terhelésű napszakokban főképp az atom-

erőmű dolgozik, minimális környezetterheléssel, míg csúcsidőben a gáz, olaj és széntüzelésű erőműveknek is be kell szállniuk. Tehát, ha a vízmelegítést, hőtárolós kályha felfűtést, villanyautó feltöltést, esetleg mosást, mosogatást át tudunk terelni a mélyvölgy idejére, az környezetileg és gazdaságilag is előnyös. Az okos rendszerek ezt finomabb hangolással, a napközbeni kisebb völgyeket is kihasználva tudják megoldani. (Megjegyzendő, hogy nagyobb középületekben a hasonló felügyeleti rendszerekkel jobb eredményeket lehet elérni.)

További, nem lebecsülhető haszna ezeknek a házuk energiagazdálkodását támogató eszközöknek, hogy jobban ráirányítják a figyelmünket az energiatakarékosságra. Az évi 1 – 1 villany és gázzámla helyett napi több száz adatunk lehet a fogyasztásunkról. Ezeket az adatokat alkalmanként érdemes elemezni, és ennek alapján végiggondolni, hogy a mi életvitelünk és a házuk adottságai alapján milyen módon lehet legökologikusabban működtetni a háztartásunkat. Nem biztos, hogy a beállított sablonok egyike lesz a legjobb. Az elemzésbe vonjuk be családtagjainkat és főképp a környezetvédelemre legfogékonyabbakat, a gyermekeinket.

67 Forrás: Mavir, Portfolio.hu

Biztonsági rendszerek

Ide tartoznak a vagyonvédelmi berendezések, riasztók, kamerák, biztonsági áramforrások, stb, sőt költség és környezetterhelés szempontjából annak a biztonsági cégnek az arányos hányada is, akik a házunk biztonsági rendszerét üzemeltetik, a távfelügyeletet ellátják. Ezeken túl még érdemes telepíteni tűz, füst és szénmonoxid érzékelőket, idősebb családtagjaik veszélytelen éjszakai mozgáshoz biztonsági világítást.

Érthető, ha e területen a biztonsági szempontok lesznek az elsődlegesek. A környezetvédelmi megfontolások akkor jöhetnek, ha több hasonló képességű rendszer között választhatunk.

Kényelmi és luxus eszközök

Ezek nem kifejezetten környezetbarát voltak miatt telepítik. Akinek ilyenekre van igénye és lehetősége, és ezt szeretné összeegyeztetni környezetbarát felfogásával, annyit tudunk javasolni, hogy az energiaellátást saját, megújuló forrásból oldja meg, és a használatból kikerült eszközök szakszerű újrahasznosításáról gondoskodjon.