Zpráva o inspekci fotovoltaické elektrárny

FVE na louce

Evidenční číslo zprávy: 21581 **Podle**: IEC TS 62446-3

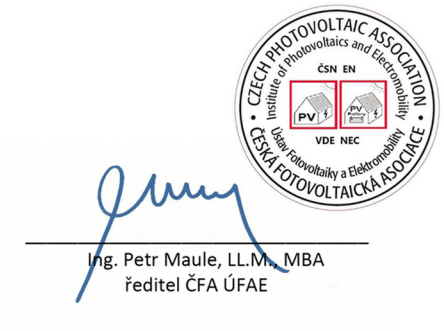
Datum a čas kontroly: sobota 29. 7. 2023 **Vytvoření reportu**: středa 9. 8. 2023 0.00 16.17

Objekt inspekce: FVE na louce

Adresa: Louková 1 **GPS souřadnice**: 49.4197989, 17.7172499

CERTIFIKACE DIAGNOSTIKY FVS DRONOVOU TERMOGRAFIÍ č. 2025/005/002 z 23.5.2025.

Zpráva o inspekci fotovoltaické elektrárny **splňuje** materiálové, technické, personální a softwarové provedení kvalitativního výstupu pro hledání chyb modulů a článků dronovou termografií fotovoltaických systémů podle **IEC TS 62446-3** a její použití prošlo úspěšně nezávislým ověřením **bez výhrady.**



MAJITEL OBJEKTU

NÁZEV FIRMY/JMÉNO
Demo projekt

IČO/DATUM NAROZENÍ
Demo projekt

OBJEDNATEL

NÁZEV
DroneTech s.r.o.

TELEFON
+420 724 302 040

KONTAKTNÍ OSOBA
Ing. Ondřej Staněk

E-MAIL
stanek@dronetech.cz

ZPRACOVATEL INSPEKCE

NÁZEV
DroneTech s.r.o.

TELEFON
+420 724 302 040

TECHNIK
Ing. Ondřej Staněk

E-MAIL
stanek@dronetech.cz

ELEKTRÁRNA

VÝKON
1.5 MW_{dc}

STŘÍDAČE
SMC 10000TL, SMC 7000TL, SMC 11000TL, SMC 9000TL

MODULY (POČET: 8 712)
Canadian Solar Canadian Solar CS6P-230 230W, Canadian Solar CS-6P-220 220W, Placeholder Placeholder 315W, Schuco SPV 170 SME-1 170W

KONSTRUKCE
pozemní instalace

TECHNOLOGIE MODULŮ
Crystalline

ROZLOŽENÍ MODULŮ
16 a 14 modulů - viz. zadávací dokumentace

SBĚR DAT

NÁZEV
DroneTech s.r.o.

PILOT
Ing. Ondřej Staněk

UAS
Matrice 30T

KAMERA
M30T

POČASÍ

VLHKOST
52 %

TEPLOTA
27° C

RYCHLOST VĚTRU
4 m/s

INTENZITA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ
950 W/m^2

OBLAČNOST
Polojasno

INSPEKCE

TYP INSPEKCE

VÝCHOZÍ ~~PRAVIDELNÁ~~ ~~MIMOŘÁDNÁ~~

Celkový posudek

Na panelech kontrolované fotovoltaické elektrárny byly nalezeny následující anomálie v celkovém počtu **295 na 355 modulech**.
Celková odhadovaná roční ztráta výkonu je **102 518,00 kWh**.

Název anomálie	Anomálie *(1)	Moduly *(2)	Odhad ztráty výkonu (kW) *(3)	Odhad ztráty výkonu (%) *(4)	Odhad roční ztráty výkonu (kWh) *(5)	C f z *
Přehřátí buňky - vysoké (Cell High)	10	10	0,63 kW	0,04 %	1 638,00 kWh	3
Přehřátí buňky - nízké (Cell Low)	72	72	4,58 kW	0,25 %	11 908,00 kWh	2
Přehřátí buňky - střední (Cell Medium)	28	28	1,67 kW	0,09 %	4 342,00 kWh	1
Přehřátí skupiny buněk – vysoké (Cell Multi High)	33	33	3,23 kW	0,18 %	8 398,00 kWh	2
Přehřátí skupiny buněk – nízké (Cell Multi Low)	40	40	4,30 kW	0,24 %	11 180,00 kWh	2
Přehřátí skupiny buněk – střední (Cell Multi Medium)	31	31	2,95 kW	0,16 %	7 670,00 kWh	1
Praskání (Cracking)	4	4	0,68 kW	0,04 %	1 768,00 kWh	4
Dioda (Diode)	29	29	2,29 kW	0,13 %	5 954,00 kWh	1
Dioda - vícenásobná (Diode Multi)	5	5	0,76 kW	0,04 %	1 976,00 kWh	4
Vnitřní zkrat – vysoká teplota (Internal Short Circuit High)	4	4	0,24 kW	0,01 %	624,00 kWh	1
Vnitřní zkrat – nízká teplota (Internal Short Circuit Low)	5	5	0,38 kW	0,02 %	988,00 kWh	2
	4	4	0,37 kW	0,02 %	962,00 kWh	2
Celkem	**295**	**355**	**39,43 kW**	**2,18 %**	**102 518,00 kWh**	**2**

