

LXII. évfolyam
2021. január



Ára: 400,- Ft

www.mgitech.hu

Technika

tudományos, műszaki fejlesztési és kereskedelmi folyóirat

MERLO

TF 65.9

M³ életérzés

Mértékadó

Magabiztos

Megbízható



M.C.I. Kft.

2837 Vértesszőlős, Bánhidai u. 7.

www.mci.hu • info@mci.hu • +36 34 579 518

f # Machine Center International



AMAZONE



О BELARUS TRAKTOR



Január végéig még kedvezményes az AGROmashEXPO

Magyarország legrangosabb agrár szakkiállítása új időpontban, megújult helyszínnel és kedvezményes jeggyel várja a szakembereket 2021. március 3-6. között a HUNGEXPO Budapest Kongresszusi és Kiállítási Központban.

A kiállításra már december közepe óta váltatható belépőjegy, mely ráadásul a 2021-es különleges évre való tekintettel a regisztrálóknek csupán 1.000 forintot jelent. A szervezők ezzel szeretnék megkönnyíteni a szakembereknek a látogatást. A kedvezmény ugyanakkor már csak rövid ideig, egész pontosan január 31-ig tart, így érdemes minél hamarabb ellátogatni a www.agromashexpo.hu weboldalra.

Már csak azért is érdemes előre megváltani a belépőt – a hosszas sorban állás elkerülése és az érintésmentes bejutás mellett –, mert AGROmashEXPO a korábbi évekhez hasonlóan ismét a szakma legnagyobb éves találkozója lesz, melyre már most több mint 140 kiállító jelezte részvételi szándékát. A mezőgazdasági gépek, az input, a logisztika, az agrárelektronika, a mérés- és digitalizáció és automatizáció területéről felvonultatott több pavilonnyi termék és szolgáltatás között a Hazai és Nemzetközi Termékfejlesztési díj pályázatnak köszönhetően 2021-ben is megtalálhatók lesznek a szakmai zsűri által legjobbnak ítélt fejlesztések.

A piaci innovációk megismerése és az üzletkötés mellett az AGROmashEXPO a tudás- és tapasztalatmegosztás fontos fóruma is. Ennek szellemében a szakembereket ismét gazdag

szakmai programkínálat várja mind a színpadon, mind a konferenciatermekben. A kiállítás részletes programja egyelőre kialakítás alatt áll, de érdemes rendszeresen ellátogatni a rendezvény weboldalára a legfrissebb információkért.

De nem csak a programokról érdemes informálódni, hanem a megújult területről is. Azokat, akik megszokásból járnak be az AGROmashEXPO-t, nagy meglepetés várja, hiszen a HUNGEXPO területfejlesztése nem csak a már meglévő pavilonok megújulását jelenti, hanem két vadonatúj csarnokot is, melyek a tervek szerint a többihez hasonlóan számos kiállítónak biztosítanak helyszínt a kiállítás négy napja alatt.

A megújult kiállítási központ térképe mellett érdemes előzetesen megismerkedni a kiállítás egészségügyi szabályaival is, hiszen a szervezők a jelenlegi helyzetre reagálva létrehoztak egy, az Emberi Erőforrások Minisztériuma által is jóváhagyott egészségügyi szabálykönyvet, mely számos intézkedést tartalmaz a pavilonok teljes napi fertőtlenítésétől kezdve a zárt



térben történő maszk viseléséig, ami mind a kiállítókat, mind a látogatókat köti. Ennek célja, hogy minimalizálja a kockázatokat minden résztvevő számára, hiszen a szervezőknek az ő biztonságuk a legfontosabb.

A szabálykönyv részletes tartalma, csakúgy, mint a jegyvásárlás vagy a folyamatosan frissülő programkínálat megtalálható a www.agromashexpo.hu weboldalon. A kiállítás online médiapartnere az agroinform.hu, szakmai partnerei pedig a Mezőgépgyártók Országos Szövetsége, a Gabonatermesztők Országos Szövetsége és a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara.

MT

TARTALOM (kivonat)

Hibrid napkollektorok és alkalmazásaik (Víg Piroska – Alshibil M.A. Ahssan – Farkas István).....	2
Mértékadó, megbízható, megbízható: Merlo (Pálkás Gábor).....	6
Újabb mezőgazdasági robotok vizsgáznak a gyakorlatban (Dr. Hajdú József).....	12
Talajelőkészítő-vető aggregátok (Dr. Hajdú József).....	21
Kettő az egyben és három az egyben homlokrakodók (Hajós).....	26
A precíziós technológia hazai eredményei (Dr. Gockler Lajos).....	39

INHALTSVERZEICHNIS (Auszug)

Hybride Solarkollektoren und ihre Anwendungen (P. Víg – A.M.A. Alshibil – I. Farkas).....	2
Autoritativ, zuverlässig, zuverlässig: Merlo (G. Pálkás).....	6
In der Praxis legen immer mehr landwirtschaftliche Roboter die Prüfung ab (J. Hajdú).....	12
Bodenvorbereitungs-Aussaataggregat (J. Hajdú).....	21
Zwei in einem und drei in einem Frontladers (Hajós).....	26
Ergebnisse der Präzisionstechnologie in der ungarischen Landwirtschaft (L. Gockler).....	39

