



platform of solar energy experts

Svarbiausi aspektai renkantis integruotą į pastatą saulės elektrinę

Julija Kaladžinskaitė, Energetinis Intelektas MB

2024-05-22



Kodėl mes čia? Integruotų sprendimų problematika?

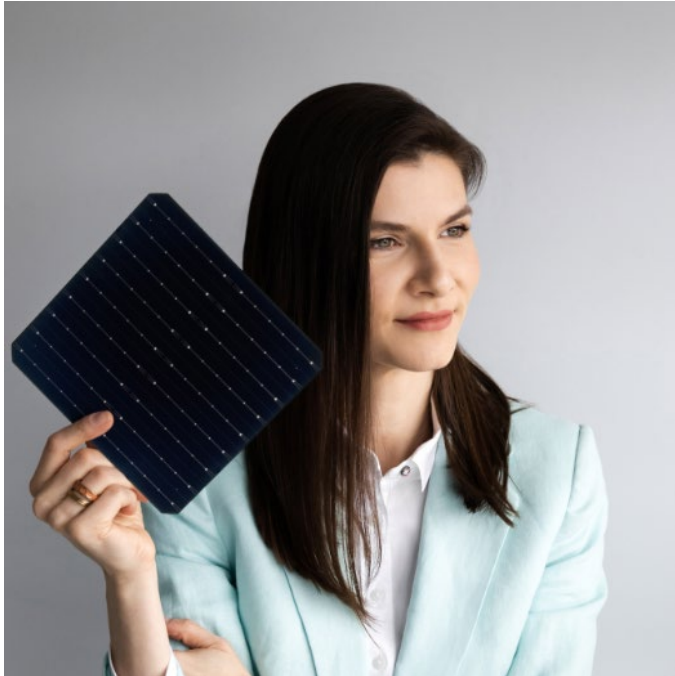
Rinkos „*driveriai*“:

-  Tvarumas privalomas
-  Pastatų sertifikavimo poreikis
-  Realus atsipirkimas
-  Pastato įvaizdis, inovacijos

Rinkos *iššūkiai*:

-  Kiekvienas projektas unikalus – brangu (?)
-  Trūksta kompetentingų žmonių
-  Standartai ir reglamentavimas
-  Efektyvumas vs. dizainas

Apie pranešėją



julija@solarexplain.eu

• +37061221992

Julija Kaladžinskaitė

Veikla:

- Solar Explain platformos įkūrėja (2022 – dabar)
- Lektorė @[TECHIN](#) Vilniaus technologijų ir inžinerijos centras (2019 m. – dabar)
- Pardavimų direktorė @SoliTek cells (2016 – 2019)
- Eksporto vadybininkė @SoliTek cells (2014 – 2016)

Papildomi pažymėjimai:

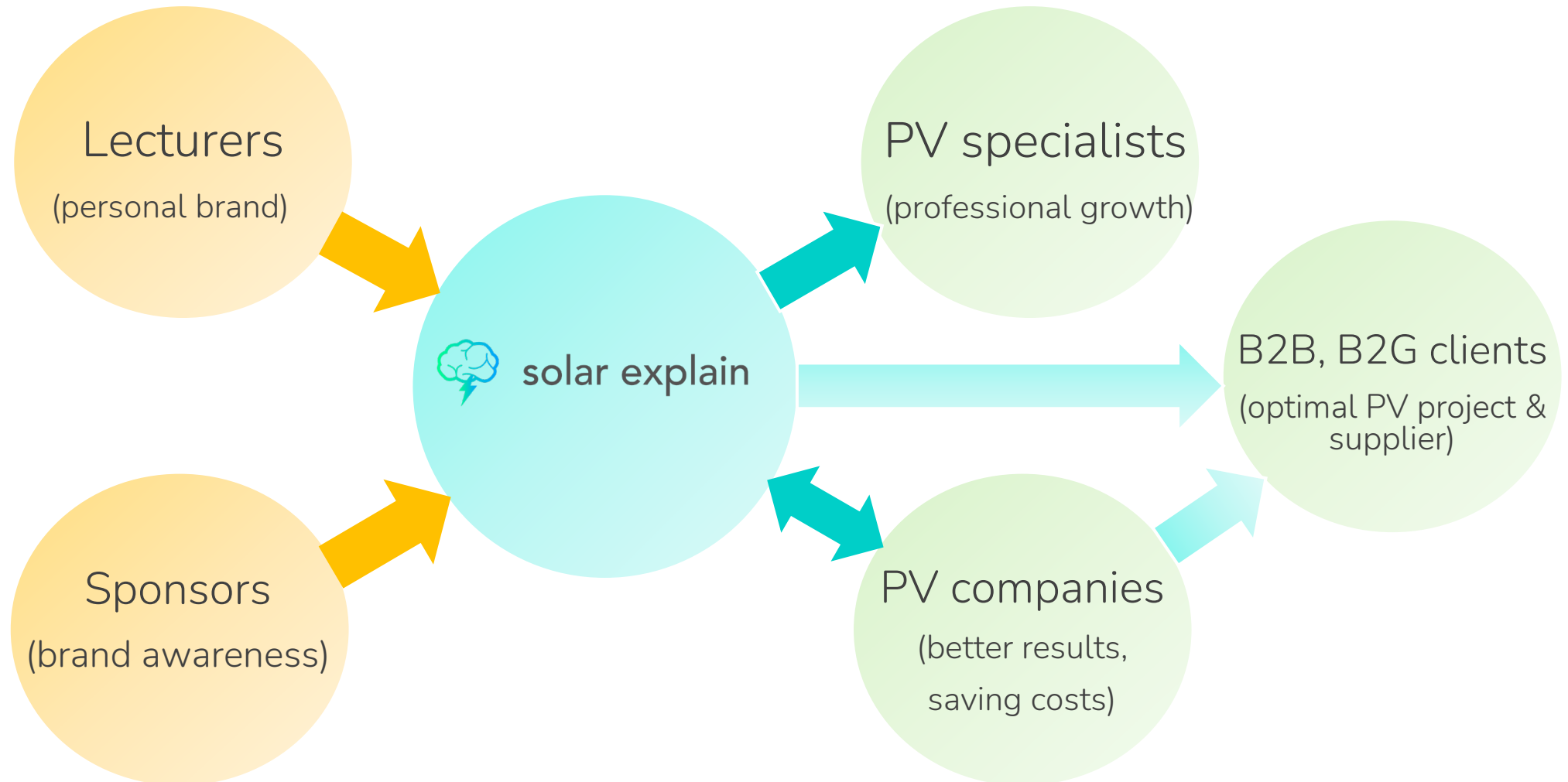
- Dalyvavimo sertifikatas @International Summer School on Organic, Perovskite and Building Integrated Photovoltaics, [Danijos technikos universitetas](#) (2020 m.)
- Tvarių projektų valdymas @[Lietuvos žaliųjų pastatų taryba](#) (2019)
- Atsinaujinančios energijos ir tvarios plėtros integravimas @ Lietuvos žaliųjų pastatų taryba (2019)
- Projektų valdymas, seminarų ciklas @[Mercuri International Lietuva](#) (2015)