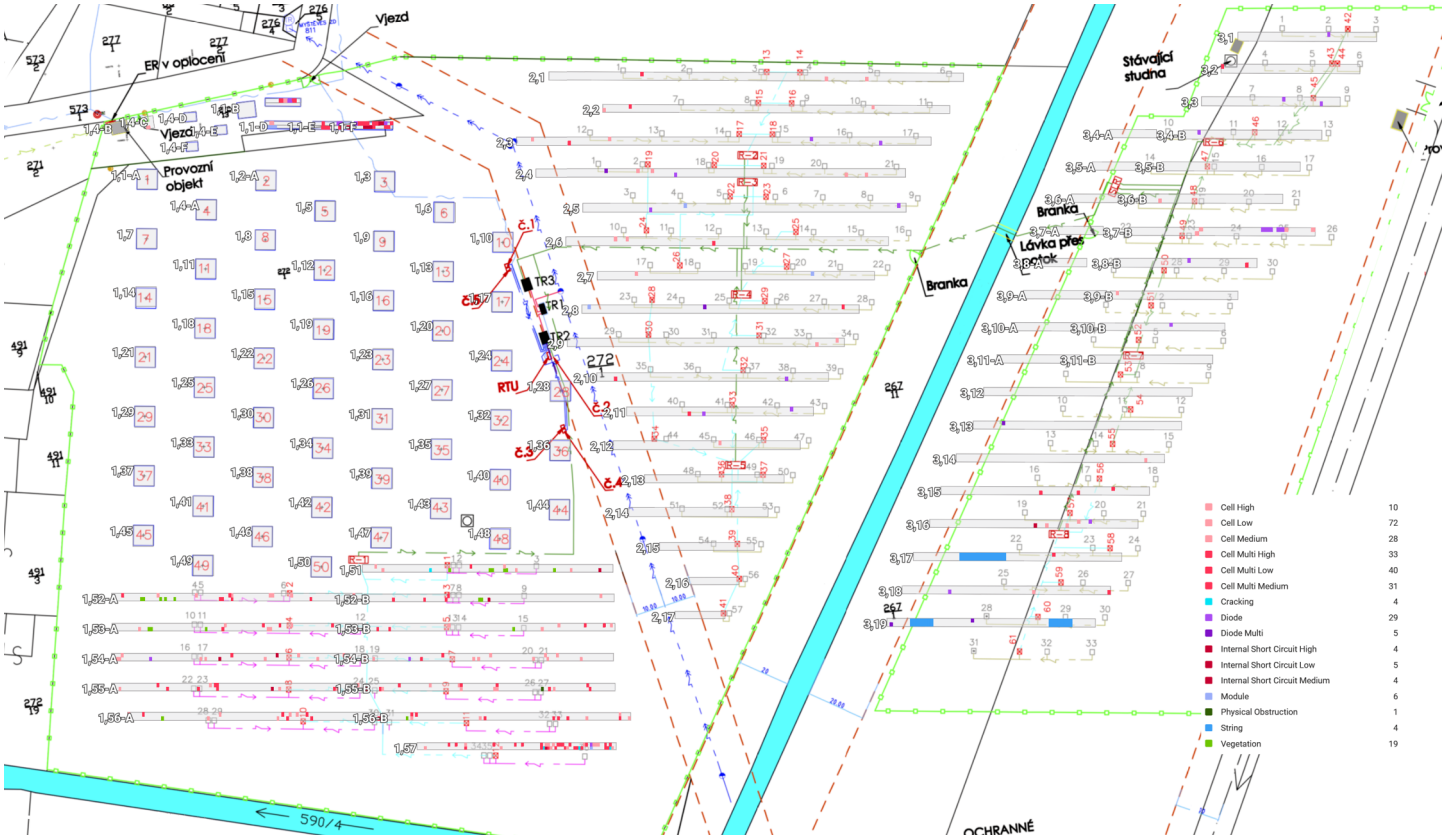
Název anomálie	Anomálie *(1)	Moduly *(2)	Odhad ztráty výkonu (kW) *(3)	Odhad ztráty výkonu (%) *(4)	Odhad roční ztráty výkonu (kWh) *(5)	O f z *
Vnitřní zkrat – střední teplota (Internal Short Circuit Medium)						
Modul (Module)	6	6	1,49 kW	0,08 %	3 874,00 kWh	9
Fyzická překážka (Physical Obstruction)	1	1	0,06 kW	0,00 %	156,00 kWh	3
Řetězec (String)	4	64	14,72 kW	0,82 %	38 272,00 kWh	9
Vegetace (Vegetation)	19	19	1,08 kW	0,06 %	2 808,00 kWh	6
Celkem	**295**	**355**	**39,43 kW**	**2,18 %**	**102 518,00 kWh**	**2**

