



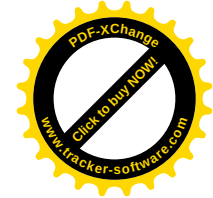
Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Épületgépészeti és Létesítménymérnöki tanszék

Szoláris potenciál felmérése panelépületeknél

Készítette: Lévai Csaba gépészmérnök hallgató

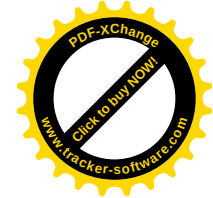
Belső konzulens: Dr. Csoknyai Tamás
Külső konzulens: Hess Nóra
Tanszékvezető: Dr. Kalmár Ferenc

Debrecen
2011.



Tartalom

1. Bevezetés	2
2. A napenergia műszaki kérdései	4
2.1 Passzív napenergia-hasznosítás	5
2.2 Aktív napenergia-hasznosítás	5
2.2.1 Fotovoltaikus rendszer	5
2.2.2 Napkollektoros rendszer	6
2.2.2.1 Napkollektor	6
2.2.2.2 Működtető, szabályzó biztonsági és ellenőrző szerelvények	10
2.2.2.3 Csővezeték	14
2.2.3 Rendszertípusok	15
2.2.4 Használati melegvíz készítő napkollektoros rendszerek kapcsolása	16
3. Panelos építési mód története és a helyszín bemutatása	18
3.1 Panelos építési mód története	18
3.2.1 Kelenföldi lakótelep	18
3.2.2 Őrmező	19
4. Felmérés módszere	20
4.1 Tipizálás	20
4.1.1 I. típus	22
4.1.2 II. típus	22
4.1.3 III. típus	22
4.1.4 IV. típus	22
4.1.5 V. típus	23
4.1.6 VI. típus	23
4.1.7 VII. típus	23
4.1.8 VIII. típus	23
4.1.9 IX. típus	24
4.1.10 X. típus	24
4.1.11 XI. típus	24
4.1.12 XII. típus	24
5. HMV igény meghatározásának elmélete	25
6. Fűtési éves energiaigény becslés	30
7. Tetők felmérése általánosan	31
7.1 Konkrét esetek ismertetése	36
8. Energiahozam számítás általánosan	37
8.1 Konkrét típusokra vonatkoztatva	41
9. Eredmények elemzése	54
9.1 Lakótelep szoláris potenciál becslése	55
10. Összegzés	58
11. Irodalomjegyzék, hivatkozások	59
12. Melléklet	61
1. számú melléklet	61
2. számú melléklet	62
3. számú melléklet	64



1. Bevezetés

Napjainkban sokszor merül fel a kérdés, hogy fenntartható-e világunk ilyen iramú fejlődése és növekvő energiaigénye. A végesnek tűnő energiaforrások (kőolaj, földgáz, kőszén) egyre közelebb kerülő kimerülése, egyre fontosabbá teszi a megújuló energiák hasznosítását.

Az energiaszektoron belül jelentős tétel az épületek létesítésére és üzemeltetésére fordított energiafogyasztás. Ez a hányad teszi ki az európai országok energiafelhasználásának közel felét. Igaz, Magyarországon ez az arány alacsonyabb, de így is a legnagyobb szektor az energiafelhasználáson belül. 2000-ben 32%-a volt az összes energiafelhasználásnak, napjainkban pedig ez az arány 40% körüli. (forrás: KSH). Ennek a szektornak a tárgyalásakor figyelembe kell venni azt is, hogy egy épület tervezett élettartama 100 év körüli, szemben a többi ágazattal, ahol egy technológiát 10-15 év alatt le kell cserélni. Ebből következően világos, hogy a honi, csaknem négymillió háztartás és néhány százezer köz-és ipari épület üzemeltetésekor, felújításakor és az új épületek létesítésekor fontos szempontnak kell lennie a szakemberek szemében az energiatudatosságnak, hiszen ezek a döntések egyértelműen kihatnak az ország hosszú távú gazdasági és ökológiai helyzetére.

2009-ben az energiaszektor is érintette a világválság, mely általános visszaesést hozott. 2010-ben már újra 5,4%-os növekedés volt tapasztalható az energiafogyasztásban, ami meghaladja a történelmi átlagot. 2008-ban a megújuló energiák részaránya a fűtési célú energiafelhasználásban 27%, míg általánosan 29%-ot tett ki. 2035-re 48%-ra való emelkedést prognosztizálnak az összenergia felhasználáson belül. [1]

A magyarországi energiaellátás egyik fő gondja az energiahordozók importfüggősége. A kőolajszükséglet 80%-a, míg a földgázfogyasztás több, mint 83%-a származik külföldi importból és ezek részaránya tovább növekedhet. A függőség csökkentésének egyik módja a fogyasztás csökkentése. Ennek érdekében a hazai primerenergia felhasználás csupán 6%-al növekedhet a 2010-2030-as időszak alatt. Egy másik megoldása lehet a problémának a megújuló energiahordozók részarányának növelése. Ezt a célt szolgálja az Európai Unió által 2020-ra előírt 20%-os megújuló részarány az energiafelhasználásban, mely minden tagországra, így hazánkra is érvényes. Magyarországnak ehhez az értékhez még elég sok mindent kell tennie, az azonban igaz, hogy a megújuló részarány 1999-től 2009-ig 3,3%-ról 7,3%-ra emelkedett. Ez még mindig elmarad az EU 27 tagállamának átlagától, ahol ez a



növekedés ugyanebben az időszakban 5,4%-ról 9%-ra való emelkedés volt. Ennek magyarázata a megújuló energiák eddig nem tapasztalt politikai támogatottsága. [1]

Hazánkban és a volt szocialista országokban jelentős energiafelhasználás köthető a panelos technológiával épített lakóházakhoz. Ezek gépészeti rendszere túlnyomórészt elavult, hiszen eredendően 30 éves élettartamra tervezték őket. Mivel az épületszerkezet élettartama közel 100 év, érdekes kérdéseket vet fel a gépészeti rendszer korszerűsítése.

Dolgozatomban azt kívánom megvizsgálni, hogy milyen lehetőségei vannak a megújuló energiákon belül a napenergia alkalmazásának panelépületek energiafelhasználásában. Választ kívánok adni arra a kérdésre, hogy mekkora az az energiamennyiség, amely kiváltható lenne a meglévő rendszerek ilyen módon való korszerűsítésével. Céloom annak megállapítása, hogy hol van az a határ, ameddig érdemes lenne ezeket alkalmazni, illetve érdemes-e az állami támogatások körét ilyen irányban kiterjeszteni.



2. A napenergia műszaki kérdései

Fontos megemlíteni, hogy amikor megújuló energiahordozókról beszélünk, áttételesen tulajdonképpen mindig a napenergiáról van szó, legyen az szél, víz, biomassa vagy földhő. Ha azt a kérdést vizsgáljuk, hogy milyen lehetőségei vannak a klasszikus értelemben vett napenergia felhasználásának, figyelembe kell vennünk a következő adatokat. Az első, hogy az ezen energiaforrás által képviselt összenergia nagysága jóval nagyobb, mint a többi megújuló és nem megújuló energiaforrás esetében. A második adat, ami indokolja a napenergia hasznosítását az az, hogy az előzőnek épp az ellenkezőjét tapasztalhatjuk, amikor az összenergia felhasználást vizsgáljuk. A teljes energiateljesítés közel 86%-át véges energiaforrások teszik ki (kőolaj 40%, földgáz 23%, szén 23%) és ha ehhez még hozzávesszük a nukleáris energia által kitett 8%-ot, láthatjuk, hogy mindössze 7% az a rész, amit megújuló energiával fedezünk. [2] (A nukleáris energiánál fontos megjegyezni, hogy az üvegházhatás szempontjából előnyös is lehetne, hiszen nem bocsájt ki szén-dioxidot. Ellene szól azonban, hogy a kiégett fűtőelemek biztonságos elhelyezését nehéz megoldani s hogy a Csernobilban és Fukushimaiban történt katasztrófa óta megítélése igen negatív. [1]) A megújuló energián belül a napenergia mindössze egyetlen százalékot tesz ki, annak ellenére, hogy a legnagyobb potenciál ebben található. Ha rápillantunk Európa beeső napsugárzási térképére, irigykedve nézhetünk a déli mediterrán országokra (Törökország, Görögország, Olaszország, Spanyolország, Portugália), ahová a hazaihoz képest majdnem kétszer annyi (2400 kWh/m²év) energia érkezik. Aggodalomra azonban semmi okunk, hiszen ha az európai napenergia-piac összetételét vizsgáljuk, láthatjuk, hogy 2005-ben az első helyen Németország állt 47%-kal, és a harmadik helyen pedig Ausztria 12%-kal. Nyugati szomszédaink az egy főre jutó napkollektorok számát tekintve világelsők, hiszen csaknem hárommillió négyzetméter felszerelt napkollektorral rendelkeznek. [2] Ez azért lehet biztató a számunkra, mert e két ország beeső sugárzás szempontjából még rosszabb helyzetben van, mint hazánk. Logikus tehát, hogy érdemes elgondolkozni azon, hogy miként lehetne ennek az energiának a felhasználását összekapcsolni az épületek energiateljesítésének csökkentésével.

Az épületeknél történő felhasználásnál megkülönböztetünk aktív és passzív hasznosítást.



2.1 Passzív napenergia-hasznosítás

A passzív napenergia hasznosítás tulajdonképpen nem más, mint az épület energiamérlegének - az energiafelhasználás szempontjából - a legkedvezőbben való befolyásolása, külön gépészeti berendezés nélkül. Ennek egyik módja, hogy nagy benapozott üvegfelületekkel naptereket hozunk létre. Működési módjuk az üvegházhatás elvén alakul, mely során a Napból érkező rövidhullámú sugárzás a különböző felületeken hővé alakul, amit hosszúhullámú sugárzásként az üveg nem enged ki. Ez az energia az épület energiamérlegében pluszként szerepel, vagyis csökkenti az energiafogyasztást.

A fűtési időszakban az épület energiaigénye éjszaka általában nagyobb, mint nappal. Ennek a csökkentése érdekében célszerű olyan megoldásokat használni, melyek segítségével a napközben felhalmozódott napenergiát ezekben az időszakokban hasznosítani tudjuk. Ezt a célt szolgálják az úgynevezett energiagyűjtő falak, mint a tömegfal, trombe-fal, transzparens fal, vízfal, vagy a fázisváltó fal.

2.2 Aktív napenergia-hasznosítás

Az aktív napenergia-hasznosításról akkor beszélhetünk, ha ehhez konkrét gépészeti berendezést használunk fel. Ezen belül két csoportot különböztetünk meg.

2.2.1 Fotovoltaikus rendszer

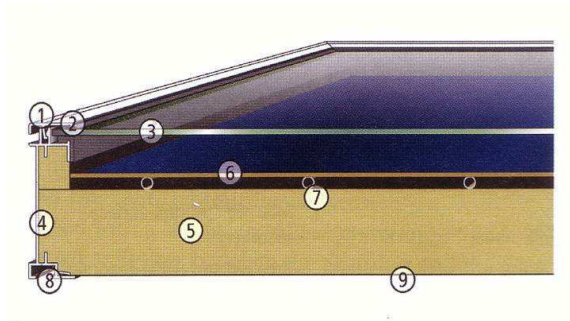
Az első a fotovoltaikus rendszer, melynek segítségével a Napból érkező rövidhullámú sugárzásból villamos energiát állítunk elő. Az energiaátalakítás alapja az úgynevezett fényelektromos jelenség, mely során a beeső fény, elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektrokémiai potenciálok, illetve az elektron kilépési munkák különbözőségéből adódó beépített elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít. E rendszernek három típusa van: a monokristályos, a polikristályos és az amorf típusú napelemeket alkalmazó. A mono- vagy egykristályos napelemeknél beszélhetünk a legmagasabb hatásfokról (15-18%) és a leghosszabb élettartamról (közel 30 év), de ezeknek az ára is a legmagasabb a piacon. A polikristályos napelemek könnyebben megfizethetők, de hatásfokuk (10-13%) és élettartamuk (25 év) is elmarad a monokristályosok mögött. A leggyengébb hatásfokkal (6-8%) és legalacsonyabb élettartammal (10év) az amorf típusú napelemek rendelkeznek, bár ezek a legkönnyebben megfizethetők. [2]

2.2.2 Napkollektoros rendszer

Az aktív napenergia-hasznosítás másik és egyben legelterjedtebb módja a napkollektoros rendszer. Ennek során a Napból érkező sugárzás a kollektor felületén hővé alakul, majd átadódik valamilyen hőhordozó közegnek (magyarországi éghajlati körülmények között ez általában folyadék). Ez a munkaközeg az így megtermelt energiát hagyományos épületgépészeti szerelvények segítségével egy tárolóba szállítja. Egy ilyen napkollektoros rendszer a következő fő részekből áll:

2.2.2.1. Napkollektor

A jó hatásfokú napkollektor megalkotásának legfontosabb elvi alapja az, hogy hőenergia akkor keletkezik, ha a napsugárzást az anyag minél inkább elnyeli. Ebből következően egy kollektor felépítésénél arra kell törekedni, hogy a ráeső energiából minél többet el tudjon nyelni, hiszen így jobb lesz a hatásfoka. Ez azért is fontos, mert a rendszeren belül ez az egyik olyan elem, mely komolyan befolyásolni tudja az egész rendszer hatásfokát. Vizsgáljuk tehát meg, hogy a kollektoron belül milyen szerkezeti elemekkel lehet a legmagasabb hatásfokú kollektort előállítani. Az 1. ábra ezeket az elemeket szemlélteti.



1. ábra: Síkkollektor felépítése

1. keret, 2. tömítés, 3. transzparens lefedés, 4. keret-oldal profil, 5. hőszigetelés, 6. abszorber, 7. csővezeték, hőhordozó közeg, 8. rögzítő horony, 9. hátfal

Forrás: Planning and installing solar thermal systems

Az első szerkezeti egység a **kollektorház**. Feladata a többi elem zárt egységben való tartása és megóvása a nedvességtől. Általában alumínium lemezből vagy üvegszálas műanyagból készítik. A kollektorház és az üveg illesztésénél fontos odafigyelni az időtálló tömítésre is.

Az üvegfedésnek alapvetően két feladatot kell ellátnia rendeltetés szerűen. Az első, hogy mechanikai védelmet nyújtson a szállítás, az időjárás (eső, hó, jégeső) illetve



az egyéb hatások (faágak, állatok) viszontagságaival szemben. A második, a hatások szempontjából relevánsabb szempont az, hogy a ráeső napsugárzásból minél többet átengedjen. A gyakorlatban nagy tisztaságú, alacsony vastartalmú, 4 mm vastag edzett üveget szoktak alkalmazni erre a célra. Néhány gyártó úgynevezett antireflexiós szolárüveggel fedi le kollektorait. Ennél az üveg külső felületén apró barázdák találhatók azért, hogy kevésbé verje vissza a nem merőlegesen érkező napsugarakat. A kollektor hatásfokának szempontjából a különbség a normál és az antireflexív üvegezés között nem jelentős, mivel a használat során a barázdák a portól vagy egyéb szennyeződéstől eltömődnek.

A beeső sugárzás az elnyelőlemezen alakul hővé. Ez - más néven - az abszorber a napkollektor legfontosabb része. Feladata, hogy az elnyelt sugárzást hővé alakítsa, majd ezt az energiát a lehető legkisebb veszteséggel és legjobb hatásfokkal továbbadja a csövekben keringő munkaközegnek. Az elnyelt rövidhullámú sugárzás hatására az abszorber felmelegszik és a Stefan-Boltzmann-törvény szerint hőmérsékletének megfelelően kisugároz. [2] Az így távozó energia veszteségként jelentkezik még akkor is, ha nagyobb részét az üvegborítás bent is tartja. Ennek csökkentésére szelektív bevonatot alkalmaznak, mely csökkenti az abszorber hosszuhullámú kisugárzását. Szelektív bevonatként általában feketekróm-, nikkel- vagy titániumoxid rétegeket alkalmaznak, melynek vastagsága 1-2 μm és tölcészerű járatokat tartalmaz. Ezzel a megoldással minimalizálni lehet a sugárzási veszteséget. (45%-ról körülbelül 5%-ra)

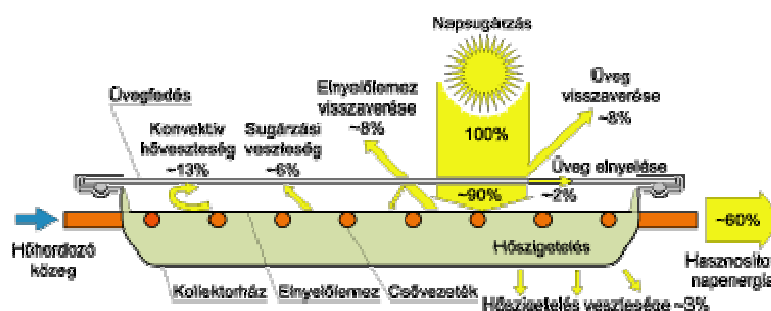
Az abszorber feladata továbbá, hogy az elnyelt hőt átadja az alatta lévő csővezetéknek, amely azt a benne keringő munkaközegnek közvetíti. A csővezetés anyaga jellemzően vörösréz, kialakítása a kollektoron belül lehet csőígyós vagy párhuzamos, más néven osztó-gyűjtős. A csővezeték és az abszorber illesztésénél fontos odafigyelni a precíz rögzítésre a minél jobb hőátadási tényező megteremtése miatt.

A kollektorokban keletkező - a környezetéhez képest jóval magasabb - hőmérséklet miatt az abszorbert és a csővezetékét célszerű leszigetelni, a veszteség elkerülése végett. Erre ásványgyapotot használnak, mely ellenáll a létrejövő magas hőmérsékletnek és nem öregszik, ami megnöveli az élettartamát.

Mielőtt felírnánk a kollektor hatásfokát, fontos tisztázni, hogy milyen felületre értelmezzük azt, hiszen ezek tisztázása nélkül a számértékek csalókák lehetnek. Általánosságban háromféle felületet különböztetünk meg. Az első a bruttó felület amelybe minden beletartozik kvázi a kollektor valós fizikai nagyságát mutatja meg. A második, mely az előzőtől a kollektorház tekintetében különbözik, a szabad üvegfelület.

Ez, ahogy a neve is mutatja azt a felületet jelenti, amin keresztül a sugárzás bejuthat a kollektor belsejébe. Az abszorberfelület vagy nettó kollektorfelület az elnyelőlemez felületét jelenti és a három közül ez a legkisebb. A hatásfokot általában a szabad üvegfelületre vagy az abszorberfelületre vonatkoztatva szokták megadni.

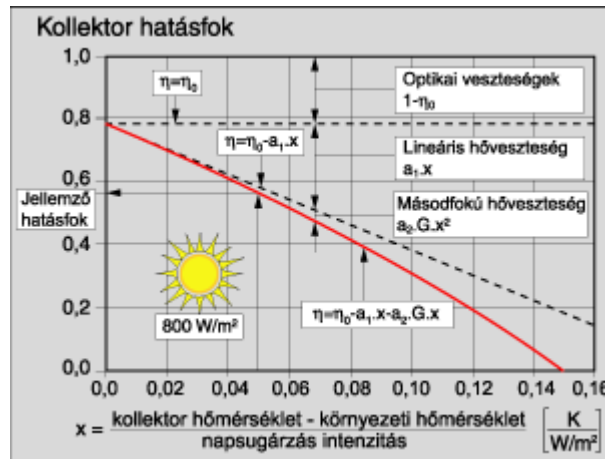
A kollektor hatásfoka - mint minden hatásfok - a hasznosuló és a rendelkezésre álló energiamennyiségek viszonyától függ. Számításánál a számlálóban az a hasznosított hőenergia található, melyet a munkaközeggel elvezetünk a kollektorból, a nevezőben pedig a kollektor felületére érkező napsugárzás mennyisége a veszteségek nélkül. A veszteségek optikai- és hőveszteségekből tevődnek össze. A különbség a kettő között az, hogy az optikai veszteségek nem függnek a kollektor és a környezeti levegő hőmérsékletének a különbségétől. Ezzel szemben a hőveszteségeket ez a tényező erősen befolyásolja. Ezek fajtáit és nagyságrendjét a következő ábra szemlélteti.



2. ábra: Kollektor veszteségei

Forrás: naplopo.hu

Ezen tényezők összessége alapján elmondható, hogy egy átlagos felépítésű napkollektor hatásfoka 60% körüli egy derült, nyári napon. A kollektor hatásfokát befolyásolja a Nap sugárzásának ingadozása vagy a hőmérsékletkülönbség változása a kollektor és a környezete között. Azt, hogy ezek milyen mértékben befolyásolják a kollektor hatásfokát a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: Kollektor hatásfoka különböző üzemviszonyok mellett

Forrás: naplopo.hu

Vizsgáljuk meg mit is láthatunk az ábrán. A függőleges tengelyen a kollektor hatásfokát találjuk. Ezt nemzetközi szabvány előírása szerint a következő módon számolhatjuk.

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{\Delta T}{G} - a_2 \frac{(\Delta T)^2}{G^2}, \text{ ahol}$$

η : kollektor hatásfoka

η_0 : optikai hatásfok

a_1 : elsőfokú hőveszteségi együttható

a_2 : másodfokú hőveszteségi együttható

ΔT : hőmérsékletkülönbség a kollektor középhőmérséklete (t_{koll}) és a környezeti hőmérséklet (t_{lev}) között

T_{koll} : kollektor közepes hőmérséklete $t_{koll} = \frac{t_{ki} + t_{be}}{2}$

G : a kollektor felületére érkező napsugárzás mennyisége

Ez a képlet matematikailag egy másodfokú görbe egyenletét jelenti melyet az $x = \frac{\Delta T}{G}$

$\left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right]$ független változó függvényében ábrázolva kapjuk a 3. ábrán látható hatásfokgörbét.

