



ERASMUS PLUS EUBILD UNAKLIM
2016-1-DE02-KA204-003254



Európai környezet-, természet-, és éghajlatvédelmi oktatási koncepció a határokon átnyúló fenntartható fejlődés megőrzése érdekében

**Dr. Stelian NISTOR, Dr. Susanne RAHNER, Ilona WINTER,
Prof. Dr. Michael HARTMANN, Jürgen WEINREICH, Marta MRAZ,
Alexandra KASTELEWICZ, Mihnea DUMITREAN**



NAPENERGIA KÉZIKÖNYV

**ORADEA (NAGYVÁRAD)
2018**

1. Napenergia. A Nap működésének megértése

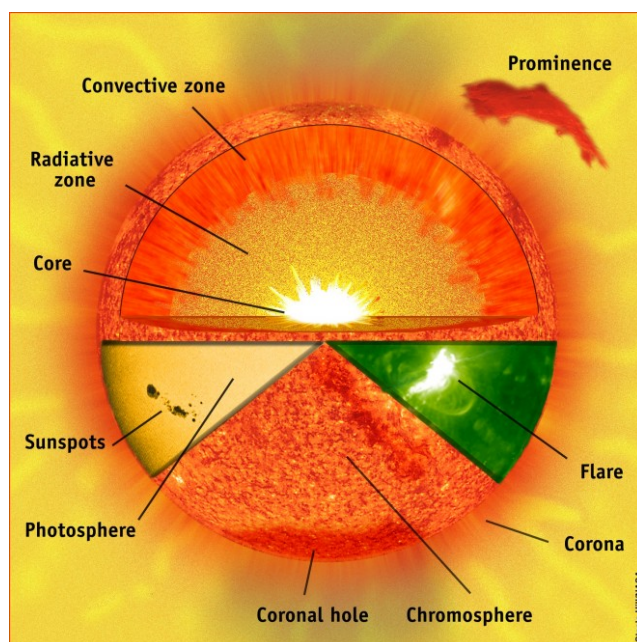
1.1 Hő és fény

A nap (1. ábra) egy hatalmas fúziós reaktor. A "fúzió" szimplán azt jelenti, hogy a hidrogénatomok héliummá alakulnak. Erre a nap a nagyon magas hőmérséklet miatt képes. A nap azért meleg, mert a fúzió során nagy mennyiségű hő kerül kibocsátásra. Ez az oka annak, hogy a fúziót láncreakciónak nevezzük. Az energia a hidrogén fúziós, elsősorban proton proton (pp) cikluson keresztül történő héliummá alakulásából ered (Severino G., 2017).

A nap belsejében zajló fúzió másodpercenként 508 millió tonna hidrogént 504 millió tonna héliummá alakít át. A fennmaradó 4 millió tonna anyag energiává alakul, így a nap maghőmérséklete rendkívül meleg. Ahogy azt már Albert Einstein is felfedezte, nagyon kis mennyiségű anyag nagyon nagy mennyiségű energiává alakul át. Egy uncia fúzióval energiává alakított anyag képes egy egész évig energiával ellátni otthonunkat és autónkat. Plusz még ötezer más ember otthonát és autóját.

A nap által sugárzott energia előnyösebb, mint más energiaforrások, mivel bőségesen rendelkezésre áll és ez évmillióig nem fog megváltozni (West M., 1993).

Mi a forrása a nap energiájának? Ez egy fontos kérdés, mivel a napsugárzás és a hő jelenti a földön (majdnem) minden élet alapját. A napfény a növényeket fotoszintézis útján látja el energiával, az állatok pedig növényeket fogyasztanak. Szinte minden mikroszkopikus életforma (baktériumok, protozoa stb.) a napfény energiájának



köszönhetően él.

1. ábra A Nap szerkezete

(forrás, <http://www.thesuntoday.org/the-sun/solar-strukture>)

Convective zone	Konvektív zóna
Radiative zone	Sugárzási zóna
Core	Mag
Sunspots	Napfoltok
Photosphere	Fotoszféra
Coronal hole	Koronális lyuk
Chromosphere	Kromoszféra
Corona	Korona
Flare	Fler

Prominence	Protuberancia
------------	---------------

1.2 Felületi hőmérséklet

Tudjuk, hogy a nap egy 1400000 km átmérőjű gömb, hogy külső területeit forró gázok, főként hidrogén és hélium alkotja, valamint, hogy felületi hőmérséklete körülbelül 6000 Celsius fok (körülbelül 11000 Fahrenheit). Bármilyen felület hőt és fényt generál ezen a hőmérsékleten. Egy elektromos tűzhely vagy egy kenyérpirító sütő fűtőteste például nem éri el a 6000°C-t, de bekapcsoláskor "vörösen izzik"; hőt és vörös fényt bocsát ki. Ha a hőmérsékletet 6000°C-ra növelhetnénk „fehéren izzának” és fényt bocsátának ki, csakúgy, mint a nap. Hasonlóképpen a tűz is olyan gáz, melynek hőmérséklete elég magas ahhoz, hogy hőt és fényt bocsátson ki (Goga N., 2010)

Tehát a kérdés valójában nem az, hogy honnan jön a hő és a fény, hanem az, hogy honnan van elegendő energia ahhoz, hogy a nap felszíni hőmérséklete folyamatosan 6000 fokos legyen?

Egy 18. és 19. században, az elektromos készülékek feltalálása előtt élő tudós számára a napenergia megértésének legjobb módja minden valószínűséggel a tűzzel való összehasonlítás lenne. Amikor valami ég, kémiai reakció zajlik le az anyag és a levegőben található oxigén között. Anélkül, hogy tudnánk, milyen anyagokból áll a nap, azt feltételeznénk, hogy valamilyen kémiai reakció zajlik le, amely hőt termel és melegen tartja a napot. A következő kérdés az lenne, hogy mennyi időbe telik, míg az égő anyagok elfognak és kandallóban égő faként kialszanak?

1.3 A nap élettartama

Nem nehéz megközelítő választ adni erre a kérdésre, mivel ismerjük a nap tömegét. A tömeg kiszámítása a gravitáció egyetemes törvénye és a bolygók ismert pályái alapján történik. Feltételezve, hogy a tömeg egésze például szén, a nap élettartama körülbelül 50 000 évesre számolható ki. Bármilyen kémiai égés egy élettartamhoz vezet az adott általános tartományban (Bland P., 2004).

Azonban a tizenkilencedik századi geológusok úgy vélték, hogy a föld 100 millió éves, vagy akár idősebb is lehet. Ezek a számítások hozzávetőlegesek voltak, de ésszerű feltételezéseken, például a só tengerben való lerakódásának módján, valamint a tengeri üledék kontinensekké alakulásának módján alapultak. (Például, ha azt feltételezzük, hogy az óceánok összes sóját folyók szállították oda és képesek vagyunk lemérni a folyók jelenlegi sószállítási mértékét, ki tudjuk számítani, hogy hány évig tart az óceánokban megtalálható sómennyiség felgyülemelése.) Mivel a föld a nap körül kering, nehéz azt feltételezni, hogy bolygónk idősebb a naptól. Így a nap, mint kémiai tűz, nem volt elfogadható (<http://academic.brooklyn.cuny.edu/physics/sobel/Nucphys/sun.html>)

1.4 Gravitációs energia

1850-ben Hermann von Helmholtz fizikus egy elmélettel állt elő, mely szerint a napenergia forrása a gravitáció, tehát az az univerzális gravitációs erő, amelyet a nap minden része az összes többi részre gyakorol (Cahan D., 2004). Láthatjuk, hogy a gravitáció energiát hozhat létre egy tárgy elengedésekor, pl. amikor úgy döntünk, hogy kiengedünk a kezünkől egy baseball labdát és hagyjuk a földre esni. Mozgási energia (kinetikus energia) keletkezik, mivel a labda lefelé gyorsul. Ha a napot hatalmas gázgömbként képzeljük el, akkor a gáz minden atomjára hatást gyakorol a gömb középpontja, így minden atom a középpont felé „esik”. Amikor ez megtörténik, összeütköznek más atomokkal, így mozgásuk energetikus, de véletlenszerű. Az atomok

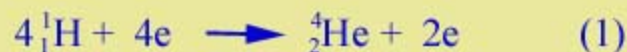
gyors és véletlenszerű mozgása magasabb hőmérséklettel jár. Tekintve a nap energiatermelésének ismert sebességét, Helmholtz meg tudta becsülni, hogy mennyi ideig képes a nap tömege ezzel a módszerrel energiát termelni. Az élettartamot körülbelül 20 millió évre becsülte, tehát sokkal hosszabbra, mint a kémiai égésen alapuló becslés, és közelebb került a föld akkoriban becsült korához.

Milliárd évek, a több millió év nem elég hosszú idő. A naprendszer, a nap és a bolygók korának legjobb becslése ma a 4,6 milliárd év. Radiometrikus kormeghatározásból tudjuk, hogy vannak olyan sziklák, amelyek mintegy 4 milliárd évvel ezelőtt keletkeztek, valamint, hogy korai mikroorganizmusok már közel 3,5 milliárd évvel ezelőtt léteztek. A gravitáció tehát nem magyarázza a nap energiaforrását.

1.5 Nukleáris reakciók

A kérdés végül a huszadik század elején az atommag (1911) felfedezésével, a *nukleáris reakciók* feltárásával (1920-as évek) és Einstein *relativitáselméletével* (1905) tisztázódott. Egy hagyományos nukleáris reakcióban több szubatomi részecske lép egymással kölcsönhatásba és több (esetlegesen különböző) részecske keletkezik. Számos reakció zajlik a napban, melyeknek végeredménye a következő részecskék kombinációja.

Hidrogén égetés



A reakció bal oldala négy protont és négy elektront, tehát négy hidrogénatomot mutat. A hidrogén a természetes kiindulási pont, mivel a nap nagy részét (és a csillagokét is) hidrogéngáz képezi. A hidrogén a legegyszerűbb elem, ezért ésszerű feltételezni, hogy primitív állapotban az univerzum nagy része hidrogén. A végeredmény hélium, amelyről tudjuk, hogy a nap második leggyakoribb eleme. A héliumot gyakran "égő hidrogénnek", a hidrogént pedig "üzemanyagnak" nevezik, de tudni kell, hogy a reakció nem olyan égés, mely például szén vagy fa és oxigén között fellépő kémiai reakció. Nukleáris reakcióról van szó (Green SF, Jones MH, 2004).

1.6 Energiává alakított tömeg

Ennek a reakciónak a bekövetkezésekor energia keletkezik, mert a jobb oldali részecskék össztömege kisebb, mint a bal oldali részecskéké. Nem csak arról van szó, hogy jobb oldalon kevesebb az elektronok száma. A legfontosabb különbség az, hogy a héliummag (${}^4_2\text{He}$) tömege lényegesen kisebb, mint a bal oldali négy proton össztömege. Ez a *kötési energiának* egy példája: A ${}^4_2\text{He}$ két protonból és két neutronból áll, de a tömege kisebb, mint két proton és két neutron össztömege.

Mivel a bal oldali tömeg nagyobb, mint a jobb oldali, a reakció bekövetkezésekor tömegkülönbség $\cdot c^2$ mértékű energia keletkezik. Ennek az energiának két formája van: a részecskék mozgásának energiája a napban és *gamma sugarak*.

1.7 Proton-proton ciklus

Az (1) egyenlet valójában több alapvető reakciósorozat nettó terméke. Az (1) egyenlet folyamatát proton-proton ciklusnak nevezik, mivel két proton kölcsönhatásával kezdődik.

A nagyobb magok kisebb magokból való felépítését fúzióknak nevezzük és a napban lezajló szekvencia is hasonlít (de nem azonos) azokhoz a *fúziós reakciókhoz*, amelyeket a földön lehetséges elektromos energiaforrásként vizsgálnak (Severino G., 2017).

1.8 Az alfa-részecske kötési energiája

Miért gyárt az univerzum (a nap és a csillagok) ennyi erőfeszítéssel 4He -t? A válasz az, hogy a proton-proton ciklusban részt vevő különböző kis magok közül a 4He a legerősebb kötődés. Kötési energiája viszonylag nagy, és ez azt jelenti, hogy ha a természet 4He -t hoz létre, nagy mennyiségű energia szabadul fel. A ciklus minden részében felszabadul valamennyi energia, de a legtöbb az utolsó lépésben, amikor 4He jön létre.

1.9 Gravitációs összeomlás

A nap eredetét leíró modell egy hidrogéngáz felhőt feltételez, amely saját öngravitációja által (Helmholtz elméletéhez hasonlóan) elkezd összeomlani és forróvá válik. Ugyan ez nem lehet a napenergia több milliárd évig tartó energiatermelésének mechanizmusa, kiváltó vagy beindító mechanizmusként funkcionálhat (O'Keefe M., Pike K., 2004).

1.10 Forró plazma

A felhő összeomlik és magas hőmérsékleten gázplazmává válik. A hidrogénatomok protonokra és elektronokra különülnek el és ezek a részecskék véletlenszerűen mozognak. A hőmérséklet a felhő közepében a legmagasabb, ott a protonok olyan erőteljesen mozognak, hogy elindul az egyenletben leírt reakció és a proton-proton ciklus.

1.11 Egyensúly

Ezek a folyamatok a felhő közepében zajlanak, ahol a hőmérséklet körülbelül 10000000 fok. Ezen a hőmérsékleten a nap eléri az egyensúlyi állapotot, amikor ezekből az "égő" gázokból kifelé irányuló nyomás kiegyenlíti az anyagot befelé húzó gravitációs erőt. A központi részben termelt energia folyamatosan kifelé mozog, így az egész nap meleg marad. A külső részek sokkal hűvösebbek, mint a központiak, de elég melegek ahhoz, hogy az energiát az űrbe sugározzák a Földre jutó hő és fény formájában (Green SF, Jones MH, 2004).

1.12 A nap élettartama

A nap mintegy 10 milliárd évig maradhat ebben a kiegyensúlyozott állapotban. 4,6 milliárd éves korát tekintve feltételezhető, hogy körülbelül 5 milliárd évünk van még. A nap végül a központban lévő hidrogén nagy részét felhasználja és haldokló szakaszba kerül.

A csillagok A proton-proton ciklus nemcsak a napot, hanem a közepes és kis tömegű csillagok többségét is táplálja. A Napnál nagyobb csillagok egy bonyolultabb reakciósorozaton keresztül termelnek energiát, de a végeredmény ugyanaz, mint az (1) egyenletben, azaz héliummá alakuló hidrogén (Tyson N., 2017).

1.13 Napsugárzás

Gyakran napenergia-erőforrásnak nevezik, a nap által kibocsátott elektromágneses sugárzás általános fogalma. A napsugárzást többféle technológiával lehet hasznosítani és felhasználható energiaformákká, például hő- és villamosenergiává alakítani. Ezeknek a technológiáknak a technikai megvalósíthatósága és gazdaságos működtetése az adott helyen rendelkezésre álló naperőforrástól függ (<https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-radiation-basics>).

A Föld minden pontja legalább az év egy részében napfényt kap. A földfelszín bármelyik pontjára eljutó napsugárzás mennyisége az alábbiak szerint változik:

- i. Földrajzi elhelyezkedés
- ii. Napszak

- iii. Évszak
- iv. Helyi tájkép
- v. Helyi időjárás

Mivel a Föld kerek, a nap különböző szögekben érkezik a felszínre, 0° -tól (közvetlenül a horizont felett) 90° -ig (közvetlenül felülről). Amikor a napsugarak függőlegesek, a Föld felszíne minden energiát megkap. Minél ferdebben érkeznek a napsugarak, annál hosszabb ideig haladnak át a légkörön, így egyre szétszórtabbá és diffúzabbá válnak. Mivel a Föld kerek, a jeges sarki régiók soha nem kapnak magasról érkező napsütést, az elfordult forgástengely miatt pedig ezek a területek az év folyamán egyáltalán nem kapnak napfényt.

A Föld ellipszis pályán forog, és az év egyik szakaszában közelebb van a naphoz. Amikor a nap közelebb van a Földhöz, a Föld felszíne valamennyivel több napenergiát kap. A Föld akkor van közelebb a naphoz, amikor a déli féltekén nyár van, az északon pedig tél. A hatalmas óceánok jelenléte azonban mérsékeli a melegebb nyarakat és a hidegebb teleket, amelyeket a nagy különbség miatt várhatnánk a déli féltekén.

A Föld forgási tengelyének $23,5^\circ$ -os dőlésszöge jelentősebb tényező az adott hely napsütöttségének meghatározásakor. A dőlés az északi féltekén a tavaszi (vernális) egyenlőtlenségtől az őszi egyenlőtlenségig hosszabb napokat eredményez, a déli féltekén pedig a maradék 6 hónapban okoz hosszabb napokat. A napok és éjszakák pontosan 12 óra hosszúak a napéjegyenlőség napján, amely minden évben március 23-ára és szeptember 22-ére esik.