Celkový posudek

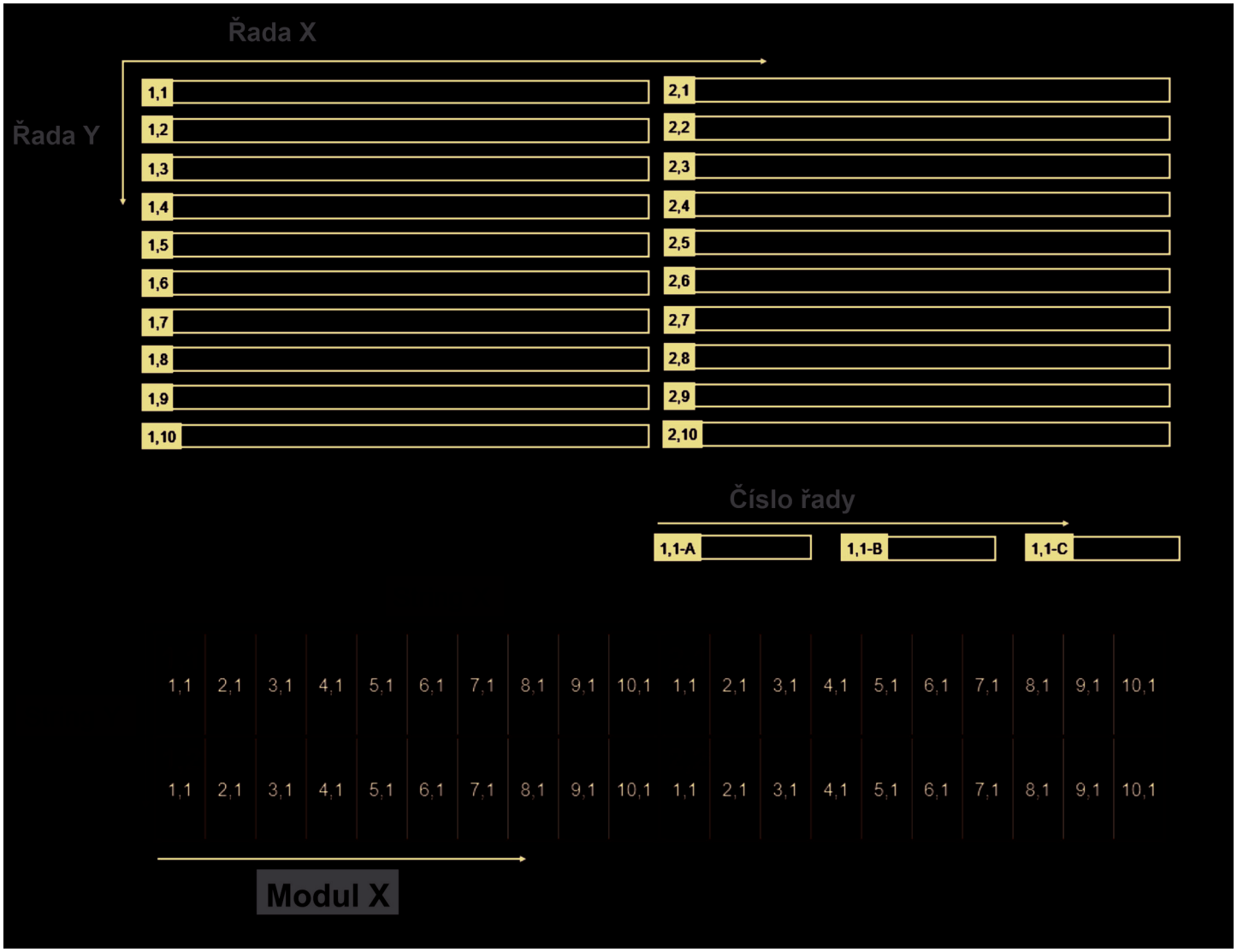
*(1) Anomálie: Počet výskytů daného typu anomálie.
*(2) Moduly: Počet modulů dotčených daným typem anomálie.
*(3) Odhad ztráty výkonu (kW): Odhad ztráty výkonu je definován násobkem počtu zasažených modulů, špičkového výkonu elektrárny (STC) a faktoru ovlivnění výkonu danou anomálií (na škále 0 – 1).
*(4) Odhad ztráty výkonu (%): Odhad ztráty výkonu je definován jako podíl ztráty vůči celkového výkonu elektrárny a je vyjádřen v procentech.
*(5) Odhad roční ztráty výkonu (kWh): Odhadovaná roční ztráta výkonu v kilowatthodinách je vypočten jako ztráta výkonu násobená počtem slunečních hodin za rok.
*(6) Odhad roční finanční ztráty (Kč): Odhadovaná roční finanční ztráta je vypočtena na základě roční ztráty výkonu v kilowatt hodinách násobených cenou za kilowatt hodinu. Cena za kilowatt hodinu je stanovena na základě výkupní ceny deklarované zákazníkem pro účely tohoto výpočtu.

