



Fotovoltaikus elemek és napkollektorok formaalkotási lehetőségei

Árpási Gergő

Eszes Tibor

Energiatudatos épülettervezés

2015.

Tartalomjegyzék:

Témaválasztás_____2

Fotovoltaikus elemek formaalkotási lehetőségei

Fotovoltaikus elemek működése_____5-8

Építészeti példák_____8-12

Fotovoltaikus kiselemes tetőfedések_____13

Fotovoltaikus függönyfalak_____14-16

Napkollektorok formaalkotási lehetőségei

Napkollektorok működéséről_____16-17

A napkollektorok fajtái_____17-18

Napkollektorok felhasználási módja_____18

Napkollektorok felhasználásának gazdasági vonatkozásai_____18

Napkollektorok felhasználásának építészeti példái_____18-21

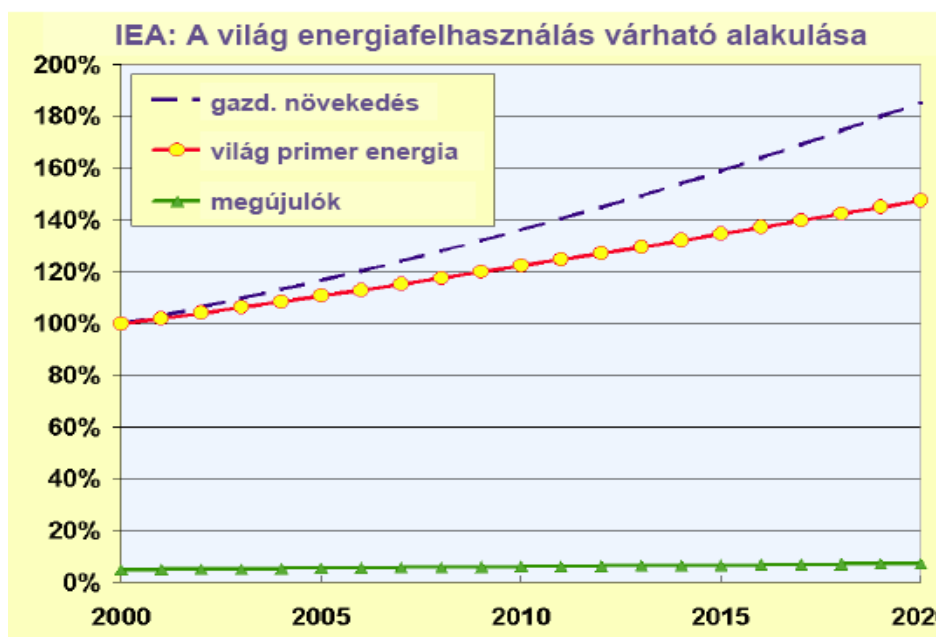
Irodalomjegyzék_____22

Témaválasztás

Directive 31/2010/EU

“Member States shall ensure that by 31 December 2020 all new buildings are nearly zero-energy buildings; and after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy buildings”. Member States shall furthermore “draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings” and “following the leading example of the public sector, develop policies and take measures such as the setting of targets in order to stimulate the transformation of buildings that are refurbished into nearly zero-energy buildings”.

A 2010-es Eu-s direktíva kimondja, hogy a tagországok 2020. december 31. után épült épületeinek és a 2018. december 31. után épült középületeknek közel nulla energiásnak kell lenniük. Ezenkívül tervet kell kidolgozni a nulla energiás házak számának további növelésére.



forrás: Dr Tóth Péter: Megújuló energiák az építészetben

Ezen kívül az világ energiafelhasználásának várható alakulása táblázaton látható, hogy hiába állítunk elő kisebb energiafelhasználású gépeket, akár házakat is az energiafelhasználás folyamatosan nő, már csak a növekvő népességszám és az ember alapvető viselkedési szokásai miatt is. (Gyakran ha tudatában vagyunk annak, hogy, amit használunk, a korábban használtaknál, vagy az átlagosnál kevesebb energiát használ képesek vagyunk az adott terméket, vagy szolgáltatást feleslegesen többet használni, csak azért, mert tudjuk, hogy kedvezőbb körülmények között történik ez a felhasználás.



forrás: Dr Tóth Péter: Megújuló energiák az építészetben

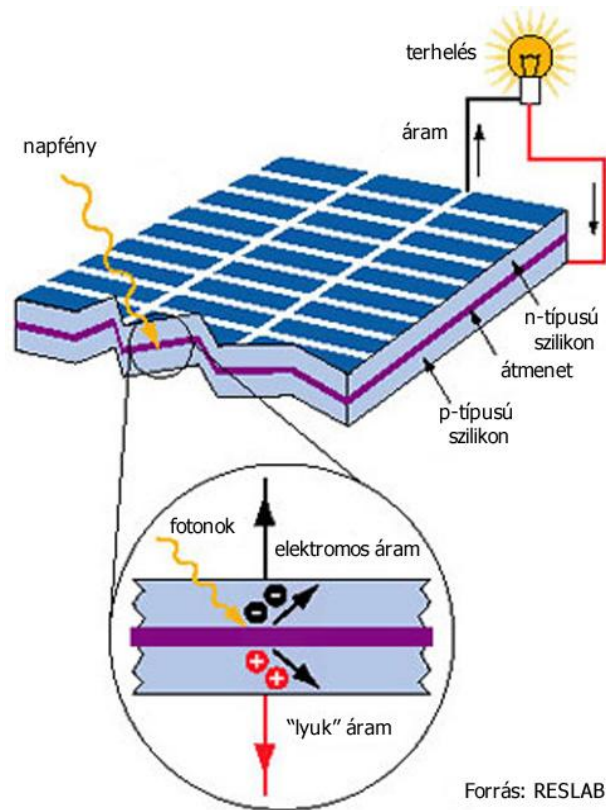
A kördiagramon látszik, hogy az energiafelhasználás 41%-át, tehát nagyon jelentős részt a lakó és közösségi épületek produkálják, így érthetővé válik, hogy miért fontos az építésben az energiatudatosság.

