

Termikus napenergia hasznosítás

Aktív és passzív szoláris építészet eszközei

Sós Attila

szervezőtervező építésmérnök hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: sosati711@gmail.com

KIVONAT

Az épületenergetika ma már több éves hagyománnyal épült be a köztudatba. Míg korábbi korokban olykor az emberiségnek nem volt különös oka az energiafelhasználásával tudatosan bánni napjainkra ez gyökeresen megváltozott. Természetesen az emberiséget ősidők óta foglalkoztatta a természettudomány, éppen ezért nem hagyható figyelmen kívül a népi építészet gyakorlati tapasztalatain alapuló megoldásai sem. Hiszen ezekből forrotta ki a passzív szoláris építészet egzakt, empirikus megfigyelései, levezetései, melyet számos fennmaradt épületállomány őriz. Az aktív szoláris építészet a megújuló energiát hasznosító rendszerek, az épületgépészeti és épületvillamossági rendszerek innovatív fejlesztéseinek, megoldásain él tovább. Az épületek termikus napenergia hasznosítása folyamatok összefüggésében és kölcsönhatások egymásra hatásából tevődik össze, hiszen a termikus napenergia hasznosítást akár 0gyűjtőnévvel is illethetnénk ezek után.

Energiatudatos épületeinek gyakran részét képezi a naptér mint passzív szoláris építészeti elem. Ezekkel bizonyított módon lényegesen magas fajlagos fűtési igény csökkenés érhető el, de természetesen nem szabad megfelelni a szezonális módról sem, hiszen éves szinten közel annyi fajlagos hűtési igényrel is számolhatnánk mit amennyi a fajlagos fűtési igény télen.

A másik módja az energiatudatos épületeinknek az aktív szoláris építészet, mely gyakran jár napelem vagy napkollektor méretezésével, alkalmazásával. Itt tervezői szabadság adott, hiszen tudjuk azt, hogy éghajlati övezetünk területére lényegesen többszöröse érkezik a szoláris napsugárzásnak, mint amennyit felhasználhatnánk. Ennek határt csupán a gazdaságosság, megtérülése egy adott rendszer kiépítésének, valamint annak kihasználtsága szabhat határt. Ezért fontos tudnunk, ismernünk egy napkollektor rendszer működési elvét és kiépítésének szükséges paraméter szintű részleteit.

KULCSSZAVAK

ENERGIATUDATOS TERVEZÉS, TERMIKUS HŐHASZNOSÍTÁS, AKTÍV NAPENERGIAHASZNOSÍTÁS, PASSZÍV NAPENERGIAHASZNOSÍTÁS, TÁGULÁSI TARTÁLY

ELŐSZÓ

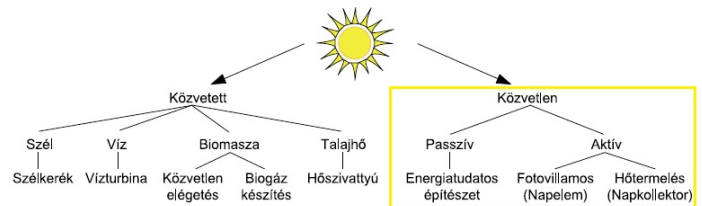
Napjainkban köztudott tény, hogy a föld fosszilis energiaforrásai végesek. Ezen problémák megoldására elsőként világszínvonalon már évtizedekkel ezelőtt¹ megtettük az első intézkedő lépéseket kidolgozásával. Mindazonáltal az emberiség az építészet eszközeivel folyamatosan azt próbálta megoldani, hogy hogyan tud olyan menedéket építeni, amit kevesebb energiával tud fenntartani vagy „ingyen” energiához juthat. Természetesen ezek az eszközök többnyire tudatosan alkalmazott, tapasztalati úton kitapasztalt, empirikus módszerek voltak, melyek ma már többnyire nem elegendőek. Miközben napjainkra az energiapazarlás „bűn” lett, egyre jobban a megújuló energiaformák felkutatásának irányába terelte az építészetet, melyet az innovatív épületgépészeti eszközök is segítenek.

TERMIKUS NAPENERGIA HASZNOSÍTÁS

A cím magyarázata, mely elsősorban önállóan is értelmes szavakból tevődik össze, mégis együtt olvasva a szóösszetételt új értelmet kaphatunk, melyet idegen nyelvi szakirodalmakban fellelhető értelmezésekből származtathatunk.

Termikus – hővel kapcsolatos dolgok kifejezésére használatos. Például termikus épületburok, amikor egy elvi alapon meghatározott héjazatról beszélünk, aminek a két oldalán különböző hőmérséklet tartományú kölcsönhatásokkal számolhatunk.

Napenergia – a Földet a Nap energiája hő és fény formájában éri el. Számos formája van melyet az ősidők óta alkalmazunk. Ide kapcsolódik a napfűtés, a fotovoltaiikus berendezések, valamint a naperőművek, a napenergiát felhasználó épületek, de ide sorolható sok más mellett a geotermikus energiaforma is, mely tulajdonképpen a Nap évszázadok, évmilliók alatt felhalmozódott hőjét jelenti (Lásd 1. Ábra).