Ahhoz, hogy a különböző gyártók kollektorait össze lehessen hasonlítani hatásfokuk alapján, az említett x értéket kötik meg $x=0,05$ -re. Ebben az üzemállapotban a 800 W/m^2 értékű napsugárzást (derült, átlagos nyári nap) és a $\Delta T=40^\circ\text{C}$ hőmérsékletkülönbséget tekintik állandónak.

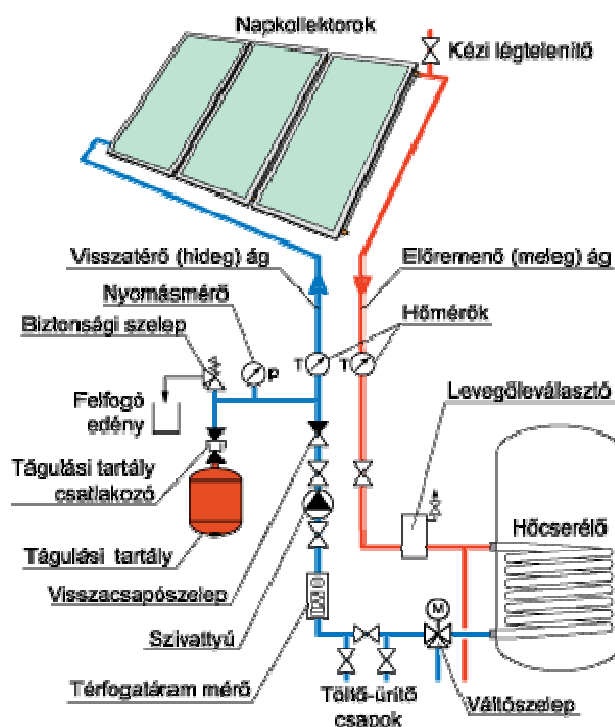


A napkollektorok típusai

- **nem szelektív síkkollektor:** Kezdetleges kollektor. Fedése általában egyszerű üveg vagy polikarbonát, az abszorbere pedig nem rendelkezik szelektív bevonattal. E két tulajdonság miatt alacsonyabb az optikai hatásfoka és nagy a hővesztesége.
- **szelektív síkkollektor:** Felépítése megegyezik a már hosszasabban tárgyaltával. Napjainkban az értékesített kollektorok 90%-a ebből a típusból való.
- **vákuumos kollektorok:** Ahogyan már a második ábrán láthattuk, az egyik legjelentősebb veszteségi tétel a kollektorházban található levegő konvektív hőátadása miatt fellépő veszteség. Ez megszüntethető, ha azt kiszivattyúzzák, így vákuumot hozva létre, ami köztudottan az egyik legjobb hőszigetelő anyag. Az így gyártott kollektorokon belül két típust különböztetünk meg: a **vákuumos szelektív síkkollektorokat** és a **vákuumcsöves kollektorokat**. A vákuumos szelektív síkkollektorok felépítésben megegyeznek a sima szelektív kollektorokkal, azzal a különbséggel, hogy vákuum található a üvegfedés és az abszorber között. Ezt a légüres teret telepítéskor hozzák létre és annak elkerülése végett, hogy ezután az üvegfedés ne roppanjon össze, alátámasztásokat alkalmaznak a kollektoron belül. A vákuum akár 2-3 évig is fennmaradhat, azonban célszerű időnként ellenőrizni. A vákuumos eljárással készülő kollektorok másik típusa a vákuumcsöves kollektor. Ezek több elemi vákuumcsőből (10-30 darabból) tevődnek össze

2.2.2.2. Működtető, szabályzó, biztonsági és ellenőrző szerelvények

Ebbe a csoportba tartozik a keringető szivattyú, az automatika, a biztonsági szelep, a tágulási tartály, a nyomás- és hőmérők, a szabályozó és váltószelepek továbbá az egyéb szerelvények. Ezek helyes beépítésénél érdemes figyelembe venni néhány szempontot. A helyes elrendezést szemlélteti a 4. ábra.



4. ábra: Helyes elvi elrendezés

Forrás: naplopo.hu

Fontos, hogy a biztonsági szerelvényeket (a biztonsági szelepet és a tágulási tartályt) elzáró szerelvény beépítése nélkül telepítsük, nehogy véletlen valaki ezeket elzárással leválassza a rendszerről, így veszélyessé téve azt. Fontos továbbá, hogy ezeket a szivattyú nyomó ágába telepítsük. Ez azért fontos, mert ha el is indítjuk a szivattyút, a nyomás nem változik a tágulási tartályt tartalmazó nyomó ágban.

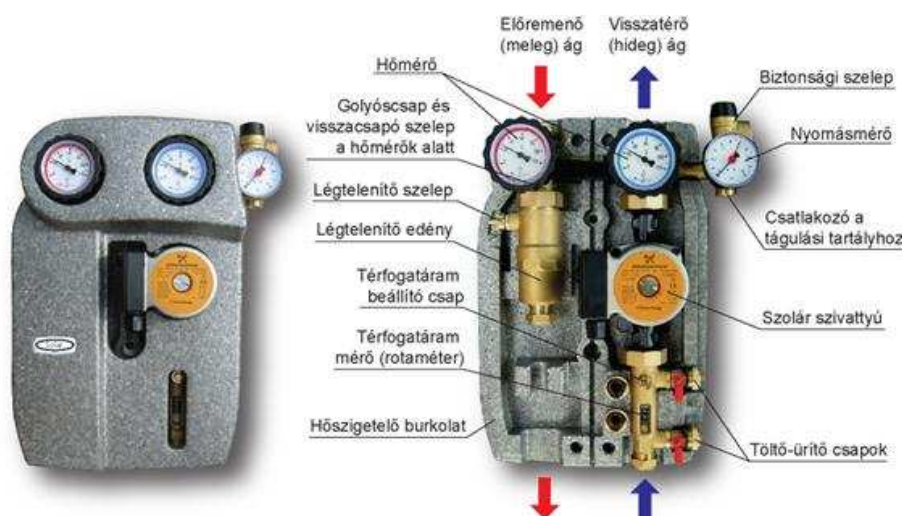
A **szolárköri szivattyú** kiválasztásánál a következőket érdemes szem előtt tartani. Kerülni kell a szivattyú túlméretezését, hiszen ebben az esetben indokolatlanul megnőhet annak villamosenergia-fogyasztása. Ugyanezen szempontból célszerű többfokozatú szivattyút alkalmazni a szolár rendszerben, mely képes alkalmazkodni a rendszer energiahozamának ingadozásához. A hagyományos fűtési rendszerben üzemelő szivattyúkat nagy térfogatáramra és kis emelőmagasságra méretezik, amely nem illeszkedik a szoláris rendszer követelményeihez, ezért abba beépítve hatásfokuk lecsökken. Ezen okból kifolyólag célszerű szolár szivattyút beépíteni, mely napkollektoros rendszerhez van optimalizálva.

A rendszerbe a szivattyú és a kollektorok közé **visszacsapó szelepet** kell beépíteni. Ennek feladata, hogy amikor a kollektoron nincs hőfelvétel (jellemzően éjszaka), megakadályozza a tárolóból történő kiáramlást és így a tároló kihűlését. A

jelenség magyarázata a folyadék fajsúlykülönbségéből adódó keringés kialakulása, melynek oka a kollektorban lévő hidegebb közeg és a tárolóban lévő melegebb közeg hőmérsékletkülönbsége.

A rendszerbe beépíthetünk **térfogatóáram mérőt**, mely nem feltétlenül szükséges a működéshez, de a hibadiagnosztika során hasznos lehet annak megállapításában, hogy van-e és milyen mértékű keringés a rendszerben.

A legtöbb gyártó ezen szempontok alapján már megalkotta a saját **szoláris szerelési egységét**. Ezek előrszerelten és a megfelelő sorrendben a következő szerelvényeket tartalmazzák, melyeket az 5. ábra szemléltet.



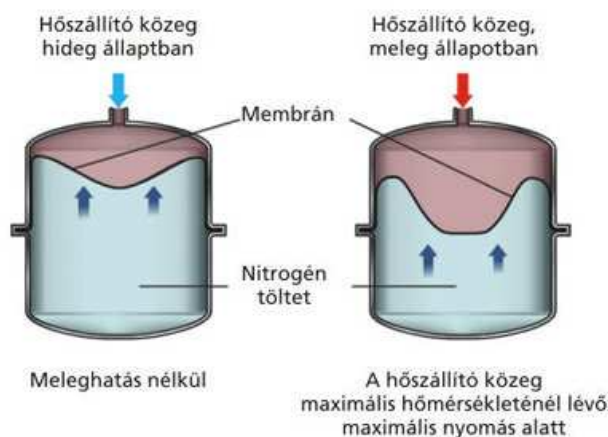
5. ábra: Szoláris szerelési egység

Forrás: naplopo.hu

A tervezésnél figyelembe kell venni a működés során kialakuló magas hőmérsékleteket. A rendszer kialakításánál fontos, hogy a szerelvények nagy részét a visszatérő hideg ágba telepítsük. A szerelvények többsége maximálisan 90-110°C közötti hőmérsékletre van tervezve. Viszont az előremenő ágban üresjárat alakulhat ki, és ebben az esetben ennél jóval magasabb, 140-160°C- os hőmérséklet is létrejöhet. Ennek csak rövid ideig lennének képesek ellenállni, vagyis nagy valószínűséggel idő előtt tönkremennének.

A **tágulási tartály** kiválasztásakor fontos tényező, hogy a tartály alkalmas legyen a propilénlikollal és a magas hőmérséklettel szembeni ellenállásra. A hagyományos fűtési rendszerekben alkalmazott tartályok ezen feltételeknek nem felelnek meg, ezért egy speciálisat kell alkalmazni. Egyéb szempontból felépítése és működése megegyezik a hagyományos fűtési rendszerben találhatóéval. A hőhordozó

folyadék a működés során kitágul - ezt a plusz térfogatot a tartály gumimembránja veszi fel -, majd a lehűlés miatt a közeg térfogata lecsökken és a membrán visszatáplálja a rendszerbe. A tartály gáz oldalát jellemzően nitrogénnel töltik fel. Ezt a működést szemlélteti a 6. ábra.



6. ábra: Tágulási tartály működése

Forrás: naplopo.hu

A 4. ábrán jól látható, hogy az imént említettel szemben valamiféle szerelvényt találhatunk a tágulási tartály csatlakozásánál. Ez egy **speciális csatlakozó szerelvény** ami nem más, mint egy szétcsavarható kettős visszacsapó szelep. Összecsavart állapotában teljesen nyitott, megfelelve ezzel az előzőekben említett feltételnek, szétcsavart állapotában azonban lezár mindkét irányba, lehetővé téve ezzel a tartály esetleges cseréjét, ellenőrzését. A tágulási tartály beépítésekor fontos a helyes kialakítás, vagyis a tartályt lógatva, a vezetéket felülről lefelé vezetve kell kialakítani. Ennek előnye abban áll, hogy a tartályban lévő gumimembránt a magas hőmérsékletű víz feláramlással nem fogja tönkretenni.

A biztonsági tartályon kívül a rendszer másik fontos biztonsági szerelvénye a **lefúvató szelep**. Ez akkor lép működésbe, ha a rendszer nyomása túlságosan megnövekedik, például ha a szivattyú szabálytalanul üzemel. Ekkor kinyit és a kilépő hőhordozó folyadékot egy tartályba vezeti, így akadályozva meg a kollektor, a tároló vagy a csővezeték sérülését.

A első feltöltéskor a rendszerbe kerülő levegőt el kell távolítani. Ezt kétféle szerelvénnel tehetjük meg. Az első a hagyományos, a rendszer legmagasabb pontján elhelyezett **kézi légtelenítő**. Nem célszerű erre a célra hagyományos automata légtelenítőt használni - még az úgynevezett szolár kivitel sem - ugyanis a működés



során üresjáratkor előfordulhat, hogy kinyit, így pedig elveszítjük a rendszerben lévő értékes fagyálló folyadékot. Célszerű helyette egyszerű kézi zárású fémes légtelenítőt alkalmazni, amit csak az első feltöltés során kell használni, később pedig el kell zárni. Ha biztosra szeretnénk menni, lehetőségünk van az előremenő ágba építeni egy nagy keresztmetszetű, speciális beömlésű úgynevezett **légtelenítő edényt**. Működése azon alapszik, hogy az ide érkező folyadék áramlási sebessége itt lelassul, így a benne lévő légbuborékok az edény tetején össze tudnak gyűlni, majd a kézi légtelenítő csap kinyitásával el lehet a rendszerből távolítani. Ezt is érdemes biztosan lezárni, az előbb említett fagyállóvesztés elkerülése végett.

2.2.2.3. Csővezeték

Napkollektoros rendszer csővezetékének kiválasztásakor és méretezésekor három feltételt kell szem előtt tartani. A legfontosabb a **magas hőállóság**. A napkollektoros rendszer működése során a kialakuló hőmérséklet sokkal magasabb lehet, mint egy hagyományos fűtési rendszerben. Abban az esetben, amikor nincs vagy csak kevés a hőelvétel a rendszerből és a beeső energia nagy - ez az úgynevezett üresjárat - a síkkollektoroknál akár 170-200°C, vákuumcsöves kollektoroknál 250-300°C is kialakulhat. Ezt a hőmérsékletet a műanyag csövek nem bírják ki tartósan, tehát hőállóság szempontjából csak a fém anyagú csővezeték jöhet számításba.

A második szempont a **nyomásállóság**. A megengedett nyomás is magasabb a hagyományos fűtési rendszerekhez képest, általában 2-5 bar, aminek a hőhordozó közeg forráspontjának növelése szempontjából van nagy jelentősége. Az alkalmazott lefűtési nyomás a biztonsági szelepen jellemzően 6 bar körüli, ez azonban a nagyobb létesítmények esetében túl alacsony, ezért itt 10 bar körüli értékre szokták venni. A fém csővezeték ezen kritériumoknak is megfelel.

A harmadik feltétel a **hőhordozó folyadékkal szembeni ellenállás**. Ez - jellemzően a fagymentes időszakban való üzemelés feltétele miatt - propilén-glikol fagyálló folyadékkal kevert víz. A csővezeték szempontjából ez a folyadék azért előnyösebb, mert korróziógátló inhibitorokat tartalmaz, melyek meggátolják a korróziót. Fontos ellenőrizni, hogy a folyadék a vezeték többi részét, például az esetleges gumitömítéseket se károsítsa.

Ezen feltételek figyelembevételével a következő anyagok jöhetnek számításba. Az első és legmegfelelőbb alternatíva a **vörösréz**. Ez mind hő- és nyomásállóság



szempontjából mind alakíthatóság tekintetében a legmegfelelőbb tulajdonságokkal bír, azonban magas anyagköltsége miatt nagyobb rendszereknél nem a megfelelő választás.

Az acélcsövek közül lehetséges megoldás lehet az úgynevezett **inox, vagyis rozsdamentes acél** csővezeték. Ennek fala vékony és flexibilis kialakítású. A kereskedelembe hőszigeteléssel és külső mechanikai károktól védő flexibilis burkolattal együtt szerelve szerezhető be. Gyakran egybeszerelve található az előre- és visszatérő vezeték az érzékelő vezetékével együtt. Ennek a megoldásnak az előnye a gyorsan végezhető telepítés.

Szóba kerülhet esetleges alternatívaként a sima **ötvözetlen fekete acélcső**. Ennek nagyobb méreteknél lenne előnye ahol az előbb említett másik kettő már túl drága. Hátránya a magas kivitelezési költség, a felületen esetlegesen jelentkező korrózió, valamint a nagy fajlagos súly. Ennek egy optimalizáltabb változata néhány éve beszerezhető a piacon. Ez a vékony falú, kívül horgonyzott, ötvözetlen acélcső nagy méretekben olcsóbb, mint a réz és lehetővé teszi a különböző csőanyagok egymással való keverését.

2.2.3. Rendszertípusok

A napkollektoros rendszerek **a körök szeparáltsága szerint** lehetnek egy illetve kétkörös rendszerek.

Az **egykörös rendszer** esetén a használati víz közvetlenül kering a kollektorban, mielőtt hasznosulna. Az ilyen rendszer előnye az egyszerűség, valamint a kis bekerülési költség, hátránya viszont, hogy csak fagymentes időszakban alkalmazható, valamint nagy a veszélye a vízkövesedésnek a lerakódásnak és a forrásnak.

A **kétkörös rendszer** esetében külön válik a kollektor kör és a használati melegvíz köre. A két kör szétválasztása azért hasznos, mert lehetővé teszi, hogy olyan fagyálló oldatot alkalmazzunk a kollektorkörben ami az emberi szervezetbe kerülve veszélyes lehetne. Ennek köszönhető az egyik előnye, miszerint egész évben képes a működésre így nagyobb energiahozamot garantál. A konstrukció további előnye, hogy megelőzhető a vízkövesedés és az egész folyamat megbízhatóbbá válik. A két kör a tárolóban vagy azon kívül lévő hőcserélőben találkozik, melynek többletköltsége jelenti a kialakítás hátrányát.

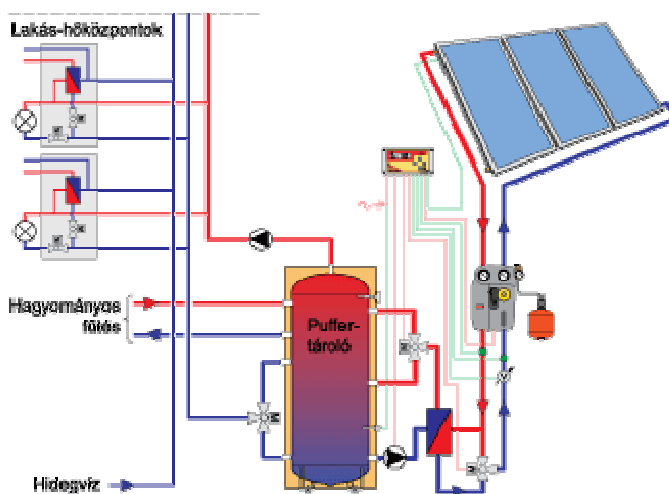
A munkaközeg szállítása szerint két fajta rendszert különböztetünk meg. Az első ilyen a **gravitációs keringés elvén működő rendszer**. Ekkor a szivattyú helyett a különböző hőmérsékletű folyadékok fajsúlykülönbségéből származó keringés a

folyamat mozgatója. Fontos, hogy ilyen rendszereknél a tartályt - ahol a „hidegebb” víz található - a kollektorok fölött helyezzük el, hiszen csak így tud létrejönni a keringés. Előnye az egyszerűsége és a kisebb bekerülési és üzemeltetési költség a szivattyú és az automatika elmaradása miatt. Hátránya, hogy az említett feltétel miatt a tárolót nehezebb elhelyezni, valamint a keringést biztosító nyomáskülönbség viszonylag kicsi, ezért csak kis ellenállású kollektorokat és tárolókat lehet alkalmazni.

A **szivattyús keringtetésű rendszerek** hátránya ehhez képest a szivattyú miatt keletkező többletköltség, mind a beruházás, mind az üzemeltetés folyamán. Ezzel szemben előnye, hogy a tároló bárhol elhelyezhető, nagyobb kiterjedésű rendszer létesíthető, valamint esetleges fordulatszám szabályozással kiegyensúlyozott, gazdaságos üzemelés valósítható meg.

2.2.4. Használati melegvíz készítő napkollektoros rendszerek kapcsolása

Dolgozatomnak nem célja, hogy konkrét méretezést mutassak be benne a napkollektoros rendszer használati melegvíz készítésének működéséről. Mindemellett fontosnak tartok megemlíteni legalább egy lehetséges kapcsolást, melyet a következő ábra mutat be.



7. ábra: Napkollektoros rendszer kialakítása lakásonkénti hőközpontok alkalmazásával

Forrás: naplopo.hu

A napkollektoros rendszer egy külső hőcserélőn keresztül fűt egy nagy méretű, központi puffertárolót - általában legalább kétszintű - hőmérséklet szerinti rétegtöltéssel. Amikor a szoláris rendszer energiahozama alacsonyabb, akkor a puffertároló felső részét egy hagyományos hőtermelő (gázkazán, távhő) fűti fel. A puffertárolóból a lakásoknál elhelyezett mini hőközpontokhoz juttatják el a hőenergiát.



A hőközpontok segítségével szabályozni lehet, hogy az fűtésre vagy hőcserélő segítségével - átfolyós módon - használati-melegvíz előállításra fordítódjon. Az ilyen kiépítésű rendszert tőlünk nyugatabbra már alkalmazzák. Ez a fajta kapcsolás, a vizsgált témakör egyik gyakorlati megoldása lehet. [3]



3. Panelos építési mód története és a helyszín bemutatása

3.1 Paneles építési mód története

A második világháború után tapasztalható lakáshiányt Európa több országában, - így hazánkban is - iparosított technológiával próbálták megoldani. A volt keleti blokk országaiiban (Szovjetunió, Csehszlovákia, NDK, Magyarország, Románia, Bulgária) a legelterjedtebb, de találhatunk ilyen épületeket Nyugat-Európában is, (Dánia, Anglia, Franciaország) bár jóval kisebb mennyiségben. Magyarországon az első iparosított technológiájú lakóépületet 1954-ben Budapesten a Fogarasi úton építették. A fővárosi lakáshiányt a nagyfokú vidékről történő migráció is fokozta. 1949 és 1954 között Budapest lakossága évente majdnem 40 000 fővel növekedett, mely még égetőbbé tette a probléma megoldását. Az első évtizedekben a blokkos illetve az öntött falas rendszerrel készülő lakóházaké volt a főszerep, majd ezt váltotta fel a teljes előregyártásra törekvő vasbeton nagypaneles technológia. Ezeket a szendvicspanelokat 11 házgyárban és 6 poligonüzemben gyártották le. A 10 házgyár technológiája szovjet licence volt, egy pedig a dán Larsen-Nielsen technológia alapján működött (Budapest 2. számú házgyár, Ferencváros). A legtermékenyebb időszak az 1970 és 1985 közti évekre tehető, amikor is évente átlagosan 30 000 lakás létesült. Az 1992-ig tartó folyamat során 726 000 iparosított technológiával készült lakást adtak át, melyből 508 000 készült panelos technológiával. Napjainkban ezekben az otthonokban a lakosság 13,8%-a él. (forrás: KSH)

3.2.1. Kelenföldi lakótelep

Az első magyar házgyár az I. számú Budapesti Házgyári Kombinát volt. 1965 és 1991 között átlagosan 1800-3000 lakást „termelt” évente. Ebben a házgyárban készítették az Óbudai, a Békásmegyeri és a Kaszásdűlői lakótelep mellett az egyik elsőként megépített Kelenföldi lakótelep elemeit.