Tóth Péter egyik előadásában szóba került az is, hogy a jövőben minden épület tetején fotovoltaikus elemek és napkollektorok lesznek, ez, még ha túlzás is elég riasztóan hatott ránk, első megközelítésben egy unalmas jövőképet festett, ahol minden lapostetős kockán napelemek sorakoznak.

Ezért döntöttünk úgy, hogy jobban megvizsgáljuk ezt a témát és példákon keresztül bemutatjuk, hogy milyen lehetőségeink vannak.

Fotovoltaikus elemek formaalkotási lehetőségei

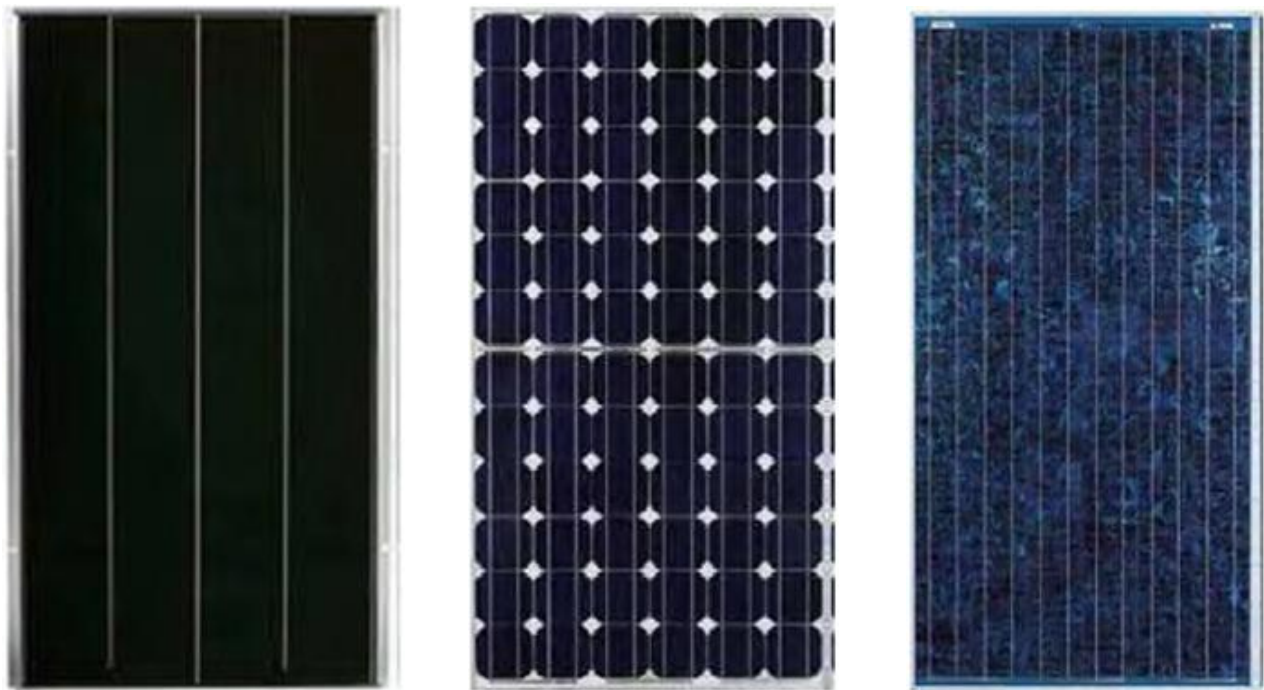
Fotovoltaikus elemek működése



fotovoltaikus elem működési elve

A fotovoltaikus elem működésének az a lényege, hogy a beérkező napsugárzás a speciális megfelelő technológiával tudatosan szennyezett és így fényérzékenyvé vált félvezető elemekben elektromos töltésszétválást generál. A megfelelően méretezett és egymáshoz kapcsolt energiacellák által leadott energia arányos a besugárzott fény intenzitásával. A sugárzás elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektrokémiai potenciálok illetve az elektron kilépési munkák különbözőségéből adódó beépített elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít, vagyis elektromos áram jön létre. (Ez a jelenség bármilyen megfelelő fényspektrummal rendelkező fényforrás esetén is lezajlik, nem szükséges kizárólagosan napfény.) Ennek megfelelően a rendszer az évszaknak és napszaknak, valamint a földrajzi elhelyezkedésnek megfelelően különböző mértékben termel energiát. A világvezető Németországhoz képest Magyarország természeti adottsága igen kedvező fotovoltaikus rendszerek telepítéséhez.

A szilícium napelemek három típusát (kristályosodási módosulat) lehet alkalmazni az igények és korlátok függvényében:

**Amorf napelem:**

Ez a legelterjedtebb típus, mert olcsó az előállítási költsége. A hatásfoka 4-6% között van, ami alulmarad a többihez képest. Mivel kicsi a hatásfoka ezért jóval nagyobb felületet igényel az elhelyezése. Az amorf napelem a szórt fényt jobban hasznosítja, mint a közvetlen napfényt. Az élettartamuk csak 10 év körül van.

