

MEGÚJULÓ
ENERGIAFORRÁSOK
ALKALMAZKODÁSA A
GAZDÁLKODÁSBAN

MODUL 2

INTELLECTUAL
OUTPUT 1
2020-1-ES01-KA202-
082440



Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával

Az Európai Bizottság támogatása ezen kiadvány elkészítéséhez nem jelenti a tartalom jóváhagyását, amely kizárólag a szerzők álláspontját tükrözi, valamint a Bizottság nem tehető felelőssé ezen információk bármilyen felhasználásáért.

SZERZŐK

Fundación de la Comunitat Valenciana para una economía baja en carbón

Area Europa srl

Eszterhazy Karoly Egyetem

Federación EFAS CV la Malvesía

Järvamaa Kutsehariduskeskus

Stowarzyszenie Edukacji Rolniczej i Lesnej EUROPEA Polska

08/2021



Tartalomjegyzék

MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ALKALMAZÁSA A GAZDÁLKODÁSBAN

1

<u>ÖSSZEFOGLALÁS</u>	<u>1</u>
<u>ÖNELLENŐRZÉS NYITOTT KÉRDÉSEK</u>	<u>1</u>
<u>CÉLKITŰZÉSEK (FEJEZETEK CÉLJAINAK MEGHATÁROZÁSA)</u>	<u>1</u>
<u>TARTALOM</u>	<u>2</u>
<u>BEVEZETÉS A MEGÚJULÓ ENERGIÁBA</u>	<u>3</u>
<u>Európai energiaszektor</u>	<u>3</u>
<u>A világ legnagyobb importőre</u>	<u>3</u>
<u>Éghajlati korlátok</u>	<u>3</u>
<u>Megújuló energiák a 4. megoldás részeként</u>	
<u>A megújuló energia fő forrásai</u>	<u>4</u>
<u>Az EU megújuló energiáinak fejlődése</u>	<u>9</u>
<u>A RES-fogyasztás becsült hatásai</u>	<u>10</u>
<u>FOTOVOLTAIKUS NAPENERGIA</u>	<u>10</u>
<u>Fotovoltaikus berendezések alkatrészei</u>	<u>11</u>
<u>A létesítmények típusai</u>	<u>15</u>
<u>Számítások és tervezés</u>	<u>18</u>
<u>AGRÁR-PV</u>	<u>22</u>
<u>Bemutatózik az Agri-PV</u>	<u>22</u>
<u>A fenntartható fejlődés lehetővé tétele a vidéki térségekben</u>	<u>23</u>
<u>Agrár-fotovoltaikus rendszer és a KAP célkitűzéseinek jövője</u>	<u>24</u>
<u>Hogyan járul hozzá az Agri-PV a KAP célkitűzéseéhez?</u>	<u>25</u>
<u>Az agrár-fotovoltaikus rendszer integrálása a KAP stratégiai terveibe</u>	<u>27</u>
<u>Fenntartható mezőgazdaság és fotovoltaikus rendszerek</u>	<u>28</u>
<u>A FENNTARTHATÓ MEZŐGAZDASÁG KONCEPCIÓJA</u>	<u>30</u>
<u>Felé 3 csillagos Benchmark az Agrisolar projektek</u>	<u>32</u>
<u>Az Agrisolar jelenlegi kihívásai</u>	<u>34</u>
<u>Hogyan támogassuk az Agrisolar-t?</u>	<u>35</u>
<u>TECHNOLÓGIA</u>	<u>36</u>
<u>Az agrárfelhő-rendszerek megközelítései</u>	<u>37</u>
<u>Modul technológiák</u>	<u>38</u>
<u>Szerelési struktúra és alapozás</u>	<u>39</u>
<u>Fénykezelés</u>	<u>40</u>
<u>Vízgazdálkodás</u>	<u>41</u>
<u>A fotovoltaikus rendszer mérete</u>	<u>41</u>
<u>Jóváhagyás, telepítés és üzemeltetés</u>	<u>42</u>
<u>TESZTKÉRDÉSEK</u>	<u>44</u>
<u>REFERENCIÁK, HASZNOS HONLAPOK</u>	<u>45</u>

Mellékletek

<u>SZÓSZEDET</u>	<u>48</u>
<u>RÖVIDÍTÉSEK LISTÁJA</u>	<u>48</u>

Összefoglalás

Ez a modul a megújuló energiák mezőgazdasági alkalmazásáról szól, a fotovoltaikus energiára összpontosítva, valamint az Agri-PV vagy agrisolarneű új módszerről, mint innovatív jövőképről, amely fenntarthatóbb mezőgazdaságot hoz létre Európában a napenergia és a fotovoltaikus energia segítségével. Ez a fajta mezőgazdaság komplex társadalmi, környezeti és gazdasági szintű hatásokat fog eredményezni.

Önellenőrzés nyitott kérdések

Hogyan támogathatják a gazdák az új fenntartható fejlődési célokat? Fenntarthatóbbá válhatnak anélkül, hogy pénzt veszítenék? Alkalmazhatók-e a megújuló energiák a mezőgazdaságban és a mezőgazdaságban? Hol kezdjem? Hogyan működik a napenergia? Mi az agrivoltaics vagy agrisolar? Mit hajtanak végre Európában a fenntarthatóbb mezőgazdaság elérése érdekében?

Célkitűzések (Fejezetek céljainak meghatározása)

- A megújuló energiák bevezetése
- A megújuló energia összekapcsolása a mezőgazdasággal és a fenntarthatósággal
- Az agrár-PV meghatározása
- A megújuló energiák műszaki alkalmazásának leírása
- A napenergia műszaki elemeinek alapjai ismertetése

Bevezetés a megújuló energiába

Európai energiaszektor

Európa egyre több energiát fogyaszt és importál. Az uniós országok tisztában vannak az összehangolt fellépés előnyeivel ezen a rendkívül stratégiai területen. Ez európa-szerte közös szabályokhoz és Európa azon erőfeszítéseinek összevonásához vezetett, amelyek célja, hogy megfizethető áron biztosítsák a szükséges energiát, miközben a lehető legkisebb szennyezést okozzák.

Az EU átalakította energiapolitikai keretét, hogy segítsen elmozdulni a fosszilis tüzelőanyagoktól a tisztább energia felé - pontosabban teljesíteni az EU Párizsi Megállapodásának az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésére vonatkozó kötelezettségvállalásait.

Az új energiaszabály könyvről szóló megállapodás – amelyet "Tiszta energia minden európainak" csomagnak neveznek – jelentős lépést jelentett az energiauniós stratégia 2015-ben közzétett végrehajtása felé.

Az új szabályok jelentős előnyökkel járnak a fogyasztók, a környezet és a gazdaság számára. E változások uniós szintű összehangolásával a jogszabály hangsúlyozza az EU vezető szerepét a globális felmelegedés kezelésében, és jelentős mértékben hozzájárul az EU hosszú távú stratégiájához, amely szerint 2050-re el kell érni a szén-dioxid-semlegességet (nettó nulla kibocsátás).

Az EU ambiciózus, kötelező célkitűzést tűzött ki, hogy 2030-ra 32%-kal több megújuló energiaforrást használjon fel az EU energiamixében. A megújuló energiáról szóló felülvizsgált irányelv (2018/2001/EU), amely tartalmazza ezt a kötelezettségvállalást, 2018 decemberében lépett hatályba.

A világ legnagyobb importőre

Az Európai Unió, a világ második legnagyobb gazdasága, a világ energiájának egyötödét fogyasztja, de nagyon kevés saját tartalékkal rendelkezik. Szerencsére itt Európában a portfóliónk – az úgynevezett energiamix – nagyon változatos: Ausztria számos gátjától, lengyelországi szénbányáitól és franciaországi atomerőműveitől kezdve az Északi-tenger olajfúrótornyain át Dánia és Hollandia gázmezőig Európa egyik országa sem egyforma, és ez nem hátrány. Feltéve persze, hogy ezek az országok együttműködnek annak érdekében, hogy a legtöbbet hozhassák ki sokszínűségükből.

Európa energiafüggőségének óriási hatása van gazdaságunkra. Olajunkat a Kőolaj-exportáló Országok Szervezetétől (OPEC) és Oroszországtól, gázunkat pedig Algériából, Norvégiából és Oroszországból vásároljuk. Európa kasszája évente több mint 350 milliárd euróval fogyni, hogy ezt kifizesse. Az energiaköltségek is folyamatosan emelkednek. Így nincs más lehetőségünk: az uniós országoknak hatékonyan kell lenniük, ambiciózus célokat kell kitűzniük, és együtt kell működniük, ha diverzifikálni akarják energiaforrásaikat és ellátási csatornáikat.

Éghajlati korlátok

Vezető szakértők kimutatták, hogy mi lesz az éghajlatváltozás túlzott költsége, ha a világnak nem sikerül csökkentenie az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását. Az energiaszektor közvetlenül érintett ebben, mivel kibocsátásának több mint 80 %-a fosszilis tüzelőanyagokból származik, amelyek elégetésekor szén-dioxidot (CO₂), a fő üvegházhatású gázt bocsátanak ki. A jövőben ezért az európai energiaágazatnak csökkentenie kell a fosszilis tüzelőanyagokat, és sokkal jobban ki kell használnia az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiaforrásokat.

Megújuló energiák a megoldás részeként

A megújuló energia Európa hosszú távú energiastratégiájának középpontjában áll, mivel segít csökkenteni az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását és csökkenti Európa energiainportját, függetlenebbé téve Európát. Ez a virágzó gazdasági ágazat hozzájárul az európai technológiai vezető szerephez, új "zöld" munkahelyeket és magas hozzáadott értékű exportot biztosítva az uniós országoknak és régióiknak.

A jelenlegi uniós célkitűzés az, hogy 2020-ban az Európai Unióban felhasznált energia 20 %-a megújuló forrásokból származzon (és 2030-ra legalább 27 %-a). E célkitűzés előmozdítása Európa-szerte a megújuló energiaforrások termelési kapacitásának látványos növekedéséhez vezetett. 2011-ben világszerte több mint 100 gigawatt napelemet telepítettek, amelyek 70%-át az EU-ban helyezték üzembe. Az EU megújuló energia-termelése évente mintegy 400 milliárd eurónak megfelelő mértékben járul hozzá a fosszilis tüzelőanyagok behozatalának csökkentéséhez.

Európa bővülő megújuló energia-piaca jelentősen csökkentette a megújuló technológiák költségeit: a napelemek ára például 70 %-kal csökkent az elmúlt 7 évben.

A megújuló energia egy növekvő "zöld" technológiai ágazat része is, amely egyre több embert foglalkoztat Európában. 2011-ben 1,2 millió embernek volt megújuló energiával kapcsolatos munkahelye. 2020-ra a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság ágazata várhatóan több mint 4 millió embert foglalkoztat majd az EU-ban.

A megújuló energia fő forrásai

A megújuló energiaforrások olyan energiaforrásokból származnak, amelyek természetesen feltöltik vagy megújítják magukat. A megújuló energiaforrások a következők:

- **Szélenergia**

A szél kinetikus energiáját szélturbinák segítségével villamos energiává alakítják. Turbinákat el lehet helyezni akár a szárazföldön vagy a tengeren. A megtermelt energia mennyisége a szélsébség függvényében változik, ami megnehezítheti az áramellátás előrejelzését rövid idő alatt.

A szélenergia mint megújuló energiaforrás 2015-ben az EU-28-ban a teljes primerenergia-termelés közel 13%-át tette ki.



- **Napenergia**

A napenergia megújuló energiaforrás. Az EU-28-ban 2015-ben a teljes primerenergia-termelés mintegy 6%-át ez az eszköz hozta létre. A naptól származó villamos energia és hőtermelés leggyakoribb példája:

- A napenergia átalakítása villamos energiává fotovoltikus cella használatával
- A napsugarak energiájának koncentrációja a vevő felmelegítésére. Ezt a napenergiát turbinák mechanikai energiává alakítják, és így fogyasztásra rendelkezésre álló villamos energiává alakítják
- Hőenergia

termelése

napkollektoros

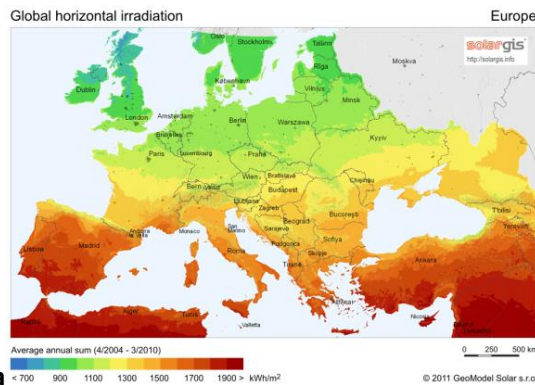


technológiával

A napenergia segítségével történő villamosenergia- és hőtermelés a következő főbb jellemzőkkel rendelkezik:

- Napenergia egy végtelen erőforrás és szabadon hozzáférhető.
- Nagy földterületekre van szükség ahhoz, hogy a nap energiáját kollektorokkal rögzítsék.

- A termelés a besugárzás szintjétől függ, amely különböző régiók és időjárási viszonyok között változik.
- A napenergia olyan távoli területeken is felhasználható, ahol a villamosenergia-hálózat nem áll rendelkezésre.
- Napenergiával egyre több mindennapi készülék üzemeltethető.



- **Vízenergia**

2015-ben a vízenergia volt Európa legnagyobb megújuló energiaforrása, amely az EU-28 teljes primerenergia-termelésének több mint 14%-át tette ki.

A vízenergia úgy keletkezik, hogy először a vízben tárolt potenciális energiát a folyóvíz mozgási energiává alakítja, amelyet aztán turbinákon keresztül elektromos energiává alakít át.

A fő vízenergia-technológiák a következők:

- Folyami vízerőművek - a folyóvízből villamos energia előállításához szükséges energiát nyernek.
- Vízterelő vízerőművek – a vízterelőben tárolt vizet használják a villamosenergia-termeléshez.
- Szivattyús tároló üzemek - itt, a víz szivattyúzik egy alsó tározóból egy felső tározóba, amit akkor használnak fel amikor a villamosenergia-ellátásra megnő a kereslet.

Ahol vízterelő van, vízenergia termelhető, ha szükséges, így alkalmazkodni lehet a kereslet gyors vagy váratlan ingadozásaihoz. A földterületek használata és átalakítása azonban korlátozott lehetőségeket kínál a területekre és figyelembe kell venni a potenciálisan magas környezeti hatásokat.



- **Biomasszából származó energia**

A biomassza - a nem fosszilis eredetű szerves anyagok, beleértve a szerves hulladékot is - közvetlenül vagy származtatott termékeken keresztül égés útján bioenergiává alakítható. 2015-ben az EU-28-ban a teljes primerenergia-termelés mintegy 64%-a ilyen módon keletkezik.

A hulladékáramokból származó termékek közé tartozik például a hulladékolaj biodízellé, állati trágyává és szerves háztartási hulladékká történő átalakítása biogázzá, valamint növényi vagy növényi hulladékok bioüzemanyaggá alakítása.

A bioenergia előállításához a következő anyagok használhatók:

- Fa- és fahulladék.
- A települési szilárd hulladék szerves része.
- Az ipari hulladék szerves része.
- Szennyvíz.
- Trágya.
- Növénytermesztés és élelmiszer-termelés növényi melléktermékei.

Az eső és a hó mellett a napfény a növények növekedését okozza. A szerves anyag, amely ezeket a növényeket alkotják, biomassza néven ismert. A biomassza felhasználható villamos energia, közlekedési üzemanyagok vagy vegyi anyagok előállítására. A biomassza e célok bármelyikére történő felhasználását biomassza-energiának nevezik.

- A biomassza, különösen a fás biomassza közvetlenül elégethető hő és/vagy villamos energia előállítására.
- A biogázt, elsősorban a metánt és a szén-dioxidot a szerves anyagok, például a szennyvíz, a trágya, a szerves háztartási hulladék és a növényi növények bakteriális bomlása révén állítják elő.
- A bioüzemanyagok nem fosszilis biológiai eredetű folyékony tüzelőanyagok, és megújuló energiaforrást is jelentenek. A bioüzemanyagok a felhasznált alapanyagtól függően bioetanolra és biodízellel oszthatók.

Mivel a szerves növényi anyag elnyelte a szén-dioxidot, ahogy növekszik, amikor végül elégetik, hogy bioenergiát termeljen, hasonló mennyiségű szén-dioxidot bocsát ki vissza a légkörbe.

A mezőgazdasági bioüzemanyag-termelés azonban potenciális versenyben áll a mezőgazdasági élelmiszer-termeléssel. A Helmholtz Környezetkutató Központ (UFZ) szerint a bioenergia-növénytermesztés gyorsan növekszik az EU-ban, és 2011-ben Európa mezőgazdasági földterületeinek 13%-át használták fel. A bioenergia-növények földkereslete vitatott lehet, és a földgazdálkodás általánosan fenntartható megközelítésével összefüggésben egyensúlyba kell hozni.



- **Geotermikus**

2015-ben a geotermikus energia hozzájárult az EU-28 országaiban a megújuló energia teljes primer termelésének mintegy 3%-ához.

A geotermikus energia hő formájában van jelen a földön, és sziklákban, csapdába esett gőzben, vízben vagy sós tengervízben tárolódik. Ez a hőenergia közvetlenül fűtésre vagy villamos energia előállítására használható.

A geotermikus energia egyik legnagyobb előnye az ellátás megbízhatóságában és szinte korlátlan elérhetőségében rejlik. A technológiai rendszer (csőrendszer) azonban nagy mennyiségű helyet igényelhet, és nehézségekbe ütközik a berendezés fenntartása, amely főként a földfelszín mélyén található. Ezenkívül káros környezeti hatások is lehetnek a potenciálisan káros vagy veszélyes anyagok ilyen jellegű energiatermelés melléktermékeként történő kibocsátása révén.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) szerint a geotermikus energia 2050-re az éves globális villamosenergia-termelés mintegy 3,5%-át, a hőenergia 3,9%-át teheti ki (a földi hőszivattyúk



kivételével).

- **Árapály-, hullám- és óceánenergia**

Az árapály-, hullám- és óceánenergia jelenleg csak kis mértékben járul hozzá a villamosenergia-termeléshez, mind az UNIÓS országokban, mind az egész világon. 2015-ben ez az energiaforrás az EU-28-ban a megújuló energiaforrásokból előállított teljes villamos energia 0,02%-át tette ki.

Az 1970-es évek óta számos olyan technológia létezik, amelyek az óceánok különböző energiaforrásainak kiaknázására vonatkoznak, azonban a különböző technológiák egyikét sem alkalmazzák széles körben, mivel az EU-28 országai közül Franciaország és az Egyesült Királyság az olyan ország, amely 2015-ben beszámolt az e forrásból származó primerenergia-termelésről.