CONTENTS (outline)

Hybrid solar collectors and their applications (P. Víg – A.M.A. Alshibil – I. Farkas).....	2
Relevant, confident, reliable: Merlo (G. Pálkás).....	6
More agricultural robots are being tested in practice (J. Hajdú).....	12
Combined seed drills (J. Hajdú).....	21
Two in one and three in one wheel loaders (Hajós).....	26
National results of the precision technology (L. Gockler).....	39

MEZŐGAZDASÁGI TECHNIKA

LANDTECHNIK

AGRICULTURAL ENGINEERING

Tudományos, műszaki-fejlesztési és kereskedelmi folyóirat

Főszerkesztő:

Dr. Tóth László

Főszerkesztő-helyettes:

Pálkás Gábor

Korrektor:

Richteriné Rubes Zsuzsanna

Szerkesztőbizottság:

Dr. Szendrői Péter elnök

Antos Gábor

Dr. Beke János

Dr. Fenyvesi László

Dr. Harsányi Endre

Dr. Hajdú József

Harsányi Zolt

Dr. Horváth Béla

Dr. Kátai László

Dr. Keszthelyi-Szabó Gábor

Pálkás Gábor

Dr. Szabó István

Dr. Tóth László

Szerkesztőség:

2100 Gödöllő, Tessedik S.u.4.

Telefon: (28) 511 662, 511 678

E-mail: mgitech@hu.inter.net

www.mgitech.hu

Felölös kiadó:

Szent István Egyetem

Dr. Gyuricza Csaba mb. rektor

Kiadó:

NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet

Dr. Rátónyi Tamás mb. intézetigazgató

Előfizetésben terjeszti a

Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága

1008 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető

a www.mgitech.hu weboldalon az

„Előfizetés” menüpontban

E-mail: hirlapelofigetes@posta.hu

További információ: +36 (1) 767-8262

Előfizetési díj 1 évre: 4800 Ft

Nyomda:

Multiszolg Bt. – Vác

Nyomdavezető: Kajtor István

Index: 25 569

HU ISSN 0026 1890

A Mezőgazdasági Technika a MEGOSZ írott média-partnere.

Hibrid napkollektorok és alkalmazásai

Víg Piroska – Alshibil M.A. Ahssan – Farkas István, Szent István Egyetem, Fizika és Folyamatirányítási Tanszék

A fosszilis üzemanyagok kimerülésének gyors üteme, költségingadozása és a használatukból adódó környezetterhelés a fő okai a megújuló energiákra való áttérés szükségességének. Ebből adódóan mondhatjuk azt, hogy a megújuló energiák napjaink energiaforrásai közül minden szempontot figyelembe véve a legígéretesebbek. Ezek közös forrása a Nap energiája. A közvetlenül a napenergiát hasznosító aktív lehetőségek közül a hibrid napkollektorok (PV/T) előnyös technológiák, mert egyidejűleg hő- és villamos energiahasznosítást is megvalósítanak, ami előnyt jelent azon felhasználásoknál, ahol mindkét hasznosítás fontos. A jelen munka áttekinti a hibrid napkollektorokhoz kapcsolódó fogalmakat és teljesítményviszonyaikra vonatkozó szakirodalmi eredményeket a kezdetektől napjainkig. A hibrid PV/T rendszer fontos lehetőség a napelemek hatékonyságának növelésére, és nagy pozitívuma, hogy további tartalékokat rejt a teljesítmény javítása, a határfok növelése terén.

Bevezetés

A hő- és villamos energia együttes előállítása egy hibrid fotovillamos/termikus kollektor (PV/T) segítségével valósítható meg, amely PV modulból és egy kollektorból áll. Mivel a villamos határfok csökken a napelemek hőmérsékletének emelkedése során, határfoknövekedést eredményez, ha a mögötte lévő abszorber elnyeli és a kollektorban áramló levegő vagy folyadék elszállítja a hőt a napelemektől, és így a napelemek helyett egy helyiséget vagy a használati meleg vizet fűti.

Ebben a hibrid technológiában hűtőközegként alapesetben víz vagy levegő szolgál, de fázisváltó anyagok és nanofolyadékok is használhatók. A klasszikus napelemes rendszerekhez viszonyítva a PV/T rendszer nagyobb határfokú. A hőenergia-hasznosítás akkor hangsúlyosabb, ha a PV-modul részben fedi a kollektor részt, a villamosenergia-hasznosítás viszont akkor, ha a PV-modul teljesen lefedi a kollektor részt.

Az 1. ábra a PV/T rendszer átlagos hőmérsékleti értékeit mutatja. Állandósult állapotban ugyanabban a kültéri környezetben a napelem hőmérséklete alacsonyabb, ha a PV modul a PV/T rendszerben van, összehasonlítva az ön-magában álló PV moduléval.

