

# TERMOVIZIJSKI PREGLEDI SONČNIH ELEKTRARN Z DRONI

BorZEN

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

Milan Klemenc, Lokalna energetska agentura Spodnje Podravje

15.4.2026

# Kazalo

01	Sončne elektrarne v Sloveniji	3
02	Pomen varnosti in pregledov	5
03	Prednosti izvajanja pregledov z droni?	7
04	Uporaba napredne tehnologije	9
05	Termovizija vs. aplikacije za spremljanje	12
06	Pogoji za izvajanje pregledov	14
07	Namen in cilji	16
08	Učinki pregledov	18
09	Pravne podlage in izhodišča za spremljanje fotonapetostnih sistemov	20
10	Predlog zakonskih določb periodični tehnično varnostni pregledi sončnih elektrarn	22
11	Opustitev regulacije	24

# SONČNE ELEKTRARNE V SLOVENIJI

## 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

## Sistemeski pristop k zaščiti javne varnosti in investicij



Sončne elektrarne predstavljajo **dolgoročno investicijo v trajnostno energijo** in energetska 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

Brepilotni 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.



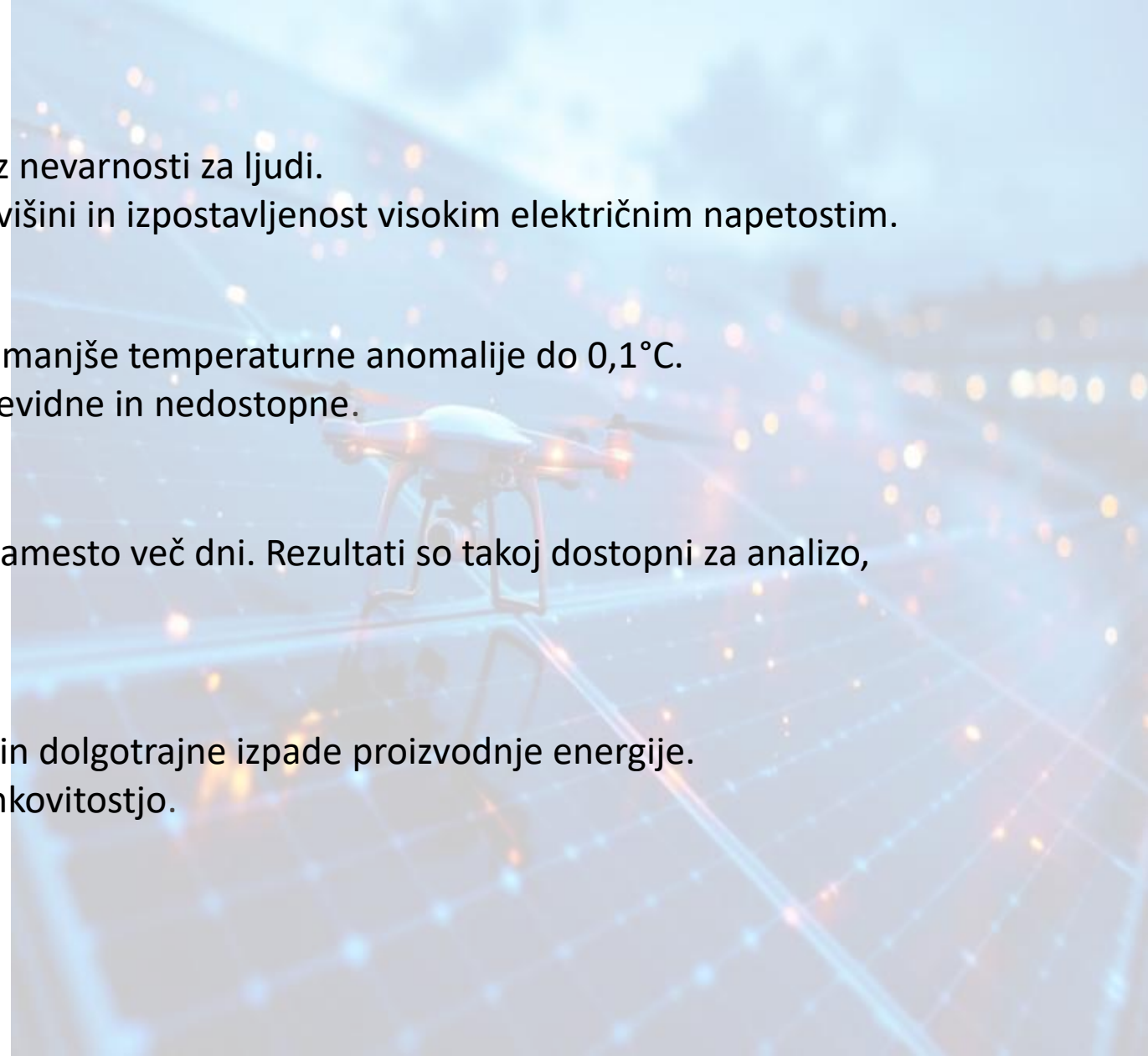
## Učinkovitost in hitrost

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



## Ekonomska upravičenost

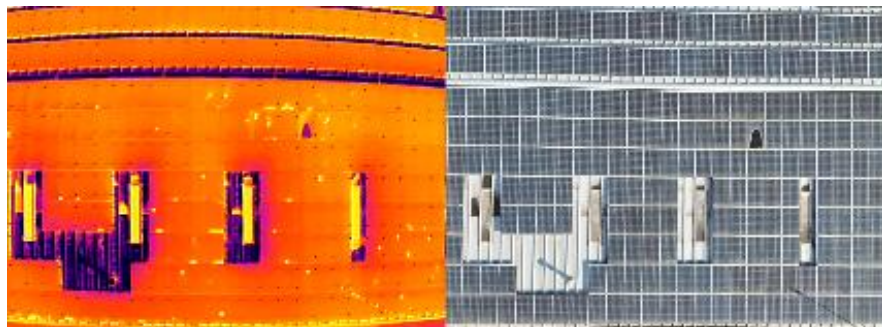
Zgodnje odkrivanje težav preprečuje drage popravile in dolgotrajne izpade proizvodnje energije. Naložba v redne preglede se hitro povrne z večjo učinkovitostjo.



# 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.

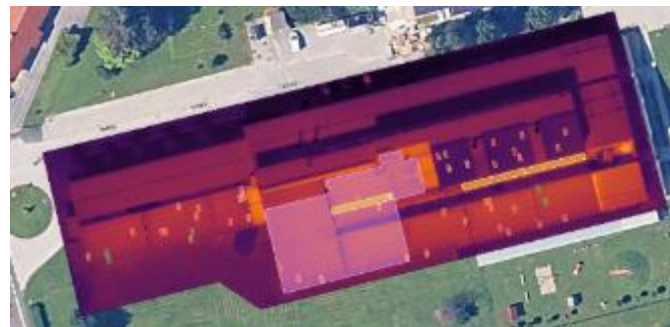
