

Aurinkomaatalous Euroopassa

- Esimerkkitapauksia neljästä Euroopan maasta



Kuva on tehty tekoälyllä

Aurinkomaatalous – esimerkkitapauksia neljästä Euroopan maasta

Kirjoittajat: Lauri Alastalo, Pierre Delestre, Niko Jokiniemi, Lauri Kaleva, Siiri Kangasaho, Alexandre Kherroubi, Oskari Metsola, Väinö Nokkala, Joona Orell & Kasper Tamminen

Turun ammattikorkeakoulu | Turku University of Applied Sciences

Design: Siiri Kangasaho & Kasper Tamminen

Kannen kuva: Adobe Firefly. Kuva on tehty tekoälyllä.

Turku, huhtikuu 2026

Raportti on toteutettu opiskelijatyönä osana EU:n osarahoittamaa Aurinkoenergiapelto-hanketta.

Sisällysluettelo

JOHDANTO	4
RANSKA	5
Tekniset näkökulmat	5
Lainsäädäntö	2
Taloudelliset näkökulmat	4
Ympäristöhyödyt	5
Muut huomiot	6
Suositukset Suomelle	8
Esimerkki: Brouchy	9
Esittely	9
Tekniset tiedot	9
Hyödyt maataloudelle	10
RUOTSI	11
Tekniset näkökulmat	11
Lainsäädäntö	11
Taloudelliset näkökulmat	11
Suositukset Suomelle	12
Esimerkki: Kärrbo	14
Tekniset näkökulmat	16
Lainsäädäntö	17
Taloudelliset näkökulmat	17
Ympäristöhyödyt	17
Hyödyt luonnolle	18
Suositukset Suomelle	18
Esimerkki: Babberich	20
SAKSA	22
Tekniset näkökulmat	22
Lainsäädäntö	23
Taloudelliset näkökulmat	24
Ympäristöhyödyt	25
Suositukset Suomelle	25
Esimerkki: Tützpatz	27

ESPANJA	29
Tekniset näkökulmat.....	29
Lainsäädäntö.....	29
Taloudelliset näkökulmat	30
Ympäristöhyödyt.....	30
Muita huomioita.....	30
Suositukset Suomelle.....	31
Esimerkki: Los Naranjos & Las Corchas	32
YHTEENVETO	34
Lähteet	36

KUVAT

Kuva 1. Korotettu järjestelmä asennettuna Brouchyyn Sommeen. [9]	9
Kuva 2. Kaaviossa aurinkomaatalouden liiketoimintamallien mahdollisuudet. https://agri-pv.org/en/market-ramp-up/economic-viability-and-business-models/ .	13
Kuva 3. Nurmen niitto ruotsalaisen pystyyn asennetun aurinkomaatalousjärjestelmän tutkimuspellolla. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1810125/FULLTEXT02.pdf	14
Kuva 4. Nurmen sadot (sininen) Kärrbon testipellolla verrattuna AgriOptiCE - simulointityökalun laskemiin, kalibroituihin ja mukautettuihin satoihin. https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/511b6647-24e2-4f4a-a62e-d6c0b4b469d1/content	15
Kuva 5. Vadelmia aurinkopaneelien alla. https://www.baywa-re.com/en/case-studies/solar-installations-bear-fruit-for-netherlands-agri-pv	20
Kuva 6. Kaaviossa vadelmien sato (grammaa neliömetriä kohden) aurinkopaneelien alla verrattuna muovipeitteeseen. [H. Elissen, henkilökohtainen tiedoksianto 25.3.2026].....	21
Kuva 7. Katteoria I. (DIN SPEC 91434:2021–05).....	22
Kuva 8. Katteoria II, vaihtoehto 1. (DIN SPEC 91434:2021–05).....	22
Kuva 9. Katteoria II, vaihtoehto 2. (DIN SPEC 91434:2021–05).....	23
Kuva 10. Tützpätzin aurinkomaataloushanke. https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2025/vattenfall-commissions-germanys-largest-agri-pv-park/	27
Kuva 11. Lampaat laiduntavat aurinkopaneelien keskellä. https://www.enelgreenpower.com/our-projects/operating/los-naranjos-and-las-corchas-solar-plants	32

JOHDANTO

Aurinkomaatalous yhdistää maataloustuotannon ja aurinkoenergian tuotannon mahdollistaen uusiutuvan energian lisäämisen ilman, että viljelykäytössä oleva maa poistuu aktiivisesta maatalouskäytöstä. Aurinkosähköjärjestelmien asentamisesta viljelymaille on tullut houkutteleva ratkaisu maatalouden taloudellisen epävarmuuden hallintaan, sillä paneelijärjestelmien hinnat ovat laskeneet jyrkästi viimeisen vuosikymmenen aikana. Toimivien kokonaisuuksien löytäminen erilaisten ilmastojen, viljelykasvien ja käytetyn aurinkoenergiatekniikan välillä on tärkeää aurinkomaatalouden potentiaalin ymmärtämiseksi. Aurinkomaataloutta koskevan sääntelyn puute sekä vähäinen kokemus järjestelmien toiminnasta Suomen leveysasteilla aiheuttavat kuitenkin epävarmuutta päätöksenteossa.

Tässä raportissa tarkastellaan aurinkomaatalouden soveltuvuutta Suomeen. Raportti pohjautuu eurooppalaisilta koekentiltä ja vakiintuneista järjestelmistä saatuihin kokemuksiin. Valitut esimerkit Ranskasta, Ruotsista, Alankomaista, Saksasta ja Espanjasta tarjoavat arvokasta tietoa erilaisista teknisistä ratkaisuista, sääntelymalleista ja mukautuksista maatalouteen. Kohdemaat ja esimerkit valittiin sääolosuhteiden samankaltaisuuden (Ruotsi) sekä järjestelmien monipuolisten toteutustapojen ja viljelykasvien kirjon perusteella.

Raportti perustuu kirjallisuuskatsauksen ja asiantuntijahaastattelujen yhdistelmään. Kirjallisuuskatsaus tuo esiin olemassa olevaa tietoa, kun taas haastattelut tuovat käytännön näkökulmia alan asiantuntijoilta. Näitä lähteitä yhdistämällä raportti pyrkii määrittämään aurinkomaatalouden onnistumiseen vaikuttavat avaintekijät ja arvioimaan niiden hyödyllisyyttä Suomessa.

Raportin tavoitteena on tukea päätöksentekoa siinä, pitäisikö aurinkomaatalous ottaa käyttöön Suomessa, ja miten se tulisi tehdä, jotta se edistäisi sekä uusiutuvan energian tuotantoa että kestävää maataloutta.

RANSKA

Ranskassa aurinkomaataloutta on kehitetty vuodesta 2000 lähtien, ja ensimmäiset varsinaiset hankkeet käynnistyivät vuoden 2009 tienoilla. Ranskan välimerelliselle ilmastolle ominaisia ovat kuumat, kuivat kesät ja leudot, sateiset talvet. Alue on altis myös ilmastoriskeille, kuten helleaalloille, voimakkaille tuulille ja toisinaan myrskyille.

Nykyään aurinkomaataloudella on vahva poliittinen tuki ja määritelty lainsäädäntökehys. Ala kehittyy kuitenkin edelleen, ja keskustelu sen ympäristövaikutuksista ja todellisista hyödyistä maataloudelle on vilkasta.

Tekniset näkökulmat

Ranskassa on käytössä useita teknisiä ratkaisuja. Yleisin ratkaisu perustuu korotettuihin aurinkopaneelirakenteisiin, joissa paneelit asennetaan 5–6 metrin korkeuteen maasta. Rakenne mahdollistaa maatalouskoneiden ajamisen paneelien alla.

Toinen yleistynyt ratkaisu ovat aurinkoa seuraavat järjestelmät, joissa paneelien kulma muuttuu päivän aikana. Järjestelmällä voidaan säädellä varjostuksen määrää sääolosuhteiden tai kasvin vaatimusten mukaan.

Teknisesti Ranskan tilanne jakautuu kalliisiin, pitkälle kehitettyihin järjestelmiin ja perinteisempiin kiinteisiin tai yksinkertaisesti kääntyviin rakenteisiin. Päähaasteena on ollut siirtää painopiste aurinkoenergian maksimoinnista siihen, miten paneelien alla olevat kasvit tai eläimet hyötyisivät järjestelmästä parhaiten.

Dynaaminen aurinkomaatalous edustaa Ranskan edistyksellisintä teknologiaa. Se sai alkunsa vuonna 2009 INRAE:n ja Sun'R:n yhteistyöstä, josta myöhemmin syntyi Sun'Agri.

Toisin kuin tavalliset aurinkopaneelit, jotka seuraavat aurinkoa sähköntuotannon maksimoimiseksi, dynaamiset järjestelmät hyödyntävät tekoälyä optimoidakseen olosuhteet kasvien tarpeiden mukaan. Tätä kutsutaan "agronomiseksi ohjaukseksi". Paneelit voivat kääntyä jopa 90 astetta muuttaakseen valon, varjon ja lämpötilan määrää reaaliaikaisesti.

Järjestelmää ohjataan ohjelmistoilla kuten AV Studio, jotka käsittelevät valtavaa tietomäärää – noin 20 miljardia datapistettä vuosittain. Data kerätään antureista, jotka mittaavat

maaperän lämpötilaa, ilman kosteutta, fotosynteesiin tarvittavaa valoa ja kasvien vesistressiä. Lisäksi järjestelmä hyödyntää paikallisia sääennusteita ja kasvien kasvumalleja.

Kovilla helteillä paneelit luovat lisää varjostusta, mikä voi laskea ilman lämpötilaa jopa 4 °C ja vähentää vedentarvetta 20–30 %. Kevätpakkasilla paneelit puolestaan pystyvät pitämään lämmön maanpinnan läheisyydessä nostaten lämpötilan jopa 3 °C avointa peltoa korkeammalle.

Suomessa teknologian suunnitteluvaatimukset ovat hyvin erilaiset. Ranskassa järjestelmät on suunniteltu kestäämään kuumuutta ja huurretta, kun taas Suomessa haasteena ovat auringonsäteilyn matala tulokulma ja raskaat lumikuormat.

Ranskalaiset peruspaneelit on suunniteltu kestäämään noin 2 400 pascalin painetta. Suomessa määräykset vaativat jopa 5 400 Pa:n kestävyyttä märän ja painavan lumen vuoksi.

Perinteiset etelään suunnatut paneelit ovat edelleen yleisin ratkaisu Suomessa, mutta viimeaikainen tutkimus (esimerkiksi Turun yliopiston RealSolar-hanke) osoittaa, että pystyyn asennetut, itä-länsi-suuntaiset kaksipuoliset järjestelmät voivat

soveltua pohjoisiin olosuhteisiin paremmin. Tämän tiedon valossa pystypaneeliteknologiasta voi tulla merkittävämpi osa Suomen energiasektoria erityisesti aurinkomaataloudessa. Ranskassa paneelit sen sijaan asennetaan yleensä kaltevasti ja etelää kohti valonsaannin maksimoimiseksi. Tämän vuoksi energiatehokkuudessa on eroa, Ranskassa järjestelmät on kehitetty keräämään suoraa auringonsäteilyä, kun taas Suomessa ne suunnitellaan hyödyntämään epäsuoraa ja heijastunutta valoa, koska aurinko paistaa matalammalta ja hajavaloa on enemmän.

Karjatalouskäytössä Ranskan aurinkosähköjärjestelmät on suunniteltu suojaamaan eläimiä. Lampaille ja naudoille rakenteet tarjoavat varjoa sekä suojaavat kuumuudelta ja pedoilta, kuten susilta ja petolinnuilta.

Siipikarjatiloilta rakenteita käytetään myös suojaamaan kanoja lintuinfluenssan kaltaisilta taudeilta estämällä luonnonlintujen pääsy tuotantoalueille.

Insinöörityieteellisestä näkökulmasta järjestelmät on mitoitettava eläinten käyttäytymisen perusteella. Lampaat saattavat hangata itseään kaapeleihin tai

purra niitä, joten kaapelit vaativat vankan suojauksen. Naudat taas ovat suurempia ja painavampia, minkä vuoksi rakenteiden täytyy olla korkeampia ja vahvempia.

Riviväli on yleensä 4–12 metriä, mikä mahdollistaa traktorien ja muiden työkoneneiden esteettömän liikkumisen.