A nap felel a föld energiájának egészéért. A növények a napsugarakat alkotják táplálékká. A több száz millió évvel ezelőtt elhalt növények alkotják a ma használt szenet, olajat és földgázt. A napenergia leggyakrabban napelemek felhasználásával kerül begyűjtésre. Természetesen a napenergia szoba fűtésére és megvilágítására is használható megfelelő tájolású ablakok segítségével. A napenergiát ruhák szárítására is használhatjuk. Az elektromos készülékek napenergiával való áramellátásához napelemeket használunk(<https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-radiation-basics>).

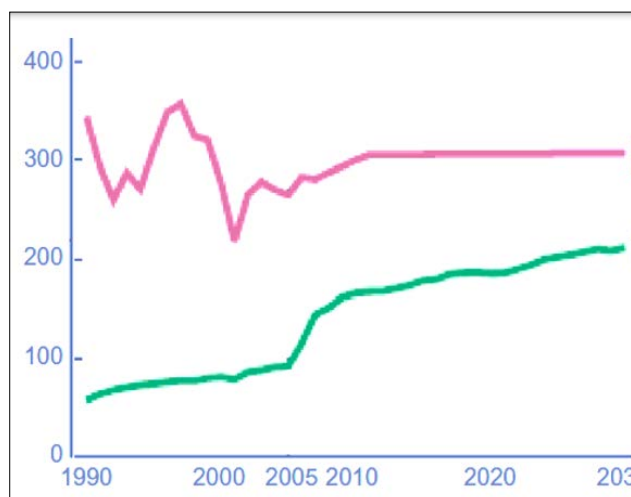
1.14 Napenergia - alapelvek

A napenergiát a nap által kibocsátott fény és hő termeli elektromágneses sugárzás formájában.

A mai technológiáknak köszönhetően képesek vagyunk ezt a sugárzást felfogni és használható formává alakítani - például fűtés vagy villamos energia.

A napenergia a nap fúziós reakciója a folyamatos energiatermelésen belül. A Föld pályáján az átlagos napsugárzási intenzitás 1367 kW/m^2 . A Föld egyenlítőjének körvonala 40000 km , így kiszámíthatjuk a föld által fogadott energiát: $173\,000 \text{ TW}$. Tengerszinten a szabványos csúcsintenzitás 1 kW/m^2 , a földfelszínen az éves átlagos sugárzási intenzitás 24 órája $0,20 \text{ kW/m}^2$, vagyis körülbelül 102000 TW energia. Az emberek a napenergiára támaszkodnak a túlélés érdekében, beleértve a megújuló energia minden más formáját (kivéve a geotermikus erőforrásokat). Ugyan a naperőforrás a bolygón élő emberek szükségletének tízezerszeresét fedezi, a napenergia sűrűsége alacsony, továbbá befolyásolja a hely és az évszak, ami a napenergia fejlesztésének és hasznosításának egyik fő problémája (Tiwari G, 2005).

A világgazdaság és a népességnövekedés miatt egyre inkább növekszik a megújuló energiaforrások ezen ágazatára gyakorolt nyomás. A 2. ábra a megújuló energiaforrásokból nyert villamosenergia előrejelzését mutatja 2030-ig (Maican E., 2015).



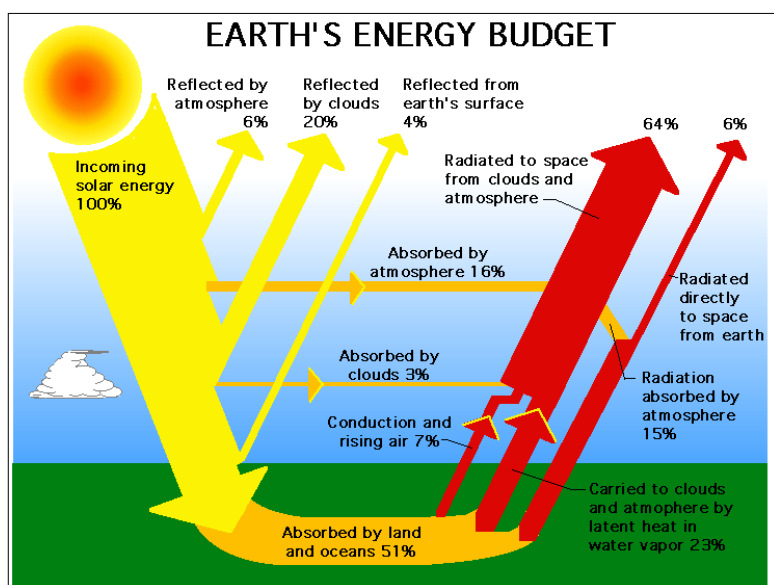
2. ábra A megújuló energiaforrásokból származó energia alakulása 2013-ig, milliárdban KWHS, piros vonal - vízenergia, zöld vonal - megújuló energia, (forrás, Maican E., 2015)

1.14.1 Elérhető napenergia

Sajnálatos, hogy voltak olyan idők, amikor az emberek nem értékelték és értékelték a Nap hozzájárulását az emberi faj túléléséhez. (Newton D.E., 2015).

A napenergia használatának technikai megvalósíthatósága és gazdaságossága attól függ, hogy mennyi napfény (napsugárzás) van azon a területen, ahol a szolár fűtőtestet vagy napelemet el szeretné helyezni.

A Föld minden pontja legalább az év egy részében napfényt kap. „az év egy része” arra a tényre utal, hogy az északi és déli sarki sarkak mindegyike teljes sötétségben van az év néhány hónapjában. A napsugárzás használatakor figyelembe kell venni a rendelkezésre álló napfény mennyiségét.



3. ábra A Föld energiamérlege
(forrás, <https://marine.rutgers.edu/cool/education/class/yuri/erb.html>)

EARTH'S ENERGY BUDGET	A FÖLD ENERGIAMÉRLEGE
Reflected by atmosphere 6%	Légkör által visszatükrözött 6%
Reflected by clouds 20%	Felhők által visszatükrözött 20%
Reflected from earth's surface 4%	A föld felszínétől visszatükrözött 4%
Incoming solar energy 100%	Bejövő napenergia 100%
Radiated to space from clouds and atmosphere	A felhőkből és a légkörből az űrbe sugárzott
Absorbed by atmosphere 16%	Légkör által elnyelve 16%
Absorbed by clouds 3%	Felhők által elnyelve 3%
Conduction and rising air 7%	Vezetés és felemelkedő levegő 7%
Absorbed by land and oceans 51%	Föld és óceánok által elnyelve 51%
Radiated directly to space from earth	Földről közvetlenül az űrbe sugározva
Radiation absorbed by atmosphere 15%	Légkör által elnyelt sugárzás 15%
Carried to clouds and atmosphere by latent heat in water vapor 23%	Vízgőzben lévő latens hő által felhőkbe és atmoszférába vezetve 23%

Van azonban néhány más tényező is, amelyet meg kell vizsgálni a napenergia életképességének meghatározásakor egy adott helyen. Ezek a következők:

A nappali és éjszakai időszak a Föld forgásának köszönhető, de az évszak a Föld forgási tengelyének és a Föld nap körüli pályájának köszönhető. A föld forgási tengelye $23^{\circ}27'$, amely saját északi és déli pólusain keresztül naponta nyugatról keletre forog. A Föld forgása okozza a nappalokat és az éjszakákat, így a Föld óránkénti forgása 15° . Emellett a Föld egy enyhén elliptikus pályán kerüli meg a napot egy év alatt. A Föld forgási tengelye és a föld pályája között bezárt szög mindig $23,5^{\circ}$ volt. A Föld forgása változatlan marad, a forgási tengely mindig a Föld északi sarkára mutat. Amikor a Föld a pályájának egy másik pontján van, ahol más a Földre vetített napfény, megváltozik az évszak. Minden nap délben van legmagasabban a nap. A trópusi, alacsony szélességű régiókban (az északi és déli $23^{\circ}27'$ szélesség közötti régiók), a napfény minden évben két függőleges előfordulást mutat a magasabb szélességi fokokon, a nap mindig az egyenlítő irányának közelében van. A Sarkvidéki és Antarktisi régiókban (az északi és déli féltekén nagyobb, mint $90^{\circ} - 23^{\circ} 27'$), télen a nap hosszú ideig a horizont alatt van.

1.15 Diffúz és közvetlen napfény

Mivel a napfény áthalad a Föld légkörén, egy része abszorbeálódik, szétszóródik és tükröződik.

A napfény két részből áll - közvetlen napfényből és diffúz napfényből. A napsugárzás áthalad a légkörön és eléri a földet, a légkör molekulái, a vízgőz és a por miatt, valamint a napsugárzás abszorpciója, visszaverődése és szétszóródása miatt nemcsak a sugárzás intenzitása csökken, hanem a sugárzás iránya is spektrális eloszlás is megváltozik. Ezért a talajra érkező tényleges napsugárzást általában két elem, a közvetlen és diffúz napfény okozza. A közvetlen napfény közvetlenül a naptól érkező sugárzás, melynek iránya nem változott meg; A diffúzió a napsugárzás irányának megváltozása utáni reflexió és szórás a légkörben, amely három részből áll: szórás körüli napsugárzás (a nap felszíne az égbolton), horizont körkörös szórás (horizont kör az égbolton) és egyéb égbolti diffúz sugárzás. Ezenkívül a nem vízszintes sík a talajról visszaverődő sugárzást is átveszi. A közvetlen, a diffúz és a visszaverődő napfény a teljes globális napfény összege. Lencse vagy reflektor is használható a közvetlen napfény összpontosítására. Ha a kondenzátor értéke magas, akkor nagy energiasűrűség érhető el, de diffúz napfény veszteségre kerül sor. Ha a kondenzátor értéke alacsony, a diffúz napsugárzás egy része is begyűjthető. A diffúz napfény nagyon változatos, felhőtlen égbolt

esetén a diffúz napfény a teljes napfény 10%-a. Ha az égboltot sötét felhők borítják és a nap nem látható, a teljes napfény értéke megegyezik a diffúz napfény értékével. Ezért a poli-típusú kollektor általában jóval hatékonyabban gyűjti össze az energiát, mint a nem poli-típusú kollektor. A visszaverődő napfény általában gyenge, de ha a talajon hóréteg található, a függőlegesen visszaverődő napfény akár a teljes napfény 40%-a lehet (<https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-radiation-basics>).

1.16 Napfény és napenergia mérése

A tudósok a napfény mennyiségét az egyes helyszíneken az év különböző időszakaiban mérik. Ezek alapján képesek megbecsülni a napfény mennyiségét, amely ugyanazon a szélességi körön található, hasonló éghajlati viszonyú és feltételekkel rendelkező régiókat éri.

A mért napenergia rendszerint „vízszintes felület teljes sugárzásaként” vagy „a napot követő felület teljes sugárzásaként” kerül kifejezésre. Az utóbbi esetben az a feltételezés, hogy a felhasznált napelem automatikusan követi a napot. Tehát a napelemet egy követő eszközre szereljük fel úgy, hogy a panel egész nap megfelelő szöget zárjon be a nappal. Az ilyen rendszer elsősorban ipari körülmények között használatos.

1.16.1 Napenergia mérések

A napelemes (fotovoltaikus) rendszerek sugárzási adatai (az adott helyen rendelkezésre álló napenergia-mennyiség) gyakran kilowatt-óra/négyzetméter (kWh/m²) mértékegységben kerülnek feltüntetésre. A napenergia közvetlen becslése „watt/négyzetméter” (W/m²) mértékegységben fejezhető ki (<https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-radiation-basics>).

A napkollektoros vízmelegítési és térfűtési rendszerek sugárzási adatait általában brit hőegységben fejezzük ki (Btu/ft²).

2. NAPELEMEK

A napelem egy olyan eszköz, amely a napenergiát villamos energiává vagy hővé alakítja át. A napelemek úgy is elkészíthetők, hogy a napenergia két védőpanel közötti szilícium réteget gerjessze. Az így gerjesztett atomok elektronjai elektromos áramot képeznek, amely külső eszközök által igénybe vehető. A napelemeket több mint száz évvel ezelőtt használták vízmelegítésre. A napelemek egy különleges kialakítású tükörrel is el lehetnek látva, amely a fényt egy olajcsőre összpontosítja. Az olaj felmelegszik és vízen halad át, amely ennek hatására azonnal felforr. Gőz keletkezik, mely egy turbinát forgat és áramot generál.

2.1 Napelemek működése

A napelemek alapeleme a tiszta szilícium. A szennyeződések eltávolításakor a szilícium tökéletes semleges közeget képez az elektronok továbbításához. A szilícium természetes állapotában négy elektront hordoz, de nyolc elektronra van hely. Ebből kifolyólag a szilíciumnak még négy elektronra van helye. Ha egy szilícium atom egy másik szilícium atommal érintkezik, mindegyikük átveszi a másik atom négy elektronját. A nyolc elektron megfelel az atomok igényeinek, erős kötés jön létre, azonban nincs pozitív vagy negatív töltés. Ezt az anyagot a napelemek lemezein használják. Napelem szilíciumból és egyéb, pozitív vagy negatív töltésű elemekből is létrehozható.

A foszfor például öt elektront képes átadni más atomoknak. Ha a szilíciumot és a foszfort kémiaileg kombinálják, az eredmény nyolc stabil elektron, valamint egy további szabad elektron. A szilíciumnak nincs szüksége szabad elektronra, de nem hagyhatja azt el, mert másik foszforatomhoz kapcsolódik. Ezért ez a szilícium- és foszforlemez negatív töltésűnek tekintendő.

A villamosenergia áramlásához pozitív töltést kell létrehozni. A szilícium és a például csak három elektront kínáló bór együttesen pozitív töltést hoz létre. A szilícium- és bórlemeznek még van egy üres helye egy másik elektron számára. Ezért a lemez pozitív töltéssel rendelkezik. A két lemez összeillesztésével készül a napelem, melyek között áramot vezető kábelek vannak (<http://www.articlesbase.com/technology-articles/solar-energy-basic-principles-649460.html>).

A fotonok a szilícium/foszfor atomokat bombázzák, amikor a napelemek negatív lemezei a nap felé néznek. Végül a kilencedik elektron kiütésre kerül a külső gyűrűről. Mivel a pozitív szilícium/bórlemez azt a külső sávján a szabad helyre vonzza be, ez az elektron nem marad hosszú ideig szabad. Ahogy a nap fotonjai további elektronokat bontanak le, villamosenergiát generálnak. Amikor az áramvezetékek eltávolítják a szabad elektronokat a lemezekről, elegendő villamosenergia áll rendelkezésre alacsony áramerősségű motorok vagy más elektronika eszközök áramellátásához, bár az egyetlen napelem által termelt villamos energia önmagában nem túl lenyűgöző. Amikor az elektronok nem kerülnek felhasználásra vagy elvésznek a levegőben, visszatérnek a negatív lemezre, és az egész folyamat újratekődik.

2.2 Naphőerőmű

A naphőerőmű (vagy STE) a napenergia hőként való felhasználásának technológiája. A napkollektorokat az US Energy Information Agency alacsony, közepes vagy magas hőmérsékletű kollektorokként jellemzi. Az alacsony hőmérsékletű kollektorok sík lemezek, amelyeket általában medencék melegítésére használnak. A közepes hőmérsékletű kollektorok általában szintén sík lemezek, de lakó- és kereskedelmi használatú forró víz létrehozására szolgálnak. A magas hőmérsékletű kollektorok a napfényt tükrökkel vagy lencsékkel összpontosítják és általában elektromos áram

előállítására használják. Ez különbözik a napelemektől, amelyek közvetlenül villamos energiává alakítja a napenergiát.

2.2.1 Alacsony hőmérsékletű kollektor

A napfény áthalad az üvegen és az abszorber lemeznek ütközik, amely felmelegszik és a napenergiát hőenergiává alakítja át. A hő az abszorber lemezre rögzített csöveken áthaladó folyadékba kerül átadásra. Az abszorber lemezek általában "szelektív bevonatokkal" vannak lefestve, amelyek jobban elnyelik és megtartják a hőt, mint a hagyományos fekete festékek. Az abszorpciós lemezek általában fémből, rézből vagy alumíniumból készülnek, mivel a fém jó hővezető. A réz drágább, de jobb vezető és kevésbé hajlamos a korrózióra, mint az alumínium. Az átlagos napenergiával rendelkező helyeken a lapos gyűjtőlemezek mérete körülbelül fél vagy egy négyzetláb/naponta elhasznált gallon víz.

Ez a technológia főleg lakóépületekben használatos, ahol a melegvíz iránti kereslet nagy hatással van az energiaszámlákra. Erre általában nagy családok esetében kerül sor, vagy olyan esetben, amikor a gyakori mosásra való tekintettel megnövekedett meleg víz igény áll fenn.

