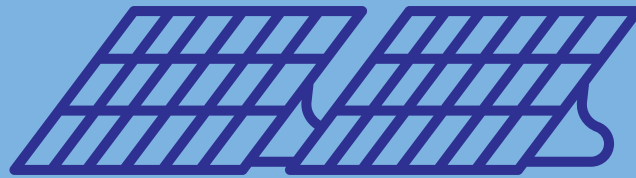
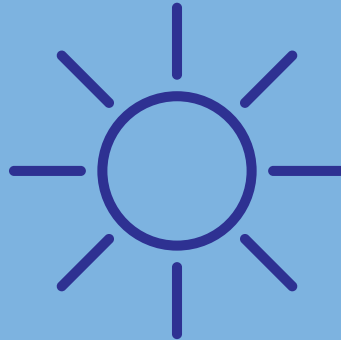


Metropolia Ammattikorkeakoulu - Innovaatioprojekti  
Julia Silvennoinen ja Tiia Viitanen

2023



# Aurinkopaneelit

## - pieni suunnitteluopas



KAUNIAISTEN KAUPUNKI

# Aurinkopaneelit

## - pieni suunnitteluopas

### SISÄLLYSLUETTELO

- 01 Johdanto
- 02 Suunnittelun aikajana
- 03 Aurinkopaneelit Suomessa
- 04 Aurinkosäteilyn tehostamisen keinot
- 05 Sähköntuotanto ja hyödyn määrä
- 06 Aurinkopaneelityypit
- 07 Ekologisuus
- 08 Aurinkopaneelit ja arkkitehtuuri
- 09 Aurinkopaneelit eri rakennusosissa
- 10 Tiivistelmä
- 11 Lähteet

# 01 Johdanto

## AURINKOPANEELIT - PIENI SUUNNITTELUOPAS

Aurinko on merkittävä energiasurssi ja aurinkosähköjärjestelmät, kuten aurinkosähköpaneelit, ovat taloudellisesti kannattava investointi oikein mitoitettuna ja kohdekohtaisesti suunniteltuna. Aurinkosähköpaneeli koostuu yhdestä tai useammasta aurinkokennosta, jotka muuttavat auringonsäteilyn suoraan sähköenergiaksi.

Tässä suunnitteluoppaassa käydään tiivistetysti läpi, millaisia asioita tulee ottaa huomioon, kun ryhdytään suunnittelemaan aurinkopaneelien asentamista rakennukseen. Oppaassa käydään läpi aurinkopaneelien sijoituksen vaikutuksia niiden hyötyyn ja tehokkuuteen, ja oppaan lopussa on lyhyt tiivistelmä asioista, jotka on hyödyllistä käydä läpi, kun aurinkopaneelien sijoitus rakennukseen on ajankohtaista. Ohjeet ovat kuitenkin suuntaa antavia ja aurinkopaneelien asennuksia tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti. Oppaan lopussa on myös lähdeluettelo, johon dokumentissa esitetyt tiedot perustuvat.

Suunnitteluoppaassa myös esitetään aurinkopaneeleille erilaisia sijoitteluvaihtoehtoja rakennuksen eri rakennusosiin, ja näitä on havainnollistettu luonnostasoisilla piirroksilla.

## INNOVAATIOPROJEKTI

*Aurinkopaneelit - pieni suunnitteluopas* on tuotettu osana Metropolian ammattikorkeakoulun rakennusarkkitehtuurilinjan innovaatioprojektia. Innovaatioprojekti on kehityshanke, jonka tavoitteena on yrityksen tai organisaation toiminnan kehittäminen opiskelijavetoisena projektina.

Työn ovat laatineet kolmannen vuoden rakennusarkkitehtiopiskelijat Julia Silvennoinen ja Tiia Viitanen Kauniaisten kaupungille keväällä 2023.

# 02 Suunnittelun aikajana

ARKKITEHTONISEN ILMEEN SUUNNITTELU



## AINEISTOT SUUNNITTELUN TUEKSI

Aurinkopaneelien sijoittelussa on hyödyllistä perehtyä myös seuraaviin aineistoihin sekä ohjeistuksiin:

- Rakennustieto ohjekortti: RT 103076 Verkkoon kytketyt aurinkosähköjärjestelmät
- HSY:n avoin karttapalvelu, Aurinkopaneeleille sopivat sijainnit pääkaupunkiseudulla
- Ohjeita tuuli- ja lumikuormien laskemiseen standardi SFS-EN 1991-1-6.
- Hiilineutraalisuomi.fi sivuston laskurit aurinkosähkön kannattavuudesta



# 03 Aurinkopaneelit Suomessa

## MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Aloittaessa aurinkosähköjärjestelmän suunnittelua, tulee ensin tutkia paikalliset lupakäytännöt rakennusvalvontavirastosta. Järjestelmän asennus saattaa vaatia toimenpideilmoituksen tai toimenpideluvan, ja suuret kaupunkikuvaan tai ympäristöön merkittävästi vaikuttavat järjestelmät edellyttävät toimenpideluvan hakemista maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti.

## VUODENAIKOJEN VAIHTELU

Suomessa auringosta kertyvä sähköenergia jakaantuu epätasaisesti eri vuodenajoille, ja lähes puolet energiasta kertyy valoisimpana aikana toukokuusta heinäkuuhun. Pimeimpinä kuukausina marraskuusta tammikuuhun energiaa kertyy huomattavasti vähemmän, vain n. 4% vuosituotosta. Vuosituottoon vaikuttaa myös kyseisen vuoden sääolosuhteet, ja esimerkiksi sateisena kesänä kertymä jää aurinkoista kesää vähemmäksi.

## TUULIKUORMA

Aurinkopaneeleihin ja kattoon kohdistuvat tuulikuormat riippuvat vahvasti paikallisista olosuhteista sekä paneelien asennustavasta. Aurinkopaneeli, joka on asennettu katon lappeen suuntaisesti, kokee pienemmän tuulikuorman kuin erillinen telineeseen asennettu paneeli. Kattolapteen reunalle kohdistuu usein moninkertainen tuulikuorma verrattuna keski-alueeseen.

## LUMIKUORMA

Suomessa lumikuormat vaihtelevat alueittain, ja paneelin todelliseen lumikuormaan vaikuttaa myös asennuskaltevuus. Kun tarkastellaan paneelistoa ja kiinnitysjärjestelmää kokonaisuutena, on tärkeää varmistaa, ettei yksittäisten komponenttien kuormitettavuusrajoja ylitetä eikä kiinnitysjärjestelmä irtoa kuormituksen alaisena. Paneelikenttä on varustettava lumiesteillä, jos katemateriaali sekä sen kaltevuus voivat aiheuttaa katolta putoavia suuria lumikenttiä.