[30] [26] [11] [47] [41] [48] [40] [52] [3]

Lainsäädäntö

Vuonna 2023 Ranskassa otettiin aurinkomaataloudelle käyttöön tiukka sääntely niin sanotun APER-lain (uusiutuvan energian tuotannon nopeuttamista koskeva laki) muodossa. Sen tavoitteena on tasapainottaa uusiutuvan energian rakentamista ja maatalousmaan suojelua. Säädökset, joita täydennettiin 8.4.2024 annetulla asetuksella, määrittelevät aurinkomaatalouden juridisesti ja asettavat selkeät kriteerit, joilla varmistetaan, että maataloustuotanto säilyy lohkon pääasiallisena toimintana.

Nykyään aurinkosähköjärjestelmän on tuotava suoraa hyötyä maataloustoiminnalle, ja maatalouden on pysyttävä ensisijaisena suhteessa energiantuotantoon. Tämän varmistamiseksi hankkeen on täytettävä vähintään yksi seuraavista ehdoista:

- parantaa viljelyn tuottavuutta
- mahdollistaa sopeutuminen ilmastonmuutokseen
- suojata riskeiltä
- parantaa eläinten hyvinvointia.

Näiden lisäksi on noudatettava useita teknisiä ja toiminnallisia ehtoja.

Hankkeen on sijaittava aktiivisen viljelijän omistamalla maatalousmaalla.

Laki asettaa tiukat määrälliset rajat:

paneelit saavat peittää enintään 40 % lohkon pinta-alasta (Ground Coverage Ratio, GCR) ja sadon määrän on säilyttävä vähintään 90 %:ssa

vertailualueeseen nähden. Sapon määrä lasketaan viimeisen 3–5 vuoden keskiarvona, josta on poistettu ylin ja alin arvo. Laskutapa vähentää säävaihteluiden vaikutusta laskentaan ja on erityisen olennainen Suomen kaltaisille maille, joissa kasvukausien erot voivat olla suuria.

Lisäksi perustusten tai kulkuteiden kaltaisten rakenteiden alle jäävä pysyvästi käyttökelvoton alue ei saa ylittää 10 % lohkon kokonaispinta-alasta.

Viimeinen keskeinen vaatimus on palautettavuus, eli järjestelmän on oltava purettavissa niin, ettei ympäristölle aiheudu pysyvää vahinkoa eikä maaperän tuottavuus heikenny.

Tämän varmistamiseksi laki vaatii taloudellisia takuita, joita usein hallinnoi Caisse des Dépôts. Takuilla varmistetaan alueen purku ja ennalleen saattaminen silloinkin, jos hankekehittäjä ajautuu konkurssiin.

Ranskan laki määrää myös, että jokaiseen hankkeeseen on sisällytettävä ympäristövaikutusten arviointi "ERC"-menetelmällä (välttä, vähennä, korvaa):

- *Välttäminen*: hankkeet sijoitetaan etäälle tärkeistä ekologisista alueista, kosteikoista tai suojelluista elinympäristöistä.
- *Vähentäminen*: vaikutuksia minimoidaan valitsemalla paremmat rakennusajankohdat (esimerkiksi välttämällä lintujen pesimäaika) ja mukauttamalla hankkeen suunnittelua.
- *Korvaaminen*: jäljelle jäävät vaikutukset on hyvitetävä kunnostamalla muita luontoalueita tai istuttamalla pensasaitoja.

Tekniset asiantuntijat ja ympäristöjärjestöt ovat tuoneet esiin järjestelmässä tiukasta kehyksestä huolimatta olevan merkittävän ongelman; 90 % sadon ylläpitäminen on käytännössä mahdotonta paljon

valoa vaativille kasveille, jos 40 % maasta peitetään paneeleilla.

Tämä 90 %:n kynnys on kompromissi tieteellisten suositusten ja poliittisten päätösten välillä. Vaikka ADEME (Ranskan ympäristö- ja energiavirasto) tunnisti ongelman koehankkeissa, sen ottaminen tiukaksi lakisääteiseksi rajaksi oli pitkälti maatalousliittojen ajama asia, jolla varmistettiin, että energiantuotanto pysyy viljelijöille toissijaisena.

Asiantuntijat kuitenkin kyseenalaistavat säännön tieteellisen pohjan. Ranskan kansallinen aurinkomaatalouden tutkimus-, innovaatio- ja koulutuskeskus PNR-AgriPV (jota koordinoi INRAE) totesi haastattelussa, ettei 10 %:n maksimisatohäviö näytä perustuvan laajoihin tutkimuksiin.

He viittasivat tutkija Christian Duprazin meta-analyysiin, joiden mukaan noin 25 %:n peittoaste (GCR) lain salliman 40 %:n sijaan olisi realistisempi, jotta satotappiot pysyisivät alle 10 %:ssa.

PNR-AgriPV:n mukaan tarkempia tutkimuksia tarvitaan yhä; tavoitteena ei tulisi olla vain satotappioiden minimointi, vaan sellaisten todellisten hyötyjen löytäminen, joissa paneelien luoma varjostus voi jopa parantaa kasvintuotantoa.

Nykyisellään sääntelyyn liittyy riski "alibiviljelystä", jossa maataloustoimintaa ylläpidetään vain nimellisesti, jotta oikeutetaan aurinkovoimalan olemassaolo.

[52][41] [40] [52] [8] [54] [31] [43] [20]

Taloudelliset näkökulmat

Aurinkomaatalous tarjoaa ranskalaisille viljelijöille mahdollisuuden useampaan tulonlähteeseen. Dynaamisten järjestelmien korkeat perustamiskustannukset (CAPEX) ovat kuitenkin edelleen huomattava este, ja aurinkomaatalousjärjestelmät ovatkin huomattavasti kalliimpia kuin tavanomaiset aurinkovoimalat. Tekoälyohjattujen dynaamisten järjestelmien alkuinvestointi on noin 1,2 miljoonaa euroa megawattipiikkiä (MWp) kohti, mikä vastaa noin miljoonaa euroa hehtaaria kohden. Perinteiset maahan asennettavat aurinkovoimalat sen sijaan maksavat noin 0,7–0,9 miljoonaa euroa. Korkeammat kustannukset johtuvat pääasiassa maatalouskoneiden kulkemisen mahdollistavista korkeammista tukirakenteista, liikkuvista paneeleista ja erikoisantureista. Myös käyttö- ja ylläpitokustannukset (OPEX) ovat

korkeammat monimutkaisten liikkuvien osien ja maatalousympäristöön liittyvien tekijöiden, kuten pölyn ja eläinten toiminnan vuoksi.

Monissa maaseutuhankkeissa sähköverkkoon liittymisen kustannukset muodostavat merkittävän esteen. Verkkoliitäntä voi maksaa 50–100 euroa kaapelimetritä. Ranskan valtio tarjoaa tähän tukea, joka kattaa 40–60 % kustannuksista alle 500 kWp:n järjestelmille. Erillään sijaitseville tiloille kokonaiskustannus voi silti nousta liian korkeaksi ja heikentää kannattavuutta.

Malli tarjoaa viljelijöille useita taloudellisia toimintatapoja. Yleisimmässä mallissa viljelijä vuokraa maan energiayhtiölle. Ranskassa nämä vuokrat ovat huomattavasti perinteistä maatalousvuokraa korkeampia, 1 000–5 500 € hehtaarilta vuodessa. Tämä takaa viljelijälle vakaan ja pitkäaikaisen tulon satomääristä riippumatta.

Jotkut viljelijät rahoittavat ja omistavat järjestelmän itse saadakseen tulot myös energiasta. Dynaaminen aurinkosähköjärjestelmä viinitilalle voi kuitenkin maksaa jopa miljoona euroa hehtaarilta, joten se on paljon kalliimpi kuin perinteinen maahan asennettu aurinkovoimala.

Viljelijät, joilla on suuri energiankulutus esimerkiksi kylmävarastojen tai kastelujärjestelmän vuoksi, voivat käyttää maallaan tuotetun sähkön itse ja alentaa näin sähkökulujaan.

Aurinkomaatalouden lisääntyminen on kuitenkin tuonut mukanaan vakavia "maanomistusoikeudellisia rajoitteita". Koska aurinkovoimaloiden vuokramaksut ylittävät moninkertaisesti perinteiset maatalousvuokrat, tilanne luo riskejä:

- Viljelijöiden häätö: maanomistajat saattavat suosia aurinkovoimahankkeita vuokraviljelijöiden sijaan, mikä johtaa aktiivisen viljelyn siirtymiseen pois alueilta.
- Aloituskyvnys nuorille: maan arvon nousu vaikeuttaa nuorten viljelijöiden maanostoa, sillä he eivät pysty kilpailemaan "energian hintojen" kanssa.
- Lainsäädännön vastaus: tilanteen hillitsemiseksi Ranskassa keskustellaan niin sanotusta Lecamp-laista, joka velvoittaisi kolmikantasopimukseen omistajan, viljelijän ja hankekehittäjän välillä oikeudenmukaisen "arvonjaon" varmistamiseksi.

Toinen merkittävä taloudellinen haaste on vakuutuskriisi. AGEA:n tutkimus osoittaa, että 73 %:lla vakuutusyhtiöistä on vaikeuksia vakuuttaa kiinteistöjä, joissa on aurinkoenergia-asennuksia. Maatalousrakennukset ja -maat katsotaan korkeariskisiksi pölyn, kosteuden ja palovaaran vuoksi. Lisäksi 36 % yhtiöistä nimeää kiinteistön maatalousluonteen ensisijaiseksi syyksi evätä vakuutus.

Vakuutusten puute heijastuu suoraan rahoitukseen, ja pankit ovat haluttomia rahoittamaan hankkeita, joilla ei ole kymmenen vuoden rakennetakuuta tai kattavaa toiminnan moniriskivakuutusta. Tämä luo paradoksin: hallitus kannustaa uusiutuvaan energiaan, mutta vakuutussektorilla ei ole vielä tarpeeksi dataa hankkeiden tukemiseksi.

[48] [24] [28] [13] [19] [52] [1]

Ympäristöhyödyt

Ranskassa aurinkomaataloutta perustellaan "ekologisella siirtymällä" ja "ilmastoresilienssillä", mutta todellisuus on monimutkaisempi. On olemassa teknisiä ongelmia, jotka voivat aiheuttaa pitkän aikavälin riskejä maaperän terveydelle.

Järjestelmät voivat tukea luonnon monimuotoisuutta luomalla varjon

avulla erilaisia mikroilmastoja, joiden on todettu hyödyttävän tiettyjä pölyttäjiä. Varjo myös auttaa kasveja säilyttämään kosteutta tehokkaammin, mikä vähentää kasteluveden tarvetta. Lisäksi nämä mikroilmastot laskevat maanpinnan lämpötilaa ja suojaavat satoa helteiden aikana.

Toisaalta taas aurinkomaatalouteen liittyy riskejä, joista saatiin konkreettinen esimerkki helmikuussa 2026, kun Nils-myrsky iski Ranskan eteläosiin (Pyrénées-Orientales ja Aude). Äärimmäisen kova tuuli (150 km/h) romutti useita voimaloita, vaikka ne oli sertifioitu kestämiään 180 km/h tuulta. Tuhansien paneelien tuhoutuminen aiheutti vakavan ympäristöriskin: tonneittain alumiinia, lasia ja mahdollisesti raskasmetalleja levisi kilometrien säteellä viljelysmaaille. Siivoustyöt on aloitettu, mutta toiminta on hidasta, ja vaarana on, että saastunutta romua jää pysyvästi maaperään.

[40][56] [19] [20][2]

Muut huomiot

Ranskassa suhtautuminen aurinkomaatalouteen jakaa maan suurimpia maatalousliittoja. Alan kattojärjestö FNSEA (Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles) suhtautuu kehitykseen

pääosin myönteisesti. Se näkee menetelmän työkaluna, jolla voidaan parantaa tilojen taloudellista vakautta ja auttaa viljelijöitä sopeutumaan ilmastonmuutokseen.

Sitä vastoin Confédération Paysanne (CP) -liitto arvostelee aurinkomaataloutta jyrkästi. Järjestö kuvailee konseptia ”markkinointihuijaukseksi”, jolla vain oikeutetaan maankäyttöä ja taloudellista opportunismia maatalouden vaikeassa suhdannetilanteessa.

Kesäkuussa 2024 CP valitti asiasta korkeimpaan hallinto-oikeuteen vaatien vuonna 2024 annetun asetuksen kumoamista. Järjestön mukaan sääntely ei suojele maatalousmaata riittävästi suurilta energiayhtiöiltä.

