



PREGLEDI SONČNIH ELEKTRARN Z DRONI

Sodoben, učinkovit in varen pristop k nadzoru ter vzdrževanju fotonapetostnih sistemov z napredno tehnologijo brezpilotnih letalnikov.

Milan Klemenc

Lokalna energetska agentura Spodnje Podravje



OBVEZNI TERMORIZIJSKI PREGLEDI?

Sončne elektrarne so postale ključni del energetske infrastrukture Slovenije.

Z naraščajočim številom namestitev na javnih in zasebnih objektih se povečuje tudi potreba po sistematičnem in profesionalnem nadzoru njihovega stanja.

Termovizijski pregledi z droni predstavljajo najnaprednejšo metodo za odkrivanje skritih napak in potencialnih nevarnosti, ki lahko ogrozijo varnost ljudi, premoženja in dolgotrajnost investicij.





POMEN VARNOSTI IN PREGLEDOV

Sistemski pristop k zaščiti javne varnosti in investicij



Sončne elektrarne predstavljajo **dolgoročno investicijo v trajnostno energijo** in energetske neodvisnost.

Njihovo pravilno delovanje in varnost sta ključnega pomena za tri temeljne stebre:

Varnost ljudi in premoženja

Zaščita življenj in preprečevanje
požarov ter drugih nesreč

Varnost investicije

Preprečevanje večjih okvar in
finančnih izgub

Zaščita javnih objektov

Poudarek na zaščiti šol, vrtcev in
zdravstvenih domov in javnih
stavb s solarnimi paneli

Pregledi z droni omogočajo hitro, natančno in varno preverjanje stanja modulov in instalacij brez fizičnega posega, zapiranja objektov ali prekinitve obratovanja elektrarne.



PREDNOSTI IZVAJANJA PREGLEDOV Z DRONI?



Varnost izvajalcev

Brezpilotni letalniki omogočajo pregled elektrarn brez nevarnosti za ljudi. Odpravijo potrebo po vzpenjanju na strehe, delo na višini in izpostavljenost visokim električnim napetostim.



Natančnost termovizije

Profesionalne termovizijske kamere odkrijejo tudi najmanjše temperaturne anomalije do 0,1°C. Zaznajo okvare, ki so s prostim očesom popolnoma nevidne in nedostopne.



Učinkovitost in hitrost

Pregled obsežne sončne elektrarne traja le nekaj ur namesto več dni. Rezultati so takoj dostopni za analizo, dokumentacijo in takojšnje ukrepanje.



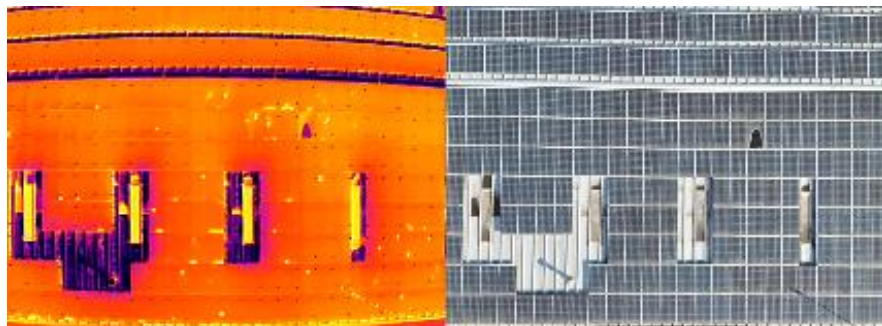
Ekonomska upravičenost

Zgodnje odkrivanje težav preprečuje drage popravile in dolgotrajne izpade proizvodnje energije. Naložba v redne preglede se hitro povrne z večjo učinkovitostjo.

UPORABA NAPREDNE TEHNOLOGIJE

Termovizijski pregledi z droni zagotavljajo izjemno natančnost pri zgodnjem odkrivanju širokega spektra anomalij na sončnih elektrarnah, kar preprečuje drage okvare in zagotavlja optimalno delovanje.

