

NAPELEMES SZIVATTYÚ ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGE A MEZŐGAZDASÁGBAN[⊗]

PHOTOVOLTAIC SOLAR PUMP ADAPTABILITY IN THE AGRICULTURAL SECTOR

HAGYMÁSSY Zoltán¹, SÜLE Bálint Péter²

¹ egyetemi docens, ² agrármérnök
Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar
Agrár Műszaki Tanszék
Debrecen, Böszörményi út 138.
hagymassy@agr.unideb.hu

Kivonat: A fotovoltaiikus energia, mint alternatív megoldás, a legtöbb esetben a hálózati áram konkurenciájaként jelentkezik. A szolár szivattyúk azonban az elektromos hálózattól távoli földek öntözésénél merülhetnek fel alternatívaként, ahol jelenleg a benzin, vagy dízelolaj szolgáltatja a szükséges energiát. A szolár szivattyúk alkalmazása, nagyobb napenergia-potenciállal rendelkező területeken egyre inkább elterjedőben van. Ezeknek a területeknek az előnye, hogy itt akár egész évben kihasználhatják a szivattyúkat, akár kétszer annyi ideig működhetnek az adott területen egy évben, így a teljes megtérülés 2 év után elérhető. Ilyen példák Kalifornia, Chile, Afrikai országok, India. Magyarországon körülbelül fele ennyi ideig használhatjuk ki a szolár szivattyúkat. Megtérülési idejük, még ezek mellett a feltételek mellett is elgondolkodtató lehet. Környezetvédelmi szempontból a szolár szivattyúk alkalmazása hozzájárulhat a káros kibocsátások csökkentéséhez. A megtérülési időket számoltuk ki eltérő feltételek mellett, valamint az éves napelem munkát a 2010-es évről vonatkozóan.

Kulcsszavak: napelemes szivattyú, szolár szivattyú, öntözés

Abstract: Photovoltaic energy as an alternative source, usually appears against grid connected systems. However solar pumps could service in irrigated rural areas too, where hard to find grid plugs, thus farmers have to use gas or diesel powered pumps which is more expensive than grid energy. Use of solar pumps in sunny countries is increasing. These areas could use the pumps all the year, hence they could achieve 2 year payback. For example: USA – California, Chile, African States, India. In Hungary we could use solar pumps only half of the year, but its payback time could be thought-provoking. In the view of environment the apply of the solar pumps could decrease the harmful emissions. In this article we have calculated payback times under various conditions. As well as the yearly solar panel work for the year 2010.

Keywords: solar pump, irrigation, solar drip irrigation

1. BEVEZETÉS

Az alternatív energia ipar, és a mezőgazdaság mainál szorosabb összefűződése, új lehetőségeket kínál, és talán hozzásegíthet egy kevésbé energiatülszorgó géppark kialakításához. Magyarországon az elkövetkezendő években, a vidék megélhetésében nagy szerepet játszhatnak az öntözött kultúrák, főleg a vidéki területek, ahol az öntözést jórészt elektromos hálózattól elszigetelt helyeken, csakis fosszilis energiahordozókkal lehetett idáig megoldani. A települések környezetében lévő földek, valamint a háztáji kertek magas árai miatt a kertészetek infrastrukturálisan kevésbé ellátott területekre kénytelenek telepedni. Távol az elektromos hálózattól a szivattyúzás szokásos eszközei a dízel, és a benzines szivattyúk, valamint aggregáttal hajtott elektromos szivattyúk. Ezeknek a rendszereknek a létesítése olcsó, de a fenntartása és a működtetése kimondottan költséges. Célkitűzésünk megvizsgálni, hogy mekkora potenciált jelenthet Magyarországon, egy napelemes szivattyú alternatívaként való

[⊗] Szaklektorált cikk. Leadva: 2011. július 07. Elfogadva: 2011. október 14.
Reviewed paper. Submitted: 07 July 2011. Accepted: 14 October 2011.
Lektorálta: Gindert-Kele Ágnes / Reviewed by Ágnes Gindert-Kele

alkalmazása.