Toinen Ranskassa toistuvasti esiin nouseva kritiikin aihe liittyy ”epäonnistuneiden” aurinkokasvihuoneiden historiaan. Pyrénées-Orientalesin alueellisen viranomaisen (DDTM) tutkinta vuonna 2018 osoitti, että noin kahdessa kolmasosassa aurinkopaneeleilla varustetuista kasvihuoneista ei ollut lainkaan maataloustuotantoa. Noin 180 hehtaaria maata oli jätetty oman onnensa nojaan.

Nämä laitokset olivat todellisuudessa maatalousprojekteiksi naamioituja aurinkovoimaloita, joiden ainoana tarkoituksena oli kiertää kaavoitusmääräyksiä. Tapaus on nakertanut luottamusta aurinkomaatalouteen yleisesti.

Kriitikot nostavat esiin myös niin sanotun ”ekolaidunnuksen” yleistymisen. Tässä mallissa lampaita käytetään pääasiassa paneelien alaisen kasvillisuuden kurissapitoon, eikä niinkään varsinaiseen maataloustuotantoon. Eläimiä käytetään näin vain oikeutuksena suurten sähköntuotantolaitosten pystyttämiseksi.

Jotkut toimijat kutsuvat ilmiötä ”valepalkkaukseksi”, jossa viljelijälle maksetaan käytännössä vain ruohonleikkuusta ja aurinkovoimaoperaattorin maiden hoidosta varsinaisen maanviljelyn sijaan.

Suurena huolenaiheena Ranskassa on myös riski siitä, että viljelijöille muodostuu rakenteellinen taloudellinen riippuvuus energiantuotannosta. Sen sijaan, että vuokra energiayhtiöltä olisi vain lisätulo, siitä saattaa tulla elinehto koko tilan eloonjäännille. Tämä voi peittää alleen syvempiä talousongelmia,

erityisesti maataloustuotteiden hintojen rakenteellisen heikkouden.

Tällöin aurinkomaatalous ei enää tukisikaan maataloutta, vaan korvaisi sen kannattamattomuutta, mikä herättää kysymyksiä mallin pitkäaikaisesta kestävyydestä.

Suuri ero maatalousmaan vuokrahinnan (noin 150 €/ha) ja aurinkovoimavuokran (4 000 €/ha tai enemmän) välillä vääristää maatalousmaan markkinoita voimakkaasti.

Tilanne voi horjuttaa maan saatavuutta ja vaikeuttaa uusien viljelijöiden tuloa alalle. Eläkkeelle jäävät viljelijät saattavat mieluummin pitää maat hallinnassaan korkean ”aurinkoeläkkeen” toivossa sen sijaan, että tekisivät sukupolvenvaihdon nuoren jatkajan kanssa.

Joillakin alueilla tämä dynamiikka on jo johtanut keinotteluun. Nuoret viljelijät eivät enää pysty kilpailemaan energiakehittäjien kanssa, joilla on varaa huomattavasti korkeampiin maan hintoihin ja hankintakustannuksiin.

Tämä osio on mukana suuntaa antavana, sillä ilmiöt eivät välttämättä päde sellaisenaan Suomessa.

Tarkoituksena on tuoda esiin Ranskassa havaittuja keskeisiä haasteita ja rajoitteita. Nämä seikat tarjoavat

kriittisen näkökulman ja auttavat ymmärtämään mahdollisia riskejä, mutta niitä ei voida suoraan soveltaa Suomeen, jossa tekniset, taloudelliset ja lainsäädännölliset olosuhteet ovat toisenlaiset.

[56] [26][12][10][11][28]

Suosituksukset Suomelle

Ranskan kokemusten perusteella voidaan esittää suosituksia, joilla aurinkomaatalouden käyttöönottoa voitaisiin sujuvoittaa Suomessa. Ensimmäinen kriittinen askel on luoda Ranskan APER-lain kaltainen tiukka lakisääteinen määritelmä, jossa energiantuotanto määritellään selkeästi maataloudelle alisteiseksi. Suomessa voitaisiin ottaa käyttöön selkeä 90 % satovaatimus, jotta maataloustuotanto todella säilyy. Prosenttiosuutta voitaisiin kuitenkin mukauttaa pohjoisille viljelykasveille olemassa olevan datan perusteella. On myös tärkeää vaatia hankkeilta täyttä ennallistettavuutta sekä taloudellisia takuita, jotta viljelijät ja maa-alueet eivät joudu alttiiksi riskeille.

Kuten on huomattu, ranskalainen tavanomainen aurinkovoimatekniikka on riittämätöntä ääriolosuhteissa, kuten myrskyissä, jotka tulevat olemaan yhä yleisempiä. Suomen kannalta onkin olennaista, että paneelirakenteet

mukautetaan paikallisiin oloihin ottamalla huomioon esimerkiksi lumikuorma. Järjestelmille pitää myös tehdä säännöllisiä rakennetarkastuksia turvallisuuden varmistamiseksi sekä ympäristö- että viljelijäriskien minimoimiseksi.

Myöskään vakuutusmarkkinoita ei pidä unohtaa. Ranskassa lainsäädäntö eteni erittäin nopeasti, eivätkä vakuutusmarkkinat pysyneet kehityksessä mukana. Suomessa olisikin perusteltua ottaa vakuutusyhtiöt mukaan keskusteluun jo aikaisessa vaiheessa, jotta alalle saadaan luotua standardoidut riskinarvioinnit ja teknologiasertifioinnit.

Esimerkki: Brouchy



Kuva 1. Korotettu järjestelmä asennettuna Brouchyyn Sommeen. [9]

Esittely

Pohjois-Ranskassa Sommen alueella sijaitseva Brouchyn aurinkomaataloushanke on johtava esimerkki siitä, miten aurinkosähkön tuotanto voidaan yhdistää suuren mittakaavan peltoviljelyyn. Hankkeen on kehittänyt TSE, joka on erikoistunut laajojen aurinkomaataloushankkeiden toteuttamiseen Ranskassa. Vuonna 2023 käynnistetty hanke kattaa kolmen hehtaarin alueen, jolla viljellään vehnää ja perunaa.

Tekniset tiedot

Voimalan teho on 2,9 MWp, ja se tuottaa vuodessa noin 3,2 GWh sähköä, mikä vastaa noin 1 650 kotitalouden vuosikulutusta. Järjestelmä koostuu 5 500 paneelistä, jotka on asennettu viiden metrin korkeuteen maasta. Rakenne perustuu vaijerijärjestelmään, jossa kannatinpylväiden väli on 27 metriä. Tällä ratkaisulla on pyritty minimoimaan paneelien vaatima maapinta-ala ja takaamaan mahdollisimman optimoitu toimivuus suurten maatalouskoneiden kanssa.

Lisäksi hankkeeseen on yhdistetty älykäs kastelujärjestelmä. Kokonaisuus käsittää yli sata kastelutykkiä sekä antureita, jotka mittaavat lämpötilaa, ilmankosteutta, auringon säteilyä ja sademäärää. Automaattinen ohjausjärjestelmä käynnistää kastelun tarpeen mukaan. [52][17]

Hyödyt maataloudelle

Aurinkomaatalousjärjestelmä luo varjostuksellaan alueelle uudenlaisen pienilmaston. Aurinkopaneelit kääntyvät seuraten aurinkoa, mikä mahdollistaa optimaalisen varjon läpi päivän. Tämän ansiosta järjestelmä voi vähentää vedenkulutusta 20–30 %, mikä selittyy viljelykasvien haihdunnan vähenemisellä ja maaperän paremmalla kosteudenpidätyskyvyllä. Vuodesta 2023 saatujen kokemusten perusteella aurinkomaatalouteen siirtymisellä ei ole ollut negatiivisia pitkäaikaisvaikutuksia viljelyyn; sadot ovat pysyneet vakaina tai joissain tapauksissa jopa kasvaneet parhaimmillaan 18 %.

Ilmastonmuutos asettaa Ranskassa omat haasteensa, ja useat alueet ovat kärsineet jo vuosien ajan rajuisista helleaalloista. Järjestelmän luoma pienilmasto mahdollistaa sen, että maanpinnan lämpötila voi pysyä helteiden aikana jopa seitsemän astetta ympäröivää aluetta viileämpänä. [52]

RUOTSI

Ruotsissa aurinkomaatalous on edelleen pääosin tutkimus- ja pilotointivaiheessa, ei vielä kaupallisessa käytössä. Käynnissä olevissa hankkeissa, kuten Kärro, Vässlingby ja Hova, on keskitytty testaamaan erilaisia aurinkosähköjärjestelmiä maatalouteen yhdistettynä. Näiden pilottihankkeiden tavoitteena on arvioida teknistä suorituskkyä, viljelykasvien yhteensopivuutta ja maankäytön tehokkuutta Ruotsin olosuhteissa.

Tekniset näkökulmat

Ruotsissa on ollut muutama aurinkomaataloushanke, joista osa on edelleen käynnissä. Hankkeet sijaitsevat Ruotsin eteläosassa, niiden tarkat sijainnit ovat Kärro, Vässlingby, Hova ja Åhus. Kärrossä ja Vässlingbyssä aurinkosähköjärjestelmät asennettiin nurmipellolle, Hovassa puolestaan rypsi- ja vehnäpelloille. Åhus eroaa muista, koska se on enemmän perinteinen aurinkopaneelipuisto, jossa lampaat laiduntavat paneelien alla kasvavaa ruohoa. [17] [23] [34] [45]

Lainsäädäntö

Ruotsin lain mukaan ”viljelyyn soveltuva maatalousmaa on kansallisesti tärkeää”, eikä sitä voi hyödyntää muihin tarkoituksiin, ellei se ole välttämätöntä merkittävän kansallisen edun vuoksi, eikä muuta käytettävissä olevaa maata ole. [17]

Taloudelliset näkökulmat

Aurinkomaatalouden taloudellisia näkökulmia tutkitaan vielä, koska useimmat hankkeet ovat vielä pilotтивaiheessa. Kannattavuus vaihtelee merkittävästi valitun liiketoimintamallin, viljeltävien kasvien ja aurinkosähköjärjestelmän tyyppin mukaan. Joissakin tapauksissa maanomistajat voivat saavuttaa korkeampia ja vakaampia tuloja vuokraamalla maansa aurinkoenergian tuotantoon sen sijaan, että luottaisivat pelkästään perinteiseen maatalouteen. Toimintojen yhdistäminen aurinkomaatalouden avulla voi luoda monipuolisia tulovirtoja, erityisesti silloin, kun käytetään vähäarvoisia, varjoa sietäviä kasveja, kuten nurmea.

Järjestelyt, joissa energiayhtiö omistaa ja käyttää aurinkosähköjärjestelmää, ja maanviljelijä puolestaan jatkaa maataloustuotantoa saaden korvausta maankäytöstä ja järjestelmän ylläpidosta, voisivat olla molempia hyödyttävä malli. Vaikka taloudelliset tulokset ovat tapauskohtaisia, aurinkomaatalous voi parantaa maankäytön tehokkuutta ja tarjota hyvin suunniteltuna tasaista taloudellista tuottoa.