Monokristályos napelem:

Ez a napelem a ma létező legjobb hatásfokkal bíró napelem, aminek hatásfoka 15-17% között van. A monokristályos napelem a közvetlen napfényt hasznosítja jobban, de a szórt napfényben már kevésbé tudja hasznosítani. Élettartama 30 év körül van.

Polikristályos napelem:

Ennek a hatásfoka is már megközelíti a monokristályos napelemét, aminek hatásfoka 10-13% között van. Élettartama 25 év körül van.

Gazdaságossági szempontból fontos megjegyezni, hogy a PV elemeket hálózatsatolt rendszerben is ki lehet alakítani, ez nagy előnye a napkollektorokkal szemben. Ebben az esetben a többletenergiát vissza lehet vezetni a (fő) szolgáltató rendszerébe és ezt az energiát kifizetik az előállítónak.

Egyéb alapanyagok:

Gallium arzenid vegyületen alapú napelemek: Bár eddig főleg műholdakon használták, és egyetlen rétegben alkalmazva nem gazdaságosak, de akár 8 db réteget (p-n átmenetet) is építhetnek egymásra. Így a hatásfok eléri a 46%-ot is koncentrált napfényben: ilyen már alkalmazásban volt 2014 november végén.

Egyéb vegyület-félvezető alapú napelemek: A hatásfokuk kevesebb mint 15%. Példa: kadmium-tellurid és a réz-indium-gallium-szelenid napelemek. Előállításukhoz kevés félvezető alapanyag szükséges, mert az aktív réteg csak 1-2 μm vastag.

Szerves festék alapú napelemek: Elektrokémia elven működnek, a fényelnyelő anyag egy szerves festék. A hatásfoka csak 2-4%, azonban a gyártása rendkívül olcsóvá válhat a jövőben.

Szerves anyagokból (polimerekből) készült napelemek: olcsók, de hatásfokuk csak 2-5%.

Szerves-szervetlen perovszkit-ek alapján készült napelemek kísérleti teljesítménye elért 20%-ot, nagyon gyors fejlődéssel, alacsony gyártási költséget ígérve. Ezek egyes fejlesztők szerint már 2017-ben piacon lesznek.

Építészeti példák



Gleisdorf, Austria 1998.

Az osztrák példát azért tartottuk érdekesnek, mert egyrészt már majdnem 20 éves másrészt egy gyönyörű metaforát használ, egy történetinek tűnő falucska közterén nő ki egy "gép" fa, ami a mellette lévő fákhoz hasonlóan a nap energiáját hasznosítja és leveleivel az "igazi" fákhoz hasonlóan nyújt árnyékot. Ez a fa forma aztán tovább fejlődött, használható például parkolóban árnyékolásra esetleg elektromos autók töltésére is.





Endesa pavilon, Barcelona, 2011. Rodrigo Rubio, Smart City Expo

A barcelonai Endesa pavilon jó példa arra, hogy az általában ferde síkban elhelyezendő fotovoltikus elemek beépítésükből következően (és persze megfelelő körítéssel) milyen jól tudják érzékeltetni a mozgást. Annak ellenére, hogy az elemek fixen vannak elhelyezve, nem mozgathatók, az épület homlokzatára nézve az épület vízszintes mozgásának érzetét kelthetik.

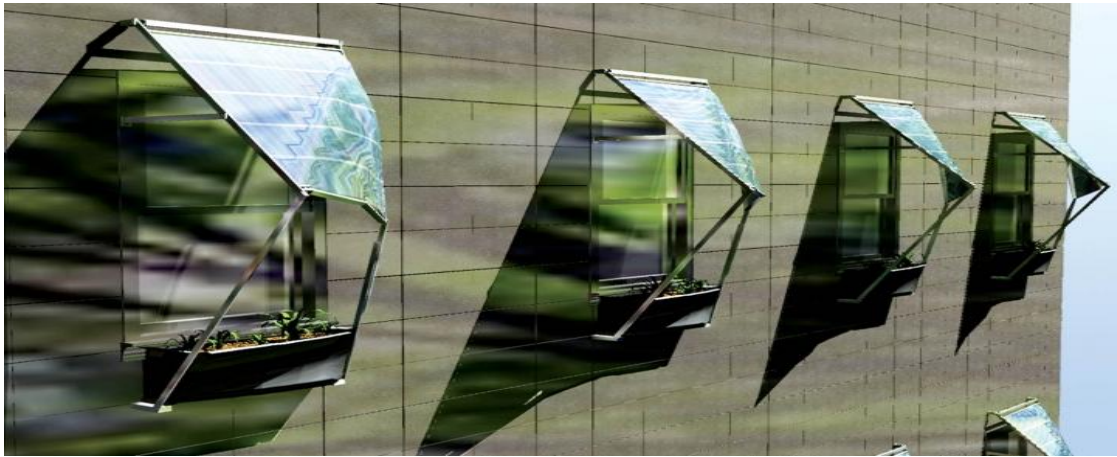




Kunsthaus, Graz, 2003. realities:united (Berlin)

A gráci biomorf középület interaktív homlokzatai miatt nem feltétlenül arra gondol az ember, hogy a házon energiatermelő panelek vannak, ennek ellenére a felső kis nyúlványok fotovoltaikus elemeket tartalmaznak, elhelyezésük módja összhangban van az épület építészeti koncepciójával, nem zavaró elemként jelenik meg.