A PV/T rendszer vonzó tulajdonságai a következőképpen foglalhatók össze:

- kettős célú: ugyanaz a rendszer használható villamos energia előállítására és hőtermelésre;
- hatékony és rugalmas: a kombinált hatékonyság mindig nagyobb, mint két független rendszer használata, és különösen vonzó, ha a tető mérete korlátozott;

- széles alkalmazási területe van: a hőteljesítmény az évszaktól függően fűtési és hűtési alkalmazásokhoz egyaránt felhasználható;
- praktikus és kedvező árú: akár utólag is könnyen, nagyobb átalakítás és a tetőfedő anyag cseréje nélkül beépíthető, és alkalmazásával csökkenthető a megtérülési idő.

A szakirodalom számos angol nyelvű összefoglalást tartalmaz a PV/T technológiáról, a jelen cikk ezektől eltérően, más nézőpontból, a kapcsolódó fogalmakon keresztül és a teljesítmény oldaláról tekinti át a PV/T-vel kapcsolatos koncepciókat és a legújabb eredményeket.

Az alkalmazásokat illetően megállapítható, hogy a PV/T rendszerek hatékony segítséget jelenthetnek a háztartásokban a használati melegvíz előállításában és az épülettemperálásban, a mezőgazdaságban pedig ezeken túl a szárítási folyamatoknál is (Tóth, 2016) a hulladékhő hasznosításnál, ami környezetvédelmi szempontból is fontos pozitívuma a rendszernek.

A PV/T kollektor működése

A PV/T kollektor, a PV és a napkollektorok mellett egy újabb lehetőség a napenergiát aktívan hasznosító berendezéseknek (2. ábra).

A kutatók több mint három évtizede használják és kutatják a PV/T kollektorokat elméleti és gyakorlati vonatkozásban is. Jól dokumentált, a működő napelemcella/modul hőmérséklet-emelkedésének hatása a villamos teljesítményre. Rusirawan és Farkas (2014) azt találták, hogy az alacsony besugárzás és a magas hőmérsék-

let csökkenti az energiaátalakítás képességét. Minden 1 °C-os hőmérséklet-emelkedés 25 °C felett 0,4-0,5%-ra tehető csökkenést eredményez, ami magas hőmérsékleten minimalizálja az eszközök hatékonyságát, amely optimális esetben a 15-20% tartományba esik.

A hőmérsékletnek a napelem modul határfokára gyakorolt hatása a hőmérséklet áramra és feszültségre gyakorolt hatására vezethető vissza, mivel a maximális teljesítmény (P_m) az alábbi összefüggéssel (1. egyenlet) adható meg:

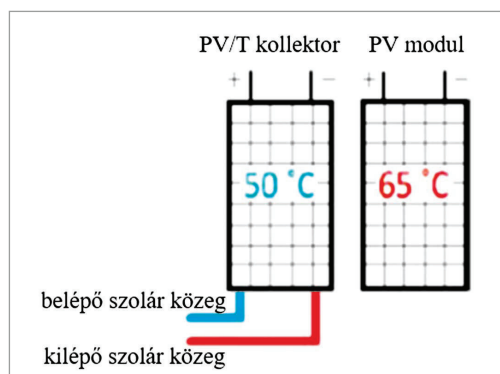
$$P_m = V_m I_m = (FF) V_{oc} I_{sc} \quad (1)$$

Az összefüggésben az m indexek az I - V (áramerősség-feszültség) karakterisztika maximális teljesítményhez tartozó feszültség (V_m) és áramerősség (I_m) értékeire utalnak. Az sc és oc indexek a rövidzárási, illetve üresjárási értékeket jelölik, míg (FF) a kitöltési tényezőt. A teljesítmény hőmérséklet-függésének hátterében az anyagszerkezet szintjén a PV modul gyártása során felhasznált anyagok hőmérséklet ingadozásra mutatott érzékenysége található.

A 3.a ábra a napsugárzás hatását mutatja a cella jellemzőire. A számítások szerint az üresjárási feszültség logaritmikusan emelkedik a növekvő sugárzás hatására, míg a rövidzárási áram lineárisan. A cella hőmérsékletének a cella jellemzőire gyakorolt hatását a 3.b ábra szemlélteti. A cellahőmérséklet emelkedésének hatására az üresjárási feszültség lineárisan csökken, a rövidzárási áram pedig kismértékben növekszik, ezért a cella hatékonysága csökken, ha a hőelvezetés nem következik be. A hő mechanikus úton, például levegővel kényszerített keringéssel, vagy a PV hátuljával érintkező folyadékos hőcserélő segítségével eltávolítva tehát a határfok optimalizálható és emellett az elszállított hő is előnyösen felhasználható. Ez valósul meg a PV/T kollektornál.