Apie Solar Explain

- Tarptautiniai kursai SE profesionalams
 - Vidiniai mokymai įmonėms
 - Verslo ir viešųjų įstaigų konsultavimas ir paslaugos Lietuvoje, saulės energetikos srityje
-
- ✓ Nepriklausomi nuo rangovų ir gamintojų
 - ✓ Praktinės žinios ir įžvalgos
 - ✓ Tarptautinis ekspertų tinklas
 - ✓ Sertifikuota mokymų medžiaga



Platformos privalumai



Šio seminaro turinys

- ⚡ AR VERTA? Kaip nustatyti pastato potencialą ir galimą saulės energijos generaciją?
- ⚡ GALIMYBĖS? Kokias technologines alternatyvas turime rinkoje?
- ⚡ ATSIPIRKIMAS? Kokios grąžos (ROI) galite tikėtis Lietuvoje?
- ⚡ REIKALAVIMAI? Kokie reikalavimai ir standartai numatomi tokioms elektrinėms?
- ⚡ SĖKMĖS FAKTORIAI? Kokie veiksniai lemia sėkmingą projekto įgyvendinimą?



Kas yra į pastatą arba infrastruktūrą integruota saulės elektrinė?

BIPV – Building Integrated Photovoltaics

BAPV – Building Attached Photovoltaics

Saulės elektrinė, kurios komponentai, tokie kaip saulės moduliai, yra integruoti tiesiai į pastato konstrukcinius elementus, pavyzdžiui, stogą ar fasadą.



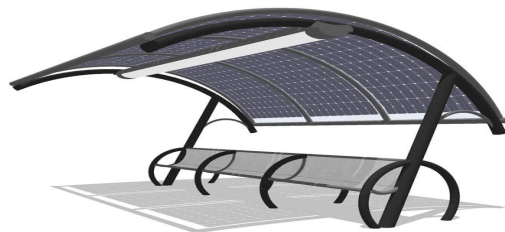
Glass façade



Stone façade



Metal façade



Integruotų Elektrinių Procesas



Projekto analizės dalis

1. Pradinė analizė ir projektavimas

Vietos analizė:

- Geografinė vietovė ir orientacija.
- Šešėlių analizė (pastatai, medžiai).

Techninė analizė:

- Sistemos dydžio nustatymas (kW), energetinis auditas.
- Modulių ir inverterių parinkimas.
- Montavimo sistema (stoginė, antžeminė, integruota į pastatą).
- Energijos saugojimo sistemos (baterijos) poreikis.

2. Finansinė analizė, investiciniai planai

Kapitalo išlaidos (CAPEX):

- Įrangos kaina (moduliai, inverteriai, montavimo sistema).
- Įrengimo darbų kaina.
- Projektavimo ir leidimų gavimo išlaidos.

Eksplotacijos ir priežiūros išlaidos (OPEX):

- Reguliari priežiūra ir valymas.
- Draudimo išlaidos.
- Sistemos atnaujinimo ir keitimo išlaidos.

3. Energijos gamybos skaičiavimai

- Naudojant saulės energijos modeliavimo programinę įrangą metinės ir mėnesinės energijos gamybos prognozės.

Energijos balansas:

- Pagamintos energijos ir suvartotos energijos santykis.

4. CO2 emisijos mažinimas:

- Skaičiavimai, kiek CO2 bus išvengta naudojant saulės energiją vietoje iškastinio kuro.

5. Leidimai ir reglamentai

- Nacionaliniai statybos bei elektros įrenginių standartai.
- Leidimų ir sertifikatų gavimas.
- Prijungimo prie tinklo sąlygos ir taisyklės.

6. Rizikos vertinimas

Techninės rizikos: Įrangos gedimai, montavimo ir eksploatacijos rizikos ir jų dažnumas

Finansinės rizikos: Kainų svyravimai rinkoje; Investicijų grąžos nepastovumas.

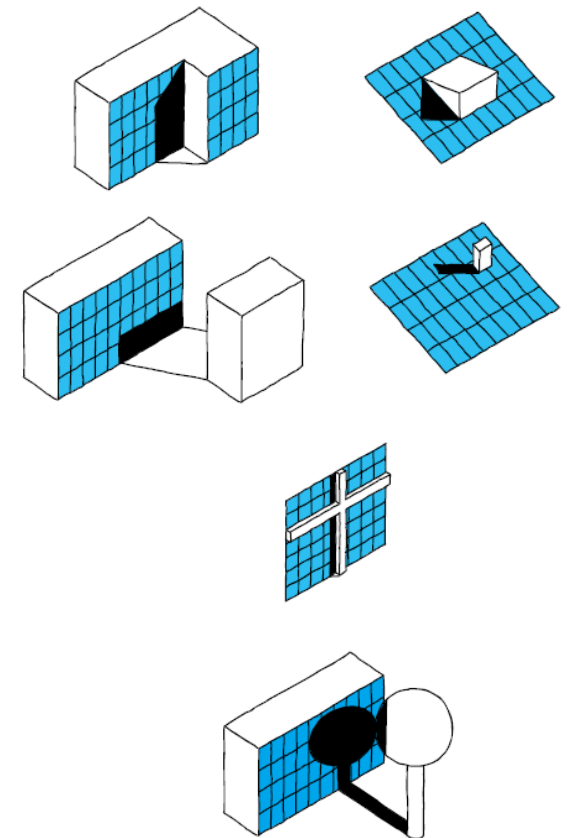
Kaip nustatyti pastato potencialą ir galimą saulės energijos generaciją?