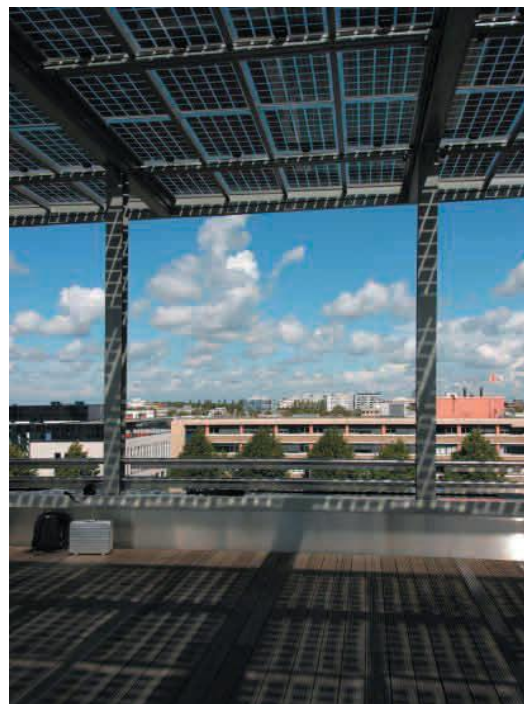




A fotovoltaikus elemek nem csak szilárd aljzatra helyezhetők, hanem vászon szerűre is, ez a lehetőség kitolja a formaalkotási felhasználás korlátait. Vitorla vászon anyagú sátraknál és árnyékolóknál is felhasználhatók.



A 2004-es stockholmi White arkitekter AB, Mats Egelius által tervezett lakóháznál az elemeket egyszerűen rányékolásra használják, érdemes lehet elgondolkodni ezen az alkalmazáson pl a csornai városházánál is, ami eredetileg árnyékolókkal készült, amiket leszedettek, ami azt eredményezte hogy nyáron egyáltalán nem komfortosak az épület felső szintjei.



L3/L7 Restaurant at Shell, Head Office, Volmerlaan 8, Rijswijk, 2004.
van den Broek & Bakema

Hasznosított lapostetős házaknál jó lehetőséget nyújtanak az (átlátszó) üveg aljzatú napelemekkel kialakítható, a hagyományos pergolázó képest, "új" árnyékképet adó szerkezetek.

Fotovoltaikus kiselemes tetőfedések

A napelemes tetőcserép mindenféle tetőre felrakható, többféle formában és színben gyártható, és akár műemléki környezetben is használható. Attól függően, hogy mennyi forrásunk van a rendszer kiépítésére, akár néhány darab cseréppel is kezdhethetjük, aztán később szabadon bővíthetjük a rendszert. Mivel a cserepek összekapcsolódnak, áramtermelő teljesítményük is összeadódik. Négy darab cseréppel már működtethetünk egy számítógépet, nyolc darabbal egy hűtőt, attól függően pedig, hogy mekkora és milyen felszereltségű a házunk, 3-500 darabbal már az összes elektromos energiaszükséglet kielégíthető.

A rendszer további előnye, hogy ha meghibásodik egy elem (cserép), azt a szélén világító éle jelzi, így a tulajdonos ki tudja cserélni egyenként is a hibás darabokat.

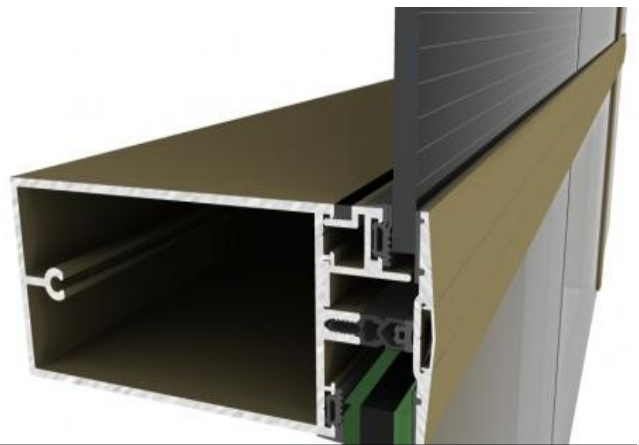
A találmányt világszabadalom védi a világ 160 országában. Tömeggyártása hazánkban 2009 őszén kezdődik a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Harsányban épülő üzemben.

A technológia egyébként már külföldön is megjelent, az Egyesült Államokban már épültek fel házak, amelyekben ezt alkalmazták.



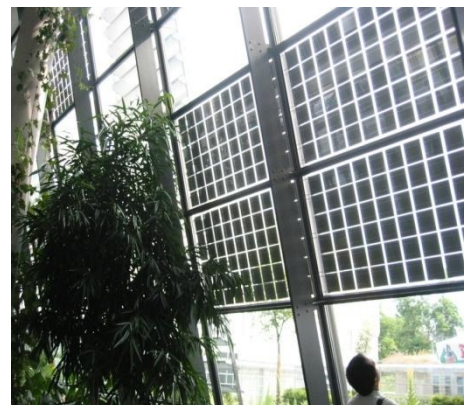
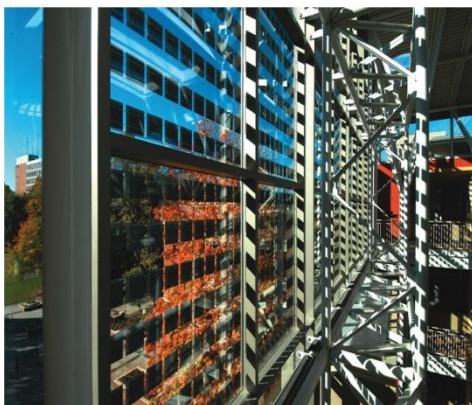
Ha a tetőre kis szögben látunk rá, észre sem vesszük (bal felső sarok) a paneleket, ez történeti környezetben jelentős lehet.