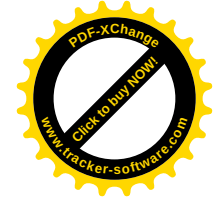
Kelenföld Budapest déli részén a XI. kerületben található. Területe a Kelenföldi pályaudvar, Etele, Tétényi és a Fehérvári út között található. 1966 és 1975 közötti építése több ütemben zajlott, különféle panelszerkezetekkel. A többnyire 10 szintes épületek között találunk úgynevezett kövér-, lábas-, és fülesházakat, 15 szintes pontházakat valamint ezek 1-2 szintes kiszolgáló épületeit. A lakótelepre kedvező hatással lehet a tervezett 4-es metró megépülése, hiszen ezzel a lakások



felértékelődhetnek. A későbbiek szempontjából még fontos megemlíteni, hogy az 53 332 lakos 26 830 lakás között oszlik szét (KSH 2001), ami 1,9 fő/lakást jelent.

3.2.2. Órmező

Nem messze található Kelenföldtől az Órmezői lakótelep. Ez méretében kisebb az előzőtől. A területen 4 illetve 10 szintes panelépületeket találhatunk. Egy 2001-es felmérés alapján 7660 fő élt az itt található 3389 lakásban (KSH 2001). Ez 2,26 fő/lakás sűrűséget jelent.



4. Felmérés módszere

A felmérés során mintegy 100 épületet mértem fel a fent említett két területen. A kutatás során elsősorban a Google Earth nevű programra, a norc.hu és a terinfo.ujbuda.hu nevű internetes honlapokra támaszkodtam. Ezek segítségével meg tudtam határozni az épületek által takart földterület nagyságát, valamint az épületek tetején található felépítmények helyzetét és méretét. Az így felmért épületekhez próbáltam a rendelkezésemre álló tervrajzok alapján kategóriákat felállítani. A felmérést megnehezítette a módszerből adódó pontatlanság és az a tény, hogy nem mindegyik típushoz sikerült megtalálni a terveket. Ennél fogva, esetenként az előzőekből szerzett tapasztalati becslésre tudtam hagyatkozni. Az ilyen módon felmért épületeket típusokba soroltam és ezután csak a típus egy tagjával foglalkoztam. A vizsgált terület Kelenföldön körülbelül 870 017 négyzetméter összterületű melyből az épületek takart földterülete 70 149,8 négyzetméter. Az örmezői 129 511 négyzetméterből 26 292 négyzetméter az épületek által takart földterület. A vizsgált területet az 1. számú függelék szemlélteti.

4.1. Tipizálás

A terület lakóházainak felmérése során 236 lakóházat kategorizáltam Kelenföldön és Örmezőn együttvéve. Ezek közül, a panelos építésmódból adódóan voltak egyező épületek, így 12 különböző csoportot különböztettem meg. Az egyes típusoknál a következő tulajdonságokat tartottam fontosnak kiemelni. Ezek két kérdéskör szempontjából lesznek fontosak a következőkben.

Az elsőbe az épületek azon tulajdonságait vettem, amelyekből áttételesen következtetni lehet a használati melegvíz fogyasztásra, például a szintek száma, a szintenkénti lakások száma, így az **épületben lévő lakások száma**. A lakások átlagos alapterületét azért tartottam fontosnak belevenni, hiszen ez is valamilyen módon árulkodhat - de legalábbis viszonyítást adhat - a lakásban élő személyek számáról, mert erről pontos statisztikai adatot nem sikerült találnom.

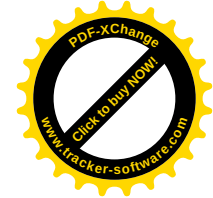
A második csoportba azokat a tulajdonságokat vettem szemügyre, amelyek az esetlegesen telepítendő napenergiás rendszer szempontjából lehetnek érdekesek. A „takart földterület” alatt azt a területet értettem, ami egyenértékű a tető területével abban az esetben, ha azon nem található semmilyen műtárgy (például liftgépház, folyosó, szellőzőnyílás, kémény, antenna stb.) Ebből a felületből a hasznos tetőfelület megkapásához levontam a tetőn lévő - előbbiekben említett - építményeket. Ezen



számítás során csak a liftgépházzal és az esetlegesen ezeket összekötő folyosóval foglalkoztam. A többi elem nem játszik jelentős szerepet a telepítéskor, hiszen például a szellőzőnyílások kikerülhetők, antennák pedig nincsenek mindenhol. Ezt a kivonást elvégezve megkaptam azt a **hasznos alapterületet**, amelyre a kollektorok fizikai akadály nélkül telepíthetők. A kiemelt két adatnak lesz jelentősége a későbbiekben.

Ha jobban megvizsgáljuk az egyes kategóriákban található épületeket, feltűnhet, hogy az egy kategóriába sorolt épületek között is találunk különbségeket. Más a szerkezeti elrendezés, az egyiknél találunk erkélyt a másiknál nem, esetleg eltérő a lépcsőház elrendezése stb. Ebből a szempontból fontos tisztázni, hogy a kategóriákba való besorolásnál a főbb, napenergia hasznosítás és energiafelhasználás szempontjából mérvadó tulajdonságokat vettem csak figyelembe. Ilyen például a tető azonos mérete és a rajta lévő tárgyak helyzete vagy az épület anyagminősége. Az ilyesfajta elnagyolást a kevés fellelhető tervrajz miatt voltam kénytelen megtenni.

Ezek alapján a következő típusokat különböztettem meg.



4.1.1. I. típus

Található lakóházak száma:	25 db
Szintek száma:	10 szint
Szintenkénti lakásszám:	3 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	30 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	53,75 m ²
Takart földterület:	230 m ²
Liftgépház	20 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	40 m ²
Hasznos tetőfelület:	190 m²

4.1.2. II. típus

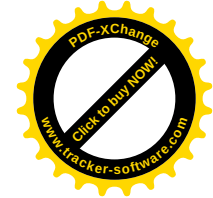
Található lakóházak száma:	68 db
Szintek száma:	10 szint
Szintenkénti lakásszám:	3 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	30 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	76,1 m ²
Takart földterület:	228,422 m ²
Liftgépház	25,6 m ²
Folyosó	11,4 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	62,6 m ²
Hasznos tetőfelület:	165,822 m²

4.1.3. III. típus

Található lakóházak száma:	3 db
Szintek száma:	15 szint
Szintenkénti lakásszám:	11 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	165 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	59,8273 m ²
Takart földterület:	658,1 m ²
Liftgépház	80 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	80 m ²
Hasznos tetőfelület:	578,1 m²

4.1.4. IV. típus

Található lakóházak száma:	12 db
Szintek száma:	10 szint
Szintenkénti lakásszám:	10 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	100 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	56,7 m ²
Takart földterület:	673,6 m ²
Liftgépház	71,28 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	71,28 m ²
Hasznos tetőfelület:	602,32 m²



4.1.5. V. típus

Található lakóházak száma:	47 db
Szintek száma:	5 szint
Szintenkénti lakásszám:	4 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	20 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	60 m ²
Takart földterület:	240 m ²
Liftgépház	0 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	0 m ²
Hasznos tetőfelület:	240 m²

4.1.6. VI. típus

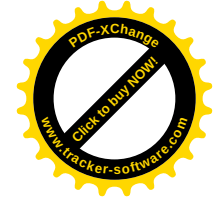
Található lakóházak száma:	16 db
Szintek száma:	5 szint
Szintenkénti lakásszám:	3 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	15 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	67,5 m ²
Takart földterület:	202,5 m ²
Liftgépház	0 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	0 m ²
Hasznos tetőfelület:	202,5 m²

4.1.7. VII. típus

Található lakóházak száma:	3 db
Szintek száma:	10 szint
Szintenkénti lakásszám:	8 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	80 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	63 m ²
Takart földterület:	504 m ²
Liftgépház	38 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	38 m ²
Hasznos tetőfelület:	466 m²

4.1.8. VIII. típus

Található lakóházak száma:	2 db
Szintek száma:	11 szint
Szintenkénti lakásszám:	6 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	66 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	52 m ²
Takart földterület:	310 m ²
Liftgépház	47 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	47 m ²
Hasznos tetőfelület:	263 m²



4.1.9. IX. típus

Található lakóházak száma:	3 db
Szintek száma:	15 szint
Szintenkénti lakásszám:	8 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	120 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	66,7 m ²
Takart földterület:	533,8 m ²
Liftgépház	84,64 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	84,64 m ²
Hasznos tetőfelület:	449,16 m²

4.1.10. X. típus

Található lakóházak száma:	17 db
Szintek száma:	10 szint
Szintenkénti lakásszám:	12 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	120 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	69 m ²
Takart földterület:	966 m ²
Liftgépház	194 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	194 m ²
Hasznos tetőfelület:	772 m²

4.1.11. XI. típus

Található lakóházak száma:	5 db
Szintek száma:	11 szint
Szintenkénti lakásszám:	10 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	110 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	63 m ²
Takart földterület:	630 m ²
Liftgépház	127 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	127 m ²
Hasznos tetőfelület:	503 m²

4.1.12. XII. típus

Található lakóházak száma:	35 db
Szintek száma:	5 szint
Szintenkénti lakásszám:	3 lakás
Egy épületben lévő lakások száma	15 lakás
Lakások átlagos alapterülete:	64 m ²
Takart földterület:	192 m ²
Liftgépház	0 m ²
Folyosó	0 m ²
Tetőn lévő építmények területe:	0 m ²
Hasznos tetőfelület:	192 m²



5. HMV igény meghatározásának elmélete

A használati melegvíz igény meghatározásánál a kiindulási adatnak a már ismertetett 3.2. fejezetben felmért adatokat tekintettem.

Így minden épülettípusnál meghatároztam

- a szintek számát,
- az egy szinten található lakások számát
- az épület lakásainak számát.

Arról, hogy egy lakásban hány fő él, nem sikerült konkrét számadatot találni, ezért egy 2,5 fő/lakás adattal számoltam. Ez a szám körülbelül egybevág a valósággal, sőt egy kicsit túl is lesz vele a rendszer méretezve, ezzel a biztonság javára tévedünk. 2001-es KSH adatok alapján Kelenföldön 1,9 fő/lakás, Órmezőn pedig 2,26 fő/lakás ez a mutató. Ezekkel az adatokkal az a probléma, hogy tartalmazzák a terület többi nem panel épületének is a lakosait, így nem nyújtanak pontos adatot a két lakótelepről. A lakások számát megszorozva ezzel a 2,5 fő/lakás értékkel kapjuk meg az épület meleg víz felhasználóinak a számát.

A személyenkénti melegvíz fogyasztást 50 liter/fő/nap értékkel vettem, melynek hőmérséklete 50°C. Fontos megemlíteni, hogy ha napkollektoros rendszerről beszélünk, akkor a víz hőmérsékletnek hatása van arra, hogy mekkora lesz a rendszer lefedési aránya. Ez abból a tényből következik, hogy a napsugárzással ugyanakkora energiamennyiség érkezik, függetlenül attól, hogy milyen mennyiségű vizet szeretnénk vele felmelegíteni. Értékét 45°C és 60°C közé szokták venni, az előzőkből következően 45°C-nál magasabb, míg 60°C-nál alacsonyabb lefedési arányt érhetünk el ugyanazzal a rendszerrel. A bejövő hálózati víz hőmérsékletét 10°C-nak vettem, így a hőmérsékletkülönbség 40°C-ra adódik.

Ezen kiindulási adatokból először meghatároztam az átlagos napi melegvíz szükségletet:

$$V_{\text{napi}} = n \cdot V_1 \text{ [liter/nap]}, \text{ ahol}$$

-n: a melegvíz felhasználók száma [fő]

- V_1 : személyenkénti napi melegvíz igény, esetünkben 50 [l/fő/nap]



Ahhoz, hogy alkalmazni tudjam ezt a hőmennyiség számításakor szükségem volt ezen vízmennyiség tömegáramára, ezért megszoroztam a víz fajsúlyával, 1 kg/l-rel

$$m_{\text{napi}} = V_{\text{napi}} \cdot 1[\text{kg/l}] = [\text{kg/nap}]$$

Ezen adatokból számoltam ki a felmelegítéshez szükséges hőmennyiséget.

$$Q_{\text{HMVNAPI}} = \frac{1,2 \cdot c \cdot m \cdot \Delta T \cdot 10^6}{3,6} = [\text{kWh/nap}] \text{ ahol,}$$

-c: a víz fajhője $c=4180 [\text{J/kg}\cdot\text{K}]$

- m_{napi} : a napi átlagos vízfogyasztás $[\text{kg/nap}]$

- ΔT : hőmérsékletkülönbség $\Delta T = t_m - t_h$

-1,2: becsült veszteségi tényező

A becsült veszteségi tényező a tárolási, felhasználási és cirkulációs veszteségeket veszi figyelembe.

A 10^6 és a 3,6-os értékeknek csak a mértékegység átváltás szempontjából van szerepük.

A napi melegvíz készítéshez szükséges hőigényt megszoroztam az év napjainak számával, így megkaptam a használati melegvíz előállításához szükséges éves hőigényt.

$$Q_{\text{ÉVES}} = 365 \cdot Q_{\text{HMVNAPI}} = [\text{kWh/év}]$$

Ezzel a módszerrel meghatároztam az összes típus energiaigényét, melyek számértéket a következő táblázat tartalmazza.



1.számú táblázat: Használati melegvíz energiaigényének meghatározása

	I. típus	II. típus	III. típus	IV. típus	V. típus	VI. típus
Szintek száma:	10	10	15	10	5	5
Szintenkénti lakásszám:	3	3	11	10	4	3
Egy épületben lévő lakások száma	30	30	165	100	20	15
Lakásonkénti melegvíz felhasználók száma:	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Felhasználók száma összesen: (fő)	75	75	412,5	250	50	37,5
Figyelembe vett melegvíz hőmérséklet: (°C)	50	50	50	50	50	50
Bejövő hidegvíz hőmérséklet: (°C)	10	10	10	10	10	10
Személyenkénti melegvíz fogyasztás: (l/fő/nap)	50	50	50	50	50	50
Melegvízigény (l/nap)	3750	3750	20625	12500	2500	1875
(kg/nap)	3750	3750	20625	12500	2500	1875
Előállításhoz szükséges hőmennyiség						
naponta (MJ/nap)	752	752	4138	2508	502	376
(kWh/nap)	209	209	1150	697	139	105
éves szinten (kWh/év)	76285	76285	419568	254283	50857	38143
négyzetméterre vonatkoztatott energiaigény (kWh/m²év)	47,3	47,3	42,5	44,8	42,4	37,7



	VII. típus	VIII. típus	IX. típus	X. típus	XI. típus	XII. típus
Szintek száma:	10	11	15	10	11	5
Szintenkénti lakásszám:	8	6	8	12	10	3
Egy épületben lévő lakások száma	80	66	120	120	110	15
Lakásonkénti melegvíz felhasználók száma:	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Felhasználók száma összesen: (fő)	200	165	300	300	275	37,5
Figyelembe vett melegvíz hőmérséklet: (°C)	50	50	50	50	50	50
Bejövő hidegvíz hőmérséklet: (°C)	10	10	10	10	10	10
Személyenkénti melegvíz fogyasztás: (l/fő/nap)	50	50	50	50	50	50
Melegvízigény (l/nap)	10000	8250	15000	15000	13750	1875
(kg/nap)	10000	8250	15000	15000	13750	1875
Előállításhoz szükséges hőmennyiség						
naponta (MJ/nap)	2006	1655	3010	3010	2759	376
(kWh/nap)	557	460	836	836	766	105
éves szinten (kWh/év)	203427	167827	305140	305140	279712	38143
négyszetméterre vonatkoztatott energiaigény (kWh/m²év)	40,4	48,9	38,1	36,9	40,4	39,7

1.számú táblázat folytatása: Használati melegvíz energiaigényének meghatározása

Összességében elmondható, hogy átlagosan 41,8 kWh/m²év nagyságú energia szükséges a használati melegvíz előállításához. Ez közel áll a valóságos energiaszükséglethez.

Reálisabb eredményt akkor kaphatnánk, ha pontosabban ismernénk a lakások alapterületét. Ez azonban sajnos nem állt rendelkezésemre. Az eredmények megállapításakor nem vettem figyelembe a melegvíz szállításával és tárolásával járó veszteségeket sem. Ezek pontos kiszámítására nem vállalkoztam, mert nem állt rendelkezésemre pontos függőleges csőterv. Az azonban mindenképpen igaz, hogy a



használati melegvíz előállításához szükséges energia csökkentése fontos szempont, melynek érdekében az Európai Unió 2020-re ezt az értéket 30 kWh/m²év nagyságúra kívánja mérsékelni.



6. Fűtési éves energiaigény becslés

A fűtési hőszükséglet becslését *Dr. Csoknyai Tamás Debrecen város távfűtéssel ellátott iparosított technológiájú lakóépületei energia-felhasználás változásának kutatása az Épületenergetikai irányelv módosítás (EPBD Recast) hatásainak figyelembe vételével a 2010-2025 periódusban* című kutatási jelentése alapján készítettem el. Az ebben található 134 kWh/m²év nagyságú 3 éves átlagból származó adatot tekintettem fajlagos fűtési hőigénynek. Ehhez hozzávettem az épület lakásszámát valamint egy lakás átlagos alapterületét, amiket összeszorozva megkaptam a becsült fűtési hőigényt. Ez alapján az egyes típusok hőigényeit a következő táblázat tartalmazza.

	I. típus	II. típus	III. típus	IV. típus	V. típus	VI. típus
lakásszám [db]	30	30	165	100	12	15
átlagos lakásalapterület [m ²]	53,8	76,1	59,8	56,7	60,0	67,5
becsült fűtési hőigény [kWh/év]	216075	306085	1322781	759780	160800	135675

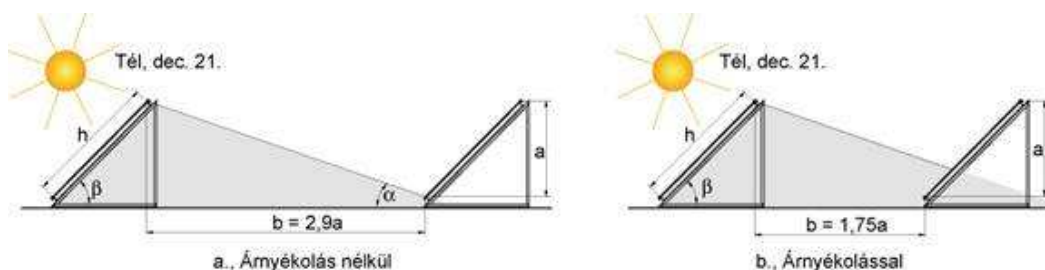
	VII. típus	VIII. típus	IX. típus	X. típus	XI. típus	XII. típus
lakásszám [db]	80	66	120	120	110	15
átlagos lakásalapterület [m ²]	63,0	52,0	66,7	69,0	63,0	64,0
becsült fűtési hőigény [kWh/év]	675360	459888	1072938	1109520	928620	128640

2. számú táblázat: Fűtési éves energiaigény becslés típusokra vonatkoztatva

7. Tető felmérése általánosan

A panelházak tetejére való napkollektor telepítés elsöre talán könnyűnek és lehetséges alternatívának tűnhet, azonban a konkrét helyzet felmérésekor meglepő eredményt tárhatunk fel. Első feltételezésre azt mondhatjuk, hogy nagy terület áll a rendelkezésünkre. Ez kétségtelenül így is van, azonban számításba kell vennünk a tetőn található felépítményeket melyek értékes helyeket vesznek el a rendelkezésre álló alapterületből. Ilyen lehet a liftgépház, melynek mind az alapterülete, mind az árnyéka jelentős területeket foglal le. Oda kell figyelni a telepítéskor az itt található ventillátorokra és szellőző-berendezésekre. Ezek nagy többsége már nem üzemel, de csökkenti a telepíthető kollektorok számát. Ugyanez a helyzet a kéményekkel és az antennákkal, azzal a különbséggel, hogy ezek természetesen üzemelnek. A vizsgált terület összes épületén lapostető található, ezért ennek megfelelően állványokra kell a kollektorokat telepíteni. Ilyesfajta tető esetében a hasznos terület csökkenését jelenti annak az 1 méteres sávnak az elvesztése is, amit a biztonságos szerelés érdekében ki kell hagyni minden irányban a tető széle mellett. A lapostetőre való telepítéskor számításba kell venni a kollektorok önárnyékát, valamint biztosítani kell a megfelelő rögzítést a tetőfelületre, amelynek súlya nem elhanyagolható.