Suunnittelussa on otettava aina huomioon määräykset ja ohjeet, paikalliset olosuhteet sekä rakenteiden kestävyys. Ohjeita tuuli- ja lumikuormien laskemiseen löytyy standardista SFS-EN 1991-1-6.

# 04 Aurinkosäteilyn tehostamisen keinoja

Aurinkopaneelien tuoton tehokkuutta voidaan maksimoida niiden suuntauksella, sijainnilla sekä kallistuskulmalla.

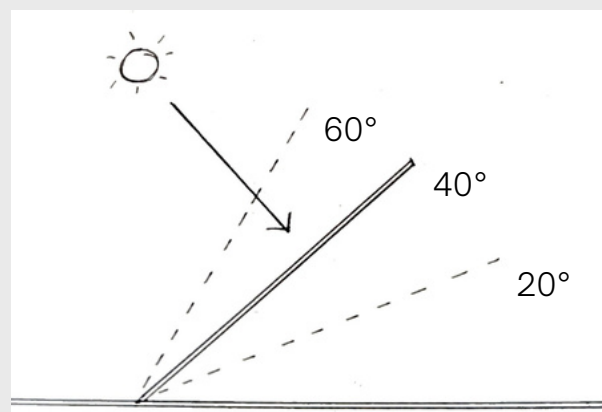
## SUUNTAUS JA SIJAINTI

Aurinkopaneelijärjestelmä kannattaa suunnata yleensä kohti etelää. Jos etelään suunnatessa paneelia varjostavat esimerkiksi puut, rakennukset tai kyseisen rakennuksen muut osat (esim. savupiippu), voidaan paneelijärjestelmä suunnata myös itään tai länteen. Energiantuotto voi jäädä tällöin kuitenkin heikommaksi. Jos varjostuksia ei kokonaan pystytä estämään, järjestelmän paneelipinta-alaa voidaan myös suurentaa, jotta se tuottaisi tarvittavan tai halutun määrän energiaa. Suuntaus ja sijainti tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti.

Aurinkopaneelien sijoittelun suunnittelussa ja varjojen tarkastelussa voi hyödyntää esimerkiksi HSY:n karttapalvelua, jossa on osoitettu katoille asennettavien aurinkopaneelien mahdolliset optimaaliset sijoittelut pääkaupunkiseudun alueella.

## KALLISTUSKULMA

Aurinkopaneelien paras teho saavutetaan, kun auringon säteily tulee paneeliin kohtisuoraan. Laitteen kallistuskulman säätäminen on myös kannattavaa, sillä Suomen olosuhteissa auringon korkeus horisontista vaihtelee eri vuodenaikoina. Rae Perälä kirjassaan *Aurinkosähköä (2017)* kertoo, että paras energiantuotto vuoden mittaan saavutetaan noin 40 asteen kaltevuuskulmassa etelään suunnatuilla aurinkopaneeleilla. Myös kaakosta lounaaseen suunnattuna 20-60 asteen kaltevuuskulmalla on mahdollista saavuttaa yli 90 % paneelin energiantuotosta.



# 05 Sähköntuotanto ja hyödyn määrä

Aurinkopaneelien kannattavuuteen vaikuttavat tuotanto-olosuhteet, sähköenergian- ja sähkönsiirtohinnat sekä rakennuksen oma sähkönkulutus. Aurinkotuotannosta saadaan paras taloudellinen hyöty, kun sillä korvataan rakennuksen omaa sähkönkulutusta mahdollisimman paljon. Tällöin aurinkopaneelit vähentävät tuotantonsa verran sähköyhtiöltä ostettavan sähkön määrää, joten säästöä syntyy sähkön energia- ja siirtomaksuissa sekä sähköveroissa.

## KÄYTTÖIKÄ

Aurinkopaneeleissa on huomioitava, että niiden tehokapasiteetti vähenee ajan kuluessa. Aurinkopaneelien tekniset vaatimukset täyttävä käyttöikä on *Korkia.fi:n* mukaan noin 25-30 vuotta, parhaimmillaan 40 vuotta.

## TUOTANNON ARVIOINNIN TYÖKALUT

Sähkön tuotannon arviointiin on olemassa useita työkaluja, ja maksuttomia tietokoneohjelmia aurinkopaneelien sähkön tuoton arviointiin tarjoaa mm. EU sekä yksityiset tahot. Esimerkiksi Hiilineutraalisuomi.fi-sivustolla on täytettävä, excel-muotoinen kuntakohteiden kannattavuuslaskuri, jonka avulla voi kattavasti arvioida aurinkopaneelien sijoittamisen kannattavuuden täyttämällä exceliin tarvittavat tiedot. Excelin löytää osoitteesta:

*[Hiilineutraalisuomi.fi/tyokalut/laskurit](https://hiilineutraalisuomi.fi/tyokalut/laskurit)*.

Kuunteiston aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuslaskuri (versio 4/2020)  
Lisenssi: CC 4.0

Huom! Voit tehdä omia laskelmia, kun olet ladannut tiedoston omalle koneellesi. Lataa laskentataulukko omaan käyttösi Excel-tiedostona kohdasta "File" -> "Download as" -> Excel. Laskentapohjassa on esimerkkinä kunnan 20 kW:n aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuslaskelmat.

Aurinkosähköjärjestelmän kannattavuuden laskemiseksi täytyä lähtötiedot punaisiin soluihin, jotka ovat välttämättömiä lähtötietoja: Tarkempien ja luotettavampien laskelmien laatimiseksi täytyä tiedot myös sinisiin soluihin:

Tiedot kuunteiston ostosähkön kustannuksista (aurinkosähköjärjestelmän vertailukustannukset):

Sähköenergian ostohinta	4,0	sentti/kWh
Energiaperusteinen sähkön siirtohint	3,0	sentti/kWh
Sähkövero ja huoltovarmuusmaksu	2,253	sentti/kWh
Ostosähkön arvonlisävero	0%	
Välitulo: aurinkosähkön vertailuhinta eli aurinkosähkön vaihtoehtokustannus	9,3	sentti/kWh
Arvio ostosähkön hinnan noususta %/v	2,0%	/vuosi