Naudojamos profesionalios programos:

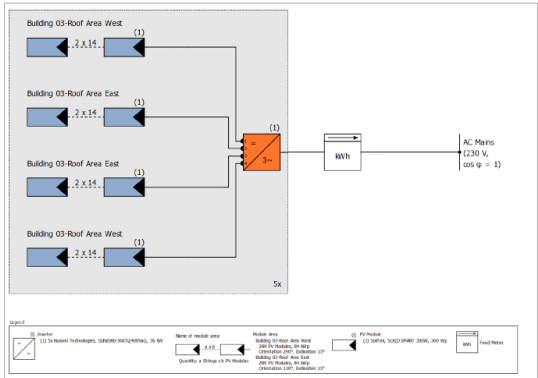
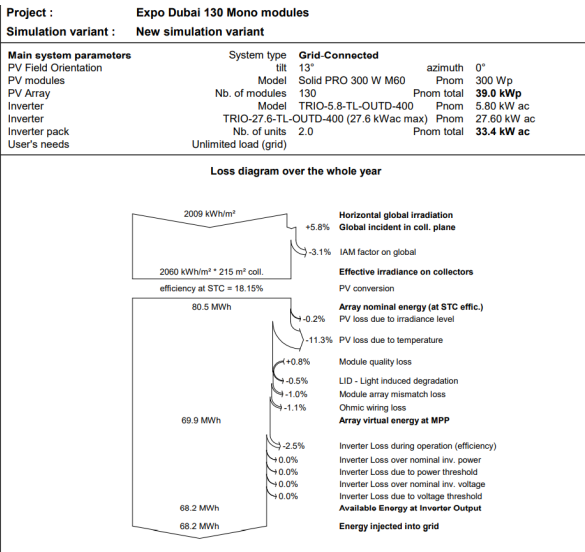
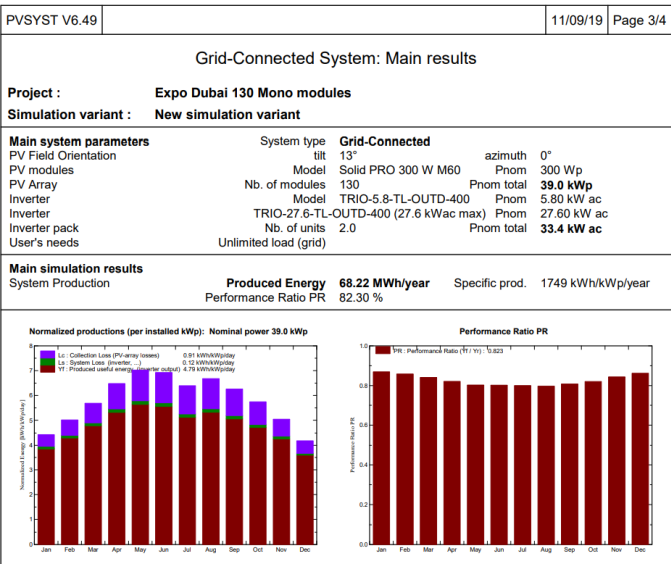
- PVSOL (nemokama versija: <https://pvsol-online.valentin-software.com/#/>)
- PVSyst (<https://www.pvsyst.com/shop-prices/>)
- BIM Solar (<https://www.bim-solar.com/?sfw=pass1716353694>)

Lietuvoje optimaliu kampu (~38 laipsn.) sugeneruojama 1000 kWh/kW/metūs

Stogo nuolydis	Vakarai								Pietūs				Rytai							
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	
0°	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	
10°	83%	84%	86%	87%	88%	89%	90%	91%	91%	91%	91%	91%	90%	89%	88%	87%	86%	84%	83%	
20°	82%	85%	87%	90%	91%	93%	94%	95%	96%	96%	96%	96%	95%	93%	91%	90%	87%	85%	82%	
30°	81%	84%	88%	91%	93%	96%	97%	98%	99%	99%	99%	98%	97%	96%	93%	91%	88%	84%	81%	
40°	79%	83%	87%	91%	93%	96%	97%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	96%	94%	91%	87%	83%	79%	
50°	76%	80%	85%	89%	91%	95%	97%	97%	98%	99%	98%	98%	97%	95%	92%	89%	85%	81%	76%	
60°	71%	76%	81%	85%	88%	91%	93%	94%	95%	96%	96%	95%	93%	91%	89%	85%	81%	77%	72%	
70°	66%	71%	76%	80%	83%	86%	88%	89%	90%	90%	90%	89%	88%	86%	83%	80%	76%	71%	66%	
80°	60%	65%	69%	73%	76%	79%	80%	81%	82%	82%	82%	81%	80%	79%	76%	73%	69%	65%	60%	
90°	53%	58%	61%	65%	68%	70%	71%	72%	72%	72%	72%	72%	71%	70%	68%	65%	62%	58%	53%	

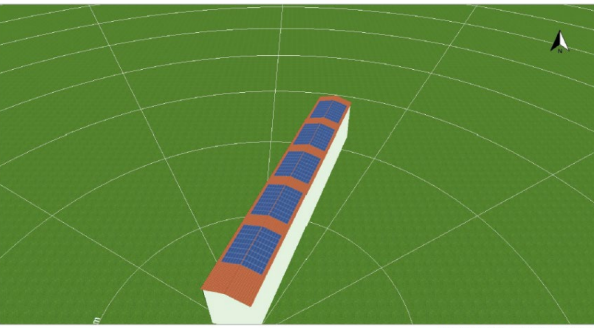


Generacijos skaičiavimas turi būti tikslus



The yield

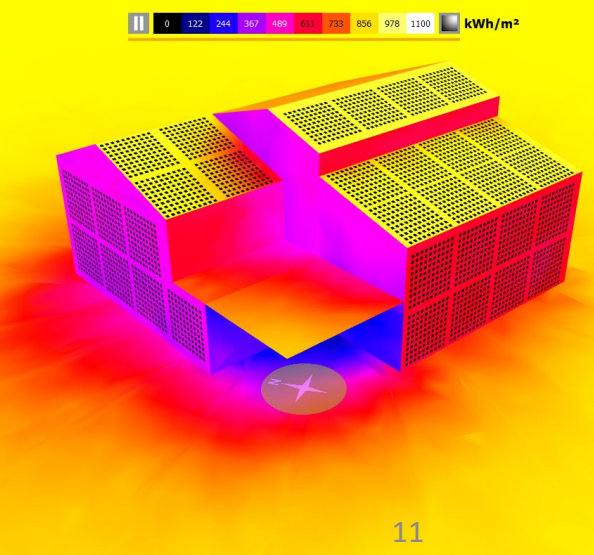
PV Generator Energy (AC grid)	139.319 kWh
Grid Feed-in	139.319 kWh
Down-regulation at Feed-in Point	0 kWh
Own Power Consumption	0.0 %
Solar Fraction	0.0 %
Spec. Annual Yield	829.28 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	83.1 %
Yield Reduction due to Shading	0.0 %/year