Pro více informací o jednotlivých typech anomálií prosím pokračujte na konec dokumentu.

Mapa anomálií



Lokalizace anomálií



Průběh a zpracování leteckého termovizního měření

Pro účely tohoto reportu byla využita metodika letecké termografické inspekce, při níž byly pomocí bezpilotních prostředků (dronů) pořízeny infračervené termální snímky umožňující detailní a vysoce přesné měření teplotních charakteristik fotovoltaických modulů. Vyhodnocení bylo provedeno v souladu s požadavky normy **IEC TS 62446-3**. Aplikovaná metodika umožňuje detekci teplotních anomálií a účinnou diagnostiku poruchových oblastí systému z letecké perspektivy, přičemž je zajištěna vysoká přesnost lokalizace identifikovaných vad.

Díky optimalizaci letového a snímkovacího procesu byla veškerá data pořízena v krátkém časovém úseku a za homogenních meteorologických podmínek (zejména konstantní intenzity slunečního záření), což minimalizuje vliv proměnných faktorů a umožňuje konzistentní analýzu jednotlivých modulů.

Analýza byla dále podpořena komprehenzivním vyhodnocením leteckých snímků s velmi vysokým prostorovým rozlišením (3 cm/px), což umožnilo identifikaci anomálií na úrovni jednotlivých stringů, modulů i jednotlivých fotovoltaických článků.

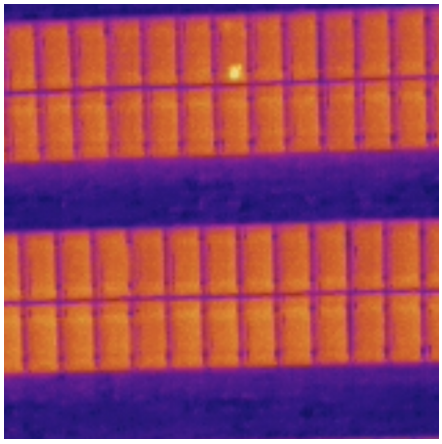
Pro zajištění maximální integrity a přesnosti dat byla všechna získaná data (barevné RGB snímky i infračervené IR snímky) ručně kontrolována a vzájemně korelována, čímž byla eliminována možnost chybných interpretací.