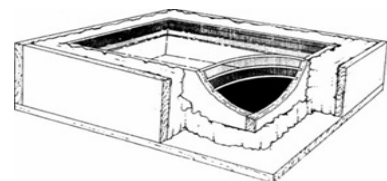
1. Ábra: Napenergia felhasználásának legfőbb lehetőségei

Hasznosítás – a tudatosan alkalmazott módszerek segítségével nyert hő felhasználása.

Összetéve tehát arra jutunk, hogy minden olyan energiatudatos szempontot, ami termikus épületburkon belül kerül tudatos hasznosításra és ezt a Nap energiájának köszönhetjük azt a termikus napenergia hasznosítás folyamatának nevezhetjük. [1], [2]

ELŐZMÉNY

Tudományos, kísérleti alapon elsőként Horace Benedict de Saussure (1740-99) svájci természettudós foglalkozott a napsugarak beesési szögének optimális meghatározásával. Az ő találmánya, a heliométer (Lásd 2. Ábra), ami valójában egy termométer volt. Ezt egy fekete parafával bélelt ládikába, háromrétegű üveggel lefedve helyezték el. Így módon zárta ki a külső hőmérséklet befolyásoló hatását és a napsugarak közvetlen hatását ki tudta mutatni. Ezzel bizonyítva az üvegházhatás létét, s további alapot teremtve további napenergia aktív-, és passzív hasznosítására, felhasználására. [3]



2. Ábra: Horace Benedict de Saussure: hot box (meleg doboz)

PASSZÍV SZOLÁRIS ÉPÍTÉSZET

Számos tervezési filozófia és megnevezés használatos e terület leírására. Gyakori kifejezés a klímatudatos-, vagy a bioklimatikus építészet megnevezés is. Ezen kifejezések közül bármelyiket is használjuk, a fő elkülönítő szempont, hogy olyan épületekre mondjuk mindezt, ami elsősorban vagy teljes egészében csak és kizárólag építészeti és épületszerkezeti eszközökkel hasznosítja a klimatikus elemek, a Nap energiát.

Klimatikus elemek közé sorolható a napsugárzás energiáját az épület fűtésére és hűtésére fordító rendszerek, a szezonális éghajlati adottságokat kihasználó eszközök, az árnyékolás, a természetes szellőzés stb.

Egyes éghajlati övezetekben más és más feladatokat kell megoldani, van ahol a fűtési energiaigény csökkentése a meghatározó, míg máshol a hőterhelés csökkentése a mérvadó. A mérsékelt éghajlatú övezetekben legfőbb kérdés a fűtési energiaigény redukálása. Ezért erre tulajdonképpen három funkciót

¹ 1972. június 5. ENSZ világkonferencia: Ember és bioszféra (MAB - Man and Biosphere), Stockholm

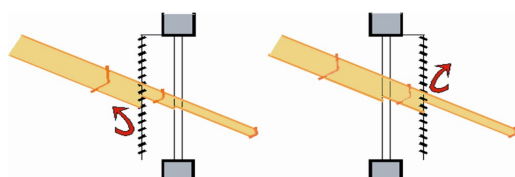
határozhatunk meg, amellyel leírhatjuk a passzív napenergiahasznosítást:

- a szoláris energia begyűjtése;
- a begyűjtött energia egy részének tárolása;
- a tárolt energia leadása, felhasználása, célba juttatása a megfelelő időben és helyen.

Hogyha ezen funkciók teljesítésére az épület, valamint annak szerkezeti elemei szolgálnak, a rendszert passzívnek nevezzük. A passzív rendszerek szabályozására kevés lehetőség van, ebből következően a passzív rendszerek igen gondos méretezést igényel. [1], [4]

Direkt rendszerek

Ebben az esetben mindhárom funkciót a fűtendő helyiségnek kell biztosítania. Tehát jelen esetben az üvegezéssel bejutó sugárzást a belső felületek elnyelik, a határoló szerkezet tárolja, végül a belső felületek leadják a hőt, rövidhullámú sugárzás révén, ami a helyiségben marad. Sarkalatos példa a belső oldali redőny és reluxa szerkezetek, amik közvetlenül az ablakok belső oldalán felmelegedve a hőt a belső térben hosszuhullámú sugárzásuk révén adják le, ami tovább melegítheti a helyiséget olykor már káros mértékben (Lásd 3. Ábra).



3. Ábra: A helyiségbe jutó hőáramok típusa függ az árnyékoló helyzetétől

Alapja az üvegházhatás adja, azaz a hőfelvételt és a hőleadást a helyiséget burkoló szerkezetei, valamint a helyiség hőmérséklet változása kíséri.

A napközben elnyelt sugárzástól felmelegedő szerkezetek felületéről hőátadással távozó hőáram melegíti fel a helyiség levegőjét. A levegő hőmérséklet néhány perces késéssel követi a belső burkolófelületek hőmérsékletét. Éjszaka a belső levegő hőmérséklete csökkenni kezd, de a kialakuló hőmérséklet különbség miatt a határoló szerkezetek hőmérsékletének csökkenése követi a levegő hőmérséklet változását.