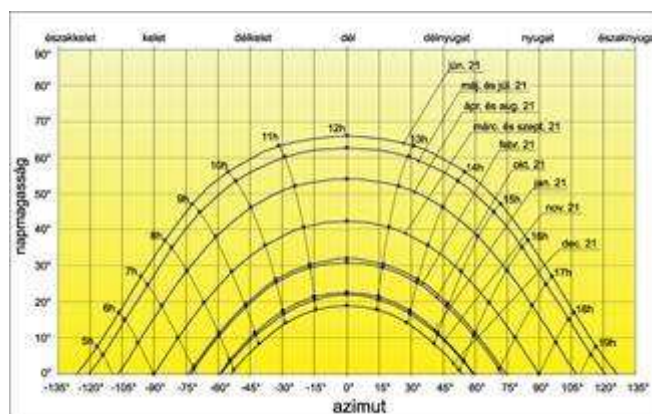
A **kollektorok önárnyéka** egy érdekes kérdést vet fel. Ennek mérlegelése során el kell döntenünk, hogy a kollektorfelületet növeljük, vállalva ezzel azt az esetet, hogy az önárnyék bizonyos időpontokban hasznos felületet vehet el, vagy tisztán csak azzal számolunk amennyi kollektort el tudunk úgy helyezni, hogy azok nem vetnek árnyékot egymásra, így semmilyen napállás esetén sem keletkezik veszteséges kollektorfelület. Ezt a problémát szemlélteti a következő ábra.



8. ábra: Kollektorok önárnyéka

Forrás: naplopo.hu

Mielőtt meghatároznánk azt a távolságot, ami az árnyékolás nélküli esethez elegendő, ejtsünk pár szót arról, hogy mi is áll a dolog hátterében. A probléma abból adódik, hogy Földünk saját forgástengelye és a Nap körüli keringés tengelye egymással $23,5^\circ$ -os szöget zár be. Ebből az következik, hogy a Nap nem mindig azonos pályát jár be az év különböző napjain. Ez a Föld különböző pontjain lokálisan is változó. A Budapestre vonatkoztatott nappálya diagramból látható, hogy a Nap a téli hónapokban jelentősen alacsonyabban jár, mint nyáron.



9. ábra: Nappálya diagram

Forrás: naplopo.hu

Látható, hogy a két legszélsőségesebb helyzetű nap a december 21 és június 21. Ha a számunkra legkedvezőtlenebb esetet akarjuk vizsgálni - amikor az árnyék a legnagyobb - értelemszerűen a decemberi napmagassággal kell foglalkoznunk. Ennek értékét úgy számíthatjuk ki, ha a 90° -ból kivonjuk a már említett $23,5^\circ$ -ot, valamint az adott földrajzi szélesség értékét ami Budapest esetében $47,5^\circ$. Ha ezt elvégezzük, megkapjuk, hogy december 21-én 19° -os magasságban delel a Nap. Ez az érték, csupán olyan szempontból hogy kívánnivalót maga után, hogy még ezen a napon is van önárnyék, a korábbi és későbbi időpontokban azonban ennek nagyobb gyakorlati jelentősége már nincsen.

Ha a fent említett ábra jelöléseivel akarjuk kifejezni azt a távolságot, amekkora árnyékot vet egy kollektor, („b”) akkor egyszerűen egy derékszögű háromszögben kell kifejeznünk a hosszabbik befogót, vagyis

$$b = \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{a}{\operatorname{tg} 19^\circ} = \frac{a}{0,344} = 2,904a$$



A betűk magyarázata az ábrán látható. Ez a távolság relatíve elég nagy, ezért a gyakorlatban csak akkor szoktak ekkora helyet hagyni a kollektorok között, ha az igényt az így felszerelhető kollektormennyiség is fedezni tudja. Szemléltetésképp az általam választott gyártó a következő távolságokat írja elő a dőlésszög függvényében.

Kollektorméret: 2070x1145x90 FKC-1, FKT-1 síkkollektor, VK180 vákuumcsöves kollektor

	FKC-1, FKT-1		VK 180
Kollektor dőlésszöge	Álló	Fekvő	Álló
25°	4,74 m	2,63 m	3,25 m
30°	5,18 m	2,87 m	3,42 m
35°	5,58 m	3,09 m	3,61 m
40°	5,94 m	3,29 m	3,80 m
45°	6,26 m	3,46 m	4,00 m
50°	6,52 m	3,61 m	4,22 m
55°	6,74 m	3,73 m	4,44 m
60°	6,90 m	3,82 m	4,68 m

3.számú táblázat: Bosch gyártó által megadott kollektorsorok közti távolságok

Az optimális sortávolságot a kollektor magassági méretének függvényében valahová 1,75 és 2,5 értékek közé érdemes a gyakorlatban belőni. Azt, hogy nagyságrendileg milyen veszteség keletkezik a sorok egymásra vetett árnyékával a következő képlet határozza meg:

$$\Delta I = 100 \cdot \alpha \cdot \frac{f_{\text{dif}}}{180 - \beta} [\%], \text{ ahol}$$

ΔI : Árnyékolás miatti veszteség

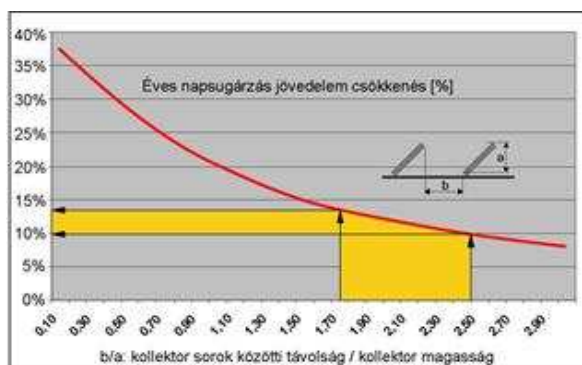
α : Az árnyékolás határszöge ($\arctg(a/b)$)

f_{dif} : A diffúz napsugárzás részaránya (Közép-Európában értéke 0,6)

β : A napkollektor dőlésszöge

Az összefüggés elméletileg csak a szórt napsugárzás csökkenését határozza meg, azonban körülbelüli becslésre jól használható a teljes napsugárzás csökkenésének meghatározására is.

Az ábrán az látható, hogy a b/a viszony milyen hatással van a veszteségre. Sárgával a javasolt viszonyszámot és a hozzá tartozó veszteséget láthatjuk.



10. ábra: Kollektor hatásfokának csökkenése a b/a viszony függvényében

Forrás: naplopo.hu

Az ábra használatakor két szempontot kell szem előtt tartanunk. Az első, hogy az értékek csak nagyságrendi viszonyítást adnak, másrészt pedig egész évre vonatkoztatva vannak rajta feltüntetve az arányok, de a veszteségek inkább a téli időszakban jelentkeznek. Ebből következően, ha olyan rendszert vizsgálunk, amely télen is üzemel - mert például fűtés rásegítő szerepe is van - akkor ez nem alkalmazható, hiszen ekkor a veszteségek jóval nagyobbak.

A lapostetőre való telepítésnél a másik problémát a **kollektorok rögzítése** jelenti. Ennek megoldására kétfajta megoldást szoktak alkalmazni. Az első, hogy súlyterheléssel rögzítik, melyre betontömböket vagy kavicsal feltöltött tálcákat szokás alkalmazni. Síkkollektorok esetében ez a terhelés 100 és 250 kg/kollektor négyzetméter. Ennek mértéke függ a konkrét kollektorterület kialakításától, ezért minden esetben méretezni kell. Hátránya az általa a tetőre nehezedő nagy súly, amit télen még az esetleges hó súlya is megnövelhet.

Ha a kollektormezőt úgy alakítják ki, hogy a kollektorokat több sorba rendezik, akkor ezt általában közös acél alappal teszik. Ezzel csökken a felborulás veszélye lehetőséget nyújtva kisebb fajlagos súlyterhelés alkalmazására. Az acélszerkezetet illetve a betonsúlyokat ebben az esetben is pontosan méretezni kell.



Ezen szempontok figyelembevételével a vizsgálandó esetekben az elrendezést úgy alakítottam ki, hogy egyetlen telepítendő kollektorra sem vetül árnyék, sem a tetőn lévő felépítményről, sem pedig az előtte lévő kollektorsorról.

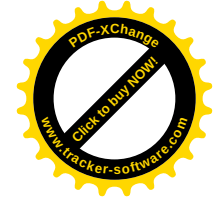


7.1. Konkrét esetek ismertetése

Az előzőekben láthattuk, hogy milyen lehetőségei és feltételei vannak napkollektoros rendszer telepítésének. Ezen fejezetben a vizsgált terület konkrét épületeire való telepítést kívánom megvizsgálni. A vizsgálat módszerének kidolgozása során fontosnak tartottam, hogy az eredményeket azonos típusú épületre többféle tájolás esetében is elemezzem. Ennek megfelelően 3 irányt definiáltam tájolás szempontjából. Az első, amikor az épület teljesen **délre** van tájolva, a második, amikor az előzőre merőlegesen, vagyis **kelet-nyugat** tájolású, a harmadik esetben pedig az előző kettő közötti esetet néztem amikor az épület **észak-nyugat dél-kelet** tájolású. A három vizsgált eset lefedi a 8 lehetséges fő tájolásból az összeset, így komplex eredményt nyújtva a témáról. Napkollektorok telepíthetők elvileg homlokzatra is, de ezek költséges és ritkán használt megoldások ezért nem tartottam indokoltnak ezek vizsgálatát.

A tetőre elhelyezendő kollektoroknak a Bosch FKT-1S síkkollektort és a szintén Bosch gyártmányú VK180-as vákuumcsöves kollektort választottam. Ezek műszaki adatait a 3. számú *függelékben* található adattábláik tartalmazzák.

Az egyes épülettípusok tetejére elhelyezendő kollektorokat a 2. számú *függelékben* látható helyzetben rendeztem el.



8. Energiahozam számítás

A kategorizált típusok tetejére helyezhető kollektorok energiahozam számítását a következőkben ismertetett metódus alapján végeztem el. A következő adatokat tekintettem kiindulási információnak. Az előző fejezetekben tárgyaltak szerint meghatároztam az adott típus használati melegvíz energiaigényt, valamint a vizsgálandó tetőfelület hasznosítható nagyságát. Ide felmértem, hogy mennyi kollektor telepíthető, mind az ön, mind a tetőfelépítmények árnyékától mentesen.

Az energiahozam számításakor ennek a kollektorszámnak az energiahozamával számoltam. A használati melegvíz energiaigény és a kollektorok által előállítani képes energiamennyiség hányadosából képeztem a szoláris részarányt. Ez azt adja meg százalékos formában, hogy egész évre vetítve a HMV előállításához szükséges energiamennyiség hány százalékát lehet fedezni az adott típusra telepítendő napkollektorokkal. A pontosabb megértés végett egy konkrét esetet ismertetek, mind síkkollektor, mind vákuumcsöves kollektor esetében, a többi eredményt csak táblázatos formában kívánom közölni.

Az ismertetést a II típus esetébe kívánom ismertetni, mert ehhez konkrét terveket sikerült találnom az épületről. A kiindulási adatokat két csoportba osztottam, Az első az épület jellemzőit tartalmazza, a második pedig a telepítendő kollektor adatait.

Az épület adattáblája:

Típus	II. típus
Tájolás:	É-D
Hasznos tetőfelület [m2]	165,8
Napi HMV energiaigény [kWh/nap]	209
Éves HMV energiaigény [kWh/év]	76285

A telepítendő kollektor adatai (forrás: Bosch gyártmánykatalógus):

Kollektor tájolása:	D
Kollektor dőlésszöge:	40°
Korrekciós tényező:	0,98
Kollektor típusa:	síkkollektor
Abszorberfelület:	2,23 m2

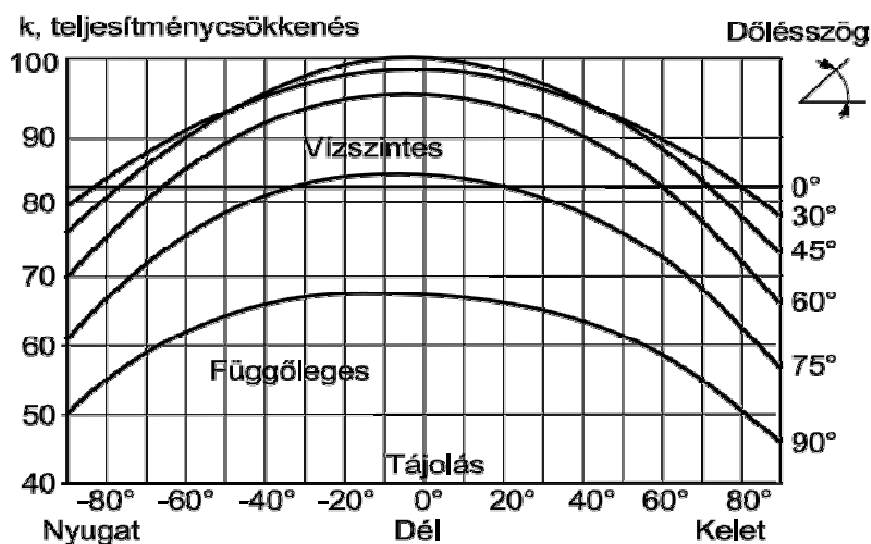
Elhelyezhető kollektorszám: 16 db

Meghatároztam napi lebontásban a kollektor által hasznosítható napenergiát, majd ebből képeztem a havi energiamennyiséget négyzetméterre vonatkoztatva. Ebből a következő képlet segítségével kiszámoltam a kollektormező éves hőtermelését kWh-ban.

$$Q_{\text{kollektor, éves}} = k \cdot N_{\text{koll}} \cdot A_{\text{abszorber}} \cdot \Sigma Q_{\text{kollektor, havi}} \text{ ahol,}$$

- $Q_{\text{kollektor, éves}}$: kollektormező által előállítható energia éves szinten [kWh/év]

- k : korrekciós tényező, mely az ideális déli tájolású 43°-os dőlésszögű esettől való eltérést mutatja meg. Értékének meghatározásában a következő táblázat nyújt segítséget.



- N_{koll} : elhelyezhető kollektorok száma [db]

- $A_{\text{abszorber}}$: Kollektor abszorber lemezének felülete [m²]

- $\Sigma Q_{\text{kollektor, havi}}$: egy kollektor által termelhető energiamennyiség havonta [kWh/m²hó]

Hónap	síkkollektorok által hasznosítható napenergia			abszorber	Kollektorok száma	Hőtermelés
	kWh/(m2nap)	nap/hónap	kWh/(m2hó)			
január	0,35	31	10,85	2,23	16	379,4
február	0,75	28	21	2,23	16	734,3
március	1,35	31	41,85	2,23	16	1463,3
április	2,05	30	61,5	2,23	16	2150,4
május	2,35	31	72,85	2,23	16	2547,3
június	2,65	30	79,5	2,23	16	2779,8
július	2,85	31	88,35	2,23	16	3089,3
augusztus	2,85	31	88,35	2,23	16	3089,3
szeptember	2,55	30	76,5	2,23	16	2674,9
október	1,65	31	51,15	2,23	16	1788,5
november	0,65	30	19,5	2,23	16	681,8
december	0,25	31	7,75	2,23	16	271,0

4.számú táblázat: Kollektorok (síkkollektor) hőtermelése havi bontásban

Miután ismertem a HMV hőigényt illetve a kollektormező által biztosított energiamennyiséget, hányadosukat képeztem. Így megkaptam a rendszer szoláris részarányát.

hónap	Hőtermelés	HMV igény havi	Lefedett energia	Havi fedezett
	kWh	kWh	kWh	
január	379,4	6479,0	379,4	5,86%
február	734,3	5852,0	734,3	12,55%
március	1463,3	6479,0	1463,3	22,59%
április	2150,4	6270,0	2150,4	34,30%
május	2547,3	6479,0	2547,3	39,32%
június	2779,8	6270,0	2779,8	44,34%
július	3089,3	6479,0	3089,3	47,68%
augusztus	3089,3	6479,0	3089,3	47,68%
szeptember	2674,9	6270,0	2674,9	42,66%
október	1788,5	6479,0	1788,5	27,61%
november	681,8	6270,0	681,8	10,87%
december	271,0	6479,0	271,0	4,18%
	21649,4	76285,0	21649,4	28,38%

5. számú táblázat: Szoláris részarány meghatározása (síkkollektor)



Az előzőek alapján a II. típus esetében a szoláris részarány észak-déli tájolás és síkkollektor esetében **28,38%**.

A vákuumsöves kollektor esetében is hasonló módszert követtem, csak a kollektorra jellemző számértékek különböznek. Ezen okból kifolyólag csak a táblázatos bontást ismertetem.

A telepítendő kollektor adatai (forrás: Bosch gyártmánykatalógus)

Kollektor tájolása: D
Kollektor dőlésszöge: 40°
Korrekciós tényező: 0,98
Kollektor típusa: Vákuumsöves
Abszorberfelület: 1,6 m²

Elhelyezhető kollektorszám: 16 db

hónap	Vákuumsöves kollektorok által hasznosítható napenergia			abszorber	Kollektorok száma	Hőtermelés
	kWh/(m ² nap)	nap/hónap	kWh/(m ² hó)	m ² /kollektor	db	kWh
január	0,4	31	12,4	1,6	16	311,1
február	0,85	28	23,8	1,6	16	597,1
március	1,53	31	47,43	1,6	16	1189,9
április	2,32	30	69,6	1,6	16	1746,1
május	2,66	31	82,46	1,6	16	2068,8
június	2,99	30	89,7	1,6	16	2250,4
július	3,22	31	99,82	1,6	16	2504,3
augusztus	3,22	31	99,82	1,6	16	2504,3
szeptember	2,88	30	86,4	1,6	16	2167,6
október	1,86	31	57,66	1,6	16	1446,6
november	0,73	30	21,9	1,6	16	549,4
december	0,28	31	8,68	1,6	16	217,8

6.számú táblázat: Kollektorok (vákuumsöves kollektor) hőtermelése havi bontásban



Vákuumcsöves	Hőtermelés	HMV igény havi	Lefedett energia	Havi fedezett
	kWh	kWh	kWh	
január	311,1	6479,0	311,1	4,80%
február	597,1	5852,0	597,1	10,20%
március	1189,9	6479,0	1189,9	18,37%
április	1746,1	6270,0	1746,1	27,85%
május	2068,8	6479,0	2068,8	31,93%
június	2250,4	6270,0	2250,4	35,89%
július	2504,3	6479,0	2504,3	38,65%
augusztus	2504,3	6479,0	2504,3	38,65%
szeptember	2167,6	6270,0	2167,6	34,57%
október	1446,6	6479,0	1446,6	22,33%
november	549,4	6270,0	549,4	8,76%
december	217,8	6479,0	217,8	3,36%
	17553,3	76285,0	17553,3	23,01%

7. számú táblázat: Szoláris részarány meghatározása (vákuumcsöves kollektor))

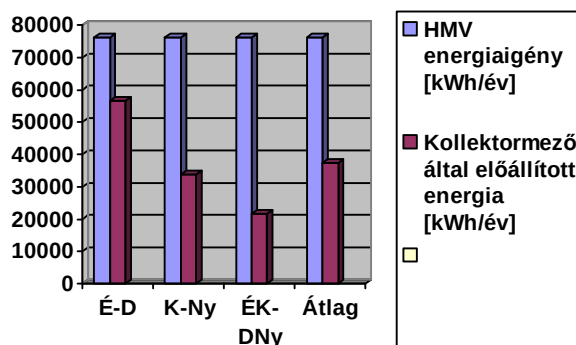
A szoláris részarány észak-déli tájolás és vákuumcsöves kollektor esetében **23,01%**.

A két kollektortípus szoláris részarányának különbségének elemzésére a kilencedik fejezetben kívánok eredményt mondani.

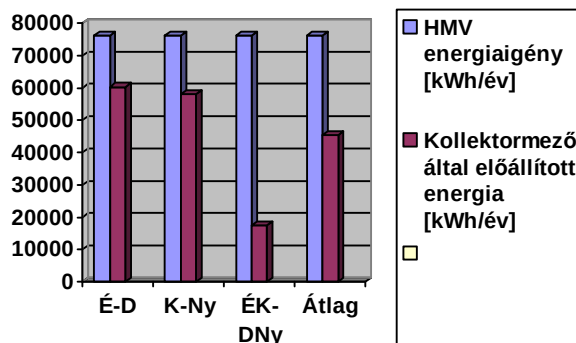
8.1. Energiahozam számítás konkrét típusokra vonatkoztatva

A következőkben táblázatosan ismertetem az egyes típusokra végzett számításokat, külön táblázatra bontva a sík-(FKT-1S) illetve vákuumcsöves kollektortípus (VK180) esetében számított értékekre. A táblázatok alatt diagram formájában láthatóak az eredmények. Ezek célja a nagyságrendek szemléltetése.