Byly analyzovány následující anomálie

1. **Buňka (Cell):** Lokální teplotní anomálie na úrovni jediné FV buňky indikující potenciální poruchu článku, typicky způsobenou výrobní vadou, degradací materiálu nebo mechanickým poškozením.
2. **Více buněk (Cell Multi):** Vícečetné teplotní anomálie rozprostřené přes několik sousedních buněk jednoho modulu, často signalizující rozsáhlejší defekt struktury nebo degradaci.
3. **Obvod (Circuit):** Závada na elektrickém obvodu, projevující se výpadkem nebo podvýkonem více stringů, související s problémy zapojení nebo izolace.
4. **Slučovač (Combiner):** Anomálie způsobená závadou v místě slučování více stringů do jednoho stejnosměrného toku, často spojená se špatným spojením, degradací kabeláže nebo selháním ochranných prvků.
5. **Praskliny (Cracking):** Výskyt mikroprasklin nebo makrotrhlin ve skleněné či vrstvené struktuře modulu, vedoucí k lokálnímu přehřátí, snížení výkonu a riziku další degradace.

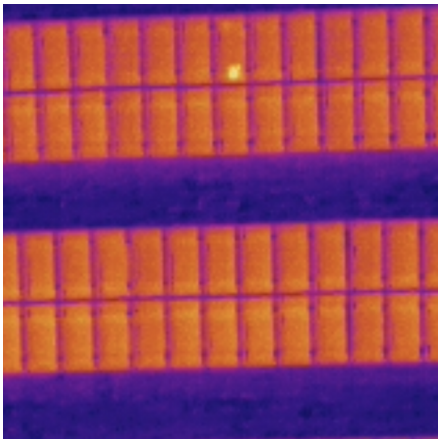
6. **Poškození (Damaged):** Mechanické deformace modulu, včetně ohnutí, posunutí, fyzického narušení nebo rozsáhlých prasklin, které mohou způsobovat výrazné ztráty výkonu a zvýšené bezpečnostní riziko.
7. **Delaminace (Delamination):** Oddělení vrstev skla, zapouzdřovacího materiálu nebo aktivní vrstvy modulu, vedoucí k degradaci ochranných vlastností, vyšší náchylnosti k infiltraci vlhkosti a snížení výkonu.
8. **Dioda (Diode):** Aktivace bypass diody jako důsledek výpadku buňky nebo modulu, signalizující přítomnost závažného lokálního defektu ovlivňujícího část výrobního řetězce.
9. **Poškození vlivem spirály (Helix Damage):** Permanentní deformace modulů nebo nosné konstrukce způsobená mechanickým zkroucením trackeru, obvykle v důsledku poruchy řízení pohybu.
10. **Horký bod (Hot Spot):** Malá oblast s výrazně vyšší teplotou oproti okolí, indikující vadné spoje, degradaci článků nebo částečné zastínění, s vysokým rizikem vzniku dalších poruch.
11. **Více horkých bodů (Hot Spot Multi):** Výskyt několika horkých bodů v rámci jednoho modulu, typicky na tenkovrstvých panelech, indikující rozsáhlejší strukturální poškození.
12. **Vnitřní zkrat (Internal Short Circuit):** Výsledná anomálie vzniklá v důsledku vnitřního zkratu v modulu, způsobujícího lokální zahřívání a výrazné snížení výkonu.
13. **Měnič (Inverter):** Závada na střídači převádějícím DC na AC proud, projevující se nefunkčností připojených stringů a ovlivňující velké části systému.
14. **Připojovací skříň (Junction Box):** Teplotní anomálie v místě připojení stringů na modulu, často indikující vadné spoje, korozní poškození nebo přehřátí elektrických kontaktů.
15. **Chybějící modul (Missing):** Fyzicky absentující modul, který byl dle projektové dokumentace instalován, nebo jeho odstranění bez aktualizace dokumentace.
16. **Modul (Module):** Celková teplotní anomálie na úrovni celého modulu, často indikující výpadek bypass diod, vnitřní poškození nebo degradaci celé jednotky.
17. **Fyzická překážka (Physical Obstruction):** Přítomnost cizího předmětu (např. listy, kameny, sníh) na povrchu panelu způsobující stínění a lokální pokles výkonu.
18. **Obrácená polarita (Reverse Polarity):** Elektrické zapojení s nesprávnou polaritou, vedoucí ke ztrátě výkonu, potenciálnímu poškození zařízení a riziku poruch.
19. **Stínění (Shading):** Blokování slunečního záření vegetací, konstrukcemi nebo jinými objekty, s přímým dopadem na snížení účinnosti výroby energie.
20. **Znečištění (Soiling):** Usazení prachu, špíny, ptačího trusu nebo jiných nečistot na povrchu panelů, vedoucí k nerovnoměrnému oslunění a snížení výkonu.
21. **String (String):** Sada FV modulů zapojených v sérii, kde závady v jednotlivých modulech nebo spojích ovlivňují výkon celé skupiny.
22. **Sklon trackeru (Tracker Tilt):** Nesprávné nastavení úhlu trackeru ovlivňující schopnost systému optimalizovat výrobu energie během dne.
23. **Podvýkonný string (Underperforming String):** String vykazující výrazně nižší teplotní rozdíl (a tím výkon) oproti sousedním stringům, obvykle indikující částečné defekty.
24. **Vegetace (Vegetation):** Zastínění modulů vegetací (tráva, keře, stromy) snižující přímý dopad slunečního záření a účinnost systému.