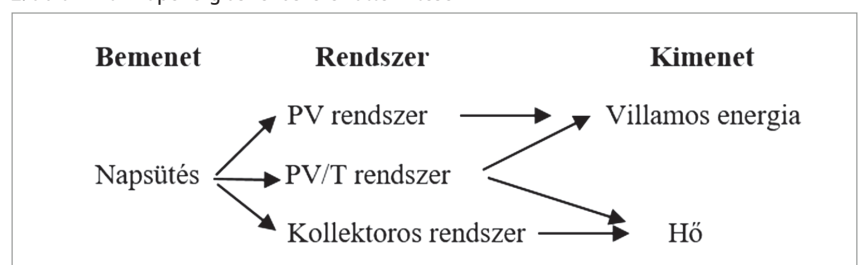
A PV/T kollektor kialakítása

A PV/T kollektorok 2 fő típusa az alkalmazott hűtőközeg alapján a folyadékos és a levegős. A folyadékos PV/T kollektor (4. ábra) a használati melegvizet előállító kollektoros vízmelegítő



1. ábra A PV/T kollektor és a PV modul hőmérsékletének összehasonlítása

2. ábra Aktív napenergiás rendszerek áttekintése



rendszerhez hasonlóan használható vízmelegítéshez és ezzel egyidejűleg villamos energia előállításához különböző ipari, mezőgazdasági és háztartási alkalmazásoknál. Az abszorberként használt lemezek és a hő elszállításához kialakított csőszerkezet általában fémből készül. A szállító közegként vizet használó PV/T kollektorok a kis szélességi fokokon elhelyezkedő területeken minden évszakban hatékonyan alkalmazhatók, mivel a közüzemi vezetékes víz jellemzően 20 °C alatti hőmérsékletű.

A levegős PV/T kollektorok hasonlóan működnek, mint a levegős napkollektorok, de az abszorber lapot egy napelem modul helyettesíti és a levegő, mint hőszállító közeg, csatornákon keresztül halad. A termikus hatékonyság függ a csatorna mélységétől, a légáram kialakításától és az áramlási sebességtől. A hő ebben az esetben a levegő áramlásával távozik, a megvalósítás 3 jellemző típusát Kalogirou (2014) alapján az 5. ábra szemlélteti.

Teljesítményértékelés

A rendszer tervezőjének a legideálisabb rendszer kialakításának érdekében meg kell határoznia az optimális napenergia részarányt. A tervezésnél a hatásfokot alapvetően meghatározó paramétereket, így a modul típusát, a telepítés helyének földrajzi és meteorológiai adottságait, és a tájolást is figyelembe kell venni. A rendszer hatásfoka tekintetében pedig fontos befolyásoló tényező a modul hőmérséklete mellett az esetleges árnyékolás, és a felületre került szennyeződések is.

A PV/T rendszer villamos teljesítménye az áram- és feszültségértékek alapján közvetlenül mérhető. A már említett befolyásoló tényezők közül a modulhőmérséklet alacsony értéken tartásához PV/T kollektor esetén fontos az optimális hűtőfolyadék megválasztása, és hogy ennek az áramlása eredményeként a PV modul hőmérséklete egyenletes és alacsony legyen, minimális energiafogyasztással. A villamos hatásfok (η_{el}) a következő összefüggéssel adható meg:

$$\eta_{el} = \frac{I_m V_m}{G A_c} \quad (2)$$

ahol G a besugárzás [W/m^2] és A_c a PV/T kollektor felülete [m^2].

A napelem modul teljesítményének – a hőmérséklet emelkedésével bekövetkező – csökkenését a 3. egyenlet írja le:

$$\eta_{el} = \eta_0 (1 - \beta [T - 25^\circ C]) \quad (3)$$

ahol η_0 a standard feltételek esetén mérhető hatásfok, β a cella hatékonyság hőmérsékleti együtthatója [$1/^\circ C$] és T a napelem hőmérséklete [$^\circ C$].

A PV/T kollektor termikus hatásfoka (η_{th}) megadható a kollektor által hasznosított energia részarányal:

$$\eta_{th} = \frac{Q_u}{G A_c} \quad (4)$$

ahol a Q_u az időegység alatt hasznosított energia [W], amely a hűtőközegre vonatkozó adatok segítségével a:

$$Q_u = \dot{m} c (T_o - T_i) \quad (5)$$

összefüggéssel adható meg, amelyben $\dot{m}$ a tömegáram [kg/s], c a fajhő [$J/kg^\circ C$], T_o a PV/T kollektorból kilépő, T_i pedig a belépő hűtőközeg hőmérséklete. Ez a Q_u érték amennyiben a kollektor a napelem mögött található, az időegység alatt a napelemtől átvett hő és hővesztés egyenlősége.

A PV/T kollektor teljes hatásfoka (η_{total}) Fujisawa és Tani (1997) alapján, a két hatásfok, a

termikus és a villamos összegeként adható meg:

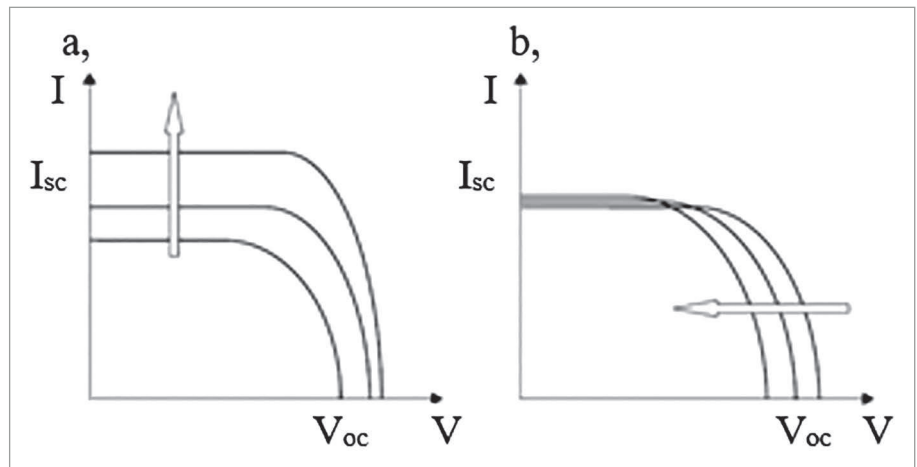
$$\eta_{total} = \eta_{el} + \eta_{th} \quad (6)$$