A kereskedelmi alkalmazások közé tartoznak az autómosók, katonai mosodák és étkezési létesítmények. A technológia helyiségek fűtésére is használható, ha az épület a kiépített rendszeren kívül van, vagy ha a közüzemi ellátás gyakran szünetel. A napenergiával működő fűtési rendszerek valószínűleg azokban a létesítményekben költséghatékonyak, amelyek drága üzemeltetési költséggel rendelkeznek, vagy olyan üzemekben, mint pl. mosodák vagy konyhák, amelyek nagy mennyiségű meleg vizet igényelnek.

A mázatlan folyadékkollektorokat általában a medencék vízének melegítésére használják. Mivel ezeknek a kollektoroknak nem kell ellenállniuk a magas hőmérsékletnek, kevésbé költséges anyagokból készülnek, pl. műanyagból vagy gumiból. Fagy elleni védelmet sem igényelnek, mivel a medencéket általában csak meleg időben használják, vagy hideg időjárás esetén könnyedén leereszthetők.

Míg a napkollektorok leginkább napfényes, mérsékelt területeken költséghatékonyak, ezek gyakorlatilag az ország bármely pontján költséghatékonyak lehetnek, így érdemes ezeket figyelembe venni.

2.2.2 Magas hőmérsékletű kollektor

A lapos kollektor hőveszteségének csökkentése és a hőmérséklet javítása érdekében a 70-es években a nemzetközi közösség sikeresen kifejlesztette a vákuumcsövet, melynek hőelnyelő teste nagy vákuumban van az üveg vákuumcső belsejében, ezáltal jelentősen javítva a termikus teljesítményt. Az elágazó vákuumcsövek összeszerelve egy vákuumcsöves kollektort képeznek, ezáltal növelve a begyűjtött napfény mennyiségét, a hátsó vákuumcsövek némelyike fényvisszaverőkkel is el van látva. A vákuum kollektorcső nagyjából két részre osztható: teljesen üvegből készült kollektorcsövek (üveg-U-cső vákuum gyűjtőcső) és a fém-hőcsöves vákuumcsövek (egyenes vákuum gyűjtőcsövek és tárolt termikus vákuum gyűjtőcső).

A kollektor elsősorban három fő alkatrészből áll: kondenzátor, abszorber és nyomkövető rendszer. A kollektorok megkülönböztetési elvének megfelelően a kollektorok két kategóriába sorolható: reflexiós és refrakciós kollektorok. Mindegyik kategória többféle típusra osztható. A napenergia-felhasználás követelményeinek teljesítése a kondenzátor kollektor fejlesztése révén, azaz a követés egyszerűsítése, a megbízhatóság növelése és a költségek csökkentése érdekében ebben a században többféle kollektor kapható, de a kondenzátorkollektor kedvezménye kisebb, mint a lapos kollektoré és kisebb a

kereskedelmi forgalma is. A fényvisszaverő koncentrátor kollektorokban gyakrabban használatos forgó parabolikus tükör kondenzátor (pontfókusz) és parabolikus párhuzamos tükör kondenzátor (vonalfókusz). Az előbbiek felmelegedhetnek, de kétdimenziós nyomon követést tesznek lehetővé; az utóbbiak nem melegednek fel de csak egydimenziós nyomon követést biztosítanak. A két kondenzátor kollektort a század elejétől használják és az évtizedek során számos fejlesztésen estek át, mint például javult a fényvisszaverő felületek megmunkálási pontossága, magas fényvisszaverő képességgel rendelkező anyagok és nagy megbízhatóságú követőrendszerek kerültek kifejlesztésre. Jelenleg ez a kétféle parabolikus kollektor teljes mértékben képes megfelelni a különböző magas hőmérsékletű napenergia-felhasználási követelményeknek, de ennek a két parabolikus kollektornak a magas költsége korlátozza a szélesebb körű alkalmazást.

A "vegyes parabolikus koncentrátor tükör kollektor" (CPC) az 1970-es években jelent meg a nemzetközi piacon. Két parabolikus tükröt tartalmaz, így a CPC-nek nem kell nyomon követnie a napot, csak az évszakon változásának megfelelően kell beállítani, hogy összegyűjthesse a napfényt és magasabb hőmérsékletet érjen el. A kondenzáció mértéke normál esetben 10-nél alacsonyabb. Ha a kondenzációs érték 3 alatt van, a kollektor fixen rögzíthető, nincs szükség beállításra. Ezekben az időkben magasra értékelték a CPC-t, sőt úgy gondolták, hogy ez egy nagy áttörés a napenergia-termelési technológiák terén, mely széles körben lesz alkalmazva. Azonban évtizedekkel később a CPC-t csak néhány bemutató jellegű projekt keretein belül alkalmazzák és a lapos kollektor, valamint a vákuumcsöves kollektor nincs széles körben alkalmazva.

Egyéb fényvisszaverő tükör koncentrátorok: kúpos és gömb alakú tükrök, bar tükrök, vödör típusú tükrök, lapos és parabolikus koncentrátorok stb. Emellett alkalmazható a heliostat-nak nevezett torony napenergia erőműben. A heliosztátok számos lapos tükröt vagy ívelt tükröt tartalmaznak, a számítógépes vezérlésnek köszönhetően ezek a tükrök ugyanarra az abszorberre tükrözik a napsugarakat, az abszorber nagyon magas hőmérsékletet ér el és nagy energiát kap.

A fénytörés elméletének megfelelően refrakciós típusú kondenzátor készíthető. Van aki lencsét és lapos tükröt használ magas hőmérsékletű napkollektor összeállításához. Nyilvánvaló, hogy az üveglencse túl nehéz, a gyártási folyamat bonyolult és költséges, ezért nehéz nagyban gyártani. Ezért a refrakciós típusú kondenzátor nem hosszú távú fejlesztés. Az 1970-es években a nagy Fresnel lencse nemzetközi fejlesztése kísérlet volt napkollektoros gyűjtők előállítására. A Fresnel lencse a kondenzátor lencse egyik típusa, könnyű, olcsó és pont- vagy vonalfókusz típusú, általában plexiüvegből vagy más átlátszó műanyagból készül, de üveggyártáskor is hasznos, főként napelemes koncentrátorok energiatermelésére szolgáló rendszerek esetében. Az optikai szálak kondenzátor, amely száloptikai lencséből és optikai szálakból áll, optikai lencsén keresztül kapcsolódik a napsugárzáshoz. A másik a fluoreszcens kondenzátor, amely valójában egy fluoreszcens pigment egy átlátszó lemezen (általában PMMA), az abszorpciós sáv ugyanazon részének napfényét és fluoreszcens hullámhosszát képes elnyelni, majd hosszabb hullámhosszú fluoreszcenciát bocsát ki. A visszavert fluoreszcencia belső visszaverődése a lemezvezérelt sík panel szélén a lemez és a környező közeg közötti különbség miatt teljes. A kondenzáció mértéke a sík terület és a peremterület arányától függ, a 10 100 könnyedén elérhető, ez a sík panel különböző irányokból képes elnyelni a napfényt, de a szétszórt fényt is, így nem kell a napot követnie.

2.3 Rendszerek tervezése

A nap folyamán a nap különböző helyeken van. Ha a tükrök vagy lencsék nem mozognak, a tükrök vagy lencsék fókuszpontja megváltozik. Ezért úgy tűnik, hogy a nap pozícióját követő rendszerre van szükség (napelemek esetében a követőrendszer opcionális). A követőrendszer növeli a költségeket. Ezt szem előtt tartva különböző fénykoncentráló és napkövető módszerek különböztethetők meg.

Parabolikus kialakítás vázlata. A nap vevőegységgel párhuzamos változása nem igényli a tükrök átállítását.

2.3.1 Hőenergia-tárolás

2.3.1.1 Érzékelhető hőtárolás

Az SHS hőtároló anyagok használata a legegyszerűbb tárolási módszer. A gyakorlatban a víz, a homok, a kavics, a talaj stb. energia tárolására szolgáló anyagoknak tekinthetők, amelyek közül a víznek a legnagyobb a hőteljesítménye, így ezt használják a leggyakrabban. Már a 70-es és 80-as években előfordult, hogy évszakokon átnyúlóan tároltak hőt víz vagy talaj segítségével. Az anyag érzékelhető hője azonban alacsony így korlátozza az energia tárolását.

2.3.1.2 Látens hőtárolás

A látens hőtároló egységek látens (= rejtett, nyugvó) módban tárolják a hőenergiát a tárolóközeg aggregációs állapotának megváltoztatásával. Az ilyen hordozóanyagot „fázisváltó anyagoknak” (PCM) nevezik. A sókristályokat általában alacsony hőmérsékletű tároláskor használják, például nátrium-szulfát-dekahidrát / kalcium-klorid, nátrium-hidrogén-foszfát 12-hidrát. Azonban meg kell oldani a hűtési és rétegződési problémákat annak érdekében, hogy biztosítsuk a működési hőmérsékletet és az élettartamot. A napenergia közepes tárolási hőmérséklete általában magasabb, mint 100 °C, de kevesebb, mint 500 °C, általában 300 °C körül van. Az alábbi anyagok közepes hőmérsékletű tárolására alkalmas: magasnyomású melegvíz, szerves folyadékok, eutektikus só. A naphő tárolási hőmérséklete általában 500 °C, feletti, a jelenleg tesztelt anyagok a következők: fém-nátrium és olvadt só. Rendkívül magas hőmérséklet 1000°C felett, tűzálló alumínium-oxid golyó és germánium-oxid használható.

2.3.2 Kémiai hőenergia-tárolás

A hőenergiatárolás kémiai reakciók hőtároló képességét használja fel. Előnye a nagy mennyiségű hő, valamint a kicsi térfogat és súly. A kémiai reakció terméke hosszú ideig külön tárolható. Szükség esetén exoterm reakció lép fel. Az alábbi feltételeknek kell teljesülnie a hőtároló kémiai reakciók használatakor: reakció visszafordíthatósága, másodlagos reakció hiánya, gyors reakció, könnyen elválasztható és stabil. A reaktáns és a végtermék mérgező, gyúlékony, nagy reakcióhőjű. A reaktáns ára alacsony. Jelenleg néhány kémiai endoterm reakció képes megfelelni a fenti feltételeknek. Ilyen például a Ca (OH) 2 pirolízis reakciója, mely a fenti endoterm reakciót használja a hő tárolására és a hő felszabadítására, amikor arra szükség van. Azonban a dehidratálási reakció hőmérséklete magas atmoszférikus nyomás esetén nagyobb, mint 500 fok. Nehéz a napenergiát használni a dehidratációs reakció befejezéséhez. Katalizátorral csökkenthetjük a reakció hőmérsékletét, de az még így is nagyon magas. A kémiai hőtárolást így tehát még mindig vizsgálják.

2.3.3. Műanyag kristály hőenergia tároló

1984-ben az amerikai piacon műanyag kristályos anyagok jelentek meg lakásfűtés céljából. A műanyag kristály tudományos neve Neopentyl Glycol (NPG), mely a folyadékkristállyal együtt hasonlít a háromdimenziós periodikus kristályokhoz, de a mechanikai tulajdonságai olyanok, mint a műanyagnak. A hőenergiát állandó hőmérsékleten képes tárolni és felszabadítani, de a hőenergia tárolásakor nem

támaszkodik a szilárd-folyadék fázisváltásra, az energiát a műanyag kristályos molekulaszervezeten keresztül szilárd-szilárd változáson keresztül tárolja. Amikor a műanyag kristályok állandó hőmérsékleten vannak 44°C-ban, elnyelik a napenergiát és a nappal tárolt hőt az éjszaka folyamán szabadítják fel.

2.3.4 Naphő tároló tartály

A naptó egyfajta sókoncentrációjú sós tavakat jelent, mely felhasználható a napenergia összegyűjtésére és tárolására. Egyszerűsége és alacsony költsége, valamint nagyméretű alkalmazásoknak való megfelelősége miatt felkeltette az emberek érdeklődését. A 60-as évek után sok ország elkezdte tanulmányozni a naptavakat, Izrael három naptó erőművet épített.

2.4 Egységköltség

Mivel a naptó erőmű nem használ üzemanyagot, a költség elsősorban a kiépítési költséget, valamint minimális fenntartási és működtetési költséget jelent. Ha az erőmű élettartama és a megtérülés mértéke ismert, akkor a kWh költség is kiszámítható. Ezt egységköltségnek nevezik.

A számítás első lépése az, hogy meghatározzuk az évi 1 kWh termeléshez szükséges beruházást. Például az Andasol 1 projekt adatlapja összesen 310 millió eurós beruházást mutat évi 179 GWh termelésre. Mivel 179 GWh 179 millió kWh, az évi kWh-ra jutó beruházás $310/179 = 1,73$ euró. Egy másik példa a Cloncurry napenergia-erőmű Ausztráliában. Évente 30 millió kWh-t termel 31 millió ausztrál dollár értékű beruházásból. Tehát ez az ár 1,03 ausztrál dollár 1 kWh-ért. Ez lényegesen olcsóbb, mint az Andasol 1, ami részben magyarázható Cloncurry magasabb sugárzásával Spanyolországhoz képest. Az egy évre jutó beruházási költséget nem szabad összetéveszteni az ilyen üzem teljes élettartama alatt kifejezett költséggel.

A legtöbb esetben meg van határozva az erőmű kapacitása (például az Andasol 1 kapacitása 50 MW). Ez a szám nem alkalmas az összehasonlításra, mert a kapacitási tényező eltérhet. Ha egy napenergiával működő erőmű hőtárolással rendelkezik, akkor naplemente után is képes leadni az energiát, de ez nem változtatja meg a kapacitási tényezőt, hanem egyszerűen áthelyezi a leadást. Egy naperőmű átlagos kapacitási tényezője, amely a követés, az árnyékköltség és a helyszín függvénye, körülbelül 20%, ami azt jelenti, hogy egy 50 MW teljesítményű erőmű általában $50 \text{ MW} \times 24 \text{ óra} \times 365 \text{ nap} \times 20 \% = 87\,600 \text{ MWh/év}$, vagy 87,6 GWh/év.

Bár a beruházás éves kWh-kénti ára alkalmas a különböző naperőművek árának összehasonlítására, mégsem adja meg a kWh árát. A finanszírozás módja nagy hatással van a végső árra. Ha a technológia ellenőrzött, a 7%-os kamatlábnak lehetségesnek kell lennie. Az új technológiák esetében azonban a befektetők sokkal magasabb arányt akarnak elérni a magasabb kockázat kompenzálása érdekében. Ez jelentős negatív hatást gyakorol a kWh árra. A finanszírozás módjától függetlenül mindig egy lineáris kapcsolat áll fenn az éves kWh termelésre jutó befektetés és az 1 kWh ára között (üzemi és karbantartási költségek felszámolása előtt). Más szóval, ha a technológia fejlesztésével 20%-kal csökken a beruházás, akkor a kWh-kénti ár is 20%-kal csökken.

Ha olyan finanszírozási módot feltételezünk, amelyben minden évben kölcsön kerül felvételre és visszafizetésre, úgy, hogy az adósság és a kamat csökken, akkor az osztási tényező kiszámításához az alábbi képlet használható: $(1 - (1 + \text{kamat} / 100)^{-\text{élettartam}}) / (\text{kamat} / 100)$. 25 éves élettartam és 7%-os kamatláb mellett az érték 11,65. Az Andasol 1 befektetése például 1,73 euró volt, 11,65-tel osztva 0,15 euró/kWh árat kapunk. Ha egy egy centes működési és karbantartási költség kerül hozzáadásra, akkor a kiegyenlített költség 0,16 euró. Más finanszírozási módok, az adósság visszafizetésének eltérő módja,

a különböző élettartam-elvárások és a különböző kamatlábak jelentősen eltérő számot eredményezhetnek.

Ha a kWh költsége az inflációt követheti, akkor az inflációs ráta hozzáadható a kamatlábhoz. Ha egy befektető 7%-os kamattal helyezi be a pénzét a bankba, akkor az infláció nem kerül kompenzálásra. Ha azonban a kWh költséget az inflációval növeljük, akkor kompenzálásra kerül és 2%-ot (normál inflációs rátát) tud hozzáadni a megtérüléshez. Az Andasol 1 üzem 25 évre 0,21 euró garantált átvételi árral rendelkezik. Ha ez a szám rögzítve van, fel kell ismerni, hogy 25 év után 2%-os inflációval számolva a 0,21 euró értéke 0,13 mai euró értékének fog megfelelni.

Végül van némi szünet az első beruházás és az első villamosenergia-termelés között. Ez növeli a beruházás értékét azzal a kamattal, amely az üzem aktiválása előtt kerül felszámolásra. A moduláris napparabola (de a napenergia és a szélenergia is) előnye az, hogy a villamosenergia-termelés a kiépítést követően azonnal elkezdődik.

Tekintettel arra, hogy a naphő energia megbízható, csúcsterhelést képes elérni és nem okoz szennyezést, versenyképessé válik a 0,10 USD/kWh ár. Bár egyes működési költségek 0,06 dollár magasságban kerültek meghatározásra, egy egyszerű cél az 1 dolláros (vagy alacsonyabb) beruházás 1 kWh évi termelésére.