Příklady anomálií



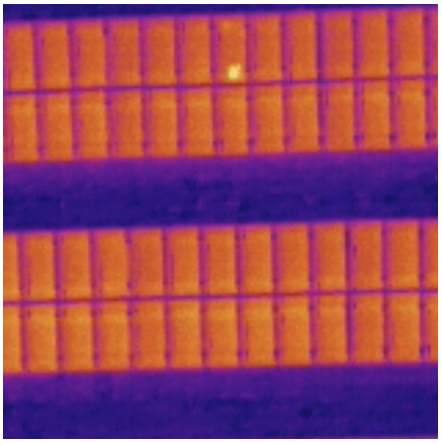
Cell High (Přehřátí buňky - vysoké)

Anomálie, kdy je teplota buňky vyšší než teplota okolní oblasti, a to o více než o 20 stupňů Celsia



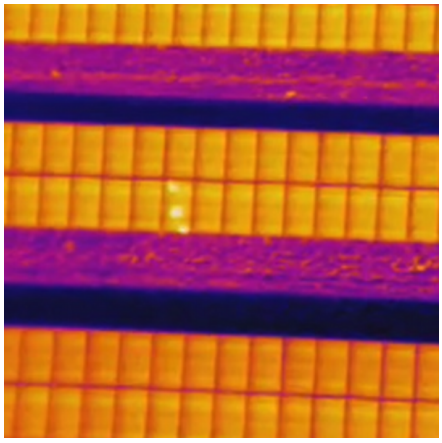
Cell Medium (Přehřátí buňky - střední)

Anomálie, kdy je teplota buňky vyšší než teplota okolní oblasti, a to o 10 - 20 stupňů Celsia



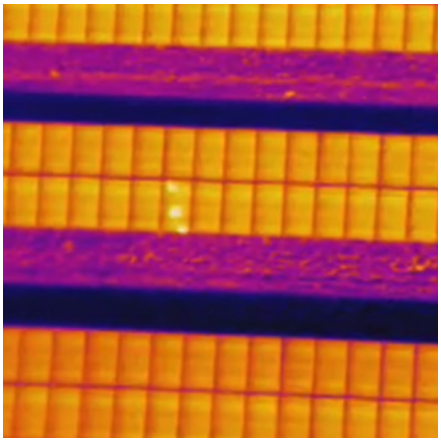
Cell Low (Přehřátí buňky - nízké)

Anomálie, kdy je teplota buňky vyšší než teplota okolní oblasti, ne však více než o 10 stupňů Celsia



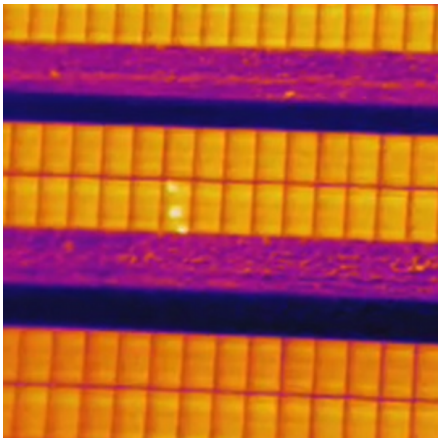
Cell Multi High (Přehřátí skupiny buněk – vysoké)

Přehřátí skupiny buněk, kdy je teplota oblasti anomálie vyšší než teplota okolní oblasti, a to o více než 20 stupňů celsia