PV System

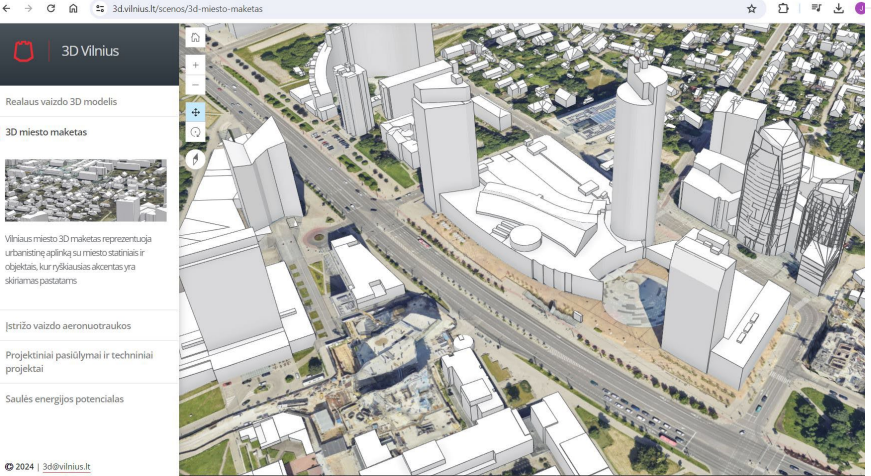
3D, Grid-connected PV System

Climate Data	KOEBENHAVN/JAEGERSB, DNK (1991 - 2010)
PV Generator Output	168 kWp
PV Generator Surface	1.082,2 m²
Number of PV Modules	560
Number of Inverters	5



Dažniausiai skaičiavimams pateikiamas 3D modelis.

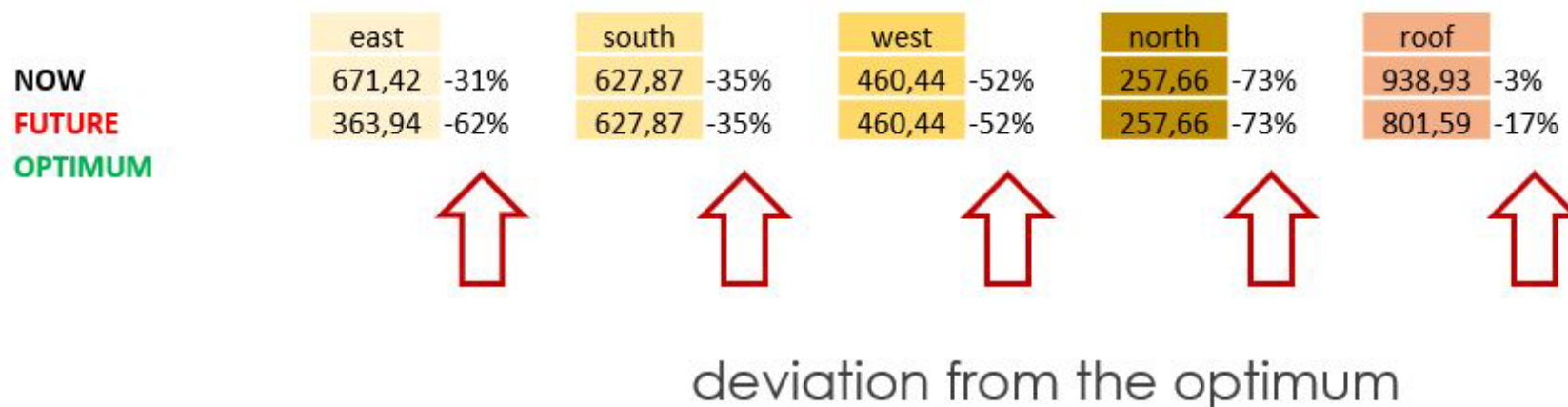
Galimą įsigyti iš 3D žemėlapius kuriančių įmonių.



Tobulo kampo saulės elektrinių nebūna

Svarbu suprasti, kad net jei saulės elektrinės kampas nėra optimalus, ji vis tiek generuos energiją.

Gaunate nemokamą fasadą, stoginę arba balkoną! Tik atsipirkimo laikas kinta.



Saulės elektrinės efektyvumo kriterijai

Investicijos

- Kuo efektyviau veikia elektrinė, tuo greičiau atsiperka investicija.

Lokacija ir Saulės Apšvita

- Daugiau šviesos = didesnė generacija
- Kuo labiau į pietus, tuo saulėčiau

Orientacija ir Kampas

- Optimali orientacija – į pietus
- Optimalus kampas Lietuvoje ~38 laipsniai

Įranga

- Efektyvūs ir galingi moduliai = daugiau elektros
- Ilgaamžiški moduliai = daugiau sugeneruota elektros
- Inverterio dydžio parinkimas

Optimizatoriai

- Naudojimas padeda sugeneruoti daugiau elektros
- Šešėliavimo žalos eliminavimas