2.5 Napelem típusok

Több évtizedes kutatás, munka és fejlesztés eredményeként a napelemek piacán a napelemek széles választéka kapható.

A szélesebb körű áttekintés érdekében a GreenMatch hasznos információkat gyűjtött össze a napelemek leggyakoribb és speciális típusairól.

Napelem típusa	Hatékonyság-ráta	Előnyök	Hátrányok
Monokristályos napelemek (mono-Si)	~20%	Nagy hatásfok; kereskedelmi használatra optimalizált; hosszú élettartam	Drága
Polikristályos napelemek (p-Si)	~15%	Alacsonyabb ár	Magas hőmérsékletre érzékeny; rövidebb élettartam és kissé alacsonyabb helyhatékonyság
Vékonyfilmes: Amorf szilícium napelemek (A-Si)	~7-10%	Viszonylag alacsony költségek; könnyen előállítható és rugalmas	rövidebb garancia és élettartam
Koncentrált PV-cella (CVP)	~41%	Nagyon magas teljesítmény és hatékonyság	Napkövető és hűtő rendszer szükséges (a magas hatékonyság eléréséhez)

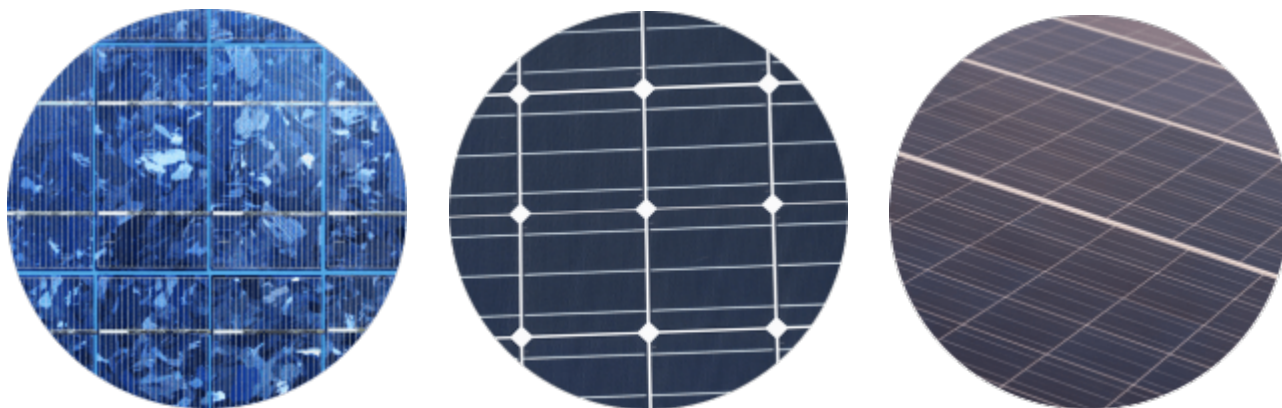
1. Tábl. Napelem típusok
(forrás, <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/09/types-of-solar-panels>)

2.5.1 A napelemek különböző típusainak kategorizálása

Az a tény, hogy a napfény másképp használható a Földön és az űrben, arra utal, hogy maga a helyszín jelentős tényező, amikor a napelemek egy bizonyos típusa mellett döntünk.

A különféle napelemek megkülönböztetése gyakran egy csomópontos és több csomópontos - vagy első, második és harmadik generációs napelemek közötti megkülönböztetést jelent. Az egy csomópontos és több csomópontos megoldás a napfényt figyelő rétegek számában tér el, míg a generáció szerinti besorolás a különböző típusú napelemek anyagára és hatékonyságára vonatkozik.

Az 1. generációs napelemek a hagyományos kristályos szilíciumból vagy poliszilíciumból készült napelemek típusai, amelyeket a hagyományos környezetben használnak leggyakrabban.



4. Ábra Napelem típusok

Monokristályos (balra), polikristályos (középső), vékonyfilmes napelemek (jobbra)
(forrás, <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/09/types-of-solar-panels>)

Monokristályos napelemek (mono-Si)

Az ilyen fajta (monokristályos szilíciumból készült) napelemek a legtisztábbak. Az egységes sötét megjelenésükről és a lekerekített élekről könnyedén felismerhetők. A szilícium nagy tisztasága miatt ez a fajta napelem az egyik legmagasabb hatékonysági fokot biztosítja, a legújabb termékek pedig meghaladják a 20%-ot.

A monokristályos panelek nagy teljesítményűek, kevesebb helyet foglalnak el és az élettartamuk a leghosszabb. Természetesen ez azt is jelenti, hogy a legdrágábbak. A másik előny, amelyet érdemes figyelembe venni, hogy a polikristályos panelekhez képest a magas hőmérsékletek valamivel kevésbé befolyásolja őket.

Polikristályos napelemek (Poly-Si)

Ezeket a paneleket könnyedén megkülönböztetheti, mert az ilyen típusú napelemek négyzetekkel vannak ellátva, az éleik nincsenek lekerekítve és kékes, foltos a megjelenésük. Nyers szilícium megolvasztásával készültek, így előállításuk gyorsabb és olcsóbb, mint a monokristályos panelek esetében..

Ez alacsonyabb végső árat eredményez, de alacsonyabb hatékonyságot (kb. 15%), alacsonyabb helyhatékonyságot és rövidebb élettartamot is, mivel a forró hőmérséklet nagyobb mértékben befolyásolja őket. Azonban az egy- és többkristályos napelemek közötti különbségek nem olyan jelentősek és a választás nagyban a vásárló konkrét helyzetétől függ. Az első opció valamivel nagyobb helyhatékonyságot biztosít egy kicsit magasabb áron, de a teljesítménykimenetek alapvetően megegyeznek.

2. generációs napelemek

Ezek a cellák különböző típusú vékonyfilmes napelemek, és főleg fotovoltaiikus erőművekben használatosak, épületekbe vagy kisebb napenergia-rendszerekbe beépítve.

Vékonyfilmes napelemek (TFSC)

Ha olcsóbb megoldást keres, érdemes ezt az opciót figyelembe venni. A vékonyfilmes napelemeket úgy állítják elő, hogy az egy vagy több fotovoltaiikus anyagból (például szilíciumból, kadmiumból vagy rézből) készült fóliát egy hordozóra helyezik. Az ilyen típusú napelemek a legkönnyebben előállíthatók és a méretgazdaságosság az alternatíváktól kedvezőbbé teszi őket, mivel kevesebb anyagra van szükség a legyártásukhoz.

Rugalmasak is, amelyek sok lehetőséget kínálnak alternatív alkalmazásokra, valamint kevésbé befolyásolja a magas hőmérséklet. A fő probléma az, hogy sok helyet foglalnak, így általában nem alkalmasak lakóépületek esetében. Ráadásul a legrövidebb garanciát kínálják rájuk, mivel élettartamuk rövidebb, mint a mono- és polikristályos napelemeké. Azonban jó választást jelenthetnek, ha sok hely áll rendelkezésre.

Amorf szilícium napelemek (A-Si)

Használt már valaha napelemes zsebszámológépet? Igen? Akkor biztosan látott már ilyen napelemet. Az amorf szilícium napelem a különböző típusú napelemek közé tartozik, amelyet főleg zsebszámológépekben használnak. Ez a fajta napelem egy hármass rétegű technológiát alkalmaz, amely a vékony filmes változatok közül a legjobb.

Csak, hogy szemléltessük, mit jelent a „vékony” szó, ebben az esetben 1 mikrométer vastagságról beszélünk (egy méter egy milliommód része). A mindössze 7%-os hatékonyságnak köszönhetően ezek a napelemek kevésbé hatékonyak, mint a szilíciumkristályos megoldások, amelyeknek a hatékonysága körülbelül 18%-os, azonban az A-Si-cellák előállítási költsége viszonylag alacsony.

3. generációs napelemek

A harmadik generációs napelemek számos vékonyfilmes-technológiát tartalmaznak, de ezeknek a többsége még kutatási vagy fejlesztési fázisban van. Némelyikük szerves anyagokból termel elektromosságot, míg más megoldások szervesetlen anyagokat használnak (például CdTe).

Biohibrid napelem

A biohibrid napelem a napelemeknek egy olyan típusa, amely még kutatási fázisban van. A Vanderbilt Egyetem szakértői csoportja fedezte fel. Az új technológia mögött az I. fotorendszer és a fotoszintézis természetes folyamatának kihasználásával kapcsolatos gondolat áll. Részletesebben elmagyarázza, hogyan működnek ezek a cellák. Az ebben a cellában használt anyagok nagy része hasonlít a hagyományos módszerekhez, de csak az 1-es fotorendszer több rétegének ötvözésével válik jóval hatékonyabbá a vegyi és elektromos energia közötti átalakítás (akár 1000-szer hatékonyabb, mint az első generációs napelemek esetében).

Kadmium-Tellurid napelem (CdTe)

A különböző típusú napelemek közül ez a fotovoltaiikus technika Kadmium-Telluridot használ, amely lehetővé teszi a napelemek viszonylag alacsony költségű előállítását és így a rövidebb megtérülési időt (kevesebb mint egy év). A napenergia-technológiák közül ez igényli a legkevesebb vizet a termeléshez. A rövid energia-megtérülési időt figyelembe véve a CdTe napelemek a lehető legalacsonyabb szinten tartják a szénlábnymot. A Kadmium-Tellurid alkalmazásának egyetlen hátránya, hogy lenyelve vagy belélegezve mérgező. Különösen Európában ez az egyik legnagyobb leküzdendő akadály, mivel sokan nagyon aggódnak az ilyen típusú napelemek mögött rejlő technológia használatával kapcsolatban (<https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/09/types-of-solar-panels>).

Koncentrált PV-cella (CVP vagy HCVP)

A koncentrált PV-cellák elektromos energiát generálnak, a hagyományos fotovoltaiikus rendszerekhez hasonlóan. A több csomópontos típusú napelemek hatékonysága 41%-os is lehet ami az összes fotovoltaiikus rendszer közül a legmagasabb.

A CVP-cellák neve a hatékonyságukkal van kapcsolatban, más típusú napelemekhez képest: ívelt tükröfelületek, lencsék és némelyik esetben akár hűtési

rendszerek is felhasználásra kerülnek a napsugarak összekapcsolására, és ezáltal a hatékonyság növelésére.

Ezzel a CVP-cellák a napelemek egyik leghatékonyabb típusává váltak, nagy teljesítményük és hatékonyságuk akár 41%-os is lehet. Továbbra is tény, hogy az ilyen CVP napelemek csak akkor lehetnek ennyire hatékonyak, amikor tökéletes szögben néznek a napra. Az ilyen magas hatásfok elérése érdekében a napelemben egy követő található, mely a nap követéséért felel (Misak S., Prokop L., 2016).

3. Napenergia használatának módjai

A napenergia, azaz a naptól származó energia napelemekkel begyűjtött energia csak egyike a legújabb „Going Green” mozgalomnak, mely a megújuló és fenntartható energiaforrások kiépítését és fenntartását célozta meg. Az otthoni újdonságokhoz hasonlóan, ebben az esetben is az alkotóelemek és a telepítési költségek kezdeti költségeivel kell számolni annak érdekében, hogy felépítsük és működtessük a rendszert (<https://www.thespruce.com/top-solar-energy-uses-1152263>).

3.1 Napelemes szellőztetés

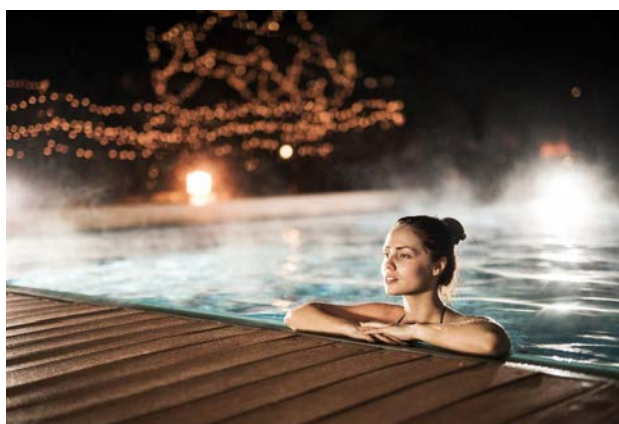


1. Kép Napelemes szellőzés

(forrás, Peter Starman/Photographer's Choice RF/Getty Images)

Szeretné, hogy a nap energiája hajtja meg a fürdőventilátorokat, padlóventilátorokat és a [mennyezeti ventilátorokat](#) otthonában? A ventilátorok széles körben használatosak az otthoni környezetben a levegő mozgatására kényelem, nedvesség és szageltávolítás céljából. Gondoljunk a ház fűtésre és hűtésre, és a közüzemi számlák kiiktatására. Gondoljon bele, hány [mennyezeti ventilátor](#) működik minden nap otthonában. Most képzelje el, hogy hány fürdőventilátor vagy padlóventilátor működik a nap folyamán otthonában, a tűzhely feletti ventilátorról nem is beszélve? Úgy gondolom, egyetért a kijelentéssel, hogy mindannyian használunk ventilátorokat ... VAGY hűtés, vagy légkeringetés, vagy a nem kívánatos levegőtől való megszabadulás érdekében. A napenergiával működő ventilátor segítségével optimalizálhat

3.2 Medencefűtés segítségével



napenergia

2. Kép Úszómedence-fűtés (forrás, BraunS/Getty Images)

A medencék a nyári időszak egyik legnagyobb öröme, mind a gyerekeknek, mind a szülőknek. Mindenki nagyon izgatott amikor a medencét el lehet kezdeni használni, kivéve amikor a víz túl hideg ahhoz, hogy bele lehessen merészkedni. A probléma megoldásaként lefedheti a medencét egy naptakaróval, amely melegen fogja tartani a vizet. Ez a fűtés közvetlenül a takarón keresztül működik és nincs szükség telepítésre. Ha azonban egy kicsit több csúcstechnológiát szeretne igénybe venni, egyszerűen telepítsen napenergiás vízmelegítőt. Ez tetőre szerelt napkollektorokkal működik, mely a nap hőjét gyűjti össze, majd a medencébe keringeti. Mivel a víz lassan kerül a medencéből szivattyúzásra, felmelegítésre és visszavezetésre, a medence hőmérséklete megnő.

3.3. A napenergia képes a vízmelegítésre



3. Kép Vízmelegítők (forrás, Getty Images)

Gondolkodott már azon, hogy a vizet napkollektorral melegítse fel a hagyományos elektromos vagy gázos vízmelegítők használata helyett? Tudom, valószínűleg úgy gondolkodik, hogy rengeteg alkatrészt kell megvásárolni ahhoz, hogy a rendszer működjön. Valószínűleg lesz olyan telepítési művelet, amelyet nem tud végrehajtani. És ami a költségeket illeti, a legjobb ragaszkodni az éppen működő megoldáshoz, ugye?

Ne ugorjunk ennyire előre! Ha belegondol, ez nem más, mint egy elavult kemence, vízmelegítő vagy légkondicionáló cseréje. Az egység cseréjével 15-30%-kal növelheti a hatékonyságot, de ennek a változásnak a költségével is számolni kell. Bár a változás az évek során pénzt takarít meg, így azt egy bizonyos idő alatt kell figyelembe venni.

3.4 Napkollektoros fűtés fűtés

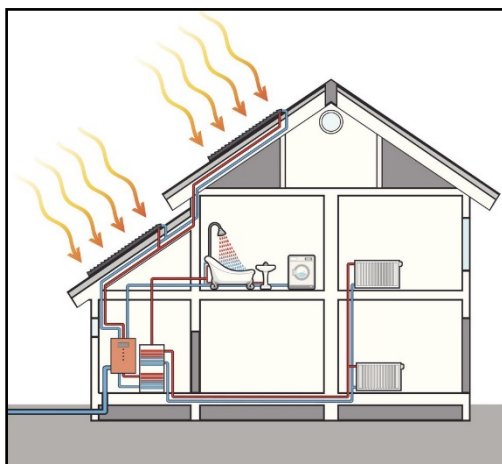


4. Kép Tetőre telepített napkollektoros fűtőrendszer
(forrás, Antonis Liokouras/Getty Images)

A napkollektoros fűtést passzív térfűtésnek nevezik, és ebben a példában megpróbálom megmagyarázni, hogy ez hogyan működik. Az egyik módja annak, hogy otthonában forró vizet használjon, a tetőn nap által felfűtött vízmelegítő csövek használata és a vízmelegítőbe való szivattyúzása (<https://www.thespruce.com/top-solar-energy-használja-1152263>).

Például egy napos szoba hozzáadásával, a továbbiakban hívjuk téli kertnek, a kizárólag üveggel borított helyiség lehetővé teszi a napfény bejutását, valamint a szoba felmelegítését egy kollektoron keresztül, amelyet átlátszó burkolóüvegnek nevezünk. Ha a szebb vizuális megjelenés érdekében növényeket és köveket helyezünk oda, a kövek képesek tárolni a naptól származó hőt és az energiát naplemente után kibocsátani és ezáltal melegen tartani a szobát. A tárolt energia nagyszerű és sok felhasználási lehetőséggel rendelkezik, melynek egyik példája az akkumulátor.