Az árapály-, hullám- és óceáni energiaforrások a következők:

- **Árapály-energia:** az árapályban a víz emelkedése és esése miatt potenciális energia hasznosítható egy torkolaton keresztüli duzzasztógát vagy más létesítmény építésével.
- **Tengeri áramlatok:** az árapályáramokhoz kapcsolódó kinetikus energia moduláris rendszerekkel hasznosítható.

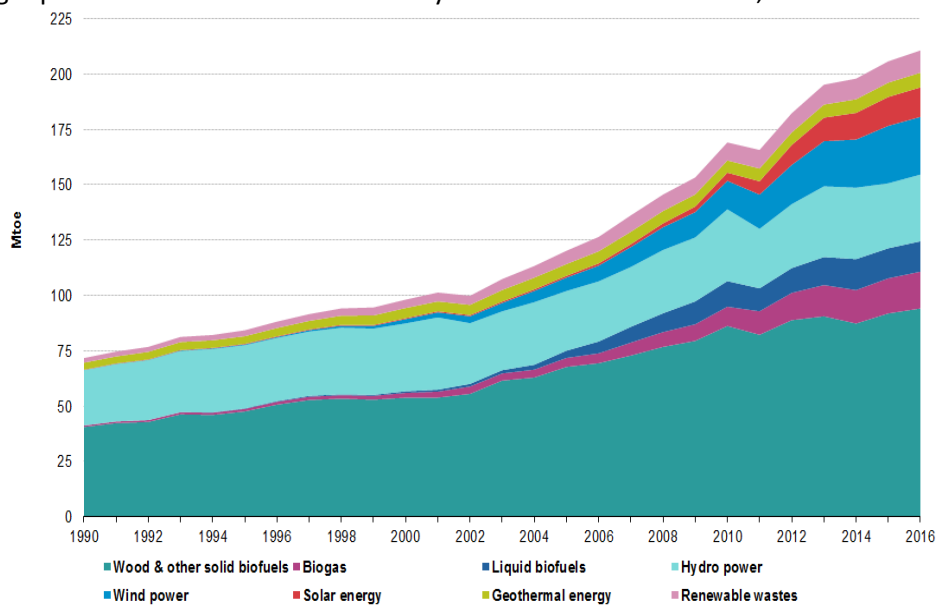
- Hullámenergia: az óceánhullámokhoz kapcsolódó kinetikus és potenciális energia számos fejlesztés alatt álló technológiával hasznosítható.
- Hőmérsékleti gradiensek: a tengerfelszín és a mélyvíz közötti hőmérsékleti gradiens különböző óceáni hőenergia-konverziós (OTEC) eljárásokkal hasznosítható.
- Sótartalom-gradiensek: a folyók torkolatánál, ahol az édesvíz keveredik a sós vízzel, az energia hasznosítható a nyomásálló fordított ozmózis folyamat és a kapcsolódó konverziós technológiák segítségével.

Az EU megújuló energiáinak fejlődése

A megújuló energiaforrások közé tartozik a szélenergia, a napenergia (termikus, fotovoltaikus és koncentrált), a vízenergia, az árapályenergia, a geotermikus energia, a bioüzemanyagok és a hulladék megújuló része.

A megújuló energia használata számos potenciális előnnyel jár, többek között az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentése, az energiaellátás diverzifikálása és a fosszilis tüzelőanyagok (különösen az olaj és gáz) piacaitól való függőség csökkenése. A megújuló energiaforrások növekedése az új "zöld" technológiákban történő munkahelyteremtés révén ösztönözheti a foglalkoztatást az EU-ban.

A megújuló energia az EU-ban az elmúlt években erőteljesen növekedett. Konkrétabban, a megújuló energiaforrásokból származó energia részaránya a bruttó végső energiafogyasztásban majdnem megduplázódott a elmúlt néhány évben: 2004-es 8,5 %-ról 2016-ra 17,0 %-



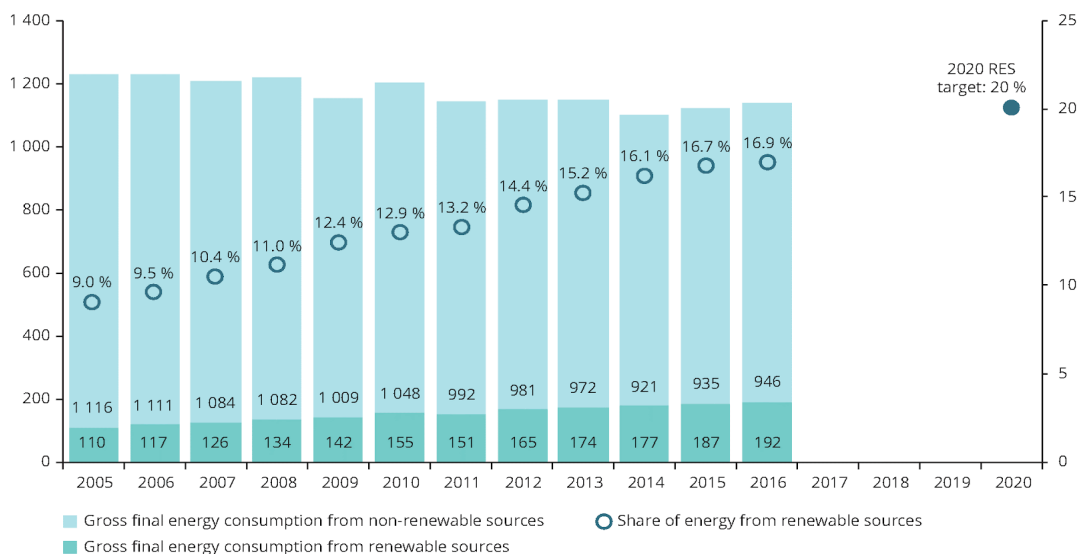
ra.

Ezt a pozitív fejleményt a megújuló energiaforrásokból származó energia részarányának növelésére vonatkozó, jogilag kötelező erejű célkitűzések váltották ki, amelyeket a megújuló energiaforrásokból származó energia felhasználásának előmozdításáról szóló 2009/28/EK irányelv hozott. Míg az EU egésze a 2020-as célok elérése érdekében egyes tagállamoknak további erőfeszítéseket kell tenniük kötelezettségeik teljesítése érdekében a két fő célkitűzés tekintetében: a megújuló energiaforrásokból származó energia teljes részesedése a bruttó végső energiafogyasztásból és a megújuló

energiaforrásokból származó energia meghatározott részaránya a közlekedésben.

Million tonnes of oil equivalent (Mtoe)

% of total gross final energy consumption



A RES-fogyasztás becsült hatásai

2015-ben a megújuló energia többletfogyasztása a 2005-ös bruttó végső RES-fogyasztás szintjéhez képest lehetővé tette az EU számára, hogy:

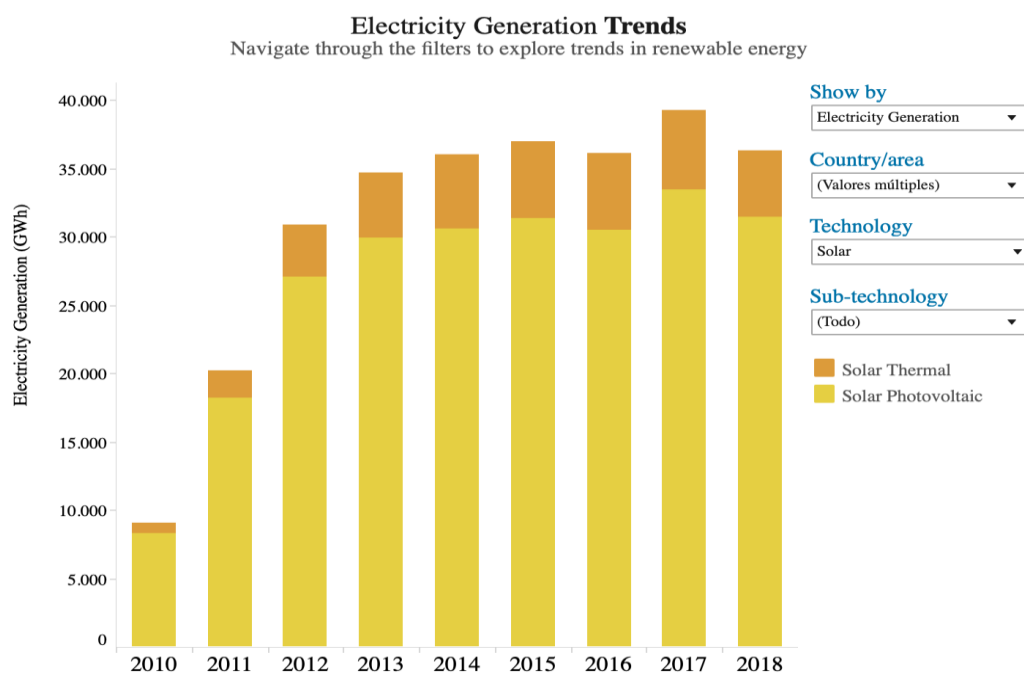
- Csökkentse a teljes ÜHG-kibocsátást 447 MtCO₂-val, ami az EU teljes ÜHG-kibocsátásának 9%-ának felel meg.
- A fosszilis tüzelőanyagok iránti keresletet 135 Mtoe-val, vagyis a fosszilis tüzelőanyagok bruttó belföldi fogyasztásának nagyjából 10%-ával csökkent uniós szinten.
- Az elsődleges energiafogyasztás 36 Mtoe-val történő csökkentése, ami a primerenergia-fogyasztás 2%-os csökkenésének felel meg az EU-ban.

Fotovoltaikus napenergia

Az Eurostat forrásai szerint 2008-ban a napenergia csak 1% volt a megújuló energiák által Európában létrehozott energia között. Különböző beállításokban való alkalmazhatósága miatt "a 2008-as mindössze 7,4 TWh-ról 2019-re 125,7 TWh-ra emelkedett" (Megújuló energia statisztikák, 2020).

A napenergia, ahogy a neve is mondja, a naptól származik, és a napfényt villamos energiává alakítja (Európai Bizottság, 2021). Ez a fajta megújuló energia "a legtisztább és leggyakoribb megújuló energiaforrás áll rendelkezésre" (Solar Energy Industries Association). és az alkalmazott technológiától függően villamos energia és fűtés előállítására használható. Ebben az értelemben három fő módja van annak, hogy energiát termeljenek: fotovoltaikus, napenergia fűtési és koncentrált napenergia. Minden

módszer másképp működik, de az eredmény a villamos energia vagy a fűtés / hűtés létrehozása:



- Fotovoltaikus (PV): napelemékké összeszerelt napelemeket használ, hogy a napfényt fotovoltaikus hatással energiává alakítsa. "A földre, a háztetőkre vagy a gátakon vagy tavakon úszó" (Európai Bizottság, 2021) kerülhet telepítésre
- Solar Heating & Cooling (SHC): összegyűjti a hőenergiát a napból, és meleg vizet, helyiségfűtést, hűtést és medencefűtést biztosít (Solar Energy Association Industries).
- Koncentrált napenergia (CSP): tükröket használ a napfény koncentráálására. Ezzel hőt és gőzt termel, amely később villamos energiát termel.

A következő sorokban a dokumentum az ilyen típusú napenergia kifejezetten mezőgazdasági helyzetekben történő alkalmazására összpontosít.

Fotovoltaikus berendezések alkatrészei

A fotovoltaikus berendezések kollektormezőn (fotovoltaikus vagy fotovoltaikus paneleken) keresztül alakítják át a napsugárzást. Ez a kollektormező mindig elemekkel vagy más technológiákkal van felszerelve, hogy a sugárzást a panelek által termelt energiává alakítsa.

Különböző típusú összetevők léteznek, amelyek a telepítés típusától, használatától és célkitűzéseitől függően változhatnak. A fotovoltaikus berendezés leggyakoribb összetevői a következők

- Fotovoltaikus panel
- Tartószerkezetek fotovoltaikus panelekhez
- Szabályozó/Maximalizálás
- Akkumulátorok
- Teljesítmény inverterek

- **Fotovoltaikus panel**

Általánosságban elmondható, hogy a fotovoltaikus paneleket egyes cellák, úgynevezett napelemek alkotják. A napelemek feladata az áramtermelés. A napelemek kombinációja napelemet hoz létre, és a napenergia villamos energiává (feszültséggé) való átalakítására szolgál. Általában a napelemet alkotó napelemek minimális száma 36, de mérete az alkalmazás céljától függően változhat.

Az utóbbi időben a leggyakoribb típusú fotovoltaikus panelek monokristályos cellák, mivel hatékonyabb, és az árkülönbség a polikristályoshoz képest csökkent az elmúlt években. Mindazonáltal vannak más típusok is, amelyeket használnak, mint például a polikristályos és az amorf vékonyfilmes napelemek. A továbbiakban e három fotovoltaikus cella rövid meghatározása olvasható:

Leggyakoribb fotovoltaikus cellák	
<p>Monokristályos szilícium</p> 	<p>Egy cella, amelyet csak egy kristály szilikon alkot, és a hatékonyság 14-21 % -os. A legnagyobb hatékonyság használatakor a legkisebb felületre van szükség ahhoz, hogy ugyanazt a teljesítményt kapják. Manapság ez az arány 225W/m² körül van.</p>
<p>Polikristályos szilícium</p> 	<p>Egy olyan típusú cella, amely korábban olcsóbb volt, mint a monokristályos szilícium (manapság az árak kiegyensúlyozottabbak), amelyet különböző árnyalatú a kék szilikon kristályok alkotnak, 12-18 % közötti hatékonysággal működik, elérve a 175 W / m² maximális felületi teljesítményarányt.</p>
<p>Amorf szilícium</p> 	<p>Nem kristályos formájú szilikon más néven vékony film panelek, amelyeket különböző felületeken oszlatnak el, a rugalmas panel, használható ívelt vagy szabálytalan felületeken. 6-10 % közötti hatékonyságot generálnak.</p>
	<p>CIS és CISG sejtek</p> <p>Rézből, indiumból, szelenidből és galliumból készült vékonyfilmes napelemekben használt cellák. Az amorf szilíciummal együtt ez a három mainstream vékonyfilmes fotovoltaikus technológia egyike (van egy harmadik, amelyet kadmium-telluridnak neveznek). A CISG rétegek rugalmasak, és általában magas hőmérsékletű abszorpció technikákat használnak, de annak érdekében, hogy a legtöbbet hozhassák ki a teljesítményéből, jobb, ha az üvegre lerakódott cellákban használják őket. Bár ez a fajta sejt felülmúlja a polyszilikon a sejt szintjén, a modul hatékonysága alacsonyabb a kevésbé hatékony összekapcsolás miatt.</p>

Tartószerkezetek fotovoltaikus panelekhez

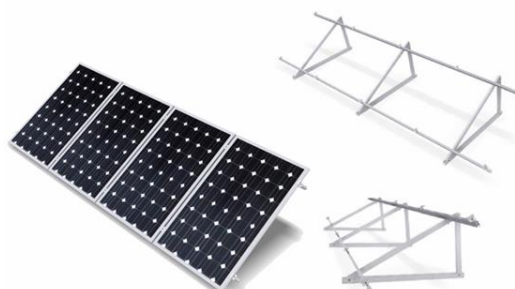
A fotovoltaikus modul akkor lesz kellőképpen hatékony, ha megfelelő tartószerkezetre kerül felszerelésre. A szerkezet feladata továbbá a fotovoltaikus modulok szélökékek elleni rögzítése és a vezetékek összekapcsolásának támogatása. Az ilyen modulok eloxált alumíniumból (könnyebben szállítható és kevesebb súlyú) vagy horganyzott acélból készülnek.

Különböző típusú szerkezetek léteznek a napelemek számára:

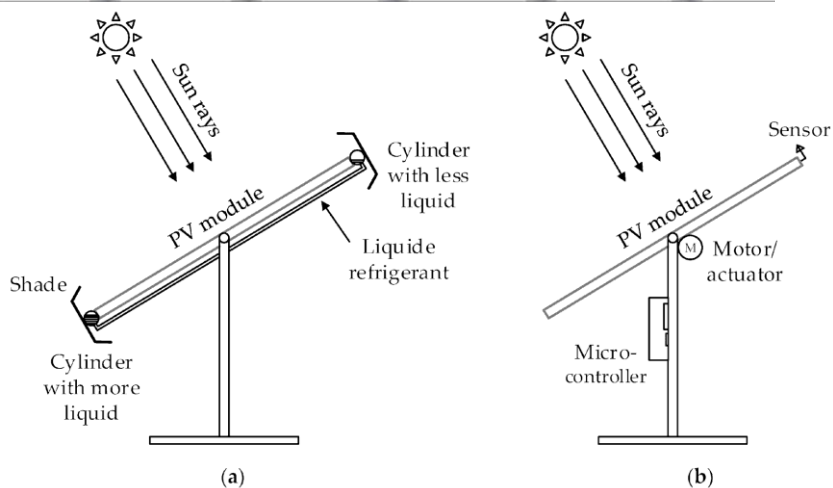
- Rögzített szerkezet: ez az a szerkezettípus, amely a helyén van rögzítve és rögzítve. Lehet koplánáris és ferde.
 - A koplánáris structure: a telepített panelfelülettel párhuzamosan helyezkedik el, hogy optimalizálja az integrációt. Javasolják, hogy ilyen szerkezet esetében a panelek térszellőztetését a felület és a szerkezet között biztosítani kell.



- Dönthető szerkezet: Olyan szerkezet típus, amely manuálisan, két pozícióból megváltoztathatja a beépítési szög dőlésszögét, hogy elérje a telepítés ideális dőlésszögét.



- Napkövető struktúra: ez az a szerkezet típus, amely egy tengelyt képes követni az egyik tengely mentén, vagy két tengelyt a panel dőlésszögének megváltoztatására. Ez a fajta szerkezet a leghatékonyabb, mert elérheti a fotovoltaikus termelési hatékonyság akár 40% -át is.



Szabályozók és maximátorok

- Szabályozók: olyan elektronikus berendezések, amelyek bemeneti feszültsége általában 12, 24 vagy 48V, amely szabályozza és stabilizálja az akkumulátor töltöttségi állapotát, hogy túl alacsony vagy túl magas legyen, optimalizálva az akkumulátor élettartamát.
- Maximátorok (Maximális teljesítménypont-követés – MPPT): ezek az új technológiák vezérlő töltési berendezései (áramátalakítók), amelyeket a fotovoltaiikus panel áramlási energiájának elemzésére és összehasonlítására használnak a belső algoritmusukkal, és a legjobban kihasználják őket, akár 150 cc bemeneti feszültséget is elérhetnek.