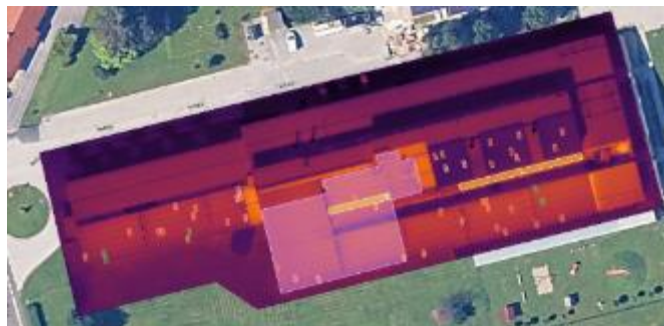
Ključne zmožnosti detekcije z droni



Detekcija vročih točk

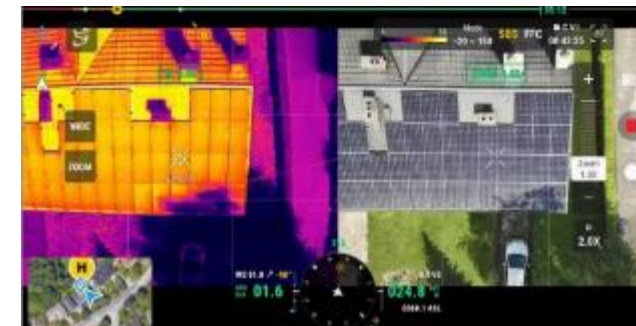
Zgodnje prepoznavanje pregrevanj celic in modulov, ki lahko vodijo do požara ali zmanjšanja učinkovitosti.

Termovizija jasno prikaže toplotne anomalije.



Odkrivanje poškodovanih celic

Identifikacija posameznih poškodovanih ali neučinkovitih celic in modulov, ki zmanjšujejo skupno proizvodnjo električne energije sistema.



Identifikacija slabih spojev

Lociranje slabih električnih povezav in korodiranih stikov, ki povečujejo električni upor in s tem tveganje za pregrevanje in okvare.

ENERGETSKE SKUPNOSTI

Prebivalci v središču energetskega prehoda

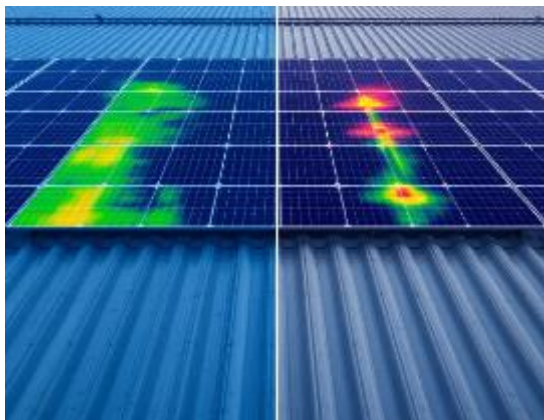
Celje, 26. 11. 2025



Celje

focus

Borzen



Primerjava: Normalno vs. Problematično

Z napredno analizo lahko hitro identificiramo in primerjamo delovanje posameznih panelov ter določimo obseg morebitne škode ali neučinkovitosti.



Vizualizacija temperaturnih razlik

Analiza termovizijskih posnetkov omogoča podroben vpogled v temperaturno porazdelitev po celotni površini sončne elektrarne. To nam omogoča hitro ugotavljanje nepravilnosti in njihovo sanacijo.

Okoljski dejavniki, ki zmanjšujejo učinkovitost

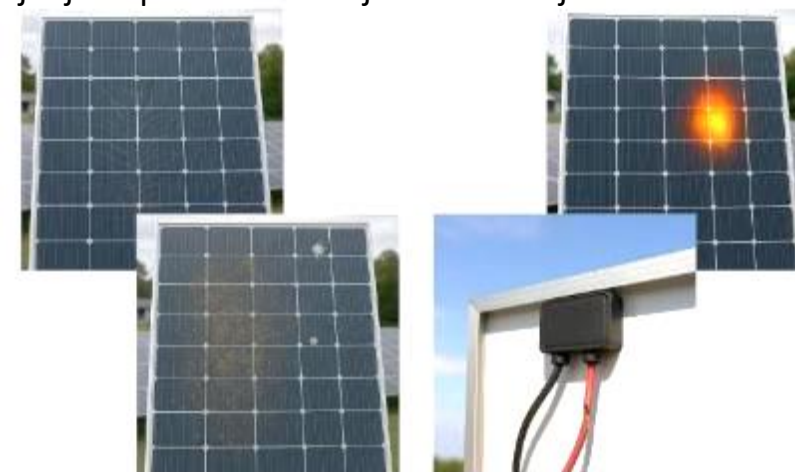
Močan veter in neurje

Vpliv nečistoč na proizvodnjo

Sneg in toča

Glodalci in pregrevanje

Neposredni udar strele





TERMORIZIJA vs APLIKACIJE ZA SPREMLJANJE

Vidik

Termovizija z dronom

Aplikacije za spremljanje

Okvare na celici

Vroče točke, razpoke, okvarjene diode,
degradacija

Podperformanca brez vzroka

(Napaka ali opozorilo v fazi preverjanja delovanja
inverterja pred zagonom sistema, brez določenega vzroka)