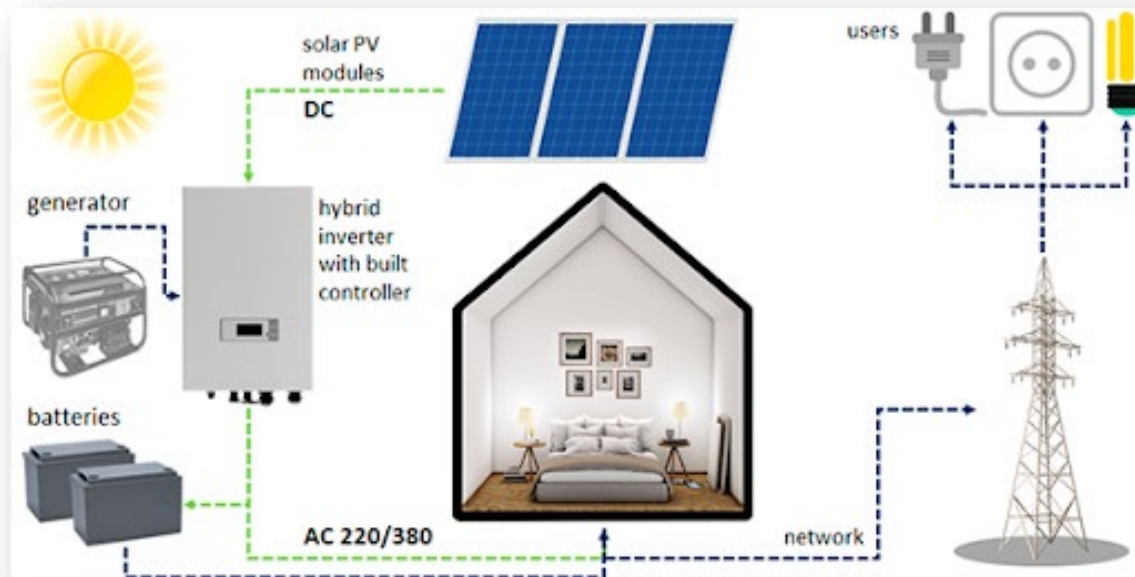
Eksploatacija

- Modulių valymas
- Eksploatacinės priežiūros sutartis



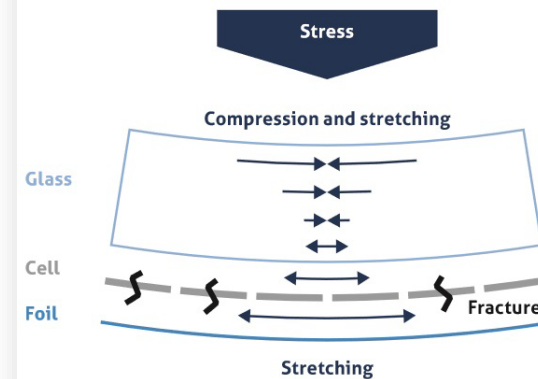
Kokias technologines alternatyvas turime rinkoje saulės elektrinės integracijai pastato konstrukciją?

Saulės elektrinės schema:



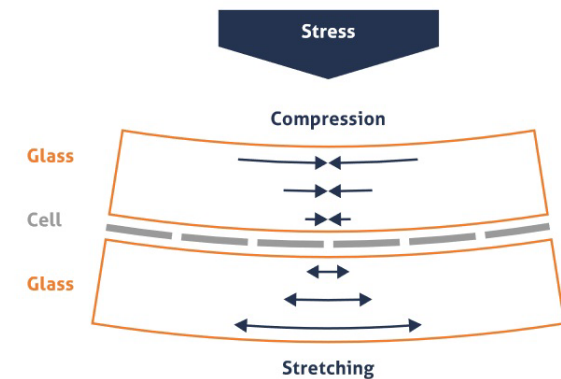
Saulės modulių sudėtis:

Glass-foil module



When glass-foil modules are stressed, cell fractures occur which permanently reduce the yield of the photovoltaic module.

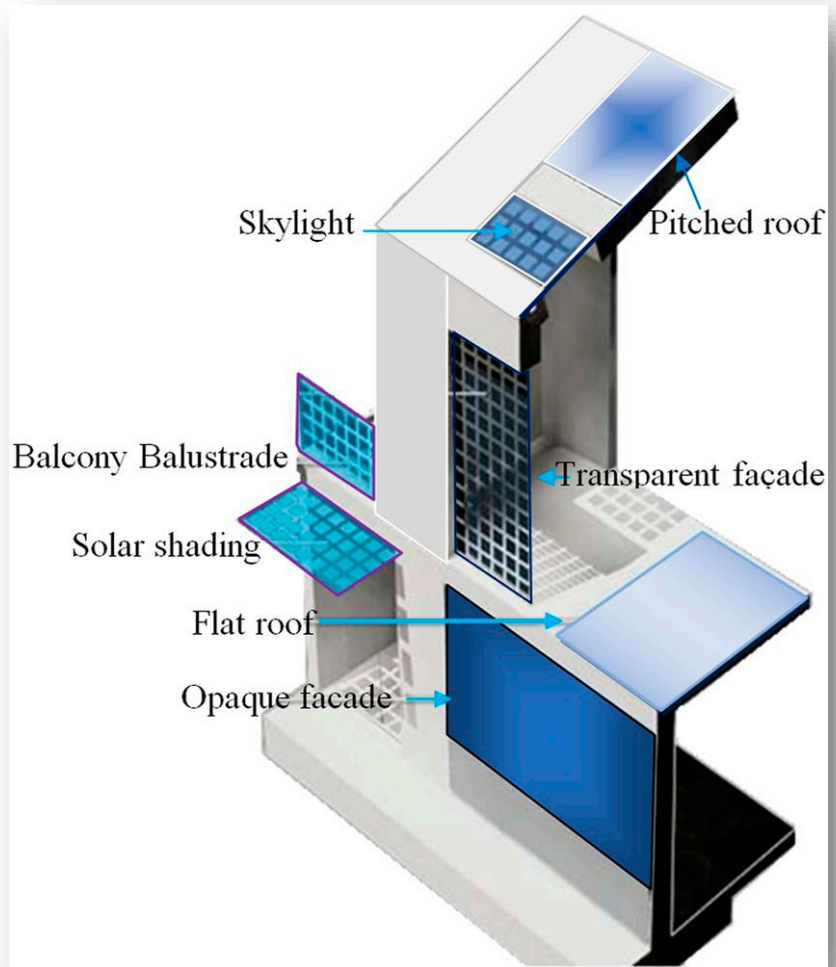
SOLARWATT Vision



With glass-glass modules the cells are only bent along the neutral axis and not stretched or compressed. This prevents cell fracture.

Integruotose saulės elektrinėse dažniausiai skiriasi tuo, kad saulės moduliai gaminami pagal užsakymą.

Kokias technologines alternatyvas turime rinkoje saulės elektrinės integracijai pastato konstrukciją?



Individualizacija

Dizainas:

- Stiklo dažymas
- Spalvotas stiklas
- Tekstūros
- Saulės elementų išdėstymas
- Visiškai juodi moduliai

Dydžiai:

- Realistiškiems projektams max: 2100x1200mm
- Teoriškai dydis: 5100x2440mm
- Stiklo storiai nuo 2+2 mm iki 10+10 mm
- Kitoks modulių apdirbimas (formos, tvirtinimo skylės, kt.)



