



BERENDEZÉS KIFEJLESZTÉSE NAPKOLLEKTOROK ÜZEMI JELLEMZŐINEK MÉRÉSÉRE

Péter Szabó István¹, Szendrői Péter², Szabó Gábor¹

¹Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar
6724 Szeged, Mars tér 7.

²Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
2103, Gödöllő, Páter Károly u. 1.

e-mail: pszi@mk.u-szeged.hu

ABSTRACT

During our tests of solar collectors we have developed a measuring system which is applicable for specifying the function of efficiency. We have tested our own-designed experimental solar collectors in pairs, so we could make comparison measurements by changing the technical parameters of the collectors. Beyond the examination of the function of the efficiency we studied the transient effects and the properties of the serial and parallel connections. During our research we have made several statements which are important informations for designing a control system of solar collectors.

ÖSSZEFOGLALÁS

Napkollektorokkal kapcsolatos kísérleteink során saját mérőberendezést fejlesztettünk ki, mely alkalmas napkollektorok hatásfok-függvényeinek mérésére. Egyszerre két, saját tervezésű kísérleti kollektort vizsgáltunk, így az egyes paraméterek változtatásával összehasonlítható méréseket végezhetünk. Vizsgálataink a hatásfok függvényének felvételén túl kiterjedtek a kollektorok tranziens jelenségeinek, valamint a soros és párhuzamos kapcsolások jellegzetességeinek tanulmányozására. A berendezés üzemeltetésével számos olyan megállapítást tettünk, amelyek napkollektorok szabályozásának megtervezésekor fontos információkat jelentenek.

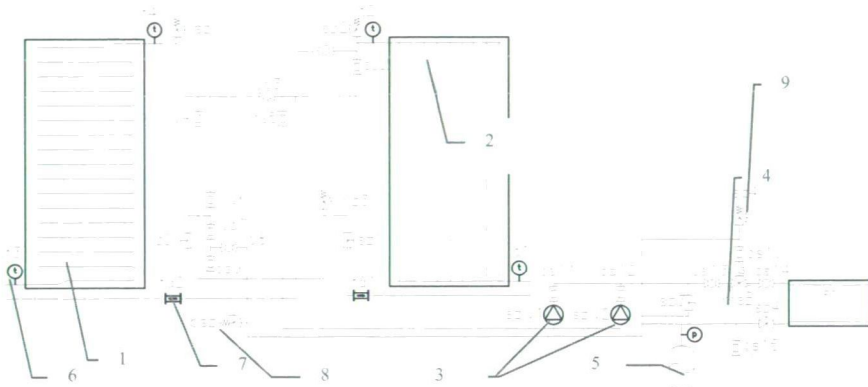
1. KÍSÉRLETI BERENDEZÉS

A kollektorok hatásfokának meghatározására az 1. ábrán látható kísérleti mérőberendezést fejlesztettük ki (1. ábra).

A berendezéshez egyedi gyártású kollektorokat alkalmaztunk. A kollektorok kialakítása a gyakorlatban előforduló – kolektor csökígyós abszorberrel (1), kollektor osztó-gyűjtős abszorberrel (2) – típusúak. Tekintettel arra, hogy a kollektorok fedése cserélhető, így különböző, polikarbonát-fedéseket és fedés nélküli üzemeltetést is vizsgálhattunk. A kapcsolással lehetséges a két kollektor párhuzamos és soros üzemeltetése, soros kapcsolásnál tetszőleges sorrendben. Lehetőség van az egyes kollektorok kizárására is. A berendezés működtethető szabályozatlan, vagy kilépő hőmérsékletre szabályozott üzemmódokban a keringtető szivattyúk (3) segítségével.

A kollektorok hatásfoka a napsugárzás intenzitásának és a környezethez viszonyított hőmérséklet-különbségnek a függvénye. A mérések segítségével a kollektorok hatásfok függvényét a két független változó minél nagyobb értéktartományán belül kívánjuk definiálni.