## Ključne zmožnosti detekcije z droni



### ***Detekcija vročih točk***

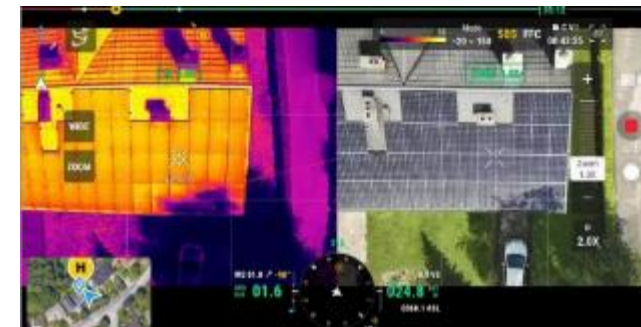
Zgodnje prepoznavanje pregrevanj celic in modulov, ki lahko vodijo do požara ali zmanjšanja učinkovitosti.

Termovizija jasno prikaže toplotne anomalije.



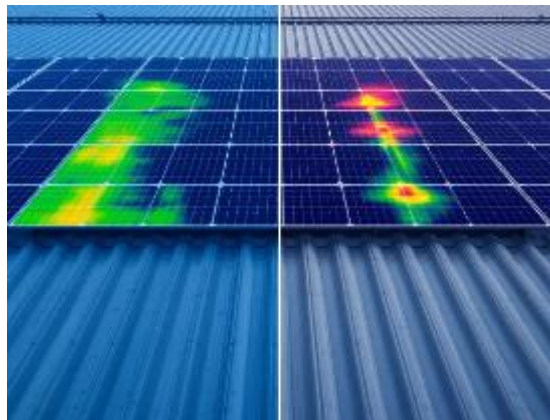
### ***Odkrivanje poškodovanih celic***

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.



**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*



# TERMOVIZIJA 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 termovizijskih pregledov z droni

### 1 Licenca CAA

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

### 2 Registracija STS

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

### 3 Profesionalna oprema

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.



# 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 investitorjev zagotoviti dolgoročno funkcionalnost, varnost in ekonomsko upravičenost.



# 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 leta 2026 morajo imeti napravo za rabo sončne energije.

Obstoječe stavbe nad 250 m<sup>2</sup> 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 vzdrževanjem sončnih elektrarn zagotavljamo njihovo varno, zanesljivo in učinkovito delovanje.



# HVALA

Z A V A Š O P O Z O R O N O S T

**LEA SPODNJE PODRAVJE**

**Prešernova ulica 18  
2250 Ptuj**

**Kontakt: [info@lea-ptuj.si](mailto:info@lea-ptuj.si)**

**Tel: 02-778-33-00**



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