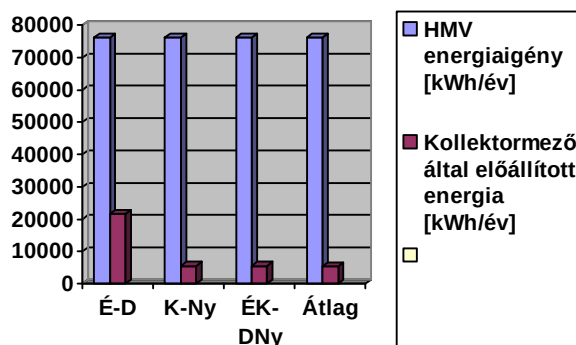
FKT-1S	I. típus	I. típus	I. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	190	190	190
Elhelyezhető kollektorszám [db]	55	25	16
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	76285	76285	76285
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	56529	33827,3	21649,4
Szoláris részarány [%]	74,10%	44,34%	28,38%
Átlagos szoláris részarány	48,94%		



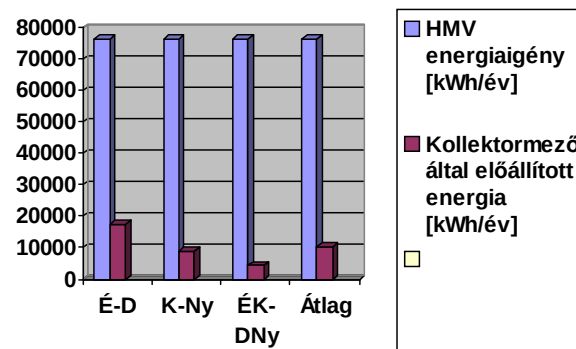
VK180	I. típus	I. típus	I. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	190	190	190
Elhelyezhető kollektorszám [db]	55	53	16
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	76285	76285	76285
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	60339,5	58145,4	17553,3
Szoláris részarány [%]	79,10%	76,22%	23,01%
Átlagos szoláris részarány	59,44%		



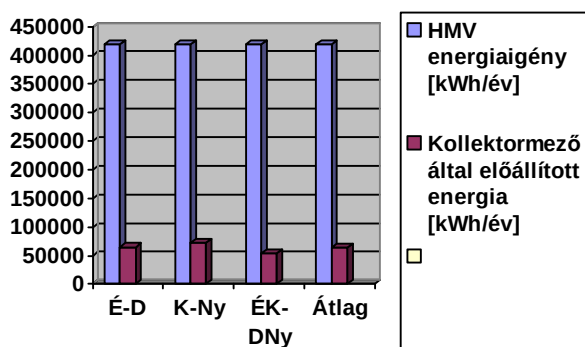
FKT-1S	II. típus	II. típus	II. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	165,8215	165,8215	165,8215
Elhelyezhető kollektorszám [db]	16	4	4
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	76285	76285	76285
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	21649,4	5412,4	5412,4
Szoláris részarány [%]	28,38%	7,09%	7,09%
Átlagos szoláris részarány	14,19%		



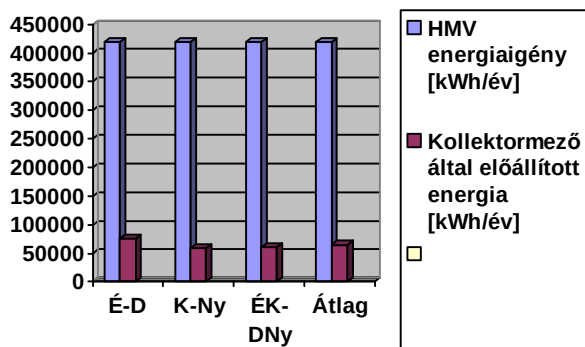
VK180	II. típus	II. típus	II. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	165,8215	165,8215	165,8215
Elhelyezhető kollektorszám [db]	16	8	4
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	76285	76285	76285
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	17553,3	8776,7	4388,3
Szoláris részarány [%]	23,01%	11,51%	5,75%
Átlagos szoláris részarány	13,42%		



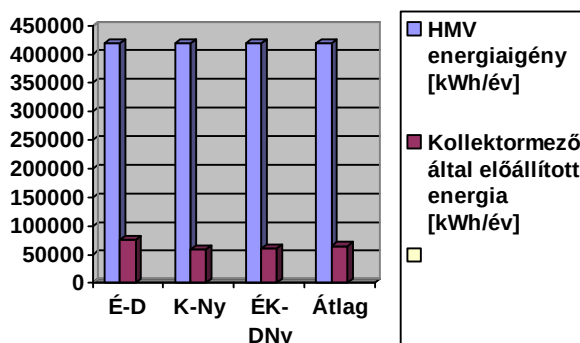
FKT-1S	III. típus	III. típus	III. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	578,1	578,1	578,1
Elhelyezhető kollektorszám [db]	48	54	40
Szintek száma	15	15	15
HMV energiaigény [kWh/év]	419568	419568	419568
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	64948,3	73066,9	54123,6
Szoláris részarány [%]	15,48%	17,41%	12,90%
Átlagos szoláris részarány	15,26%		



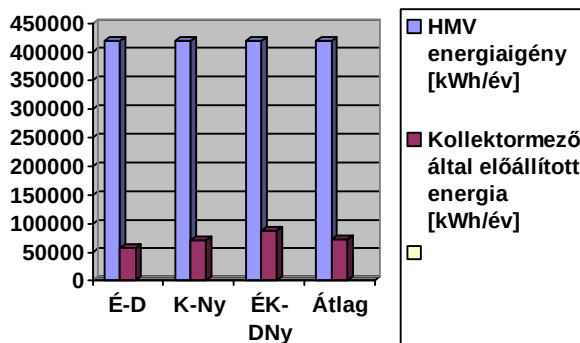
VK180	III. típus	III. típus	III. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	578,1	578,1	578,1
Elhelyezhető kollektorszám [db]	69	54	55
Szintek száma	15	15	15
HMV energiaigény [kWh/év]	419568	419568	419568
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	75689,7	59242,5	60339,5
Szoláris részarány [%]	18,04%	14,12%	14,38%
Átlagos szoláris részarány	15,51%		



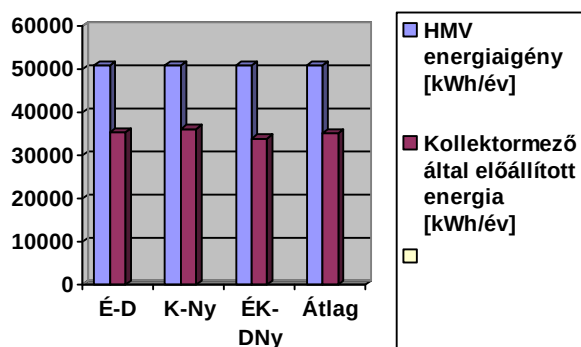
FKT-1S	IV. típus	IV. típus	IV. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	602,32	602,32	602,32
Elhelyezhető kollektorszám [db]	48	54	50
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	254283	254283	254283
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	64948,3	73066,9	67654,5
Szoláris részarány [%]	25,54%	28,73%	26,61%
Átlagos szoláris részarány	26,96%		



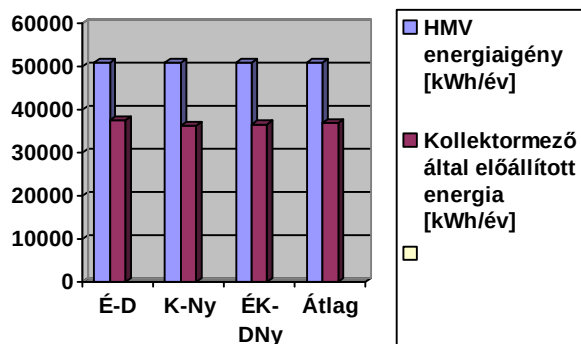
VK180	IV. típus	IV. típus	IV. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	602,32	602,32	602,32
Elhelyezhető kollektorszám [db]	52	65	80
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	254283	254283	254283
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	57048,3	71310,4	87766,6
Szoláris részarány [%]	22,43%	28,04%	34,52%
Átlagos szoláris részarány	28,33%		



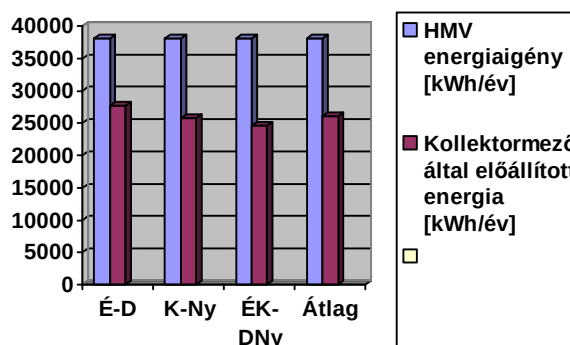
FKT-1S	V. típus	V. típus	V. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	240	240	240
Elhelyezhető kollektorszám [db]	30	32	27
Szintek száma	5	5	5
HMV energiaigény [kWh/év]	50857	50857	50857
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	35322	36134,8	33900,9
Szoláris részarány [%]	69,45%	71,05%	66,66%
Átlagos szoláris részarány	69,06%		



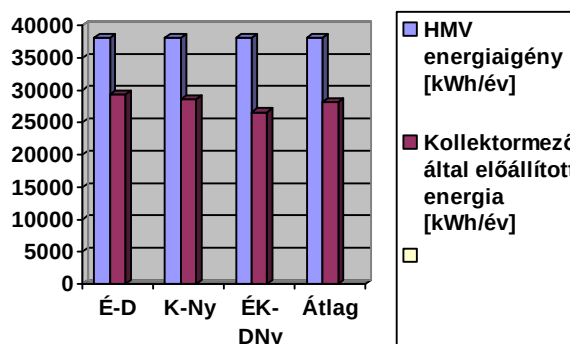
VK180	V. típus	V. típus	V. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	240	240	240
Elhelyezhető kollektorszám [db]	45	40	39
Szintek száma	5	5	5
HMV energiaigény [kWh/év]	50857	50857	50857
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	37625,1	36277,7	36547,7
Szoláris részarány [%]	73,98%	71,33%	71,86%
Átlagos szoláris részarány	72,39%		



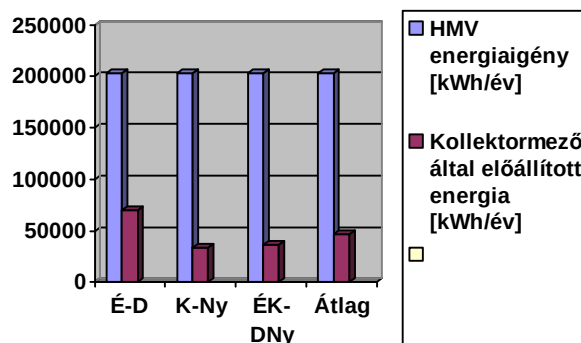
FKT-1S	VI. típus	VI. típus	VI. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	202,5	202,5	202,5
Elhelyezhető kollektorszám [db]	26	21	19
Szintek száma	5	5	5
HMV energiaigény [kWh/év]	38143	38143	38143
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	27765,9	25791,3	24643,1
Szoláris részarány [%]	72,80%	67,62%	64,61%
Átlagos szoláris részarány	68,34%		



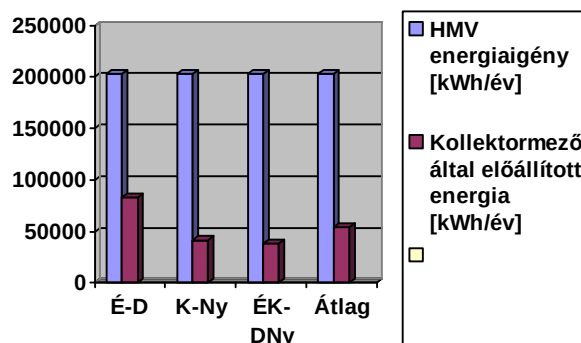
VK180	VI. típus	VI. típus	VI. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	202,5	202,5	202,5
Elhelyezhető kollektorszám [db]	39	35	28
Szintek száma	5	5	5
HMV energiaigény [kWh/év]	38143	38143	38143
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	29347,2	28555,7	26590
Szoláris részarány [%]	76,94%	74,87%	69,71%
Átlagos szoláris részarány	73,84%		



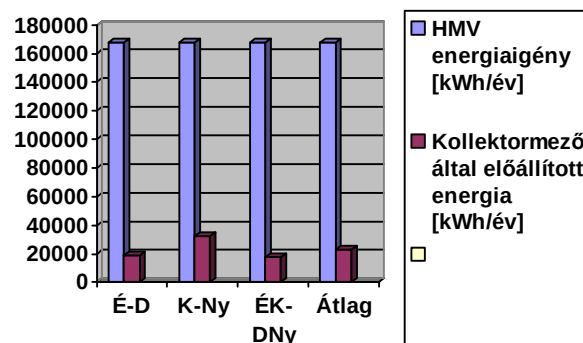
FKT-1S	VII. típus	VII. típus	VII. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	466	466	466
Elhelyezhető kollektorszám [db]	52	25	27
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	203427	203427	203427
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	70360,7	33827,3	36533,4
Szoláris részarány [%]	34,59%	16,63%	17,96%
Átlagos szoláris részarány	23,06%		



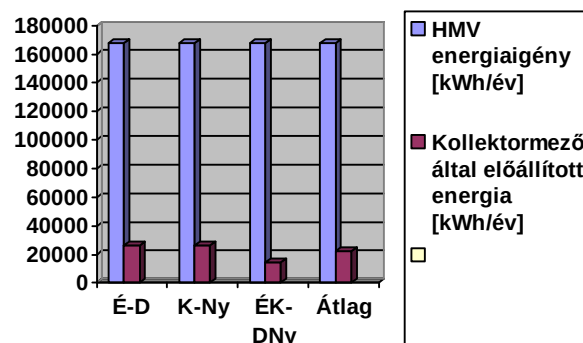
VK180	VII. típus	VII. típus	VII. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	466	466	466
Elhelyezhető kollektorszám [db]	76	38	35
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	203427	203427	203427
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	83378,3	41689,1	38397,9
Szoláris részarány [%]	40,99%	20,49%	18,88%
Átlagos szoláris részarány	26,79%		



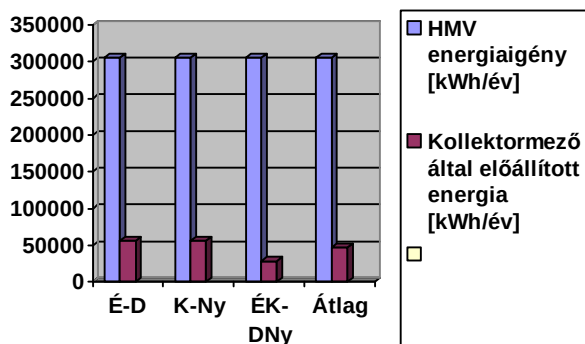
FKT-1S	VIII. típus	VIII. típus	VIII. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m ²]	263	263	263
Elhelyezhető kollektorszám [db]	13	24	13
Szintek száma	11	11	11
HMV energiaigény [kWh/év]	167827	167827	167827
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	18943,3	32474,2	17590,2
Szoláris részarány [%]	11,29%	19,35%	10,48%
Átlagos szoláris részarány	13,71%		



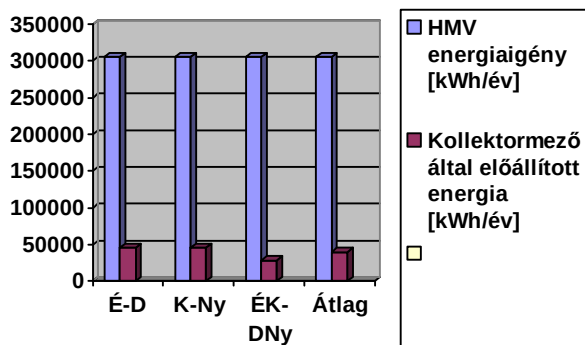
VK180	VIII. típus	VIII. típus	VIII. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m ²]	263	263	263
Elhelyezhető kollektorszám [db]	24	24	13
Szintek száma	11	11	11
HMV energiaigény [kWh/év]	167827	167827	167827
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	26330	26330	14262,1
Szoláris részarány [%]	15,69%	15,69%	8,50%
Átlagos szoláris részarány	13,29%		



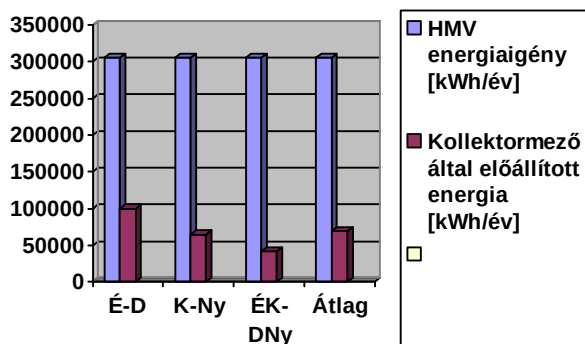
FKT-1S	IX. típus	IX. típus	IX. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	449,16	449,16	449,16
Elhelyezhető kollektorszám [db]	42	42	21
Szintek száma	15	15	15
HMV energiaigény [kWh/év]	305140	305140	305140
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	56829,8	56829,8	28414,9
Szoláris részarány [%]	18,62%	18,62%	9,31%
Átlagos szoláris részarány	15,52%		



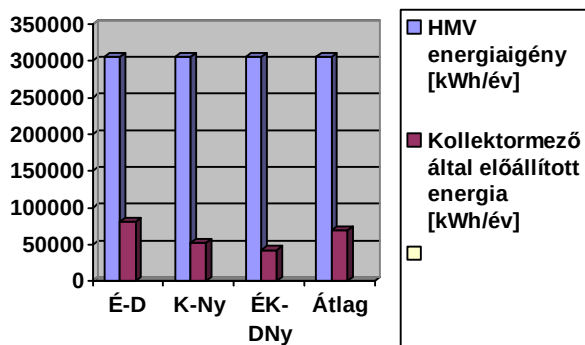
VK180	IX. típus	IX. típus	IX. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	449,16	449,16	449,16
Elhelyezhető kollektorszám [db]	42	42	26
Szintek száma	15	15	15
HMV energiaigény [kWh/év]	305140	305140	305140
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	46077,5	46077,5	28524,1
Szoláris részarány [%]	15,10%	15,10%	9,35%
Átlagos szoláris részarány	13,18%		



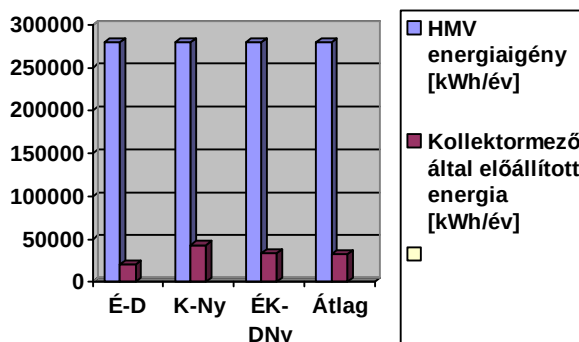
FKT-1S	X. típus	X. típus	X. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	772	772	772
Elhelyezhető kollektorszám [db]	74	48	31
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	305140	305140	305140
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	100128,7	64948,3	41945,8
Szoláris részarány [%]	32,81%	21,28%	13,75%
Átlagos szoláris részarány	22,62%		



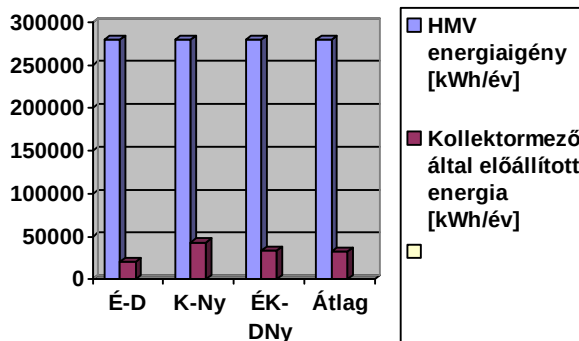
VK180	X. típus	X. típus	X. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	772	772	772
Elhelyezhető kollektorszám [db]	74	48	39
Szintek száma	10	10	10
HMV energiaigény [kWh/év]	305140	305140	305140
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	81184,1	52660	42786,2
Szoláris részarány [%]	26,61%	17,26%	14,02%
Átlagos szoláris részarány	19,30%		



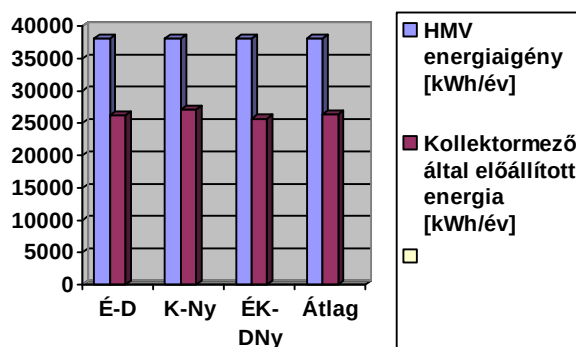
FKT-1S	XI. típus	XI. típus	XI. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	503	503	503
Elhelyezhető kollektorszám [db]	15	32	25
Szintek száma	11	11	11
HMV energiaigény [kWh/év]	279712	279712	279712
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	20296,4	43298	33827
Szoláris részarány [%]	7,26%	15,48%	12,09%
Átlagos szoláris részarány	11,61%		



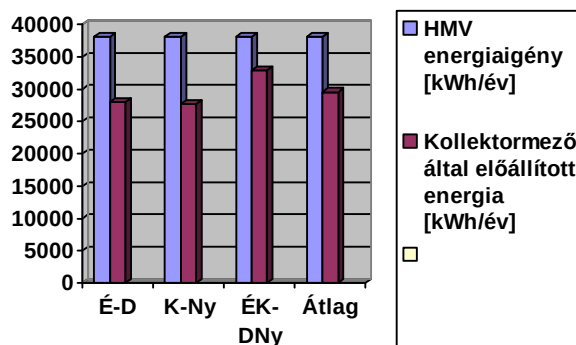
VK180	XI. típus	XI. típus	XI. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m2]	503	503	503
Elhelyezhető kollektorszám [db]	26	32	28
Szintek száma	11	11	11
HMV energiaigény [kWh/év]	279712	279712	279712
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	28524,1	35106,6	30718,3
Szoláris részarány [%]	10,20%	12,55%	10,98%
Átlagos szoláris részarány	11,24%		

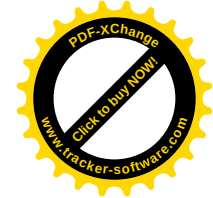


FKT-1S	XII. típus	XII. típus	XII. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m ²]	192	192	192
Elhelyezhető kollektorszám [db]	22	24	19
Szintek száma	5	5	5
HMV energiaigény [kWh/év]	38143	38143	38143
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	26258,1	27101,1	25708,7
Szoláris részarány [%]	68,84%	71,05%	67,40%
Átlagos szoláris részarány	69,10%		



VK180	XII. típus	XII. típus	XII. típus
Tájolás	É-D	K-Ny	ÉK-DNy
Hasznos tetőfelület [m ²]	192	192	192
Elhelyezhető kollektorszám [db]	33	32	30
Szintek száma	5	5	5
HMV energiaigény [kWh/év]	38143	38143	38143
Fedezhető energiamennyiség [kWh/év]	28016,7	27747,2	32912,5
Szoláris részarány [%]	73,45%	72,75%	86,29%
Átlagos szoláris részarány	77,50%		





9. Eredmények elemzése

Az eredmények elemzésekor először a sík- illetve a vákuumkollektor alkalmazása közötti összehasonlításra szeretnék kitérni. Alapvetően a vákuumkollektor kialakításából adódóan több energiát képes hasznosítani éves szinten, egységnyi felületre vonatkoztatva. A kisebb abszorberfelület miatt azonban a megtermelhető energia kevesebb, mint síkkollektor esetében. A vákuumcsöves kollektorokkal kialakított rendszereknek abban az esetben van előnyük, ha a kisebb méretből adódóan több darabot van lehetőségünk elhelyezni, mellyel végül nagyobb szoláris részarányt érhetünk el. A differencia a két kollektortípus között átlagosan 3% körüli, egyik vagy másik javára. A vizsgált 12 esetből 7 típusnál átlagosan nagyobb szoláris részarányt érhetünk el vákuumcsöves kollektor alkalmazásával. Összességében a síkkollektorokkal átlagosan 33%-os szoláris részarányt, míg a vákuumcsöves kollektorokkal 35%-os részarányt lehet elérni.