Zunanji vplivi

Umazanija, senca, vegetacija, fizične poškodbe

Splošna izguba proizvodnje

Povezave

Neaktivni stringi (nizi), pregrevanje, mikrorazpoke

Neaktivni moduli preko električnih
podatkov

Analiza

100% pokritost, ocena izgube, geomapping

Celotna proizvodnja, alarmi

Termovizija zaznava fizične poškodbe in pregrevanje, ki še ne vpliva na elektriko, ter omogoča zgodnje odkrivanje razpok ali degradacije (do 30% izgube).



POGOJI ZA IZVAJANJE PREGLEDOV

Strokovni pogoji za izvajalce

Licenca CAA

- 1 Veljavna licenca Agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije za operacije z brezpilotnimi letalniki

Registracija STS

- 2 Certifikacija za standardne scenarije STS-01 (VLOS) in STS-02 (BVLOS) skladno z evropsko zakonodajo

Profesionalna oprema

- 3 Certificirana termovizijska kamera z dokazili o rednem umerjanju in servisu po mednarodnih standardih





NAMEN in CILJI

Varovanje javne varnosti in zdravja ljudi predvsem pri sončnih elektrarnah, nameščenih na:

- javnih objektih (šole, vrtci, telovadnice, občinske stavbe, zdravstveni domovi, kulturni domovi ipd.),
- zasebnih objektih z javnim dostopom (trgovski centri, športne dvorane, pokrita parkirišča ipd.), kjer se dnevno zadržuje večje število ljudi, vključno z ranljivimi skupinami (otroci, mladostniki, starejši).

CILJI

Zmanjšanje tveganj za požare, električne okvare in druge nevarne dogodke, ki lahko izvirajo iz tehničnih pomanjkljivosti, degradacije materialov ali nepravilnega vzdrževanja.



ENERGETSKE SKUPNOSTI

Prebivalci v središču energetskega prehoda

Celje, 26. 11. 2025

UČINKI PREGLEDOV

PREVENTIVA IN €

Učinkovit sistem zgodnjega odkrivanja tehničnih napak.

Zmanjšanje verjetnosti požarov in drugih nesreč.

Povečanje učinkovitosti delovanja.

Donosnost investicij skozi celotno življenjsko dobo sončne elektrarne.

ZAŠČITA JAVNIH SREDSTEV

Številne sončne elektrarne so bile sofinancirane iz javnih proračunskih sredstev in evropskih finančnih mehanizmov (npr. kohezijska sredstva, NOO).

V kolikor so financirani iz javnih sredstev je dolžnost javnih in zasebnih investorjev zagotoviti dolgoročno funkcionalnost, varnost in ekonomsko upravičenost.