A direkt rendszerek esetében **sugárzási asszimmetria diszkomfort hatását** kell kiemelni, ugyanis a megengedhető hőmérséklet ingadozás hőérzeti szempontból korlátozhatjuk, korlátoznunk kell attól függően, hogy milyen komfortfeltételeket szeretnénk elérni. Ebből következtethető, hogy a nagy hőtároló képesség azért előnyösebb mert akkor adott mennyiségű energia felvételét és leadását kisebb hőmérséklet ingadozással oldhatjuk meg. [2], [5]

Indirekt rendszerek

Ebben az esetben a direkt rendszernél tárgyalt három funkció térben szétválasztva jelentkezik. Míg az elnyelés a helyiségen kívül, a leadás a helyiségben belül, a tárolás pedig többnyire egy térbeli köztes helyen lévő épületszerkezetben megy végbe. Ebben a rendszerben fontos a közvetítő közeg jelenléte, a légmozgás. Az energia térbeli „szállítása” az épületszerkezetekben kialakuló hővezetés és az épületben kialakuló természetes légmozgás révén valósul meg.

Hibrid rendszerek

Az aktív és passzív rendszerek közötti átmenetben még megkülönböztethetünk egy úgynevezett hibrid rendszert is, melyekben a döntő építészeti, épületszerkezeti elemek szerepe, de az energia célba juttatására épületgépészeti elemeket és külső energiaforrásokat is igénybe veszünk.

Passzív rendszerek folyamata

1. a sugárzás bizonyos hányadának átjutása egy transzparens rétegen
2. elnyelődés opaque² felületen

2 Nem átlátszó, nem áttetsző, átlátszatlan, fényáthatlan szerkezet. Abszorpciós

3. vezetéssel bejutás az opaque szerkezetbe
4. azon át vagy abból vissza a fűtendő térbe kerül
5. elnyelő felületről levegő közvetítésével, szabad áramlás révén a fűtendő térbe vagy valamilyen határoló szerkezetbe jutása.

Az egyes rendszerek között éles határvonalat húzni azonban nehéz, nem is nagyon lehetséges. Olykor az segíthet egy rendszer behatárolásában, hogy azt mennyire nézzük teljesnek vagy csak egy részére mondjuk ki behatárolásunkat.

A passzív napenergia tudatos hasznosítás komplex tervezési stratégiát követel meg, amely az épületek ablakai, falai, földem és padló szerkezeti azzal a tudatossággal kerülnek megtervezve, hogy napenergia tárolása, hasznosítása, felhasználása elvárt értékekkel megvalósulhasson. Ezek az elemek az ablakok (transzparens nyílások) mint az elsődleges szoláris nyereséget biztosító épülethatároló szerkezetek, továbbá az egyes épületszerkezetek elnyelési (abszorpciós) tulajdonsága, a energiagyűjtő szerkezet, termikus tömeg (tömegfal, trombe-fal, vízfal, stb.), az energiaáramok amelyek a hőmérséklet eloszlásáért felelősek, valamint a fix irányított, tudatosan alkalmazott elemek pl. túlnyújtott tető eresze, ami a nap szezonális álláspontjának megfelelően kerül kialakításra. Utóbbi szempont lehet a táj és a klimatikus adottságoknak megfelelően defenzív (védekező) vagy éppenséggel szoláris nyereséget kiaknázó.

Az előzőekben érintőlegesen felsorolt, csoportosított építészeti megoldások ma már kellő mértékben és szakmai háttéranyaggal rendelkezésünkre állnak, mindegyike önálló témafeldolgozás bőségével bír. Fontos megjegyezni azonban, hogy a sugárzási energia hasznosításának alapfeltétele az elégséges hőtároló tömeg. „Ököl szabályként ... 1m² tökéletesen áteresztő nyílás mögött legalább 2000 kg aktív hőtároló tömegre van szükség.” [2]

Ezt a benapozott sávban tudjuk legegyszerűbben ellenőrizni egy ablak esetében és a napsugárzás közvetlen, zavartalan időtartamával függőleges helyzetű rendszer (pl. trombe fal) esetében.

A téli hónapokban a közvetlenül benapozott sáv mélysége a padló és az ablak szemöldöke közötti magasságkülönbség 1,8 szorosa hozzávetőlegesen. Ebből kiindulva következik, hogy a hasznos alapterületnek az a része az igazán értékes, amely ebben a sávban található. Alaprajzi tájolást illetően előnyös az, hogy a hőérzet és a természetes megvilágítás szempontjából igényesebb helyiségek a nagyobb sugárzási nyereségű homlokzati részhez csatlakozzanak, az alacsonyabb belső hőmérsékletet és természetes megvilágítást kevésbé igénylő helyiségek pedig a kis sugárzási nyereségű, az uralkodó szélirányba néző, csapóesőnek kitett homlokzati részhez. [2]

A szoláris hőkinálat diagramon arányosan látható, hogyha a napsugárzás éves energiatartamát 100%-nak tekintjük, milyen arányban, milyen összetevők alkotják a veszteségeket. Látható az is, hogy a nem fűtési időszak alatt jelentkező hőkinálattal közel egyenlő mennyiségben kell számolni, mint a fűtési időszak alatt. Továbbá a fűtési időszak alatt pedig további csökkentő tényezőkkel kell számolnunk (árnyékolás, szennyezettség, napsugárzás beesési szöge, eltérés a merőlegestől, a keret hőátbocsátási tényezője, az üvegezés összenergia-átbocsátási tényezője, azaz a g érték)(Lásd 4. Ábra).[6]–[9]