Suosituksukset Suomelle

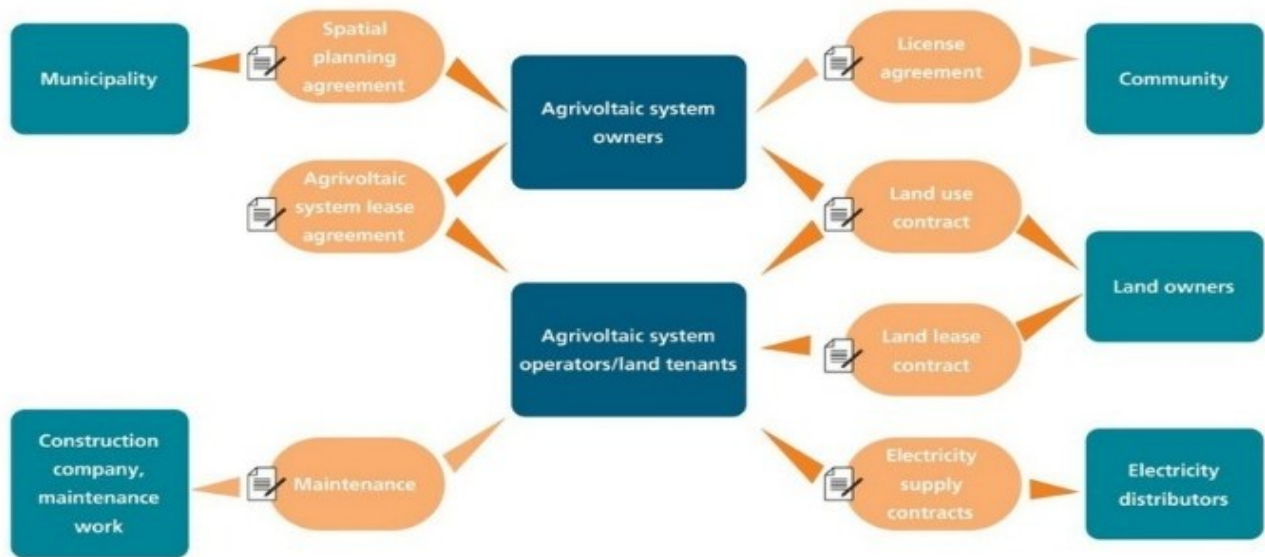
Nurmen viljely pystysuuntaisten aurinkosähköjärjestelmien välissä osoittautui Kärrbon tutkimuksen perusteella lupaavaksi. Nurmea tulisikin pitää varteenotettavana vaihtoehtona Suomen ensimmäiseen aurinkomaatalouspeltoon, koska se kestää hyvin varjostusta. Lisäksi 39 % Suomen maatiloista viljelee nurmea. [17] [34]

Agri-OptiCE on ohjelmisto, joka ennustaa istutettujen taimien selviytymisastetta ja sadonkorjuuta.

Kärrbon kenttäkokeiden aikana sitä kalibroitiin aktiivisesti, jotta se pystyisi arvioimaan aurinkomaatalouspellon potentiaalia paremmin. Sitä voitaisiin käyttää myös Suomen aurinkomaatalouden potentiaalin arviointiin, jos tarvittavat säätiedot ja viljelykasvien parametrit ovat saatavilla. [17] [34]

Vaikka Suomen maatilat sijaitsevat 60.–70. leveysasteen välillä ja Kärrbossa (leveysaste 59,5) oli kokeen aikana erinomaiset sääolosuhteet viljelylle, tulokset olivat riittävän merkittäviä antaakseen toivoa vastaavien järjestelmien onnistuneesta integroinnista Suomeen.

On tärkeää pitää mielessä, että LER-kaava (Land Equivalent Ratio, maaekvivalenttisuhte) arvioi viljelykelvottoman maan yhtä arvokkaaksi kuin viljelykelpoisen. Lainsäädännöstä riippuen LER ei välttämättä ole käyttökelpoinen kaava aurinkomaatalouden hyödyllisyyden arvioimiseksi.



Kuva 2. Kaaviossa aurinkomaatalouden liiketoimintamallien mahdollisuudet. <https://agri-pv.org/en/market-ramp-up/economic-viability-and-business-models/>

Esimerkki: Kärrobo



*Kuva 3. Nurmen niitto ruotsalaisen pystyyn asennetun aurinkomaatalousjärjestelmän tutkimuspellolla.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1810125/FULLTEXT02.pdf>*

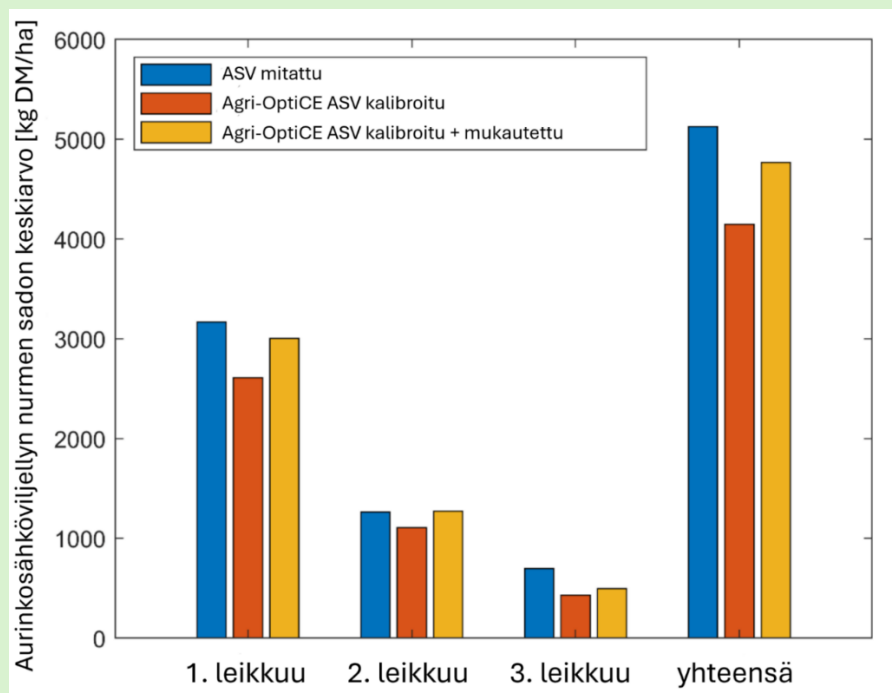
Kärrobossa tutkimus toteutettiin kolmella rinnakkaisella koekentällä. Ensimmäisellä vertailukentällä viljeltiin nurmea perinteisesti ilman aurinkosähköjärjestelmää. Toisella vertailukentällä oli tavanomainen kulmaan asennettu aurinkosähköjärjestelmä (11,8 kWp), ja nurmea viljeltiin paneelirivien välissä. Kolmannella kentällä hyödynnettiin pystysuoraan asennettua, kaksipuolista aurinkosähköjärjestelmää (22,8 kWp), jossa nurmi kasvoi niin ikään riviväleissä. Pystyyn asennetut paneelirivit suunnattiin pohjois-eteläsuuntaisesti, jolloin kaksipuoliset paneelit osoittivat itään ja länteen. Kolme paneeliriviä olivat kukin 18 metriä pitkiä, ja riviväliksi valittiin 10 metriä tehokkaan korjuun varmistamiseksi.

Kenttien satoja ja sähköntuotantoa vertailtiin keskenään, ja aurinkosähköjärjestelmän maankäytön tehokkuutta kuvaava LER-arvo laskettiin. Kokeet suoritettiin kahden kasvukauden aikana vuosina 2021 ja 2022.

Pystyasennukseen perustuva järjestelmä vei huomattavasti vähemmän viljelykelpoista maata kuin kulmaan asennettu järjestelmä: pystyjärjestelmän viemä pinta-ala oli vain 10 %, kun taas tavanomaisen kulmaan asennetun järjestelmän viemä ala oli 35 %.

Pystyyn asennettu kaksipuolinen aurinkosähköjärjestelmä suoriutui kokeesta erinomaisesti: vuonna 2021 LER-arvo oli 1,27 ja vuonna 2022 puolestaan 1,39. Tämä tarkoittaa, että maankäyttö oli 27 ja 39 % tuottavampaa verrattuna tilanteeseen, jossa nurmipelto ja aurinkovoimala olisivat olleet erillisinä alueinaan.

Kulmaan asennettu järjestelmä tuotti vuositasolla vain noin 4,6 % enemmän sähköä kuin pystyyn asennettu aurinkosähköjärjestelmä. Myöskään ensimmäisen vertailukentän ja pystyjärjestelmän väliset erot satojen määrissä eivät olleet merkittäviä. [17] [34]



Kuva 4. Nurmen sadot (sininen) Kärrbon testipellolla verrattuna AgriOptiCE -simulointityökalun laskemiin, kalibroituihin ja mukautettuihin satoihin. <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/511b6647-24e2-4f4a-a62e-d6c0b4b469d1/content>

ALANKOMAAAT

Alankomaissa aurinkomaataloutta on kehitetty 2010-luvun lopulta lähtien pääasiassa pilotti- ja tutkimushankkeiden kautta. Maassa on noin 1,8 miljoonaa hehtaaria maatalousmaata, mikä kattaa noin 54 % sen kokonaispinta-alasta. Suuren maankäyttöpaineen ja kunnianhimoisten uusiutuvan energian tavoitteiden vuoksi Alankomaat on keskittynyt energiantuotannon integroimiseen nimenomaan olemassa oleville maatalousalueille. [44]

Tekniset näkökulmat

Alankomaiden tärkeimpiin viljelykasveihin kuuluvat marjat ja hedelmäpuut, jotka ovat erityisen herkkiä äärimmäisille sääilmiöille. Aurinkosähköjärjestelmät voivat tarjota näille kasveille arvokasta suojaa ja auttaa ylläpitämään vakaita kasvuolosuhteita. Alankomaalaisessa maatalousajattelussa tuotannon vakaus onkin usein tärkeämpää kuin maksimaalinen satomäärä. [33]

Aurinkosähköratkaisut, kuten pystyyn asennetut paneelit tai korotetut rakenteet, jotka sallivat työkonien

kulkemisen ja eläinten laiduntamisen, sopivat hyvin alankomaalaiseen ajatteluun uusiutuvan energian ja resilientin maatalouden yhdistämisestä. [55]

Puutarhataloudessa käytetään usein puolittain läpinäkyviä aurinkopaneeleita, jotka päästävät osan auringonvalosta alla oleville kasveille. Paneelien rakenteet vaihtelevat tuotantosuunnan mukaan.

Pystysuuntaiset asennukset sopivat erityisesti avomaan viljelyyn – kuten perunalle, vehnälle, sokerijuurikkaalle ja sipulille – sillä ne mahdollistavat maatalouskoneiden käytön.

Järjestelmät tuottavat sähköä pääasiassa aamun ja illan tunteina.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää aurinkoa seuraavia järjestelmiä, joilla sähköntuotanto saadaan jaettua tasaisemmin pitkin päivää. Keskeinen tekninen haaste liittyy paneelien suunnitteluun ja sijoitteluun: ne on asennettava siten, että ne mukautuvat tilan viljelykiertoon ja kehittyviin viljelykäytäntöihin koko niiden odotetun 25 vuoden elinkaaren ajan.

[H. Elissen, A-J. Willemsen, haastattelu 24.3.2026].

Lainsäädäntö

Alankomaissa viranomaiset noudattavat maatalousmaan aurinkorakenteissa "ei, ellei" -politiikkaa, mikä tarkoittaa, että etusijalla aurinkosähköjärjestelmien asennuspaikkoina ovat katot ja teollisuusalueet.

Aurinkomaataloushankkeet tekevät tästä poikkeuksen, jos ne aidosti yhdistävät ruoan- ja energiantuotannon. Kannustaakseen näitä monimutkaisempia asennuksia Alankomaiden SDE++-tukijärjestelmä tarjoaa aurinkomaataloudelle korkeampaa taloudellista korvausta kuin tavallisille maahan asennettaville aurinkopuistoille. Esimerkiksi vuoden 2025 tariffit ovat noin 67,9 €/MWh aurinkomaataloudelle, kun ne tavallisille aurinkopuistoille ovat 62,8 €/MWh. [55]

Taloudelliset näkökulmat

Tällä hetkellä aurinkomaatalous ei ole taloudellisesti kannattavaa ilman julkista tukea, sillä asennus- ja rakenteelliset kustannukset ovat suhteellisen korkeat ja maatalouden sadot saattavat pienentyä. Lisäksi alan kehitystä Alankomaissa jarruttaa selkeän sääntelyn puute. Tilanne eroaa

esimerkiksi Saksasta, jossa vakiintuneemmat käytännöt ovat tukeneet markkinoiden kasvua.

[H. Elissen, A-J. Willemsen, haastattelu 24.3.2026].

Ympäristöhyödyt

Tutkimukset osoittavat, että aurinkomaataloutta hyödyntävillä ympäristöillä on 11 % enemmän positiivisia ympäristövaikutuksia kuin ympäristöillä ilman aurinkomaataloutta. Yleisimmiksi positiivisiksi tekijöiksi tunnistettiin haittojen lieventävät toimenpiteet (22 %), vähentyneet CO₂-päästöt (20 %) ja parannettu suunnittelu (14 %).

Samaan aikaan vastaajat raportoivat kuitenkin 65 % enemmän negatiivisia ympäristövaikutuksia maisemissa, joissa on aurinkomaataloutta verrattuna maisemiin, joissa sitä ei ole. Yleisimmin mainittuja negatiivisia vaikutuksia olivat maisemahaitat (25 %) ja maiseman pirstoutuminen (22 %). Nämä huolet osoittavat, että vaikka hankkeet tuovat ympäristöhyötyjä, niiden integrointi maisemaan voidaan kokea häiritseväksi.