Fotovoltaikus függönyfalak



Horizontal Mullion with vision below and PV above

A fotovoltaikus elemeket üveg aljzatra is lehet tenni, így függönyfalakba is integrálhatók, ami megint csak egy plusz felhasználási terület. A függönyfal hőszigetelési képességét és megőrizheti, amennyiben az alap hordozó üvegen kívül, más réteget is beépítenek. A helyiségnek megfelelően több kialakítás, (elvileg teljesen átlátszó) is elképzelhető.

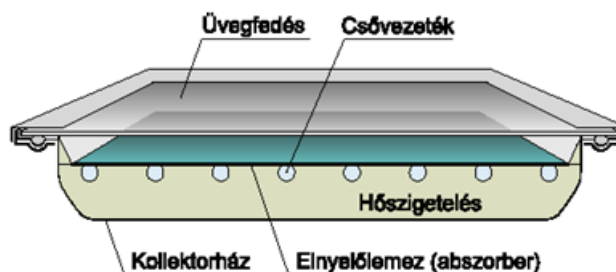
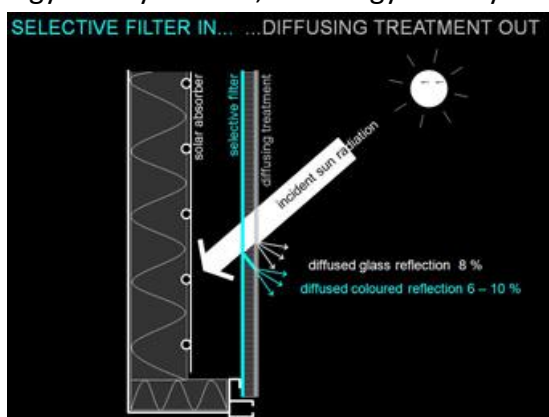


A napkollektorok formaalkotási lehetőségei

A napkollektorok működéséről:

A fotovoltaikus elemekkel ellentétben a napkollektorok sekunder energiaforrást állítanak elő, konkrétan melegvizet. Ebből mindjárt két dolog következik építészeti szempontból: mivel a sekunder energiahordozók egyik fő jellemzője, hogy az előállítás és a felhasználási hely gazdaságosan nem különíthető el, és a napkollektorok csak kisebb energiaigényű felhasználásra alkalmasak, ezért ezeket épületek, vagy kisebb épületcsoportok kiszolgálására tudják alkalmazni. Másként fogalmazva az elektromos árammal ellentétben a melegvizet csak úgynevezett szigetfelhasználásra tudják igénybe venni.

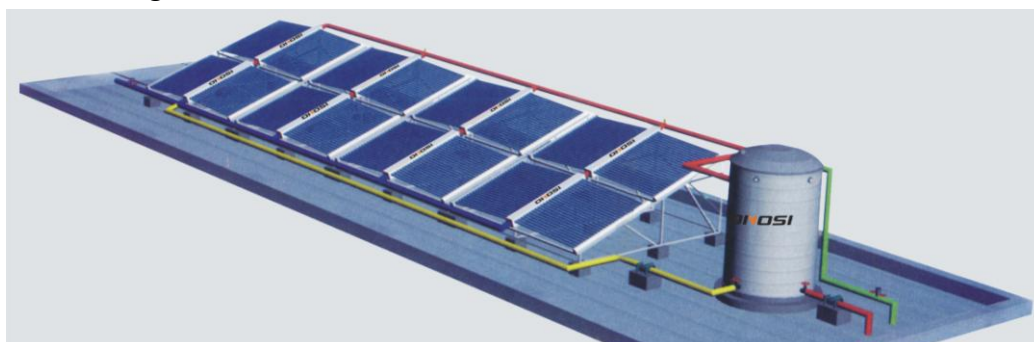
Előzményként a tömegfal és a Tromble fal idézhető ide, amennyiben a napkollektorok is három fontos fő részből állnak, ami a napfény energiájának feldolgozását érinti: transzparens befogadó rész (üvegszerkezet), légrés, ahol meleg levegő, vagy más gáz tartalmaz hőt, illetve a hőelnyelő közeg, ami a tömegfalnál és a tromble falnál egy tömegszerkezet (kő, tégl), a napkollektornál egy hőszigetelő hátfalba integrált csőrendszer, ami előtt egy abszorber hőelnyelő lemez található. A csőben áramolhat levegő, vagy folyadék. Az utóbbi esetben fagyveszély áll fenn, ezért fagyálló folyadékot kell alkalmazni.



A jobb oldali ábrán lévő üvegfedés, elnyelő lemez (abszorber), csővezeték és a hőszigetelést is tartalmazó kollektorházon kívül fontos szerep jut a levegőnek, vagy más gáznak is.

A napkollektorok fajtái:

A napkollektorok két fő csoportra oszthatók, amely csoportok egyben az építészeti karakterüket is meghatározzák:

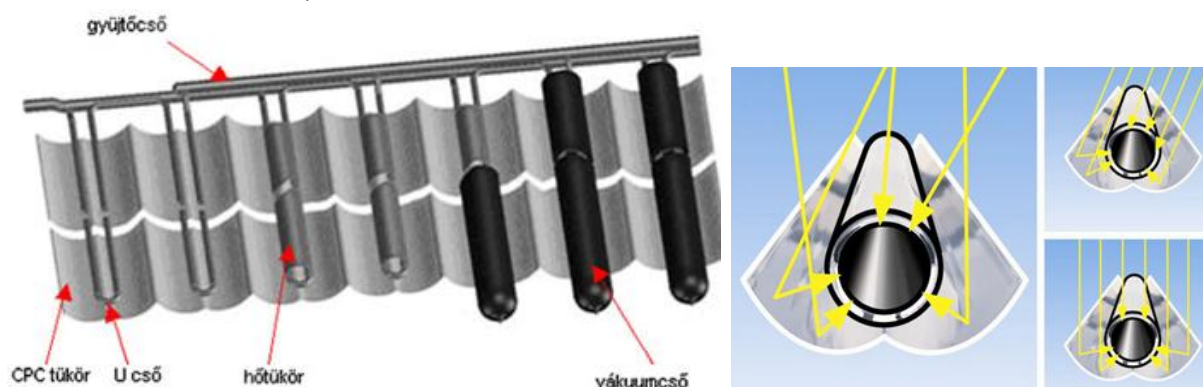


- az előző oldali ábrán látható síkkollektor; nagyon hasonló megjelenésű a fotovoltaikus elemekhez, de nem tagolt az üvegfelülete, hanem egy darab sík üveg határolja



- a szöveg feletti ábrán látható csöves napkollektorok, melyből a jobboldali képen látható példa termoszfint is tartalmaz, melynek szerepe, hogy minél kisebb távolságot biztosítson a hő felvevő közeg (fagyálló folyadék) és a felhasznált víz hőhordozó közeg között, ezzel minimalizálva az erősen mérgező fagyálló folyadék mennyiségét. Ennek következménye az építészetileg szinte vállalhatatlan megjelenése. A bal oldali képen látható vákuumcsöves napkollektor hőcserélője az épületen belül kapott helyet, ezzel egy esztétikailag vállalhatóbb megoldás, de technológiailag kevésbé hatékony rendszer jött létre.

Építészeti szempontból nem lényeges különbség, de műszakilag mindenképpen említésre méltó, hogy kialakítottak egy további műszaki segédszerkezetet, ami a napsugárzás beesési szögének változását képes némileg kompenzálni, ez pedig a CPC koncentrátor (Compound Parabolic Concentrator).

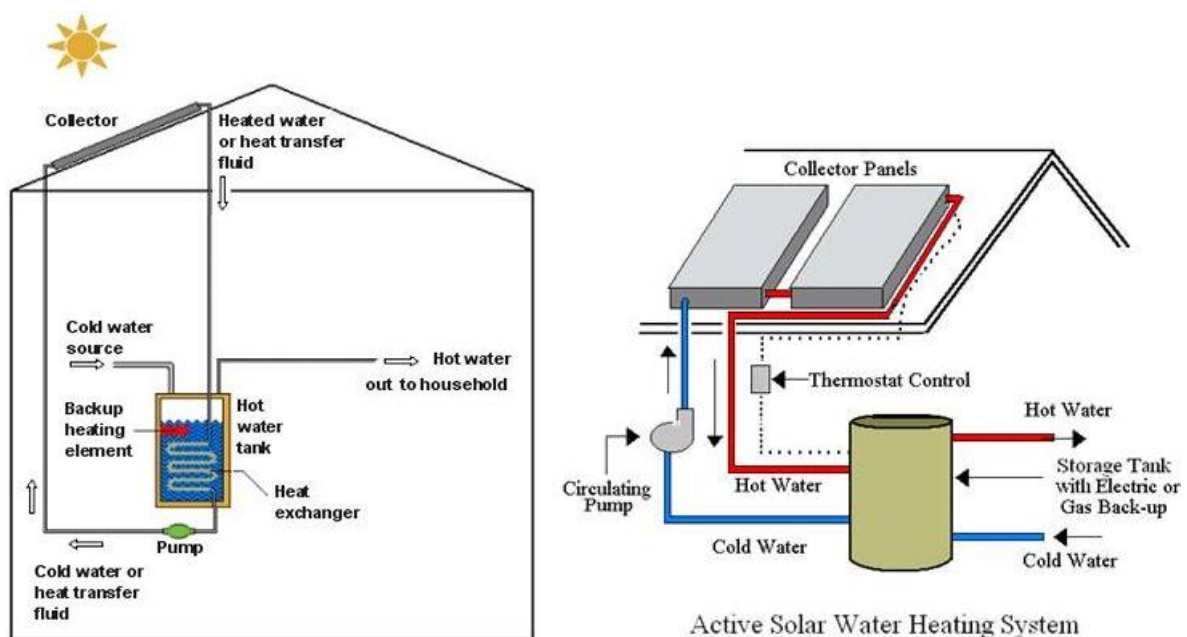


A napkollektorok elhelyezésénél figyelni kell arra is, hogy a sugárzási nyereség a napi napjárás mellett (erre jó a CPC) a beesési szögtől is függ a sugárzásnyereség. Ez merőleges helyzetben a legnagyobb. A napjárás azimutjától függően 20-30%-os eltérés is mutatkozhat

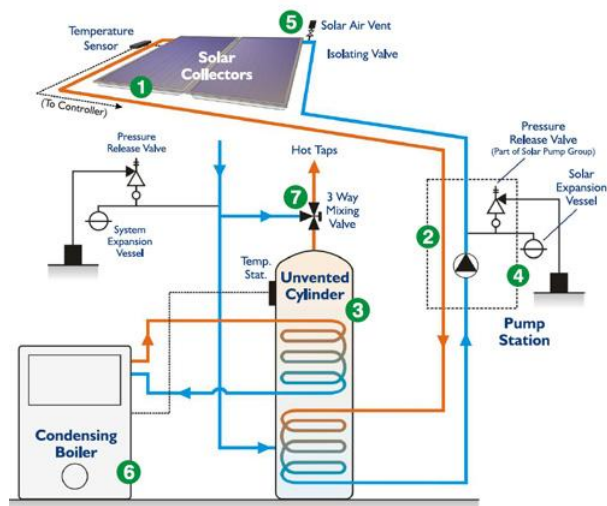
ebben a paraméterben. Fontos tehát, hogy meghatározzuk, hogy a lehetséges felhasználási módok közül melyiket választjuk ki, és ezeken belül a felhasználás idejét is behatároljuk.