4. Ábra: Ablakok éves szoláris hőkinálatának százalékos hasznosulása

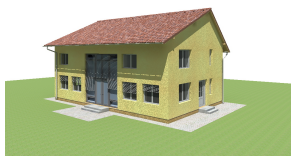
További passzív energiatudatos tervezés építészeti eszközök közé sorolható az egyre innovatívabb épülethatároló szerkezetek kiválasztása, amelyek amúgy is beépítésre kerülnek csak ez esetben gondos mérlegelés előzi meg a döntést (pl. ablak esetében a hőátbocsátási tényezőjének javítása érdekében a többrétegű, felületbevonatolással ellátott, valamint megfelelő nemesgáz töltetű szerkezetet

tényezője > 0; reflexiós tényezője > 0; transzmissziós tényezője = 0.

választjuk. További tervezési eszköz lehet a természetes szellőzés megvalósulásának biztosítása, kürtőhatás (napkémény) de az ökológikus anyagválasztás is a passzív tervezést szolgálhatja követett módon.[2], [10]

Napterek

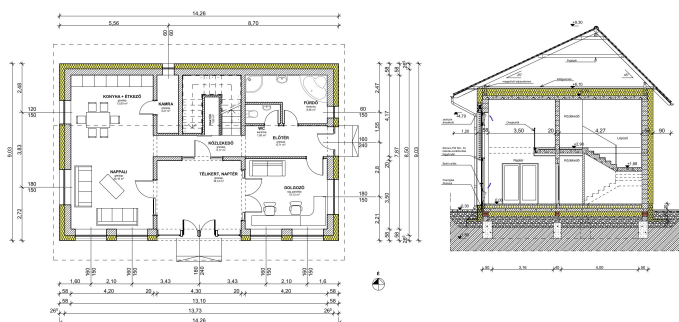
A szolárépítéset kiemelkedő építészeti eszközei közé sorolható a naptér, ami tudatosan a Nap energiáját passzív módon kiaknázó építészeti megoldás. Az energiatudatos tervezésnek a naptér azon része, ami bőséges szakirodalmi háttérrel, területspecifikus megoldási móddal rendelkezik, és amely önálló kutatómunka bőségével bír.



5. Ábra: Optimalizált passzívház naptér méret, távlati kép

A naptérrel tervezett passzívházak követelményei (Lásd 5. Ábra) összefoglalják mindazon jellemzőket, melyek egyidejűleg teljesítik egy épület energiahatékony, komfortos, gazdaságos és környezetbarát megvalósulásához szükséges feltételeket

A méretezése és szimulációja során lehetőségünk van arra, hogy még a tervezési fázisban meghatározzuk azt, hogy mekkora energianyereségre számíthatunk. Ezt valós vázlattervi tömeg és adott szerkezetek kiválasztásával történhet (Lásd 6. Ábra). A pontos szimuláció nemcsak a fűtési idény alatti nyereség meghatározásából áll, hanem a teljes éves ciklusban történő passzívház komfortfeltételeknek megfelelő optimalizálásából. A nyári túlmelegedés megoldása, a fix, valamint az esetlegesen mechanikusan működtethető árnyékolók és azok aktivitási tényezőinek figyelembe vétele a valóság pontos szimulációhoz járulnak hozzá. Mindezek után megvizsgálható az eredeti építészeti koncepció a szerint, hogy a napteret elválasztva a termikus buroktól (azon kívül) vagy a termikus burok részeként (azon belül), milyen változásokat eredményez. Ily módon történő összehasonlítás eredményeként (Lásd 7. Ábra) választ kaphatunk arra, hogy a termikus burkon belüli naptér milyen hatásokkal előnyösebb az energiafelhasználás szempontjából, valamint a fajlagos energiavonatkoztatású felületre vetített értékek alapján mennyi energianyereséget eredményez.



6. Ábra: Optimalizált passzívház naptér alaprajz, metszet

Energia- és hővesztés adatok			
Energiavonatkoztatású felületre vonatkoztatott jellemzők		Energiavonatkoztatású felületre vonatkoztatott jellemzők	
Energiavonatkoztatású felület: 171,9 m²		Energiavonatkoztatású felület: 149,8 m²	
Hővesztés: 10949,23 W		Hővesztés: 17578 W	
Fűtési hőenergiagény: 11 kWh/(m²·a)		Fűtési hőenergiagény: 18 kWh/(m²·a)	
Légköndéregváltás eredménye: 0,6 h⁻¹		Légköndéregváltás eredménye: 0,6 h⁻¹	
Össz. primerenergia-mutató (HMF, fűtés, vill. melegítés): 67 kWh/(m²·a)		Össz. primerenergia-mutató (HMF, fűtés, vill. melegítés): 78 kWh/(m²·a)	
Primerenergia-mutató (HMF, fűtés, vill. melegítés): 37 kWh/(m²·a)		Primerenergia-mutató (HMF, fűtés, vill. melegítés): 45 kWh/(m²·a)	
Primerenergia-mutató (HMF, fűtés, vill. melegítés): 11 kWh/(m²·a)		Primerenergia-mutató (HMF, fűtés, vill. melegítés): 14 kWh/(m²·a)	
Fűtési hőszükséglet: 1 W/m²		Fűtési hőszükséglet: 3 W/m²	
Fűtési hőszükséglet: 1 kWh/(m²·a)		Fűtési hőszükséglet: 3 kWh/(m²·a)	
Hővesztés fajlagos energiagénye: 10 W/m²		Hővesztés fajlagos energiagénye: 12 W/m²	

