

# FÓKUSZÁLÓ NAPKOLLEKTOR TERVEZÉSE

## CONSTRUCTION OF CONCENTRATING SOLAR COLLECTOR

*Dr. Németh Gábor egyetemi docens; Kovács Péter Ph.D. hallgató; Dr. Varga Dénes tud. munkatárs Nyugat-magyarországi Egyetem; Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar; Gépészeti és Mechatronikai Intézet; e-mail: ngabor@fmk.nyme.hu*

*"Jelen tanulmány a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg."*

### ABSTARCT

Our research which is related with concentrated solar collector was induced by the heat demand of wood technology – for example: wood drying. We design and build two prototype concentrated solar collectors next to the systems - which operating greatly by gas and partly by dendromass – for power assistance. These two proposed systems are still under testing. We are presented in this paper the main structure of these two collectors, the operating principle, the process of development and the partial results of measurements. These systems may involve patent issues, therefore, we disregard the details of the complete structure.

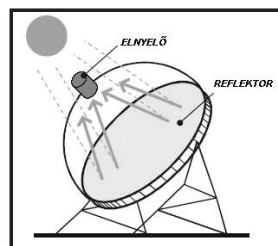
### 1. BEVEZETÉS

A fókuszáló napkollektorokkal összefüggő kutatásainkat elsősorban faipari technológiák jelentős hőigénye - pl.: szárítás - indukálta. A jelenleg nagymértékben földgáz és részben dendromassza alapon működő rendszerek mellé, "rásegítés" céljából fókuszáló napkollektor prototípusokat építettünk, melyek jelenleg is tesztelés alatt vannak. Ezen kollektorok főbb felépítését, működési elvét, fejlesztésének menetét és mérési részeredményeit mutatjuk be. A bemutatott rendszerek esetlegesen szabadalmi kérdéseket érintenek, így a szerkezetek teljes részletezésétől eltekintünk.

Köztudott, hogy a napsugárzás maximuma napsütéses déli órákban  $1000 \text{ W/m}^2$  körüli értékre tehető. Egy déli tájolású  $40-45^\circ$ -os felület esetén  $1300-1450 \text{ kWh/m}^2$  az évi sugárzás összege. Jó esetben azonban - legyen szó napelemről, napkollektorról - ennek csak 15-20%-át tudjuk hasznosítani.

A faipar jellegzetessége és egyben egyedi sajátossága, hogy energiaigényeinek egy részét külső forrásokból szerzi be, más részét a

gyártás során keletkező másodlagos nyersanyagok (szélhulladék, apríték, forgács, kéreg stb.) telepen belüli elégetéséből nyeri. A faiparban keletkező hulladékok/melléktermékek mintegy 2/3-a a helyszínen kerül energetikai hasznosításra (infrastrukturális és technológiai hőigények fedezésére). Ezen dendromassza alapú energiahordozókat azonban a vállalatok nagyon jól tudják értékesíteni pl. pellet, brikett formájában. Így felmerült az igény más megújuló bevonására a technológiai és infrastrukturális hőigény fedezésére. Amennyiben azonban a technológiai hőigényekről beszélünk akkor a  $70-80^\circ\text{C}$ -os előremenő - vagy ennél magasabb - vízhőmérséklet alapvető fontosságú (első prototípusunk esetén termo-olajos rendszerrel lehetőségünk nyílt  $250-350^\circ\text{C}$  hőmérséklet elérésére is). Hagyományos kollektorokkal "csak" kismértékű rásegítésről beszélhetünk, míg megfelelő méretű fókuszáló napkollektorok, megfelelő napsugárzás intenzitás esetén (tavasszal, ősszel, de elsősorban nyáron) rövid időszakokban elég jelentős mértékben járulhatunk hozzá a technológiai hő előállításához. Egy általános fókuszáló napkollektor (1.ábra) esetében a sugárzást egy parabola gyűjti össze, majd azt a valódi fókuszpontba helyezett kollektorba irányítja, amelyben olaj, illetve egyéb hőközlő folyadék áramlik.