Vinkki: katso hinta sähkölämmästä

Vinkki: katso hinta sähkön siirtoasusta

Lähde: [https://www.vero.fi/yhtyeiset-ja-yhteisot/tieto-yriytysverotus/sahko\\_eraal\\_polttoaineet/sahkon\\_ja\\_eraiden\\_polttoaineiden\\_verot/](https://www.vero.fi/yhtyeiset-ja-yhteisot/tieto-yriytysverotus/sahko_eraal_polttoaineet/sahkon_ja_eraiden_polttoaineiden_verot/)

Yritykset ja kunnat 0%, kuluttajat 24%

Lähde: <https://energiavirasto.fi/sahkon-hintatilastot>; [http://www.stat.fi/t/lehi/2019/03/lehi\\_2019\\_03\\_2019-12-11\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/t/lehi/2019/03/lehi_2019_03_2019-12-11_tie_001_fi.html)

Tiedot hankittavasta aurinkosähköjärjestelmästä:

Aurinkosähköjärjestelmän koko tehona kWp	20,0	kWp
Välitulo: järjestelmän koko paneelien pinta-ala noin m <sup>2</sup>	126	neliömetriä
Aurinkosähkön vuosituotto järjestelmän sijainnin mukaan	850	kWh/kWp
Välitulo: aurinkosähköjärjestelmän vuotuotto alussa	17600	kWh
Aurinkovoimailman vuosittainen sähkötuotannon vähenemä %/v	-0,5%	%
Aurinkosähkön ylijäämän osuus % vuosituotannosta	10%	
Aurinkosähkön ylijäämän myyntihinta verkkoon sentti/kWh	2,0	sentti/kWh

Lähde: Suomen säteilykartta: Saatavissa: [http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/omaps/eu\\_omsaf\\_opt/G\\_opt\\_F1.pdf](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/omaps/eu_omsaf_opt/G_opt_F1.pdf)

Lähde: Wirth Harry: Recent Facts about Photovoltaics in Germany, 2015. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. Saatavissa: <https://www.ise.fraunhofer.de>  
Huom: Taloudellisesti kannattavan aurinkosähköjärjestelmän mitoituksessa on tärkeää, että ylijäämän osuus on mahdollisimman alhainen. Yleensä välillä 2-6 sentti/kWh riippuen sähköyhtiöstä.

Kuva 1: Kuvakaappaus täytettävästä kuntakohteiden kannattavuuslaskurista.

# 06 Aurinkopaneelityypit

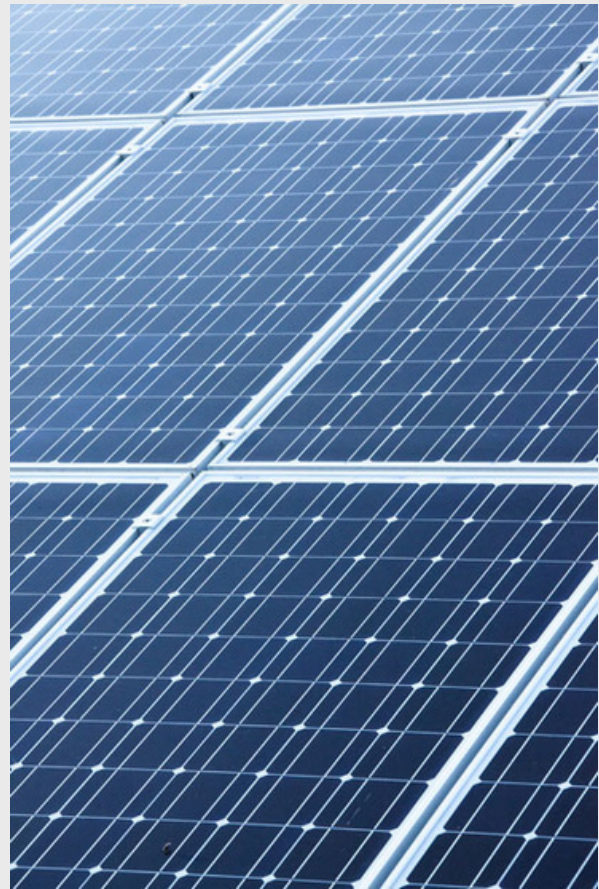
Aurinkopaneeleja on kahdenlaista tyyppiä: joko piikidekennoista valmistettuja tai ohutkalvokennoaurinkopaneeleja.

## PIIKIDEKENNOPANEELI

Aurinkokennojen yleisin tyyppi on piikidekennopaneeli. Tämä on yleisin käytetty paneelityyppi, jonka markkinaosuus on tällä hetkellä noin 90%. Piikidepaneeleja on olemassa kahdenlaista tyyppiä: yksikiteisiä monokidepaneeleja sekä monikiteisiä polykidepaneeleja.

Eroa näiden kahden kideyypin välillä on jonkin verran: yksikiteinen pii on tehokkaampi, mutta myös kalliimpi valmistaa kuin monikiteinen pii. Yksikiteiset paneelit ovat väriltään mustia ja monikiteiset sinisiä, ja yksikiteisessä aurinkopaneelissa on korkeampi hyötysuhde, kun taas monikiteinen paneeli on hieman parempi hyödyntämään hajasäteilyä.

Piikidekennopaneelit ovat tehokkain paneelityyppi, ja niitä voi käyttää monipuolisesti erilaisissa rakennusosissa, mutta niitä asennettaessa ja huollettaessa tulee noudattaa varovaisuutta, sillä jäykän rakenteen takia ne ovat hauraita.



Kuva 2: Piikidekennopaneeli.

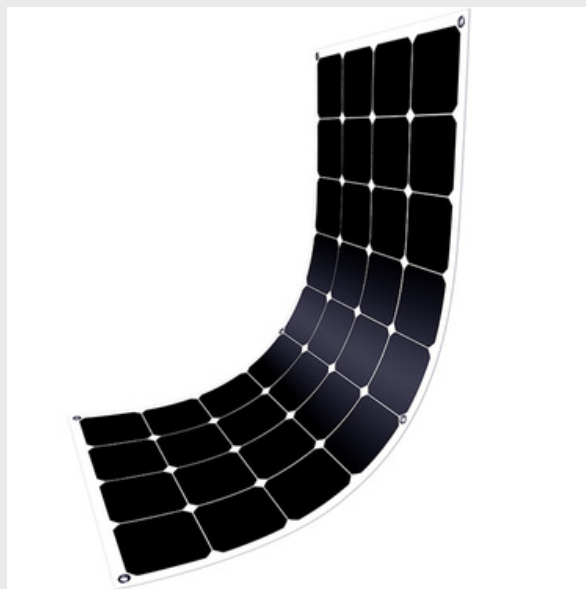
## LYHYESTI

- Tehokas
- Yleisin käytetty paneelityyppi
- Väriltään musta tai sininen
- Jäykän rakenteen takia hauras