3.5 Napenergiával működő szivattyúk



5. ábra Szolár szivattyú
(forrás, chuvipro/Getty Images)

A két előző ábrán a vizet víz és ház fűtésére használtuk. A feladat elvégzéséhez szükség van egy szivattyúra a víz keringetéséhez. Ez a szivattyú rendszerint az otthoni tápegységhez csatlakozik, de hadd adjak neked egy jó tippet. Napemmel is

működtethető az egyenáramú motor, amely lassan keringeti a vizet az otthonában vagy a vízmelegítőn keresztül. Ily módon a rendszer költsége tovább csökken. A szkeptikusok biztosan azt mondják majd, hogy nagyszerű, de mit tegyek, ha nem süt a nap? Az egyik módja annak, hogy a szivattyú este is működjön, az elektromos hálózathoz való csatlakozás. Egy akkumulátoros rendszert is ki lehet építeni, amely képes a szivattyú tápegységeként működni, és mely napelemhez köthető.

3.6. Napenergia az akkumulátor töltéséhez

Gondolt már arra, hogy az akkumulátort napelemmel töltsse? Ezeket szivattyúk, melegvíz-szivattyúk, mennyezeti ventilátorok működtetésére, vagy egyenárammal működő megvilágításra lehet használni. Az akkumulátortöltők minden otthonban megtalálhatók és az összes, például videójátékokhoz használt elemet feltöltik. Azonban ha rendelkezik egy tartalék akkumulátorral, amelyet a nap folyamán feltölt és az éjszakai órákban használ, akkor látja a rendszer előnyeit, igaz?

3.7 Napenergia az otthon tápellátáshoz

Igen, jól hallotta, a napenergia képes árammal ellátni otthonát. Ha megvizsgálja az ehhez szükséges eszközöket, kiderül, hogy a rendszer nem is olyan összetett. Egyszerűen helyezzen ki napelemeket a napenergia begyűjtéséhez és alakítsa villamos energiává. A DC áram (egyenáram) egy inverterbe kerül, amely az egyenáramú tápfeszültséget az otthoni elektromos hálózatra való csatlakozáshoz szükséges AC-árammá (váltóárammá) alakítja át. Az átviteli kapcsolók és más biztonsági eszközök használatával a tiszta, megújuló energiaforrás képes árammal ellátni otthonokat, lakóautókat, kabinokat, műhelyeket és más épületeket.

3.8 Főzés napenergiával



5. Kép Naptűzhely
(forrás, Getty Images)

Ó, igen, erre mindannyian gondoltunk már. Végére is, mindannyiunknak kell ennie. Ha kizárólag a főzésre használt energiát és erőforrásokat vennénk figyelembe, a közüzemi számlák nem egy embert meglepnének. A napenergia használatával való főzés sokkal könnyebb, mint gondolná. Dobozon kívüli gondolkodásnak hívjuk, de ebben az esetben egy dobozon belül főzünk. Képzeld el a főzést egy naptűzhely segítségével a hagyományos otthoni sütő helyett. Egy ilyen sütő megépítése a sikeres sütés receptje!

Egy dobozzal, serpenyővel, alumínium fóliával, főzőtasakkal, duct tape-el (minden férfi legjobb barátja), hungarocell szigeteléssel és egy hőmérővel secc perc alatt főzhet.

3.9 Napenergia a beltéri világításhoz



6. Kép Beltéri világítás
(forrás, BanksPhotos/Getty Images)

Az otthoni világítást mindannyian használjuk. A LED-ek (fénykibocsátó diódák) feltalálása révén az optimális otthoni megvilágítás minimális energiafogyasztással lehetséges. Ezek a kis, elektronikus lámpák vagy világítótestek egy töltött akkumulátoros rendszerhez csatlakoztathatók, amelyet napközben a napenergia táplál, éjszaka pedig az akkumulátor. Amikor a nap rendelkezésre áll, az akkumulátortöltő feltölti a tartalék akkumulátort és működteti a világítást. Éjszaka az akkumulátorok működésbe lépnek és ellátják árammal a világítást, amíg a nap nem látható.

3.10 Kültéri világításhoz használt napenergia



7. kép Kültéri világítás
(forrás, Getty Images)

Ha Ön olyan, mint én, szeret éjszaka valamilyen biztonsági fényre és sétányvilágításra hazajönni. Nemcsak a sétányt, a kulcscsomót és a bejárati ajtót segít megvilágítani, hanem a nemkívánatos vendégek elriasztására is szolgál. Utcai lámpához hasonlóan az egész udvar megvilágítható, és ami az egészben a legjobb, hogy teljesen ingyen! Igen, a napsugárzásnak köszönhetően a napelem nappal feltölti az akkumulátort, melyről éjszaka a lámpák működnek.

4. A napenergia hátrányai

A villamosenergia árának évi 3%-5%-os emelkedésére való tekintettel elgondolkodhat az alternatív energiaforrások, például a napenergia használatán. Még mielőtt nekilátna és telepítené egy napelem-rendszert a házában, néhány jelentős hátrányt kell mérlegelni.

Abból kiindulva, hogy a megújuló energiaforrások közül a napelemeknek a legmagasabb a kezdeti költsége bizonyára úgy gondolja, hogy nagyon jónak kell lennie. A valóságban azonban a napelemeket alacsony hatékonyság jellemzi.

Ha kiváló helyen tartózkodik, akkor szerencsés, ha több mint 22%-os konverziós arányt ér el a legjobb és legdrágább technológiával.

Meg kell említeni a napelemek viharok általi károsításának a kockázatát is. A napelemek cseréjének költségén felül a sérült napelemeket a belsejükben használt toxikus vegyületek miatt megfelelően kell kezelni és ártalmatlanítani.

Ez a cikk bemutatja a napenergia fő hátrányait, amelyeket figyelembe kell venni, mielőtt eldöntenénk, hogy szeretnénk-e napkollektort (<https://www.nachi.org/disadvantages-solar-energy.htm?loadbetadesign=0>) vagy sem.

4.1 Hely és napfény rendelkezésre állása

A szélességi kör az egyik fő tényező a napenergia hatékonyságának meghatározásakor. Nem minden helyszín kap ugyanolyan mennyiségű éves napfényt, a napenergia hatékonysága drasztikusan csökken, minél messzebbre jut az egyenlítőtől.

Ez azt jelenti, hogy az olyan helyeken, mint Kanada és Oroszország, a lakosság a napenergia szempontjából hátrányban van. Azonban olyan helyeken, mint Hawaii, ahol évente átlagosan 277 nap esős és felhős, az egyenlítőhöz való elhelyezkedése lényegtelen, mivel nem érkezik elég felhőtlen napsütés a földre (<http://waldenlabs.com/disadvantages-solar-energia>).

A napenergia hatékonyságát az évszakok is meghatározzák. Nyáron több energiát generálhat, mint amennyire szüksége van, mert a nap közelebb van. Télen a nap távolabb van, így nem tud elegendő villamos energiát generálni az Ön igényeinek kielégítéséhez.

Mint minden más, ami a napon maradt, a napelemek is romlanak az ultraibolya sugárzás hatására. Az olyan dolgok, mint a szél, a jégeső, a hó, a szennyeződések és a hőmérséklet-ingadozások is komoly fenyegetést jelentenek a napelemek számára.

4.2 Telepítési terület

Azok a háztulajdonosok, akik napelemeket kívánnak telepíteni, a telepítési terület nem okoz majd nagy problémát, mivel a legtöbb napelem a tetőn kerül beüzemelésre. Azonban azoknak a cégeknek, akik sok energiát akarnak termelni, nagyon nagy telepítési területre lesz szükségük, hogy a villamosenergiát következetesen biztosítani tudják.

A legnagyobb napelem mező Spanyolországban található, körülbelül 173 hektárt foglal el és közel 12 000 háztartás számára biztosít energiát. Ez 173 hektárnyi földterület, amelyet semmilyen más célra nem lehet használni, például állatok legeltetésére sem (<https://www.nachi.org/disadvantages-solar-energy.htm?loadbetadesign=0>).

4.3 Megbízhatóság

Mivel a napenergia a napon múlik, az éjszaka során nem lehet villamos energiát előállítani, ami megköveteli, hogy a rendszer tárolja a nap folyamán túltermelt energiát, vagy egy alternatív áramforráshoz, például a helyi közüzemi hálózathoz csatlakozzon. Ez azt jelenti, hogy a napelemek magas költségén túl még plusz költségekkel kell számolni.

A felhők és viharok korlátozzák a kitermelhető energiamennyiséget, mivel blokkolják a fénysugarakat, amelyeket egyébként a napelem abszorbeálna.

4.4 Hatékonyság

Az Északnyugati Egyetem Minőségi Osztálya szerint a lakossági házak legtöbb napeleme a rendelkezésre álló energia mindössze 14%-át konvertálja villamosenergiává. Még a ma kapható leghatékonyabb napelemek is csak a rendelkezésre álló energia 22%-át konvertálják át.

A termodinamika második törvénye szerint a napelemek soha nem fogják elérni a 100% -os hatékonyságot. A legmagasabb elméleti maximális hatékonyság 85% és ez napot követő tükrökkel és motorokkal érhető csak el.

Egy olyan rendszer esetében, amely nem követi a napot, a legmagasabb elméleti maximális hatékonyság csak 55%. Ugyanez igaz azokra a rendszerekre is, amelyek felhős napokon nyomon követik a napot.

Bár a napenergia felhős és esős napokon is összegyűjthető, a naprendszer hatékonysága csökken. A napelemek napfénytől függenek, hogy hatékonyan összegyűjthessék a napenergiát. Ezért néhány felhős, esős nap észrevehető hatást gyakorolhat az energiarendszerre. Azt is figyelembe kell vennie, hogy a napenergiát nem lehet éjszaka összegyűjteni. Másrészt, ha a vízmelegítő megoldást éjszaka vagy télen is működtetni kívánja, a termodinamikus panelek alternatívát jelenthetnek.

4.5 Szennyezés és a környezeti hatások

A napenergia-effektorok és a környezetre gyakorolt potenciális hatások. Az effektorok a fotovoltai (PV) vagy a koncentrált napenergia (CSP) élettartama során kategorizálhatók, a kiépítéstől a kivitelezésig és leszerelésig, egy vagy több potenciális hatást gyakorolhatnak a környezetre, többszörös esetleges ökológiai válasszal. Emellett a napenergia-infrastruktúra technológiája, mérete és elhelyezkedése különböző módon befolyásolhatja a biótát és a környezetet. Például az integrált napenergia az, amely nulla földhasználati és földterületi változással jár, a nyersanyagok beszerzését és gyártását leszámítva. Így a bioszférára (életciklus-kibocsátáson túl), az erőforrásokra (pl. kulturális) és a jogosultságokra (pl. az őshonos közösségek vallási jogai) minimális vagy nulla negatív hatást gyakorolnak. Az integrált napenergia a városi és elővárosi területeken (pl. kereskedelmi és lakóépületek háztetői, parkolóházak és garázsok) a környezet elemeibe kerül beépítésre, a fogyasztókhoz viszonylag közel. Bár földrajzilag diffúz, az integrált napenergia nagyfokú napenergia-potenciált kínál, a becslések szerint az Egyesült Államokban az összes lakossági tetőterület 20–27%-a és a kereskedelmi épületek tetőinek 60–65%-a kedvező a fotovoltai és napenergiás rendszerek számára. Ezzel ellentétben a kizorító napenergia olyan, amely további földhasználatot vagy földterület-változást eredményez, és ezáltal csökkenti a biofizikai kapacitást, vagy megkönnyíti az egyéb (pl. kulturális) értékek elvesztését a Föld felületén. Ezek a létesítmények jellemzően nagy méretűek és nagy kapacitásúak. Gyakran földrajzilag messze vannak a keresleti terhektől és a már meglévő átviteltől, valamint nagy területigénnyel rendelkeznek (azaz a telepített kapacitás a földterülettel egyidejűleg növekszik) (Murphy-Mariscal Michelle L. és mások, 2018).

4.6 Földre vonatkozó követelmények

A tervezett 2040-es energiafogyasztási igény kielégítése érdekében becslések szerint körülbelül 800 000 km² további földterületet (térközzel) - Kalifornia állam kétszerese - érintene a szén-intenzív és megújuló energiaforrások fejlesztése. A földre szerelt napenergiának viszonylag nagy földterületre van szüksége az erőművek infrastruktúrájának, tükreinek és tornyainak (pl. CSP), valamint paneleinek (pl. PV) a

telepítésére, ezért az ilyen létesítmények gyakran távol vannak a városi központoktól, ahol a legtöbb villamos energiát fogyasztják. Ez szükségessé teheti további átviteli infrastruktúra (pl. villamosvezeték, utak és alállomások) kiépítését, ezzel tovább bővítve a létesítmények közvetlen lábnyomának hatását (Murphy-Mariscal Michelle L. és mások, 2018).

A napenergiával kapcsolatos környezeti hatások közé tartozik a szárazföld és víz használata, a szennyezés, az élőhelyek elvesztése és a nagyon veszélyes anyagok felhasználása a gyártási folyamat során.

A telepítési területre visszatekintve, a szolármezők által felhasznált földterület hatalmas lehet, és a szélenergiával ellentétben a földterület megosztása a mezőgazdaság számára nem lehetséges. A napenergia szintén hatással van a földhasználatra, amikor a napelemek előállításához szükséges anyagok bányászatára és előállítására van szükség.

A napelemekben található vegyületek közül a kadmium és az ólom rendkívül mérgező fém. Számos más mérgező és veszélyes anyagot használnak a napelemek előállításához, ideértve a gallium-arsenidet, a réz-indium-gallium-diselenidet, a sósavat, a kénsavat, a salétromsavat, a hidrogén-fluoridot, az 1,1,1-triklóretánt és az acetont.

Az Egyesült Államokban a gyártók jogilag kötelezettek ügyelni arra, hogy ezeket a nagy értékű anyagokat újrahasznosítsák és ne csak eldobják. Más országokban, mint például Kína, Malajzia, Fülöp-szigetek és Tajvan, ahol a napelemek több mint felét gyártják, ezektől a veszélyes anyagoktól felelőtlenül szabadulnak meg, pl. mezőkön, ezzel szennyezve a levegőt, a vizet és a talajt.

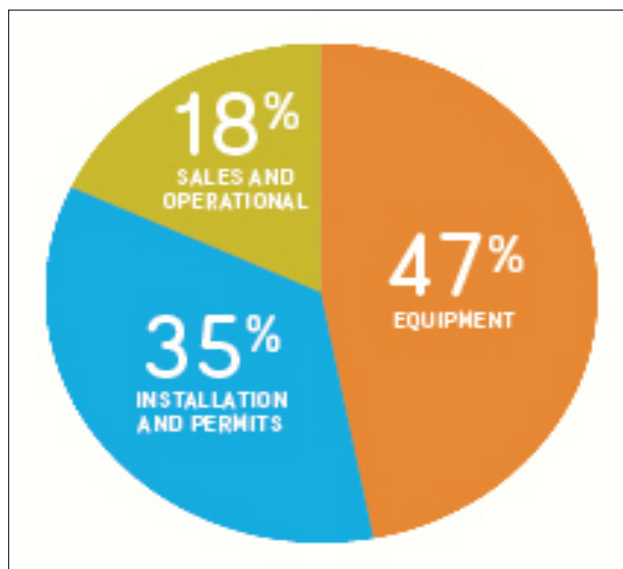
4.7 Drága energiatárolás

A legtöbb esetben a nagy mennyiségű elektromos energia tárolását az egyik legnagyobb akadályként tüntetik fel a napenergia ipari mértékű előállításában. Jelenleg a napenergia tárolására használt akkumulátor tárolórendszerek nagyon költségesek.

A Tesla létrehozta a Powerwall akkumulátort, hogy a napenergiát későbbi felhasználásra tárolja. Azonban egy 14 kWh-os akkumulátorral ellátott Powerwall telepítéssel együtt 7,100 dollárba kerül, így nagyon drága. Ha egy négyszobás háznak az egy napos tartalék energiáját szeretné tárolni, akkor három Tesla akkumulátorra lenne szüksége, amely összesen lélegzetelállító 18 300 dollárba kerülne.

4.8 Nagy kezdeti költség

Az átlagos méretű rendszerek árai, amelyek 4 kW és 8 kW közötti teljesítményt képesek kitermelni, 15000 és 29000 dollár között mozognak. Ezek a költségek magukba foglalják a napelemeket, az invertert, a szerelési hardvert és a vezetékeket, a telepítést, az engedélyeket, a javításokat, a felügyeleti és karbantartási költségeket, valamint a további üzemeltetési és általános költségeket.