PV/T eredmények, trendek

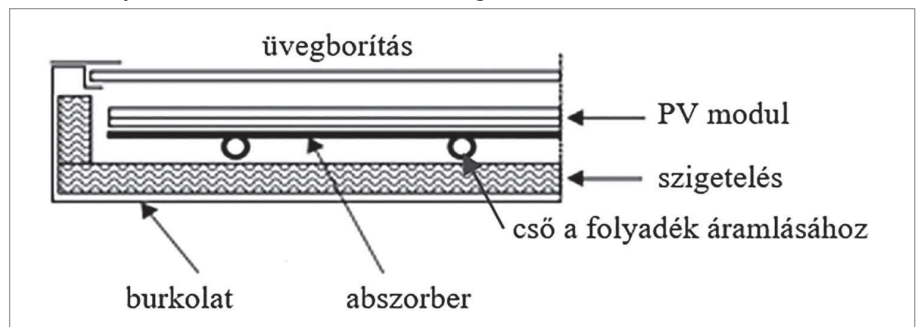
A PV/T rendszer alább részletezésre kerülő kutatási eredményei jelentik ennek a technológiának alapját, és mutatják egyúttal a PV/T rendszer jövőbeli trendjét.

Ramos és társai (2019) esettanulmányukban vizsgált PV/T-rendszerben elméletileg és kísérletileg is végeztek különböző körülmények között termográfiai elemzést. Az eredményeik azt mutatják, hogy a napenergia maximális

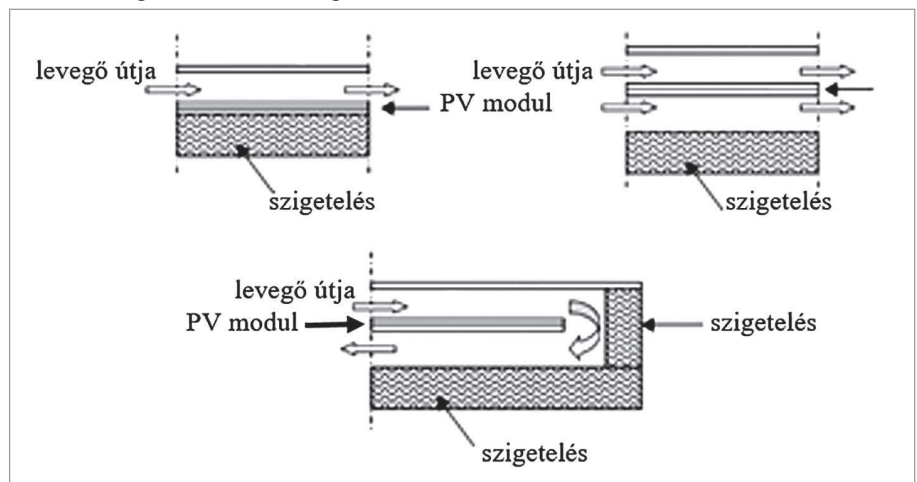
3. ábra A besugárzás és a cellahőmérséklet hatása a PV cella I-V karakterisztikájára

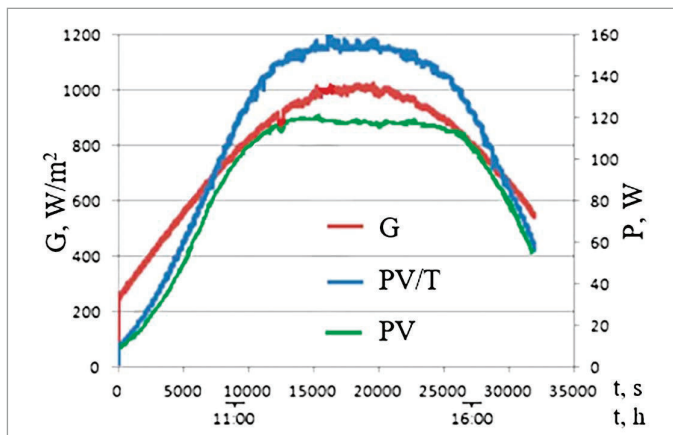


4. ábra A folyadékos PV/T kollektor szerkezete (Kalogirou, 2014)