Akkumulátorok

Az akkumulátor egy befogadó rendszer, amely képes tárolni az energiát egy forrásból. A technológia folyamatosan megújul, és manapság különböző típusú akkumulátorok léteznek, különösen a megújuló energia területén, így :

- Egyblokkos akkumulátor: gazdaságos, alacsony karbantartási igényű akkumulátor, amely akár 400 ciklust is elérhet a kisütés 75 %-ához. Ezeket általában alacsony igénybevétel esetén használják lakókocsikban, hajókban vagy hétvégi házakban.
- GEL és AGM egyblokkos akkumulátorok: olyan típusú akkumulátorok, amelyek működésük során nem bocsátanak ki gázokat, alacsony önkisülésűek és 6 hónapig képesek fenntartani a töltést, így életük során kevesebb kapacitást veszítenek az alacsonyabb szulfátózás miatt. Gel és AGM egyblokkos akkumulátorok a tökéletes típusú akkumulátorok a hajók, lakókocsik, és a napenergia létesítmények számára.
- Félig álló egyblokkos akkumulátorok: Az akkumulátorok típusa, amelyeket általában a napenergia és a erősáramú alkalmazás során használnak, két különböző modelljük van : Síklemez vagy csőlemez, az egyetlen különbség a kettő között az, hogy a csőlemez technológia megkettőzi a síklemez technológia élettartamát.
- CPZS akkumulátorok: 2V-os cellák kereskedelmi forgalomba elemek, amelyek egy átlátszatlan polipropilénből készülnek, amely lehetővé teszi számukra, hogy ellenálljanak a mély kisüléseknek és elérheti az élettartam 3000 ciklust 50 %-a kisütésnél.
- OPZS akkumulátorok: a leginkább ajánlott akkumulátorok fotovoltaiikus napelemes rendszerekhez, az elektrolit szint esetükben látható, jellemzőjük az akkumulátorok alacsony karbantartási igénye. Élettartamuk felét elveszíthetik, ha nem megfelelően használják az ajánlott méretet, de általában 50% -os mélykisülésekre készülnek 3000 ciklusig.
- OPZV akkumulátorok: csőlemez akkumulátorok elektrolittal gél formájában. Ezek azok a típusú akkumulátorok, amelyek bármilyen pozícióba telepíthetők, az alacsony szulfát miatt nagyobb hatékonyság jellemzi az élettartamukat. Az OPZV-k az ajánlott akkumulátorok ott, ahol a víz ellenőrizhetetlen, és nincsenek kommunikációs létesítmények. Nagyobb energiahatékonysággal rendelkeznek, és drágábbak, mint az OPZS akkumulátorok.
- Nikkel-vas akkumulátorok: megújuló akkumulátorok, amelyek 7 vagy 8 évente változhatnak a bennük lévő elektrolit miatt, amelyek nem pusztítják el őket, így hosszú élettartamú akkumulátorok, amelyeket William Edison szabadalmaztatott a 20. században, hogy elektronikai autókban használják.
- Lítium-ion akkumulátor: az ilyen típusú akkumulátorok sokat fejlődtek az elmúlt években. Manapság elterjedten használják a fotovoltaiikus rendszerekben, mivel körülbelül 10 év garanciával növelték élettartamukat. Ez biztosítja a mintegy 6000 ciklust és nem igényel karbantartást. Ezenkívül nagy tárolási kapacitással és alacsony súlyú térfogatarányal rendelkeznek.

Teljesítmény inverter

A teljesítmény-inverterek olyan berendezések, amelyeket akkumulátorból vagy közvetlenül a fotovoltaikus panelekből származó az egyenáram átalakítására használnak, hálózati feszültségre és frekvenciára, valamint váltakozó áramúvá való transzformálásra.

Kétféle inverter különböztethető meg:

- Rácskötéses inverter: az ilyen típusú invertereknek szükségük van a hálózat jelére, hogy a hálózatban azonos sebességgel termelt energiát átalakítsák. A fotovoltaikus modulokba beépített inverterek áramteljesítménye 20-300W között mozoghat, a közepes és központi inverterek pedig elérhetik a 100 kW-ot.
- Önálló inverterek: az ilyen típusú inverterek csak átalakítják az energiát az előre kiválasztott értékekké, ezek között az inverterek között. 3 különböző típust különböztethetünk meg:
 - Négyzet hullám inverterek: olyan inverterek, amelyek csak televízió, számítógép vagy kis elektromos eszközök táplálására használhatók, mert kevésbé hatékonyak, mint a többiek, és nem alkalmasak indukciós motorokra, mert túl sok harmonikus hullámot termelnek, és interferenciát okoznak.
 - Módosított szinuszhullám-inverterek: az ilyen típusú hullám a szinuszhoz kerül igazításra és a legjobb ár-érték arányba a világításhoz, a televízióhoz alkalmazhatók.
 - Tiszta szinuszhullám-inverterek: olyan típusú inverterek, amelyek összetett technológiát igényelnek, és tiszta szinuszhullámot hoznak létre.

A létesítmények típusai

A fotovoltaikus napelemes rendszernek három típusa van, a használatától függően:

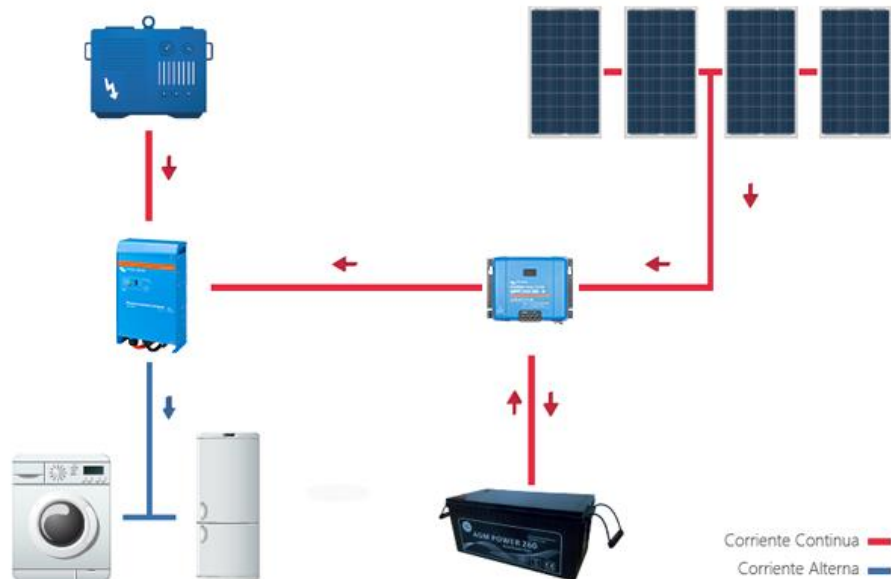
- **Hálózaton kívül**

[Ez az a fajta elektromos berendezés, amelyet elszigetelt házakhoz, szállodákhoz, iparágakhoz és vidéki területekhez használnak. "Ez a telepítés ott történik, ahol a megtermelt és tárolt energia különböző célokra szolgál. Az ilyen típusú berendezések nem csatlakoznak az elosztó hálózati. Ez a telepítés olyan helyeken található, ahol gazdaságilag fontos az elosztóhálózat létrehozása, vagy ahol nincs hozzáférés az elosztóhálózathoz.

Az ilyen típusú telepítés összetevői a következők:

- Fotovoltaikus panel
- Szabályozó/ maximalizátor
- Akkumulátorok
- Inverteres töltő

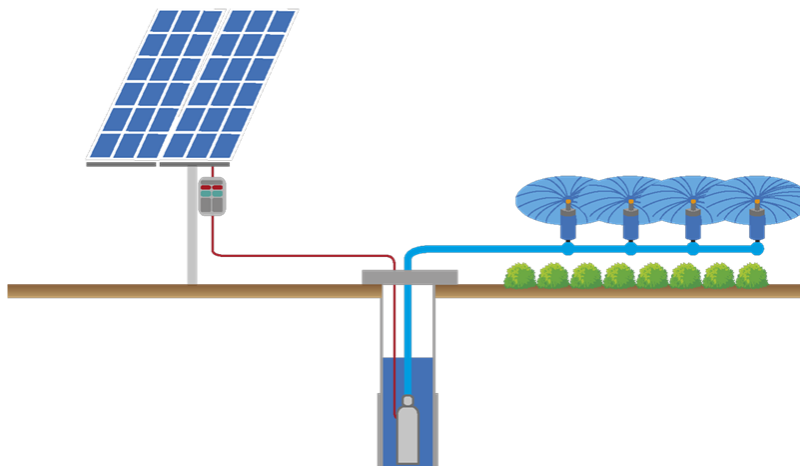
- Segédgenerátor



Az ilyen típusú telepítésben a szabályozó feltölti az akkumulátort a panel által termelt energiával vagy egyenárammal, és inverterre van szükség az akkumulátorban tárolt energia szabályozó általi levételére.

Ilyen rendszereket használnak olyan létesítmények, amelyek nem igényelnek tárolt energiát és csak akkor működnek, ha van energiatermelés, mint: napszivattyú, nap öntözés, uszoda, tisztítva vagy szellőztető berendezések.

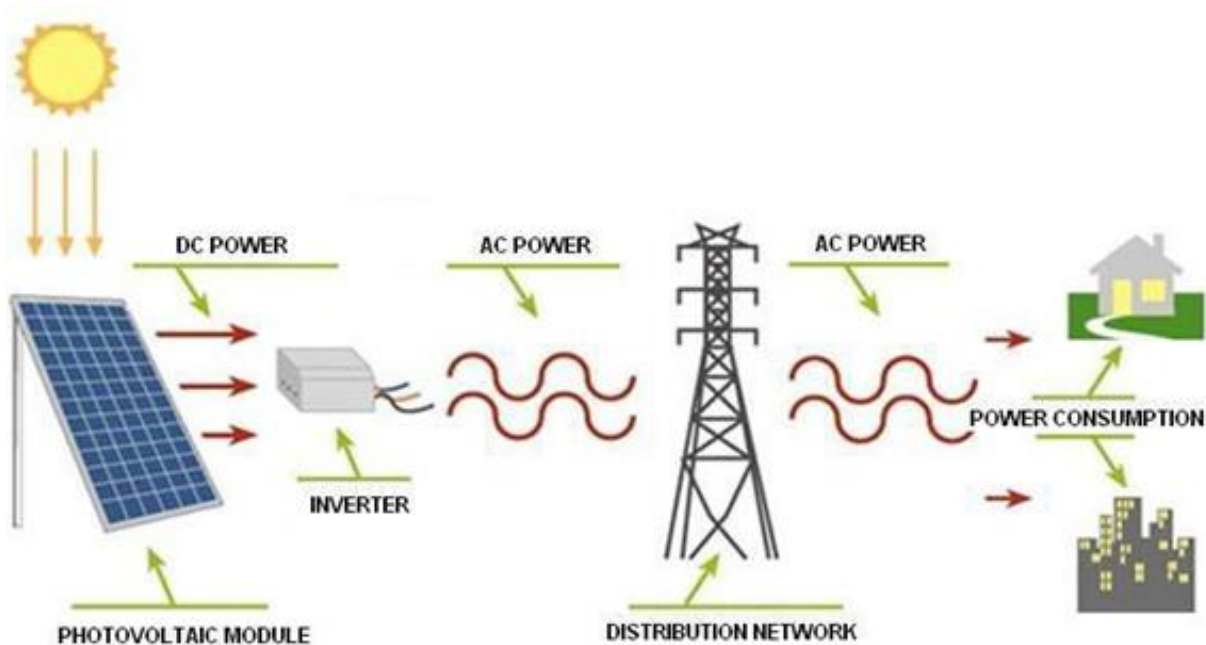
- Szivattyúzás és napkollektoros öntözés: olyan típusú öntözőrendszerek telepítése, amelyek megkövetelik, hogy egy vezérlő szabályozza az öntözési áramlást vagy a szivattyúzási áramlást, (egyes szivattyúk magukban foglalják a vezérlőt). Jelenleg gyakori, hogy frekvencia variátorokat használnak napelemes szivattyúk vezérlőjeként.



- Medencék napkollektoros tisztítása: olyan létesítménytípus, ahol a fotovoltaikus napelemek a megtermelt energiát közvetlenül a szivattyúvezérlőbe továbbítják, hogy szabályozzák az áramot.
- **Hálózatra termelő telepítés**

Az elektromos piacon használt létesítmény típusa, az a fajta fotovoltaikus létesítmény, amely az összes megtermelt energiát az elosztóhálózatra termeli.

Ehhez a fajta telepítéséhez csak a következők szükségesek: fotovoltaikus panelek napelem és a hálózati csatlakozó inverter.

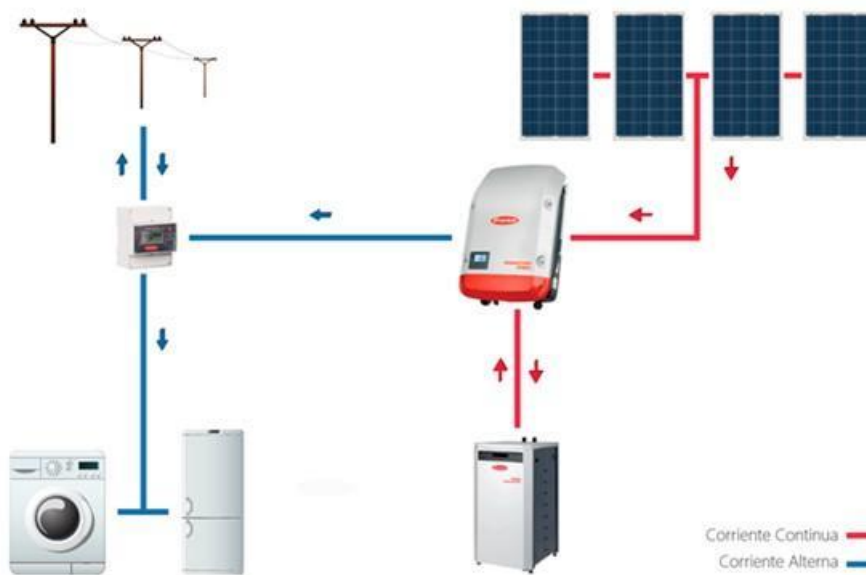


- **Saját fogyasztást szolgáló fotovoltaikus rendszer telepítése**

A fotovoltaikus saját fogyasztást kielégítő rendszer az a típus, amely vegyíti a csak hálózatra termelő és az off-grid rendszerek jellemzőit. Olyan létesítmény típus, amely felhasználja a szükséges energiát, és a többlet energiatermelést a hálózatba bocsátja.

Az önfogyasztási rendszernek két típusa van:

- **Közvetlen önfogyasztás:** Olyan létesítmény típusa, ahol a helyi töltés közvetlenül és azonnal felhasználja, és csak a hálózat többletenergia-termelését bocsátja ki.



- Önfogyasztás akkumulációval: Ez az a telepítéstípus, ahol az akkumulátorok töltése vagy kisütése további berendezésekkel történik, és a többlet energiatermelés az akkumulátorokban kerül elhelyezésre.

Számítások és tervezés

Ez az alfejezet arra tanítja a diákokat, hogy megismerjék a megfelelő PV rendszer méretezésének alapját. Ez magában foglalja az energiaszükségletek, a rendszerveszteségek és az egyes telepítési elemek méretének kiszámítását. Ezek a fogalmak nagyon fontosak a berendezés optimális hosszú távú működéséhez.

- **Az energiaszükséglet kiszámítása**

A fotovoltaikus rendszer tervezésekor napi energiafogyasztásra van szükség. Ezért szükséges felsorolni az összes berendezést és a használatuk napi üzemidejének számát.

1. táblázat. Különböző berendezések energiafogyasztása

Készülék	Energiafogyasztás (W)	Futási óra/ nap
Hűtőszekrény A+ osztály	80	10 óra.m.
Led TV	70	3 óra
Mosógép	350	1.5h
Mikrohullám	900	0.3h
Turmixgép	200	0.25h
Számítógép	200	2h
Konyha/ étkező világítás	26 x 6 egység	3 óra
Szobavilágítás	26	1 óra
Önfogyasztás	4	24 óra

Az E_d (Wh) szükséges teljesítménykiszámítását a P (w) névleges teljesítmény és a h üzemi óra vagy a berendezés szorzatával kapjuk.

$$E_d (Wh) = \epsilon (P (W) \cdot h)$$

- **Rendszerveszteségek**

A panel által termelt energia kiszámításakor figyelembe kell venni a meghatározott dőlésszöget.

Teljesítmény arányok (PR), az úgynevezett rendszer veszteségek, egy 0,6, ha egy akkumulátoros rendszer van telepítve, egy közvetlen termelő rendszer esetében pedig 0,8.

A teljesítményarányok kiszámítása:

Irány-veszteség-	=	Tájolás miatti veszteségek (A déli tájolás értéke 0)
Veszteség szennyeződés	=	a szennyeződés okozta veszteségek, a töltések 5%-a
Veszteség árnyékolás	=	az árnyékok veszteségei
Veszteség kábel	=	becslések szerint 3%, a vezetékek vesztesége
Perf inv	=	94-96%, ez az inverterek teljesítménye, és a műszaki adatlapokból nyerik
Perf reg	=	a műszaki adatlapokból nyerik, összege a Maximr esetében 98%; ez a szabályozó/maximalizáló teljesítmény
Perf veri	=	az akkumulátor teljesítménye a következő képlettel számítva:
Veszteség deter	=	a panelek által meghatározott, a panelek műszaki lapja által meghatározott veszteség, és ez a panelek veszteségének 20% -a

- **A fotovoltaikus mező mérete**

Ha már ismerjük a napi energiaellátást és a energiarendszer veszteségeit, a beépítendő panelek jellemzőit (típusát), (Monokristályos, Polikristályos, amorf) a névleges csúcsteljesítménytől függően, most már méretezhetjük a Fotovoltaikus mezőt.

Az egyes országokra vagy régiókra rendelkezésre álló hivatalos adatbázis meghatározza a panelek besugárzási területét, és biztosítja a sugárzást a panelek ferde felületein, amelyeket telepíteni fognak. Néhány ilyen adatbázisban a teljes napi és havi energiaérték elérhető. Például a PVGIS (Fotovoltaikus földrajzi információs rendszer) a szükséges paraméter közbeiktatásával kiszámíthatja a fotovoltaikus termelést a havi sugárzások földre kattintva, és kiválaszthatja a térképek telepítésének helyét, és kattintson a "besugárzás a kiválasztott szögben táblázat gombra a jobb oldalon, hogy meghatározza a panel szöginstallációt.

A felhasználandó valós energiát úgy számítjuk ki, hogy megszorozzuk a rendszer hatékonyságát (az EC.2-vel számított teljesítményarányt) ezzel a kapott besugárzással (H(45)).

- A napi PSH

1000W/m² feltételezett napsugárzás egyenértékű azzal az időtartammal, amit csúcsnapi órák néven ismerünk (PSH), ami egyenlő a napi napenergia besugárzás óra számmal, amely havonta változik függően a sugárzási területtől.

- A havi PSH-ra

Ezért a beszerelendő teljesítményt (Pi) a hónapra (i), a fogyasztás ellátásához szükséges energia (Ed) és a havi PSH elosztásával nyerik.

