



VODIČ ZA  
BODOČE INŽENIRJE

Kako razumeti  
fotovoltaične sisteme

**KI DELUJEJO  
DESETLETJA**





# Ko pogledate fotovoltaični modul, vidite moč.

Mi vidimo 30 let odgovornosti.

---

## **PV modul ni blago.**

Je laminiran, električno aktiven, mehansko obremenjen, toplotno izpostavljen sistem, zasnovan za delovanje v:

- UV-sevanju
- ciklih vlage
- snežnih obremenitvah
- torziji vetra
- toplotnem raztezanju
- mikromehanski utrujenosti

**Pri podjetju BISOL se inženiring začne  
tam, kjer se trženje konča.**

# Izhodna moč ni številka.

Je posledica arhitekture.

---

## Kaj določa zmogljivost?

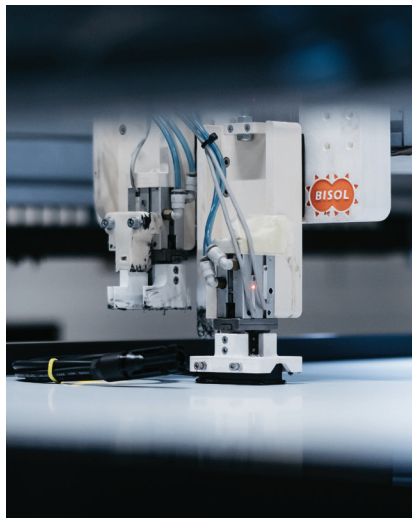
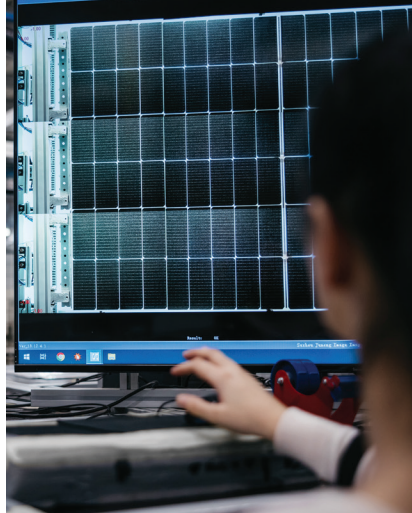
- Tehnologija celic (TOPCon v primerjavi s PERC)
- Format celic (optimizacija geometrije G12R)
- Kakovost pasivizacije
- Natančnost metalizacije
- Temperaturni koeficient
- Obnašanje pri šibki svetlobi

## Zakaj TOPCon?

Arhitektura kontaktov s pasivizacijo s tunelskim oksidom izboljša:

- selektivnost nosilcev
- zmanjšanje rekombinacije
- dolgoročno stabilnost
- dvostransko učinkovitost

**Cilj je povečanje zmogljivosti in predvidljiva degradacija.**



# Modul odpove zaradi materialov, ne zaradi sončne svetlobe.

---

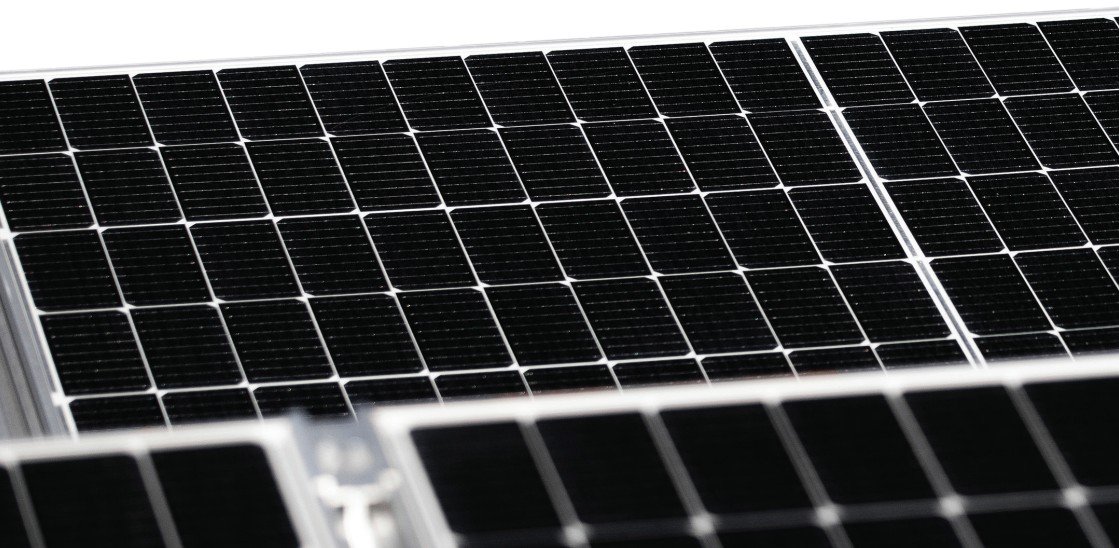
## Kritične komponente:

- Enkapsulacija (kemijska stabilnost EVA / POE)
- Debelina in kaljenje stekla
- Trajnost zadnje plasti ali konfiguracija steklo-steklo
- Mehanska togost okvirja
- Celovitost tesnjenja priključnice

## Mehanizmi odpovedi, ki jih morajo inženirji razumeti:

- PID (potencialno inducirana degradacija)
- LID / LeTID
- Hidroliza
- Delaminacija
- Širjenje mikrorazpok
- Vdor vlage

**Načrtovanje za 30 let pomeni inženiring proti fiziki ne pa njenega ignoriranja.**





# Moduli so konstrukcijski elementi.

---

## Prenesejo:

- 40 mm udar toče pri ~99 km/h
- Snežne obremenitve do 11.000 Pa
- Dvig vetra do 2.400 Pa
- Termične cikle (od -40 °C do +85 °C)
- Vlažno vročino (85 °C / 85 % relativne vlažnosti)

Laboratorijski testi so minimalni pragovi. Industrijska disciplina pomeni preseganje skladnosti.

## Inženirsko vprašanje:

Kako ponavljajoči se termo-mehanski cikli vplivajo na širjenje mikrorazpok skozi desetletja?

Tu se odloča o dolgoročnem izkoristku.



# Proizvodnja opredeljuje zanesljivost.

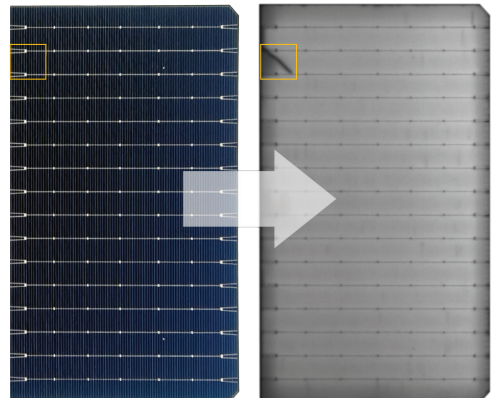
---

## Pri podjetju BISOL proizvodnja vključuje:

- Avtomatizirano nizanje
- Nadzorovane cikle laminiranja
- Linijski pregled  
elektroluminiscence (EL)
- Preverjanje IV krivulje
- Sledljivo serializacijo

## EL slikanje razkriva:

- mikro zlome
- hladne spoje
- neaktivna območja
- neusklajenost celic



# Modul je le ena plast delovanja.

---

## Pravo inženirstvo vključuje:

- Optimizacijo zasnove sistema
- Modeliranje konfiguracije nizov
- Združljivost razsmernikov
- Modeliranje degradacije
- Simulacijo izkoristka pod vplivom podnebnih sprememb



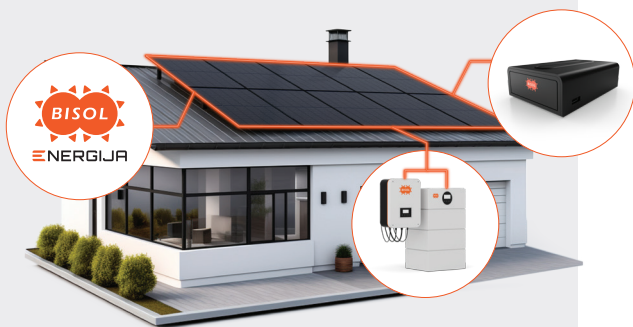
## BISOL 360

je sistem upravljanja elektrarne in pametne porabe s pomočjo baterijskih hranilnikov in dinamičnih cen.

---

Z BISOL360 analiziramo:

- delovanje
- odkrivanje anomalij
- dolgoročne trende proizvodnje
- optimizacijo LCOE



**Naj pametna energija dela za vas.**

# Sončna energija ni več nova tehnologija. Je infrastruktura.

## Ukvarjamo se z:

- Modeliranjem degradacije
- Znanostjo o materialih
- Avtomatizacijo proizvodnje
- Analitiko podatkov
- Integracijo močnostne elektronike
- Optimizacijo velikih elektrarn

## Če vas zanima:

- fizika namesto sloganov
- sistemi namesto komponent
- desetletja namesto kvartalov...

**...potem se pridružite inženirski smeri BISOL.**



**ZGRADIMO SKUPAJ,  
KAR BO DELOVALO  
ŠE ČEZ 30 LET.**



**BISOL Group, d.o.o.**

🏠 Latkova vas 59a  
SI-3312 Prebold  
Slovenia

☎ +386 (0)3 703 22 50  
✉ info@bisol.com  
🌐 www.bisol.si