Tästä huolimatta eräät perinteiseen maatalousmaisemaan liittyvät ympäristöongelmat – kuten typpipäästöt (22 %), CO₂-päästöt (20 %)

ja maaperän kuivuminen (18 %) – arvioitiin vähemmän vakaviksi silloin, kun vastaajat arvioivat aurinkomaataloutta sisältäviä maisemia. Tämä viittaa siihen, että osallistujat näkevät aurinkomaatalouden vähentävän tiettyjä ympäristöriskejä verrattuna perinteiseen maisemaan, vaikka se tuokin mukanaan uusia visuaalisia tai tilan käyttöön liittyviä kysymyksiä. [7]

Alankomaissa järjestelmiä on sovellettu pääasiassa mansikalle, vadelmalle, punaherukalle, päärynälle ja apila-nurmiseoksille. Aurinkopaneelit vähentävät väistämättä kasvien saaman valon määrää, mikä yleensä pienentää kokonaissatoa. Esimerkiksi vadelman tuotanto voi laskea noin 15–20 %. Sadon määrän lisäksi valon väheneminen voi vaikuttaa laatuun: kasvien kasvu saattaa hidastua ja hedelmien sokeripitoisuus sekä maku voivat heikentyä. Kasveilla on kuitenkin havaittu tiettyä sopeutumista, sillä jotkin lajit reagoivat valon vähenemiseen kasvattamalla ohuempia ja leveämpiä lehtiä fotosynteesin tehostamiseksi.

[H. Elissen, A-J. Willemsen, haastattelu 24.3.2026].

Hyödyt luonnolle

Kyselyssä 29 % vastaajista uskoi aurinkomaatalouden vaikuttavan positiivisesti paikallisiin luonnonvaraisiin elinympäristöihin. Käsitykset kuitenkin vaihtelivat järjestelmätyypin mukaan: pystysuoraa, riviväleihin perustuvaa aurinkosähköjärjestelmää pidettiin suotuisampana, ja 37 % vastaajista katsoi sen olevan hyödyllistä villieläimille. Sen sijaan korotettujen järjestelmien positiiviseen luontovaikutukseen uskoi vain 20 % vastaajista. Kolmanneksi tärkeimmäksi tekijäksi kyselyssä nousi huoli aurinkomaatalouden vaikutuksista luonnonvaraisten eläinten elinympäristöihin. [7]

Suosituksukset Suomelle

Kun aurinkomaataloutta sovelletaan Suomessa, ilmastolliset erot on otettava tarkasti huomioon. Valon määrä on Suomen maataloudessa jo valmiiksi rajoittava tekijä, mikä tekee aurinkopaneelien tuomasta lisävarjostuksesta kriittisen tekijän järjestelmien suunnittelussa. Toisaalta aurinkopaneelit voivat auttaa tasaamaan lämpötilanvaihteluita tarjoamalla viilennystä helteillä ja suojaa hallalta. Talviolosuhteet tuovat mukanaan sekä haasteita että

mahdollisuuksia. Pystyyn asennetut paneelit voivat olla Suomessa hyvinkin hyödyllisiä, sillä niihin kertyy vähemmän lunta ja ne pystyvät hyödyntämään lumipeitteisistä pinnoista heijastuvaa valoa sähköntuotannossa. Lisäksi

aurinkopaneelit voivat tarjota viljelykasveille jonkin verran suojaa myöhäisiltä kevätlumilta.

[H. Elissen, A-J. Willemsen, haastattelu 24.3.2026].

Esimerkki: Babberich



Kuva 5. Vadelmia aurinkopaneelien alla. <https://www.baywa-re.com/en/case-studies/solar-installations-bear-fruit-for-netherlands-agri-pv>

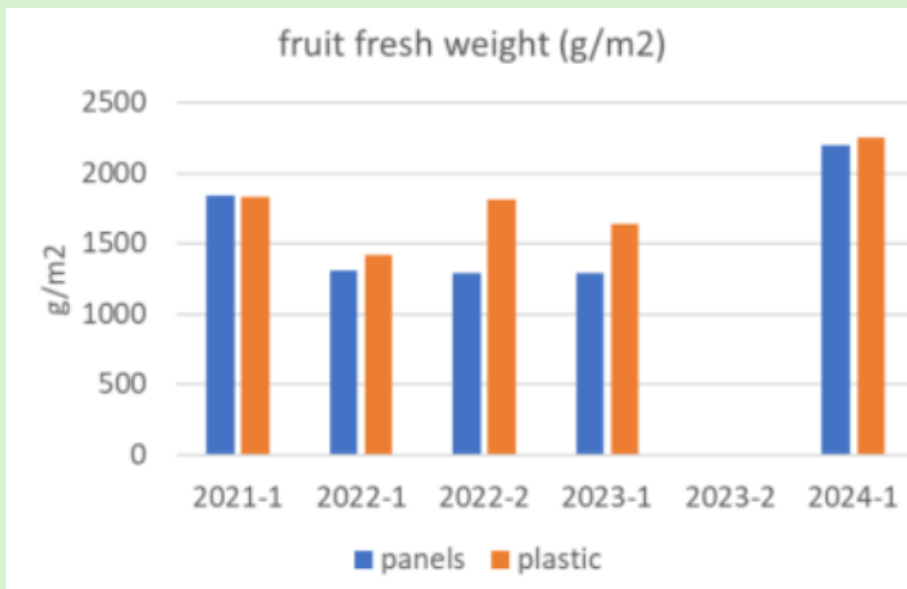
Alankomaalainen Groenleven-yritys käynnisti vuonna 2019 onnistuneen pilottihankkeen Piet Albersin marjatilalla Babberichissä, jossa on 3,3 hehtaaria vadelmaviljelyksiä. Kokeilu aloitettiin kahdella eri paneelityypillä, joista toinen oli erityisesti tätä pilottia varten kehitetty valoa läpäisevä puolittain läpinäkyvä paneeli. [6]

Nykyään alueella on jo 10 250 aurinkopaneelia, joiden teho on 2,67 MWp. Kyseessä onkin yksi Euroopan suurimmista aurinkomaatalousjärjestelmistä. [44]

Hanke toimii edelläkävijänä ja esimerkkinä koko Euroopalle. Perinteiset muovitunnelit on korvattu ekologisilla aurinkopaneelikatoilla, jotka suojaavat viljelykasveja ja tuottavat samalla uusiutuvaa energiaa. Paneelien alle on asennettu myös antureita, jotka mittaavat lämpötilaa, ilmankosteutta ja valon voimakkuutta. [6]

Arvioitu vuotuinen sähköntuotanto:

Alankomaissa aurinkosähkön tyypillinen vuosituotto on noin 850–1 000 kWh per kWp. Kun tämä suhteutetaan hankkeen asennettuun tehoon, lukema täsmää hyvin ilmoitetun 1 250 kotitalouden kulutuksen kanssa (mikä vastaa noin 2 000 kWh per kotitalous). Alankomaiden aurinkosähköolosuhteet huomioon ottaen realistinen tuottoarvio on noin 0,7–1,0 GWh hehtaaria kohden vuodessa.



Kuva 6. Kaaviossa vadelmien sato (grammaa neliometriä kohden) aurinkopaneelien alla verrattuna muovipeitteeseen. [H. Elissen, henkilökohtainen tiedoksianto 25.3.2026]

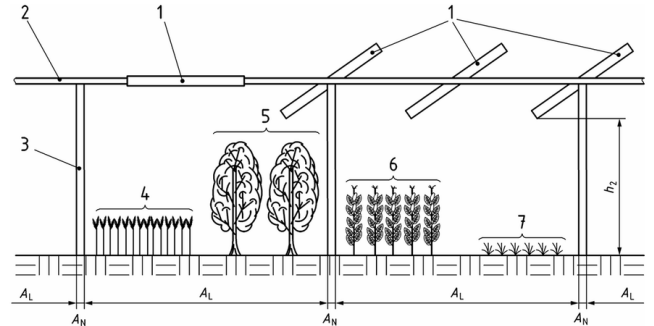
SAKSA

Saksan ensimmäinen aurinkomaatalousjärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2004. Tämän jälkeen maahan on perustettu useita tutkimus- ja tuotantolaitoksia. Varhaisista pilottihankkeista saadut kokemukset ja kehitysaskeleet ovat osaltaan vauhdittaneet aurinkomaatalouden ja uusiutuvan energian tuotannon yleistymistä Saksassa. [21]

Tekniset näkökulmat

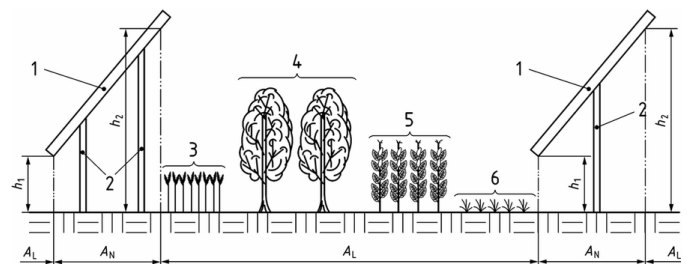
Saksalainen standardi (DIN SPEC 91434) määrittelee tekniset kriteerit sille, milloin maatalouden ja aurinkosähkön tuotannon yhdistelmä voidaan virallisesti luokitella aurinkomaatalousjärjestelmäksi. Standardi jakaa järjestelmät kahteen eri pääluokkaan: kategoriaan I (korotetut rakenteet) ja kategoriaan II (maahan asennetut rakenteet).

Kategoria I edellyttää vähintään 2,10 metrin asennuskorkeutta, ja viljelypinta-alan suurin sallittu vähenemä on 10 %. Aurinkopaneelit voidaan asentaa viljelyalueelle joko kulmaan aurinkoa kohti tai pystysuoraan.

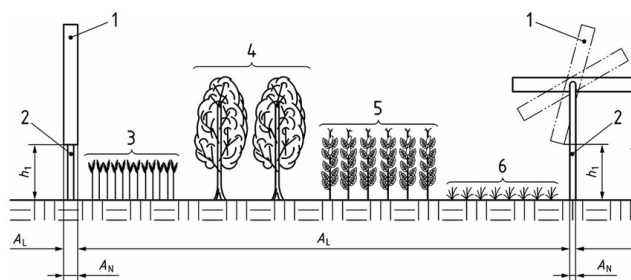


Kuva 7. Kategoria I. (DIN SPEC 91434:2021-05)

Kategoria II jakaantuu kahteen eri versioon. Ensimmäisessä versiossa paneelit on asennettu kiinteästi tiettyyn kulmaan ja toisessa ne ovat kääntyviä ja säätyvät automaattisesti parhaan mahdollisen tuoton saavuttamiseksi. Kategorian II järjestelmille ei ole asetettu vähimmäisasennuskorkeutta. Maatalousmaan suurin sallittu vähenemä on tässä kategoriassa rajattu 15 %:iin. [15]



Kuva 8. Kategoria II, vaihtoehto 1. (DIN SPEC 91434:2021-05)



Kuva 9. Kategorie II, vaihtoehto 2. (DIN SPEC 91434:2021-05)

Saksan aurinkomaataloudessa käytetään pääasiassa piikiekkoihin perustuvia aurinkopaneeleita. Niitä räätälöidään usein kasvattamalla kennojen välistä etäisyyttä, jotta viljelykasvit saavat tarpeeksi valoa. Alan standardiksi ovat muodostuneet kaksipuoliset lasi-lasipaneelit, jotka hyödyntävät heijastuvaa valoa molemmiin puolin. Maahan asennetuissa järjestelmissä tämä kasvattaa energiantuottoa parhaimmillaan jopa 25 %. Kaksoislasirakenne tarjoaa myös vaadittavan kestävyys- ja turvallisuuden, kun paneelien alla operoidaan maatalouskoneilla. [21]

Lainsäädäntö

Tavoittaakseen hiilineutraaliustavoitteensa vuoteen 2045 mennessä, Saksa aikoo nostaa aurinkosähkön tehon 500 gigawattipiikkiin (GWp) vuoteen 2030 mennessä. Koska vapaa tonttima on kortilla, hallitus on luonut lakiraamit

varmistakseen, ettei aurinkomaatalous aiheuta haittaa ruoantuotannolle.

Yksi suurimmista esteistä on ollut pelko EU:n maataloustukien menettämisestä.