A P_i -t el kell osztani a kiválasztott panel csúcsteljesítmény értékével, hogy megkapjuk a beépítendő panelek számát (n_p).

- **A szabályozó vagy maximátor MPPT kiszámítása**

A terhelési áram meghatározza a beépítendő a szabályozókat és a maximátorokat a szabályozó kimeneten, és a kimeneti feszültséget az akkumulátorokon.

Attól függően, hogy töltésszabályozóról vagy maximáló MPPT-ről van-e szó, a terhelési áramot más módszerrel számítják ki. A beépített akkumulátorokat a kimeneti szabályozó vagy a maximális feszültség alapján kell kiszámolni.

- **Szabályozó számítás**

Általában ajánlott olyan szabályozót választani, amely ellenáll az egyidejű túlterhelésnek:

A szabályozó kimeneti árama: Ennek a maximális fogyasztási körülmények között a terhelési áramnál legalább 25%-kal magasabbnak kell lennie, és képlete:

I_{max_cons} = a maximális fogyasztási terhelési áram, és úgy számítják ki, hogy elosztják a helyi terhelés által igényelt maximális teljesítményt az akkumulátorok feszültségével (szabályozó kimeneti feszültség).
Képlete:

A szabályozó bemeneti árama: 25%-kal magasabb, mint a rövidzárlat-generátor árama.

Képlete:

I_{sc}	=	a panel rövidzárlati árama
$A_{tomerómű}$	=	a parallel sorozatban szerelt panelek

- **Az akkumulátor teljesítményének kiszámítása**

Az egyik legfontosabb pontja a fotovoltaikus energiarendszernek, az akkumulátorok teljesítménye, amely meghatározza az áram paramétereit.

Az akkumulátorok kapacitása a telepítési fogyasztás biztosításához a következő képlettel számítható ki:

$C_{bat}[Ah]$ = az akkumulátorok szükséges kapacitása

N = a töltés nélküli napok száma, az igényektől és a használatától függően 2-5 db

E_s = napi energia, ami a házhoz szükséges [Wh]

V_{bat} = az akkumulátorok feszültsége [V]

DOD_{max} = a lemerülő akkumulátor kisütési maximuma, és az ólomsavas akkumulátorhoz 60-80 vehető

- **Az inverter kiszámítása**

Miután az akkumulátor kapacitása ismert, meg kell határoznunk a telepítéshez szükséges inverter kapacitását ezen képleten keresztül:

$P_{inv}[W]$	=	a beépítendő inverter teljesítménye [W]
P_{eqsim}	=	az egyidejűleg csatlakoztatott berendezés [W]

Agri-PV

Bemutatkozik az Agri-PV

Az európai zöld megállapodás jövőképet fogalmaz meg a klímasemlegesség 2050-re történő elérésére. Ehhez az európai társadalom és gazdaság mélyreható átalakítására lesz szükség; különösen az energia- és agrár-élelmiszeripari ágazatban.

Az Európai Unió által 2019-ben elfogadott tiszta energiáról szóló csomag ("CEP") keretet határoz meg az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának 2030-ig történő 40%-os csökkentésére, részben azért, hogy a végső energiaigényben legalább 32%-os megújuló energiát ér el. 2020-ban az Európai Bizottság javaslatot tett az európai klímátörvényre, amely az ambiciózusabb 2030-as célok mellett 2050-re jogilag kötelező erejű célt tűzne ki az üvegházhatást okozó gázok nettó nulla kibocsátására.

1962 óta a mezőgazdaság fő uniós szintű politikája a közös agrárpolitika (KAP). A KAP 2018-ban 58,82 milliárd euró támogatást nyújtott a mezőgazdasági termelőknek (Európai Bizottság, 2020) két pilléren keresztül: az első pillér a mezőgazdasági termelők közvetlen támogatását, a második pillér pedig a fenntartható vidékfejlesztést célozza. Az Európai Bizottság a KAP 2018-as felülvizsgálatát javasolta a 2021–2027-es időszakra, amelyről jelenleg tárgyalnak. A felülvizsgálat célja az EU agrárpolitikájának modernizálása és "zöldítése", a változó mezőgazdasági, energiaügyi és éghajlatváltozási környezethez való igazítása.

Ennek keretében a mezőgazdasági fotovoltaikus rendszerek ("Agrár-fotovoltaikus rendszerek") lehetőséget nyújtanak az európai zöld megállapodás egyidejű megvalósítására, az EU dekarbonizációs célkitűzéseinek teljesítésére és a KAP célkitűzéseinek elérésére.

Az Agri-PV alapelve egyértelmű: a mezőgazdasági infrastruktúra intelligens kombinációja egy fotovoltaikus rendszerrel. Ez a kombináció számos olyan alkalmazást szabadít fel, amelyek kihasználják a napenergia és a mezőgazdaság közötti szinergiákat. Az agrár-fotovoltaikus rendszer lehetővé teszi, hogy a napenergia beépüljön bizonyos vidéki és mezőgazdasági tevékenységekbe, megoldásokat kínálva a mezőgazdasági termelők és a vidéki közösségek igényeire azáltal, hogy beruházásokat hajt végre és munkahelyeket teremt a vidéki területeken, támogatja a hagyományos és fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokat, vagy növeli a mezőgazdasági tevékenységek éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességét.

Az EU-nak kulcsszerepe van a mezőgazdaság és a napenergia-termelés közötti, az agrár-fotovillamos rendszerek által lehetővé tett többszörös szinergiák előmozdításában. Közvetlenül a növények fölé telepítve a napenergia árnyékot biztosít, megvédi a növényeket a jégesőtől vagy a fagytól, stabil terméshozamot tesz lehetővé, és növeli a fotovillamos panelek elektromos hozamát (Barron – Gafford, 2019). A napenergia mezőgazdasági hangárokra vagy üvegházakra telepíthető, és támogathatja a modern infrastruktúra fejlesztését, amely javítja a mezőgazdasági ágazat versenyképességét. A közüzemi méretű napelemfarmok tökéletes környezetet biztosítanak a juhok legeltetésére (Kochendoerfer és mtsai, 2019). Összességében már eddig is számos módszer létezik a napenergia mezőgazdasági infrastruktúrába történő integrálására, és rendszeresen megjelennek innovációk a piacon. A közpolitikáknak támogatniuk kell a bevált Agri-PV rendszerek kiépítését, ugyanakkor támogatniuk kell az innovatív Agri-PV megoldásokat.

Becslések szerint az Agri-PV telepítése a globális termőföldek mindössze 1%-ában segíthet a teljes globális energiaigény kielégítésében (Adeh, Good, Calaf és Higgins, 2019). 2014 óta világszerte mintegy 2800 Agri-PV rendszert telepítettek, amelyek teljes kapacitása körülbelül 2,9 GWp (Bay War.e.). Az ágazat jelentős növekedést ért el Japánban, Dél-Koreában és Kínában, ahol már évek óta érvényben vannak szabályozási keretek és támogatási rendszerek (Schindele és mtsai, 2020).

Az európai agrár-fotovoltaikus rendszerekben óriási lehetőségek rejlenek: a műszaki kapacitás, ha az Agri-PV-t az EU szántóterületének mindössze 1%-án helyezték volna üzembe (Európai Bizottság, 2018), több mint 700 GW volna. Az agrár-fotovoltaikus rendszerek európai fejlődése azonban széttagolt az uniós tagállamok között. Az Agri-PV európai fejlődése globális vezető szerepet jelenthet az európai napenergia-ipar számára ebben a gyorsan növekvő piaci szegmensben.

Ahhoz, hogy az EU kiaknázzon benne rejlő lehetőségeket, és globális vezető szerepet töltsön be az agrár-fotovoltaikus rendszerek terén, az ágazat növekedésének fellendítésére szolgáló európai keretre van szükség, amelynek célja, hogy rávilágítsunk az agrár-fotovoltaikus energiaágazat és a fenntartható vidékfejlesztésre vonatkozó uniós politikák közötti szinergiákra, az agrár-élelmiszeripari ágazat jövőjére, az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra és dekarbonizációra. Emellett konkrét szakpolitikai ajánlásokat is meg kell fogalmazni, amelyeket a mezőgazdaság, az energia, az éghajlat és a környezetvédelem témájával foglalkozó politikai döntéshozók uniós, nemzeti, regionális és helyi szinten is figyelembe vehetnek.

A fenntartható fejlődés elősegítése a vidéki térségekben

A CEP, és különösen a megújuló energiáról szóló irányelv (Európai Unió, 2018) teljes körű végrehajtása mellett az Európai Uniónak és tagállamainak legalább négy szakpolitikai kezdeményezéssel keresztül ösztönöznie kell az agrár-fotovoltaikus energia európai fejlesztését:

1. A KAP felülvizsgálata: Az agrár-PV lehetővé teheti a KAP célkitűzéseinek elérését. A KAP második pillérének elő kell mozdítania az agrár-fotovoltaikus rendszerek bevezetését, és a tagállamoknak be kell vonniuk az agrár-fotovoltaikus fejlesztési terveket a KAP stratégiai terveibe.
2. A Farm to Fork stratégia végrehajtása: Az agrár-PV egy modern, fenntartható, egészséges és méltányos élelmiszerrendszer középpontjában lehet. A Mezőgazdasági üzemekre és az élelmiszerek fogyasztására vonatkozó stratégia horizontális végrehajtásának integrálnia kell az agrár-fotovoltaikus ágazat különböző hozzájárulását a fenntarthatóság növelése, az ellenállóképesség javítása és az innováció fellendítése érdekében az agrár-élelmiszeripari ágazatban.
3. Az EU éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiájának felülvizsgálata: az agrár-fotovoltaikus megoldások hozzájárulnak a mezőgazdasági gyakorlatok éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességéhez. A felülvizsgált uniós éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiának célzott támogatást kell nyújtania az agrár-fotovoltaikus megoldásokhoz, amelyek javítják a mezőgazdaság éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességét.
4. A „Tiszta Energia az EU Szigeteiért Kezdeményezés: a szárazfölddel szomszédos régiók különösen alkalmasak az agrár-fotovoltaikus rendszerek bevezetésére. A szigeteknek integrálniuk kell az Agri-PV bevezetésére vonatkozó terveket, hogy támogassák az élelmiszer- és energiabiztonságot a tiszta energiára való átállásra vonatkozó menetrendjeikben.

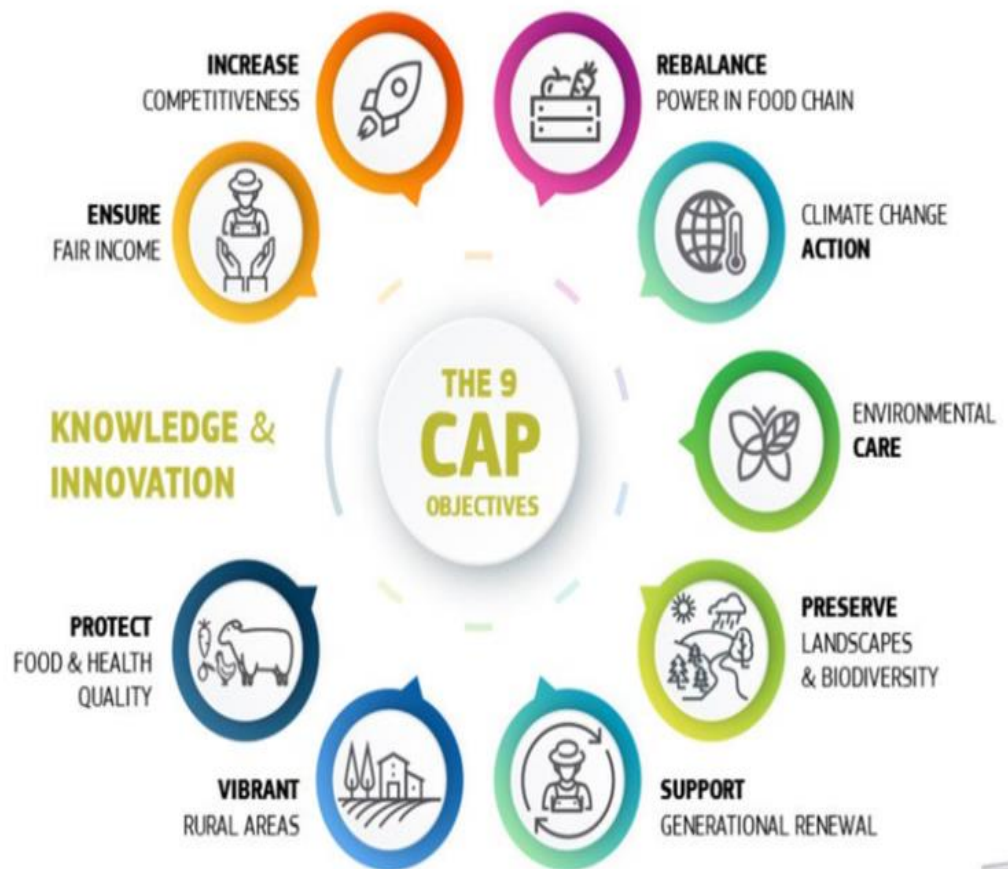
Agrár-fotovoltaikus rendszer és a KAP célkitűzéseinek jövője

Az európai zöld megállapodás egyik fő célkitűzése annak biztosítása, hogy a felülvizsgált KAP teljes mértékben tükrözze az EU éghajlat-politikai ambícióit. Ezt részben úgy kell elérni, hogy a KAP teljes költségvetésének legalább 40%-a hozzájárul az éghajlat-politikai fellépéshez. Emellett a KAP a "második pillér", a vidékfejlesztés támogatására irányuló finanszírozást és intézkedéseket is tartalmaz. A 2014–2020-as költségvetésben a második pillér, az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap ("EMVA") finanszírozási eszköze mintegy 100 milliárd eurós költségvetéssel rendelkezett.

A KAP-javaslat célja, hogy világos célkitűzések meghatározásával modernizálja az irányítást és a második pillér megvalósítását, és lehetővé tegye a tagállamok számára, hogy saját stratégiákat dolgozzanak ki a fenntartható vidékfejlesztésre. A Bizottság 9 konkrét célkitűzést javasolt (lásd az 1. ábrát), amelyek "a gazdaságok életképességére, ellenálló képességére és jövedelmére, a fokozott környezeti és éghajlati teljesítményre, valamint a vidéki területek megerősített társadalmi-gazdasági szerkezetére összpontosítanak" (Európai Bizottság, 2018). Az uniós tagállamok jelenleg "KAP stratégiai terveket" készítenek, amelyek részletezik az e célkitűzések elérése érdekében végrehajtott beavatkozásokat, amelyet EMVA-alapokból finanszíroznak. Ezeket a terveket az Európai Bizottság értékeli, és konkrét célokat tartalmaz, és a tagállamok éves jelentésének tárgyát képezik.

A jövőbeli KAP célkitűzéseivel összhangban az uniós tagállamoknak integrálniuk kell az agrár-fotovoltaikus ágazatot a KAP stratégiai terveibe. Ez ösztönzi a vidéki közösségekbe irányuló beruházásokat, foglalkoztatási lehetőségeket biztosít a vidéki térségekben, hozzájárul a mezőgazdasági gyakorlatok ellenálló képességének növeléséhez, növeli a földhasználat hatékonyságát és javítja a vízgazdálkodást, valamint lehetővé teszi a KAP 9 célkitűzésének elérését.

Hogyan járul hozzá az Agri-PV a KAP célkitűzéseéhez?



#EUBudget #FutureofCAP

Az Agri-PV által kezelt alkalmazások sokfélesége számos előnnyel jár, amelyek hozzájárulnak a fent vázolt KAP-célkitűzésekhez.

1. Napelemes beruházások a mezőgazdaságban

- 1., 2., 7., 8.

Az uniós mezőgazdasági termelők jövedelme még mindig jelentősen alacsonyabb, mint az átlagos jövedelmek sok tagállamban (Európai Bizottság, 2018). Az agrár-fotovoltaikus ágazat olyan beruházásokat generál, amelyek mezőgazdasági üzemek és berendezések korszerűsítésével támogatják a mezőgazdasági ágazat versenyképességét. Mind az egyéni mezőgazdasági termelők, mind a mezőgazdasági termelőszövetkezetek részesülhetnek az Agri-PV bevezetéséből, amelyről bebizonyosodott, hogy több mint 30%-kal növeli a mezőgazdasági üzemek bevételeit (Dinesh és Pearce, 2016).

Az Agri-PV rendszer tulajdonjától függően különböző modellek léteznek. Az agrár-fotovoltaikus fejlesztők "harmadik fél befektetőiként" működhetnek, amelyekben a mezőgazdasági termelők számára költségmentesen fejlesztenek ki egy projektet. A fejlesztők díjazásban részesülnek a megújuló villamos energia értékesítéséből, míg a mezőgazdasági termelők új mezőgazdasági infrastruktúrát kapnak, például új helyi tárolóhelyet vagy tartós növényvédelmi rendszereket, amelyek növelik a gazdaságok termelékenységét, vagy a földterületük használatáért fizetett bérleti díj formájában származó bevételből.

A mezőgazdasági termelők is befektethetnek és szerződést köthetnek egy-egy Agri-PV fejlesztővel, Agri-PV rendszerek kialakítására. E modell keretében a mezőgazdasági termelőknek hozzá kell járulniuk a projekthez kapcsolódó CAPEX-költségekhez. Energiaszámláik csökkenhetnek, az önfogyasztással és stabil bevétel kiegészítésben is részesülhetnek, ha az energiát a hálózatba táplálják.

2. Napelemes munkahelyek vidéki közösségeknek

- Célkitűzések 6, 8

A munkanélküliség a vidéki közösségekben, különösen a fiatalok számára, fontos kihívás. 2015 és 2017 között a vidéki fiatalok átlagos munkanélküliségi rátája 18% volt (Európai Bizottság, 2019). Ezenkívül a vidéki népesség az EU-ban csökken. 2013 és 2017 között mintegy 500 000 ember hagyta el a vidéki területeket a nagyobb városi központok javára (Európai Bizottság, 2019). A napenergia-ipar ösztönzi a vidéki területek társadalmi és gazdasági szerkezetét, új foglalkoztatási lehetőségeket teremt, és diverzifikálja a vidéki közösségek gazdasági szerkezetét.

A napenergia több munkahelyet teremt megawattónként, mint bármely más energiaforrás (Solar Power Europe, 2019). Az agrár-fotovoltaikus projektek fejlesztése támogatja a fotovoltaikus ágazathoz kötődő tevékenységekben, például az agrár-fotovoltaikus létesítmények telepítésében, tervezésében vagy üzemeltetésében és karbantartásában végzett munkákat.