Mielőtt ezt taglalnánk látható, hogy a síkkollektor kevésbé alkalmazkodik a geometriai adottságokhoz, érzékenyebb a szennyeződésekre (akár por, vagy hó), öntisztuló képessége rosszabb, előállítási költsége magasabb, meghibásodása esetén az egész panel cserélendő, de a vákuumcsöves szerkezet is üvegből van, ezért mechanikai sérülésre érzékeny. Eladási statisztikát nézve világviszonylatban a szelektív síkkollektor a legelterjedtebb (ennek különlegessége, hogy abszorbere speciális szelektív, NiO hőelnyelő bevonat), de hazánkban az érzékenység miatt a vákuumcsöves napkollektor is sikereket ér el. Közös műszaki problémájuk a nyári túlmelegedés lehetősége, ami a fagyálló folyadék alkalmazása esetében komoly problémát jelent. Ezt pangási túlmelegedésnek hívják és mivel gőzképződéshez is vezethet, ami akár tönkremeneteli lehetőséget is okoz, ezért az összes napkollektor rendszert erre méretezni kell. Megoldást jelenthet a keringetési rendszerbe juttatott hálózati víz (kevésbé), esetleg a **méretezett** túlnyomás tartályok és szelepek elhelyezése (gyakoribb). Ebben az esetben gondoskodni kell a lefűtés balesetmentes lehetőségéről.

A napkollektorok felhasználási módjai:



A bal oldali ábrán csak használati melegvíz előállítására alkalmas-, míg a jobb oldali ábrán fűtési melegvíz előállítására alkalmas rendszer látható.



Léteznek vegyes felhasználású rendszerek is.

Mindhárom esetre igaz, hogy - mint általában a napsugárzásra épülő berendezések, így a napkollektorok is - csak a szükségletek egy bizonyos hányadát képesek fedezni, egyenetlen, nem tervezhető eloszlásban, ezért kiegészítő energiaforrásokat is be kell melléjük tervezni.

A kiegészítő energiaforrások választását már sok tényező befolyásolja:

- vegyes és fűtési melegvíz előállítása esetén az épület passzív hővédelme hatékonyságának függvényében akár elektromos, akár geotermikus rásegítés is alkalmazható, amennyiben jó hőszigetelési és légzárési tulajdonságú épületről beszélhetünk. Ha ez a paramétere az épületnek nem jó, akkor rásegítő energiaforrásként csak a fosszilis energiahordozókkal üzemelő berendezésekkel számolhatunk;
- használati meleg víz előállítása esetén elsősorban a felhasználás mennyisége és eloszlása határozza meg a kiegészítő energiaforrás fajtáját. Itt példaként egy nyaralót említhetünk, ahol az időszakos nyári használat miatt elegendő lehet szintén az elektromos rásegítés, de nagyobb és kiterjedtebb idejű felhasználás esetén a fosszilis energiaforrásoktól sem tudunk eltekinteni;

A napkollektorok felhasználásának gazdasági vonatkozásai:

Ennek a tanulmánynak a legkevésbé célja ennek pontos tisztázása, de mindenképpen fontos szempont, ezért tárgyaljuk. Magyarországon sajnos a magújuló energiák felhasználását az állam nem képes kellő erővel támogatni, ezért a piaci trendek érvényesülnek az árképzésben.

Ennek a következménye, hogy a megtérülési idő magasabb, mint azon országokban, ahol ezeket támogatják. Következménye továbbá, hogy nagyobb projekteknél, mint családi ház, szinte nem is fordul elő a napkollektor beépítése. Általánosan ismert adat, hogy a fűtési, vagy vegyes felhasználású rendszerek megtérülése jelenleg magasabb, mint 10 év, de a használati

meleg víz esetében sem kevesebb 5-6 évnél, ami üzleti szempontból már értékelhető befektetési időnek számít. Ezért láthatunk családi házakon, esetleg kisebb középületeken 6-10, illetve 50-60 m² felületű napkollektort. A fűtési-, vagy vegyes használatú melegvíz előállítására alkalmas felület nagyságrendje ilyen épületeknél 50-60, illetve több száz négyzetméter lenne, amivel nem sűrűn lehet találkozni.

Ezeknek a rendszereknek továbbá az amortizációs ideje 10 évre tehető, mivel a gáz tartalmú elemek tömítettsége kezd bizonytalanná válni, a tágulási tartályok és biztonsági szelepek szavatossága pedig már előbb lejár, minimum felülvizsgálatra szorulnak.

Itt érdemes megemlíteni a kollektorok egy oldalhajtasát, a lég kollektorok egy különleges fajtáját, a sörkollektort. Ez azért érdemes említésre, mert mintegy mozgalom van jelen ezen a „piacon”. Fesztiválokat szerveznek, ahol összemérik az egyes berendezések hatásfokát. Ez mutatja az emberek igényét a megújuló energiaforrásokra.



Persze ez nemzetgazdasági szinten nem kimutatható mértékű, és az épületen belül is csak egy-egy helyiségre van hatással, azt sem oldja meg teljes mértékben.