ENERGETSKE SKUPNOSTI

Prebivalci v središču energetskega prehoda

Celje, 26. 11. 2025

ZAŠČITA INVESTICIJSKIH SREDSTEV



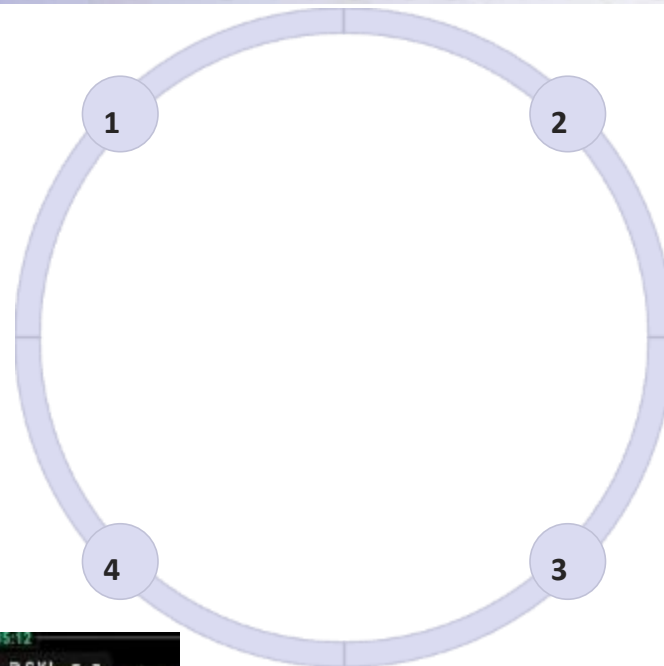
Celje

focus

Borzen

Redni nadzor
Spremljanje stanja opreme

Prihranki
Zmanjšanje stroškov obratovanja

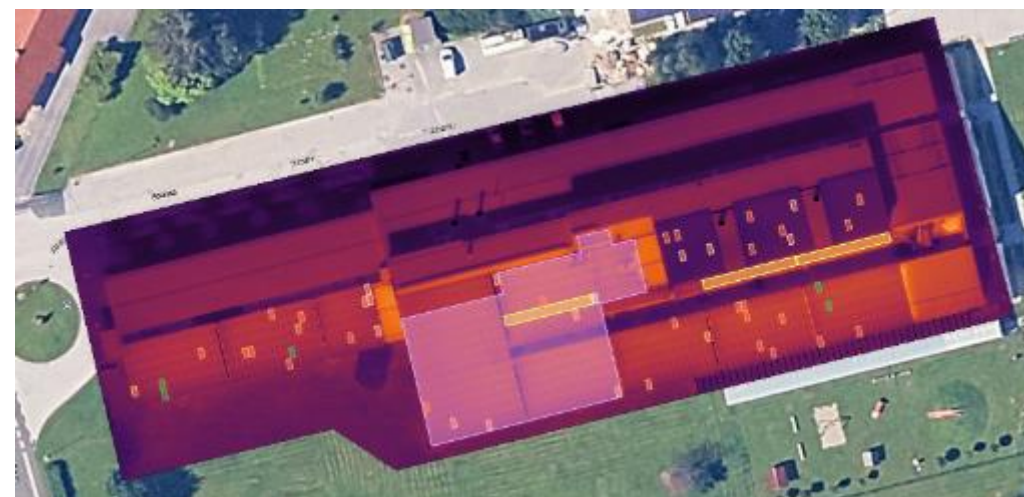
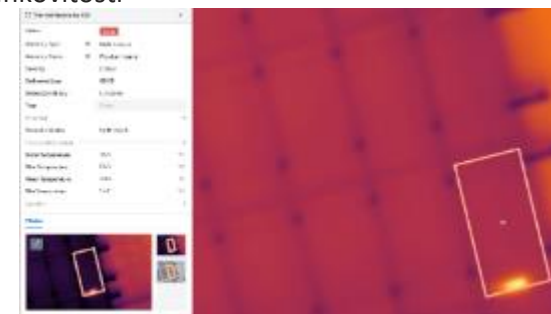


Optimizacija

Izboljšanje energetske učinkovitosti

Vzdrževanje

Podaljšanje življenjske dobe





PRAVNE PODLAGE IN IZHODIŠČA ZA SPREMLJANJE FOTONAPETOSTNIH SISTEMOV



Do 50 kW

Spremljanje ni obvezno, vendar priporočljivo. Redni pregledi za čiščenje in delovanje.



Nad 50 kW

Obvezno spremljanje po veljavnih standardih (SIST EN...).
Monitoring sistema za zaznavanje napak in pregrevanja.



Nad 1 MW

Obvezno obsežno spremljanje z naprednimi sistemi. Presoja vplivov na okolje in strožji vzdrževalni protokoli.

Evropska direktiva: Vse javne stavbe zgrajene do konca 2026 morajo imeti napravo za rabo sončne energije. Obstoječe stavbe nad 250 m² do konca 2030.



PREDLOG ZAKONSKIH DOLOČB

PERIODIČNI TEHNIČNO VARNOSTNI PREGLEDI SONČNIH ELEKTRARN



Uvedba obveznih periodičnih tehnično varnostnih pregledov sončnih elektrarn z uporabo termovizijske tehnologije, izvedenih z brezpilotnimi letalniki (UAS).

Namen ureditve

Skladnost z načeli preventivnega delovanja, odgovornega upravljanja javnih sredstev in zagotavljanja javne varnosti.

Umestitev v zakonski ali podzakonski akt, ki sistemsko ureja področje obratovanja in vzdrževanja sončnih elektrarn v Republiki Sloveniji.