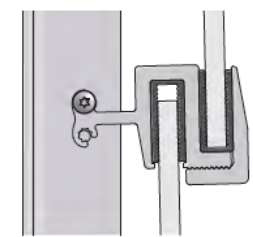
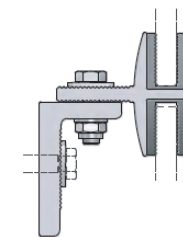
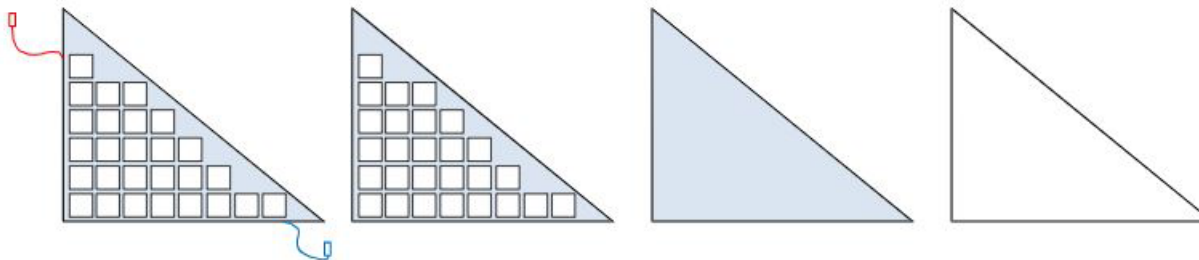
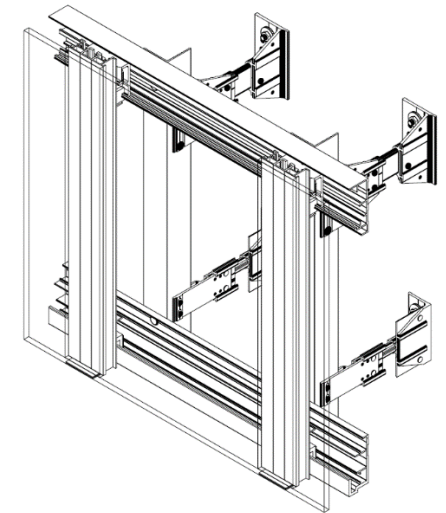
Kokias technologines alternatyvas turime rinkoje saulės elektrinės integracijai pastato konstrukciją?

Galimi saulės elementų dydžiai:



Saulės modulio variantai:

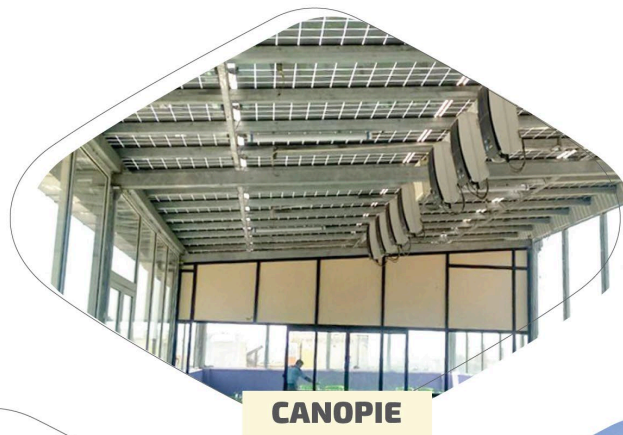
- aktyvus saulės modulis
- „dummy“ (netikras saulės modulis)
- Stiklas be saulės element
- Į stiklą panaši medžiaga



Keletas gerų, skirtingų pavyzdžių:



STANDARTIZACIJA = EFEKTYVUMAS



Kokia integruotų sprendimų ateitis: GROŽIS ar GALIA?



Kokios grąžos (ROI) galite tikėtis Lietuvoje?

Atsipirkimo laikotarpis (metais) =
Bendros investicijos į saulės elektrinę /
Metinės sutaupytos išlaidos už elektros
energiją

kur:

Bendros investicijos į saulės elektrinę
apima įrangos, montavimo ir priežiūros
išlaidas.

Metinės sutaupytos išlaidos už elektros
energiją yra metinės išlaidos už
elektros energiją, kurią gamintų saulės
elektrinė.

Atsipirkimo laikotarpis (metais) = ~4 – 5 m.
Standartinėms saulės elektrinėms

Atsipirkimo laikotarpis (metais) = ~5 – 20 m.
Integruotoms saulėms saulės elektrinėms

BET: reikia atmesti pakaitinio fasado medžiagos
kainą ir gausime tikrąjį atsipirkimą!

Būtina tinkamai įvertinti ir paskaičiuoti projekto
technologines alternatyvas, potencialą ir kt.
atsipirkimui įtaką darančius veiksnius.

Kokios grąžos (ROI) galite tikėtis Lietuvoje?

LCOE (Levelized cost of electricity) formulė – kWh kaina

- Lyginama skirtingų sistemų elektros generacijos kaina
- Dažniausiai skaičiuojamas 30 metų laikotarpis

$$\text{LCOE (EUR/kWh)} = \frac{\text{Visų išlaidų suma (EUR)}}{\text{Viso sugeneruota elektra (kWh)}}$$

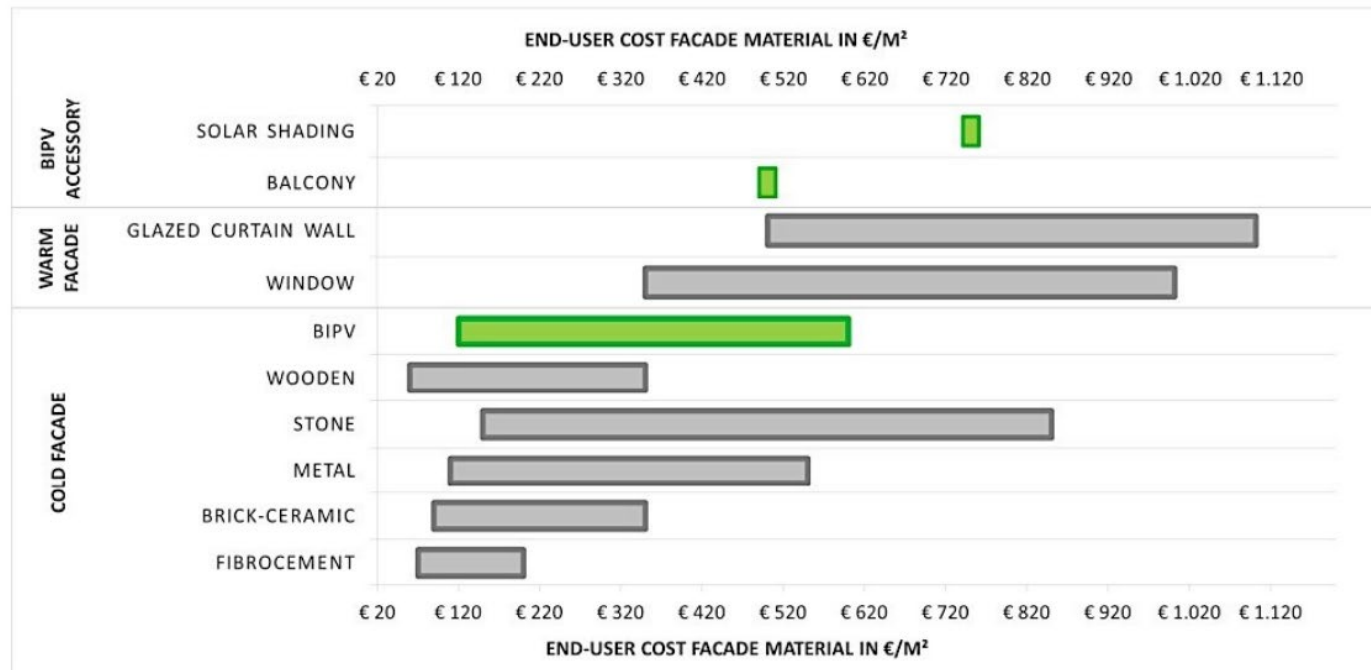
Į skaičiavimą įtraukiama:

- Elektrinės kaina, eksploatacijos išlaidos per gyvavimo laikotarpį
- Elektros generacija, įrangos efektyvumo kriterijai ir nusidėvėjimo parametrai

Saulės fotomoduliai		1 variantas	2 variantas
Tvirtinimo sistema		Ant stogo	
Įrengtoji galia, kW	kW	80	80
Santykinė pirmųjų metų elektros energijos gamyba	kWh/kWp/metus	890	880
Skaičiuojamas sistemos gyvavimo laikotarpis	Metai	30	20
Saulės fotomodulių degradacija	%	0,40	0,40
Santykiniai saulės elektrinės įrengimo kaštai	€/kWp	675	586
Saulės elektrinės įrengimo kaštai	€	53 963	46 897
Elektros energijos kaina	€/kWh	0,13	0,13
Elektros energijos kainos augimas	%	3,0%	
Diskonto norma	%	2,5%	
Santykiniai eksploataciniai kaštai + pasaugojimo mokestis (31,68 eur/kW/m)	€/kW/m	39,68	40,68
Pirmųjų metų elektros energijos gamyba	GWh	0,07	0,07
Elektros energijos gamyba per projekto laikotarpį	GWh	2,02	1,36
Vienų metų eksploataciniai kaštai	€	3 174	3 254
Eksploataciniai kaštai per projekto laikotarpį	€	95 232	65 088
Pirmųjų metų sutaupymai arba pajamos iš elektros energijos gamybos	€	9 256	9 152
Sutaupymai arba pajamos iš elektros energijos gamybos per projekto laikotarpį	€	316 878	170 779
Atsigrąžimo terminas (RoT)	Metai	7,81	7,06
Pagaminamos elektros energijos kaina (LCOE)	€/kWh	0,074	0,083
Darbinė grynoji projekto vertė (NPV)	€	153 903	82 409
IRR (Investment return rate)	%	14,3%	14,6%

Integruotų saulės modulių kainos lygis

- Dažniausiai projekto dydis nuo $>200 \text{ m}^2$
- Nestandartinio modulio kaina dažniausiai nuo: 350 EUR/m²
- Integruotas sprendimas $\neq$ nestandartinis modulis!
- Projekto dalyviai: architektas, investuotojas, konstruktorius, rangovas, gamintojai (fasado, modulių ir konstrukcijų), instaliuotojas



Kokie reikalavimai ir standartai numatomi saulės elektrinėms?

Svarbu laikytis vietinėje rinkoje taikomų taisyklių elektrinių įrengimui ir technologijų sertifikavimui.

Pvz., pagrindiniai sertifikatai įrangai:

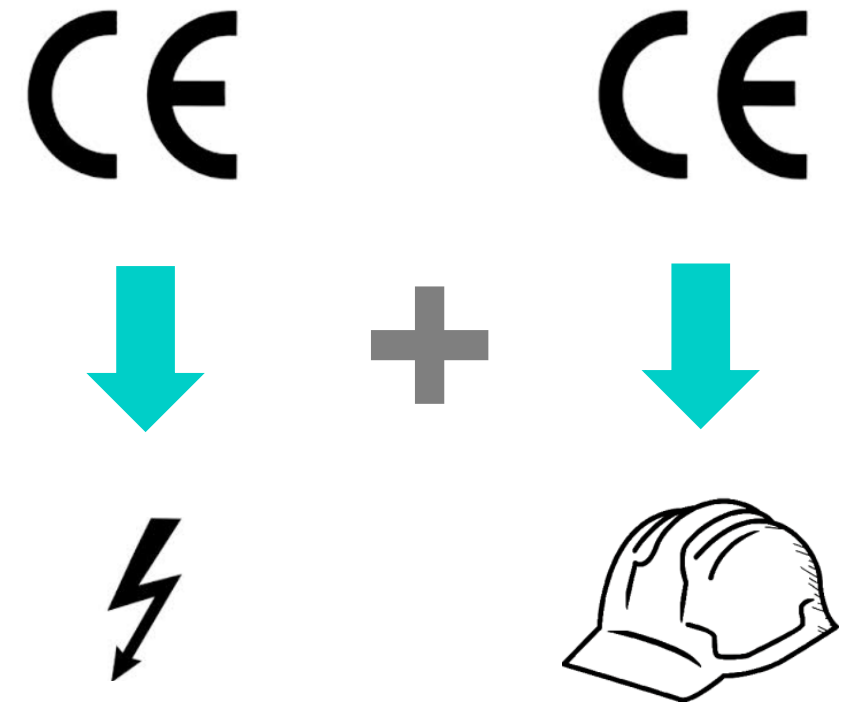
Saulės moduliams: IEC EN 61215; IEC EN 61730-1/2; CE

Inverteriams: EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116

Konstrukcijoms: MCS 010, MCS 012, EN 1090-2/3

Gaisringumo klasė – priklauso nuo pastato klasės.

Papildomų sertifikatų poreikis priklauso nuo šalies reikalavimų ir projekto vystytojų reikalavimų.