## OHUTKALVOKENNOPANEELI

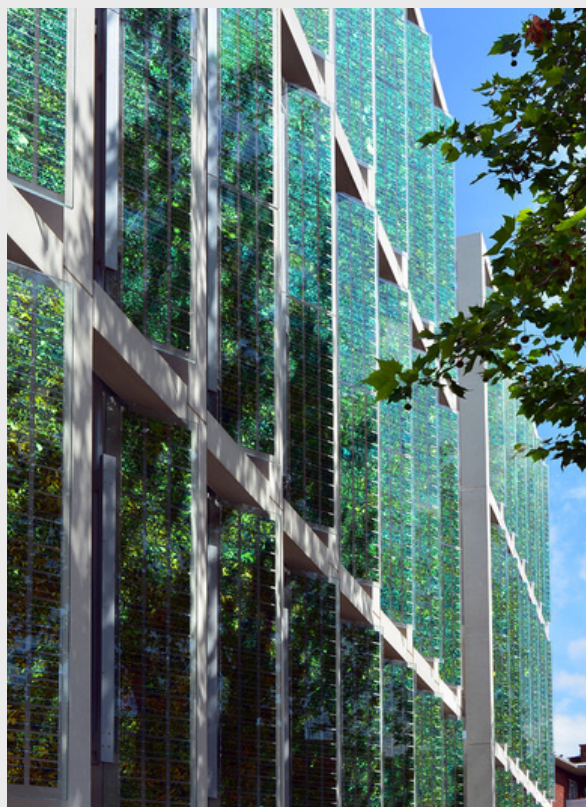
Ohutkalvotekniikka kattaa monia erilaisia alatyyppejä, joista suosituimpia ovat amorfinen pii, CdTe ja CIGS. Näiden avulla voidaan tuottaa joustavia aurinkopaneeleja, jotka ovat kestävämpiä kuljetuksen ja asennuksen aikana verrattuna kiteisestä piistä valmistettuihin paneeleihin. Ohutkalvopaneelit eivät varjossa menetä tuottoa niin paljon kuin kiteisestä piistä valmistetut paneelit, mutta eivät tuota sähköä yhtä tehokkaasti. Ohutkalvopaneeli on kevyttä ja sitä on mahdollista asentaa kalvomaisesti suoraan katon pintaan, mikäli katemateriaali sallii sen.



*Kuva 3: Ohutkalvopaneeli.*

## AURINKOKENNOLASI

Aurinkosähkölasissa eli aurinkokennolasissa hyödynnetään ohutkalvokennopaneelitekniikkaa, ja se koostuu aurinkoenergiaa keräävästä, osittain valoa läpäisevästä kennokerroksesta, joka on laminoitu kahden lasilevyn väliin. Aurinkokennolasi soveltuu erinomaisesti julkisivulasien, parveke- ja kaidelasien sekä kattojen ja katoksien lasitukseen, sillä rakennesuunnittelijan näkökulmasta aurinkokennolasi toimii samalla tavalla kuin tavallinen rakennuslasi, kunhan huomioidaan alumiiniprofiilissa kulkevat kaapelit. Lasille voidaan lisätä arkkitehtuurisia piirteitä käyttämällä eri värein värjättyä lasia, digiprintattuja tai silkkipainettuja kuvioita, erivärisiä laminointi- tai pintakalvoja - se on siis arkkitehtonisesti todella monipuolinen.



*Kuva 4: Aurinkokennolasijulkisivu.*

## LYHYESTI

- Vähemmän tehokas kuin piikidepaneeli
- Lasipaneelimuodossa ulkonäköä voi varioida monella eri tapaa
- Voi olla myös taipuisa

# 07 Ekologisuus

## KUINKA EKOLOGISIA AURINKOPANEELIT OVAT?

Vaikka aurinkopaneelit tuottavat itsessään ekologista sähköä, ne eivät ole täysin ongelmattomia. Aurinkopaneelit eivät sähköä tuottaessa aiheuta päästöjä, mutta niiden valmistuksesta, kuljetuksesta sekä kierrätyksestä aiheutuu ekologisia haittoja.

### VALMISTUS JA ELINKAARI

Aurinkopaneeleja on kahdenlaista päätyyppiä: piikidekennopaneelit sekä ohutkalvokennopaneelit. Piikidekennopaneelit ovat tehokkaampia sekä yleisempiä, mutta niiden valmistuksesta aiheutuu suurempi hiilijalanjälki verrattuna ohutkalvokennopaneelien valmistukseen. Ohutkalvokennopaneelien valmistuksessa käytetään kuitenkin erittäin myrkyllisiä kemikaaleja, jotka voivat aiheuttaa suuria vahinkoja väärin käsiteltäessä.

Aurinkosähköpaneelien elinkaari voi olla jopa 30-40 vuotta, mutta keskimäärin se on noin 25 vuotta. Käytöstä poistettujen paneelien kierrätys alkaa olla Suomessa ajankohtaista noin 15 vuoden päästä, mutta maailmanlaajuisesti se on jo kierrätysongelma. Pohjoismaiden alueella käytöstä poistettavien aurinkopaneelien kierrätyslaitos tulee sijoittumaan tulevaisuudessa todennäköisimmin Etelä-Ruotsiin tai Tanskaan.