Saksan kansallisen tukiasetuksen (GAPDZV) mukaan

aurinkomaatalouteen käytettävä pelto säilyttää tukikelpoisuutensa, kunhan paneelijärjestelmä ei vie yli 15 % viljelyalasta. Toisin sanoen 85 % maasta oikeuttaa yhä tukiin – edellyttäen, että peltoa voidaan viljellä tavanomaisilla menetelmillä ja kalustolla. Jotta kyseessä olisi aurinkomaatalous, eikä perinteinen aurinkovoimala, sadon määrän on pysyttävä vähintään 66 %:ssa suhteessa vertailusatoon.

Pääsääntöisesti aurinkomaatalous vaatii rakennusluvan, mutta Saksan rakennuslaki (BauGB) antaa niille erioikeutetun aseman kaavoittamattomilla haja-asutusalueilla. Tämä suoraviivaistaa lupaprosessia aina 25 000 neliömetrin kokoluokkaan asti. Erioikeuden voi saada myös silloin, kun järjestelmä palvelee suoraan tilan toimintaa – esimerkiksi suojaamalla herkkiä viljelykasveja rakeilta, hallalta tai paahteelta. Suurempia hankkeita varten kunnat voivat osoittaa alueita suoraan kaavasuunnitelmissa.

Sekä maahan asennettavissa perinteisissä järjestelmissä että

aurinkomaatalousjärjestelmissä taloudellisen tuen ylärajaksi on asetettu 20 MWp. Vuoden 2023 tarjouskilpailupäivänä rajaa kuitenkin nostettiin poikkeuksellisesti 100 MWp:hen suurempien hankkeiden tukemiseksi ja uusiutuvan energian siirtymän nopeuttamiseksi. [21]

Taloudelliset näkökulmat

Standardi määrittää, että hankkeen on osoitettava maatalouden säilyvän taloudellisesti kannattavana.

Energiantuotanto ei siis saa tehdä viljelystä tappiollista. [15]

Saksan uusiutuvan energian laki (EEG 2023) toimii aurinkomaatalouden ensisijaisena rahoituksen mahdollistajana, ja määrittelee ne ”erityisiksi aurinkosähköjärjestelmiksi”. Pienet, alle 100 kWp:n hankkeet saavat kiinteää syöttötariffia, eli verkonhaltija maksaa kiinteän hinnan jokaisesta verkkoon syötetystä kilowattitunnista. Keskisuurissa (yli 100 kWp) hankkeissa on hyödynnettävä suoramyyntiä, jolloin Saksan valtio maksaa markkinapreemiota tasoittamaan markkinahinnan ja tavoitehinnan välistä eroa. Suuret, yli 1 000 kWp:n hankkeet joutuvat puolestaan osallistumaan tarjouskilpailuihin, joissa

hintavaihteluita kurotaan umpeen vastaavalla markkinapreemiolla. [21]

Aurinkomaatalouden järjestelmät ovat 30–50 % kalliimpia kuin perinteiset maahan asennettavat aurinkosähköjärjestelmät. Paneelien hinta voi nousta, koska niiden kokoa tai valonläpäisyä on mukautettava viljeltävien kasvien vaatimusten mukaan. Myös telinejärjestelmät ovat huomattavasti kalliimpia, mikä korostuu erityisesti korotetuissa, työkonien mentävissä rakenteissa. [21]

Sähköntuotannon ja maatalouden välinen taloudellinen epäsuhta voi johtaa siihen, että hyötykasvit jäävät vähemmälle huomiolle ja ne korvataan koristekasveilla. Pahimmassa tapauksessa viljely paneelien alla saatetaan lopettaa kokonaan. [42]

Esimerkiksi eräässä viinitarhatapauksessa aurinkomaatalous osoittautui taloudellisesti kannattamattomaksi. Energian tuotannon taloudellisesta roolista tuli niin hallitseva, etteivät edes yhteenlasketut voitot riittäneet kattamaan kustannuksia. Samalla perinteisen maatalouden tuoma liikevaihto muuttui kokonaisuuden kannalta taloudellisesti merkityksettömän pieneksi.

Taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttavat keskeisesti sähkön omakäyttöaste, energian hinta, tuet, pääomakustannukset sekä sadon määrä ja markkinahinta. [46]

Ympäristöhyödyt

Aurinkomaatalousjärjestelmät hillitsevät ilmastonmuutosta tuottamalla uusiutuvaa energiaa ja säilyttävät samalla maa-alan maatalouskäytössä. Aurinkosähkö korvaa fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa energiantuotantoa samalla, kun maankäytön tehokkuus paranee. Tämä vähentää tarvetta ottaa uutta viljelysmaata pelkästään energiantuotantoon.

Aurinkopaneelit luovat viljelykasvien ympärille oman mikroilmastonsa. Ne suojaavat kasveja paahteelta kuumina kausina ja tasaavat lämpötilanvaihteluita. Lisäksi paneelit tarjoavat suojaa rankkasateilta ja muilta sään ääri-ilmiöiltä.

Maaperän olosuhteisiin aurinkomaataloudella voi olla sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Se voi vähentää maaperän kuivumista ja suojata sitä säärasitukselta. Toisaalta vesi valuu paneelien reunoilta alas, mikä voi keskittää sadannan kapeiksi linjoiksi. Standardi vaatiikin, että

maaperän eroosioriskit minimoidaan. [15]

Aurinkomaatalous vaikuttaa myös maaseutumaiseman luonnon monimuotoisuuteen. Vaikka järjestelmillä voi olla negatiivisia maisemavaikutuksia, suuri yleisö hyväksyy ne usein helpommin kuin perinteiset, pelkkää energiantuotantoa palvelevat maahan asennettavat aurinkovoimalat. [42]

Suosituksukset Suomelle

Suomessa tulisi priorisoida kasveja, joiden on osoitettu hyötyvän aurinkopaneelien luomasta mikroilmastosta. Esimerkiksi mansikan ja vadelman kaltaiset marjakasvit ovat ihanteellisia ehdokkaita korotetuille paneelijärjestelmille, sillä paneelit suojaavat herkkää satoa liialliselta UV-säteilyltä ja rankkasateilta parantaen näin sadon laatua. Myös peruna ja lehtivihannekset sopivat konseptiin erinomaisesti: paneelien tarjoama osittainen varjo vähentää veden haihtumista maaperästä, mikä on kriittinen etu Pohjoismaiden yhä kuivemmiksi muuttuvissa kesissä.

Poliittisella tasolla Suomeen tulisi luoda Saksan mallia vastaava sääntö sadonmenetyksen enimmäisrajasta. Näin varmistettaisiin, että

energiantuotanto pysyy aina toissijaisena suhteessa ruoantuotantoon, mikä estäisi tehokkaasti viherpesua. Lisäksi on ratkaisevan tärkeää seurata Saksan lainsäädäntöä siinä, että aurinkomaatalouden käyttöön otettu maa-ala säilyttää täysimääräisesti oikeutensa maatalouden suoriin tukiin.

Korotetuista paneelijärjestelmistä aiheutuvia tavanomaista suurempia investointikustannuksia (CAPEX) tulisi kompensoida kohdennetuilla investointituilla Saksan EEG 2023 -lain tapaan. Tämä toimisi tärkeänä kannustimena suomalaisille viljelijöille maan kaksoiskäyttömallien käyttöönotossa.

Esimerkki: Tützpatz



Kuva 10. Tützpatzin aurinkomaataloushanke. <https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2025/vattenfall-commissions-germanys-largest-agri-pv-park/>

Vattenfall kehittää Koillis-Saksassa sijaitsevaan Tützpatzin kylään 93 hehtaarin laajuista aurinkomaatalousjärjestelmää. Hankkeen kokonaisteho on 79 MWp, ja se käsittää lähes 150 000 kaksipuolista aurinkopaneelia jaettuna kolmeen eri osioon. Kyseessä on yksi Saksan suurimmista aurinkomaatalousvoimaloista. Kyseessä on teollisen mittakaavan laitos, jonka tuottama sähkö myydään suoraan kantaverkkoon.

Hanke on jaettu kolmeen osioon (Tützpatz 1, 2 ja 3). Ensimmäisestä osiosta merkittävä osa on varattu siipikarjan kasvatukseen, ja alueelle mahtuu jopa 15 000 kanaa. Paneelit on asennettu tavanomaista jyrkempään kulmaan ja korkeammalle, mikä estää kanoja lentämästä niiden päälle. Alueet on myös aidattu kanojen pitämiseksi omilla lohkoillaan.

Osiot 2 ja 3 on pyhitetty peltoviljelylle, ja niissä hyödynnetään kääntyviä aurinkopaneelijärjestelmiä. Viljely tapahtuu paneelirivien välissä.

Seurantajärjestelmän ansiosta paneelit kääntyvät itä-länsi-akselilla seuraten auringon liikettä päivän aikana. Paneelit voidaan myös kääntää jyrkkään kulmaan, jolloin väliin jää riittävästi tilaa maatalouskoneille. Alueella on viljelty useita eri kasveja, kuten syysvehnää, perunaa, kurkkua ja parsaa, jotka vaikuttavat soveltuvan erityisen hyvin aurinkopaneelien alla kasvatettaviksi. [57]

ESPANJA

Aurinkomaatalousjärjestelmien tutkimus alkoi Espanjassa 2010-luvun puolivälissä. Hankkeiden käytännön toteutusta on kuitenkin hidastanut alan poliittisen ohjauksen ja sääntelyn hajanaisuus.

Merkittävin edistysaskel on ollut kuninkaallisen asetuksen (1048/2022) muutos, joka sallii maataloustukien maksamisen myös aurinkomaatalouden käytössä oleville maa-aloille.

Espanjan ilmasto-olosuhteet vaihtelevat alueittain, mutta suurin osa maasta kuuluu joko kuumakesäiseen välimerenilmastoon tai puolikuivaan aroilmastoon.

Tekniset näkökulmat

Espanjassa pystysuoraan asennettujen kaksipuolisten paneelien on todettu olevan hyödyllisempiä kuin optimaaliseen kulmaan suunnattujen kiinteiden paneelien. Pystyasennus vie vähemmän maapinta-alaa ja sen tuotantoprofiili vastaa paremmin sähkön kulutushuippuja, mikä takaa tuotetulle sähkölle korkeamman myyntihinnan. [37]

Aurinkomaatalouden järjestelmien tavoitteena on yhdistää rehuntuotanto, laiduntaminen ja karjanhoito niin, että maaperän olosuhteista saadaan suurin

mahdollinen hyöty. Optimaaliset viljelykasvit vaihtelevat alueellisesti riippuen siitä, miten paikallinen ilmasto ja paneelien luoma suoja kohtaavat kasvien kasvuvaatimukset. Päämääränä on minimoida sadonmenetykset. [35]

Espanjan vuotuinen aurinkosähkön tuotantopotentiaali on noin 1 650 kWh/kWp. Luku selittyy alueen runsaalla auringonsäteilyllä, ja siihen vaikuttaa paikallisesti auringonvalon määrä, voimakkuus ja tulokulma. [53]

Lainsäädäntö

Espanjassa valmistellaan parhaillaan täsmällisempää lainsäädäntöä, joka ottaisi huomioon nimenomaan aurinkomaatalousjärjestelmät. Viljelijät ovat suhtautuneet konseptiin avoimesti, mutta säännökset tukien varmistamiseksi maan kaksoiskäytölle ovat toistaiseksi edenneet hitaasti. [22]

Lakimuutokset ovat usein hitaita prosesseja, sillä niiden on varmistettava ilmiön kokonaisvaltainen ymmärrys ja huomioitava mahdolliset ongelmat jo ennakkoon. [5]

Taloudelliset näkökulmat

Viimeisimmät (lokakuu 2025) muutokset kuninkaalliseen asetukseen 1048/2022 mahdollistavat sen, että lohkot, joissa viljellään pysyviä kasveja tai jotka ovat aktiivisessa viljelyssä, säilyttävät tukikelpoisuutensa siltä pinta-alalta, jota aurinkosähköjärjestelmä ei fyysisesti peitä. [27]

Maataloustuet muodostavat merkittävän osan viljelijöiden tuloista, minkä vuoksi ne ovat yleensä edellytys aurinkomaatalouden hankkeiden kannattavuudelle. Näin on ollut myös Espanjassa, missä sääntelyn puute on tähän asti jarruttanut järjestelmien käyttöönottoa. [22]