6. ábra A napelemek beszerzésének mért költségeinek százalékos aránya
(forrás, <https://www.sunrun.com/solar-lease/cost-of-solar>)

SALES AND OPERATIONAL	ÉRTÉKESÍTÉS ÉS MŰKÖDTETÉS
INSTALATION AND PERMITS	TELEPÍTÉS ÉS ENGEDÉLYEK
EQUIPEMENT	FELSZERELTSÉG

A napelemeket wattban mérik és gyakran dollár/watt áron vannak beárzva. Nem minden panel egyforma és ezt az árak is tükrözik. A felszereltséggel kapcsolatos költségek közé tartoznak a: napelemek, inverterek, szerelési hardverek és vezetékek költségei; telepítés és engedélyek, ellátási lánc, engedélyezés és összekapcsolás ára; Az értékesítési és működtetési költségek a felügyeleti és karbantartási költségeket, javításokat, további működési és általános költségeket tartalmazzák.

Előfordulhat, hogy az nem tartalmazza az akkumulátor rendszert, ami további költség. Nincs szükség akkumulátor-tároló rendszerre, ha az energiaszükségletet a helyi energiahálózathoz való csatlakozással kívánja kiegészíteni.

Ha az előzőekben leírtak szerint egy akkumulátor rendszer költségét is figyelembe veszi, akkor 33300 és 47300 dollár közötti potenciális összköltség várható, amely lehetővé teszi egy átlagos négy hálózatos háztartás számára a nappali és éjszakai energiaszükséglet biztonságos fedezését. Még ebben az esetben is figyelembe kell venni az éghajlati viszonyokat és a tartózkodási helyet. Előfordulhat, hogy csökkentenie kell a felhasználást, és sokkal óvatosabbnak kell lennie az energiafelhasználás terén.

Egy másik tényező, amelyet figyelembe kell venni a kezdeti költség vizsgálatakor, a megtérülési idő. Egy 18 000 dolláros rendszer megtérülési ideje a kitermelt energiának köszönhetően kb. 20 év. Ez a legtöbb ember és háztartás számára nem nagyon ésszerű.

4.9 Gazdasági hátrányok

A napenergia fő hátránya a gazdaságosság. A félvezető anyagokat, amelyekből a napelemek készülnek, meglehetősen drága legyártani. Még ha az anyagtudomány és a gyártási módszerek fejlődnek is, az alapvető technikák rendkívül költségesek. A fogyasztói elektronikákban olcsóbb napelemanyagokat használnak, de azok nem termelnek annyi energiát, mint a klasszikus fotovoltaiikus cellák.

Néhány újabb felfedezés lehetővé teszi, hogy a napsugárzásnak egy szélesebb spektrumát lehessen energiatermelésre használni, de ezek a kísérleti anyagok ugyanazokat a drága gyártási módszereket feltételezik. A gyártási fejlesztések még mindig évtizedekre vannak.

Az elmúlt néhány évtizedben a napenergia-erőművek kormányzati szponzorálás mellett működtek, és bizonyították, hogy a napenergiából származó villamosenergia előállítása technikailag megvalósítható, de gazdaságilag nem életképes, legalábbis jelenleg. Ezek a létesítmények ritkán lakott, száraz sivatagokban találhatóak, amelyeket szinte egész nap napsütés éri. Nagy mennyiségű olcsó földterületre van szükség a napelemek és a tükrök elhelyezéséhez, amelyek ezeket az erőműveket a tényleges használat helyétől távolabbra szorítják ki. Ezeket a távoli energiaforrásokat drága átviteli tornyoknak kell városok központjaiba kell szállítaniuk.

A napenergia jelenlegi hátrányai ellenére a nap ingyenes energiájának hasznosítása ígéretesnek tűnik. Mivel a tudományos fejlődés és a gyártási technikák segítik a napelemek hatékonyabbá és olcsóbbá tételét, a napenergia a jövőben fontos energiaforrás lesz a lakóházak számára.

4.10 Következtetések

Miközben a napenergiát kimeríthetetlen megújuló erőforrásnak tekintjük, az energia mai felhasználásának módja számos hátránnyal jár, ami megfizethetlenné vagy nem hatékonyvá teszi. Azonban a napenergia-technológia még mindig gyerekcipőben van és számos jó ötlet kezd felszínre törni.

Például az energiatárolási kérdésekkel kapcsolatos kutatások két különböző módszert találtak, amelyeket a villamos energia jövőbeli tárolására lehetne használni.

A meglévő technológiákkal ihletett tudósok olyan áramlási akkumulátorokat hoznak létre, amelyek kis szerves molekulákat használnak, amelyek segítenek a rabarber növények energiájának tárolásában. Ezeket kionoknak hívjuk. Nekik köszönhetően nincs szükség mérgező és nagyon költséges fém vanádiumionok alkalmazására. A kutatók azt jósolják, hogy ez a technológia a jelenlegi 0,02 dollár/kilowattóra árat 0,0025 dollárra csökkentheti.

A másik módszer, amely meglehetősen zseniális, a napenergiát villamosenergia termelése helyett metanol előállítására használják szén-dioxidból. A terv az, hogy egy üzem tüzelőanyagként égetné a metanolt, amely szén-dioxiddá konvertálná azt vissza, amely újra felfogható és tárolható. A cél a szén-dioxid kibocsátás csökkentése az újrahasznosítás révén, ahelyett, hogy a légkörbe kerülne.

Egy dolog biztos. A naperőműveknek még mindig hosszú utat kell megtenniük ahhoz, hogy megfizethető, hatékony és környezetbarát megoldásként működjenek.

5. Esettanulmány - Osorhei fotovoltaikus erőmű (CEF Osorhei)

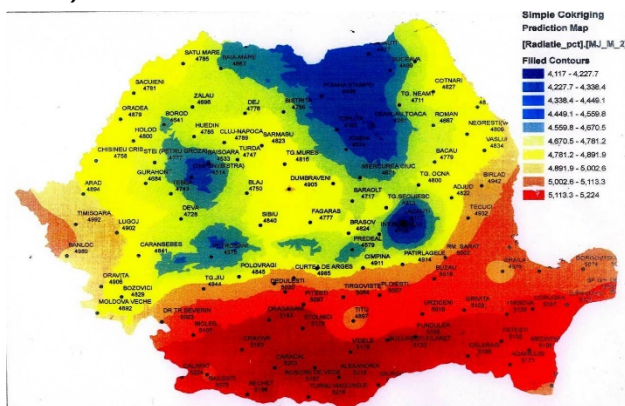
Az Osorhei fotovoltaikus erőmű (CEF Osorhei) megvalósítása a megújuló napenergia zöld energia termelésére való felhasználása céljából, az Osorhei napelemek esetében 0,6 MW energiatermelési kapacitás elérésével.



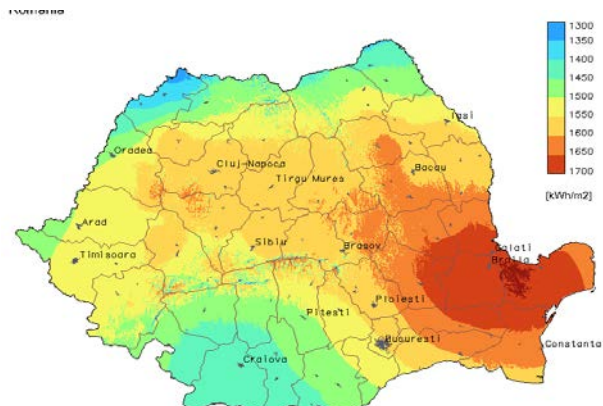
7. ábra Osorhei elhelyezkedése
(forrás, dgtat-dgtatamd.opendata.arcgis.com/)

Románia biztosítja a szükséges környezetet a napfényt használó villamosenergia-termelők számára. Romániában a napenergia villamosenergia-felhasználása szempontjából különösen fontos területek: - a Román síkság, a Nyugati síkság, a Bánság és az Erdélyi és Moldovai felvidék egy része.

Ezek a területek napenergia-áramlatokkal rendelkeznek, évente átlagosan 1700 és 2050 óra között, és olyan területek, mint a Dobrogea, a Fekete-tenger román partja és a Duna-deltája, különleges tulajdonságokkal rendelkeznek, az átlagos éves napsugárzás rendkívül kedvező. Itt több mint 2200 óranyi napsütés várható évente (Clima Romaniei, 2008).



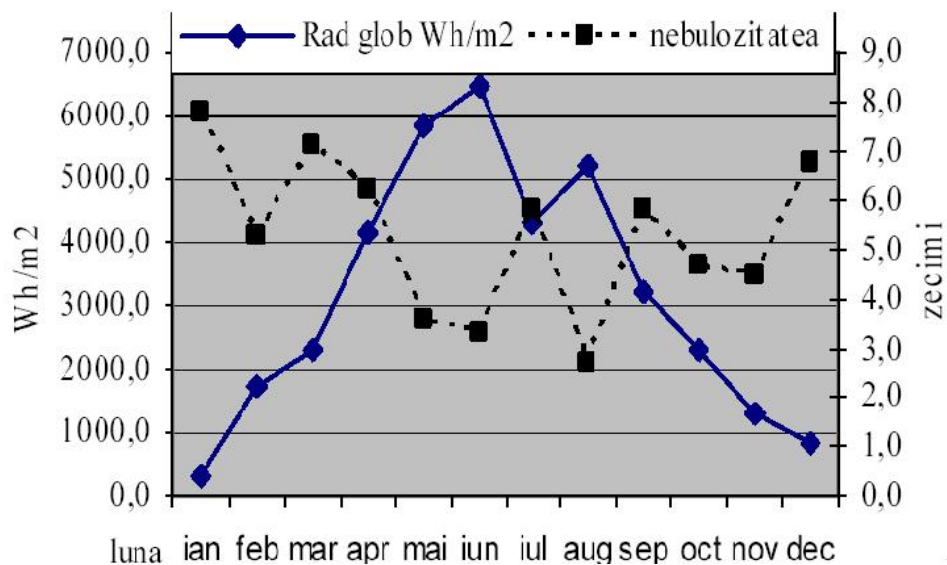
8. ábra Románia napenergia-potenciálja
(Clima Romaniei, 2008)



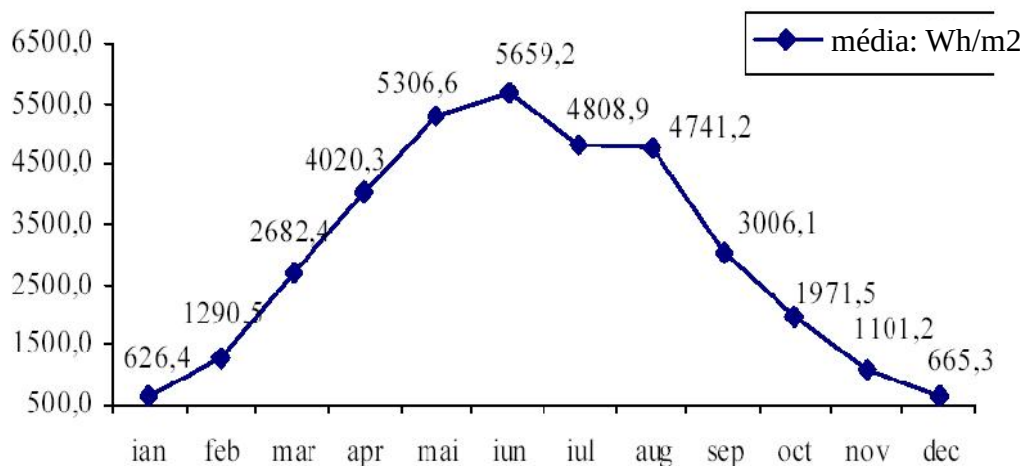
9. ábra Az optimális dőlésszögű Pv modulok által kapott globális besugárzás éves összege
(forrás, Clima Romaniei, 2008)

A fotovoltaikus napelemekre épülő villamosenergia-termelésre kijelölt régió (Bihar megye) kedvező tulajdonságokkal rendelkezik a célkitűzések eléréséhez. Az Aurelia Florina Dumiter által 2007-ben kidolgozott "Nagyvárad éghajlata és topoklimája" című tanulmány 2007-ben összegezte Bihar megye éghajlatának adatait, az átlagos éves napsugárzás 2990,0 Wh/m2. Ha a napsugárzás maximális és minimális potenciálját

nézzük Bihar megyében, akkor éves szinten az alábbi értékeket kapjuk: 5659,2 Wh/m² júniusban és 626,4 Wh/m² januárban.



10. ábra. A mérsékelt övezetben a felhőzet és a globális sugárzás közötti korreláció, a terület Bihar megyét is lefedi (Forrás, Dumiter A., 2007)



11. ábra Az éves globális napsugárzás Nagyváradon (forrás, Dumiter A., 2007)

Bihar megye Fughiu városában lett létrehozva a fotovoltaikus paneleken alapuló napelem-üzem, melynek termelési kapacitása 0,6 MW. Az általa kínált napenergia-potenciál Bihar megye villamosenergia-termelésén keresztül kerül felhasználásra, amely az elválasztási pontnál a nemzeti energiahálózathoz csatlakozik (ahol a felhasználói hálózat el van választva az üzemeltető hálózatától). Ennek a létesítménynek a helye azért Fughiu városa, mert ehhez a projekthez elég nagy terület áll rendelkezésre, távol van az épületektől, erdőktől és más olyan létesítményektől, amelyek árnyékolhatnák a rendszert. A napsugárzás megragadása a földön optimális körülmények között történik.

Ami a napsugárzást biztosító területek napsugárzásának kedvező helyzetét illeti, a Bihar megyei terület lehetővé teszi a napsugárzás teljes potenciáljának megragadását évente 5659,2 Wh/m² mennyiségben.

A napenergia évente átlagosan 1700 és 2050 óra között érhető el, ami 650 ezer kWh/év valódi villamosáram-termelést generálhat az adott 0,6 MW létesítmény esetében.

Napelemként vékonyfilmes-panelek kerültek kiválasztásra, amelyek a legpraktikusabbak a termelési terület szempontjából. A polikristályos paneleken alapuló rendszerhez képest magasabb árammal rendelkezik, mivel alacsony napsütésű napokon

is megfelelően működik. Alapvetően a vékonyfilmes PV-rendszer a termelendő energia figyelembevételével bármilyen méretűre építhető. Ezen kívül kontextustól függően növelhető vagy mozgatható.

A vékonyfilmes fotovoltaikus technológia nagy előnyt jelentett ezen a területen, mivel eltávolítja az egyenletből a drága szilícium költségét. A napsütést elektromos energiává alakítani képes napelemek olyan félvezető anyagokból készültek, mint a réz, az indium, a gallium és a szelén. Emellett a szilíciummentes panelek sokkal könnyebbek és rugalmasabbak, és már nem igényelnek merev és szilárd vázszerkezetet. Így a napelemek egyre több területen használhatók.

A villamosenergia-hálózathoz csatlakozó fotovoltaikus rendszert három fő elemén keresztül történő villamosenergia-termelés jellemzi:

vi. Fotovoltaikus panelek

Inverter

vii. Villamosenergia-hálózat

Ezeket számos kiegészítő berendezés tesz teljessé, mint pl. a rövidzárlatok és túláram ellen védelmet nyújtó berendezések.

A fotovoltaikus generátort alkotó napelemek célja, hogy a napfényt villamos energiává alakítsák át. A panelek által termelt energiát egyenáramnak (DC) nevezzük, amely az inverternek köszönhetően váltakozó áramként (AC) kerül továbbításra a villamosenergia-átviteli hálózatra. Az inverter AC-re alakítja át az előállított egyenáramot, így alkalmassá válik a villamosenergia-hálózathoz való csatlakoztatásra.

A rendszer egy sor számlálót is tartalmaz a kitermelt energia mennyiségének pontos meghatározása érdekében.

A villamosenergia-hálózat megkapja a kitermelt energiát és azon keresztül a végfelhasználóhoz, azaz Oşorhei lakosaihoz szállítja azt.

Ennek a módszernek köszönhetően a folyamat végén egy napelemes fotovoltaikus berendezés lesz csatlakoztatva az alacsony vagy középfeszültségű hálózathoz.

Az erre a célra szolgáló **fotovoltaikus panel** egy vékony film technológiával ellátott panel (szilícium mint kadmium-tellurium), amelynek névleges teljesítménye 75 W.

A vékonyfilmes fotovoltaikus panelek tartósak és rugalmasak, egy szigetelő rendszerbe vannak csomagolva és öntisztító polimereket is tartalmaznak. Ezek a lemezek akár tetőzsindelyként is használhatók, vagy bármilyen más, rugalmasságot igénylő kreatív környezetben.

A vékonyfilmes fotovoltaikus panel magas energiahozamot (nagy teljesítményt) biztosít szezonról és időjárási viszonyoktól függetlenül. Nagyon erősek, tartósak és ellenállnak a rongálódásnak.

Robusztus laminált kereteket tartalmaznak, a legjobb esetben a vékonyfilmes fotovoltaikus panelek a felhasználás végén könnyen újrahasznosíthatók anélkül, hogy károsítanák a panelek szerkezetét. Az alkalmazott panelek megfelelnek az ISO 9001/2000 és az ISO 24001/2004 minőség- és környezetgazdálkodási szabványoknak.