### KIERRÄTYS

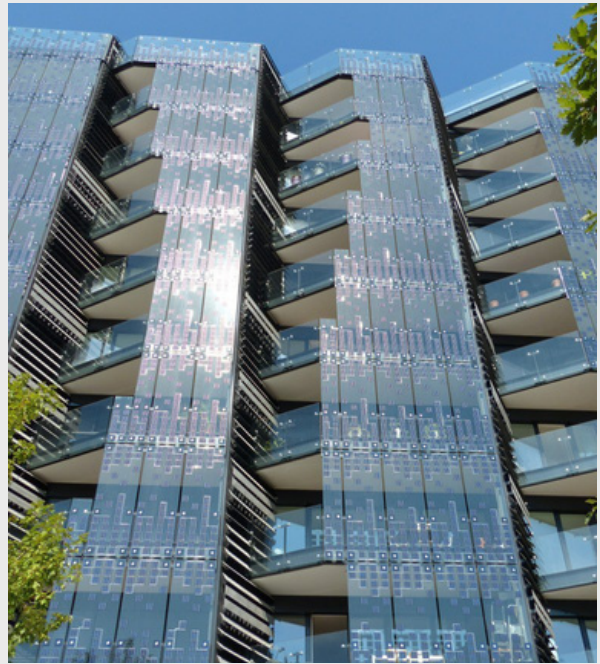
Aurinkopaneelien kierrätys on haastavaa, sillä ne sisältävät paljon eri materiaaleja ja paneelien poistaminen on tällä hetkellä halvempaa kuin niiden kierrätys. Yli 60 prosenttia aurinkopaneelin hinnasta muodostuu piistä ja hopeasta. Tällä hetkellä tutkitaan uusia tapoja vähentää hopean käyttöä tai korvata se kokonaan uusissa aurinkopaneeleissa. Tämä voisi lisätä kiinnostusta kierrättää vanhoja käytöstä poistettuja aurinkopaneeleja. Piipohjaiset ja ohutkalvopohjaiset aurinkopaneelit voidaan kierrättää käyttäen erityisiä teollisia prosesseja. Piikidekennopaneeleista erotetaan kierrätettävät materiaalit, kun taas ohutkalvopohjaiset paneelit murskataan lasimurskaksi. Aurinkopaneelien valmistajien joukkoon kuuluva kansainvälinen PV CYCLE -verkosto, joka vastaa tuottajien vastuusta, on saavuttanut jopa 96 prosentin kierrätysasteen piipohjaisissa aurinkopaneeleissa.

# 08 Aurinkopaneelit ja arkkitehtuuri

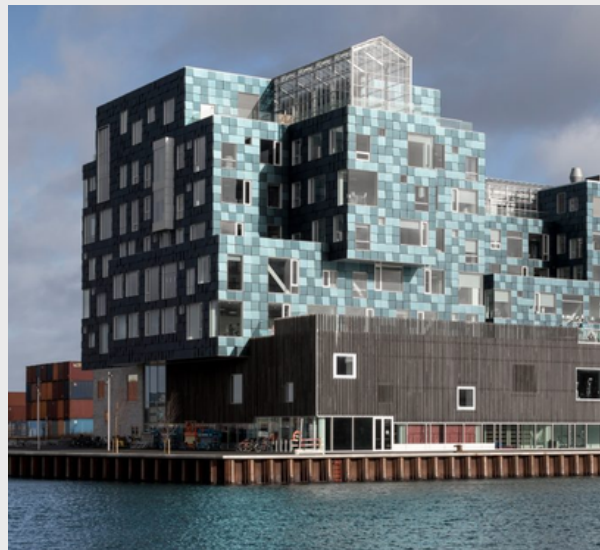
Aurinkoenergian käyttöönotto on tehokas keino vähentää olemassa olevan rakennuskannan energiankulutusta ja hiilidioksidipäästöjä, mutta jos aurinkopaneelit asennetaan huolimattomasti tai epäsopivaan paikkaan, ne voivat häiritä rakennuksen arkkitehtonista ilmettä ja vaikuttaa negatiivisesti kokonaisuuteen.

Kun aurinkopaneeleja sijoitetaan suojeltujen tai kaupunkikuvallisesti merkittävien rakennusten yhteyteen, tulee suunnittelussa olla erityisen huolellinen. Sijoittelua tulee tutkia tarkasti eri näkökulmista varmistaen, että paneelit sopivat rakennukseen ja sen arkkitehtuuriin, eivätkä häiritse tai pilaa kokonaisuutta. Paneelityyppiä ja sijoituspaikkaa suunnitellessa huomioidaan rakennuksen mittakaava ja varmistetaan, että paneelit eivät vaikuta rakenteiden kestävyteen tai myöhempään korjaamiseen.

Aurinkopaneelien sisällyttäminen osaksi rakennuksen arkkitehtuuria vaatii huolellista suunnittelua, mutta onnistuneesti rakennukseen integroituna paneelit voivat parhaimmillaan korvata pakollisia rakennusosia sekä tuoda rakennukselle lisäarvoa myös arkkitehtonisesti.



Kuva 5: Aurinkopaneelin varustettu parvekelasitus on merkittävä arkkitehtoninen elementti tässä Kengo Kuman Ranskaan suunnittelemassa rakennuksessa.



Kuva 6: Kööpenhaminassa sijaitsevan julkisen rakennuksen julkisivussa on hyödynnetty eri sävyisiä, reliefimäisiä aurinkopaneeleita.

# 09 Aurinkopaneelit eri rakennusosissa

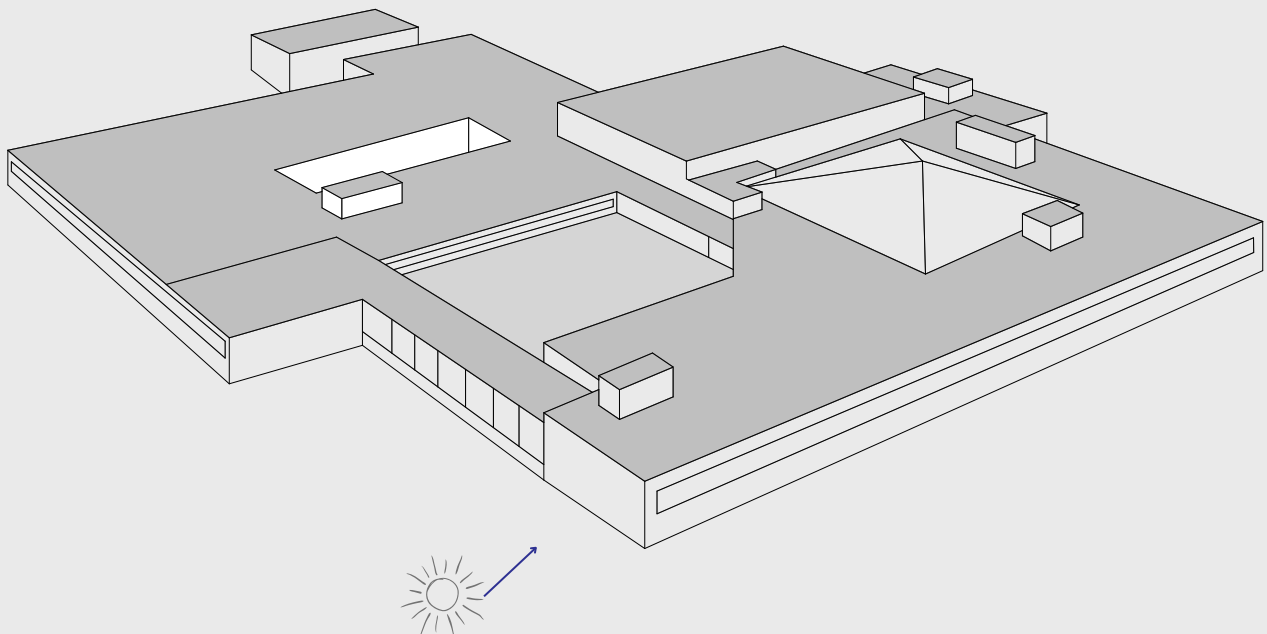
Aurinkopaneelit asennetaan usein katolle telineiden päälle. Paneelit on mahdollista sijoittaa myös muihin rakennusosiin, kuten parvekekaiteisiin, markiiseihin, katoksiin, julkisivuihin tai kaksoisjulkisivuna. Aurinkopaneelit voivat siten olla osa rakenteita sekä arkkitehtuuria. Kun paneelit asennetaan eri rakennusosiin, on kuitenkin huomioitava erilaisia asioita sijoittelun suhteen. Seuraavissa osioissa on avattu eri rakennusosien vaikutuksia paneelien sijoitteluun sekä aurinkopaneelien luonnostasoisia sijoitteluvaihtoehtoja eri rakennusosiin käyttäen esimerkkitapausta Kauniaisten Kasavuoren koulukeskusta.