Tuetuista aurinkomaatalouden hankkeista saatujen raporttien mukaan investoinnin arvioitu tuotto on vertailukelpoinen tavanomaisten aurinkosähköasennusten kanssa takaisinmaksuajan ollessa alle 10 vuotta. [35]

Yleinen mielipide puoltaa lainsäädännön ja standardoinnin pitämistä mahdollisimman selkeänä ja yksinkertaisena. Tavoitteena on luoda selkeät puitteet, jotta kuka tahansa järjestelmästä kiinnostunut voi

toteuttaa sen ilman pelkoa tukien menetyksestä liiallisten rajoitusten vuoksi. [22]

Ympäristöhyödyt

Espanjan ympärivuotinen aurinkoisuus takaa korkean energiantuotannon. Uusiutuvan energian hyödyntäminen vähentää muiden tuotantomuotojen aiheuttamia päästöjä – mikä on kriittistä aikana, jolloin sähköistyminen ja laitekannan monimutkaistuminen kasvattavat energiankulutusta jatkuvasti. [36]

Maa-alan kaksoiskäyttö parantaa alueen kokonaistuottavuutta ja auttaa saavuttamaan ympäristötavoitteet yhdistämällä puhtaan energian ja ruoantuotannon. Viljelykelpoisen maan säilyttäminen on aurinkomaatalouden suurin myyntivaltti, sillä perinteiset aurinkovoimalat vaativat huomattavan paljon maapinta-alaa. [32]

Muita huomioita

Vuonna 2022 Espanjan sähköntuotannosta 49,1 % oli peräisin uusiutuvista ja 50,9 % uusiutumattomista lähteistä. Maan tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus 70 % vuoteen 2030 mennessä ja 100 % vuoteen 2050 mennessä. Tämä toteutetaan

laajentamalla aurinko- ja
tuulivoimakapasiteettia. [36]

Aurinkomaatalous on avainasemassa
tässä siirtymässä: sen ansiosta lohkot
säilyvät viljelykäytössä, kun taas
perinteisten aurinkopuistojen
aiheuttama viljelymaan menetys iskisi
raskaasti ruoantuotantoon ja söisi siten
hankkeiden todellisia kokonaishyötyjä.
[32]

Suosituksset Suomelle

Kaksipuoliset paneelit hyötyvät
pohjoisen ilmasto-olosuhteista niin
paljon, että ne ovat kilpailukykyisiä
Etelä-Euroopan kanssa huolimatta
neliömetriä kohden lasketusta
energiaerosta, joka johtuu
auringonvalon vuodenaikojen
mukaisesta vaihtelusta. Tämä selittyy
heijastuneella valolla sekä paneelien
paremmalla hyötysuhteella kylmässä
ilmastossa. Lisäksi paneelit suojaavat
kasveja estämällä suoran paahteen
tiettyinä aikoina sekä vaimentamalla
voimakkaita tuulia ja rankkasateita. [32]

Pystyyn asennetuilla paneeleilla on
saatu hyviä tuloksia Ruotsissa kauran ja

perunan viljelyssä, jolloin
maaekvivalenttisuhte (LER) oli 1,2.
Espanjassa perunan LER-arvoksi saatiin
1,54 ja salaatin 1,38. Nämä kasvit olisivat
erinomaisia ehdokkaita myös Suomen
ensimmäisiin kenttäkokeisiin. [58]

Maaekvivalenttisuhte (Land Equivalent
Ratio, LER) kuvaa sekaviljelyn tai
kaksoiskäytön tehokkuutta suhteessa
yksittäisen kasvin viljelyyn.

Aurinkomaatalous parantaa tätä
tehokkuutta, kun kasvivalinnat ja
paneelien asennustapa (korotettu,
suunnattu tai pystyasennus)
optimoidaan paikallisten olosuhteiden
mukaan tapauskohtaisesti. [58]

Selkeiden kriteerien luominen
maataloustukien säilyttämiselle on
kriittistä toiminnan kannattavuuden
takaamiseksi. Pitämällä juridiset
velvoitteet ja byrokratia
mahdollisimman kevyinä voidaan
varmistaa, että viljelijöiden kiinnostus
näitä pilottiratkaisuja kohtaan herää.
[22]

Esimerkki: Los Naranjos & Las Corchas



Kuva 11. Lampaat laiduntavat aurinkopaneelien keskellä. <https://www.enelgreenpower.com/our-projects/operating/los-naranjos-and-las-corchas-solar-plants>

Los Naranjos ja Las Corchas ovat aurinkovoimaloita, jotka sijaitsevat Etelä-Espanjassa Carmonan ja La Rinconadan kuntien alueella. Laitosten yhteenlaskettu teho on 100 megawattia (MW), ja ne tuottavat vuodessa noin 200 gigawattituntia (GWh) sähköä. Tuotannolla vältetään 94 000 tonnin vuotuiset hiilidioksidipäästöt, ja sen määrä vastaa noin 25 500 kotitalouden sähköntarvetta.

Voimalat koostuvat 258 120 kaksipuolisesta aurinkopaneelistä, jotka on asennettu auringon liikettä seuraaviin kääntyviin telinejärjestelmiin. Voimalaa varten alueelle rakennettiin kaksi sähköasemaa, 14 muuntoasemaa ja 45 kilometriä voimalinjoja. Hankkeen kokonaiskustannukset olivat 70 miljoonaa euroa. Paneelit kääntyvät akselinsa ympäri, mikä mahdollistaa auringonsäteilyn seurannan päivän aikana. Voimalat rakensi Enel Green Power vuonna 2020 yhtiön kestävän rakentamisen mallia noudattaen.

Valmistumisen jälkeen alue otettiin hyötykäyttöön laidunmaana, sillä lampaat pitävät kasvillisuuden kurissa. Alueelle sijoitettiin myös mehiläispesiä pölyttämään paikallisia kasveja ja tuottamaan hunajaa. Aurinkopaneelirivien väliin on jätetty huomattavan suuret etäisyydet, mikä mahdollistaa monipuolisen ja tarpeen mukaan muunneltavan viljelytoiminnan.

YHTEENVETO

Tässä raportissa arvioidaan aurinkomaatalouden potentiaalia Suomessa. Kyseessä on menetelmä, jossa samaa maa-aluetta käytetään samanaikaisesti sekä viljelyyn että aurinkoenergian tuotantoon. Kirjallisuuteen, asiantuntijahaastatteluihin ja eurooppalaisiin esimerkkihankkeisiin pohjautuva analyysi paneutuu teknisiin, lainsäädännöllisiin, taloudellisiin ja ympäristöllisiin tekijöihin, jotka määrittävät järjestelmien onnistumisen. Samalla arvioidaan konseptin soveltuvuutta pohjoismaisiin olosuhteisiin.

Tulosten perusteella aurinkomaatalous tarjoaa lupaavan tavan edistää uusiutuvan energian tuotantoa ja säilyttää maataloustoiminta ilman, että viljelykelpoisen maan määrä merkittävästi vähenee. Euroopassa on jo otettu onnistuneesti käyttöön useita erilaisia teknisiä ratkaisuja. Korotetut paneelirakenteet, pystyyn asennetut kaksipuoliset paneelit ja auringon mukana kääntyvät paneelit mahdollistavat viljelyn paneelien alla tai välissä. Samalla ne luovat suotuisan mikroilmaston, joka voi vähentää kasvien lämpöstressiä, parantaa maaperän kosteuden säilymistä ja vähentää kasteluveden tarvetta. Tutkimukset osoittavat, että tietyissä olosuhteissa sadot voivat säilyä ennallaan tai jopa parantua. Maankäytön tehokkuutta mittaava LER-luku nouseekin usein korkeammaksi kuin tilanteissa, joissa maataloutta ja energiantuotantoa harjoitettaisiin erillisillä alueilla.

Lainsäädännöllä on ratkaiseva rooli sen varmistamisessa, että aurinkoenergian tuotanto tukee maataloutta eikä korvaa sitä. Ranskan ja Saksan kaltaiset maat ovat ottaneet käyttöön selkeät kriteerit, joiden mukaan maataloustuotannon on säilyttävä alueen pääasiallisena käyttötarkoituksena. Kriteereissä asetetaan rajoituksia paneelien peittävyydelle, määritetään vähimmäissadot ja vaaditaan rakenteiden purettavuutta. Lisäksi viljelijöiden sitouttamisessa on osoittautunut kriittiseksi se, että alueet säilyvät maataloustukien piirissä.

Taloudellisesti konsepti perustuu kahden tulovirran malliin, jossa yhdistyvät maatalouden tuotot ja sähkönmyynti. Tämä tasapainottaa ja monipuolistaa viljelijöiden tuloja erityisesti silloin, kun taustalla on pitkäaikaisia sähkönhankintasopimuksia tai valtion tukia. Järjestelmien alkuinvestointi on kuitenkin monimutkaisempien rakenteiden ja suunnitteluvaatimusten vuoksi korkeampi kuin perinteisissä aurinkovoimaloissa. Kannattavuus riippuu monesta tekijästä, kuten viljelykasvista, sähkön hinnasta, tukijärjestelmästä ja laitoksen suunnittelusta. Riskinä on, että energiantuotanto muuttuu taloudellisesti hallitsevaksi, mikä voi ilman sääntelyä syrjäyttää maatalouden prioriteetit.

Ympäristövaikutukset ovat pääosin positiivisia, mutta riippuvat toimintaympäristöstä. Järjestelmät auttavat hillitsemään ilmastomuutosta lisäämällä uusiutuvan energian tuotantoa ilman lisäämään tarvetta. Ne parantavat myös säänkestävyyttä ja vähentävät ympäristöpaineita, kuten hiilidioksidipäästöjä ja maaperän kuivumista. Huolta on

kuitenkin herännyt maisemallisiin tekijöihin, maankäytön muutoksiin ja luontokatoon liittyen, mikä korostaa huolellisen suunnittelun ja sijoituspaikan valinnan merkitystä.

Raportti antaa Suomea koskien useita keskeisiä suosituksia. Ensinnäkin kasvivalinta on ratkaisevaa, varjoa sietävät ja ilmastonmuutosta kestävät kasvit, kuten nurmi, marjat, peruna ja lehtivihannekset, vaikuttavat erityisen sopivilta. Pystyyn asennetuilla kaksipuolisilla paneeleilla on pohjoisilla leveysasteilla suuri potentiaali, sillä niiden maankäyttövaikutus on vähäinen ja energiantuotto kilpailukykyistä. Epävarmuuden poistamiseksi ja investointien houkuttelemiseksi tarvitaan kuitenkin säännökset, jotka pitävät maatalouden ensisijaisena ja säilyttävät maan tukikelpoisuuden. Taloudelliset kannustimet, kuten kohdennetut tuet tai investointituet, auttaisivat kompensoimaan korkeampia pääomakustannuksia ja lisäämään järjestelmien käyttöönottoa.

Aurinkomaatalous on Suomelle toteuttamiskelpoinen ja potentiaalisesti erittäin hyödyllinen innovaatio, mutta sen onnistuminen vaatii energiantuotannon ja maatalouden huolellista tasapainottamista. Ottamalla oppia Euroopan kokemuksista ja mukauttamalla ratkaisut paikallisiin ilmasto- ja viranomaisolosuhteisiin Suomi voi kehittää järjestelmiä, jotka tukevat sekä kestäväää maataloutta että siirtymää uusiutuvaan energiaan.