2. A NAPELEMEKKEL HAJTOTT VÍZSZIVATTYÚK

2.1. A napelemmel hajtott búvárszivattyúk leírása

A fotovoltaikus centrifugál, és csavar búvárszivattyúk a napelemek direkt energiáját hasznosítják, vagyis a napelemekben a fotonok hatására keletkező egyenáramú (DC) áramot közvetlen használatra fel. Mivel a speciálisan ide készült motorok egyenáramúak, így nem merül fel transzformálási veszteség és a hatékonyság is nagyobb. A DC üzemű motorok állandó mágneseket használnak, amelyek szintén a nagyobb hatékonyságot garantálnak (az indukcióra nem kell energiát fordítani), ezen előny miatt jellemzően a 4-5 kW teljesítmény alatti szolár szivattyúk egyenáramúak. Hatékonyságuk akár kétszeres is lehet az AC motorokénak, így fele annyi napelemet igényelnek. A napelemek a létesítési költségek 40-50%-át teszik ki.

Az egyenáramú szolár szivattyúk két típusa terjedt el. A szénkefés típus szénkeféi idővel elhasználódnak, működésükhöz levegőt igényelnek, ellenkező esetben zárlatos lesz a motor. A második típus nem tartalmaz szénkefét és nincs szüksége levegő jelenlétére. A "kenése" olaj helyett a benne átáramló vízzel történik, nem igényel különösebb karbantartást. Az ezen elveken működő szivattyúkat először az olajiparban használták, melyek kevésbé érzékenyek a szilárd szennyezőkre, a homokot is elviselik. Anyaguk rozsdamentes acél [1] [2].

Az inverter szerepe a felügyelet nélküli működés biztosítása, a külső változásra automatikusan reagál [3]. A nap sugárzásától függően leállítja a szivattyút, ha a kút vízszintje a beállított szint alá csökken, majd 20 perc múlva, ha a vízszint helyreállt, újraindítja. Automatikusan megkeresi a hozzá kapcsolt napelemek optimális munkapontját. Külső kapcsolóegységgel leállítja a vízszállítást, ha a víztároló tartály megtelt.

2.2. A napsugárzás és az evapotranspiráció összefüggései

Szoros összefüggés van az öntözés és a fényelektromos technológia között, mind az öntözővíz igény, mind a fogyasztott fényelektromos energia a nap besugárzástól függ. Ez azt jelenti, hogy ha esik, vagy borult az ég az öntözésre nincs, vagy kisebb mértékben van szükség.

Napsütés esetén nő az evapotranspiráció, ezáltal a növények vízigénye. A napsütés hatására nő a napelemmel hajtott szivattyúk teljesítménye, ezáltal azok vízhozama. Ha pedig olyan mértékben be van borulva az ég, hogy a napelemek már a szórt sugárzást sem tudják felhasználni, akkor nagy esélye van az esőnek, ami szabadföldi termesztés esetén csökkenti a növények öntözővíz igényét.

2.3. A fotovoltaikus öntözőrendszerek lehetséges kivitelezési módjai hazánkban

Két alaptípus terjedt el a gyakorlatban. Az első típusnál egy napelem szolgáltatja az energiát egy merülő szivattyúnak. A szivattyú vizet pumpál egy több méter magasságban elhelyezett tartályba, ami pufferként szolgál tekintettel a váltakozó napsugárzás, ezáltal váltakozó vízhozam kiegyensúlyozására. Gravitációs energiát tárol, ami létrehozza a megfelelő víznyomást a csepegtetőcsövekben [5]. Példaként, egy 6m magas tározó 0,6 bar nyomást állít elő. A tartály segít áthidalni a borult periódusokat. A rendszernek előnye, hogy a nyomást a bevált szivattyúkkal, azonos egyenletességgel lehet biztosítani, valamint hogy a motor nincs nyomás alá helyezve, csak az emelőmagasságot kell leküzdenie. Kifolyása szabad, így nagyobb mennyiséget képes a felszínre hozni. A fotovoltaikus rendszerek alacsony nyomáson működnek összehasonlítva a hagyományos benzines rendszerekkel. A rendszer minden összetevőjét alacsony nyomáshoz kell tervezni, a kivitelezhetőség miatt nem szokásos 100 m-nél hosszabb gerinc vagy 100 m-nél hosszabb csepegtetőcsövek beiktatása. A gyakorlatban épített tartályok általában 3 és 7m magasak, a rendszer nyomása konstans 0,3 - 0,7 bar. A rendszer nyomását sok tényező csökkentheti, ilyenek a homokleválasztó, különböző szűrők, nyomáscsökkentő, vízóra, könyökidom, T idom, mechanikus vízadagoló, hidraulikus szelep, tápoldatózó. A napelemes rendszereknél figyelembe kell venni, hogy a csőrendszerbe iktatott elemek jelentős mértékben csökkenthetik az amúgy is alacsony nyomást. A szűrőket nem lehet nélkülözni, de