Ha az eredményeket a szintek száma szerint vizsgáljuk az alábbi következtetéseket tehetjük. A magasabb épületek esetében (10 vagy annál több szintes), ahol a lakásszám és így a lakószám is magasabb, nagyobb a melegvíz igény. Ezzel szemben, a tetőre nem telepíthető arányosan több kollektor, ezért a szoláris részarány kisebb lesz. Általánosságban elmondható, hogy a szintszám növekedésével csökken a szoláris részarány. Ezeknél az épületeknél található nagyobb területű felépítmény a tetőn, jellemzően liftgépház. A hasznosítható energia nagyságát ennek nagysága és helyzete nagy mértékben befolyásolja. Ilyen szempontból értelemszerűen a fedezhető hányad annál nagyobb, minél kisebb területet vesz el a felépítmény a tető területéből. (Vizsgálataim során a tetőn lévő felépítmény tetejére való telepítést nem vettem figyelembe, pedig így további energia lenne hasznosítható.) Habár szintszámra ebbe a kategóriába tartozik az I típus, szoláris részarányát tekintve viszont kiugróan magas értéket mutat. Ez azzal magyarázható, hogy a nagy tetőfelületen csak kis kiterjedésű felépítmény található ezzel több kollektor elhelyezésére adva teret a kategória többi tagjához képest.

A tájolás esetében sem beszélhetünk általánosan optimális megoldásról. A gyakorlatban a tetőfelépítmény és a tájolás közös figyelembevételével határozható meg az adott épületre telepíthető kollektorok száma. A legalacsonyabb részarány 5,75% volt (II típus, vákuumcsöves kollektor), a legmagasabb pedig 74% (I. típus, síkkollektor). Ezek közötti nagy különbség magyarázata a már említett tényezők miatt tapasztalható. Az I. típus esetében azért ilyen magas a szoláris részarány, mert nagy tetőfelületen



aránylag kicsi és kevés felépítmény található. Az elérhető szoláris részarány átlagosan mindkét kollektortípus figyelembevételével 35,6% a 10 vagy annál több szintes épületeknél. Ez az arány nem feltétlenül indokolja a napenergia alkalmazását.

Más a helyzet az alacsonyabb épületek esetében. Az eredményekből látható, hogy a legmagasabb szoláris részarányok a 4 illetve 5 szintes lakóházak esetében mutatkoznak. Ennek hátterében a következő tényekből adódó törvényszerűségek állnak. Ezen házak esetében az egész tetőfelületet hasznos területnek lehet tekinteni, hiszen nem található rajtuk semmilyen felépítmény. (Valós telepítés esetében természetesen mégis előfordulhat, hogy találunk ilyen gátló tényezőt.) Az egy melegvíz felhasználóra jutó fajlagos hasznos tetőfelület ebben az esetben nagyobb, mint a magasabb házak esetében. A legalacsonyabb érték 64,61% a legmagasabb pedig 86,29% volt. Napkollektor alkalmazásával ezen típusoknál elérhető, hogy az év májustól augusztusig tartó részében a használati melegvíz igény közel 100%-át fedezni lehet. Az átlagosan elérhető szoláris részarány 71,7%. Ezen épületek esetében a melegvíz előállítása napkollektoros rendszerrel valós alternatíva lehet a költségek csökkentése érdekében.

A valóságban annak a kérdésnek az eldöntése, hogy megéri-e napkollektoros rendszerrel a használati melegvizet előállítani több szempont szerinti mérlegelést kíván. A konkrét épület és melegvízigény pontos felmérésén túl a befektetést meg kell vizsgálni közgazdasági szempontból is.

9.1. Lakótelep szoláris potenciál becslése

A területre 1300 kWh/m²év intenzitással és 96 777,8 négyzetméter takart földterülettel számolva 125,81 GWh/év energia érkezik a Napból. Ez akkora nagyságú energia, hogy a terület 24,95 GWh/év nagyságú használati melegvíz energiaigényét 5 évig teljes egészében fedezni lehetne. Ha hozzávesszük a fűtési energiaigényt akkor meghatározható a vizsgált terület összenergia igénye, mely 110,31 GWh/év. Látható, hogy elméletileg még ezt az óriási energiaigényt is képesek lehetnénk csupán a Napból érkező sugárzás energiájával fedezni.

Ahhoz, hogy megtudjam mennyi százalékát vagyunk képesek hasznosítani ennek az energiának, először meghatároztam az egyes típusok energiafogyasztását. Ezt az értéket megszoroztam az egyes típusokból előforduló épületek darabszámával, így megkaptam a területen található összes típus energiaigényét. Látható, hogy a fűtési energiaigény átlagosan 3-4-szer nagyobb a használati melegvíz energiaigényétől.

Az épülettípusokra lebontott adatokat a következő táblázat tartalmazza.

	I. típus	II. típus	III. típus	IV. típus	V. típus	VI. típus
Használati melegvízigény [kWh/év]	76 285,00	76 285,00	419 567,50	254 283,33	50 856,67	38 142,50
Fűtési energiaigény [kWh/év]	216 075,00	306 084,81	1 322 781,00	759 780,00	160 800,00	135 675,00
Területen található épületszám [db]	35,00	68,00	3,00	12,00	47,00	16,00
Típus melegvíz energiaigénye [GWh/év]	2,67	5,19	1,26	3,05	2,39	0,61
Típus fűtési energiaigénye [GWh/év]	7,56	20,81	3,97	9,12	7,56	2,17
Összenergia-igény [GWh/év]	10,23	26,00	5,23	12,17	9,95	2,78

	VII. típus	VIII. típus	IX. típus	X. típus	XI. típus	XII. típus
Használati melegvízigény [kWh/év]	203 426,67	167 827,00	305 140,00	305 140,00	279 711,67	38 142,50
Fűtési energiaigény [kWh/év]	675 360,00	459 888,00	1 072 938,00	1 109 520,00	928 620,00	128 640,00
Területen található épületszám [db]	3,00	2,00	3,00	17,00	5,00	35,00
Terület melegvíz energiaigénye [GWh/év]	0,61	0,34	0,92	5,19	1,40	1,33
Terület fűtési energiaigénye [GWh/év]	2,03	0,92	3,22	18,86	4,64	4,50
Összenergia-igény [GWh/év]	2,64	1,26	4,13	24,05	6,04	5,84

8. táblázat: Összenergia-igény meghatározása az egyes típusokra

Az egyes típusokra telepíthető kollektorok által hasznosítható energia nagyságának meghatározásához először kiszámítottam az adott típusra jellemző átlagos hasznosítható energiamennyiséget. Ezt a típusonkénti 6 adat átlagolásával kaptam meg. Ezt az értéket felszoroztam az adott típusból a területen található épületek számával, így megkaptam a hasznosítható energia nagyságát. Ennek alapján azt kaptam, hogy a beérkező sugárzásból mindössze **7,85 GWh/év** képes hasznosulni. Látható, hogy a beeső sugárzásnak csak a **6%-a** képes hasznosulni. Ezzel a mennyiséggel a terület energiaigényének mindössze **7,1%-át** lehet fedezni (használati melegvíz és fűtési energiaigény összesen). Ez a szám azonban nem reális, mert a fűtési szezonban jelentkező energiaigénykor a kollektorokra nem esik annyi sugárzási energia, mint éves átlagban. Kicsit jobb a helyzet ha csak a használati melegvíz energiaigényét vesszük, ekkor **31%-os** szoláris részarányt érhetünk el. Ez mérlegelésre adhat okot, hogy megéri-e kiváltani a régi rendszert napkollektorosra.

A következő táblázat a hasznosítható energia nagyságát mutatja be átlagosan illetve a terület adott típusára vonatkoztatva összesen.

	I. típus	II. típus	III. típus	IV. típus	V. típus	VI. típus
épületszám	35	68	3	12	47	16
átlagosan hasznosítható energia [kWh/év]	41 341	10 124	64 568	70 299	35 968	27 116
összesen hasznosítható energia [GWh/év]	1,45	0,69	0,19	0,84	1,69	0,43

	VII. típus	VIII. típus	IX. típus	X. típus	XI. típus	XII. típus
épületszám	3	2	3	17	5	35
átlagosan hasznosítható energia [kWh/év]	50 698	22 655	43 792	63 942	31 962	27 957
összesen hasznosítható energia [GWh/év]	0,15	0,05	0,13	1,09	0,16	0,98

9. táblázat: Összesen hasznosítható energia meghatározása



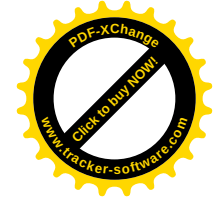
10. Összegzés

Összességében elmondható, hogy ha a világunk energiaigénye ilyen mértékben fokozódik, elkerülhetetlenné válik a megújuló energiaforrások alkalmazásának növelése. A szélesebb körben való elterjedéshez azonban szükség van az emberek gondolkodásmódjának megváltozására. A lakossági kampányok mellett szükség van egy komplex szakpolitikai intézkedéscsomagra, amely átláthatóan támogatja az ilyen beruházásokat. [5]

Fontos megemlíteni, hogy amikor az épületeink energiafogyasztásának csökkentéséről beszélünk, nem az energiahordozó megváltoztatásával kell csak foglalkoznunk. Az energetikai korszerűsítésnek feltétlen együtt kell járnia egy teljes energetikai felülvizsgálattal. Sok esetben a meglévő gépészeti rendszerek pontos beszabályozásával is rengeteg energiát spórolhatunk meg. Fontos, hogy a megtermelt energiát ne veszítsük el, ezért érdemes az épület határoló szerkezeteinek leszigetelése illetve fokozott légzárású nyílászárók alkalmazása.

A vizsgálatot elvégezve láthatóvá vált számomra, hogy a napenergia hasznosítás problémája abban gyökerezik, hogy a beérkező hatalmas mennyiségű napsugárzásnak csak kis hányada hasznosítható jelenlegi berendezéseinkkel. Az egyes esetekben tapasztalható 60 % alatti szoláris részarány nem indokolja a rendszer telepítését. Bizonyos épületek esetén olyan rosszak az adottságok, hogy a napkollektor telepítés egyáltalán nem ajánlott, de előfordul olyan, ahol megközelíthető a kívánatos érték. Megemlítendő viszont, hogy a rendszerhatásfok alacsony szoláris részarány esetén kifejezetten magas, ami előnyösnek mondható. Megjegyzendő, hogy a szoláris részarányt nem célszerű akármeddig növelni, akkor sem, ha van elegendő telepítési hely, hiszen a rendszerhatásfok a szoláris részarány növelésével csökken.

Nem csoda, ha a jelenlegi gazdasági válság idején, kevesen választanak egy olyan technológiát, aminek a megtérülési ideje állami támogatás nélkül igen hosszú. A probléma esetleges megoldását abban látom, hogy a meglévő rendszerek telepítésének támogatása helyett célszerűbb lenne először a technológia kutatására és fejlesztésére fordítani ezen összegeket. Látható, hogy a természet felajánlja nekünk a segítségét, csak meg kell tanulnunk elfogadni azt.



Hivatkozások:

- [1] TALAMON Attila: Megújuló energia trendek a világon és Magyarországon, In: Magyar Épületgépészet, LX. Évfolyam, 2011/10. szám, 3-6. oldal
- [2] JUHÁSZ Árpád; LÁNG István; NAGY Zoltán; DOBI Ildikó; SZÉPSZÓ Gabriella; HORÁNYI András; BLASKOVICS Gyula: Megújuló energiák, Sprinter Könyvkiadó
- [3] VARGA Pál: Nagyobb melegvíz készítő napkollektoros rendszerek kapcsolásai, In: Magyar Installateur 20. évf. 5. szám/2010 32-34. oldal
- [4] Dr. CSOKNYAI Tamás: Kutatási jelentés, Debrecen város távfűtéssel ellátott iparosított technológiájú lakóépületei energia-felhasználás változásának kutatása az Épületenergetikai irányelv módosítás (EPBD Recast) hatásainak figyelebe vételével a 2010-2025 periódusban, Debrecen, 2010. november
- [5] SIPOS Géza: Alig fűt Magyarország megújuló energiával (online: <http://www.origo.hu/idojaras/20111007-futes-melegviz-napkollektor-hoszivattyu-biomassza-alig-fut-magyarorszag-megujulo-energiaval.html>)

Irodalomjegyzék:

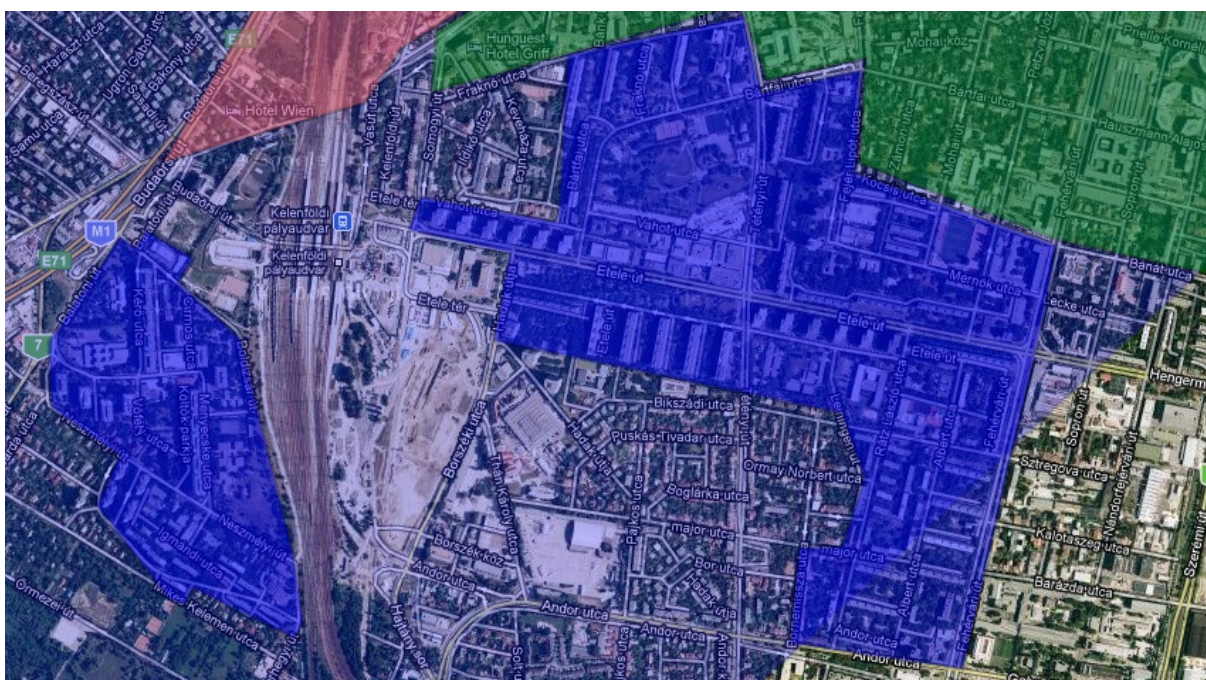
1. BAUMANN Mihály-dr. CSOKNYAI Tamás-dr. KALMÁR Ferenc-dr. MAGYAR Zoltán-dr. MAJROS András- dr OSZTROLUCZKY Miklós- SZALAY Zsuzsa-prof. ZÖLD András: Az új épületenergetikai szabályozás segédlet Kiadó: BAUSOFT Pécsvárad kft. 2006. december ISBN: 9632291786
2. Robert BOSCH kft: Hőhasznosító napkollektor technika, tervezési segédlet 6 720 640 965 (2009/12) BD-hu
3. CSOKNYAI Tamás: Iparosított technológiával létesített lakóépületek energiatudatos felújítása, PhD értekezés 2004
4. CSOKNYAI Tamás PhD- TALAMON Attila- CSÍK Árpád PhD- RETEK Mihály: Hazai épülettípológia és alkalmazási lehetőségei 1. illetve 2. rész Magyar Épületgépészet LIX. Évfolyam 2010/10 2010 december valamint Magyar épületgépészet LX. Évfolyam 2011/1-2. szám
5. GÁL Tamás- UNGER János: Tetők potenciális szoláris energia-bevételének kiszámítása egy belvárosi területen, In: Magyar Épületgépészet LX. Évfolyam, 2011/10.szám
6. HORVÁTH Sára Erzsébet: A kelenföldi paneles lakótelep vizsgálata, különös tekintettel a hőtechnikai jellemzőkre, In: Magyar Építőipar 2005/IV szám



7. JUHARINÉ dr KORONKAI Andrea- dr KUBA Gellért-dr. MAJOROS András-dr: OSZTROLUCZKY Miklós-dr. REIS Frigyes-dr. VÁRFALVI János- dr ZÖLD András: Épületfizika, Bp.: Műegyetemi Kiadó, 1995
8. DR. KALMÁR Ferenc: Energiafelhasználás csökkentése lakóépületekben
Kiadó: Debreceni Egyetem, Debrecen, 2009 ISBN: 978-963-473-288-4
9. NAPLOPÓ Kft: Tervezési segédlet, Kiadó: Naplopó Kft Budapest 2005
10. NEVELŐS Gábor-dr. SZÁNTHÓ Zoltán: Használati meleg víz készítése napenergiával, Kapcsolási megoldások vizsgálata, In: Magyar Épületgépészet LIX. Évfolyam, 2011/4. szám
11. VARGA Pál: Napkollektoros rendszerek primer körének kialakítása
In: Magyar Installateur 2010 (online:
<http://www.naplopo.hu/Cikkek/Kollektor%20kor/kollektor%20kor.html>)
12. VARGA Pál: Csővezetékek alkalmazása napkollektoros rendszerekben, In:
Magyar Istallateur 2010 (online:
<http://www.naplopo.hu/Cikkek/Csovezetek/csovezetek.html>)
13. VARGA Pál: Napkollektorok felszerelése lapostetőre, In: Magyar Installateur 2008 (online: <http://www.naplopo.hu/Cikkek/Lapstetore/lapostetore.html>)

FÜGGELÉK

1. számú függelék



A vizsgált terület fényképe



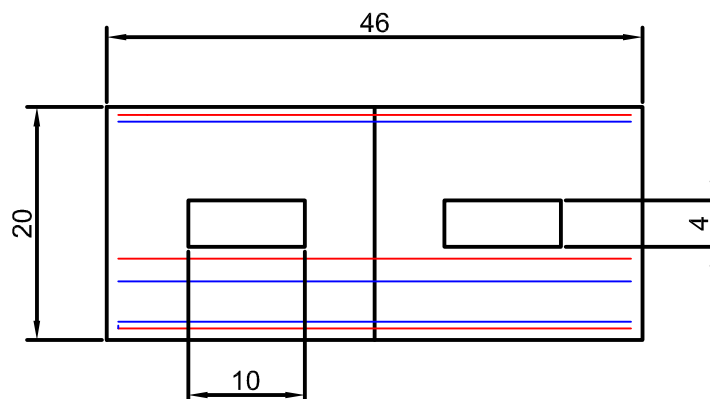
2. számú melléklet: Vizsgált épülettípusok és azokra telepítendő kollektormezők sematikus ábrái

Magyarázat:

Az ábrákon kék illetve piros vonalakkal jelöltem szemléletesen a telepítendő kollektorokat. A kék jelöli a vákuumcsöves, még a piros a síkkollektorokat.

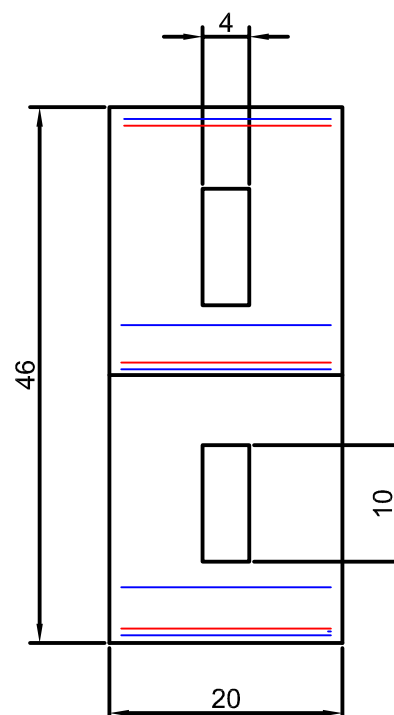
A feltüntetett méretek méterben értendők.