1. ábra. Fókuszáló napkollektor működési elve (Forrás: Greenpeace, 2004)

## 2. PROTOTÍPUS, KÍSÉRLETI ESZKÖZ TERVEZÉSE

Az általunk tervezett "első" prototípus esetében a fókuszálást biztosító „tányér” egy 1460 mm átmérőjű, robbantásos technológiával (robbanáskor a lökéshullám rásajtolja a lemezt a szerszámra) készült hagyományos parabola antenna, 2 mm-es alumínium lemezből. A parabola tányér esetében a fókuszpont helyzete ismert, ezért jelentősen leegyszerűsödött a tervezési folyamat. Első lépésben megtisztítottuk a felületet, majd bevontuk egy nagy reflexiós tényezővel bíró ORACAL 352 típusú tükörfóliával. A fólia kültéri dekorációs célokra lett kifejlesztve, ennek köszönhetően jó méret stabilitással rendelkezik és az időjárás állósága is kiváló. A parabola felület bevonására azért volt szükség, hogy az alumínium antenna rossz visszaverődési és időjárás szembeni tulajdonságait javítsuk, ezáltal el tudtuk érni, hogy a szolár rendszer összehatásfoka növekedjen. A bevonat további előnye, hogy az alkalmazott fólia négyzetméter ára töredéke az alkalmazható egyéb felületkezelő, felületvédő és tükörképző eljárásoknál.

A nappal visszavert sugárzást a 2. ábrán látható egyszerű kialakítású kollektor nyeli el, amely a parabola fókuszpontjában van elhelyezve. Ez a kollektor két egymásban helyezett és 2 mm-es acéllemezzel mindkét oldalán lezárt, megfelelően szigetelt acél hengerből áll, amelybe egy  $\frac{3}{4}$ "-os és egy  $\frac{1}{2}$ "-os cső van behegesztve, az olaj ki és beáramlásának biztosítása végett.



2. ábra. A fókuszpontba helyezett kollektor

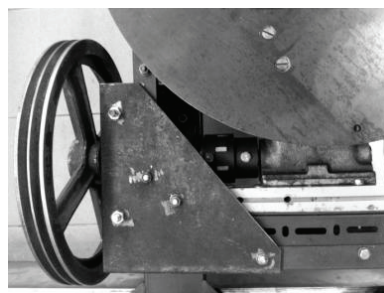
A kollektor adja át a munkaközegnek (termo - olaj) a hőenergiát. Ezt a felmelegített közeget egy szivattyú továbbítja hőálló PTFE (poli-tetrafluor-etilén) tömlőkön keresztül a hőcserélő berendezéshez. Ez a tömlőanyag képes nagy hőmérsékletű (~350°C) olajok szállítására jelentős károsodás nélkül és magas nyomást is elvisel. Az acélszövettel bevont és

szabványos csatlakozóval szerelt tömlők alkalmazása, mind hőtechnikai mind biztonságtechnikai szempontból indokolt volt kísérleti napkollektornál.

A kollektort egy egyedi tervezésű, perforált állványszerkezetből készült konzolos váz pozicionálja a fókuszpontba. Továbbá biztosítja a tartóoszlophoz való stabil kapcsolódást és hordozza az parabola felületet.

A tartóoszlop két egymáshoz rögzített alumínium zártszelvény melynek felső részére van rögzítve az előzőleg említett konzolos kollektor pozicionáló szerkezet. Középső részére pedig a vertikális mozgatót biztosító motor tartására szolgáló konzol, amely alumínium zártszelvényből és alumínium profilokból épül fel. Az oszlop felső végén két Y védőlemezes zsírkenésű csapágyból, csapágyházból és 2 db SATI 18 fogas előfűrt agyas lánckerékből lett kialakítva a forgatást végző egység. A mozgatót végző egység, - amely a középső konzolon helyezkedik el - egy Chiravailli CHM/CHM 50/110 típusú dupla csigahajtómű, melyet egy Evig típusú aszinkronmotor hajt meg, műanyag dugós tengelykapcsolaton keresztül.

A kísérleti prototípus alkalmazásához egy Salgó és acél zártszelvény elemekből épített alváz szerkezet lett tervezve. Ennek közepén helyezkedik el a horizontális forgatást biztosító forgószámló, amelyre felépítve van már említett tartóoszlop. A forgószámló forgatását fogas koszorú fogaskerék kapcsolattal ( $i=10$ ), 2db 1:40-es áttételű csigahajtóművel és  $i=6,3$  módosítású ékszíjhajtással oldottuk meg. A szerkezettel horizontális mozgatót tudunk megvalósítani.