a tápoldatozást a puffer tartályba vezetéssel érdemes megoldani. A rendszer tervezésénél minimalizálni kell a könyök, és T idomok számát. A víz nyomása egyenletes, és nem magas így nyomáscsökkentőre, nyomásszabályozóra nincs szükség. A napelemes szivattyú direkt kapcsolás útján adagolja a vizet az öntözőrendszerbe. A tárolók ára a magassággal, és a tárolókapacitással nő. A globálsugárzás váltakozó a nap folyamán, így a rendszer nyomása és vízhozama is változó. Ha a nyomás eléri a maximumot, a csepegtető nyílásokon átfolyó víz mennyisége is növekszik. A nyomásbeli egyenetlenségeket ki lehet küszöbölni akkumulátorok alkalmazásával, amelyek növelik a rendszer létesítési költségeit, azonban a folyamatos nem helyes töltési körülmények miatt, átlagosan 5 év alatt teljes cserére szorulnak. Másik megoldást jelenthet, az hogy az inverter vezérlése csak a minimális nyomás elérésére legyen programozva, a motor fordulatszámát szabályozva. Ennek a megoldásnak az a hátránya, hogy a szoláris energiát nem használjuk ki optimálisan, így csökkenhet a vízhozam. Érdemes megjegyezni, hogy az úgynevezett tracker-ekkel, vagy forgatókkal az elérhető teljesítmény a kétszeresére is növelhető. Ezek az eszközök mindig a napirányára merőlegesen mozgatják a paneleket, azonban a trackerek költsége jelenleg magas.

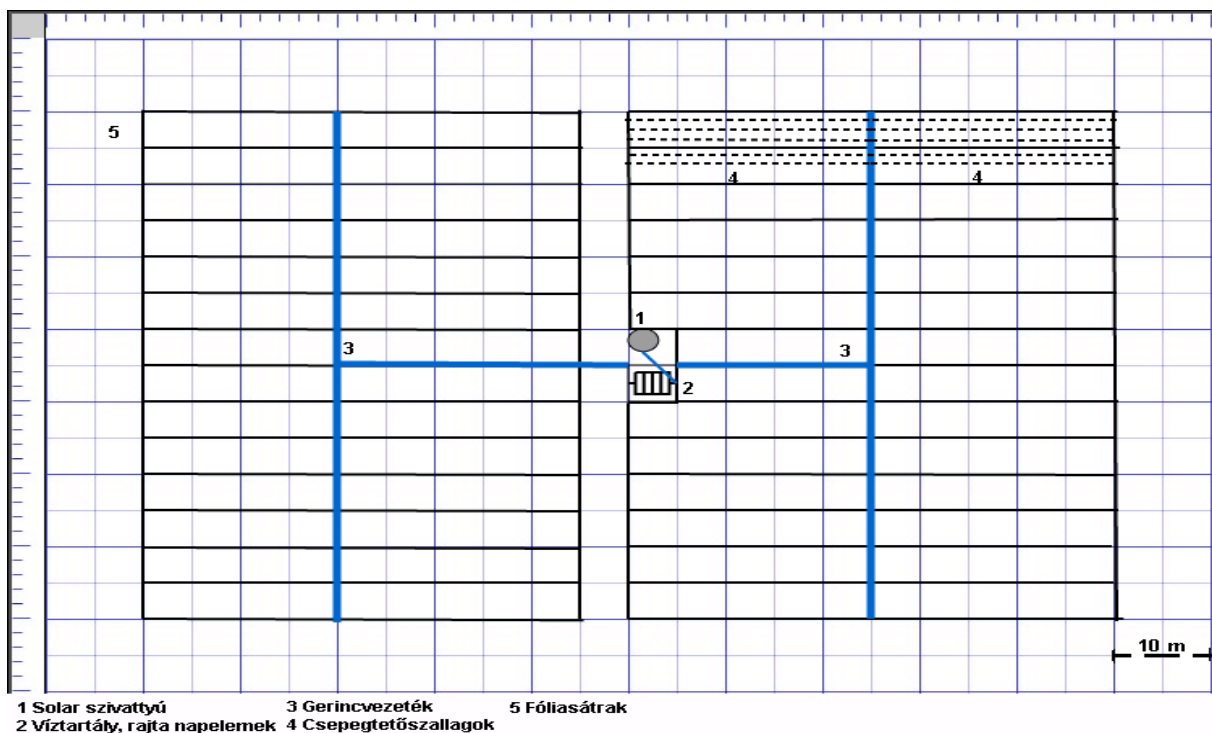
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A napelemes öntözőrendszerek hazai alkalmazásával kapcsolatban az Alfanap Kft által szolgáltatott adatokat használtuk fel. Összehasonlítottuk a szolár szivattyúk hatékonyságát, költségeit, és megtérülésének idejét egy hagyományos szivattyús öntözőrendszerrel. Az összehasonlítás megkönnyítésére egy mikoröntözött terület modellt készítettünk, amelyben egy adott teljesítményű, konkrét típusú szolár szivattyút, a hasonló teljesítményű szivattyúk értékeivel, üzemeltetési költségeivel hasonlítottunk össze. A hagyományos szivattyúk paramétereit a forgalmazók által kiadott jelleggörbékből, és fogyasztási adatokból vettük.