A legtöbb fotovoltaikus termék élettartama 30 év. Az összes modul, beleértve az integrált vékonyfilmes termékeket is, 20 éves élettartamú, azaz kétszer tartósabb, mint a laminált kristály- vagy üveglemezek, melyeknek élettartama 10 év. A rendszer egy másik összetevője az inverter. Az inverterek kétféle értékűek lehetnek: 18 KW és 3,3 KW.

A DC fotovoltaikus modulok az intenzitással arányos besugárzást hoznak létre. Ahhoz, hogy a fotovoltaikus rendszerek a meglévő hálózattal párhuzamosan működjenek, a DC-t AC-ra kell átalakítani, amely ugyanazokkal a jellemzőkkel rendelkezik, mint az elektromos hálózat. A folyamatért felelős eszközt DC/AC inverternek nevezik.

Villamosenergia-hálózat

Mindegyik panelsorozatból egy kábel van az inverterbe vezetve, amely a lehető legközelebb helyezkedik el az áramvesztesség (DC) elkerülése érdekében.

A DC feszültség maximális csökkenése 1,5%, az AC feszültségé pedig 2%. Az üzemi feszültség a maximális teljesítményponttól indul.

Az egyes modulcsoportok pozitív és negatív pólusai külön vannak vezetve és a jelenlegi szabványoknak megfelelően védettek. Minden egyenáramú kábel dupla szigeteléssel rendelkezik és a rossz időjárási körülmények között is használható, mind felszínen, mind a talajban.

Ezzel a módszerrel évente 0,650 MWh kerül kitermelésre 0,6 Mw teljesítménnyel, ami körülbelül 12%-kal több, mint a polikristályos technológia esetében, így a bevétel is nagyobb.

A beruházás teljes költsége (építés és üzemeltetés) a gazdasági szempontot is figyelembe veszi, szemben a teljes üzemi jövedelemmel.

A vékonyfilmes napelem alacsony napfényben a legelőnyösebb, a közvetlen napfényt igénylő polikristályos panelekhez képest. A vékonyfilmes napelem hozama nyilvánvalóan magasabb, mint a polikristályosé, ugyanakkora kapacitással 12%-kal több energia termelhető ki velük.

Másik előnye a napelemek garantált időtartama, ami a 98%-os névleges teljesítmény megtartásának időtartamát jelenti; a vékonyfilmes fotovoltaiikus panelek élettartama 5-10 évvel hosszabb, mint a polikristályos technológiáé.

A modulok 33°-os dőlésszöggel és 0°-os déli tájolással rendelkező támasztószervezete a talajhoz van rögzítve, a napelemsorok közötti távolság 7,25m. A szerkezet acélból, cementből és alumíniumból készül.

Horganyzott acélból készült dőlt állvány került kiválasztásra, hogy minden időjárási körülmény között magas szerkezeti szilárdságot és tartósságot biztosítson. A szabványos acélprofilokból készült oszlopszerkezet 500 mm átmérőjű és 900 mm mélységű cementből készült hengeralaphoz van rögzítve.

Ezek az acélprofilokon 100x170 mm-es cement kereszt-gerendák, valamint alumínium támasztóprofilok kaptak helyet, amelyek a modulokhoz illeszkednek. Az alumínium profilok 60x60 mm méretűek, vastagságuk 2 mm. A 8 vékonyfilmes modul minden sorát két alumínium profil támasztja.

Horganyzott rögzítőelemek tartják a modulokat a helyükön, ezáltal biztosítva a modulok és a tartóprofilok közötti jó elektromos érintkezést, ezáltal védelmet nyújtva a generátor lehetséges szigetelés-veszteségei és a légköri kisülések által okozott hatások ellen.

A szerkezetben 9480 db 75 W teljesítményű modul kapott helyet, amelyekhez 30 inverter szükséges 18 KW-nál és 18 inverter 3,3 KW-nál, hogy a panelek által generált egyenáramot váltakozó árammá alakítsák, amely a nemzeti energiahálózathoz kerül szállításra.

A 9480 modul 6 azonos, 99,9 kW-os teljesítményű és 118,5 kWp beépített teljesítményű csoportba van rendezve. Minden csoport 1580 modult tartalmaz, ebből 1400 modul 5 db. 18 KW-os frekvenciaváltóhoz van csatlakoztatva, és 140 modul 3 db. 3,3 KW-os inverterhez van csatlakoztatva.

A szerkezet az épület műszaki előírása szerint a saját súlya mellett támogatja a szél és a hó okozta plusz terhelést is. A keretszerkezet a szabályok szerint került kiszámításra, biztosítva a panelek jó rögzítését, valamint a modulok súlyának támogatását földrengés, szél vagy hó esetén is.

A statikus töltés felhalmozódásával kapcsolatos kockázatok csökkentése érdekében mindegyik keretszerkezet kapcsolódik a talajhoz.

Elektromos telepítés és kábelezés

Az elektromos rendszer és a kábelezési hatékonyság a lehető legnagyobb terhelés szerint került kiszámításra, különös figyelmet fordítva mind a biztonság, mind az inverter

és a napelem mező közötti lehető legkisebb feszültségesésre, amelynek kisebbnek kell lennie, mint 1,5%.

A DC (a moduloktól a frekvenciaváltóig) és az AC (a frekvenciaváltótól a CGP-ig a dobozszámlálóban) kábelezés is földelt.

A transzformációs központ egy kicsi előregyártott cementprofilból van kialakítva, amelynek belseje egy kompakt közép feszültségű berendezést, transzformátort, alacsony feszültségű beállítást és megfelelő kábelezést és kiegészítő elemeket tartalmaz.

A vezetők rézből készültek, és megfelelőek ahhoz, hogy megakadályozzák a túlfeszültséget és a túlmelegedést. Minden egyenáramú és váltakozó áramú kábel kettős szigetelésű, rossz időjárás esetén használható, a felületen lévő csövekben elhelyezve, vagy a földbe temetve.

A fotovoltaikus rendszertől függetlenül a CA-t egy megfelelő, inverter használatát feltételező védelemmel látták el.

Az inverternek egy multimódusú optikai szálakommunikációs vonala van, amely az invertert a fotovoltaikus erőmű minden moduljának vezérlésével köti össze. Ez a vonal az üzem vezérlőközpontjánál ér véget, amely az egyes modulegységek legfontosabb változóit figyeli.

A nemzeti áramellátó rendszerrel való összekötés

A hálózathoz való csatlakoztatás érdekében az üzem nem elkülönítve működik, ehhez a frekvenciaváltó folyamatos hálózati feszültség és frekvencia ellenőrzési folyamatot hajt végre és leválasztja a rendszert akkor, amikor a paraméterek nem felelnek meg a Román elektromos hálózat előírt paramétereinek.

A csatlakozási modul háromfázisú, így kiváló minőségű jelet generál. A frekvenciaváltó harmonikus torzulása 3%-nál kisebb, és a névleges teljesítmény minimális teljesítménytényezője 0,99.

A nemzeti áramellátó rendszerhez való csatlakozás 20 kV-on történik, ami 100 méterre van a napelem-rendszertől.

Funkcionális leírás

A szolárrendszer működése a következő folyamat szerint zajlik: a napelemek felveszik a nap energiáját, a belsejükben megtörténik a napenergia egyenárammá alakítása; A kapott egyenáram a frekvenciaváltóhoz kerül, amely váltakozó árammá alakítja azt. Az előállított váltakozó áram a villamosenergia-átviteli rendszeren keresztül kerül elosztásra. A következő táblázat mutatja be a naprendszer működését.

Technológiai leírás

Vékonyfilmes fotovoltaikus panel

Az erre a célra szolgáló fotovoltaikus panel egy vékony film technológiával ellátott panel (szilícium mint kadmium-tellurium), amelynek névleges teljesítménye 75 W.

A vékonyfilmes fotovoltaikus panel egy 116 cellából álló vékony lemezen alapuló panel.

A panel mérete: 1,2 m hossz. x 0,6 m szél. A panel súlya 12 kg. A panel alsó laminált kerettel van ellátva, emellett tartós és újrahasznosítható.

Mindegyik fotovoltaikus panel kettő, egy pozitív és egy negatív töltésű félvezető réteggel rendelkezik. Amikor a nap a félvezetőre süt, a rétegek elektromos mezőjének kereszteződése energiát termel → minél nagyobb a nap intenzitása, annál több energiát termel.

Inverterek

Ezek az inverterek technológiailag nagyon fejlettek, megfelelnek a kisfeszültségű hálózati összeköttetéshez szükséges műszaki biztonsági előírásoknak, valamint az elektromos biztonságra és az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó közösségi irányelveknek.

az inverterek legfontosabb műszaki jellemzői:

- Lehetővé teszi a vektorok tökéletes illeszkedését a maximális energiatermelés eléréséhez
- Tartalmaz egy maximális teljesítménypont érzékelőrendszert
- Az általa végrehajtott folyamatok gyorsan és pontosan vezérelhetők
- Az áramerősség akár 20%-kal is javítható, még kedvezőtlen éghajlati viszonyok között is
- Növeli a fotovoltaikus panelek kilowatt teljesítményét.
- A fotovoltaikus cellák technológiájának széles körét biztosítja
- Magas dinamikus teljesítmény felhős napokon
- -20°C és 85°C közötti hőmérséklet-tartományban működik
- Ellenáll a magas légszennyezésnek és a magas páratartalomnak
- Moduláris komponensek, hatékony javítás
- Két hűtőventilátorral van ellátva
- A szeizmikus veszélyforrásokat figyelembe véve tervezve
- Beépített kapcsolók DC és AC csatlakozáshoz
- Szigetelő transzformátort tartalmaznak
- Összekapcsolják és egymáshoz igazítják a frekvenciaváltó fotovoltaikus rendszerének feszültségét
- Önszigetelés a hálózati feszültség és a frekvencia szinkronizálása érdekében az alternátor kimeneti feszültségével.
- Teljesen automatikus működés, gyakorlatilag nincs veszteség az üresjáratú időszakokban.
- Erőforrásként működik és bármikor képes maximális teljesítményt felvenni, amely további automatikus maximális teljesítményponttal képes a fotovoltaikus generátort ellátni.
- Feszültség- és frekvenciaugrás elleni védelmet nyújtó hálózati csatlakozás.
- Védelem AC rövidzárlat ellen
- Túlfeszültség védelem
- Védelem a hálózatban fellépő zavarok ellen, például mikrokapcsolók, impulzusciklusok meghibásodása, megszakító és helyreállító hálózat
- Fordított polaritás védelem
- Horganyzott leválasztó transzformátor
- CC elszigetelése
- Védőburkolat a felfedett áramcsatlakozókon
- Azáltal, hogy mindegyik alkatrész egy rekeszbe van építve, az inverter egyszerűen telepíthető, működtethető és karbantartható.
- Könnyű hozzáférés az összes alkatrészhez
- Kifejezetten külső környezetet szem előtt tartva lett megtervezve
- horganyzott szigetelés

Az inverter egy ellenőrző rendszerrel van ellátva, amely képes a következő változók regisztrálására és menedzselésére:

- viii. Feszültség és árambevitel
- ix. Aktív teljesítmény
- x. hőmérséklet és sugárzás a paneleken belül, környezeti hőmérséklet
- xi. eszköz állapota
- xii. Kimeneti kontaktorok állapota

- xiii. Riasztások (tápfeszültség csökkenése, hálózati frekvencia, eltérések, elégtelen feszültségű panelek, kommunikációs hibák)

A felügyeleti rendszer által tárolt adatokat egy személyre szabott szoftver kezeli, amely megkönnyíti a kommunikációt a napelemes rendszeren belül és amelyen keresztül az egyes elemek paraméterei figyelemmel kísérhetők és beállíthatók. A kiegészítő felügyeleti rendszer magába foglalja a GSM kommunikációval történő vezérelt kommunikációt és riasztáskezelést.

Transzformátor

A szükséges védelemmel rendelkező 630 kVA transzformátort a következők jellemzik:

- xiv. Háromfázisú transzformátor, mono feszültség 420 V (nincs terhelés) / 20 kV
- xv. A szabályoknak megfelelően vízálló
- xvi. 630 kVA kijelölt teljesítmény
- xvii. 24 kV-os szigetelési szint
- xviii. Group Dyn 11 csatlakozás
- xix. Rövidzárlati impedancia 75°C-on 4%
- xx. Jelenlegi cél 2,3%
- xxi. 59 dB hangnyomás

Berendezésközpont átalakítása

A csatlakozó belsejében és fölött az MB típusú elektromos berendezés az alábbi elemekből áll:

- xxii. Polctartó
- xxiii. Emelőrendszer
- xxiv. Kompakt, MT hajtómű, teljesen szigetelt SF 6, GCM típusú Cosmos 2 - LP
- xxv. BT hajtómű. Keret alacsony feszültségű védelmi funkcióval és vezérléssel
- xxvi. MT/BT 160 kVA elosztó transzformátor egység teljes egészében olajjal feltöltve / 24 kV, az SEE szabványoknak megfelelően
- xxvii. Közvetlen összeköttetések MT és BT kábelekkel
- xxviii. Áramköri rögzítés a földön
- xxix. Világítás és kiegészítő szolgáltatások

Megfigyelő-rendszer

A fotovoltaikus rendszer kétirányú, alacsony feszültségű, háromfázisú számlálóval rendelkezik, és a fotovoltaikus rendszer által termelt energiát és a fotovoltaikus létesítmény fogyasztását mérő közvetett energiamérővel rendelkezik.

A mérőberendezés alapvető jellemzői:

- xxx. Aktív (kétirányú) és reaktív (4 negyed) teljesítmény mérésére alkalmas
- xxxi. 3 beszerelhető számlálóhoz
- xxxii. Számítási teljesítmény, maximális igény és teljesítményfelesleg
- xxxiii. Kommunikációs portok, helyi és távoli olvasás
- xxxiv. 4 szabad konnektor a jelek külső eszközre történő továbbításához
- xxxv. LCD-megjelenítő

Az elméleti éves termelés összhangban van a fotovoltaikus berendezések hálózati csatlakozására vonatkozó európai szintű műszaki követelményekkel, az alábbiak szerint:

- xxxvi. $E_p \text{ (kWh / nap)} = G_{dm} (a, \beta) \cdot PM \cdot PMP \cdot PR / GCEM$
- xxxvii. E_p = generátor által termelt energia
- xxxviii. PMP = csúcs teljesítmény generátor
- xxxix. $GCEM = 1KW / m^2$

- xl. PR = A teljesítmény aránya az üzem energiahatékonyágát jelenti tényleges munkakörülmények között.
- xli. Megfontolandó: a hatékonyság és a hőmérséklet közötti összefüggés; a vezetékek hatékonysága; a szennyeződésből, a szórási paraméterekből, a maximális teljesítménypont-követés hibáiból eredő veszteségek; inverter energiahatékonyága.
- xlii. $G_{dm}(\alpha, \beta)$ = a tervezett generátor havi és éves átlagos besugárzása kWh / m² / nap, figyelembe véve a naperőmű dőlésszögét és azimutját.
- xliii. A számítások különböző hivatalos forrásokból származnak:
- xliv. Európai Kutatási Központok (Európai Bizottság / Európai Bizottság)
- xlv. PV - GIS A napenergia-erőforrás földrajzi megítélése

Hónap	G _{dm} (0) [KW · h (m ² · nap)]	G _{dm} (α = 0, SS = 37) [KW · h (m ² · nap)]	E _p [KW · h / nap]	E _p [KW · h / hónap]
Január	1105	1874	203	6294
Február	1989	3108	332	9307
Március	3228	4238	441	13678
Április	4474	4992	503	15101
Május	5719	5722	563	17452
Június	5965	5663	550	16510
Július	6135	5988	579	17 964
Augusztus	5360	5778	562	17416
Szeptember	3945	4966	497	14855
Október	2592	3907	400	12413
November	1298	2136	225	5759
December	827	1366	148	4574
Köztes	3553	4145	417	12610
Összesen	42 637	49738	5003	151 323

2. Tábl. Dőlt felületen lévő sugárzás értékei (kWh / m²), figyelembe véve az irányt és a dőlésszöget (adatforrás, Dumitreanu M., 2017)

Hónap	elméleti termelés kW / h	PR	Produtos Real kW / h
Január	6294	0,77	4846
Február	9307	0,77	7166
Március	13678	0,77	10532
Április	15101	0,77	11628
Május	17452	0,77	13438
Június	16510	0,77	12 713
Július	17 964	0,77	13832
Augusztus	17416	0,77	13410
Szeptember	14855	0,77	11438
Október	12413	0,77	9558
November	5759	0,77	4434
December	4574	0,77	3522
Köztes	12610	0,77	9710
Összesen	151 323	0,77	116 519

3. Tábl. Becsült elméleti energiatermelés a létesítmény 1 inverterre eső 151 323 kWh/év alapján (adatforrás, Dumitreanu M., 2017)

A táblázat alapján megállapíthatjuk, hogy a villamosenergia-termelés, a becsült értéke inverterenként 116519 kWh / év.