A vidéki infrastruktúra korszerűsítése és a gazdaságok termelékenységének növekedése dinamikusabbá teszi a vidéki közösségeket. Egy-egy mezőgazdasági fotovoltaikus létesítmény felválthatja az ideiglenes infrastruktúrát (pl. műanyag üvegház), az hozzájárulhat a foglalkoztatási lehetőségek stabilizálásához és a munkavállalók szezonális csökkenésének csökkentéséhez.

3. Napvédő növények

- Célkitűzések 2, 3, 4, 9

A mezőgazdaság különösen érzékeny az éghajlatváltozásra. A magasabb hőmérséklet, a vízhiány, az új kártevők vagy a szélsőséges időjárási események veszélyeztetik az agrár-élelmiszeripari rendszereink ellenálló képességét. Emellett az EU-ban növekszik az üvegházhasználatban termesztett terület, amely a felhasznált üvegház típusától függően eltérő környezeti hatásokkal jár (EIP-Agri, 2019). Az Agri-PV mindkét kihívással foglalkozik, a mezőgazdaság éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességének növelésével és az üvegházhatást okozó gázok fenntarthatóságának javításával.

A napelemek növények fölé történő telepítése olyan szinergiákat eredményez, amelyek növelik a mezőgazdaság éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességét. A szárazabb környezet különösen alkalmas az agrár-fotovoltaikus létesítményekre, lehetővé téve az egyes növények termelése, a vízvédelem és a megújuló energiatermelés közötti szinergiákat a helyi ökoszisztéma-szolgáltatások nyújtása mellett (Barron-Gafford és mtsai, 2019). Az agrár-fotovoltaikus létesítmények lehetőséget biztosítanak fizikai kártevőirtási intézkedések bevezetésére is, csökkentve a vegyi kártevők elleni védekezési termékek használatának szükségességét.

Az Agri-PV üzleti lehetőséget jelent az alacsony költségű üvegházakból származó műanyag helyettesítésére és a high-tech üvegházak tiszta villamos energiával való ellátására. Az előbbi helyzetben a műanyagot tartósabb anyagok váltják fel, a hozzáadott költségeket pedig a tiszta villamos energia termelése ellensúlyozza. Ez utóbbiban a fűtésből, hűtésből és a komplex digitális szolgáltatások fenntartásából származó nagy energiafelhasználás saját termelésű villamos energiával teljesíthető.

4. Hatékonyabb földhasználat

- Célkitűzések 4, 5, 6

2000 és 2017 között évente mintegy 80 000 hektár mezőgazdasági földterület tűnt el (Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2019). A mezőgazdasági földterületek elvesztése főként a földterületek elhagyásának tulajdonítható, és a földterületek felhagyása kockázatot jelent az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességre. Ennek kezelésére az Európai Bizottság 2011-ben javaslatot tett egy

"nettó nulla földvételei" célkitűzésre (Európai Bizottság, 2011). Az agrár-fotovoltaikus energia lehetővé teszi a kettős földhasználatot, csökkentve a földterületek felhagyását és minimalizálva a földhasználatok közötti versenyt a mezőgazdaság és a megújuló energia között.

A növények feletti agrár-fotovoltaikus megoldások növelhetik a hektáronkénti termelékenységet, miközben csökkentik a talajromlást és a vízfelhasználást. A termelékenységet olyan dinamikus nyomkövető rendszerek alkalmazásával növelik, amelyek szabályozhatják a növények számára biztosított árnyékot (Valle és mtsai, 2017).

5. Napelem a vízgazdálkodás javítására

- 1., 2., 4., 5., 6.

Az EU vízfogyasztásának oroslánrészét a mezőgazdaság, az erdészet és a halászat jelenti, amely 2015-ben a vízkészletek mintegy 40%-át tette ki (Európai Bizottság, 2019). A szűkös vízkészletek fenntartható kezelése alapvető fontosságú lesz az EU mezőgazdasági gyakorlatának fenntartásához. Az Agri-PV hozzájárul a mezőgazdaság vízigényének csökkentéséhez azáltal, hogy megvédi a növényeket a hőtől és csökkenti az evapotranspirációt (Barnon-Gafford et al, 2019).

A fotovoltaikus panelek árnyékában lévő talaj fenntartja a talaj nedvességtartalmát, ideális feltételeket biztosítva bizonyos típusú növények számára (Ibid). A vízfogyasztás tovább optimalizálható digitalizált Agri-PV megoldásokkal, amelyek nyomon követhetik a napsugárzást, és jobban szabályozhatják a napelemek alatti mikroklimatikus viszonyokat. Továbbá, napenergiát lehet használni a föld alatti víz szivattyúzására, illetve öntözésre, dízel generátorok helyett.

Az Agri-PV integrálása a KAP stratégiai terveibe

Ki kell használni az agrár-fotovoltaikus energiapiac, a jövőbeli KAP célkitűzései, valamint az EU éghajlat- és energiacéljai közötti szinergiákat. E célból megfelelő támogatási mechanizmusokra van szükség, amelyek ösztönzik az agrár-fotovoltaikus ágazatba történő magánberuházásokat. A beruházások megfelelő szintjének elérése elősegíti azt a méretgazdaságosságot, amely az európai agrár-fotovoltaikus ágazat versenyképességének hajtóerejéhez szükséges.

A jövőbeli KAP-ban hivatalossá kell tenni az "európai agrár-fotovoltaikus stratégiát". Ennek a stratégiának fokoznia kell a létrehozott mezőgazdasági fotovoltaikus rendszerek kiépítését, elő kell mozdítania az EU vezető szerepét az agrár-fotovoltaikus technológiai innováció terén, növelnie kell a mezőgazdasági ágazat termelékenységét, és lehetővé kell tennie a megújuló energiaforrások vidéki területeken történő telepítését. A mezőgazdasági szakértőkkel szoros együttműködésben kidolgozott agrár-fotovoltaikus stratégiának a KAP és az energiarendszer-integrációs stratégia (Európai Bizottság, 2020) célkitűzéseire támaszkodva a vidéki területeken a tiszta energiára való átállásra kell irányulnia.

Nemzeti szinten a napenergia-beruházásokat prioritásként kell kezelik a KAP stratégiai terveiben, amint azt a Farm to Fork stratégia is kiemeli. Az Európai Bizottságnak egyértelmű iránymutatást kell adnia a tagállamoknak arról, hogy a KAP stratégiai tervei hogyan maximalizálhatják az agrár-fotovoltaikus rendszerek telepítését, nemzeti energia- és éghajlat-változási terveikkel összhangban.

Ezen túlmenően a tagállamoknak a KAP stratégiai terveik részeként ki kell dolgozniuk az agrár-fotovoltaikus szabályozási kereteket. A világ számos országa és régiója már kidolgozott agrár-fotovoltaikus szabályozási kereteket. Ezek közé tartozik Japán, Dél-Korea, Kína, Franciaország és Massachusetts (Schindele és mtsai, 2020). Hollandiában, Svájcban, Ausztriában, Németországban, Indiában és Kaliforniában az agrár-fotovoltaikus termékekre vonatkozó szabályozási keretek kidolgozása folyamatban van.

Az agrár-fotovillamos rendszerek fejlesztését támogató szabályozási keretek kialakításakor a politikai döntéshozóknak 6 konkrét intézkedésre kell összpontosítaniuk:

1. Célzott pénzügyi mechanizmusok végrehajtása a kis-, közép- és nagyüzemi agrár-fotovoltaikus rendszerek támogatására vissza nem térítendő támogatások, Agri-PV feed-in-tariffs("FiT")és Agri-PV energiapályázatok révén.
2. Az Agri-PV-re vonatkozó támogatási keret kialakítása, annak biztosítása, hogy az agrár-fotovoltaikus rendszereket üzembe helyező mezőgazdasági termelők KAP-támogatásban részesüljenek, és előmozdítsák a közösség által menedzselt agrár-fotovoltaikus rendszerek terjedését.
3. Olyan agrár-fotovoltaikus indexek kidolgozása, amelyek figyelemmel vannak az agrár-gazdasági, környezeti és társadalmi externáliákra is.
4. Világos és megbízható minőségértékelési kritériumokat határoz meg az agrár-fotovoltaikus projektekre, és biztosítja a projektek fenntarthatóságának független és időszakos értékelését.
5. Annak biztosítása, hogy az agrár-fotovoltaikus keretrendszerek koherensek legyenek az energia-, a mezőgazdaság-, a környezetvédelem és az éghajlat-politika területén, és hogy fejlesztésük részvételi folyamat, amely minden érintett érdekelt felet érint.
6. A vidéki térségekben az energetikai átállást támogató kutatási programokhoz az állami K+F finanszírozást kell előnyben részesíteni.

Fenntartható mezőgazdaság és fotovoltaikus rendszerek

Az Agrisolar felgyorsíthatja a fenntartható mezőgazdasági rendszerre való átállást, amely hozzájárul az európai zöld megállapodás célkitűzéseéhez, különösen az európai éghajlat-változási törvényhez, a megújuló energiáról szóló irányelvhez, a KAP-hez, a biológiai sokféleséggel kapcsolatos stratégiához és a "Gazdaságtól az asztalig" stratégiához. Pontosabban, Agrisolar előnyei:

1. Hozzájárulás a természeti erőforrások, például a föld és a víz felelősségteljes használatához

Az Agrisolar projektek felelősségteljes módjai a föld és a víz kezelésének, hiszen fenntarthatóan tervezik és kezelik, javíthatják az hektáronkénti termelékenységet, miközben csökkentik a talajromlást, a vízhasználatot vagy az egyszer használatos műanyagok használatát.

Az Agrivoltaic rendszerek, amelyek egyesítik a fotovoltaikus létesítményeket és fenntartható mezőgazdasági tevékenységet, hozzájárulhatnak a mezőgazdaság vízigényének csökkentéséhez azáltal, hogy megvédik a növényeket a hőtől és csökkentik az evapotranspirációt (Barron-Gafford és mtsai, 2019). A túlzott árnyékolás különösen előnyös a száraz és vízhiányos területeken, valamint az egyes földrajzi területeken a súlyos aszályok elleni védelemre (Dinesh és mtsai., 2016). Egy tanulmány szerint a fotovoltaikus panelek árnyékolásának szintjétől függően a vízmegtakarítás elérheti a 14-29%-ot (Marrou és mtsai., 2013). Az alacsonyabb gyökérsűrűségű és magas nettó fotoszintetikus sebességgel rendelkező növények ideális alanyok az Agri-PV rendszeren belüli termesztésre (Adeh et al., 2018).

2. A fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok előmozdítása

Az agrár-fotovoltaikus létesítmények például megkönnyítik a fizikai kártevőirtási módszerek kiépítését, például a hálók használatát, és ezáltal csökkenthetik a vegyszeres kártevők elleni védekezés mértékét (Solar Power Europe, 2020), és hozzájárulhatnak az élelmiszerbiztonsághoz és a biológiai sokféleség védelméhez.

A német energiapiaci innovációs szövetség, a BNE (Bundesverband Neue Energiewirtschaft eV., 2019) friss kutatása kimutatta, hogy a nagyüzemi fotovillamos erőművek, ha úgy tervezték, hogy kompatibilisek legyenek a természettel, pozitív hatást gyakorolnak a biológiai sokféleségre a legtöbb hagyományos és monokulturális felhasználáshoz képest.

Az agrár-fotovoltaikus rendszerek szintén hozzájárulhatnak a megnövekedett szén-dioxid-leválasztásához (Barron-Gafford és mtsai., 2019), amelyet a Nemzetközi Éghajlatváltozási Testület (IPCC) az ÜHG-kibocsátások csökkentésére jelentős potenciállal bíró lehetőségként azonosított (International Panel on Climate Change, 2020).

3. Az EU mezőgazdaságának az éghajlatváltozással és más veszélyekkel és stresszekkel szembeni ellenálló képességének növelése

Az Agrisolar megoldásokat úgy lehet megtervezni, hogy kezeljék az éghajlatváltozás mezőgazdaságra gyakorolt negatív hatásait. Megvédhetik és árnyékolják a mezőgazdasági kultúrákat a váratlan és szélsőséges időjárási eseményektől, például a jégesőtől, a túlzott napsugárzástól, valamint a kártevőktől és betegségektől.

4. A fenntartható fejlődés lehetővé tétele a vidéki térségekben a magasabb hozamok és az új üzleti lehetőségek révén

A napenergia és a mezőgazdasági infrastruktúra intelligens kombinációja lehetővé teheti a vidéki közösségek számára, hogy versenyképesebbé és fenntarthatóbbá váljanak (Solar Power Europe, 2020). A mezőgazdaság és a fotovoltaikus rendszer közös elhelyezkedése lehetővé teszi a nagyobb földhasználati hatékonyságot. A szimulációk azt mutatják, hogy az Agrivoltaic rendszerek akár 60-70%-kal is növelhetik a földhasználat hatékonyságát az egyenértékű mono rendszerekhez képest (Dupraz és mtsai., 2011). Egy kísérleti agrár-fotovillamos rendszer burgonyával kombinálva Németországban 103%-os hozamot eredményezett egy kontroll csoporthoz képest, míg a fotovillamos rendszerek a hasonló földterületen termelt villamos energia 83%-át állították elő, ami a földhasználat hatékonyságának 86%-os növekedéséhez vezetett (Fraunhofer ISE, 2020).

Miközben a mezőgazdasági felhasználás elsődleges földhasználatként fennmarad, a kettős földhasználat a mezőgazdasági termelők jövedelmének diverzifikálását, a jövedelmek védelmét és a vidéki közösségek társadalmi-gazdasági fejlődését is szolgálja szélsőséges aszály esetén is (Santa et al., 2017). További előny a biztosítás költségeinek csökkentése az esetleges termés kiesés miatt.

Az árnyéktűrő növények Agri-PV rendszerekkel való összekapcsolása növeli a gazdaságok értékét a hagyományos mezőgazdasági gyakorlatokhoz képest (Dinesh és Pearce, 2015). A növények feletti fotovillamos rendszerek együttes elhelyezése bizonyos esetekben segít stabilizálni a terméshozamokat, sőt, a növények fotovillamos panelekre gyakorolt hűtő hatásának köszönhetően akár a fotovillamos terméshozamot is növelheti (Barron – Gafford et al., 2019). A többletjövedelem közvetlenül a vidéki közösségek javát szolgálja, és javítja a vidéki infrastruktúrát, az értékláncokat és az elosztott villamosenergia-ellátást, ami viszont elősegítheti a helyi gazdálkodást (Majumdar, 2018).

Egy 2017-es tanulmány –Carreño–Ortega, Á., Galdeano–Gómez, E., Pérez- Mesa, J.C., és del Carmen Galera-Quiles, M., 2017) azt mutatja, hogy fontos előnyöket lehetne szerezni a gazdálkodók számára, különösen Dél-Európában. Spanyolország esetében ez azt mutatja, hogy az 1,8 hektár üvegházzal (nagyüzemi) történő telepítés szokásos feltételei mellett a gazdaság jövedelmezősége 9,89%-kal nőne, ami 14,1%-ra emelkedne, ha a beruházásokat állami támogatással támogatnák. Egy másik tanulmány szerint az Agrivoltaics bevezetése több mint 30%-kal növelheti a gazdaságok bevételeit (Dinesh és mtsai., 2016).

A napenergia, mint a leginkább előre tervezhető és költséghatékony tisztaenergia-technológia, lehetővé teszi a mezőgazdasági termelők számára, hogy az európai zöld megállapodás és a COVID utáni zöld fellendülés középpontjában legyen. A napenergia több munkahelyet teremt megawattoként, mint bármely más energiaforrás (Nemzetközi Munkaügyi Hivatal, 2011). Az Agrisolar üzleti modelljei hozzájárulhatnak új mezőgazdasági és megújulóenergia-közösségek létrehozásához. A Közös Kutatóközpont (Joint Research Centre, 2020) által elemzett esettanulmányok azt mutatják, hogy a közösségi energiaprojektek Európa-szerte különböző formákban léteznek, beleértve például a napelemekkel felszerelt mezőgazdasági tetőket vagy a vidéki közösségek által mezőgazdasági földterületekre telepített széltermőműveket.

A fenntartható mezőgazdaság koncepciója

Bármely napenergia-projekt fenntarthatósága társadalmi-gazdasági és környezeti szempontokhoz kapcsolódik. Ez a fejezet azt tárgyalja, hogy mely kritériumok alapján értékelhetők a legjobban az Agrisolar projektek által nyújtott környezeti és társadalmi-gazdasági előnyök. A napenergia-projektek fenntarthatóságának maximalizálására vonatkozó további információk a Solar Sustainability Best Practices Benchmarkban (Solar Power Europe, 2021) találhatóak.

A hatékony működés biztosítása érdekében, mind mezőgazdasági infrastruktúraként, mind fotovoltaikus termelőberendezésként, valamint a fő szakaszban, az Agrisolarban és a fenntartható mezőgazdaságban azonosított agroökológiai szinergiák maximalizálása érdekében az Agrisolar projekt fejlesztőinek fejlődni kell, és meg kell határozniuk a fenntartható mezőgazdasági koncepciót (SAC).

Összességében a SAC-nak biztosítani kell, hogy a projekt ne ütközzön a mezőgazdasági földhasználattal és a mezőgazdasági tevékenység életképességével (és bizonyos esetekben folytonosságával). A projektet a projekttervezés kezdeti szakaszában kell kidolgozni, és magában kell foglalni a projekt agronómiai, környezeti és társadalmi-gazdasági hatásainak értékelését. A SAC-ot a mezőgazdasági tevékenység megtervezésére, annak biztosítására használják, hogy az Agrisolar rendszer teljes mértékben igazodjon a mezőgazdasági tevékenységhez, és hogy a rendszer teljesítményének megfelelő élettartam-ellenőrzése is biztosított legyen.

A SAC-nak törekednie kell a negatív környezeti hatások minimalizálására és a lehetséges környezeti szinergiák maximalizálására is. Azt is biztosítani fogja, hogy a projekt gazdaságilag életképes legyen valamennyi fél számára, mind a mezőgazdasági tevékenység, mind a villamosenergia-termelés szempontjából. A SAC az egyes projektekkel kapcsolatban "személyre szabott megközelítést" alkalmaz, amely a helyi vidéki közösségek támogatása mellett az Agrisolar létesítményeket a gazdaság méretéhez, elhelyezkedéséhez, talaj topográfiájához, a helyi éghajlati viszonyokhoz, a biológiai sokféleségre gyakorolt hatásokhoz és a vízgazdálkodáshoz igazítja.

A SAC-nak három általános területre kell kiterjednie, beleértve az Agrisolar-rendszer egy meghatározott típusához illeszkedő mezőgazdasági tevékenységek kijelölését; a rendszer környezeti hatásainak értékelését; valamint a projekt társadalmi-gazdasági hatásainak elemzését. A SAC-nak tartalmaznia kell egy tervet a rendszer mezőgazdasági és fotovoltaikus teljesítményének egész élettartama alatt történő nyomon követésére. A SAC konkrét tartalma az adott projekttől és az Agrisolar megoldástól függően változik. Az alábbiakban számos olyan követelményt jelölünk ki, amelyeket be kell vonni a SFC-kbe. Részben kötelező elemeket és azokat az opcionális részeket, amelyek maximalizálhatják az agroenergetikai szinergiákat, valamint az Agrisolar rendszer fenntarthatóságának biztosítását.