7. Ábra: Optimalizált passzívház naptér energetikai mutató összesítő; balra termikus burkon belüli naptér; jobbra termikus burkon kívüli naptér

Az eredmények összehasonlítása jól tükrözi, hogy a termikus burkon kívüli naptér esetében lényegesen magasabb, azaz gyengébb energetikai mutató értékeket kapunk. A közel kétszeresére emelkedett fűtési hőenergiaigény eredményén jól látszik, hogy a szoláris nyereségnek mennyit köszönhetünk

adott esetben. Tehát kijelenthető az a tény mi szerint az ablakokból a helyiség fűtésére is szolgálhatnak miközben transzparens épülethatároló szerkezetek révén magasabb hőátbocsátási tényezővel rendelkeznek, mint a tömör épületburok részei. [11]–[13]

AKTÍV SZOLÁRIS ÉPÍTÉSZET

Akkor beszélhetünk aktív szoláris építészeztől hogyha a passzív szoláris építészet alatt tárgyalt mindhárom funkció teljesítésére épületgépészeti rendszereket alkalmazunk, hívunk segítségül. [4]

Tehát:

- a szoláris energia begyűjtésére;
- a begyűjtött energia egy részének tárolására;
- a tárolt energia leadására, felhasználására, célba juttatására a megfelelő időben és helyen.

Ahhoz hogy épületgépészeti eszközöket alkalmazzunk tudnunk kell hogy mit szeretnénk elérni. Milyen energiahordozó formában szeretnénk hasznosíthatóságot nyerni és arra milyen eszközök vannak az alkalmazhatóság tükrében.

Az aktív hasznosítás főbb elemei

1. Fotovillamos, vagy fotoelektromos hasznosítás. Közismert szóval napelem
2. Fototermikus, vagy hőenergia hasznosítás. Közismert nevén napkollektor. Melyet leggyakrabban használati-melegvíz készítésére, esetleg épületfűtésre (pl. földem, fal temperálás), medencefűtésre, valamint egyéb technológiai melegvíz előállítására alkalmazott.

Napsugárzás jellemzői

Magyarország területére a teljes éves energiaszükséglet több mint 380 szorosa³ érkezik a napsugárzás által, amit nagyon kis mértékben hasznosítunk. [4]

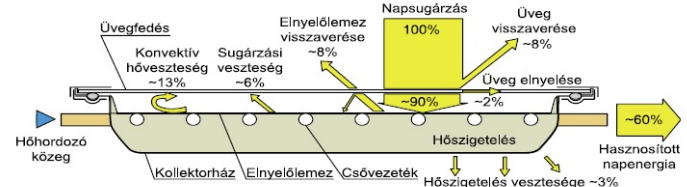
Napkollektor feladata

- elnyelni a napsugárzást
- az elnyelt napsugárzást hőenergiává alakítani
- a keletkezett hőenergiát átadni hőhordozó közegnek

A napkollektorok hatásfoka

A napkollektor hatásfoka a kollektor által leadott hőteljesítmény (QH) és a kollektor felületére érkező napsugárzás (G) hányadosa. Napkollektor energiamérlege folyamatábrán nyomon követve (Lásd 8. Ábra).

$$\eta = \frac{Q_H}{G} \quad (1)$$



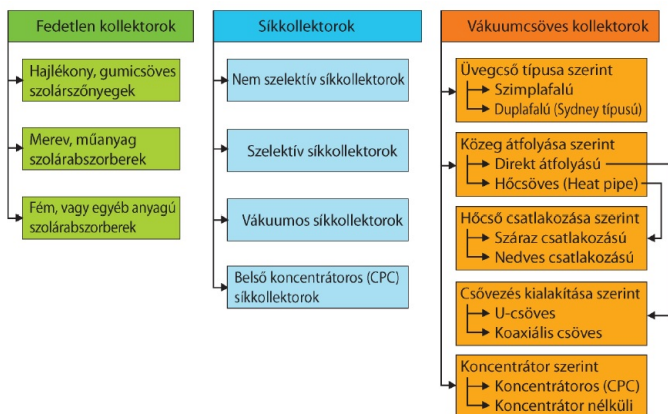
8. Ábra: Napkollektor energiamérlege

Kollektorok jellemző típusai

- Lefedés nélküli napkollektor, szolárszőnyeg
- Síkkollektorok

³ Magyarország területe 93.030 négyzetkilométer. Egy négyzetkilométer vízszintes felületre egy év alatt a gyengébb, szórt sugárzási adottságú részekén is kb. 1.250 kWh energia érkezik a Napból. A teljes területre ez alapján összesen 116.287.500.000.000 kWh = 418.635 PJ (1kWh = 3.600.000 J) Magyarország éves energiafelhasználása kb. 1.100 PJ. Tehát az érkező napsugárzás és az energia-felhasználás aránya: 418.635 PJ / 1.100 PJ = 380,5.