Modulių gamintojo pavyzdys:



Solitek

Meeting the Highest Possible

STANDARDS

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt

1/4 in the world.
Certification authorizing the use of our solar modules for overhead solutions

CERTIFIED cradle to cradle GOLD

1st and only in the world.
„A Golden Palm“ of sustainability, social responsibility, and environmental protection.

SundaHus

1st and only in the world.
A Class Rating of transparency in sustainable production.

And 70+ other international certificates



Kam jiems to reikia?

Ideal for Construction Projects

Earn additional points by selecting Cradle to Cradle (C2C) GOLD-certified modules for:



LEED



BREEAM



WELL Building
Standard



Rabobank

Rabobank*
(Netherlands)

*Offers loan discounts for C2C purchases
Reference: <https://c2ccertified.org/the-standard/recognitions>



Saulės elektrinės saugumas

2023 metais Edinburgo universiteto tyrimo duomenimis, 1000 MW ant stogų integruotų elektrinių sukelia virš 25 gaisrų per metus.

Įvertinus daugiau nei 60 000 elektrinių nustatyta, kad 62% jų turi esminių saugos pažeidimų, kurie kelia gaisrinę riziką.

Gaisrinė sauga produktams:

Moduliai ir konstrukcijos turi atitikti gaisrinės saugos reikalavimus.

BIPV sprendimams – reikia testuoti (deginti) pavyzdinį fasado elementą.

BAPV – nereikia, nes traktuojama kaip ant pastato esantis įrenginys.

Teisingas montavimas ir pajungimas

Dažniausi gedimai: įžeminimas (jo nebuvimas), modulių pažeidimai, netinkamos jungtys, karštieji taškai, kabelių pažeidimai, vanduo, ir kt.

Kibernetinis saugumas:

Saugūs inverteriai, kt. programinė įranga, pvz. baterijų sprendimuose
European Cyber Resilience Act (CRA), įsigalioja nuo 2027



Kokie veiksniai lemia sėkmingą projekto įgyvendinimą?

-  Investuotojas siekia tvarumo ir energetinio efektyvumo
-  Aiškus elektrinės tikslas
-  Architektas atviras ir imlus technologijoms bei inovacijoms
-  Geras projekto vadovas, priskirtas kuruoti integruotos elektrinės projektą
-  Glaudus bendradarbiavimas (architektas, konstrukcijų tiekėjas, vystytojas...)
-  Kompetencijos saulės energetikos, konstrukcijų ir vietinio reglamento srityse
-  Teisingai pasirinkti rangovai, užtikrinantys kokybę ir komunikaciją

Keletas patarimų:

NT vystytojams:

- Investuokite į savo žmonių žinias.
- Tvarumas ir energetinis efektyvumas – privalomas. Kurkite konkureninį pranašumą.

Saulės energetikos profesionalams:

- BIPV yra rinkos niša, kurioje rasite didesnę pelno maržą dėl projekcinio verslo prigimtį

Institucijoms:

- Darykite edukacinius renginius, skirtus dalintis klaidomis, o ne sėkme!
- Perimikite užsienio praktikas. Kam išradinėti dviratį?
- Būkite atviri pasiūlymams, veikite kaip rinkos koordinatoriai.

Galutiniams klientams:

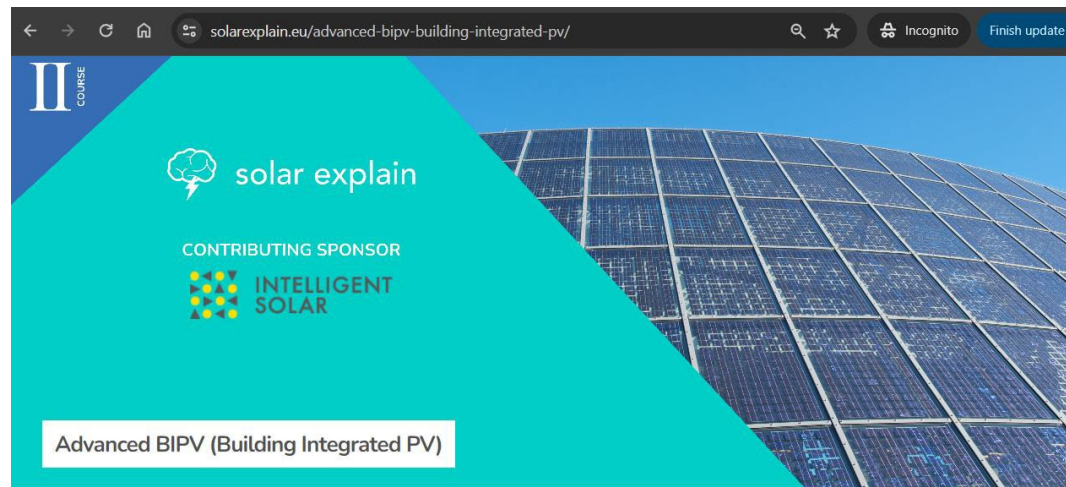
- Investuokite laiko, kad galėtumėte priimti informuotus sprendimus.
- Investuokite į ekspertų pagalbą ir sutaupykite projekto mastu.



Norite išsamios darbo grupės?

Prisijunkite prie mūsų organizuojamo tarptautinio BIPV seminaro!
Webinaro dalyviams nuolaidos kodas: **JULIA5**

<https://solarexplain.eu/advanced-bipv-building-integrated-pv/>



Course description

This course is designed for those looking to deepen their understanding of BIPV systems and leverage this knowledge in the real estate market to create sustainable and energy-efficient properties.

It's designed to provide both theoretical knowledge and practical insights, preparing participants to make informed decisions and implement BIPV solutions in their projects effectively.

Course level:	Advanced
Course price:	359 EUR
Duration:	13:00 - 18:00 CET
Total participants:	6-10 people

[REGISTER TO WAITING LIST](#)



"The course covered a wide range of BIPV project topics comprehensively and in depth, bringing real-life cases from an expert with extensive technical and practical experience. It's very rare to find such clear and practical information in one place. I'm confident that the knowledge gained will elevate the quality of my projects, as well as the lectures and courses I deliver. An outstanding event."



Clarissa Debiazi Zomer

Director of Architectural Projects @ Garantia Solar BIPV
Director of BIPV @ Associação Brasileira de Geração Distribuída
Founding Architect @ Arquitetando Energia Solar

TRAINING COURSE ADVANCED BUILDING INTEGRATED PV



Ačiū! Prisijunkite prie mūsų. Diskutuokime!



TRAINING



CONSULTING



NETWORKING