Sijoittelun suunnittelussa tulee myös huomioida aurinkopaneelien yhteyteen asennettava invertteri, joka muuttaa aurinkoenergian käytettävään muotoon. Sille tulee suunnitella paikka, jossa se ei häiritse rakennuksen ulkonäköä ja pysyy suojassa.

## ESIMERKKIKOHDE - KASAVUOREN KOULUKESKUS

Aurinkopaneelien sijoittelun havainnollistamisessa on hyödynnetty olemassa olevaa koulurakennusta. Sijoittelussa on huomioitu paneelien suuntaus ja sijainti sekä arkkitehtoninen ilme, mutta sähköntuotannon tehokkuutta tai rakenteita ei ole huomioitu, ja ne toimivatkin lähinnä luonnostasoisina ehdotuksina siitä, millaisia sijoitteluratkaisut voivat olla.

*Havainnekuva kasavuoren koulukeskuksesta etelän suunnasta*





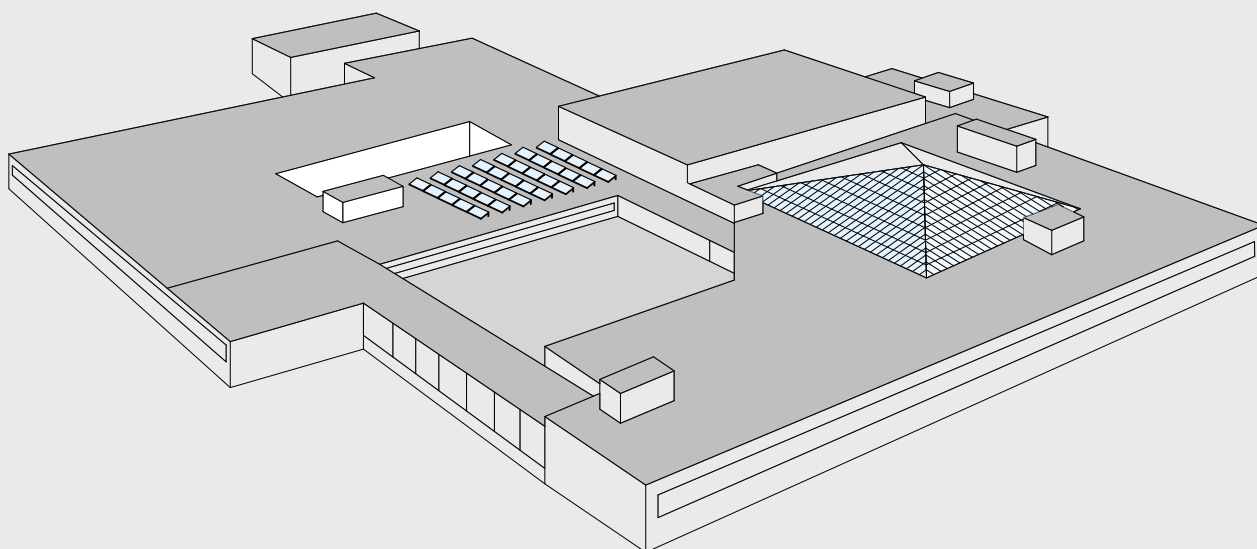
## KATTO

Katolle asennetut aurinkopaneelit hyödyntävät laajaa aluetta, joka on alttiina auringonvalolle, mikä tarkoittaa, että ne voivat tuottaa suuremman määrän energiaa kuin muut asennuspaikat. Katolla ei tapahdu juuri muuta toimintaa, jolloin se on erinomainen sijoittelupaikka paneeleille.

Aurinkopaneelien asentaminen katolle alle 15 asteen kulmiin ei ole suositeltavaa, koska tällöin paneelien pinnalle voi kertyä likaa, joka vaikuttaa niiden toimintaan. Jos kuitenkin asennus tehdään tasakatolle, aurinkopaneeleille asennetaan erilliset telineet, jolloin suuntaus ja kallistuskulma voidaan valita vapaasti, ja sitä voidaan vaihtaa auringon tulokulman muuttuessa. Aurinkopaneelit voi myös toimia osana vesikattojärjestelmää. Mikäli rakennuksen nykyisen vesikatteen käyttöikä on huomattavasti lyhyempi kuin aurinkolaitteiston odotettu käyttöikä, on suositeltavaa harkita vesikatteen ja tarvittaessa rakenteiden uusimista samalla kun aurinkolaitteisto asennetaan.

Katolle paneeleita asennettaessa tulee ottaa huomioon katon rakenteet sekä vesikatteen materiaali. Kattoasennus saattaa olla kalliimpaa kuin seinäasennus, koska se voi vaatia lisävahvistuksia ja erikoisjärjestelyjä. Kattoasennus voi myös aiheuttaa huolto-ongelmia, jos aurinkopaneelit hankaloittavat katon normaalia huoltoa, kuten puhdistusta ja korjauksia. Talvisin paneelit usein peittyvät ainakin osittain lumella, mutta tästä ei ole merkittävää haittaa, sillä paneelit tuottavat sähköä talvisin muutenkin vähän.