Vékonyfilmes fotovoltaiikus modul értékei és értékelései STC1		A panel számértékei
Megnevezések	Rövidítések	
Teljesítmény (+/- 5%)	PMPP (W)	75
Feszültség P _{MAX}	VMPP (W)	68,2
Áram P _{MAX}	IMPP (A)	1,10
Nyitott áramköri feszültség	VOC (V)	89,6
Rövidzárlat feszültség	ISC (A)	1,23
Rendszer maximális feszültsége	VSYS (V)	1000
Hőmérséklet-együttható PMPP	TK (PMPP)	-0.25% / ° C
Hőmérséklet-együttható VOC, magas hőmérséklet (> 25 ° C)	TK (VOC, magas hőmérséklet)	-0.25% / ° C
Hőmérséklet-együttható VOC, alacsony hőmérséklet (-40 ° C és 25 ° C között)	TK (VOC, alacsony hőmérséklet)	-0.25% / ° C
ISC hőmérséklet-együttható	TK (ISC)	+ 0.04% / ° C
Fordított curenului2 korlátozása	IR (A)	2
Biztonsági maximális áramkör	ICF (A)	10 (2 IEC617303)

4. Tábl. vékonyfilmes fotovoltaiikus modul műszaki paraméterei
(adatforrás, Dumitreanu M., 2017)

Vékonyfilmes fotovoltaiikus modul 75 W adatlapja.

Vékonyfilmes fotovoltaiikus modul 800W / m2, 45 ° C, AM 1.5		A panel számértékei
Megnevezések	Rövidítések	
Teljesítmény (+/- 5%)	PMPP (W)	56,3
Feszültség P _{MAX}	VMPP (W)	63,9
Áram P _{MAX}	IMPP (A)	0,88
Nyitott áramköri feszültség	VOC (V)	83,3
Rövidzárlat feszültség	ISC (A)	1,01

Mechanikai leírás			
Hossz	1200 mm	Vastagság	6,8 mm
Szélesség	600 mm	Terület	0,72 m2
Súly:	12 kg	kábel	3.2 mm 2, 610 mm

5. Tábl. vékonyfilmes fotovoltaiikus modul 75W műszaki paraméterei
(adatforrás, Dumitreanu M., 2017)

AC-védelemmel ellátott 18 KW inverter műszaki adatlapja.

Bemenetek	
CC Maximális teljesítmény	22500 W
DC Csúcsfeszültség	335 V - 800 V

Névleges feszültség (UFV, nom)	335 V
Maximális MPP-feszültség (UMPP, max)	560 V
Maximális DC-feszültség (UCC max)	800 V
Max. bemenet (IFV, max.)	23
CC torzítási tényező (UPP)	<10%
Rétegek maximális száma (párhuzamos)	4
CC kapcsolat	Kampók (MC vagy Tyco)
Termikus szabályozó varisztorok	Igen
Földönfekvés ellenőrzése	Igen
Fordított polaritás védelem	Rövidzárlat dióda
Kimeneti értékek	
Maximális teljesítmény CA (PCA max)	19800 W
Névleges AC (PCA nom)	18000 W
Max. kimenet (ICA max)	31
Az áramhálózathoz származó torzítási együttható	<4%
Névleges feszültség AC (UCA, nom)	380 V - 400 V
Névleges frekvencia AC (FCA, nom)	50 Hz / 60 Hz
Teljesítménytényező (cos)	1
Rövidzárlat ellenállás	Igen, áramvezérlés
Internetkapcsolat	CA terminálok
Kimeneti tényező	
Maximális hozam-együttható	96%
Európai hatékonysági tényező	95,3%
Teljesítményelektronika	
Konceptió áramkör	Transzformátor
Hálózati felügyelet	felügyeleti hálózat
fázisok száma	3 (háromfázisú csillagcsatlakozás)
ház	
DIN EN 60529	IP 65
Hűtési koncepció	Opti Cool
Megengedett környezeti hőmérséklet	-25 ° C és + 60 ° C között
Súly és méret	
Súly:	210 Kg
Szélesség / magasság / alap (mm)	2000/1000/300
Jellemzők	
Kommunikáció	Rádiós
Kijelző	2 vagy több sor megjelenítése
Garancia	5 év - 10 év

6. Tábl. A 18 KW inverter műszaki paraméterei
(adatforrás, Dumitreanu M., 2017)

Az üzem védelmi rendszerébe beépített 3,3 KW inverter műszaki adatlapja

Bemenetek	
Maximális DC teljesítmény, DC feszültség	3820 W
Névleges feszültség (UFV, nom)	500 V
Napelemes MPPT feszültségtartomány (UMPP)	200-500 V
Max. bemenet (IFV, max.)	20
CC torzítási tényező (UPP)	<10%

Max. rétegek (párhuzamos)	3
DC elválasztó eszköz	ESS csatlakozó
Termikus szabályozó varisztorok	Igen
Földönfekvés ellenőrzése	Igen
Fordított polaritás védelem	Rövidzárlat dióda
Kimeneti értékek	
Maximális teljesítmény CA (PCA max)	3600 W
Névleges AC (PCA nom)	3300 W
Az áramhálózatból származó torzítási együttható	<4%
Névleges feszültség AC (UCA , nom)	220-240 V
Névleges frekvencia AC (FCA, nom)	50 Hz / 60 Hz
Teljesítménytényező (cos)	1
Rövidzárlat ellenállás	Igen, szabályozás
Internetkapcsolat	CA csatlakozó
Kimeneti tényező	
Maximális hozam-együttható	95,2%
Európai hatékonysági tényező	94,4%
Védelmi fokozat DIN EN 60529	IP 65
Mechanikai paraméterek	
Szélesség / magasság / alap (mm)	450/352/236
Súly:	41 Kg

7. Tábl. A 3,3 KW inverter műszaki paraméterei
(adatforrás, Dumitreanu M., 2017)

A működési költségek a következők:

- A karbantartáshoz szükséges személyzetből és a panel takarításából, valamint a növényzet eltávolításából eredő költségek - körülbelül 5200 euró / év
- A két komponensű termelésirányításhoz szükséges személyzettel kapcsolatos kiadások
technikai komponens - a berendezés szervizelése és beállítása - körülbelül 24 000 euró / év
gazdasági komponens - gyártás, értéknövelés, - körülbelül 6500 euró / év

Hogyan építsünk napkollektoros fűtőtestet lépésről lépésre

A javasolt napenergiával működő vízmelegítő az egyik legegyszerűbb módja egy ilyen eszköz felépítésének, és nem igényel semmilyen speciális technikai készséget, így bárki megépítheti minimális befektetéssel. A méret a piacon megvásárolható eszközök „sztenderd” méretének (2×1) felel meg.

Szükséges anyagok:

- 15×07-es rézcsövek, 30 méter (10 cső x 3 méter)
- 30 darab „T” alakzatú rézidom
- 5 darab „MM” rézaljzat
- fadeszkák a dobozhoz: 8 darab 2 méter hosszú (5 darab az alsórészhez, 2 darab hosszban, egy darab félbevágva), 20 cm széles, 2 cm vastag (normál méret) = 8 db * 2 hossz 0,2 szélesség * 0,02 vastagság = 0,064 köbméter fadeszka
- 15 darab facsavar
- 0,6 cm vastag üveglap a doboz fedeléhez
- sarokprofil (fém, alumínium vagy műanyag) az üveglap rögzítéséhez, 6 méter
- üveggyapot alumíniumfóliával a szigeteléshez
- egy tekercs poliuretán hab
- 2 egészségügyi univerzális szilikoncső
- 1,25 cm vastag fémlemez
- 42 darab fémkapocs
- 1 db fém sarokprofil x 6 m hosszú a doboz fémkeretéhez + 2x négyzet alakú 6 m hosszú fémrúd a doboz megtartásához (ha a doboz a tetőre lesz rögzítve, erre a fémrészre nincs szükség)
- 2-3 zsák cement
- zöld festék, kb. 2 liter, a fadobozhoz + fekete festék a fémlemezhez
- rézcsővágó eszköz
- gáztartály és fáklya a rézcsövek hegesztéséhez illesztékekkel és csatlakozókkal

1. Lépés Fadoboz megépítése

A fadaraboknak a repedések elkerülése érdekében száraznak kell lenniük. A doboz sarkai fa csavarokkal vannak erősítve, és az egész belső felületet le kell festeni, hogy elkerüljük a nedvesség felszívódását és a duzzadást az idő múlásával.



8. Kép Festett fadoboz (forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

A fadeszka esetleges repedéseit és a fadeszkák göcsörtjeit polietilénhabbal szigeteljük le, hogy megakadályozzuk a víz fadobozba kerülését.



9. Kép A fadóboz polietilénhabbal való szigetelése
(forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

2. lépés Rézcsöves rendszer kialakítása

Az első lépés a „T” alakú csuklók és a rézcsatlakozók rögzítése. Ebben a szakaszban a rézcső vágó szerszám nagyon hasznos eszköz, mert lehetővé teszi a pontos vágást. Ügyelni kell arra, hogy az összeszerelésnek ebben a szakaszában vétett mérési hibák a hegesztési folyamat minden lépésénél sokszorozódni fognak. Például az első vágás során egy milliméter vágási hiba 10 cm-es eltérést jelent a csőrendszer végén.



10. Kép Csuklók és csatlakozók hegesztési folyamata
(forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

A csuklók és csatlakozók hegesztését követően a következő lépés a rézcső beillesztése és az összes réz alaktrész összehegesztése. Ennek a lépésnek a legnehezebb része a cső csuklókba való behelyezése anélkül, hogy repedésre kerülne sor, mert ez folyadékvesztéshez és ebből adódóan rendszerhibához vezethet.



11. Kép Rézcsövek (forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

Az összes rézcső összehegesztését követően a következő lépés a rézcsőrendszer fémlemezre való rögzítése. A rézcső rendszer rögzítése előtt a fémlamezt fekete színűre kell festeni. Annak érdekében, hogy a lemez a lehető legjobban adja le a hőt a csőnek, az egész rézrendszert mindkét végének közepén fémkapcsokkal kell felszerelni.



12. Kép Rézcsőrendszer (forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

3. Lépés Üveggyapot szigetelés behelyezése

Azelőtt, hogy a rézcsőrendszert a dobozba helyezné, le kell azt szigetelni. Az egyik legjobb megoldás az alumínium fóliával ellátott üveggyapot használata. Ajánlott üveggyapot használata, mert kiváló szigetelési együtthatóval rendelkezik, valamint a használata és kezelése is egyszerű. A legjobb szigetelési eredmények akkor érhetők el, ha az üveggyapot nincs erősen megnyomva, mivel a szigetelésért az üveggyapot szálak között található levegő felel, a levegő eltávolítása a szigetelési együttható csökkenéséhez vezethet. Az üveggyapot alumínium fóliával ellátott oldalát a fémlemezhez kell rögzíteni.

Az alumínium szerepe az, hogy visszaverje a hőt a fémlemezre és a rézcső rendszerre, ezáltal növelve a hő-együtthatót. Az üveggyapotot ragasztóval rögzíthetjük vagy speciális csipeszeket is használhatunk.



13. Kép Szigeteléshez használt üveggyapot (forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

A szigetelés rögzítését követően a rézcsőrendszer csavarokkal rögzíthető a fadobozba.

4. Lépés Üveglap felhelyezése a fadobozra

Az összes belső alkatrész összeszerelése után a következő lépés az üveglap felszerelése. Ha az oldallap felső része szögben van vágva, az üveglap közvetlenül behelyezhető a fa doboz profiljába. Ha nem, a legegyszerűbb sarokelem (vas, alumínium vagy műanyag) használata, amely a fa doboz oldalán található csavarokkal van rögzítve. Mindkét esetben az üveglapot univerzális szilikon segítségével zárjuk le. Ez a lépés nagyon fontos, mert ez az oldal képezi a rendszer felső részét, a helyes tömítés megakadályozza az esetleges vízszivárgást.



14. Kép Szilikon tömítés (forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

A rézcső kimenetét is le kell szigetelni szilikonnal annak érdekében, hogy megakadályozzuk a víz oldalsó beszívargását, és a hő kijutását a dobozból.

5. lépés A fűtési rendszer célhelyen való rögzítése és a vízellátó rendszerhez való csatlakoztatása

Azt követően, hogy az összes elem rögzítésre került a fadobozban, a rendszer a végső helyén rögzíthető. Ha a rendszer helyzete állandó, ajánlott a rendszert beton, homok és mész keverékéből készített betonba rögzíteni.

Az egész rendszert fém sarokprofilok segítségével rögzítsük egy 25° - 45°-os, délre néző homlokfelületen (<http://www.panourisolare-online.ro/pdf>).

A végső helyzetben történő rögzítés után a kollektor a vízellátó rendszerhez csatlakoztatható.



15. kép A rendszer a végső helyzetében (forrás, <http://www.douamaini.ro/>)

Ez a módszer az egyik legegyszerűbb, bárki által minimális pénzügyi befektetéssel végrehajtható megoldás. Az összes szükséges anyag figyelembevételével elvégzett számítások 150-180 euró közötti árat feltételeznek, a megtérülési idő 4-6 hónapon belül van.

Irodalom

1. **Bland Philip A., Moore Elaine A., Wright Ian,** (2004), *An Introduction to the Solar System*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-83735-9
2. **Cahan David** (editor), (2004), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth-Century Science*, California Studies in the History of Science Series, ISBN 978-052-0083-349
3. **Dumiter, Aurelia Florina** (2007), *Clima si topoclimatele orasului Oradea*, Editura Universitatii din Oradea, ISBN 978-606-10-0005-0
4. **Dumitreanu Mihnea,** (2017), *Valorificarea resurselor regenerabile de energie solară pentru producerea energiei verzi, prin realizarea unei capacități de producere a energiei electrice de 0,6 MW, pe panouri fotovoltaice, în comuna Oșorhei*, Projekt raport, Osorhei
5. **Goga Nicu,** (2010), *Sistemul solar, Astronomie prin exercitii si probleme*, Editura Revers, Craiova, ISBN 978-606-611-053-2
6. **Green Simon F., Jones Mark H.** (editors), (2004), *An Introduction to the Sun and Stars*, Cambridge University Press, ISBN 0-521-54622-2
7. **Maican Edmond** (2015), *Sisteme de energii regenerabile*, PrintechPublishing House, Bucharest, ISBN 978-606-23-0359-4
8. **Misak Stanislav, Prokop Lukas** (2016), *Operation Characteristics of Renewable Energy Sources*, Springer, ISSN 1865-3529
9. **Murphy-Mariscal Michelle L., Grodsky Steven M., Hernandez Rebecca R.,** (2018), *Solar Energy Development and the Biosphere*, January 2018 DOI: 10.1016/B978-0-12-811479-7.00020-8
10. **Newton David E.** (2015), *Solar Energy: A Reference Handbook: A Reference Handbook*, in Contemporary World Issues, Science, Technology and Medicine, ISBN 978-1-61069-696-1
11. **O'Keefe Maureen, Pike Katy,** (2004), *The Sun's Energy*, Blake Publishing, ISBN 1-86509-314-9
12. **Severino Giuseppe,** (2017), *The Structure and Evolution of the Sun*, Springer Publishing, XIV, ISBN 978-3-319-64961-0
13. **Spohn Tilman, Breuer Doris, Johnson Torrence,** (2014), *Encyclopedia of the Solar System*, third edition, Elsevier, ISBN 978-0-12-415845-0
14. **Tiwari Gopal, Ghosal Madral K.,** (2005), *Renewable Energy Resources: Basic Principles and Applications*, Alpha Science International, ISBN 1842651250, 9781842651254
15. **Tyson Neil deGrasse,** (2017), *Moartea într-o gaură neagră și alte dileme cosmice*, Editura Trei, Bucuresti, ISBN 978-606-40-0221-1
16. **West Michael,** (1993) *Solar Energy Basics ... and More*, University of Florida, Energy Extension Service, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, Fact Sheet EES-98
17. **Xxx** (2008), *Clima Romaniei*, Editura Academiei Romane, Bucuresti, ISBN 978-973-27-1674-8

Online hivatkozások

<https://www.nachi.org/disadvantages-solar-energy.htm?loadbetadesign=0>

<http://waldenlabs.com/disadvantages-solar-energy/>

<https://www.sunrun.com/solar-lease/cost-of-solar>

<https://www.energy.gov/eere/solar/articles/solar-radiation-basics>
(<http://www.articlesbase.com/technology-articles/solar-energy-basic-principles-649460.html>)
<https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/09/types-of-solar-panels>
<https://www.thespruce.com/top-solar-energy-uses1152263>
<https://marine.rutgers.edu/cool/education/class/yuri/erb.html>
dgtat-dgtatamd.opendata.arcgis.com
<https://www.gettyimages.com/>
<http://www.panourisolare-online.ro/pdf>
<http://www.douamaini.ro/>