3. ábra. Az SPZ típusú ékszíjtárcsa és az egyik egyedi gyártású csigahajtómű

A megfelelő áttétel megállapítása egy részfeladat volt a tervezés során, mivel azt szeretnénk volna elérni, hogy minél pontosabban tudjuk lekövetni a nappályát, ezért arra törekedtünk, hogy a lehető legkisebb

szögelfordulást tudjuk elérni egy-egy rövid (szakaszos) mozgási időtartam alatt.



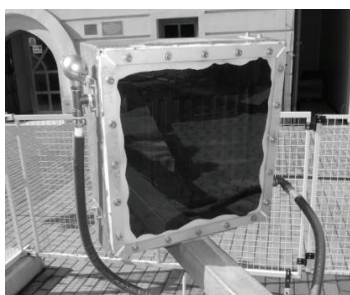
4. ábra. Parabolikus napkollektor

A rendszer teljes termikus hatásfokának meghatározása még hátra van. Annyi elmondható, hogy modellezésünk és próbaüzemünk alapján rendszer várhatóan 50% közeli hatásfokkal fog működni. [1.]

### 3. ÚJ FEJLESZTÉSI IRÁNY

A korábbi pontban tárgyalt parabolikus napkollektorral szinte párhuzamosan egy sík felületen elhelyezkedő tükröződő felületekkel rendelkező fókuszáló napkollektor fejlesztésébe kezdtünk, közösen a 3B Hungária és a KVA Kft. segítségével.

A sík felületű oszlopos vázon 70 db 300x300 mm méretű tükröt használtunk. A tükrök autópárhuzamban is használatos ragasztott kétrétegű biztonsági üveg szerkezettel rendelkezik. A tükrök a nap sugarait egy VOGEL&NOOT VONOVA típusú egyrétegű kompakt radiátor átalakításából készült hőcserélő felületre koncentrálnak.



5. ábra. Hőcserélő (esővédett tokozatban)

A hőcserélő előtt egy min. 92%-os fényáteresztő képességű öntött biztonsági üveg található. A hőcserélő felületét - a parabolikus napkollektoréhoz hasonlóan - speciális abszorber réteggel kezeltük. A hőszállító közeg jelenleg szolárfolyadék. A rendszer horizontális mozgását egy összeépített csigahajtómű és bolygóhajtómű végzi. Ezen egység fogaskerék áttételen keresztül kapcsolódik a függőleges tartóoszlophoz. A vertikális mozgást

elektromechanikus lineáris aktuátor „tolómotor” végzi.



6. ábra. Horizontális és vertikális mozgás

A mozgás vezérlését PLC-k segítségével végzzük (napra állást matematikai függvények alapján végzi, mely az aktuális és a GPS koordináták alapján korrigálható). Természetesen a rendszert hő- és villamos mennyiség mérő a rendszerrel láttuk el a hatásfok feltérképezése, a paraméterek pontosításának megkönnyítése érdekében. A rendszer a nap követését 15 perces periódikusban szakaszosan végzi. Hő tárolási és hőelvezetési problémák esetén fontos szempont volt a rendszer napsugárzásból történő kifordíthatósága. Az átlagos energiafogyasztása óránként a rendszernek 0,1 kWh alatt van, mely pont a szakaszos mozgásnak köszönhető.



7. ábra. Fókuszáló napkollektor

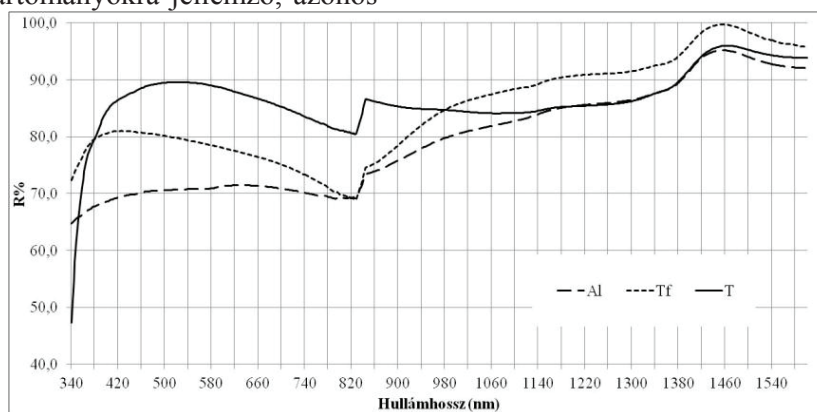
A rendszeren jelenleg hatásfoknövelő módosításokat végzünk, hiszen a kezdeti hatásfok egyenlőre 20% körül adódott, mely a tükrök nehézkes beállításából, és különféle hőveszteségekből adódott.