Cell Multi Medium (Přehřátí skupiny buněk – střední)

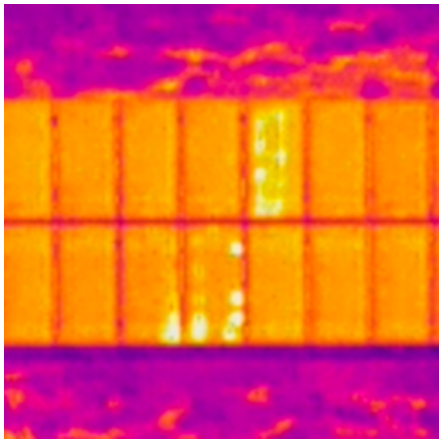
Přehřátí skupiny buněk, kdy je teplota oblasti anomálie vyšší než teplota okolní oblasti, a to o 10 - 20 stupňů Celsia



Cell Multi Low (Přehřátí skupiny buněk – nízké)

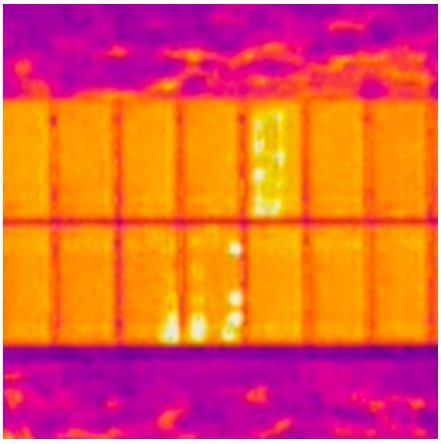
Přehřátí skupiny buněk, kdy je teplota oblasti anomálie vyšší než teplota okolní oblasti, ne však o více než 10 stupňů celsia

Příklady anomálií



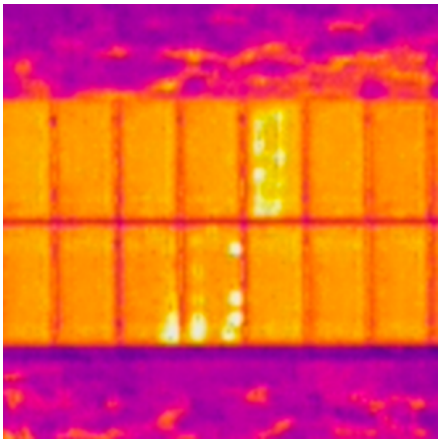
Internal Short Circuit High (Vnitřní zkrat – vysoká teplota)

Anomálie více buněk, která nastala v rámci hranic diod/y a kde je teplota vyšší než okolní oblast, a to o více než 20 stupňů Celsia



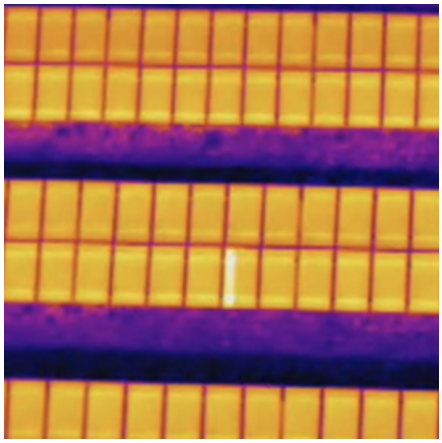
Internal Short Circuit Medium (Vnitřní zkrat – střední teplota)

Anomálie více buněk, která nastala v rámci hranic diod/y a kde je teplota vyšší než okolní oblast, a to o 10 - 20 stupňů Celsia



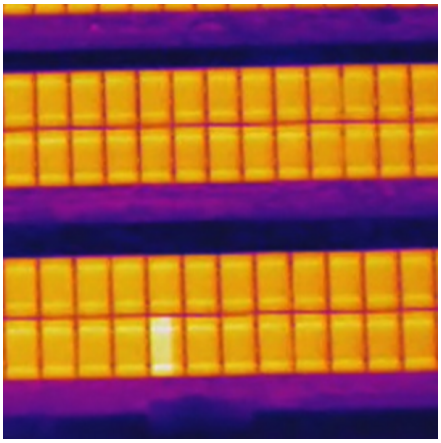
Internal Short Circuit Low (Vnitřní zkrat – nízká teplota)

Anomálie více buněk, která nastala v rámci hranic diod/y a kde je teplota vyšší než okolní oblast, ne však o více než 10 stupňů Celsia