Típus: I. típus, Tájolás: É-D



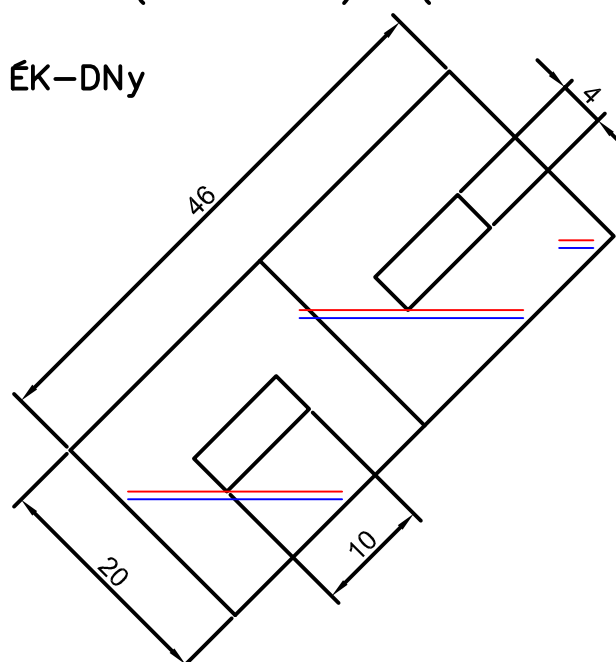
Telepíthető kollektorok száma: 55(síkkollektor) 55(vákuumcsöves)

Típus :I. típus, Tájolás: K-Ny



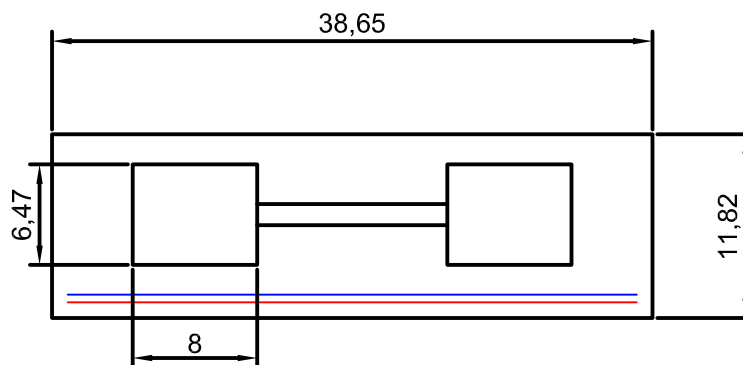
Telepíthető kollektorok száma: 25(síkkollektor) 53(vákuumcsöves)

Típus: I. típus, Tájolás: ÉK-DNy



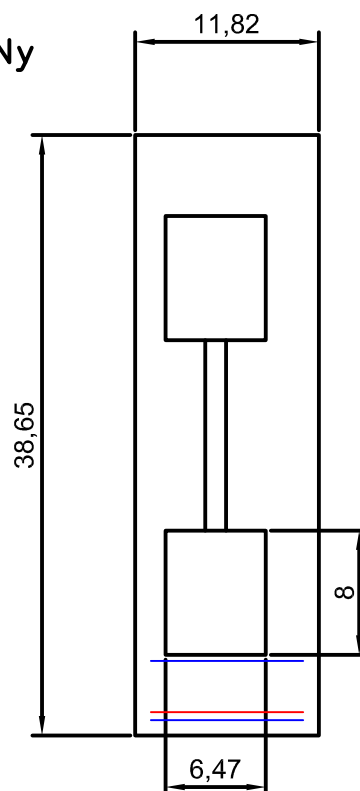
Telepíthető kollektorok száma: 16(síkkollektor) 16(vákuumcsöves)

Típus: II. típus, Tájolás: É-D



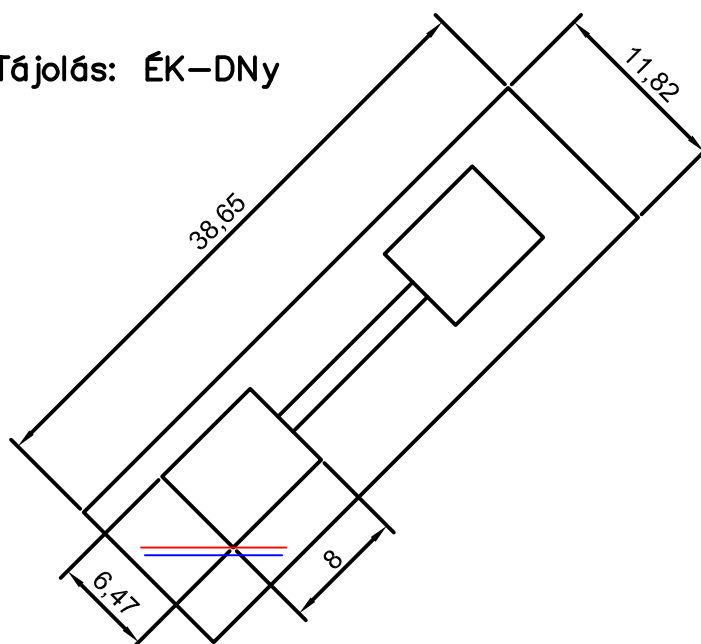
Telepíthető kollektorok száma: 15(síkkollektor) 15(vákuumcsöves)

Típus :II. típus, Tájolás: K-Ny



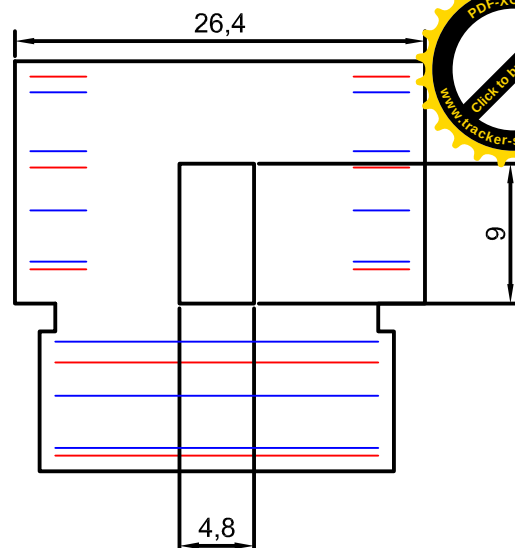
Telepíthető kollektorok száma: 4(síkkollektor) 8(vákuumcsöves)

Típus: II. típus, Tájolás: ÉK-DNy



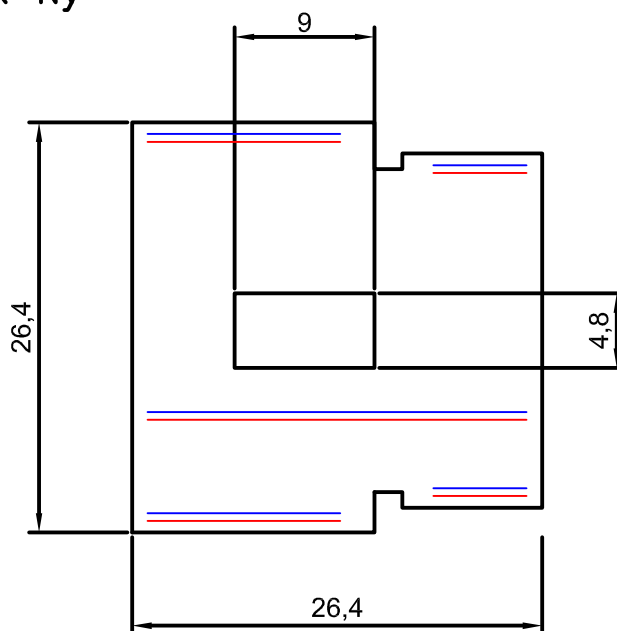
Telepíthető kollektorok száma: 4(síkkollektor) 4(vákuumcsöves)

Típus: III. típus, Tájolás: É-D



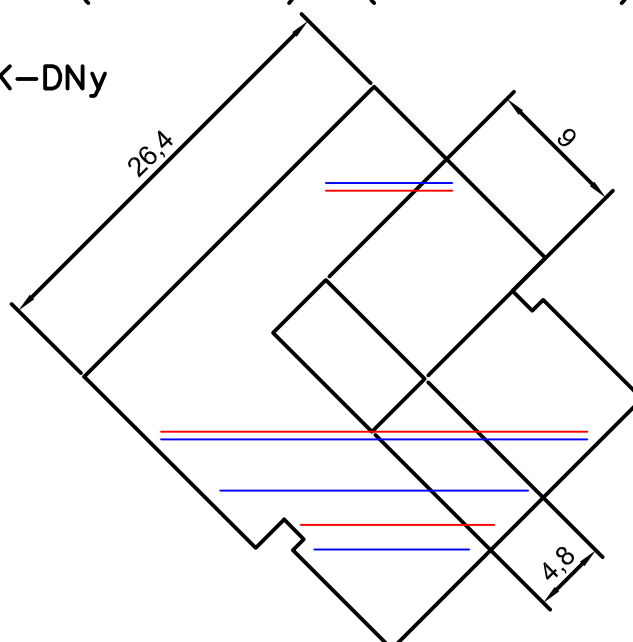
Telepíthető kollektorok száma: 48(síkkollektor) 69(vákuumcsöves)

Típus: III. típus, Tájolás: K-Ny



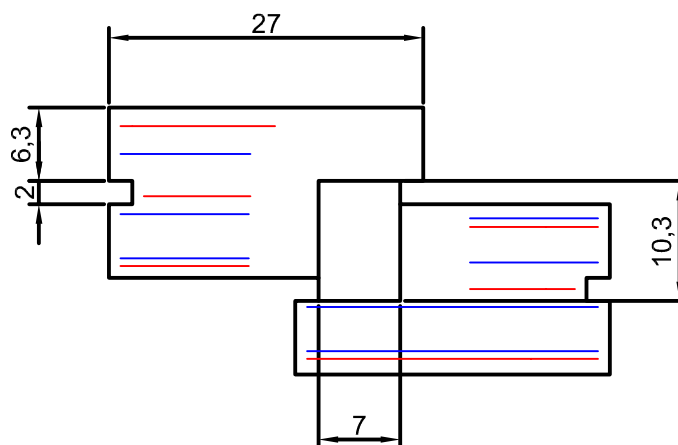
Telepíthető kollektorok száma: 54(síkkollektor) 54(vákuumcsöves)

Típus: III. típus, Tájolás: ÉK-DNy



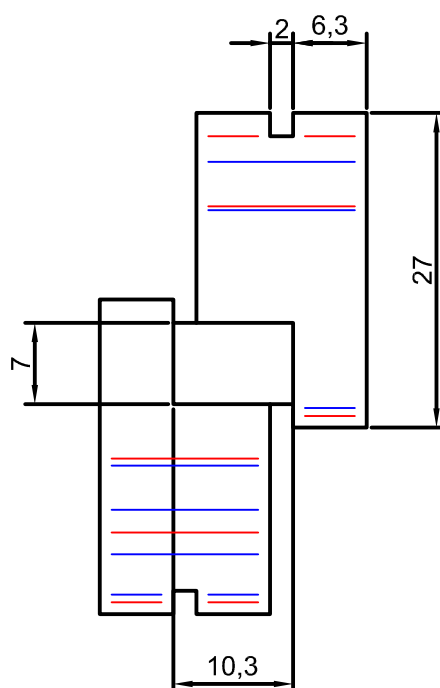
Telepíthető kollektorok száma: 40(síkkollektor) 55(vákuumcsöves)

Típus: IV. típus, Tájolás: É–D



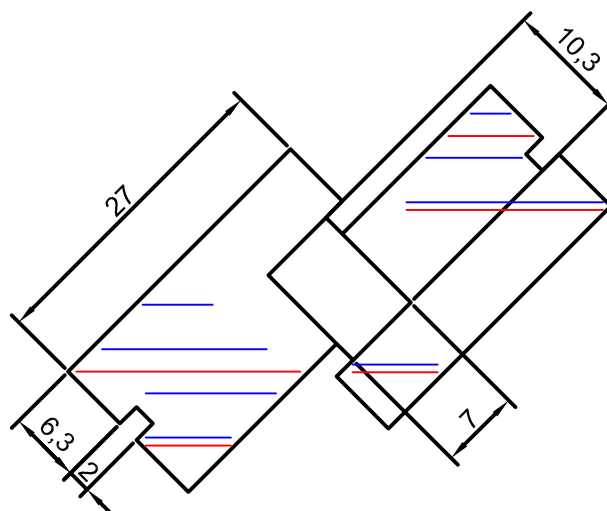
Telepíthető kollektorok száma: 48(síkkollektor) 52(vákuumcsöves)

Típus: IV. típus, Tájolás: K–Ny



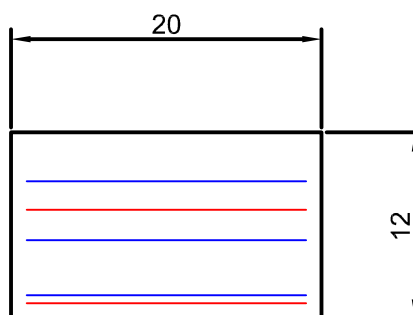
Telepíthető kollektorok száma: 54(síkkollektor) 65(vákuumcsöves)

Típus: IV. típus, Tájolás: ÉK–DNy



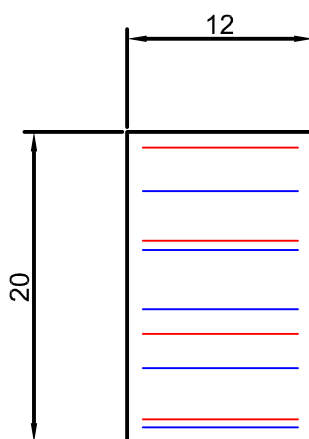
Telepíthető kollektorok száma: 50(síkkollektor) 80(vákuumcsöves)

Típus: V. típus, Tájolás: É–D



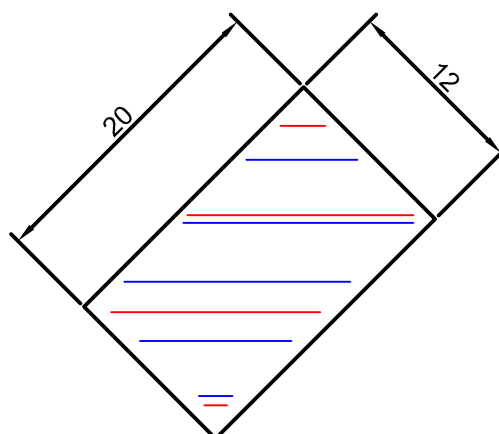
Telepíthető kollektorok száma: 30(síkkollektor) 45(vákuumcsöves)

Típus :V. típus, Tájolás: K–Ny



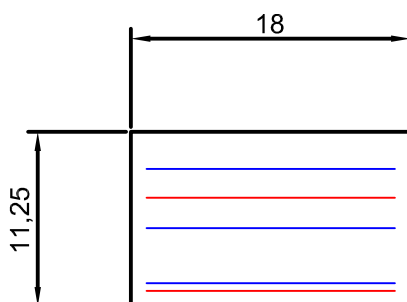
Telepíthető kollektorok száma: 32(síkkollektor) 40(vákuumcsöves)

Típus: V. típus, Tájolás: ÉK–DNy



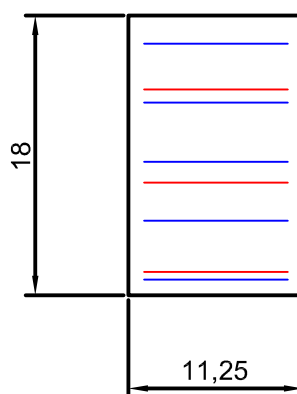
Telepíthető kollektorok száma: 27(síkkollektor) 39(vákuumcsöves)

Típus: VI. típus, Tájolás: É–D



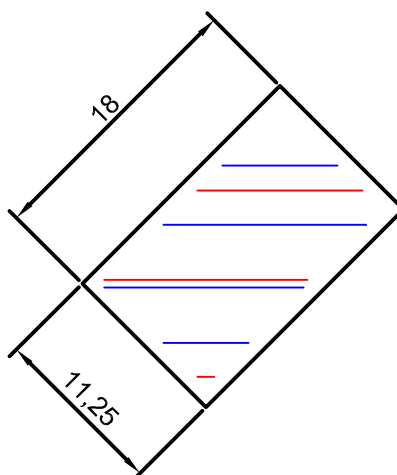
Telepíthető kollektorok száma: 26(síkkollektor) 39(vákuumcsöves)

Típus :VI. típus, Tájolás: K–Ny



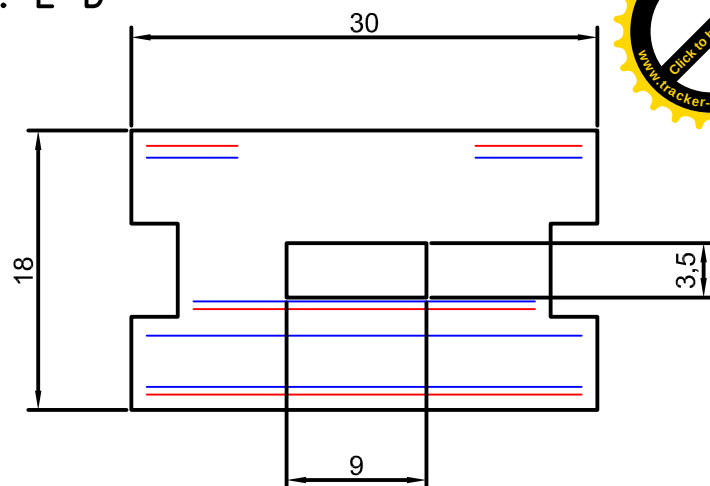
Telepíthető kollektorok száma: 21(síkkollektor) 35(vákuumcsöves)

Típus: VI. típus, Tájolás: ÉK–DNy



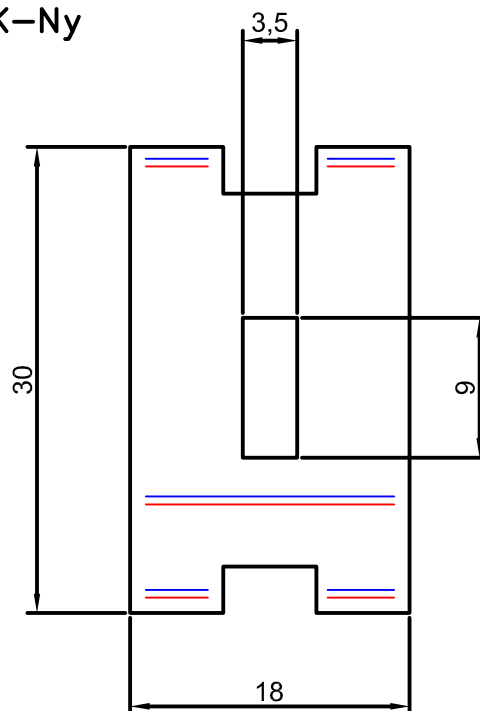
Telepíthető kollektorok száma: 19(síkkollektor) 28(vákuumcsöves)

Típus: VII. típus, Tájolás: É-D



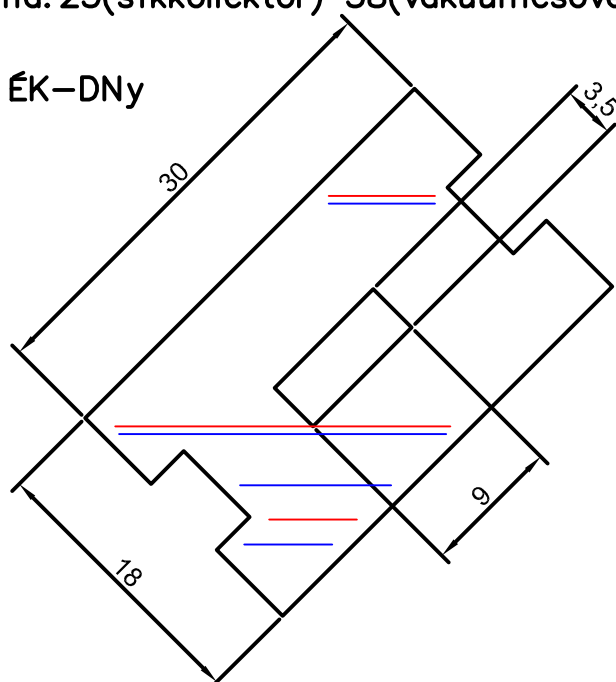
Telepíthető kollektorok száma: 52(síkkollektor) 76(vákuumcsöves)

Típus: VII. típus, Tájolás: K-Ny



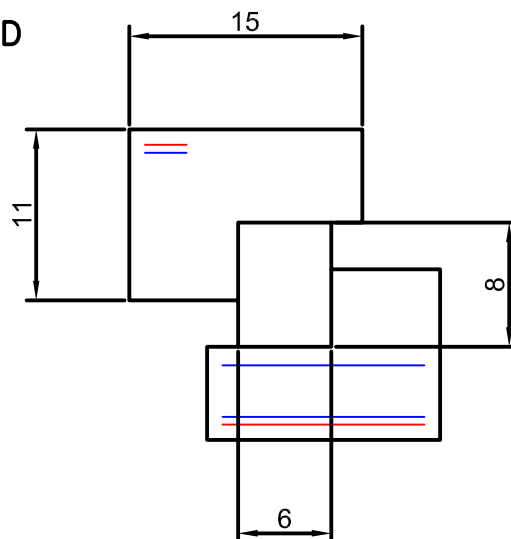
Telepíthető kollektorok száma: 25(síkkollektor) 38(vákuumcsöves)