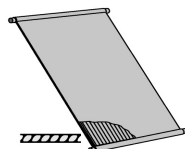
- Nem szelektív síkkollektorok
- Szelektív síkkollektorok
- Vákuumos síkkollektor
- Vákuumcsöves kollektor



9. Ábra: Kollektorok típusai

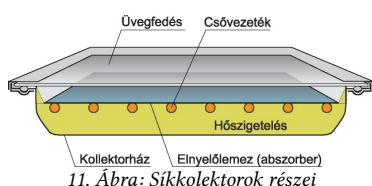
Utóbbi előnye, hogy kiküszöböli a kollektor házon belül a konvektív hőátadást. Aminek elsősorban akkor van nagyobb jelentősége, ha a hőmérséklet különbség a kollektor és a környezeti levegő között magas. Például télen fűtésrészegítés esetén, vagy akkor, ha a kollektornak magas hőmérsékletű közeget kell fűtenie.

A kollektorok a bennük keringetett közeg szerint lehetnek levegős, vagy folyadékos napkollektorok. A **fedetlen napkollektorok** általában a napsugárzásnak ellenálló, fekete színű, belső kamrás műanyag lemezből, polikarbonát lemezből, vagy gumi anyagú csőnyalábokból készülnek. A gumi anyagúakat szokás szolárszörnyeknek is nevezni. Ezeknél a napkollektoroknál nem alkalmaznak hőszigetelt dobozást vagy egyéb lefedést. A fedetlen napkollektorok csak akkor működnek megfelelő hatásokkal, ha hőmérsékletük nem sokkal melegebb a környezeti levegő hőmérsékleténél. Ezért ezek a napkollektorok főleg nyári üzemű szabadtéri medencék fűtésére, vagy esetleg nyáron, egyszerű, direkt átfolyású, alacsony hőmérsékletű használati-melegvizet készítő rendszerekben alkalmazhatók. [14], [15]



10. Ábra: Fedetlen kollektor séma

Szelektív **síkkollektorok** a napkollektorok legelterjedtebb változata az úgynevezett síkkollektor, melynek felépítése a (Lásd 11. Ábra) látható. A síkkollektor tulajdonképpen egy elől üvegezett, hátul hőszigetelt lapos dobozszerkezet, melybe belül egy jó napsugárzás elnyelő képességű fekete lemezre (abszorberre) erősített csőháló található. A síkkollektorok működési elve: a napsugárzás áthalad a jó fényáteresztő képességű üveg fedlapon és elnyelődik az abszorberben, ami az elnyelt napsugárzás hatására a hozzá erősített csőháló rendszerrel együtt felmelegszik. A keletkezett hőenergiát aztán a csővezetékben keringtetett hűtőközzel lehet elszállítani a napkollektorból, és lehet felhasználni pl. vízmelegítésre. [15]



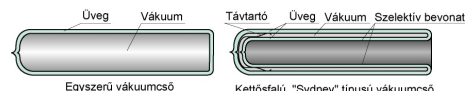
11. Ábra: Síkkollektorok részei

A **vákuumcsöves napkollektort** több, egymás mellett párhuzamosan

elhelyezett vákuumcsőből állnak, melyek általában felül elhelyezett hőszigetelt osztógyűjtőcsőre csatlakoznak. A vákuumcső jellemzően kétféle kivitelben készülhet. Vagy a régebben alkalmazott egyszerű vákuumcső szimpla falú üvegcső vagy a kettős falú, úgynevezett Sydney típusú vákuumcső (Lásd 13. Ábra). [15]



12. Ábra: Vákuumcsöves kollektor



13. Ábra: Vákuumcső metszet, részletei

Napkollektoros rendszer részei

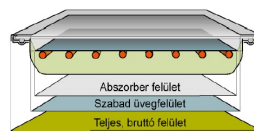
- Napkollektor
- Napkollektor tartószerkezete
- Szivattyús szerelés egység
- Tárgulási tartály
- Melegvíz-, és puffertároló
- Szabályozó
- Hőcserélő
- Motoros váltószelep
- Légtelenítő
- Fagyálló folyadék
- Csővezeték
- Hőszigetelő héj

Kollektorok jellemző felületei

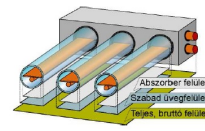
Teljes, bruttó felület: A kollektorfelület teljes befoglaló mérete.

Szabad, besugárzott üvegfelület: Az üvegfelület nagysága, ahol a napsugárzás bejut az abszorber lemez felületére.

Abszorber felület: A kollektor elnyelőlemezőnek besugárzott felülete.



15. Ábra: Síkkollektor jellemző felületei



14. Ábra: Vákuumcsöves kollektor felületei

A feltöltési nyomást a geometrikus magasságtól függően 20 m geometrikus magasság alatt:

$$p_{hideg} = 3 \text{ bar} * (0,3 \text{ MPa}) \quad (3)$$

20 m geometrikus magasság felett:

$$p_{hideg} = p_{geo} + 1 \text{ bar} \quad (4)$$

Tágulási tartály méretének meghatározása:

A tágulási tartály méretének meghatározásához először gondosan ki kell számolni a napkollektor kör teljes térfogatát ($V_{rendszer}$). Össze kell adni a napkollektorok, a csővezeték rendszer, a szivattyús egység, a belső vagy külső hőcserélők, a szerelvények... stb. térfogatát. A teljes térfogat alapján meg lehet határozni a tágulási térfogatot. A fagyálló folyadék hőtágulása 10°C-ról 140°C-ra történő felmelegedés esetén ~10%, így a tágulási térfogat:

$$\Delta V_{foly} = 0,1 * V_{rendszer} \quad (5)$$

Az üresjáratú gőzképződés lehetőségének figyelembevétele miatt a folyadék tágulási térfogatához még hozzá kell adni a gőzképződés lehetséges térfogatát ($V_{gőz}$), ami a napkollektor (V_{koll}), és a napkollektorok közvetlen közelében lévő, felfelé vezetett csővezeték szakaszok térfogata ($V_{cső, gőz}$).

$$\Delta V = \Delta V_{foly} + V_{gőz} = 1,1 * V_{rendszer} + V_{koll} + V_{cső, gőz} \quad (6)$$

Tehát a tágulási tartály minimális mérete:

$$V_t = \frac{p_{max}}{0,9 * p_{max} - p_{elő}} \Delta V \quad (7)$$

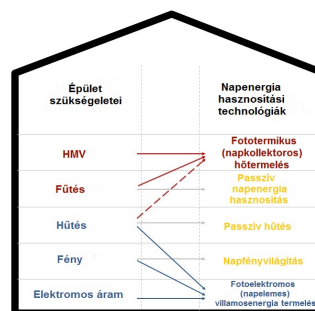
Közelítő méretek szerint 6 liter/kollektor értékkel lehet kalkulálni a tágulási tartály választásánál. Ez kollektorfelületre vetítve (Lásd 1. Táblázat) [14]

1. Táblázat: Közelítő tágulási tartály méretek

Kollektorfelület [m²]	Tágulási tartály térfogata
2-4	12 liter
4-8	18 liter
8-20	24 liter
20-30	50 liter
30-40	60 liter

Összegzés

Az épület energiaszükségeit foglalhatjuk össze a különböző lehetséges napenergia hasznosítási technológiák választása alapján (Lásd 17. Ábra). Megfigyelhető a különböző technológiák választása és az épület szükségletei alapján az egyes technológiák között átfedések vannak. Látható az is, hogy a passzív megoldásokkal nagyban hozzájárulhatunk a fenntartható energiaellátásunk biztosításához. A napenergia kiaknázása szükséges lépés ahhoz, hogy biztosítani tudjuk a fenntartható és megnövekedett lakosság igényeit az elkövetkező generációk során. [16], [17]



17. Ábra: Épület energiaszükséglet és fedezési módjai

Az aktív és passzív szoláris tudatos építéset továbbra sem zárja ki egymást.

Tágulási tartály

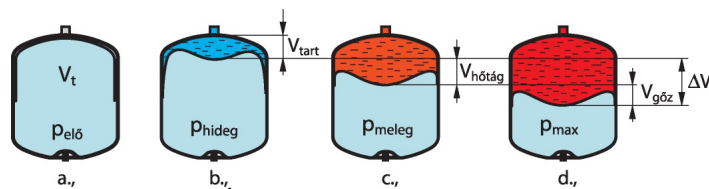
Feladata biztosítani a hőhordozó közeg térfogatváltozását úgy, hogy a rendszer csak kis mértékben változzon. A hőtáguláson kívül a gőzképződést is figyelembe kell venni. A nyomás alatti, zárt napkollektoros rendszerek zavartalan működésének egyik legfontosabb feltétele a megfelelő méretű és előnyomású tágulási tartály beépítése. Ez biztosítja, hogy a rendkívül tág határok között változó hőmérséklet viszonyok mellett a napkollektor kör nyomása viszonylag egyenletes maradjon, és csak az előre meghatározott értékhatárok között mozogjon.

A tágulási tartály térfogata egy rugalmas, általában gumi anyagú membránnal van kettéválasztva. A membrán egyik oldalán a kollektor köri folyadék, a másik oldalán gáz, általában nitrogén, vagy levegő van.

A tartály működési elve a gázok összenyomhatóságán alapul. Ha a napkollektoros rendszerben megemelkedik a hőmérséklet, a kitágult folyadék a membránon keresztül össze tudja nyomni a tartályban lévő levegőt úgy, hogy a rendszer nyomása csak a megengedett mértékben emelkedik meg. A tágulási tartályt tehát akkorára kell választani, hogy a nyomás a legmagasabb hőmérséklet, így a legnagyobb folyadék térfogat esetén se haladja meg a rendszerre megengedett maximális nyomást.

A napkollektoros rendszerekben a hőtáguláson kívül még figyelembe kell venni gőzképződés lehetőségét is. Erős napsugárzás és üresjárat esetén ugyanis a napkollektorokban forrás is bekövetkezhet. Ilyenkor a folyadék elgőzölög, és a gőz kiszorítja a napkollektorokból a folyadékot. Ez azonban nem okoz semmilyen problémát, ha a tágulási tartályba a gőz által kiszorított folyadék mennyisége is elfér. Ha a napkollektorok visszahűlnek, a gőz visszaalakul folyadékká, és a gőztérfogat helyére a tágulási tartályból a membrán visszanyomja a folyadékot a kollektor körbe. Ezzel helyreáll a normális, folyadékkal feltöltött állapot, és a napkollektoros rendszer újra működőképesé válik anélkül, hogy beavatkozásra, karbantartásra szükség lenne.