1. Az Agrisolar rendszer egy meghatározott típusához illeszkedő mezőgazdasági tevékenység meghatározása

A SAC-nak tartalmaznia kell az Agrisolar rendszerhez kapcsolódó mezőgazdasági tevékenységre és fotovoltaikus rendszerre vonatkozó általános információkat, az érintett mezőgazdasági szereplők igényeinek értékelését, a projektterületre vonatkozó információkat, valamint az Agrisolar létesítmény műszaki tervét. A SAC-nak értékelnie kell a mezőgazdasági tevékenység elvégzéséhez használt berendezéseket és gépeket is. A SAC érvényességét független harmadik félnek kell megerősítenie a mezőgazdasági tevékenység és a napelemes rendszer összeegyeztethetőségének biztosítása érdekében.

Vetésforgó esetén a SAC-nak tartalmaznia kell a várható vetésforgó ütemezésének értékelését. Különösen az agrár-fotovillamos rendszerek és a növénytermesztés esetében a SAC-nak tartalmaznia kell a növények növekedéséhez szükséges fényeloszlás és mikroklíma-viszonyok (például hőmérséklet,

páratartalom és szél) értékelését. Az állattenyésztési Agrisolar-projektek esetében a SAC-nak figyelembe kell vennie az Agrisolar-rendszernek az állatok jólétére gyakorolt hatását.

További figyelembe vehető elemek közé tartozik a mezőgazdasági tevékenység ellenálló képességének javítása, különös tekintettel arra, hogy milyen növényvédelmi rendszereket lehetne alkalmazni.

2. A rendszer környezeti hatásainak értékelése

A hagyományos napelemes projektekhez hasonlóan az Agrisolar projektek (Solar Power Europe, 2020) elengedhetetlen eleme egy adott projekt környezeti hatásának hatékony értékelése. Az Agrisolar projekteknek meg kell felelniük a projektet befogadó ország jogi követelményeinek, és meg kell felelniük az olyan nemzetközileg elfogadott szabványoknak, mint az IFC teljesítményszabványok és az Esélyegyenlőségi Alapelvek (Ibid). E tekintetben több engedélyre is szükség lehet, beleértve a környezeti hatásvizsgálatot (KHV).

Tekintettel az Agrisolar projektek mezőgazdasági dimenziójára, a SAC-nak tartalmaznia kell a talajerózióra és a talaj iszaposodására gyakorolt várható hatások értékelését, a víz rendelkezésre állásának értékelését és az Agrisolar rendszer vízhatékonyságra gyakorolt hatását.

A SAC-nak meg kell terveznie a napelemes rendszer összeszerelését és szétszerelését is, amelynek minimálisra kell csökkentenie a projektnek a földterületre gyakorolt hatását.

További figyelembe vehető elemek a szénmegkötésre gyakorolt hatások és a helyi ökoszisztéma-szolgáltatások, például a biológiai sokféleség biztosítása.

3. A projekt társadalmi-gazdasági hatásainak értékelése

Ennek tartalmaznia kell a projekt üzleti tervét, a projekt gazdasági hatékonyságának becslését és a földhasználat hatékonyságának kiszámítását. A SAC-nak tartalmaznia kell a munkakörülmények értékelését is, beleértve az elektromos berendezések telepítésével kapcsolatos biztonsági megfontolásokat is.

Fel kell tüntetni a rövid élettartamú anyagok tartós Agrisolar rendszerrel való helyettesítéséből származó várható pénzügyi élettartam-megtakarítás becslését is.

A SAC tartalmazhat egy helyi cselekvési tervet is, amely integrálja a helyi közösségek nézeteit és érdekeit. A SAC kiterjedhet egy marketing tervre a mezőgazdasági termékekre, vagy az Agrisolar gazdaságban előállított mezőgazdasági termékek regionális piaci elemzésére. E tekintetben figyelembe lehetne venni a projektnek a helyi ellátási láncokra gyakorolt hatásait is.

4. Az életciklus teljesítményértékelése

Tekintettel az Agrisolar rendszerek kettős jellegére, a SAC-nak magában kell foglalnia mind a mezőgazdasági, mind a fotovoltaikus rendszer teljesítményfigyelését.

Azok az Agrisolar-projektek, amelyek teljesítményjavulást mutatnak, vagy amelyek túlmutattak a SAC-ban eredetileg tervezett intézkedéseken, minőségük javulhat. Másrészt az alulteljesítő projektek, vagy azok, amelyek nem tartják tiszteletben a SAC-ot, a minőségük romlását tapasztalhatják. Legrosszabb esetben, ha nem bizonyítható jelentős mezőgazdasági tevékenység vagy energiahatékonyság, a projekt Agrisolar projektként való státusza visszavonható.

Az Agrisolar projekteknek olyan releváns agronómiai, energetikai, környezeti és társadalmi-gazdasági adatokat kell gyűjteniük, amelyek hasznosak lehetnek az Agrisolar minőségének jövőbeni további javítása érdekében.

A projekt élettartamát is fel lehetne mérni, beleértve a projekt által nyújtott ökoszisztéma és társadalmi-gazdasági szolgáltatások teljesítményének részletes értékelését.

Egy 3 csillagos benchmark bevezetésének lehetősége az Agrisolar projektekhez

Az egyes Agrisolar-projektek minőségének értékelése érdekében a keret egy 3 csillagos referenciaérték formájában valósulhat meg, amelyet a projektfejlesztés előtt és a projekt teljes élettartama alatt fel lehetne használni.

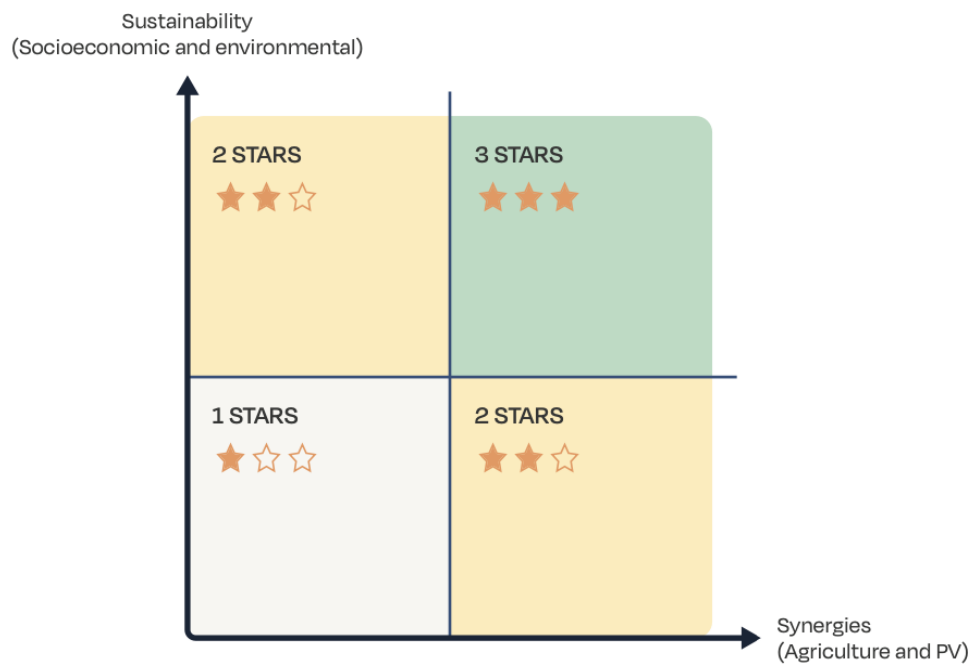
Ezeknek az iránymutatásoknak az a célja, hogy ösztönözzék az Agrisolarra vonatkozó szilárd szabályozási keretek kidolgozását.

A háromcsillagos benchmark azt mutatja be, hogy egy adott Agrisolar projektet milyen jól terveznek és működtetnek az általa létrehozott agroenergetikai szinergiák, valamint az általános társadalmi és környezeti fenntarthatósági agroenergetikai szinergiák és fenntarthatóság szempontjából, amint azt a 12. ábra szemlélteti.

- **Hogyan értelmezhető 3 csillagos benchmark kritériumokat?**

Egy Agrisolar projekt, amely tiszteletben tartja a SAC alapvető kritériumait ("Kötelező kritériumok"), mint például maga a SAC előkészítése, egycsillagos minősítésű Agrisolar projektnek minősülne. Ha egy projekt további kritériumoknak ("Amennyiben a kritériumok" megfelelnek), mint például a fotovoltai rendszer és a mezőgazdasági tevékenység közötti szinergiák bemutatása, vagy hogy a projekt hozzájárul-e a társadalmilag vagy környezeti szempontból fenntartható gyakorlatokhoz, a projekt kétszillagos minősítést kap. Végül egy ideális projekt, amely megfelel a kategóriájában további legjobb kritériumoknak ("Lehet kritériumok"), amelyek maximalizálják az agroenergetikai szinergiákat vagy jelentős ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújtanak, teljes háromcsillagos minősítést kapnak.

Fontos szem előtt tartani, hogy míg a "Must" kritériumok teljesítése alapvető követelmény, amelyet Agrisolaroknak kell tekinteni, a "Kell" és a "Lehet" kritériumok teljesítése továbbra is választható. Ha nem teljesítünk egy vagy több ilyen választható kritériumot, az nem zárja ki, hogy bármely rendszer magasabb minőségi minősítést érjen el. Fontos, hogy az ezekben az iránymutatásokban meghatározott kritériumok nem teljes körűek, és csak tájékoztató jellegűek.



	MUST CRITERIA ★☆☆	SHOULD CRITERIA ★★☆	COULD CRITERIA ★★★
DIMENSION 1: Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Has a SAC concept which includes general information of agricultural activity and PV system, assessment of needs of agricultural stakeholder, information on project land, technical plan of Agrisolar system, assess the use of equipment/machinery. • Fulfills need of agricultural activity and generates green electricity. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrate synergies between PV and agriculture. • Evaluation of light distribution and micro-climatic conditions • Water management performed. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximise synergies between PV and agriculture. • Improvements on the resilience of the agricultural activity.
DIMENSION 2: Environment	<ul style="list-style-type: none"> • Effective assessment of environmental impact of the project (standard Environmental Impact Assessment). • Assessment of impacts on soil erosion, soil silting, assessment of water availability. 	<ul style="list-style-type: none"> • Min standards soil preservation during construction and dismantling • Efficient tech, degradability of structures. • Lifecycle approach • Transitioning biodiversity, more sustainable agricultural practices. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provision of ecosystem services. • Increased biodiversity measures "BNE guide" (no pesticide, local seeds). • Soil regeneration and carbon capture.
DIMENSION 3: Socioeconomics	<ul style="list-style-type: none"> • Business plan for the project • Assessment of farm working conditions, including safety considerations. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analysis of lifetime financial savings from replacement of short lived materials. • Impacts on local supply chain considered. 	<ul style="list-style-type: none"> • Local action plan integrating views and interests of local communities. • Establishment of/Integration within local agriculture and renewable energy community.
DIMENSION 4: LCA	<ul style="list-style-type: none"> • Performance monitoring of the system. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data collection on performance (Agricultural, Environmental, Energy, Socio-economics). 	<ul style="list-style-type: none"> • Detailed evaluation of performance of ecosystem and socioeconomic services provided.

Az Agrisolar jelenlegi kihívásai

A szabályozási, pénzügyi és technikai akadályok jelenleg visszafogják az agrárpiac növekedését az EU-ban.

- Szabályozási és adminisztratív akadályok

Az Agrisolar egyik legnagyobb kihívása európa-szerte az Agrisolar-projektek fejlesztését támogató szabályozási keretek alacsony minősége vagy hiánya. Számos olyan ország, amely jelentős potenciállal rendelkezik az Agrisolar fejlesztésére, mint például Spanyolország, Portugália vagy Olaszország, jelenleg nem rendelkezik ilyen keretrendszerrel. Kivétel Franciaország, ahol a Pályázati Dokumentációs Energiaszabályozási Bizottság meghatározza az Agrisolar rendszereket (CRE, 2017). A francia pályázati keret azonban nem olyan specifikus, mint a földi naperóművek pályázását szabályozó rendszer.

Pontosabban, a meglévő pályázati keretek nem biztosítják a megfelelő ösztönzőket az Agrisolar projektek fejlesztéséhez. Míg számos Agrisolar megoldás már évek óta kereskedelmi sikert aratott, egyes Agri-PV rendszerek innovatív jellege azt jelenti, hogy nem mindig versenyképesek a hagyományos földre szerelt napelemes rendszerekhez képest. Mivel a legtöbb pályázati rendszert az energiaárak alapján ítélik oda, az agrár-fotovoltaikus projektek még nem versenyezhetnek a szabványos megújulóenergia-pályázatokon. Az egyetlen kivétel itt az innovációs pályázatok Franciaországban és Németországban. Következésképpen ez a potenciális befektetők alacsonyabb érdeklődését és a fejlődésük elősegítésére nyújtott alacsonyabb állami támogatást eredményezi.

Az Agrisolar európai fejlődésének másik nagyon fontos akadálya a KAP-támogatások esetleges elvesztése azon mezőgazdasági termelők részéről, akik napenergiát telepítenek a földjeikre. Németországban a mezőgazdasági termelők látták, hogy a közvetlen jövedelemtámogatás megszűnt, miután telepítettek egy agrár-fotovoltaikus rendszert, amelynek célja, hogy lehetővé tegye a juhok legeltetése a helyszínen. Ezt a határozatot a bíróságok az uniós jog megsértéseként visszavonták, azzal érvelve, hogy a KAP németországi végrehajtása nem tartotta tiszteletben az uniós jogot (Regensburgi Közigazgatási Bíróság, 2018. november 15-i ítélet).

Az Agrisolar fejlesztői nehézségekbe ütköznek a tervezési engedélykés és egyéb szükséges engedélykés megszerzése során. Ez az ismeretek hiányának és a helyi engedélyező közigazgatási szakemberek tudáshiányának eredménye, akik értékelhetik a dokumentumokat.

- Technikai akadályok

Az egyik fontos technikai akadály az Agri-PV projektekhez megfelelő napelemek, modulok és szerkezetek rendelkezésre állása. A nagy modulgyártók még nem forgalmazznak megfelelő méretű és hatékonyságú modulokat az Agrivoltaic rendszerekhez. A fotovoltaikus moduloknak például meglehetősen könnyűnek kell lenniük, mivel gyakran magasabbak. A modulokat és szerkezeteket is úgy kell megtervezni, hogy a talajra vetett árnyékok a növények számára optimalizálva legyenek. E tekintetben az átlátszó hátlapok különösen alkalmasak az Agri-PV rendszerek számára, mivel lehetőséget kínálnak az egyes növények számára legmegfelelőbb fotovoltaikus panelek átláthatóságának optimalizálására.

Az elektromos biztonság is nagyon fontos kihívás, mivel a mezőgazdasági munkások, a mezőgazdasági gépek és az állatok jelen lesznek a helyszínen. Az Agri-PV rendszerek szerkezetét úgy kell megtervezni, hogy ellenálljanak a potenciálisan erősebb szélhatásnak.

A mezőgazdasági tevékenységekben alkalmazott termékek, alkatrészek és műtrágyák által a növénytermesztés biztosítása érdekében alkalmazott por hatása hatással lehet a fotovoltaikus modul anyagainak megbízhatóságára és tartósságára, a rendszer teljesítményére gyakorolt hatás mellett.

Az akadálymentesítés az Agrisolar projektek fejlesztésében is kihívást jelenthet. Előfordulhat, hogy a bekötőutak nem megfelelően karbantartottak, míg a kommunikáció hiányosságokat szenvedhet a jobb minőségű internet-hozzáférés és telefonhálózat nem megléte miatt. A hálózati csatlakozások az Agrisolar projektek másik fontos technikai akadályát képezik. A vidéki térségekben alacsonyabb lehet a meglévő hálózati kapacitás, ami növelheti a csatlakozási költségeket és ronthatja a projekt üzleti környezetét.

- Pénzügyi akadályok

Számos Agrisolar megoldás innovatív jellege magasabb tőkeköltséget eredményez, mint a hagyományos földre szerelt napenergia. Ezenkívül a mezőgazdasági és energetikai beruházásokat egyesítő összetett projektekhez kapcsolódó magasabb kockázatok miatt a pénzügyi befektetők és a biztosítók vonakodtak támogatni az Agrisolar projektek fejlesztését.

- Egyéb akadályok

Az Agrisolar-projektek fejlesztésének további akadálya a földtulajdon azonosításának nehézsége. A mezőgazdasági termelők nem mindig tulajdonosai az általuk művelt földterületnek, ami további kihívásokat eredményezhet a jelző- és szolgalmi megállapodások megkötésekor. Ezenkívül összeférhetetlenségek alakulhatnak ki a földtulajdonosok és a mezőgazdasági termelők között, ami potenciálisan megosztott ösztönző helyzetet teremthet.

Ezenkívül a mezőgazdasági partnerek napenergiával kapcsolatos ismereteinek hiánya további akadályokhoz vezethet. Előfordulhat, hogy a mezőgazdasági partnerek nem ismerik a projektfejlesztés tipikus ütemterveit, a projekt élettartamát és a mezőgazdasági tevékenység és a napenergia-termelés integrálásának műszaki szempontjait. Bizonyos esetekben a vidéki érdekelt felek alacsony bizalmi

szintjének leküzdése a napenergia-fejlesztők felé további erőfeszítéseket igényel. A mezőgazdasági szereplők fenntartásaira való reagálás a siker egyik kulcsfontosságú pillére lehet.

Hogyan támogassuk az Agrisolar-t?

Tekintettel arra, hogy az Agrisolar képes támogatni a környezeti szempontból fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokra való átállást, az energiarendszer dekarbonizálását, a szabályozó és politikai hatóságoknak (uniós, nemzeti, regionális és helyi szinten) célzott támogatást kell nyújtaniuk a fent említett akadályok leküzdéséhez. Ez felgyorsítja az európai zöld megállapodás célkitűzéseinek elérését, és megerősíti az EU vezető szerepét az időálló technológiai innováció terén.