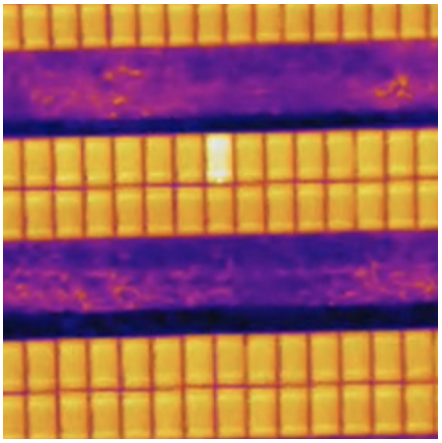
Diode (Dioda)

Bajpasovaná dioda poskytuje tok proudu okolo vadné buňky nebo modulu. Anomálie typu dioda je indikovaná jako bypassovaná dioda – obvykle zasahující 1/3 modulu.



Diode Multi (Dioda - vícenásobná)

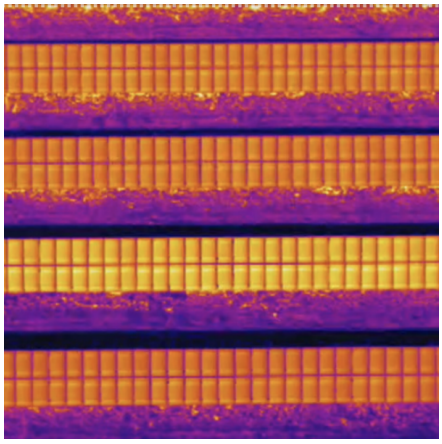
Vícenásobná aktivovaná bypassovaná dioda – obvykle zasahující 2/3 modulu.



Module (Modul)

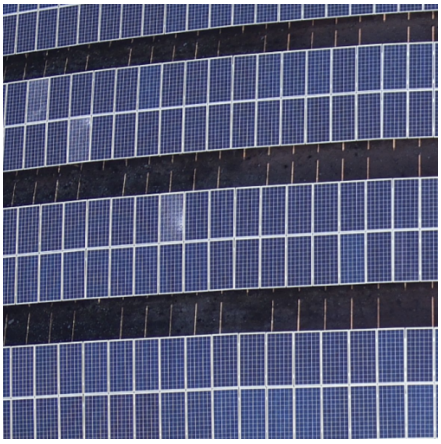
Teplota celého modulu je vysoká v porovnání s okolní oblastí.

Příklady anomálií



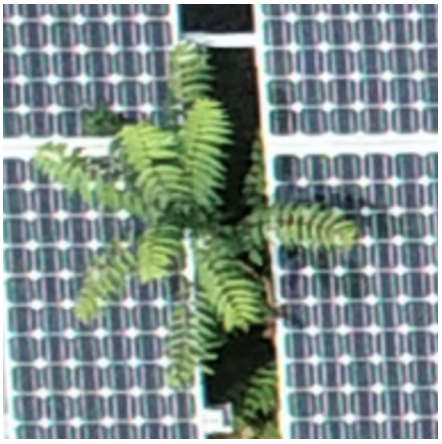
String (Řetězec)

Anomálie typu string zasahuje několik modulů zapojených do řetězce najednou. Anomálie řetězce pak ukazuje chybu v sousedních modulech odpovídajících rozložení řetězce a ovlivňuje všechny moduly řetězce.



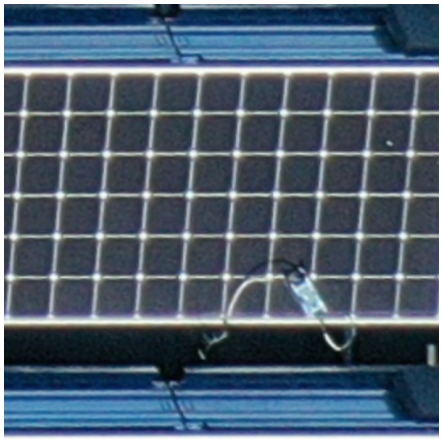
Cracking (Praskání)

Anomálie modulu způsobená praskáním povrchu.



Vegetation (Vegetace)

Moduly jsou blokovány vegetací.



Physical Obstruction (Fyzická překážka)

Fyzická překážka nebo objekt na povrchu modulu, které blokují sluneční záření a/nebo způsobují stín.