Az öntözőrendszer méretezésénél egy konkrét típusú szolár szivattyúhoz igazítottuk a rendszert. A szivattyú maximális kapacitása meg kell, egyezzen, vagy túl kell lépje a maximális vízigényt amely a legmelegebb napokban lép fel. A kút mélysége 8 m a víz szintje a kútban 5 m.

Az állványzat magassága minimum 4,5m, ami 0,45 – 0,5 bar nyomást eredményez a tartályban lévő vízszinttől függően. Így az emelőmagasság a szivattyú merülésétől, a tartály felső beömlőnyílásáig 10 m, ekkora emelőmagasság mellett a szivattyú napi 6 óra direkt napsütésre számolva, 30 m³ vizet tud felhozni. A legvízigényesebb napokon a napsütéses órák száma jóval meghaladja a 6 órát. A rendszer kapacitása alul van tervezve, ami a vízbiztonság miatt hasznosnak bizonyulhat. A kútnak minimum 110mm átmérővel kell rendelkeznie, amiben a szivattyú a vízszinttel együtt lebeghet, vagy fix mélységben marad. A napelemek kiválasztásában a W_p érték a döntő szempont (1000 W/m² besugárzáskor mért értéket jelent, 25 Celsius hőmérsékleten, AM 1,5 légtisztasági értéknél). Adataink alapján az optimális a 450 W_p. Polikristályos napelemekből két tábla szükséges, felületük 2m². A magyarországi sugárzási körülményekhez viszonyítva az áprilistól kiültetett növényeket lehet napelemekkel biztonságosan öntözni. A kápia típusú paprika kiültetése áprilisban indul hidegágyas körülmények között. A napi vízigénye pedig szorosan összefügg a transpirációval, és a napsütéssel. A tenyészidőszakban 7000m³ vizet igényel hektáronként, a legmelegebb napokban a vízigénye 4,5 l/m²/nap. A kápia termesztése szabadföldi körülmények között, vagy újabban vándorfóliás termesztés keretében folyik. A vándorfólia védelmet nyújt az időjárás szélsőségei ellen, kiküszöböli a jég az eső, a szél, és a szélsőséges hideg időjárás káros hatásait. A kedvező nevelési, betakarítási körülmények, és a több hónapos folyamatos szedés segíti a termelő piaci lehetőségeit. A rendszer ezen előnyei miatt a termésbiztonság magasabb, így elterjedt termesztési módszer. A vándorfóliákon belül az "olasz típusal" számoltunk, ennek a pontos paramétereit: 5m-es szélesség, 3,3m-es magasság, 1,5m-es oszlopmagasság. A kápia típusú paprika termesztésénél általánosan alkalmazott az (50+90) x 35-40 cm-es tenyészterület [4]. Ebből következik, hogy egy-egy fóliaalagútban 3 sor csepegtetőcső szolgáltatja a vizet, az ikersoroknak. A tárolótartály méretezésénél figyelembe kell venni, hogy magasabb, és nagyobb tartállyal kedvezőbben kihasználható a szoláris energia, viszont jelentősen nőnek a létesítés költségei. Ezért a modellben a tartály csak a vízhozam minimális pufferelésére szolgál 8m³ (egy 32 m³-es tartály létesítése már több millió forint). A csepegtetőrendszert úgy kell méretezni, hogy 0,45 bar nyomáson a tartályba áramló vízzel azonos, vagy közel azonos mennyiségű vizet adjon le. Ekkora nyomás mellett 150 l/óra/100m vízhozammal terveztünk.