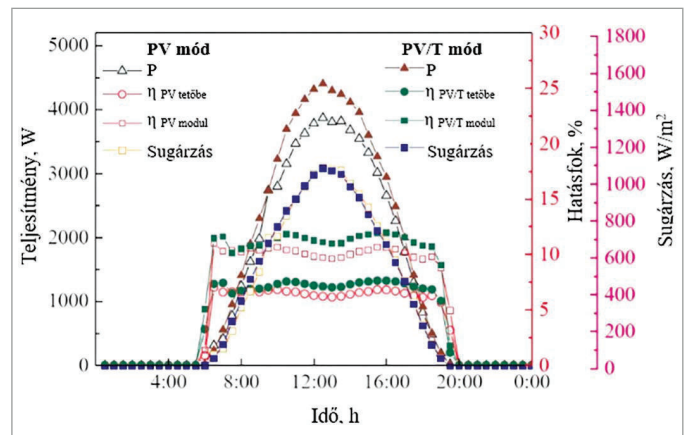


5. ábra A levegős PV/T kollektor megvalósításai





6. ábra Sugárzás (G) és a nyert villamos teljesítmény PV/T és PV alkalmazásával



7. ábra A PV/T és csak a PV rész működtetésével mért teljesítmények és hatásfokok

értékeinél a PV/T lényegesen több energiát képes előállítani, mint a PV (6. ábra).

Nyári üzemben Shao és társai (2019) elemeztek egy PV/T rendszer (modul és tető) hatásfokát és azt összehasonlították a csak a PV rész működtetésével nyert eredményekkel. A kapott adataik azt mutatják, hogy a PV/T teljesítménye és hatásfoka minden esetben magasabb, mint a PV esetében mérhető (7. ábra).

Liang és társai (2015) empirikus tanulmányt végeztek grafitral töltött PV/T kollektor teljesítményének vizsgálatára. A kutatási eredményeik alapján 8:00 és 16:00 óra között a PV/T kollektor és a klasszikus PV modul átlagos villamos hatásfoka 6,46%, illetve 5,15% volt (8. ábra), vagyis a PV/T ilyen formában 25,4% többlet villamos hatásfokot eredményezett.

Levegő munkaközegű PV/T kollektorok különböző kísérletekben

A 9. ábra a klasszikus levegős PV/T kollektort, mint a légkollektor kétjáratú változatát mutatja, az alsó csatorna bordáival együtt. Kumar és Rosen (2011) igazolták, hogy az alsó csatornán rögzített bordák révén ezen PV/T kollektor termikus és villamos hatásfoka 10,5, illetve 15,5%-kal javult a szokásos PV/T kollektor hatásfokaihoz képest.

Egyes kutatók jelentős változtatásokat hajtottak végre a légszűrő konfigurációjában, hogy fokozzák a napelemtől a hőelvezetést. A 10. ábra által szemléltetett mindhárom kon-

figuráció esetén a mérési adatok elemzéséből kiderült, hogy a rendszer termikus és villamos teljesítménye is jelentősen javult. A levegő a vázlatnál az a) esetben vízszintesen, a b) és c) esetekben az ábra síkjára merőlegesen áramlik. A bordák, a V, illetve méhséjt alakú hőcserélők és a szigetelő tetőjén lévő lap, amihez kapcsolódnak, alumíniumból készültek.

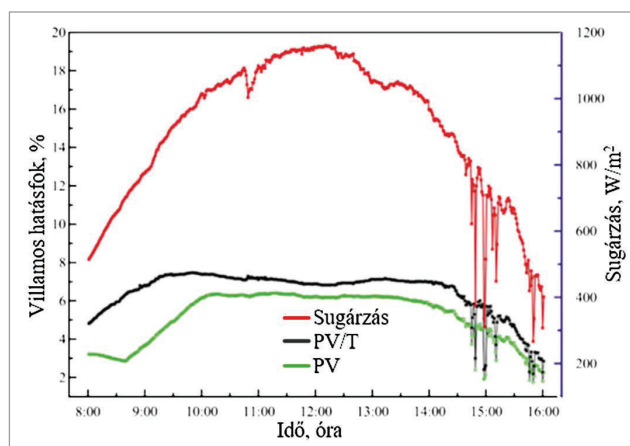
A PV/T rendszer hatásfokának növelési lehetőségét vizsgálva kimutatható, hogy a szabályozó jellemzők és paraméterek közül a hűtőközeg tömegárama és az abszorber alaki tényezője a legfontosabbak a PV/T rendszer tervezésénél.

Folyadékos PV/T kollektorok különböző kísérletekben

A PV/T kollektorok hatásfokának növelésében fontos fejlesztési lehetőség a hűtéssel/fűtéssel foglalkozó kutatások, technológiák eredményeinek ezen a területen történő alkalmazása. Folyadék munkaközeg esetén történő fejlesztésre jó példa Hossain és társai (2019) kutatása, akik a PV/T kollektorhoz egy egyedülálló kétoldalas szerpentin abszorbert mutattak be, amely biztosítja a hőelvezetés javítását a PV hátoldaláról. Ez a 11. ábrán látható abszorberkialakítás jelentős termikus és villamos hatásfok növekedést eredményez.

Vannak kutatók, akik a tömegáramra koncentrálnak a hőátadás fokozása érdekében. Az ide kapcsolódó eredmények megemlítik,

hogy a PV/T kollektor hőmérséklete csökken a tömegáram növekedésével, ami a kimenő teljesítmény növekedését eredményezi, ugyanakkor szem előtt tartandó, hogy a nagyobb állandó tömegárambiztosításához több befektetésre van szükség,



8. ábra A grafitos PV/T és a PV villamos teljesítményének napi alakulása

így érdemes a tömegáramot az adott rendszerre optimalizálni.