Az Agrisolar tökéletesen illeszkedik az európai zöld megállapodás célkitűzéseinek, különös tekintettel a Fit-for-55 csomag és a KAP felülvizsgálatának támogatására. A megújuló energiáról szóló irányelv ("REDII") felülvizsgálatának ambiciózus célokat kell kitűznie a megújuló energia felhasználására, és meg kell erősítenie a megújulóenergia-projektek engedélyezésére és a földterületekhez való hozzáférésre vonatkozó rendelkezéseket. Emellett a közelgő KAP második pillérének elő kell mozdítania az Agrisolar-projektek bevezetését. Az Agrisolar-projektek bizonyos típusai jelentős potenciállal rendelkeznek a fenntartható vidékfejlesztés ösztönzésére és a jövőbeli KAP kilenc célkitűzésének eléréséhez való hozzájárulásra. E tekintetben az Agrisolar-projektek benyújtó (a földterület mezőgazdasági használatát fenntartó) mezőgazdasági termelőknek továbbra is jövedelemtámogatásban kell részesülniük a KAP-tól.

Összességében alapvető fontosságú lesz az Agrisolar-ra vonatkozó uniós szintű szabványkidolgozása, amely közös keretet biztosít, és támogatja a szabályozási harmonizációt az EU tagállamaiban. Egy uniós szabványnak mindazonáltal elegendő rugalmasságot kell biztosítani ahhoz, hogy alkalmazkodjon többek között a mezőgazdasági gyakorlatok, az éghajlati viszonyok, a talajminőség vagy a földköltségek nemzeti és regionális változásaihoz.

Az uniós tagállamoknak az Agrisolar projektek fejlesztésére vonatkozó szabályozási és kereteket is ki kell fejlesztenie. Összességében ezeknek a kereteknek elő kell mozdítaniuk az Agrisolar-projektek fejlesztését, mint a mezőgazdasági földterületekhez való hozzáféréssel kapcsolatos kérdések kezelésére irányuló stratégia, valamint a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok és vidékfejlesztés előmozdítását.

Konkréten az Agrisolar szakpolitikai kereteinek 6 területre kell összpontosítaniuk (Solar Power Europe, 2020). Először is a projektek méretétől függően célzott pénzügyi mechanizmusokat kell létrehozniuk. Ezenkívül adócsökkentést vagy további bevételi forrásokat kell biztosítani olyan projektek esetében, amelyek fontos biológiai sokféleséget és szén-dioxid mitigációs szolgáltatásokat nyújtanak.

Másodszor, a szilárd finanszírozási mechanizmusokat kiegészítve a kormányoknak olyan kereteket kell létrehozniuk, amelyek megkönnyítik az Agrisolar-projektek fejlesztését. Ennek az alapkeretnek kezelnie kell a projektek indokolatlan adminisztratív akadályait, támogatnia kell a projektek finanszírozását, és technikai támogatást kell nyújtania az Agrisolar-projektek fejlesztési vágyó mezőgazdasági termelőknek és vidéki közösségeknek. A tanúsítvánnyal rendelkező SAC bemutatásakor lehetővé kell tenni a projekt gyorsított engedélyezési eljárását.

Negyedszer, az uniós tagállamoknak szilárd kereteket kell kidolgozniuk az Agrisolar projektek minőségének értékelésére, a SAC négy dimenzióját követve. Döntő fontosságú, hogy az uniós tagállamoknak biztosítaniuk kell, hogy az ilyen minőségbiztosítási kereteket összehangolják a joghatóságok között a szükségtelen piaci akadályok elkerülése érdekében.

Ötödször, az Agrisolar szakpolitikai kereteinek biztosítaniuk kell a mezőgazdaság, az energia, a környezetvédelem és az éghajlatváltozással kapcsolatos szakpolitikai keretek közötti koherenciát. Ezeket egy olyan részvételi folyamaton keresztül kell kidolgozni, amely figyelembe veszi a vidéki érdekelt felek és a napenergia-ipar igényeit.

Végül, az Agrisolar-keretrendszereknek állami és magán K+F finanszírozást kell csatornázniuk olyan kutatási programokhoz, amelyek a fotovoltaiikus rendszerekkel együtt történő termesztésre alkalmas növények azonosítására, az agrár-fotovoltaiikus rendszerek hozamokra és jövedelmezőségre gyakorolt hatásaira, valamint a különböző fotovoltaiikus fogalmak bemutatására összpontosítanak.

Harmadszor, az ezen iránymutatásokban előrehaladt keretre építve a kormányoknak olyan "Agrisolar indexeket" kell kidolgozniuk, amelyek megragadják az agrár-gazdasági, környezeti és társadalmi externáliákat az agrár-fotovillamos rendszerekben. Ezeket az indexeket fel lehetne használni olyan térképek fejlesztésére, amelyek a hálózathoz való hozzáférés elérhetőségét figyelembe véve a projektfejlesztéshez legmegfelelőbb földterületet rögzítik.

Technológia

Az energiatermelés módja ugyanaz az agrivoltaiikus és a talajra szerelt fotovoltaiikus rendszerek esetében. A rendszer műszaki elemeire és tartószerkezetére vonatkozó követelmények azonban teljesen eltérőek az agrivoltaiics esetében a földművelés miatt: a rendszer magassága és igazítása, a szerelési szerkezet vagy az alapozás, és adott esetben a modul kialakítása – mindent hozzá kell igazítani a mezőgazdasági gépekkel való termesztéshez és a növények igényeihez. A kifinomult fény- és vízgazdálkodás is fontos, hogy maximalizálja a hozamokat.

Annak érdekében, hogy a termőföldek szántóföldi gazdálkodásra és energiatermelésre való kettős felhasználása lehetővé váljon, a napelem modulokat jellemzően három-öt (komlótermesztésben is több mint hét) méter magasságban telepítik a mező fölé. Ez lehetővé teszi a nagy mezőgazdasági gépek, mint például a kombájnok mozgását, illetve a földmunkákat. Annak biztosítása érdekében, hogy a növények elegendő fényt és csapadékot kapjanak, a modulsorok közötti távolság jellemzően nagyobb, mint a hagyományos talajra szerelt fotovoltaiikus rendszerek esetében. Ez körülbelül egyharmadára csökkenti a felületi lefedettség mértékét. A magas tartókkal kombinálva ez a megközelítés biztosítja a homogén fényeloszlást és ezáltal az egyenletes növénynövekedést. A modulok telepítésekor a fénygazdálkodás kifejezetten a termesztett növények fejlesztési szakaszához és igényeihez igazítható (B. Valle, T. Simonneau, F. Savanyú, P. Pechier, P. Hamard, T. Frisson, M. Rycckewaert és A. Christophe, Applied Energy 206 (2017)).

Itt a szerelési szerkezet és részben a napelem modulok kiválasztása általában meglehetősen különbözik a földre szerelt fotovoltaiikus rendszerektől. A különböző technológiáknak és terveknek meg kell felelniük a telephely-specifikus követelményeknek és a gazdálkodási feltételeknek. Ezért a rendszer tervezésekor figyelembe kell venni a könnyű irányítást. Általánosságban elmondható, hogy az agrár-rendszernek a legkorszerűbbnek kell lennie, és meg kell felelnie az általánosan elfogadott szabályoknak és szabványoknak.

Az Agrivoltaiics megközelítései

Az Agrivoltaiic rendszerek, mint például Franciaországban és Japánban, gyakran magas tartókra vannak szerelve. Itt a hézagmagasság a talaj és a legalacsonyabb szerkezeti elem közötti függőleges akadálymentes teret írja le. A termőföld kettős használatának különböző lehetőségeit a következőkben



ismertetjük.



A magas tartókkal rendelkező rendszerek nagy potenciállal rendelkeznek a szinergiahatások irányában. Mindenképpen lehetővé kell azonban tenniük a fotovoltaikus modulok alatti termesztést (14. ábra).

A fotovoltaikus modulok fontos védelmi funkciót is betölthetnek jégeső, eső, éjszakai fagy és más szélsőséges időjárási események ellen. A 13. ábra a BayWar.e vállalat kutatóüzemét mutatja egy gyümölcsös felett. Ez az üzem Hollandiában épült, jellemzője a modulok nagyobb cellatávolsága, amely fokozza a védelmi funkciót, miközben egyidejűleg több napfényt biztosít a növények, mint más fotovoltaikus rendszerek.

A szinergiahatások a talajhoz közel telepített modulokkal is megvalósíthatók. Next2Sun ezt függőlegesen telepített kétoldalú modulokkal valósítja meg. Bár ez a típusú rendszer költséghatékonyabb a szerelési szerkezet alacsony magassága miatt, a rendelkezésre álló fénykezelési lehetőségek is csökkennek. A földközeli telepített rendszerek a szélesebb csökkenésével, ami a párolgást is befolyásolja, ugyancsak előnyökkel járhatnak.

Mozgatható PV modulok vízszintes telepítését hajtja végre a TubeSolar AG. Ez az innovatív megközelítés még a fény- és vízáteresztő képességet is ígéri a felszínen, ami fontos az egyenletes növénynövekedéshez. Az Agratio GmbH partnercég ezeket az új modulokat alacsony költségű elemekkel kombinálja. Itt a napelemeket a művelés alatt álló területre szerelik fel és függesztik fel, ami a legtöbb mezőgazdasági alkalmazás számára kedvező félárnyékot eredményez.

Japánban nagyon keskeny modulokat telepítenek szántóföldek fölé "napenergia-megosztás" néven, hogy beállítsák a fény intenzitását. Itt az újszerű agrár-rendszer további bevételi és nyugdíjforrásként szolgál a mezőgazdasági termelők számára. Sok más műszaki megoldás elképzelhető, különböző előnyökkel és hátrányokkal.

Modul technológiák

Alapvetően minden típusú napelem modul használható az agrivoltaikus rendszerekben. A modulokat szubsztrátum-alapú szilícium napelemek alkotják mintegy 95 százalékban a globális fotovoltaikus piacon. Az elfogadott kompozícióhoz elől üvegtábla, hátul fehér fedőfólia szükséges. Az átlátszatlan

napelemeket 2-3 mm távolságból sorosan csatlakoztatják. A szereléshez és a stabilizáláshoz fémkeretet használnak.

Átlátszó háttakaró (üveg, fólia) esetén a cellák közötti terek lehetővé teszik, hogy a fény nagyrészt áthaladjon és elérje az alatta található növényeket. A hagyományos moduloknál a cellák közötti terek a felület 4-5 százalékát teszik ki. A terek bővíthetők, és a modulkeretek bilincsekkel helyettesíthetők a fényáteresztés növelése érdekében. Az átlátszó és a teljes terület nagyobb arányú moduljai megvédhetik a növényeket a környezeti hatásoktól anélkül, hogy ugyanilyen mértékben csökkentenék a fény rendelkezésre állását.

A kétoldalú modulok a hátoldalon lévő környezeti fénysugarakat is használhatják az energiatermeléshez. Attól függően, hogy mekkora a sugárzási szint a hátoldalon, villamosenergia-hozamok lehet növelni akár 25 százalékkal (jellemzően 5 és 15 százalék között). Mivel a sorközi távolság általában nagyobb, és a tartók általában magasabbak az agrivoltaics-ban, a modulok hátoldalán rendelkezésre álló fény mennyisége különösen magas. Ezért a kétoldalú modulok kiválóan alkalmasak az agrivoltaics számára. A Heggelbach kutatási projektben kétfrakciós üveg-üveg modulokat használtak. A kettős üvegszerkezetű modulok másik előnye az üvegtörés esetén a maradék szilárdság – ami előnyös a munkahelyi egészség és biztonság szempontjából.

A vékony filmmodulok (CIS, CdTe, a-Si/ μ -Si) rugalmas szubsztrátumokon valósíthatók meg, lehetővé téve a hengeres hajlítást. Az egyébként azonos szerkezetű, de egységnyi területre csak körülbelül 500 g/m² (gramm / négyzetméter) terhelést jelent, a hagyományos szilícium napelemekhez képest. A hatékonyság azonban valamivel alacsonyabb. A vékonyfilm modulok egységnyi területe szintén kissé csökken.

Ez ennek megfelelően vonatkozik az ökológiai fotovoltaiikus rendszerekre (OPV). Elvben az OPV aktív rétegeinek szelektív spektrális beállítása is lehetséges, ami azt jelenti, hogy a napspektrum egy részét az alatta növekvő növények továbbíthatják és használhatják. Az OPV azonban még mindig a piaci bevezetés fázisában van. Az alacsony hatékonyság és tartósság a kihívások közé tartozik.

A koncentráltó fotovoltaiikus (CPV) fény, a fény középpontjában a lencsék vagy tükrök rá kis fotoaktív felületeken. A CPV modulokat napelemes nyomkövetővel kell megvalósítani, kivéve a nagyon alacsony koncentráltó rendszereket. Az ilyen rendszer a diffúz fény nagyobb részét képes továbbítani. Az agrivoltaics alkalmazásokhoz jelenleg csak nagyon kevés OPV és CPV technikai megoldás létezik.

Szerelési szerkezet és megalapozás

- **A szerelési szerkezet kialakítása**

A szerelési szerkezet típusát hozzá kell igazítani az adott mezőgazdasági alkalmazáshoz és annak igényeihez. Ilyen például a rendszer magasságának és az acéltartók közötti távolságoknak a megtervezése. Itt fontos figyelembe venni a mezőgazdasági gépek tetejét, hézagmagasságát és munkaszélességét. A heggelbachi kutatóüzemet úgy tervezték, hogy még a nagy betakarítógépek is közlekedhessenek alatta. A talaj és a szerkezet alja közötti távolság öt méter. Eltekintve a lehetséges szinergia hatások, az előnyök a nagy hézag magassága közé tartozik a könnyű jármű hozzáférés a földhöz, és a rendszer alatti homogénebb. Másrészről a szerelési szerkezet beruházási költségei általában alacsonyabbak az alacsonyabb hézagmagasságok esetében, mivel kevesebb acélra van szükség, és ennek megfelelően csökkennek a statikus igények.

Az agrivoltaikus rendszer sorköze, igazítása és magassága döntő fontosságú, mivel ezek segítenek meghatározni a fény rendelkezésre állását. Ezeket a paramétereket mindig az agrivoltaikus rendszer alatt termesztett növények igényeihez kell igazítani. A heggelbachi kutatóüzem sorközi távolsága például 9,5 méter, a modulsor szélessége 3,4 méter. A termesztett növények árnyéktűrésétől függően magasabb vagy alacsonyabb értékek lehetségesek. Még a sokkal nagyobb sorközi távolság sem növeli a földigényt, és így a rendszer költségeit a villamosenergia-hozamhoz képest.

- **Egy- és kéttengelyes követés**

Vannak olyan rendszerek, például Franciaországban, amelyek 1 vagy 2 tengelyes nyomkövetéssel működnek, ami azt jelenti, hogy a napmodulok nyomkövető mechanizmussal követik a Napot. Az egytengelyű fotovoltaiikus követéssel a modulok vízszintesen követik a Napot a Nap beesési szöge (magasság) vagy függőlegesen a Nap pályája (azimut) szerint. A kéttengelyes nyomkövetők mindkettőt megteszik, és így maximalizálják az energiahozamot. A nagy modultáblákkal rendelkező kéttengelyes rendszerek azonban árnyékot hozhatnak létre a modulok alatt, míg a mező más részei egyáltalán nem kapnak árnyékot. A fotovoltaiikus modulok nyomon követését a heggelbachi rendszer előzetes vizsgálatai során gazdaságtalannak ítélték a németországi telephelyek számára. A magasabb beszerzési és karbantartási költségek ellenére a nyomon követés azonban optimalizálhatja a növénytermesztés energiahozamait és könnyű kezelését (B. Valle, T. Simonneau, F. Savanyú, P. Pechier, P. Hamard, T. Frisson, M. Ryckewaert és A. Christophe, Applied Energy 206 (2017) (5.4. szakasz). A lapos tetőfedés révén a kéttengelyes nyomkövető rendszerek képesek megvédeni a növényeket a jégesőtől vagy az extrém naptól, míg az árnyék csökkenthető a növekedési fázisban.

- **Rögzítés és alapozás**

A rögzítés vagy az alap biztosítja az agrivoltaiikus rendszer statikáját és stabilitását. A rendszer kiépítésekor igazolni kell e biztonsági követelmények teljesítését. Az ilyen rendszerek esetében az értékes termőföldek megőrzése érdekében nem ajánlott az állandó betonlapok használata. Az alternatívák közé tartoznak a halmozott alapok vagy a Spinnanker horgonyokkal ellátott speciális alapozás. Mivel betont nem használnak, a rendszer nyom nélkül szétszerelhető.

A mobil agrivoltaiikus koncepciók lehetővé teszik a rendszer összeszerelését, újra szétszerelését és egy másik helyre történő telepítését nagyobb gépek használata nélkül. Lehetséges előny: építési engedély nem szükséges, mivel ez nem szerkezeti átalakítás. Ezért a mobil rendszerek lehetővé teszik a mezőgazdasági gazdálkodáshoz való rugalmas alkalmazkodást, beleértve a válságövezetekben történő spontán telepítést is.

Fénykezelés

A termőföld árnyéka a nap napi lefolyásának és az év során változó helyzetének megfelelően változik. A homogén fény kívánatos az egészséges növénynövekedéshez, az egyenletes éréshez és a szinergiahatások maximalizálása érdekében. Ez többféleképpen érhető el:

1. Heggelbachban nem választottak déli tájolást (0°). Szimulációk és mérések alapján a délnyugati vagy délkeleti tájolás, illetve a délitől 45°-os eltérés a legmegfelelőbb. A számításokban mintegy öt százalékos villamosenergia-csökkentés szerepelt. A tényleges összehangolás eltérhet a helyi viszonyok miatt.
2. Egy másik lehetőség az, hogy megtartsuk a déli tájolást, és keskenyebb PV modulokat használjunk, ahogyan Japánban alkalmazták.
3. Homogén világítás is elérhető a modulok kelet-nyugati igazításával. Az árnyék mozgása során a nap folyamán maximalizálódik a világítás ezzel a tájolással. Annak érdekében, hogy elkerüljük a teljesen áthatolhatatlan rögzített modulok alatti árnyékot, a modulsorok szélességének lényegesen kisebbnek kell lennie, mint a rendszer magassága. Ököltszábként a

hézagmagasságnak legalább másfélszeresének kell lennie a modulsorok szélességének. Ennek a tényezőnek legalább kétszeresnek kell lennie a mozgós modulok esetében. Az átlátszó modulok viszont mindkét esetben csökkentik a tényezőt, a fényáteresztés mértékétől függően (lásd az 5.3.2.

4. A fotovillamos modulok kéttengelyes nyomon követése egy másik lehetőség a szelektív fénykezelésre és a magasabb villamosenergia-hozamokra. Amint azonban a 4.3.2. szakaszban már leírtuk, ez magasabb beruházási és karbantartási költségekkel jár. A nagy modultáblákkal és kéttengelyes követéssel rendelkező rendszerek általában nem alkalmasak növények termesztésére a modulok mögötti árnyék miatt. A mező más részei viszont tartósan ki vannak téve a teljes napfénynek.

Heggelbachban a 20°-os dőlésszögű fotovoltaikus modulok sorai közötti távolság mintegy 60 százalékkal nőtt a hagyományos, földre szerelt fotovoltaikus rendszerekhez képest, így a teljes napsugárzás mintegy 69 százaléka áll az üzem rendelkezésére.