1. ábra. Kísérleti mérőberendezés kollektorok hatásfokainak meghatározására

1 – kollektor csőkiágás abszorberrel, 2 – kollektor osztó-gyűjtős abszorberrel, 3 – keringtető szivattyúk, 4 – termoventilátor, 5 – tágulási tartály, 6 – hőmérők, 7 – térfogatáram-mérők, 8 – biztonsági nyomáshatároló szelep, 9 – légtelenítő szelepek

A méréseket természetes körülmények közt végeztük, mesterséges fényforrást nem alkalmaztunk, így a sugárzás intenzitását nem befolyásolhattuk. A másik változó, a környezethez viszonyított hőmérséklet-különbség hatékonyan szabályozható a rendszerbe kötött termoventilátor (4) segítségével, melyen keresztül a kollektorok által termelt hő a környezetbe távozik. A termoventilátor fordulatszáma fokozatmentesen szabályozható, illetve egy szabályozószeleppel ellátott megkerülő ággal a termoventilátor hűtőteljesítménye tovább csökkenthető. Lehetőség van a termoventilátor áramlásból való kizárására is. Ezzel a megoldással a kollektorokba érkező folyadék hőmérséklete változtatható: a termoventilátor hűtőteljesítményének csökkentésével a kollektorba érkező folyadék hőmérséklete emelkedik. Ez lehetővé teszi a kollektorok környezethez viszonyított hőmérséklet-különbségének gyors változtatását.

A berendezést két szivattyúval láttuk el, az egyik szivattyú a folyadék hőmérsékletének megfelelően szabályozza a térfogat-áramot, a másik szivattyú nem végez szabályzást. A két szivattyú közül egyszerre csak az egyik üzemel.

A térfogatáram-mérők (7) a hagyományos turbina-rendszerű vízárártól eltérően forgódugattyús, térfogat-kiszorítás elvén működő eszközök, melyekkel már rendkívül alacsony, $7,5 \text{ l h}^{-1}$ térfogatáram is mérhető. A mérőberendezésekre szerelt impulzusjeladók literenként jeleznek. Az impulzusjeleket kétcsatornás adatgyűjtővel mentettük. A térfogatáram-mérők pontossága $\pm 2 \text{ tf. \%}$.

A hőmérsékleteket K-típusú termoelemekkel mértük. A termoelemek hőmérséklet-adatait Testo 177-T4 adatgyűjtővel regisztráltuk. A mérési pontosság $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Az 1. ábrán jelölt hőmérséklet- (6) és térfogatáram-mérőkön (7) kívül mértük a környező levegő hőmérsékletét és páratartalmát, illetve a napkollektorok közé, azok síkjával megegyező helyzetben rögzített Lambrecht 16131 típusú piranométerrel a globális napsugárzás intenzitását.

A mérések során 5 másodpercenkénti mentést alkalmaztunk, mely gyakoriság a tranziens jelenségek vizsgálatát is lehetővé teszi. Az eredmények feldolgozását Microsoft Excel szoftverrel végeztük el.



The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future

2. FELHŐS IDŐSZAKOK KISZŰRÉSE

A kollektorok pillanatnyi hatásfokának gyakorlati mérésére alkalmatlanok a felhős időszakok. A felhők változékonnyá teszik a napsugárzás intenzitását, mely változásokat az alkalmazott piranométer kevesebb, mint 5 s alatt érzékel. A kollektor hőtehetetlenségéből adódóan lassabban reagál, így a kilépő hőmérséklet értékének csökkenése később jelentkezik. Ebből adódóan a közvetlenül a sugárzásintenzitás csökkenése után mért hatásfok-értékek hibásak. A hiba kétféleképp szüntethető meg:

- napi átlagos hatásfok-értékek számításával,
- a felhős időszakok eredményeinek figyelmen kívül hagyásával.

Saját algoritmust fejlesztettünk ki a felhős időszakok kiszűrésére. Eljárásunkat tudományos közleményben részletesen ismertettük (István Péter Szabó, Gábor Szabó, 2012).

3. SOROS KAPCSOLÁS

Sorba kapcsolt kollektorok hatásfoka a sorban előre haladva csökken. Helytelen vezérlés esetén egyes kollektorok teljesítménye nullára csökkenhet vagy negatív értéket vehet fel: a túlmelegedett folyadék a további kollektorokban visszahűlhet. Ezen jelenséget a saját mérőberendezésünkön végzett méréseken túl más, ipari környezetben alkalmazott kollektor telepen is kimutattuk.