### 4. FELÜLETEK REFLEXIÓJA

A berendezés hatásfokának és bekerülési költségének egy jelentős eleme a tükröződő felület. A tükröződő felületek vizsgálatához különböző anyag-összetételű alumínium mintatesteket készítettünk. Az alumínium mellett tükörfóliával borított alumínium mintatestek

reflexió vizsgálatára is sor került. A tükröződő felületek esetében kulcskérdés az időjárás állóság, hiszen a felület koszosodása, elszíneződése, mattá válása erősen befolyásolja annak fényvisszaverő képességét. Az időjárás különböző felületekre gyakorolt hatásának vizsgálatához a reflexiót 1, 3, 7,5, 20 és 55 napos kitétség után mértük. A reflexió vizsgálatot Shimadzu UV-3101PC spektrofotométerrel végeztük. A műszer előnye, hogy egy menetben képes mérni a reflektanciát az UV, a látható és az NIR (közeleli infravörös) tartományban. Az UV tartományban, 340 nm alatt, különösen a tükör esetében, alacsony reflektancia értékeket kaptunk. Ez nem meglepő, hiszen a tükör üveg része az UV sugárzást elnyeli, tehát nullához közeli reflektancia értékeket kapunk.

Mivel ez jelentősen torzította a grafikonunkat, ezért a 340-1600 nm-es tartomány megjelenítése mellett döntöttünk. (8. ábra) A látható tartomány és az infravörös tartomány közötti törés a tartományokra jellemző, azonos



8. ábra. A 340-1600 nm-es hullámhossz tartományban az - felületkezelés nélküli mintatesteket - egyes mintacsoportok átlagos reflektancia értékeit. Jelölések: Al = Polírozott alumínium (AlCu4MgSi); Tf = Tükörfólia; T = Tükör

## 5. ÖSSZEGZÉS

A megújuló energiaforrások nagy hatásfokkal történő felhasználása alapvető fontosságú kérdés, mely nyomatékosan igaz, ha az ipari folyamatok során fellépő nagy hőáramot igénylő rendszereket szeretnénk kiszolgálni. Kutatásaink, méréseink jelenleg is folyamatban vannak. Annyi azonban már most is elmondható, hogy 40% körüli hatásfok elérhetőnek látszik a további fejlesztésekkel.

A jelenlegi mozdítási rendszerünk meghatározó a napkollektor gazdaságos építhetősége vonatkozásában. Ezért számításokat kell végeznünk arra vonatkozóan, hogy az alkalmazott napkövetési pontosság (az ehhez szükséges eszközök) milyen összefüggésben

elvű, de más fizikai jelenséggel magyarázható, eltérő spektroszkópiai technikából adódik.

Az infravörös tartományt elérve a reflektancia görbék közel azonos, 90 és 100% közötti reflektancia érték mellett együtt „futnak”. Ez nem meglepő, hiszen a mintatestek alapanyaga alumínium, tehát a rácsszerkezetből adódóan (az atomok egymáshoz közel helyezkednek el a rácsszerkezetben) tulajdonképpen tökéletesen reflektálnak.

A látható tartományban a tükör reflexiója jóval meghaladja mind a tükörfólia, mind az alumínium mintatestek reflexióját. Míg e tartományban a tükör eléri a 90%-os értéket, addig a tükörfólia 80%, az alumínium minták pedig mindössze 70% körüli reflexiót mutattak. Az NIR tartományban, 1000 nm felett a különböző anyagú mintatestek görbéi monoton növekedve együtt futnak, majd egy 90% és 100% közötti értékre áll be a reflexió.

Terjedelmi korlátok miatt a jelen cikkünkben kizárólag a kezdeti mérések adatait közöljük

van különböző konstrukciók esetén a hatások változással. Hol tudjuk megtalálni a beruházási költségek és az eredményesség (hasznosítható hőmennyiség) optimumát. A további fejlesztések a termék piacképessége miatt fontosak. A rendszer biztonságos működése miatt alap célkitűzésként fogalmaztuk meg a szélirány és sebesség mérését is, így nagyobb szél esetén a rendszer "kifordítható" legyen.

## 6. IRODALOMJEGYZÉK

[1.] Csitári Cs., Németh G.; Parabolikus napkollektor alkalmazhatóságának lehetőségei technológiai hő előállítására a faiparban. FAIPAR, LXI. Évf. 2013/1. különszám: (pp. 10-14.)