OPUSTITEV REGULACIJE

Nepregledane sončne elektrarne na objektih kjer se zadržujejo
ranljive skupine (otroci, mladostniki, starejši, bolniki...)

predstavljajo TVEGANJE

poškodb ali smrti, kar predstavlja

negativno konotacijo uporabe

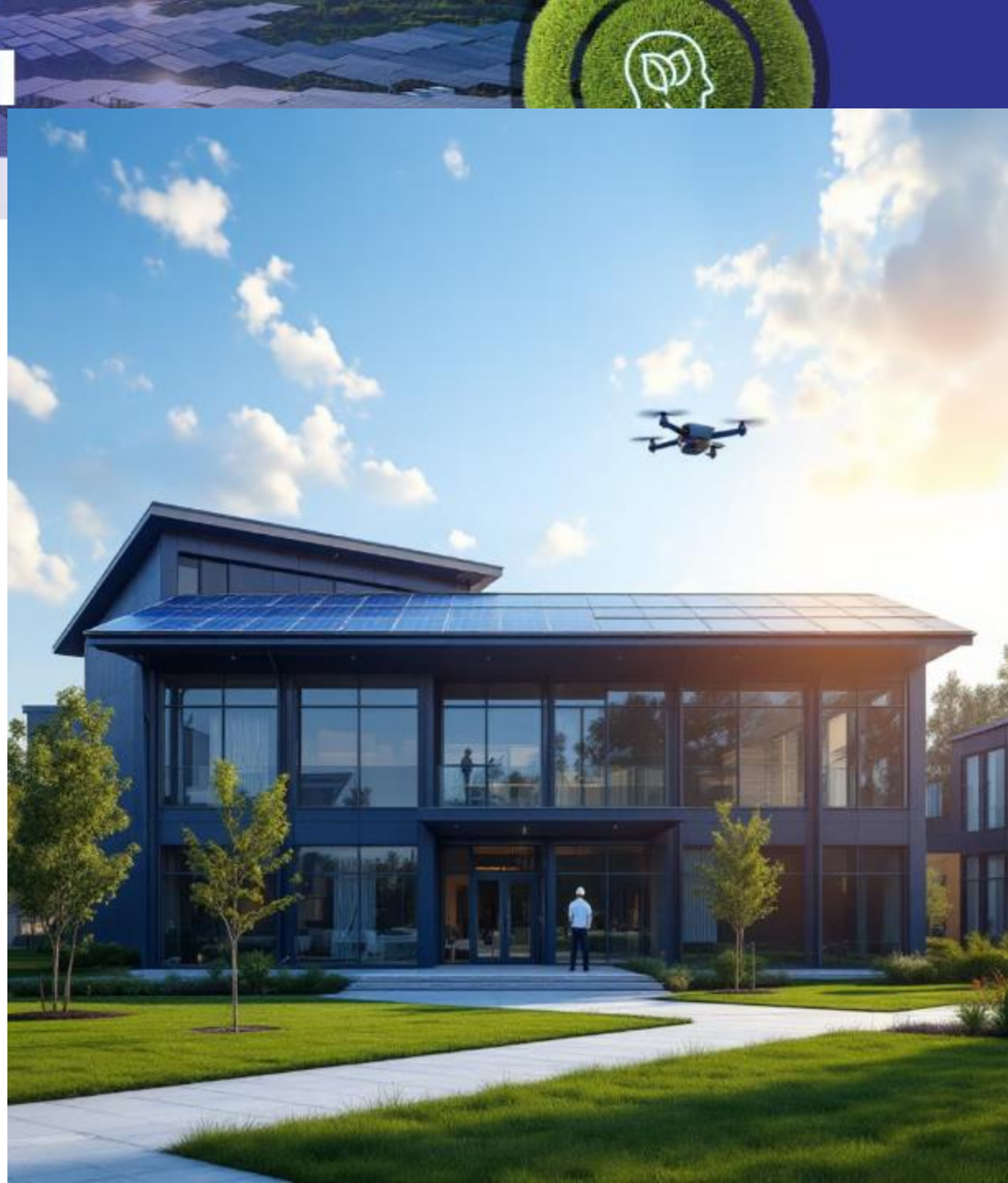
OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE



Primer: VETRNE ELEKTRANE V Sloveniji... **X**

SONČNA ELEKTRARNA LAHKO OBRATUJE LE ČE JE VARNA IN UČINKOVITA!

Z rednimi pregledi in vzdrževanju
sončnih elektrarn bomo poskrbeli
za varno in učinkovito
delovanje sončnih elektrarn!



HVALA

ZA VAŠO POZORNOST

LEA SPODNJE PODRAVJE
Prešernova ulica 18
2250 Ptuj

Kontakt: info@lea-ptuj.si
Tel: 02-778-33-00



V sodelovanju z: **onedrone**
GO BEYOND.