Vízgazdálkodás

A modulokról lezúduló esővíz talajeróziót okozhat a talaj elmosásával.

A veszélyeztetett helyeken és alkalmazásokban a növények növekedésére gyakorolt negatív következmények elkerülése érdekében a rendszertervezésben különböző vízgazdálkodási megközelítések vehetők figyelembe: A fénykezeléshez hasonlóan a keskeny vagy csőszerű fotovillamos modulok megakadályozhatják a nagyobb mennyiségű víz felhalmozódását a modul széle alatt. Ha a modulok célja a szerkezeti védelem biztosítása, akkor a fotovoltaikus modulok (Y) nyomon követése. Elamri, B. Cheviron, A. Mange, C. Dejean, F. Liron, és G. Bélaud, Hydrol. Earth Syst. Sci.22.2, 2018) az eresztől érkező csapadék elosztására vagy az esővíz elvezetésére jelent jobb lehetőségeket. Ez utóbbi esetben elegendő vizet lehet biztosítani az öntözésre. Az esővíz összegyűjtése és tárolása segíthet a felszín alatti vízkészletek megőrzésében, különösen a száraz régiókban, vagy elsősorban a mezőgazdaságot teheti lehetővé.

A fotovoltaikus rendszer mérete

A telepített agrivoltaikus rendszerek átlagos mérete országonként jelentősen változik. A gazdasági életképesség, a decentralizáció és a társadalmi szempontok mellett a legfontosabb figyelembe veendő kritériumok közé tartozik a tájra gyakorolt hatás és így a társadalmi elfogadás. Japánban például kisebb, 30-120 kWp-os rendszerek találhatók. Másrészt Kínában már több száz MWp teljesítményű erőművek épültek.

3. táblázat. Az agrárvoltaikus rendszerek jóváhagyási lépéseinek áttekintése

FOLYAMAT LÉPÉSEI	INTÉZMÉNY	MEGJEGYZÉSEK
Építési engedély	Önkormányzat	Övezeti térkép és fejlesztési terv
Szükséges szakértői vélemények	Okleveles szakértő	Környezetvédelmi, talaj- és vakítóvédelmi jelentés. Szélterhelési vizsgálat.
A szolgalmi jog rögzítése	Közjegyző	Az úthoz való jog és a tulajdonosi szerkezet

Biztosítás	Biztosítótársaság	A Gothaer Versicherung biztosítótársasággal közösen végzett tanulmány kimutatta, hogy az agrárvoltaikus rendszerre biztosított összeg nem lehet lényegesen drágább, mint egy hasonló, hagyományos napelemes rendszer esetében.
------------	-------------------	--

Az, hogy Németország milyen utat fog járni, továbbra is nyitva áll, és valószínűleg régiótól függően más forgatókönyvek valósulhatnak meg. A kisebb rendszerek, amelyeket jellemzően speciális növényekre telepítenek, elterjedhetnek Dél-Németország azon régióiban, amelyeket kisebb földrészek jellemeznek. Észak- és Kelet-Németország nagy területű régióiban viszont nagyobb agrivoltaic rendszereknek van értelme a nagy mezőgazdasági üzemek számára, annak érdekében, hogy gazdaságilag kompenzálja az alacsonyabb éves napsugárzást a méretgazdaságosság révén.

Az agrivoltaikus rendszerekre vonatkozó földigény jellemzően 20-40 százalékkal magasabb, mint az azonos névleges teljesítményű, talajra szerelt fotovoltaikus rendszerek. Jelenleg egy mezőgazdasági rendszer kapacitása hektáronként 500-800 kWp, míg egy hagyományos fotovoltaikus rendszer kapacitása a tervezéstől függően hektáronként 600-1100 kWp. A kétoldali modulok használata növelheti a villamosenergia-hozamot: A heggelbachi kutatómű teljesítménye az üzemeltetés első évében 1284 kWh / kWp kapacitás volt, míg egy hagyományos napelemes létesítmény ezen a helyen csak 1209 kWh / kWp –t termel.

Jóváhagyás, telepítés és üzemeltetés

- **Az Agrivoltaic rendszerek jóváhagyási folyamata**

Az agrárfelhő-rendszer kiépítésére vonatkozó jóváhagyási eljárás során figyelembe kell venni néhány sajátosságot. A szükséges dokumentációt a technológiai partnerekkel szoros együttműködésben kell elkészíteni. A szükséges engedélyek, szakértői vélemények és dokumentumok áttekintését a 3. táblázat tartalmazza.

A heggelbachi kutatóüzemben az agrivoltaic rendszeralatti szántóterületet különleges felhasználási területként azonosították. Így a mezőgazdasági földtámogatásokra vonatkozó követelés véglegesen elveszett, annak ellenére, hogy a szántóföldi gazdálkodás folytatódik. Ezenkívül az agrivoltaikus technológiát sem a talajra szerelt fotovoltaikus rendszerekre vonatkozó pályázatokról szóló rendelet, sem az EEG betáplálási tarifája nem támogatja.

Németországban a mai napig nincs tanúsítási rendszer az agrár-rendszerekkel kapcsolatban. A Fraunhofer ISE jelenleg projektpartnereivel dolgozik egy olyan DIN-specifikáció kidolgozásán, amely meghatározza azokat a minőségi szabványokat, amelyek a pályázatok, a támogathatóság vagy az egyszerűsített tervezési folyamatok kritériumaiként szolgálnak. Ez magában foglalja az agrivoltaikus indexek és a megfelelő vizsgálati eljárások meghatározását, amelyeket olyan tanúsítók alkalmazhatnak, mint a VDE (Association for Electrical, Electronic & Information Technologies) vagy a TÜV.

- **Agrivoltaic rendszer telepítése, a Heggelbach példa**

Az agrárvoltaikus rendszert hozzá kell igazítani a megfelelő helyi feltételekhez és termesztési módszerekhez. A projekttervezést és a területfelhasználás tervezését általában egy szakosodott cég, a BayWar.e. végzi.

A műszaki partnerek felelősek a rendszer kiépítésével, telepítésével és üzemeltetésével kapcsolatos tervezésért és folyamatokért. Ez magában foglalja a következőket:

- Partnerek keresése a felesleges villamos energia beszerzéséhez és a hálózati anyagbeszerzésbe és a logisztikai tervezésbe való betáplálásához
- Telekalakítás és talajvédelem kiépítése

- Rendszer beállítása
- A csatlakozás, a villámvédelem és a felügyelet területe
- Hálózati csatlakozás
- Műszaki karbantartás és eltávolítás

Herdwangen-Schönach község képviselő-testülete 2015. október 13-án hallgatta meg először a kutatómű fejlesztési tervét, az építési kérelmet pedig csak fél évvel később, 2016. április 6-án nyújtották be. A Fraunhofer ISE 2015. július 24-én kapta meg a Netze BW-től a hálózati csatlakozás jóváhagyását. Az építési engedélyt 2016. május 3-án adták ki. Az építési jóváhagyást azonban egy független tesztmérnöki iroda a statisztikák felülvizsgálatához kötötte. Az alap tényleges tartóerejének kiszámításához és dokumentálására talajjelentést is készítettek.

Ennek a szakértői jelentésnek az eredményeit és a vizsgálómérnök visszajelzéseit beépítették az agrivoltaikus szerelési szerkezet felülvizsgálatába.

Az agrár-rendszer telepítésére vonatkozó szerződéseket a közbeszerzési rendeletnek megfelelően különböző vállalatoknak ítélték oda, és az építési sorrendet részletesen és a Hofgemeinschaft Heggelbach-tal szoros egyeztetéssel koordinálták. Az agrivoltaikus rendszer elektromos elektronikája és vezetékai be voltak szerelve, így a kutatómű a befejezés után gyorsan csatlakoztatható a hálózathoz. Statikai számításokat végeztek, és az agrivoltaic rendszert ennek megfelelően alakították ki. Többek között a Spinnanker horgonyok mellett egy Alpinanker horgonyt is be kellett szerelni az agrivoltaic rendszer alapjaihoz.

Az eredeti ütemterv szerint az építkezés megkezdését 2016 júliusára tervezték. Az előzetes munkálatokat azonban különböző építési jogi késedelmek miatt nem lehetett időben befejezni, így az építkezés megkezdése 2016 augusztusáig késett. Ennek ellenére a rendszer sikeresen elkészült a 2016. szeptember 18-i megnyitó ünnepségek idejére.

- **Agrivoltaics működés közben**

A napelem modulok a növénytermesztés és a tartószerkezet magassága miatt mindig nem érhetőek el teljesen. Ezért a karbantartást és a javítást a tenyészidőszakon kívül kell elvégezni. A biztonság az első, és nem minden karbantartó jármű alkalmas a szántóföldi használatra. A jövőben ki kell dolgozni egy alkalmazandó karbantartási és javítási koncepciót, amely megállapítja a karbantartási időközöket és a karbantartási munkák körét, valamint kiszámítja a lehetséges költségeket.

Tesztkérdések

1. Milyen kritériumok alapján lehet a legjobban értékelni az Agrisolar projektek által nyújtott környezeti és társadalmi-gazdasági értéket? Indokolja meg válaszát.
2. Határozza meg a három leggyakoribb típusú napelem paneleket.
3. Milyen szerkezetek nincsenek rögzítve? Közös síkú; napkövető és ferde.

4. Milyen típusú fotovoltaikus berendezések léteznek? Indokolja meg választát.

5. Mi az MPPT? Indokolja meg választát.

Referenciák, hasznos weboldalak

- Adeh, E., Selker J.S., & Higgins, W. (2018). *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*. Retrieved from <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203256>
- Adeh Elnaz, H., Good, P., Calaf, M., & Higgins, W. (2019). Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands. *Scientific Reports volume*. Retrieved from www.nature.com/articles/s41598-019-47803-3
- Barron-Gafford, Greg A., et al. (2019). *Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands*. Retrieved from: [https://www.nature.com/articles/s41893-019-0364-5](http://www.nature.com/articles/s41893-019-0364-5)
- Bundesverband Neue Energiewirtschaft e. V. (2019). *Solar parks – profits for bio-diversity*. Retrieved from https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/Englisch/Publications/201911_bne_study_biodiversity_profits_from_pv.pdf
- Carreño-Ortega, Á., Galdeano-Gómez, E., Pérez- Mesa, J. C., & del Carmen Galera-Quiles, M. (2017). *Implicaciones políticas y medioambientales de los sistemas fotovoltaicos en la agricultura en el sureste de España: ¿Pueden los invernaderos reducir el efecto invernadero?*, Almería, España: Universidad de Almería.
- CRE (2017). *Appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations de production d'électricité innovantes à partir de l'énergie solaire*. Retrieved from <https://www.cre.fr/Documents/Appels-d-offres/appel-d-offres-portant-sur-la-realisation-et-l-exploitation-d-installations-de-production-d-electricite-innovantes-a-partir-de-l-energie-solaire>
- Dinesh, H., & Pearce, J.M. (2016). *The potential of Agrivoltaic systems*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403211501103X>
- EIP-Agri (2019). *EIP-AGRI Focus Group Circular horticulture - Final Report*. Retrieved from https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_fg_circular_horticulture_final_report_2019_en.pdf
- European Commission (2011). *Roadmap to a Resource Efficient Europe*. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/about/roadmap/index_en.htm

European Commission (2018). *CAP specific objective: Ensuring viable farm income*. Retrieved from: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap_specific_objectives -
brief 1 -
ensuring viable farm income.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap_specific_objectives_-_brief_1_-_ensuring_viable_farm_income.pdf)

European Commission (2018). *Trends in the EU agricultural land within 2015-2030*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc113717.pdf>

European Commission (2019). *CAP specific objective: Jobs and growth in rural areas*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-specific-objectives-brief-8-jobs-and-growth-in-rural-areas en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-specific-objectives-brief-8-jobs-and-growth-in-rural-areas_en.pdf)

European Commission (2019). *CAP specific objective: Structural change and generational renewal*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-briefs-7-structural-change en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/cap-briefs-7-structural-change_en.pdf)

European Commission (2019). *Evaluation of the Impact of the CAP on Water*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/ext-eval-water-final-report_2020 en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/ext-eval-water-final-report_2020_en.pdf)

European Commission (2020). *Powering a climate-neutral economy: An EU Strategy for Energy System Integration*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy_system integration strategy .pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy_system_integration_strategy.pdf)

European Environmental Agency (2019). *Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe*. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture>

European Union (2018). *DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)*. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj>

European Commission (2021). *Solar power*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/solar-power en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/solar-power_en)

Eurostat (2019). *Renewable energy statistics*. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Online_publications

Fraunhofer ISE (2020). *Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. A guideline for Germany*. Retrieved from <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/agrivoltaics-opportunities-for-agriculture-and-the-energy-transition.html>

International Labour Office (2011). *Investment in renewable energy generates jobs. Supply of skilled workforce needs to catch up*. Retrieved from [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed emp/---ifp skills/documents/publication/wcms_168354.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---ifp_skills/documents/publication/wcms_168354.pdf) (17/06/2021)

- International Panel on Climate Change (2020). *Climate Change and Land*. Retrieved from <https://www.solarpowereurope.org/agri-pv-how-solar-enables-the-clean-energy-transition-in-rural-areas/>
- IRENA (2019). *Renewable Energy Auctions. Status and trends beyond price*. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2019/Dec/Renewable-energy-auctions-Status-and-trends-beyond-price>
- IRENA (2020). *Solar energy Data*. Retrieved from <https://www.irena.org/solar>
- Joint Research Centre (2020). *Energy communities: an overview of energy and social innovation*. Retrieved from <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119433>
- Kochendoerfer (2019). *The agricultural, economic and environmental potential of co-locating utility scale solar with grazing sheep*. Retrieved from https://docs.wixstatic.com/ugd/6a0421_0d7f1a7b233f4318916feac42b781cd6.pdf
- Marrou, H., Dufour, L., & Wery, J. (2013). How does Shetler of Solar Panles Influence Water Flows in a Soil-Crop System? – *European Journal of Agronomy*. (2013; 50, 38-51).
- Majumdar, D. (2018) – Dual use of agricultural land: Introducing ‘agrivoltaics’ in Phoenix Metropolitan Statistical Area, USA – *Landscape and Urban Planning*. (170, 150–168).
- Regensburg Administrative Court, judgment of November 15, 2018 - RO 5 K 17.1331.
- Santra et al. (2017). Agri-voltaics or Solar farming: The Concept of Integrating Solar PV Based Electricity Generation and Crop Production in a Single Land use System – *International Journal of Renewable Energy* (Research 7(2): 694-699).
- Schindele, S., et al. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy Volume 265 (2020)*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626192030249X>
- Segarra Murria, J., & Jorro Ripoll, J. (2006). *Principles concerning the use of photovoltaic energy. Conditions for efficient exploitation*. La Valld’Uixó, Spain: Heliotec S.L.
- Segarra Murria, J., & Jorro Ripoll, J. (2006). *Calculations and design*. La Valld’Uixó, Spain: Heliotec S.L.
- Solar Energy Association Industries (SEIA). *Solar energy*. Retrieved from <https://www.seia.org/initiatives/about-solar-energy>
- Solar Power Europe (2019). *Solar Factsheets – Employment and job creation*. Retrieved from <https://www.solarpowereurope.org/solar-factsheets-employment-and-job-creation/>

Solar Power Europe (2020). *AGRI-PV: How solar enables the clean energy transition in rural areas*. Retrieved from <https://www.solarpowereurope.org/agri-pv-how-solar-enables-the-clean-energy-transition-in-rural-areas>

Solar Power Europe (2021). Solar Sustainability Best Practices Benchmark. Retrieved from: <https://www.solarpowereurope.org/solar-sustainability-best-practices-benchmark/>

Valle, B., et al. (2017). *Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops*. Retrieved: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.09.113>

Y. Elamri, B. Cheviron, A. Mange, C. Dejean, F. Liron, and G. Belaud, *Hydrol. EarthSyst. Sci.* 22, 2 (2018).

Melléklet

Glosszárrium

CPzS: Cső alakú ólomlemez rezgésálló akkumulátor folyékony elektrolittal és átlátszatlan tartállyal.

EU-28: az Európai Unió rövidítése, amely 28 országból áll - 2013. július 1. és 2020. január 31. között - (Belgium, Bulgária, Cseh Köztársaság, Dánia, Németország, Észtország, Írország, Görögország, Spanyolország, Franciaország, Horvátország, Olaszország, Ciprus, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Magyarország, Málta, Hollandia, Ausztria, Lengyelország, Portugália, Románia, Szlovénia, Szlovákia, Finnország, Svédország, Egyesült Királyság), amely gazdasági és politikai blokkként működik.

OPzV: Cső alakú ólomlemez álló akkumulátor szilárd elektrolittal gél formában.

Rövidítések listája

AC: Alternatív áram

AGM: Abszorbens üvegszőnyeg

Agrár-PV: Mezőgazdasági fotovoltaiikus

a-Si: Amorf szilícium

KAP: Közös agrárpolitika

CapEx: Tőkekiadások

CC: Állandó áram

CdTe: Kadmium-tellurid

CEP: Tiszta energia program

CIS: Réz, indium és szelén

CISG: Réz, Indium, Gallium és Szelenid

CO₂: Szén-dioxid

CPV: Koncentráló fotovoltaiikus

CSP: Koncentrált napenergia
DC: Egyenáram
EMVA: Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap
ED: Energia-megosztás
EEG: németül az Erneuerbare-Energien-Gesetzrövidítéssel, azaz megújuló energiaforrásokról szóló törvény
KHV: Környezeti hatásvizsgálat
EU: Európai Unió
FiT: Betáplálási tarifák
ÜHG: Üvegházhatású gázok
GWP: Globális felmelegedési potenciál
IEA: Nemzetközi Energiaügynökség
IPCC: Nemzetközi Éghajlatváltozási Testület
KW: Kilowatt
MPPT: Maximális teljesítménypont-követés
MtCO₂: Metrikus tonna szén-dioxid-egyenérték
Mtoe: Mega tonna olajegyenérték
OPEC: Kőolaj-exportáló Országok Szervezete
OPV: Szerves fotovoltaiikus
OPzS: Jelentése: O = Ortsfest (álló) Pz = Panzerplatte (csőlemez) S = Flüssig (elárasztott); elárasztott csőlemez, ólomsav, mélyciklusú akkumulátorok
OTEC: Óceán termikus energia átalakítása
PR: Teljesítményarány
PSH: Csúcs napsütéses órák
PV: Fotovoltaiikus(ok)
K+F: Kutatás és fejlesztés
RES: Megújuló energiaforrás(ok)
SAC: Fenntartható mezőgazdaság koncepció
SHC: Napkollektoros fűtés és hűtés
TWh: Terawattóra
V: Volt
W/m²: Watt négyzetméterenként
In: Watt
WP: Watt csúcs