A PV/T rendszereken alkalmazott fedőüveg hatását vizsgálva a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy az üvegorítás nélküli PV/T kollektor villamos hatásfoka nagyobb, mint az üvegezett esetben mérhető, így amennyiben a villamosenergia-termelés a fontosabb egy PV/T kollektornál, célszerű üvegezést nélkül használni azt.

Háber és Farkas (2015) egy újfajta heat-pipe rendszerű PV/T kollektor üzemi paramétereit vizsgálva meghatározták annak a tervezési paramétereit és fotovillamos modul hűtéséből adódó sajátosságokat. Az eredményeik alapján megállapítható volt, hogy a PV/T kollektor villamos termelése ideális esetben is alacsonyabb, mint egy általános fotovillamos modulé, de összh hatásfokban kiemelkedő teljesítményt nyújtott.

Nano-alapú PV/T kollektorok

Újszerű, hatékonyságot növelő megoldás nanorészecskéknek az alapfolyadékba juttatásával nyert keverék, úgynevezett nanofolyadékok hűtőközegként történő használata. Ezeknek a folyadékoknak az alkalmazásával a folyadékos PV/T kollektorral nyert teljesítmény függ a nanorészecskék méretétől, anyagától, geometriájától, arányától az alapfolyadékban és természetesen függ a nyert folyadék hőtani jellemzőitől (hővezetés, felületi hőátadás). Számos szakirodalmi forrás tárgyalja ezeket az eseteket, amelyekből kiemelve néhány eredmény a következő:

A 3 tömegszázalékos szilícium-karbonát és ioncserélt víz alkotta nanofolyadéknak egy 120 W teljesítményű, polikristályos PV-modul hűtésére történő felhasználásának hatását vizsgálva a 0,068-0,170 kg/s tömegáram-tartományban megállapították, hogy mind a villamos hatásfok a PV rendszeréhez képest, mind a termikus hatásfok a vízalapú PV/T kollektor rendszeréhez viszonyítva növekedett.

Két TiO₂ koncentrációban TiO₂/víz nanofolyadékot hűtőfolyadékként vizsgálva tanulmányozható a PV/T rendszer energiatermelése különböző napsugárzás és tömegáram mellett. Az exergiót és az energiát elemezve az

tapasztalható, hogy a TiO_2 kisebb koncentrációja esetén nagyobb az energiatermelés, ami a tömegáram növelésével növekedett.

A tiszta vízben diszpergált Cu és Al_2O_3 nanorészecskék alkotta nanofolyadékok alkalmazásával jó a vizsgálható hibrid rendszerek teljesítményére gyakorolt hatás. Az energiaegyenleteket felhasználó modellekkel nyert eredmények összhangban voltak a mérési eredményekkel, miszerint, a 2 térfogatszázalékos Cu- H_2O nanofolyadék villamos és termikus hatásfoka 1,9, illetve 4,1%-os javulást eredményezett a tiszta vizet alkalmazó esethez képest.

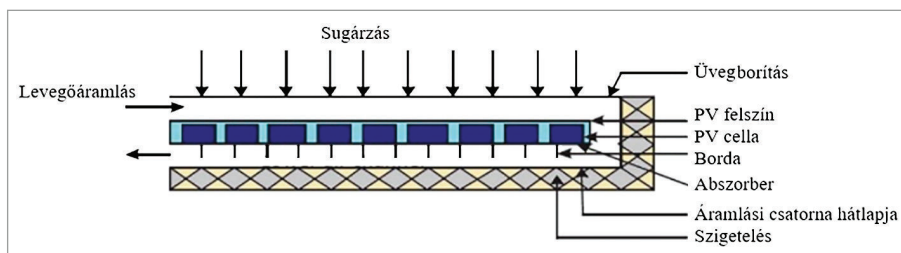
Összegzés, következtetések

Jelen cikk részletes áttekintést ad a hibrid napkollektorokra vonatkozóan a kezdetektől napjainkig. Bemutatásra került a működés, részleteztük a hatékonyságot számszerűen kifejező összefüggéseket és példákat mutattunk különböző kialakítású, és működési paraméterekkel jellemezhető PV/T rendszerek működésére, és a segítségükkel elért eredményekre.

Összegzőként megfogalmazható, hogy a levegő munkaközegű PV/T kollektorok alacsonyabb hatásfokúak, mint a többiek, ugyanakkor a levegő munkaközegűek közül hatékonyabbak a ventilátorral ellátott kényszerkeringetetésű PV/T kollektorok. Megállapítható, hogy a légáramlás sebességének növelése növeli a hatékonyságot, és a hatékonyság tovább növelhető a légcsatornában alkalmazott bordákkal, különböző kialakítású hőcserélőkkel.

A vizes munkaközegű PV/T kollektorok a víz kedvezőbb hőtani tulajdonságaiból adódóan hatékonyabbak, mint a levegős kollektorok. A hatékonyság növelhető a víz áramlását biztosító csövek alakjának, az áramlás sebességének és a vízelosztás módszerének optimalizálásával. Továbbá e területen alkalmazva az anyagtudományok és a nanotechnológia legújabb eredményeit, a nanofolyadék munkaközegű PV/T kollektorok a kedvezőbb hőtani paramétereikből adódóan további lehetőséget biztosítanak a hatékonyság növelésére.