Tágulási tartály üzemállapotai: a., üres állapot; b., hideg, feltöltött állapot; c., meleg állapot; d., gőzképződési állapot. (Lásd 16. Ábra)



16. Ábra: Tágulási tartály üzemállapotai

A tágulási tartály helyes méretezése és kiválasztása elengedhetetlen feltétele a napkollektoros rendszer zavartalan üzemelésének. A tágulási tartály levegőoldalának előnyomását a rendszer feltöltése előtt be kell állítani. Az előnyomás helyes értéke a rendszer hideg állapotában tervezett nyomásának a 90%-a. Feltöltés után, hideg rendszer esetén a tartályban 10% folyadék van, ami elegendő az esetleges későbbi légtelenítéshez, szivárgási veszteség pótlásához. [14]

Tágulási tartály méretezése

1. meghatározni a rendszer nyomásviszonyait
2. a teljes rendszer térfogatát meghatározni
3. tágulási térfogat meghatározása
4. tágulási tartály méretének kiszámolása

Előnyomás beállítása

Az előnyomást úgy célszerű beállítani, hogy kb. 10%-al legyen alacsonyabb, mint a rendszer feltöltési nyomása hideg állapotban.

$$p_{elő} = 0,9 * p_{hideg} \quad (2)$$

Következésképpen hatások növelés érdekében a két módszer gyakran egy időben kerül alkalmazásra, integrálásra egy épület esetében.

A helyiség klímáért felelő hőmérséklet, levegő nedvességtartalom, valamint a sugárzási asszimmetria diszkomfort hatása mellett is biztosított legyen a napi és az évszakonkénti klímaváltozás befolyásolta belső termikus komfortérzet, komoly kihívást jelent, mind a tervezés során, mind pedig a kivitelezés alatt. Azonban a gazdaságosan optimális paraméterek választásával nemcsak a

minőségi megoldásokat érhetjük el, hanem gazdaságossági és energiahatékonysági lépéseket is tehetünk. A megfelelően méretezett napkollektor rendszer, a hozzá kapcsolódó táglási tartály optimális méretével tovább növelheti az üzemelési órában számolható élettartamciklusát egy adott rendszer kiépítésénél.

IRODALOM

- [1] A. Zöld, *Energiatudatos építéset*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1999.
- [2] A. Zöld and T. Csoknyai, *Épületenergetika*. Budapest: Terc Kft., 2013.
- [3] "Horace de Saussure and his Hot Boxes of the 1700's." [Online]. Available: <http://solarcooking.org/saussure.htm>. [Accessed: 30-Mar-2014].
- [4] D. MacKay J. C., *Fenntartható energia - mellébeszélés nélkül*. Budapest: Vertis Typotex Kiadó, 2011.
- [5] A. Zöld, *Az épületek nyári felmelegedése elleni védekezés természetes lehetőségei*. Budapest: VÁTI KHT., 2006.
- [6] A. Hegedűs, "A legdrágább és leggyengébb láncszem? - HOLNAPHÁZ - energia • tudatosság • építéset." [Online]. Available: http://holnaphaz.blog.hu/2012/01/03/a_legdragabb_es_a_leggyengebb. [Accessed: 01-Apr-2014].
- [7] A. Hegedűs, "Ablak és a hőkomfort - HOLNAPHÁZ - energia • tudatosság • építéset." [Online]. Available: http://holnaphaz.blog.hu/2012/01/25/ablak_es_a_hokomfort. [Accessed: 30-Mar-2014].
- [8] A. Hegedűs, "A napenergia hasznosítása - HOLNAPHÁZ - energia • tudatosság • építéset." [Online]. Available: <http://holnaphaz.blog.hu/2014/01/09/napenergia-hasznositasa>. [Accessed: 30-Mar-2014].
- [9] A. Hegedűs, "A szolár üvegezés - HOLNAPHÁZ - energia • tudatosság • építéset." [Online]. Available: http://holnaphaz.blog.hu/2013/11/11/a_passziv_szolar_uvegezes. [Accessed: 30-Mar-2014].
- [10] A. Hegedűs, "Hogyan válasszunk ablakot? - HOLNAPHÁZ - energia • tudatosság • építéset." [Online]. Available: http://holnaphaz.blog.hu/2013/11/05/hogyan_valasszunk_ablakot. [Accessed: 30-Mar-2014].
- [11] A. Sós, "Napterek energetikai értékelése," Szent István Egyetem, Gödöllő, 2013.
- [12] A.-W. Sommer, *Passzívházak: Tervezés, szerkezet, csomópontok, példák*. Budapest: Passzívházak Mindenkinek, 2010.
- [13] "Passive Solar Building Design - InterNACHI." [Online]. Available: <http://www.nachi.org/passive-solar-building-design.htm>. [Accessed: 30-Mar-2014].
- [14] P. Varga, "Táglási tartály kiválasztása, méretezése," Gödöllő.
- [15] P. Varga, "Napkollektoros rendszerek, kapcsolatok," Gödöllő.
- [16] IEA SHC, "International Energy Agency, Solar energy and Architecture, Solar Energy Systems in Architecture integration criteria and guidelines," Sep. 2012.
- [17] "Innovative solar products for building integration." [Online]. Available: <http://www.solarintegrationsolutions.org/>. [Accessed: 30-Mar-2014].