A sorba kötött kollektorok közül az időjárás változására a második kollektor az elsónél lassabban reagál (István Péter Szabó, Gábor Szabó, 2011).

4. ELTÉRŐ KOLLEKTOROK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

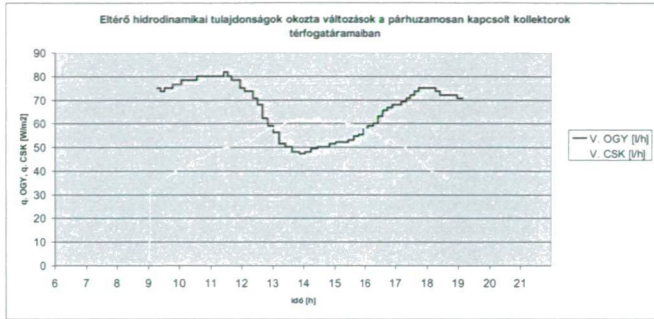
A két kollektor eltérő abszorber csővezetéke miatt nyomásveszteségek is különbözőek, ezért a kollektorokat nyomásszabályozó szelepekkel láttuk el, melyekkel lehetséges a két térfogatáram kiegyenlítése a párhuzamos kapcsolású mérések során. Tapasztalataink szerint az eltérő hidrodinamikai tulajdonságú kollektorok párhuzamos kapcsolása hibás üzemmódokat eredményezhet.

Fojtószelepekkel van lehetőségünk a párhuzamosan kapcsolt két kollektor eltérő nyomásesésének kiegyenlítésére. Ez a kiegyenlítés viszont hőmérsékletfüggő, mivel a propilénlikol viszkozitása jelentősen csökken a hőmérséklet emelkedésével. Mérési tapasztalataink szerint ez ahhoz vezet, hogy a hidegen azonos térfogatáramra beállított, majd felmelegedő kollektorok közül az osztógyűjtőben radikálisan csökken (2. ábra), esetenként akár meg is szűnik az áramlás.



The project is co-financed by the
European Union

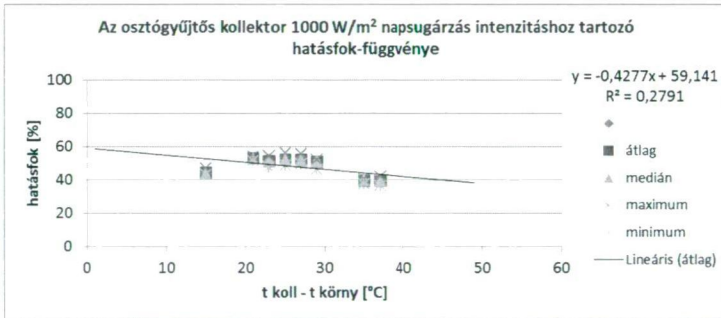
Good neighbours
creating
common future 



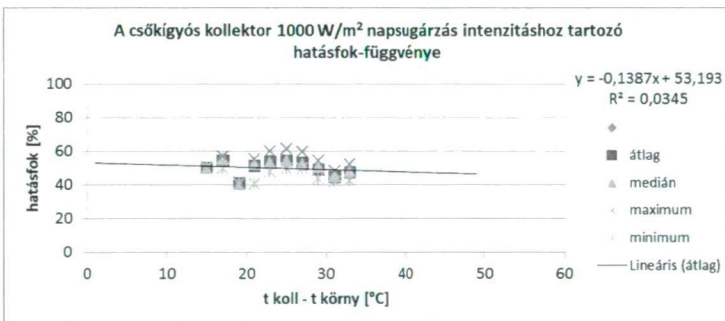
2. ábra. A térfogatáramok arányának változása a fagyálló folyadék hőmérsékletfüggő viszkozitásának hatására

5. HATÁSFOK DIAGRAMOK

A mérések során létrehozott adatbázisból lekérdezésekkel létrehozható a kollektorok hatásfok-diagramja. A 3. ábra és a 4. ábra a két kollektor hatásfokának alakulását mutatja 1000 Wm⁻² napsugárzás intenzitás esetén, a közepes kollektor hőmérséklet és a levegő hőmérséklet különbségének függvényében:



3. ábra. 1000 Wm⁻² napsugárzás intenzitáshoz tartozó hatásfok-függvény – osztogyűjtős abszorberrel szerelt kollektor



4. ábra. 1000 Wm⁻² napsugárzás intenzitáshoz tartozó hatásfok-függvény – csőkégyős abszorberrel szerelt kollektor



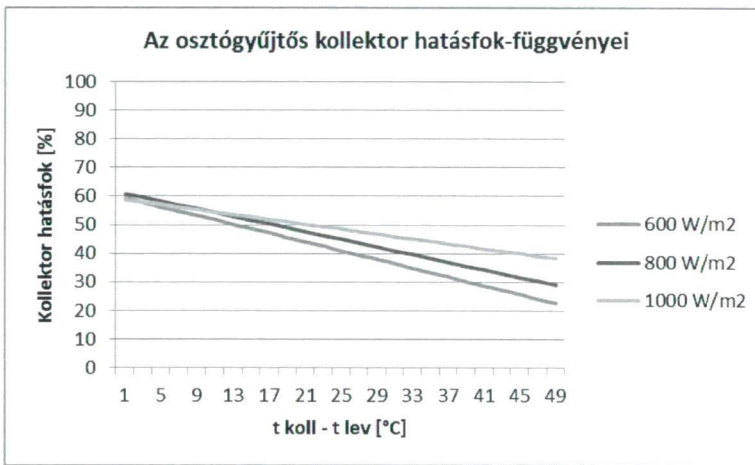
The project is co-financed by the
European Union

Good neighbours
creating
common future



További lekérdezésekkel előállítható a különböző napsugárzás intenzitás értékek szerinti görbesereg (5. ábra). Hasonlóképpen előállítható a csőkiyós kollektor megfelelő diagramja.

A beállított szűrési paramétereknek megfelelő esetenként több száz mérési eredmény szórását mutat, az átlagtól eltérő, kiugró értékek hibát jeleznek. Az egyik leghatékonyabb módszer, ami eltávolítja a kiugró értékeket, ugyanakkor megőrzi a valós adatokat az alacsony, 200 Wm^{-2} napsugárzás intenzitásnál kisebb értékekhez tartozó eredmények eltávolítása (A. Lester et. al., 2006). Az adatok feldolgozása során mi is azt tapasztaltuk, hogy az alacsony napsugárzás intenzitás bizonytalanná teszi a méréseket, így ezen eredményeket az adatbázisunkból eltávolítottuk. Az ASHRAE szabvány előírásai szerint az előírt minimális napsugárzás a mérések során 630 Wm^{-2} (ASHRAE, 1977). Az adatfeldolgozás során mi is azt tapasztaltuk, hogy 600 Wm^{-2} napsugárzás intenzitás alatt a mérés pontatlanná válik, az eredmények szórása jelentősen növekszik.



5. ábra. Az osztógyűjtős kollektor hatásfok-függvényei különböző napsugárzás intenzitás értékekre

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karán olyan mérőberendezést fejlesztettünk ki, mellyel a napkollektorok hatásfok-függvényei természetes körülmények közt felvehetőek. A mérési eredmények nagy pontossággal illeszkednek az elméletnek megfelelő jelleget mutató közelítő függvényekre. A pontos illeszkedés jellemző a laboratóriumi méréseknél használt 1000 Wm^{-2} és a szakirodalomban előírt minimális 630 Wm^{-2} értékek közé eső teljes tartományon.



IRODALOMJEGYZÉK

1. Lester, D.R. Myers, (2006): A method for improving global pyranometer measurements by modeling responsivity functions. *Solar Energy* 80 (2006) 322–331
2. Methods of testing to determine thermal performance of solar collectors, ASHRAE STANDARD 93-77, ASHRAE, 345 East 47th street, New York 10017, 1977.
3. István Péter Szabó, Gábor Szabó (2011): Research of Solar Energy at the Faculty of Engineering University of Szeged. X. Wellmann International Scientific Conference. 5th May, 2011
4. István Péter Szabó, Gábor Szabó (2012): Data Processing Of Measuring Sets Of Solar Collectors. Proceedings of 2012 International Conference on Clean and Green Energy (ICCGE 2012), Hong Kong, 5-7 January, 2012, ISSN: 2010-4618



The project is co-financed by the
European Union