Általánosan elmondható, hogy a hibrid PV/T rendszer ígéretes technológia a napelemek hatékonyságának növelésére. Minden olyan fejlesztés, ami a napelemek alkalmazásának hatékonyságát vagy a napkollektorok működésének hatékonyságát növelheti itt is szóba jöhet, sőt új fejlesztési lehetőségek is megjelölhetnek a két rendszer összekapcsolásából adódóan, így



9. ábra A kétjáratú levegős PV/T kollektor bordákkal

a teljesítmény javítása terén nagyon nyitott a további fejlesztésekre.

A fentiek alapján látható, hogy az elméleti kutatás és a tudományos kísérletek számos pozitív eredményt hoznak a technológiának, a széleskörű alkalmazása azonban jelenleg kevésbé elterjedt. Ennek oka ugyanaz, ami a napkollektorok népszerűségének csökkenését okozta, hogy a tömeggyártásból adódó relatíve olcsó napelemek segítségével előállítható villamosenergia, a meglévő eszközeinkkel természetesen átalakítható, így hőtermelésre is hatékonyan használható. Mindezeket figyelembe véve a PV/T egyelőre azokon a felhasználási helyeken népszerű, ahol a tető limitált méretű.

Summary

The speedy in the depletion rate of fossil fuels, environmental problems and cost fluctuation in fossil fuels are the fundamental reasons to trend to renewable energy. One of the most outstanding renewable resources is the solar energy which is upcoming to the future. The hybrid solar thermal collectors are promising technology because it has a dual source of energy thermal and electrical. This work reviews the main points of the hybrid solar collector, through reviews of all aspects and concepts related to conceptual and performance issues. The hybrid PV/T system is the most promising technology to increase the efficiency of solar cells and it can be used as an alternative system for individual PV module. It is demonstrated that this technology has more effective than conventional PV, and it is still open in the field of performance improvement.

Lektorálta: Dr. Tóth László prof. emeritus

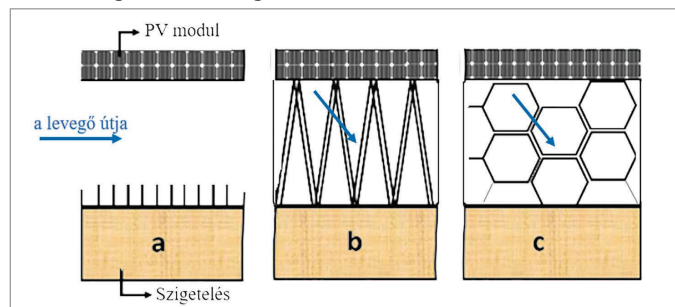
Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Stipendium Hungaricum Program és a Szent István Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola támogatásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- [1] Fujisawa, T. and Tani, T. (1997), Annual exergy evaluation on photovoltaic-thermal hybrid collector, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, Vol. 47, No. 1–4, pp. 135-148.
- [2] Háber I.E., Farkas I.: Micro heat-pipe rendszerű PV/T kollektorok vizsgálata. Energiagazdálkodás, 2015, 56. évf., 5-6. sz., 30-35. o
- [3] Hossain, M.S., Pandey, A.K., Selvaraj, J., Abd Rahim, N., Rivai, A. and Tyagi, V.V. (2019), Thermal performance analysis of parallel serpentine flow based photovoltaic/thermal (PV/T) system under composite climate of Malaysia, Appl. Therm. Eng., Vol. 153, pp. 861-871.
- [4] Kalogirou, S.A. (2014), Solar Energy Engineering Processes and Systems, 2nd ed. Elsevier,
- [5] Kumar. R. and Rosen, M.A. (2011), Performance evaluation of a double pass PV/T solar air heater with and without fins, Appl. Therm. Eng., Vol. 31, No. 8–9, pp. 1402-1410.
- [6] Liang, R., Zhang, J., Ma, L. and Li, Y. (2015), Performance evaluation of new type hybrid photovoltaic/thermal solar collector by experimental study, Appl. Therm. Eng., Vol. 75, pp. 487–492.
- [7] Ramos, C.A.F., Alcaso, A.N. and Cardoso, A.J.M. (2019), Photovoltaic-thermal (PVT) technology: Review and case study, IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., Vol. 354, No. 1,
- [8] Rusirawan, D. and Farkas, I. (2014), Identification of model parameters of the photovoltaic solar cells, Energy Procedia, Vol. 57, pp. 39-46.
- [9] Shao, N., Ma, L. and Zhang, J. (2019), Experimental study on electrical and thermal performance and heat transfer characteristic of PV/T roof in summer, Appl. Therm. Eng., Vol. 162, No. June, p. 114276.
- [10] Tóth L. (2016), Napenergia az agrárgazdaságban, Agrárium7, <https://agrarium7.hu/cikkek/599-napenergia-az-agrargazdasagban>

10. ábra Légcsatorna konfigurációk a PV/T hatásfokának növeléséhez



11. ábra PV/T kollektor speciális hőgyűjtő modulja és az elrendezés