A napelemes Ps 150 típusú 450Wp teljesítményű szivattyú, ezen adatok alapján 6587,5 m²-es területet képes ellátni (1. ábra). A nyomás egyenletes eloszlása miatt, és a minél kisebb nyomásigény miatt, törekedni kell arra, hogy a gerincvezetékől számított csepegtető csövek hossza, kevesebb legyen, mint 100m. A gerincvezetékét középen helyeztük el, így a csepegtetőcsövek maximum 25m hosszúak, ami elősegíti a kisnyomáson való biztonságos működést. A fóliaterületet pedig 14, egyenként 5 m széles, 95m hosszú, középen gerinccel, és egy úttal kettéosztott olasz típusú vándorfólia alkotja. Egy-egy fóliában 3 sor csepegtető helyezkedik el, ami táplálja a kápia paprika ikersorait. A kutat a gerinc vezeték felénél helyeztük el. A kúthoz közel kell létrehozni a puffertartályt, ezt egy kertészetekben bevált saválló üvegszálás műanyag tartályból, és egy ehhez épített állványzatról lehet felépíteni. Az állványzatot minimum 4,5 m magasra kell építeni. A tartály előnye hogy rajtuk a napelemeket el lehet helyezni, így nincs szükség külön tartóoszlopra.



1. ábra Lorentz Ps 150 szolár szivattyú vízhozamához tervezett elméleti modell. Területe: 6587,5 m²

A szivattyút egy biztosítókötél segítségével kell leengedni, a fejnek 5/4-es csatlakozása van, erre egy egyszerű KPE csövet kell kapcsolni, és az elektronikai kábellel egyetemben kell leereszteni. A szivattyú vezérlőegysége a felszínen marad, a szárazon futás, zárlat védelme megoldott. Szabályozni lehet, a motor indítófeszültségét (célszerű csak minimumot szabni). A tartályokban elhelyezett vízszint kapcsoló segítségével egyszerűen lehet szabályozni a szivattyút. A napelemeknek D, DK irányban kell állniuk, a nyári periódusban 30°- 40°-os szögben, ez a szög júliusban optimálisan 25°. A szivattyú ötévente igényel karbantartást, a napelemet néha meg kell tisztítani a portól. A rendszer teljesen automatizálható az üzemanyagot és kenőolajat nem kell folyamatosan pótolni. Ezzel csökken a személyi jellegű költség. A szűrőt a szivattyú és a tartály közt kell elhelyezni, valamint a tartályban a kiömlőnyílás csövét kicsit magasabban kell építeni így az üledék, nem kerül a rendszerbe.

4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

4.1. Az elméleti modell éves vízigényének, csepegtetőhosszának, vízhozamának, napi vízigényének számítása

Az éves vízigény a kápia típusú paprikánál 7000 m³/ha, ebből következik, hogy 6587,5m² területen az éves vízigény: 7000 x 0,65875 = 4671,12 m³.

A csepegtető hossza pedig a fóliasátrak darabszáma szorozva a három sor csepegtetővel fóliánként, szorozva a sorok hosszával, vagyis: 14 x 3 x 95m = 3990 folyóméter.

A csepegtető óránkénti kifolyása 150 l /100m. A terület csepegtetőcsöveinek az összes vízhozama ebből következően, 3990 x 150 l = 5, 98m³. A fotovoltaikus szivattyú óránkénti vízhozama közel azonos.

A napi vízigény hőségben 4,5 l/m²/nap. A rendszer napi vízigénye ebből következően 6587,5 m² x 4,5 l = 29, 64 m³/ nap. A fotovoltaikus szivattyú napi vízhozama azonos, vagy magasabb.