Lähteet

- [1] AGEA. (n.d.). Étude sectorielle: assurabilité photovoltaïque. <https://agea.fr/system/files/media/document/etude-sectorielle-assurabilite-photovoltaique.pdf>
- [2] Agence de la transition écologique (ADEME). (2023, mars). Photovoltaïque, sol et biodiversité: enjeux et bonnes pratiques. https://ser-evenements.com/IMG/pdf/ser_pv-sol-et-biodiversite_mars2023.pdf
- [3] Agence de la transition écologique (ADEME). (n.d.). Recueil de retours d'expériences sur les systèmes photovoltaïques en terrains agricoles. <https://librairie.ademe.fr/energies/4993-recueil-de-retours-d-experiences-sur-les-systemes-pv-en-terrains-agricoles-et-fiches-techniques-recapitulatives.html>
- [4] Agriculture and Rural Development Commission. (n.d.). The common agricultural policy at a glance. https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_en
- [5] Agriculture and Rural Development Commission. (n.d.). Spain – CAP Strategic Plan. https://agriculture.ec.europa.eu/cap-my-country/cap-strategic-plans/spain_en
- [6] Agri-PV Babberich. (n.d.). GroenLeven. <https://groenleven.nl/projecten/agri-pv-piet-albers/>
- [7] Biró-Varga, K., Sirnik, I. & Stremke, S. (2024). Landscape user experiences of interspace and overhead agrivoltaics: A comparative analysis of two novel types of solar landscapes in the Netherlands. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629623004681?via%3Dihub>
- [8] Caisse des dépôts. (n.d.). Garanties financières – agrivoltaïsme. <https://consignations.caissedesdepots.fr/entreprise/garanties-financieres/agrivoltaisme>
- [9] Canopée TSE. (s.d.). [Irrigation à Brouchy] [Image]. https://cdn.prod.website-files.com/69a54fec1297c2c13b9a0ba6/69a54fec1297c2c13b9a104d_canopee_tse_irrigation_brouchy.webp
- [10] Confédération paysanne. (2024). Vrai / faux sur l'agrivoltaïsme. https://www.confederationpaysanne.fr/sites/1/mots_cles/documents/vrai-faux-agrivoltaisme_VF07-2024.pdf

- [11] Confédération paysanne. (n.d.). Vrai / faux agrivoltaïsme.
https://www.confederationpaysanne.fr/sites/1/articles/documents/Vrai_Faux_Agrivoltaisme.pdf [28]
- [12] Coordination nationale Photovoltaïque. (2026, 26 février). La fable de l'agrivoltaïsme emportée par la bourrasque.
<https://coordo-nationale-photorevoltee.org/2026/02/26/la-fable-de-lagrivoltaisme-emportee-par-la-bourrasque/>
- [13] Deboutte, G. (2026, 21 janvier). Dossier agrivoltaïsme: arguments d'agriculteurs, pour et contre. pv magazine France.
<https://www.pv-magazine.fr/2026/01/21/dossier-agrivoltaisme-arguments-dagriculteurs-pour-et-contre/>
- [14] Départements de France. (2025, 13 mai). Départements de France dénonce les conséquences de l'application du décret du 8 avril 2024, dit « Agrivoltaïsme ».
<https://departements.fr/departements-de-france-denonce-les-consequences-de-lapplication-du-decret-du-8-avril-2024-dit-agrivoltaisme/>
- [15] DIN. (2021). Agri-photovoltaic systems - Requirements for primary agricultural use. (DIN SPEC 91434 - 2021-05). DIN Media.
<https://www.dinmedia.de/en/technical-rule/din-spec-91434/337886742>
- [16] Energy, T. (2024, 11 avril). Titre. TSE Energy.
<https://www.tse.energy/en/articles/agrivoltaisme-et-irrigation-intelligente-la-ferme-de-brouchy-innovent-pour-une-gestion-durable-de-leau>
- [17] Evaluation of the first agrivoltaic system in Sweden. (31.7.2023). Mälardalen Universitet. Microsoft Word - final report v5
- [18] Ferme Solaire. (2022, 17 octobre). Qu'est-ce que l'agrivoltaïsme?
<https://www.fermesolaire.fr/magazine/construire-ferme-solaire>
- [19] France Nature Environnement. (2025). Webinaire agrivoltaïsme – compte rendu du 13 mars 2025.
<https://fne.asso.fr/system/files/inline-files/Webinaire%20AGriPV%202%20du%2013.03.2025%20-%20Compte%20rendu.pdf>
- [20] France Renouvelables. (2024). Photovoltaïque et biodiversité.
https://www.france-renouvelables.fr/wp-content/uploads/2024/12/France_renouvelables_Photovoltaique_biodiversite_VFF.pdf

- [21] Fraunhofer (2024). Agrivoltaics: Opportunities for agriculture and the energy transition. <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/agrivoltaics-opportunities-for-agriculture-and-the-energy-transition.html>
- [22] Giorgi, M. (1.9.2025). Spanish agrivoltaics seek alignment with the CAP and clear rules for take-off. <https://strategicenergy.eu/spanish-agrivoltaics-seek-alignment-with-the-cap-and-clear-rules-for-take-off/>
- [23] Guezgouz, M., Khalil, T. & Tekie, S. (n.d). Agrivoltaics in Sweden: Current knowledge and emerging research needs in solar-agricultural co-existence. [Forskningsrapport-Solsambruk.pdf](#)
- [24] Guibout, T. (2025, 15 avril). Agrivoltaïsme: opportunités financières pour votre exploitation agricole. Beev. <https://www.beev.co/blog/professionnels-electrique/agrivoltaisme-opportunites-financieres-pour-votre-exploitation-agricole/>
- [25] Inspection générale des finances (IGF) & Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER). (2024). Évaluation des freins fiscaux et non fiscaux au renouvellement des générations en matière agricole (Rapport n° 2024-M-015-03). <https://www.igf.finances.gouv.fr/files/live/sites/igf/files/contributed/Rapports%20de%20mission/2024/2024-M-015-03%20Rapport%20freins%20fiscaux%20et%20NF-Agricole%20-%20version%20web.pdf>
- [26] Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE). (2017, 26 juin). Systèmes agrivoltaïques conciliant production agricole et production d'électricité. <https://www.inrae.fr/actualites/systemes-agrivoltaiques-conciliant-production-agricole-production-delectricite>
- [27] Jacobo, J. T. (2025). AgriPV projects in Spain now eligible for farming subsidies. <https://www.pv-tech.org/agripv-projects-in-spain-now-eligible-for-farming-subsidies/#>
- [28] Les-energies-renouvelables.eu. (2026, 8 janvier). Agrivoltaïsme: les avantages et inconvénients. <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/panneaux-solaires-pour-entreprise-professionnels/agrivoltaisme-photovoltaïque-agricole-agrivoltaïque/agrivoltaisme-les-avantages-et-inconvenients/>

- [29] Mines Paris – PSL. (2024). Agrivoltaïsme: analyse de controverses (rapport étudiant).
<https://controverses.minesparis.psl.eu/public/promo24/PC1-Agrivoltaisme.pdf>
- [30] Ministère de la Transition écologique. (2024). Avis du Conseil national de la protection de la nature sur le déploiement du photovoltaïque et ses impacts sur la biodiversité (19 juin 2024).
https://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2024-16_avis_deploiement-photovoltaique-impacts-biodiversite_cnpn_du_19_06_2024_vf.pdf
- [31] Ministère de la Transition écologique. (n.d.). Notice descriptive (f09323p0110).
https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/f09323p0110_notice_descriptive.pdf
- [32] Mudiyanse, A. S. E. (2025). Feasibility of Agrivoltaics in Finland. Combining Farming and Solar PV for Sustainable land use.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/902405/Ellegedara%20Mudiyanse_Antani.pdf?sequence=2
- [33] Nerantzaki, K. (7.1.2026). Agrivoltaics in the Netherlands: A Practical Guide for Farmers. Brite Solar. <https://www.britesolar.com/agrivoltaics-netherlands-guide>
- [34] Nuokkola, S. (27.5.2024). Aurinkosähköviljelyn mahdollisuudet Suomessa. [Aurinkosähköviljelyn mahdollisuudet Suomessa](#)
- [35] Pandey, G., Lyden, A., Franklin, E., Millar, B., Harrison, M. T. (2025). A systematic review of agrivoltaics: productivity, profitability, and environmental co-benefits.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550925000569>
- [36] Parascanu M.M., Keiner D., Breyer C., Macé P. & Lizasoain-Arteaga, E. (2025). Comprehensive prospective environmental assessment of innovative photovoltaic technologies: Integration into electricity grids in Finland, Germany, and Spain. (Energy, Vol 315, 134454. DOI: 10.1016/j.energy.2025.134454).
https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/168887/parascanu_et_al_comprehensive_prospective_aam.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [37] Pulido-Alonso, A., Quintana-Suárez, J. C., Rosales-Asencio, E., Feo-Garcia, J. & Florido-Suárez, N. R. (28.9.2025). Could Agrivoltaics Be Part of the Solution to Decarbonization in the Outermost Regions? Case Study: Gran Canaria.
<https://www.mdpi.com/2079-9292/14/19/3848>

- [38]pv magazine. (2026, 31 mars). Solar above 60° north: The Arctic as PV's next frontier.
<https://pv-magazine-usa.com/2026/03/31/solar-above-60-north-the-arctic-as-pvs-next-frontier/>
- [39]PVknowhow. (n.d.). Solar module design for Nordic weather (Finland).
<https://www.pvknowhow.com/countries/finland/solar-module-design-nordic-weather/>
- [40]République française. (2024). Arrêté du 5 juillet 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers. Journal officiel de la République française.
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049891545>
- [41] République française. (2024). Décret n° 2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers. Journal officiel de la République française.
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049386027>
- [42] Rösch, C. (2024). Renewable and sustainable energy reviews: The spatial socio-technical potential of agrivoltaics in Germany.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124004325>
- [43]SER (Syndicat des énergies renouvelables). (2023). Photovoltaïque au sol et biodiversité.
https://ser-evenements.com/IMG/pdf/ser_pv-sol-et-biodiversite_mars2023.pdf
- [44] Solar installations bear fruit for Netherlands Agri-PV. (n.d.). BayWa r.e.
<https://www.baywa-re.com/en/case-studies/solar-installations-bear-fruit-for-netherlands-agri-pv>
- [45] Solvallen i Vässlingby (n.d) Linde energi. [Solvallen i Vässlingby - Linde energi](#)
- [46] Strub, L., Wittke, M., Trommsdorff, M., Stoll, M., Kammann, C., & Loose, S. (2024). Assessing the economic performance of agrivoltaic systems in vineyards - framework development, simulated scenarios and directions for future research. *Frontiers in Horticulture*, 3, 1473072.
<https://www.frontiersin.org/journals/horticulture/articles/10.3389/fhort.2024.1473072/full>

- [47] Sun'Agri. (2025, 21 octobre). Agrivoltaïsme: freins et solutions pour son développement.
<https://sunagri.fr/le-mag-sunagri/agrivoltaisme-freins-et-solutions>
- [48] Sun'Agri. (n.d.). Technologie d'agrivoltaïsme dynamique.
<https://sunagri.fr/technologie-agrivoltaisme-dynamique>
- [49] Szarek, M., Jouttijärvi, S., Karttunen, L., Hynnä, T., Ranta, S., & Miettunen, K. (2025). Performance evaluation of high latitude agrivoltaic systems with vertically mounted bifacial panels. <https://www.mnnsz.hu/wp-content/uploads/2025/11/1-s2.0-S0306261925017520-main.pdf>
- [50] TerreSolaire. (n.d.). Photovoltaïque agricole: rentabilité.
<https://terresolaire.com/Blog/rentabilite-photovoltaique/photovoltaique-agricole-rentabilite/>
- [51] TSE Energy. (s. d.). TSE agrivoltaic project in Brouchy - TSE agrivoltaics company in France. <https://www.tse.energy/en/projects/brouchy?>
- [52] TSE. (n.d.). Le cadre réglementaire de l'agrivoltaïsme pour préserver l'agriculture française.
<https://www.tse.energy/articles/le-cadre-reglementaire-de-lagrivoltaisme-pour-preserver-lagriculture-francaise>
- [53] The World Bank Group. (2025). Global Solar Atlas.
<https://globalsolaratlas.info/download/world>
- [54] Unit-e. (n.d.). Études photovoltaïques en élevage.
<https://unit-e.fr/etudes-photovoltaique-en-elevage/>
- [55] Van der Wijden, C., Stroucken, F & Ijkelenstam. (22.4.2026). CMS Expert Guide to Agrivoltaics and Floating Photovoltaics in the Netherlands. CMS tax law future. <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-agrivoltaics-and-floating-photovoltaics/netherlands>
- [56] Viure. (n.d.). Les parcs et serres photovoltaïques dans les Pyrénées-Orientales: promesses vertes et réalités sur le terrain.<https://viure.fr/les-parcs-et-serres-photovoltaiques-dans-les-pyrenees-orientales-promesses-vertes-et-realites-sur-le-terrain/>
- [57] Wiese, L. (2025). Vattenfall commissions Germany's largest Agri-PV park.
<https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2025/vattenfall-commissions-germanys-largest-agri-pv-park/>
- [58] Züger, J., Dos Santos, J., Silva, J. A., Fialho, L & Horta, P. (2024). The Potential of Agrivoltaics' in the Iberian Peninsula: Analysis of three different crops.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10799221>