A napkollektorok felhasználásának építészeti példái:

Elsőrendűen azt szeretném tisztázni, hogy az egyes épületek, építmények viszonylatában hol találkozhatunk napkollektorokkal, különösen is arra figyelemmel, hogy a fent már említett okok miatt a felhasználás és az előállítás helye nem választható szét olyan könnyen, mint a fotovoltaiikus elemeknél.



Az előző lap bal oldali képe az **épület mellé** lehelyezett lehetőséget hozza. Előnye, hogy a pincében lévő tárolóval közvetlen kapcsolat létesíthető, nem befolyásolja az épület fő homlokzati megjelenését. Hátránya, hogy a telek használatát korlátozza, olyan helyen van, ahol a mechanikai sérülés esélye nagy, és a telek összképét rontja.

Az előző lap jobb oldali képe az **önálló építményként** elhelyezett napkollektor telep lehetőségét mutatja, de ez Európában legfeljebb az Ibériai félszigeten fordulhatna elő, ez konkrétan az Amerikai kontinensről származó eset. Itt árnyékoló szerkezetként működik (zárójelben jegyzem meg, hogy mivel a magyar előírások ekkora parkoló esetén lombos növényzet telepítését írják elő, ezért ennek a műszaki megoldásnak nálunk ez komoly akadálya lehetne).



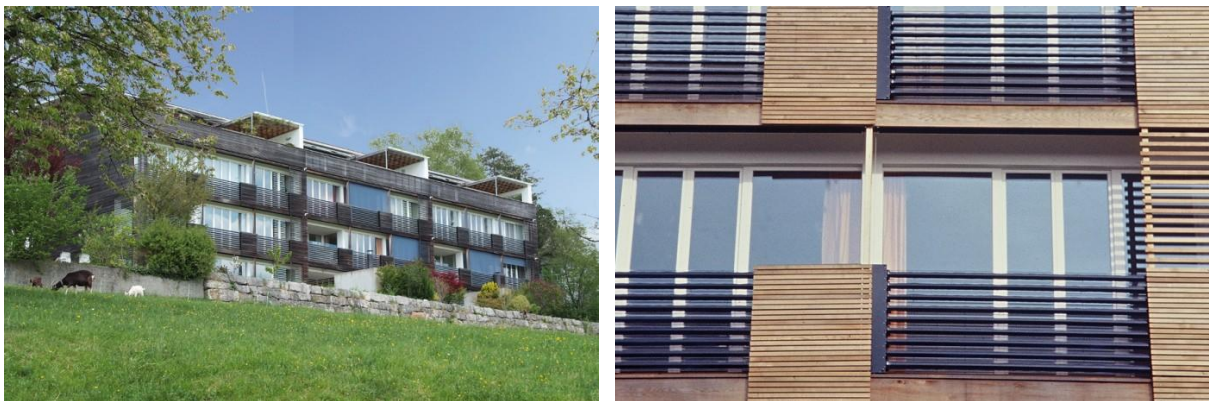
A bal oldali képen a napkollektor **ráhelyezett elemként** jelenik meg. A leggyakoribb megjelenési forma. Építészetiileg idegen, sok esetben zavaró (mint a képen).

A jobb oldali képen a **fedés helyett** alkalmazott megoldást láthatjuk. Bizonyos High Tech épületeknél, vagy minimál házaknál akár illeszkedőnek is mondható megoldás. Ebben az esetben pára-, hő-, és csapadékvíz szigetelési problémákat vet fel, ha mögötte beépített tér van, nagyon gondos tervezést igényel, figyelemmel a karbantartás szempontjaira is. Hagyományos épület esetében nem tűnik vállalhatónak építészeti szempontból.

Néhány nemzetközi példa:



Lakóépület, Párizs, 2011.
Philippon Architect



Lakóház, Keampfen, Svájc, 2001.
Christina M Roecker

Ezek a példák is azt erősítik meg bennem, hogy egyenlőre – a fotovoltaiikus elemekkel ellentétben – nem csak gazdasági, hanem építészeti szempontból sem találta meg a helyét ez a szerkezet. A hozott példáknál is rátett elemként, mintegy korlát helyett alkalmazták. Ha azt is figyelembe vesszük, hogy a szerkezet hatékonysága ilyen elhelyezés esetén 20%-ra is csökkenhet (ha 100-nak vesszük a napkollektorokból kihozható maximumot, ami szintén csak 35-45 % napenergia felhasználási kihozatal), akkor elmondható, hogy itt ez egy drága, öncélú, nem igazolható megoldás, kétes biztonsági fokozattal. Sajnos jó ellenpéldára nem akadtam, és az elvi lehetőségeket is figyelembe véve nem tűnik a közeljövőben reális lehetőségnek, hogy építészeti szempontból kívánatos szerkezet lehessen a napkollektor.

Irodalomjegyzék:

Photovoltaics in architecture- lessons learned in PV Nord, Marja Lundgren and Kjell Torstensson with assistance of Jonas Tapper and Jenny Carlstedt, 2004. december

Megújuló energiák az építészetben Dr. Csoknyai Tamás előadását ppt-re átirta és kiegészítette Dr. Tóth Péter 2011.

Building-Integrated Photovoltaic Designs for Commercial and Institutional Structures A Sourcebook for Architects, Patrina Eiffert, Ph.D. Gregory J. Kiss 2000. február

www.napelem.net letöltés dátuma: 2015. 03.27.

www.gatibasolar.hu letöltés dátuma: 2015. 03. 26.

Óbudai Egyetem – Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Megújuló Energiaforrás Kutató Hely honlapja
Napkollektorok működése és alkalmazása

www.naplopo.hu

Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése. Lendvai Gábor előadása a IV. Napenergia – hasznosítás az épületgépészetben konferencia és kiállítás (2013 nov.) keretében