Típus: VII. típus, Tájolás: ÉK-DNy



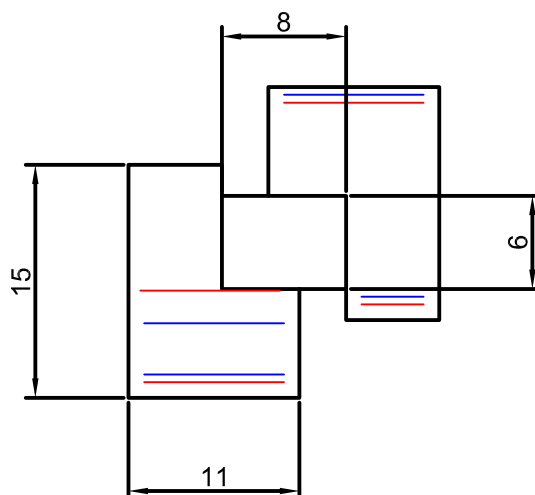
Telepíthető kollektorok száma: 27(síkkollektor) 35(vákuumcsöves)

Típus: VIII. típus, Tájolás: É-D



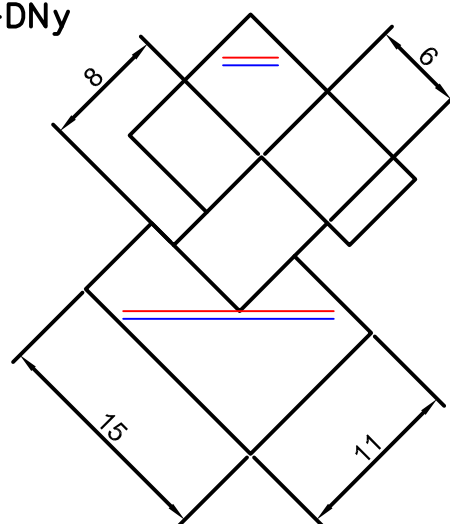
Telepíthető kollektorok száma: 13(síkkollektor) 24(vákuumcsöves)

Típus: VIII. típus, Tájolás: K-Ny



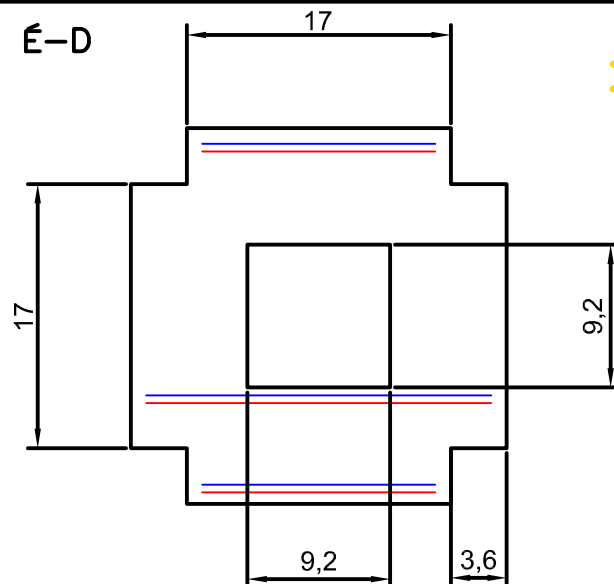
Telepíthető kollektorok száma: 24(síkkollektor) 24(vákuumcsöves)

Típus: VIII. típus, Tájolás: ÉK-DNy



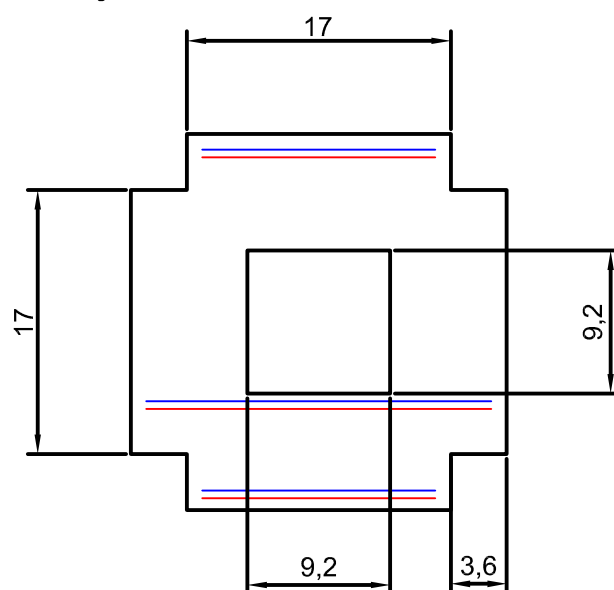
Telepíthető kollektorok száma: 13(síkkollektor) 13(vákuumcsöves)

Típus: IX. típus, Tájolás: É-D



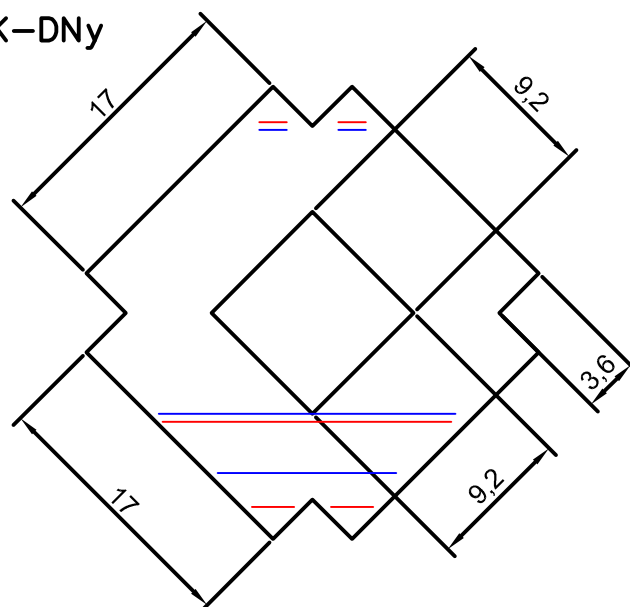
Telepíthető kollektorok száma: 42(síkkollektor) 42(vákuumcsöves)

Típus :IX. típus, Tájolás: K-Ny



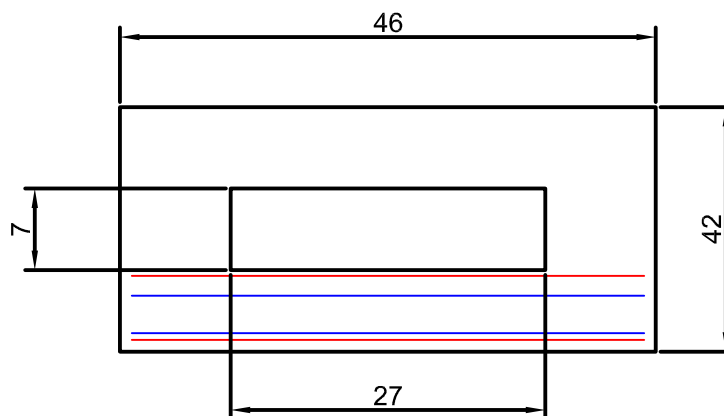
Telepíthető kollektorok száma: 42(síkkollektor) 42(vákuumcsöves)

Típus: IX. típus, Tájolás: ÉK-DNy



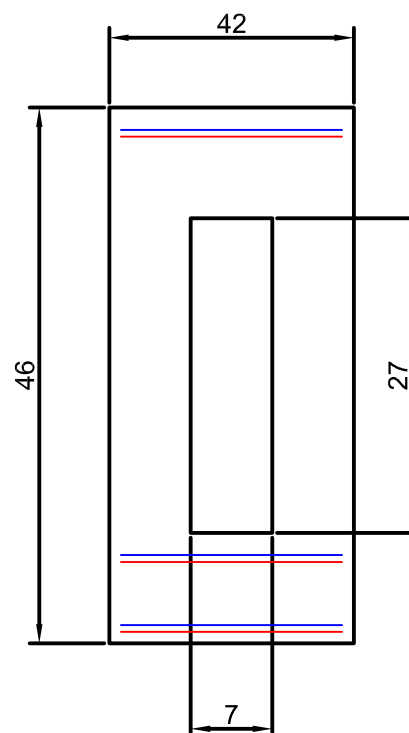
Telepíthető kollektorok száma: 21(síkkollektor) 26(vákuumcsöves)

Típus: X. típus, Tájolás: É-D



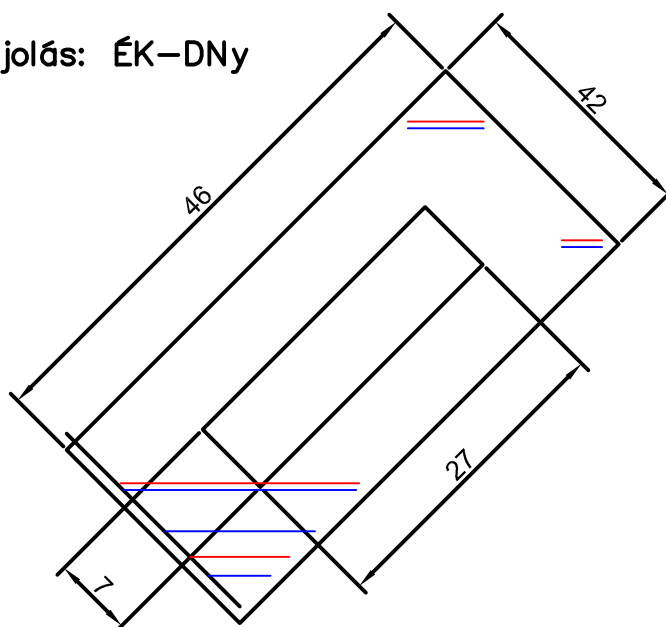
Telepíthető kollektorok száma: 74(síkkollektor) 74(vákuumcsöves)

Típus :X. típus, Tájolás: K-Ny



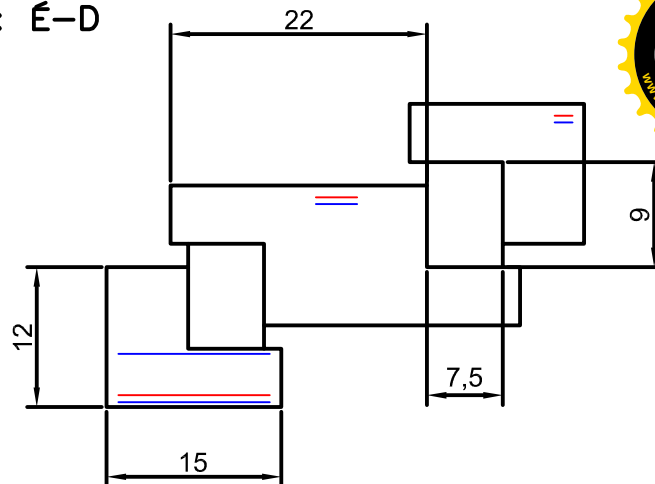
Telepíthető kollektorok száma: 48(síkkollektor) 48(vákuumcsöves)

Típus: X. típus, Tájolás: ÉK-DNy



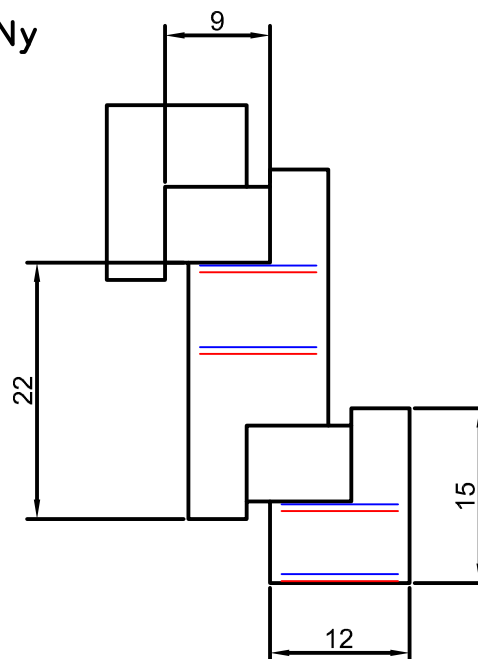
Telepíthető kollektorok száma: 31(síkkollektor) 39(vákuumcsöves)

Típus: XI. típus, Tájolás: É-D



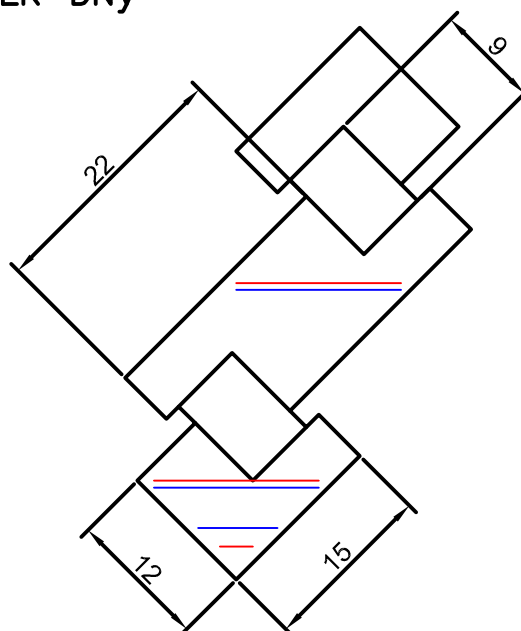
Telepíthető kollektorok száma: 15(síkkollektor) 26(vákuumcsöves)

Típus: XI. típus, Tájolás: K-Ny



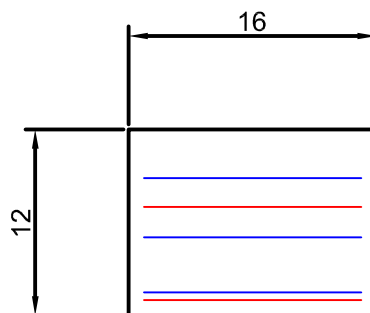
Telepíthető kollektorok száma: 32(síkkollektor) 32(vákuumcsöves)

Típus: XI. típus, Tájolás: ÉK-DNy



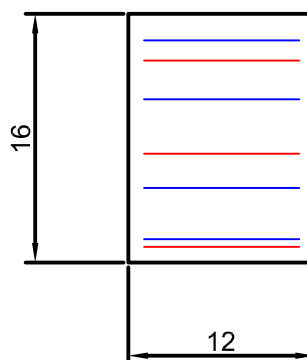
Telepíthető kollektorok száma: 25(síkkollektor) 28(vákuumcsöves)

Típus: XII. típus, Tájolás: É-D



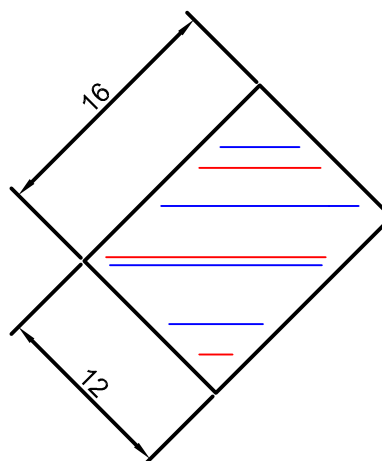
Telepíthető kollektorok száma: 22(síkkollektor) 33(vákuumcsöves)

Típus: XII. típus, Tájolás: K-Ny



Telepíthető kollektorok száma: 24(síkkollektor) 32(vákuumcsöves)

Típus: XII. típus, Tájolás: ÉK-DNy



Telepíthető kollektorok száma: 19(síkkollektor) 30(vákuumcsöves)



3. számú melléklet: A vizsgálat során használt kollektorok adattáblái

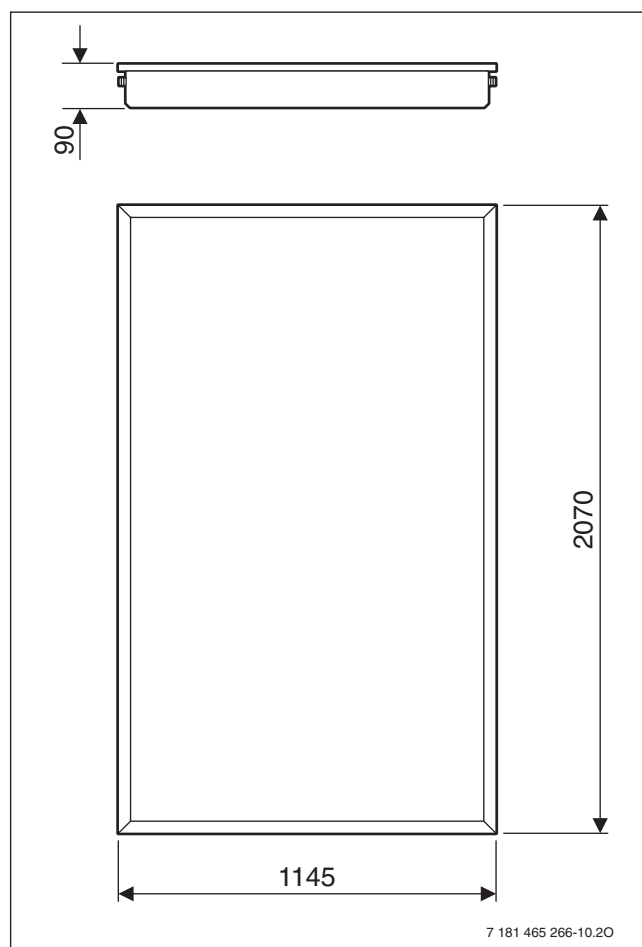
Forrás: Robert BOSCH kft: Hőhasznosító napkollektor technika, tervezési segédlet
6 720 640 965 (2009/12) BD-hu

Műszaki adatok

FKT-1 síkkollektor		álló	fekvő
Méretek (H x Sz x Ma)	mm	2070 × 1145 × 90	1145 × 2070 × 90
Bruttó felület	m ²	2,37	
Apertúra felület	m ²	2,26	
Abszorber felület	m ²	2,23	
Súly	kg	44	45
Csatlakoztatás a csatlakozó készlethez	–	roppantógyűrűs csavarzat vagy külső menet, ¾ "	
Abszorber-űrtartalom	l	1,43	1,76
Max. üzemi túlnyomás	bar	6	
Néveleges térfogatáram	l/h	50	
Szolár transzmisszió	%	91,5 ± 0,5	
Abszorpció	%	95 ± 2	
Emisszió	%	5 ± 2	
Hatásfok $\eta_0^{1)}$	%	82	
Hővesztési tényező, $a_1^{1)}$	W/ m ² K	3,65	
Hővesztési tényező, $a_2^{1)}$	W/ m ² K ²	0,015	
Besugárzási szög korrekciós tényező (50°)	–	0,937	
Fajlagos hőkapacitás, c	kJ/ kgK	9,96	
Tanúsítva a CEN KEYMARK szerint		Bejegyzési szám: 011-7S053F	

20. táblázat Az FKT-1 síkkollektor műszaki adatai

1) az abszorber felületre vonatkoztatva



41. ábra Az FKT-1 kollektor méretei

5.3 VK 180 vákuumcsöves kollektor

A VK 180 vákuumcsöves kollektor a Bosch melegvíz termelésre és fűtéstámasztásra szolgáló, minden esetben indirekt módon fűthető szolár melegváltóval (WST SK/SP...solar) és szolár szivattyús egységgel (AGS ...) felszerelt szolár rendszereibe történő beépítésre készültek.

Innovatív technikája alapján a Bosch VK 180 vákuumcsöves kollektor kis felületigénye ellenére magas szolár hozamot ér el. Így minden olyan helyen alkalmazható, ahol nagy teljesítményre van szükség kis helyigény mellett.

A kollektor hosszú élettartamát az üvegburkolás kompakt mérete és az üveg-fém összekötő nélküli, teljesen zárt dupla üvegcső biztosítja.

A különösen nagy teljesítmény a belső üvegcsövek nagy szelektivitású bevonatán, a vákuum kiváló szigetelési tulajdonságain és a CPC-tükör jó reflexiós tulajdonságain alapul.



49. ábra VK 180 vákuumcsöves kollektor

A készülék ismertetése

- tíz darab, kerek abszorberrel és CPC-tükör reflektorral rendelkező vákuumcsőből álló, nagy teljesítményű csöves kollektor
- tetőre és lapos tetőre történő szerelésre alkalmas

Felszereltség

- nagy szelektivitású, 360°-os abszorber bevonat duplafalú vákuumcsőben
- nagy visszaverő képességű CPC-tükör a maximális besugárzási nyereség érdekében
- duplafalú tömör üvegcső üveg-fém összekötő nélkül
- szép formájú, szürke gyűjtőház a megnyerő megjelenés érdekében

- kiváló szigetelési tulajdonságok a nagy tisztaságú vákuumnak köszönhetően ($0,5 \cdot 10^{-6}$ bar)
- 2 lapos tömítésű csatlakozás, $\frac{3}{4}$ "

Műszaki adatok

VK 180 vákuumcsöves kollektor		
Méretek (H × Sz × Ma)	mm	1647 × 1120 × 107
Bruttó felület	m ²	1,83
Apertúra felület	m ²	1,6
Abszorber felület	m ²	1,7
Súly	kg	28
Csatlakozás	–	R $\frac{3}{4}$
Vákuumcsöves kollektor űrtartalma	l	1,6
Max. üzemi túlnyomás	bar	10
Abszorpció	%	93 ± 1
Emisszió	%	6 ± 1
Hatásfok $\eta_0^{1)}$	%	64,1
Hővesztési tényező, $a_1^{1)}$	W/m ² K	1,059
Hővesztési tényező, $a_2^{1)}$	W/m ² K ²	0,0045
Fajlagos hőkapacitás, c	kJ/kgK	32,74
Tanúsítva a CEN KEYMARK szerint		Bejegyzési szám: 011-7S016 R

24. táblázat VK 180 vákuumcsöves kollektor

1) az apertúra felületre vonatkoztatva