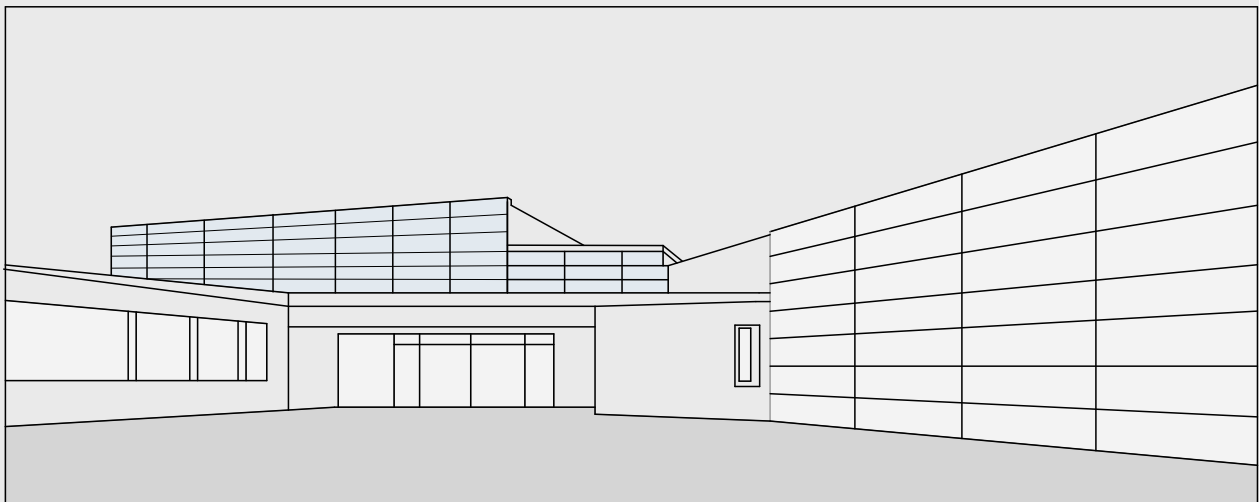
*Perinteisen kattoasennuksen lisäksi katolle voi asentaa aurinkokennolasia kattoikkunoihin tai kalteviin kattopintoihin.*



## JULKISIVUT

Seinään asennettavat aurinkopaneelit ovat hyödyllisiä, koska niiden päälle ei kerry lunta tai roskaa ja ne eivät haittaa katon huoltotoimenpiteitä. Niitä voidaan myös käyttää julkisivurakenteena, jolloin rakennukselle pakollinen rakennusosa saadaan hyötykäyttöön. Pystysuoraan asennettu paneeli ei tuota yhtä hyvin sähköä kuin optimikulmaan asennettu, mutta matalalta paistavan auringon hyödyt saadaan hyvin käytettyä pystysuoraan seinäasennukseen verrattuna vaakatasoon asennukseen. Jo olemassa olevaan julkisivuun asennettaessa tulee huomioida julkisivuverhoilun materiaali sekä kantavat rakenteet: nämä vaikuttavat siihen, minkälaista paneelia julkisivuun voi asentaa.

Seinään asennettavien aurinkopaneelien käyttöä rajoittavat ilmansuunnat, ympäröivät rakennukset ja ympäristö, sekä ulkonäölliset seikat. Koko rakennusta ei ole järkevää vuorata aurinkopaneelein, sillä pohjoisesta saatava sähköenergian tuotto on vähäistä. Paneeleita suunniteltaessa tulee huomioida ympäröivä rakennuskanta ja puusto sekä mahdolliset tulevat hankkeet, jotka voivat varjostaa julkisivua.



*Julkisivuihin asennettavia paneeleita löytyy markkinoilta monessa eri koossa ja värissä. Tässä esimerkissä paneelin koko toistaa vaakasuuntaista ikkuna-aukotusta.*

## PARVEKELASITUS JA KAITEET

Mikäli rakennuksessa on optimaaliseen suuntaan osoittavia parvekkeita, voi perinteisen lasituksen ja kaiteen korvata aurinkolasituksella, ja näin rakennuksen pakollinen osa saadaan hyötykäyttöön.

## KATOKSET JA MARKIISIT

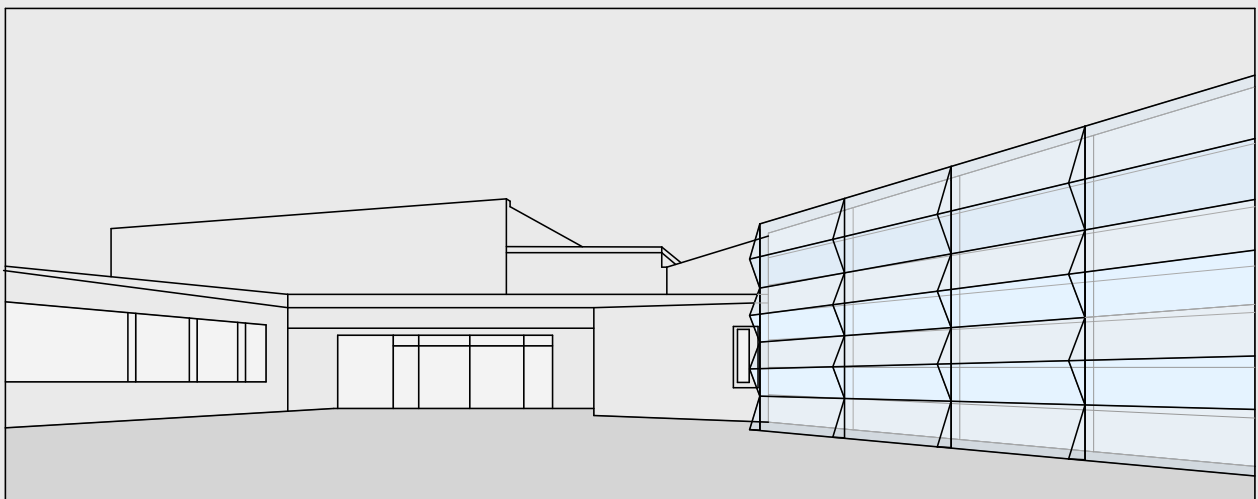
Rakennuksien yhteyteen rakennetaan usein katettua ulkotilaa, pyörä- sekä jätekatoksia. Näille syntyy paljon kattopinta-alaa, jota voi hyödyntää aurinkopaneelien sijoituspaikkana. Huomioon tulee ottaa etenkin rakennuksesta erillään olevissa katoksissa aurinkopaneelijärjestelmän invertterin asennuspaikka, joka tulee olla suunniteltu.