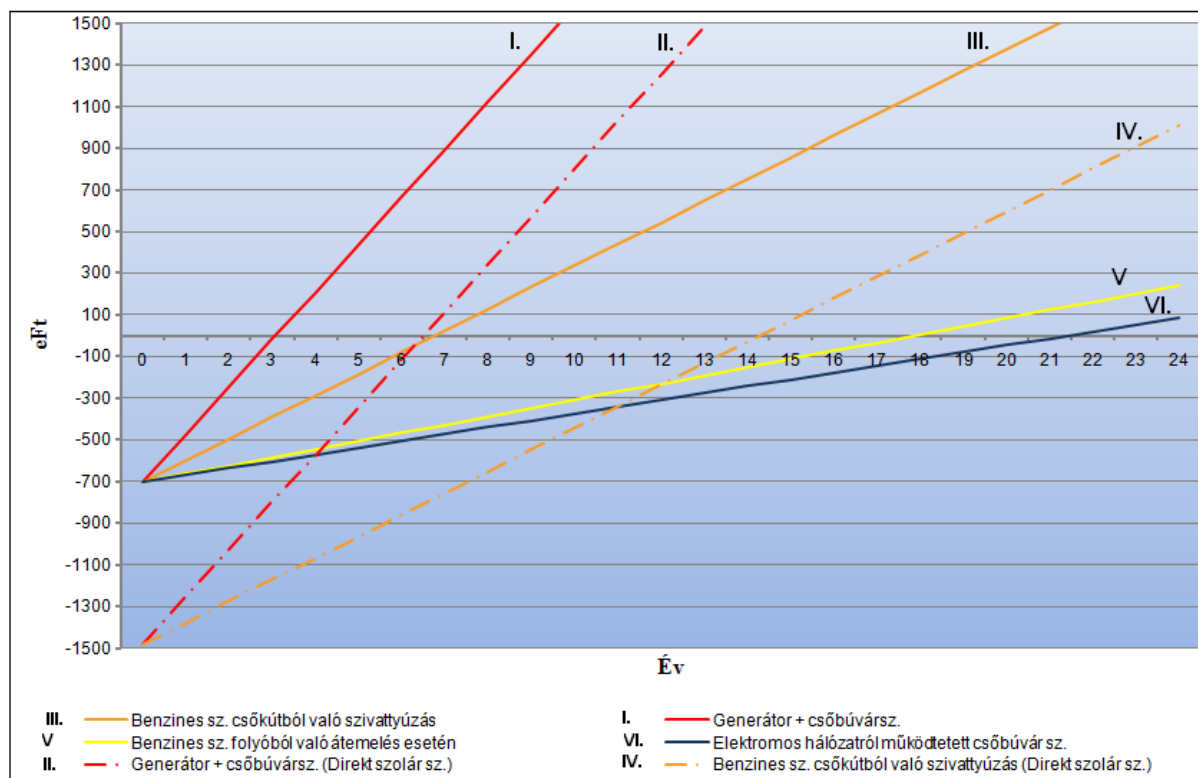
4.2. Megtérülési idő számítása

A napelemes szivattyú megtérülésének idejének számításához egy egyenértékszámot, kell képezni. Az egyenértékszámából és az üzemanyag árából meghatározható az alternatív rendszer megtérülési ideje.

Egyenértékszám = az adott körülmények között kivett víz / a kivételhez szükséges benzin (gázolaj vagy egyéb üzemanyag).

4.3. A bekerülési költségek és megtérülési idők elemzése

A tartállyal pufferolt szolár szivattyúrendszer bekerülési költsége kisebb, mint a direkt kapcsolt szolárrendszeré, ezért csak akkor érdemes a direkt kapcsoltat alkalmazni, ha a könnyebb áttelepíthetőség, nagyobb nyomás miatt erre van szükség.



2. ábra Megtérülési idők a különböző fajtájú szivattyúk kiváltása esetén, tartállyal pufferolt szolár szivattyú, és direkt kapcsolt szolár szivattyú esetén.

Mindkét rendszer esetén a benzines áramfejlesztővel hajtott, kutaknál használt csőbúvár szivattyúk kiváltása esetén indokolt a szolár szivattyúk használata (2. ábra). A folyókból, öntözőcsatornákból benzines szivattyúval való vízátételés esetében hosszú a megtérülési idő. A leghosszabb a megtérülési idő, ha az elektromos hálózatról működtetett szivattyúkkal hasonlítjuk össze a szolár szivattyút.

5. KÖVETKETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- Jelenleg a villamos hálózatra kapcsolt szivattyúkkal szemben, csak a halastavak, vagy más folyamatos működtetésű rendszerek esetén lehetséges, a szolár szivattyúk elfogadható időn belüli megtérülése. A kertészeti alkalmazásokban a szolár szivattyúk, a költségek tekintetében nem vehetik fel a versenyt, az elektromos hálózatról működtetett szivattyúkkal.
- A benzines szivattyúk, és aggregátorral működtetett elektromos búvárszivattyúk esetén a költségeket tekintve a szolár szivattyúk már most versenyképesek. Jelentős tényező a teljes automatizálhatóság, ami jelentősen csökkentheti az öntözés személyi jellegű költségeit. Hátránya a rendszereknek, hogy a technológia nagyban függ a napsütés erősségétől.
- A direkt kötött szivattyúk előnye, hogy nyomásuk nagyon egyenletes az akkumulátoroknak és a nyomásszabályozónak köszönhetően, valamint nagyobb nyomást képesek elérni, így nem csak csepegtetőszalagos öntözésre, hanem más mikroöntözési módra is alkalmasak lehetnek.
- A víztartállyal puffertolt szolár szivattyúrendszer költségeit csökkenthetik a kedvező domborzati adottságok, a magasan lévő pontok, amelyekre el lehet helyezni a tartályt, kimondott ilyenek a szőlészetek. A tartály költségei a nyomásigénnyel arányban nőnek, így ezt a rendszert a kisebb nyomásigényű csepegtetőszalagok esetén érdemes alkalmazni.
- A hibrid rendszer, benzines szivattyú és szolár szivattyú párhuzamos alkalmazása akkor meggondolandó, ha a kertészet a már meglévő szivattyúit váltaná ki fotovoltáikkal, ilyen esetben legnagyobb a vízbiztonság.
- A szolár szivattyúk alkalmazásánál, mind a növény vízigénye, mind a szivattyú teljesítménye összefüggésben van a globálsugárzással, a két tényező bizonyos pontig kiegyenlíti egymást.
- Minél inkább alkalmazkodik az adott fajtájú növény vízigénye a hazai globálsugárzáshoz, annál inkább a fotovoltáikus lesz a leggazdaságosabb rendszer. A vízigény növényfajonként, és fajtánként, valamint fejlődési állapotoként is eltérő, érdemes lehet a jövőben megvizsgálni az adott növény vízigényét heti, havi, napi lebontásban, valamint a besugárzási értékeket ezzel párhuzamosan. Ezek döntő fontosságúak lehetnek a napelemes rendszerek kihasználtságában. A bekerülési költségek nagyobbak, a napelemes, vagy a hibrid rendszer esetében, ezért a nagy hozzáadott értéket produkáló növények esetében alkalmazhatunk ilyen rendszert.
- Érdemes megjegyezni, hogy a jelenlegi tendencia, a napelem árának csökkenését mutatja. Az üzemanyag árak drágulása miatt aktuálissá válnak a tárgyalt öntözési kérdések.
- A napelemes szivattyúk alkalmazása különböző mértékben, de csökkenti a széndioxid kibocsátást, ami elősegíti az egészséges termékek előállítását, az egészséges környezet fenntartását.

6. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **THOMAS, M.**, Water pumping: The Solar Alternative Photovoltaic Systems Design Assistance Center, Scandia National Laboratories. – U.S. Government Printing Office, Albuquerque. 1996., 67. p
- [2] **BALOGH, J., GERGELY I.**, A csepegtető öntözés alapelvei. – Mezőgazdasági kiadó Budapest, 1988., 226. p.
- [3] **FOLEY, G.**, Photovoltaic Applications in Rural Areas of Developing World – World Bank, Washington, 1995., 79. p.
- [4] **DUDÁS, L., HODOSSY, S.**, Kápia típusú étkezési paprika vándorfóliában történő termesztése. Agrofórum 2010. február. 96 – 99 p.
- [5] **GRUNDFOS HUNGÁRIA, SQF 5A-7** leírás, 4"- os SQF centrifugálszivattyú kis emelőmagasságokra és nagy térfogatáramokra. Cikkszám: 95027342 Grundfos CAPS Support Pages, Dánia, Bjerringbro 5.p.