*Ikkunoihin on myös mahdollista asentaa aurinkopaneelillisia markiiseja: usein etenkin ikkunapinta-alaltaan suuret, etelään osoittavat tilat voivat kaivata varjostusta.*

## KAKSOISJULKISIVU

Aurinkopaneeleita on myös mahdollista hyödyntää kaksoisjulkisivussa. Kesällä kaksoisjulkisivussa olevat aurinkopaneelit luovat varjoa rakennukselle, mutta talvella kaksoisjulkisivun ilmatila toimii eristeenä. Tämä ilmatila mahdollistaa paneelien jäähdyttämisen ja siten niiden suorituskyvyn parantumisen. Kaksoisjulkisivu voi olla myös näyttävä arkkitehtoninen elementti rakennukseen.



# 10 Tiivistelmä

## → LUVAT JA MÄÄRÄYKSET

Aurinkopaneelien asennus voi vaatia toimenpidehakemuksen tai -luvan.

## → SUUNTAUS JA SIJAINTI

Paneelien suuntaus sekä sijainti vaikuttavat suuresti niiden tehokkuuteen. Optimaalinen suuntaus paneelille on kohti etelää varjottomalla alueella.

## → TULOKULMA

Optimaalinen auringon tulokulma paneeliin on kohtisuora, joten ne asennetaan usein noin 40 asteen kulmassa vaakatasoon nähden. Kallistuskulmaa on mahdollisuuksien mukaan hyvä voida säätää, sillä auringon tulokulma vaihtelee Suomessa eri vuodenaikoina.

## → TEHOKKUUDEN ARVIOINTI

Aurinkotuotannosta saadaan paras taloudellinen hyöty, kun sillä korvataan rakennuksen omaa sähkönkulutusta mahdollisimman paljon. Tehokkuutta voidaan arvioida eri laskurien avulla. Aurinkopaneelien käyttöikä vaihtelee 20-40 vuoden välillä ja niiden tehokkuus vähenee ajan kuluessa.

## → RAKENTEET

Sijoittelussa on otettava huomioon erilaiset paneelin ja rakennuksen rakenteita kuormittavat asiat, kuten lumi ja tuuli. Myös eri rakennusosien rakenteet vaikuttavat siihen, millaisen paneelin kyseiseen kohteeseen voi asentaa. Huomioon tulee ottaa rakenteiden kunto, eli onko aurinkopaneeliasennuksen yhteydessä viisasta tehdä muita korjaustöitä.

## → SOPIVAN PANEELITYYPIN VALINTA

Aurinkopaneelityypin valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa tehokkuus, hinta, saatavuus, ulkonäkö sekä rakennusosa johon se kiinnitetään, tai jolla se korvataan.

## → ASENNUKSEN JÄLKEEN: MOTIVA TIETOKORTTI

Aurinkopaneelin asennuksen jälkeen on täytettävä Motivan tietokortti. Tietokortti löytyy osoitteesta:

[https://www.motiva.fi/files/19285/Motiva\\_aurinkovoimaloiden\\_tietokortti\\_taytettava\\_mallipohja\\_v.\\_02\\_2021.pdf](https://www.motiva.fi/files/19285/Motiva_aurinkovoimaloiden_tietokortti_taytettava_mallipohja_v._02_2021.pdf)

# 11 Lähteet

**Aurinko-opas - aurinkoenergiaa rakennuksiin.** Bruno Erat, Vesa Erkkilä, Timo Löfgren, Christer Nyman, Seppo Peltola, Hannu Suokivi.  
Julkaistu, 2001. Julkaisija Kustantajat Sarmala Oy, Rakennusalan kustantajat

**Aurinkosähköä.** Rae Perälä  
Julkaistu 2017, painopaikka Tallinna Raamatükikoda

**Aurinkopaneelien käyttö julkisivumateriaalina.** Opinnäytetyö Turun YAMK, Kari Aaltonen.  
Julkaistu 12.6.2017. Julkaisija Turun ammattikorkeakoulu

**RT 103076 - Verkkoon kytketyt aurinkosähköjärjestelmät**

**Aurinkopaneelit elinkaaren lopussa - kiertotaloutta parhaimmillaan vai vuori vaarallista jätettä?** Iida Vakkuri, Korkia.fi  
Linkki artikkeliin: <https://www.korkia.fi/aurinkopaneelit-elinkaaren-lopussa-kiertotaloutta-parhaimmillaan-vai-vuori-vaarallista-jatetta/>  
Julkaistu 5.3.2020, luettu 20.3.2023

**Solar environmental impacts.** Ecowatch.com,  
<https://www.ecowatch.com/solar-environmental-impacts.html>. Kristina Zagame  
Julkaistu 29.11.2022, luettu 19.3.2023.

**Aurinkokennolasi.** Lasiposti.fi  
<https://www.lasiposti.fi/tuotteet/aurinkosahkolasi/>  
Luettu 16.2.2023

**Laskurit.** Hiilineutraalisuomi.fi  
<https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Tyokalut/Laskurit>  
Julkaistu 27.5.2021, päivitetty 16.2.2023, luettu 24.2.2023

**Usein kysyttyä aurinkopaneeleista.** Helen.fi  
<https://www.helen.fi/ajankohtaista/arjessa/aurinkoenergia/usein-kysyttya-aurinkopaneeleista>  
Julkaistu: 8.10.2022, Luettu 16.4.2023

# KUVALÄHTEET

Piirroksat ja kuvitus Julia Silvennoinen ja Tiia Viitanen, ellei toisin mainita.

Kuva 1

**Kuvakaappaus Kuntakohteiden kannattavuuslaskuri -excelistä.** Luettu 26.4.2023. <https://hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Tyokalut/Laskurit>

Kuva 2

**Vera Kratochvil / CC0.** <https://www.publicdomainpictures.net/en/view-image.php?image=10503&picture=solar-panel-background> . Luettu 20.4.2023

Kuva 3

**Nbrenpower.fi / 110 W ETFE ohutkalvo joustava aurinkopaneeli aurinkokennoilla.** Luettu 26.4.2023. <https://fi.nbrenpower.com/110w-etfe-thin-film-flexible-solar-panel-with-sunpower-cells.html>

Kuva 4

**Images George Rex / Kingsgate house 3.CC BY-SA** - credit: Images George Rex. Luettu 25.4.2023. <https://www.flickr.com/photos/rogersg/14483509275>

Kuva 5

**Sadev /Fixing of solar panels, Hikari.** Luettu 26.4.2023 <https://www.sadev.com/projects/fixing-of-solar-panels-hikari/>

Kuva 6

**Adam Mørk, Dezeen.com / Copenhagen International School for Nordhavn, Denmark, by CF Møller.** Luettu 26.4.2023. <https://www.dezeen.com/2022/09/07/ten-buildings-creative-solar-panels-roundup/>