

Napájecí systémy v dopravě

Fotovoltaické panely

Studijní materiál

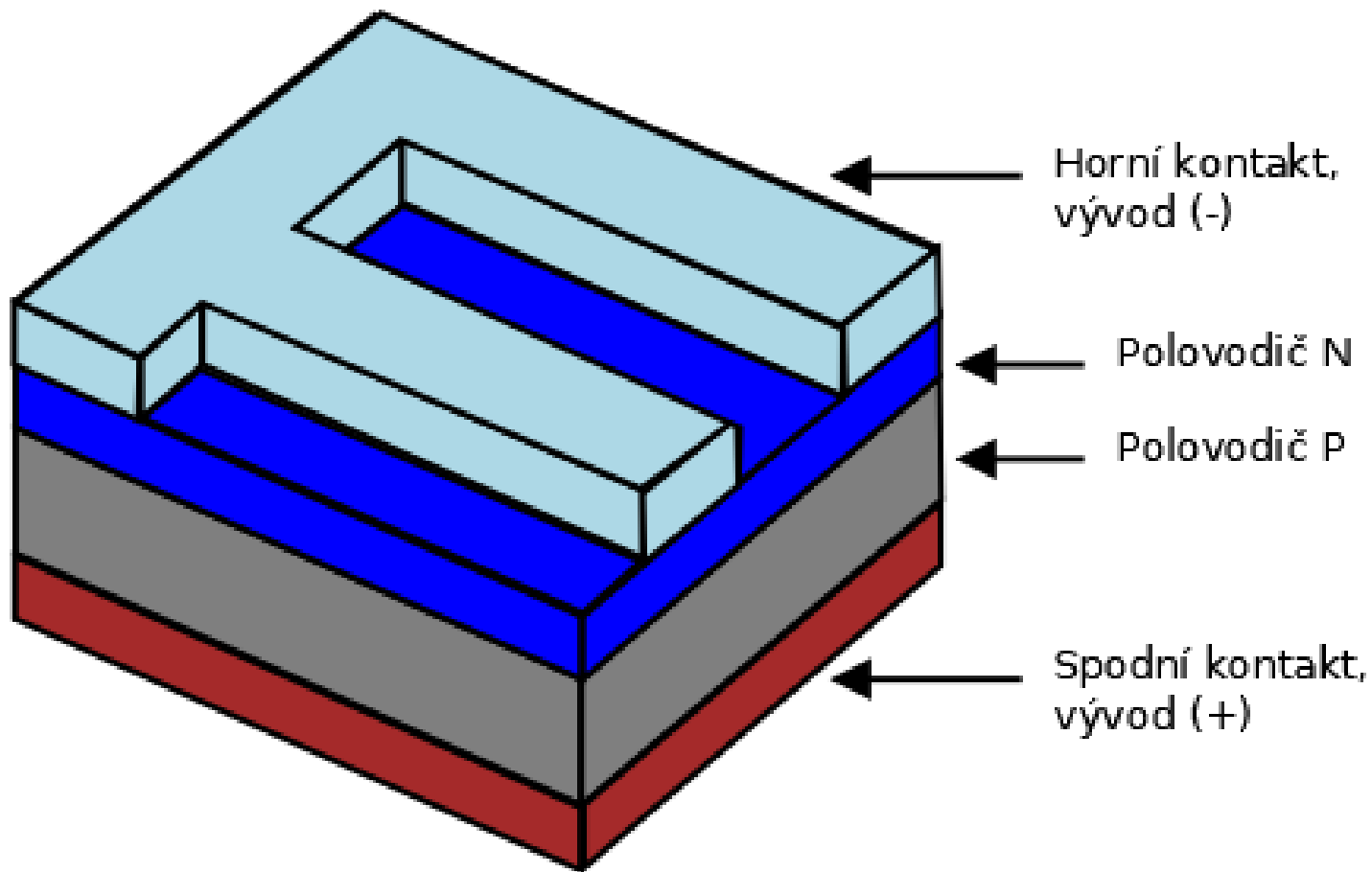
Ing. Petr Sýkora



Obsah

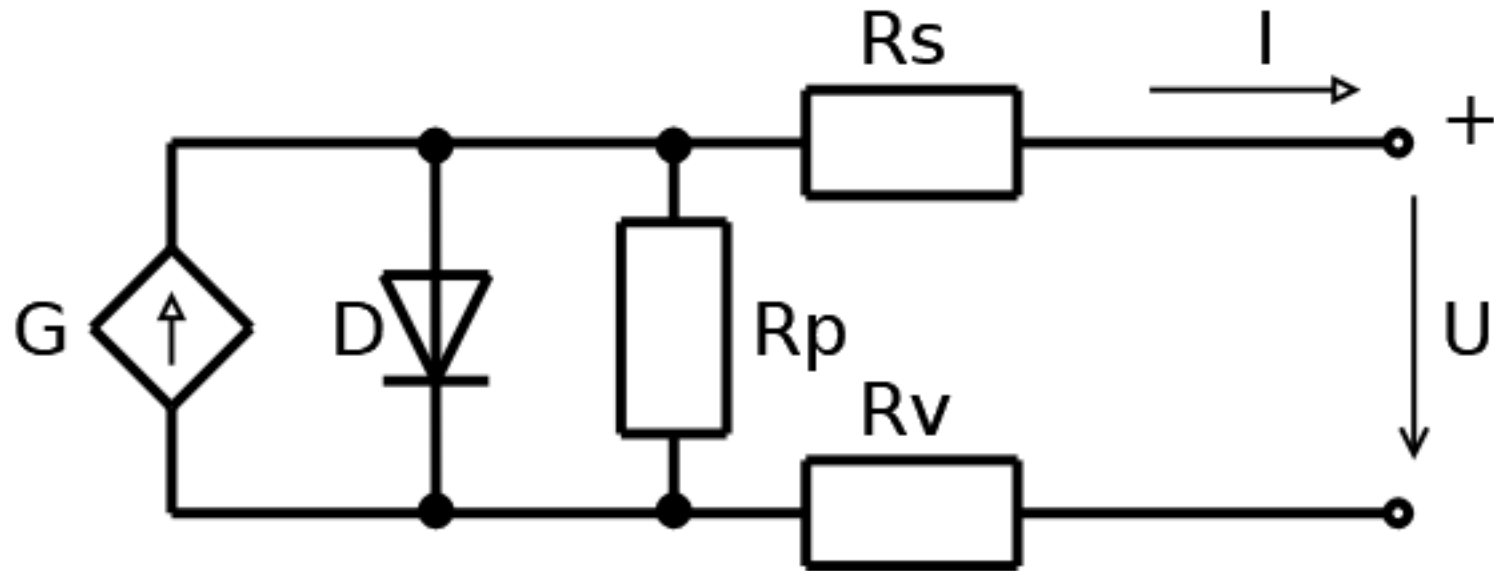
1. **Fotoelektrický jev**
2. **Vlastnosti fotovoltaického článku**
3. **Druhy fotovoltaických článků**
4. **Konstrukce fotovoltaického panelu**
5. **Zapojení fotovoltaického panelu**
6. **Vliv prostředí na fotovoltaický panel**
7. **Štítkové údaje fotovoltaického panelu**
8. **Připojení fotovoltaických panelů**
9. **Směrování fotovoltaických panelů**
10. **Měření fotovoltaických panelů**
11. **Řazení a ochrana panelů**

1. Fotoelektrický jev



Přímá přeměna světla na elektrickou energii

2. Vlastnosti fotovoltaického článku



G : zdroj proudu

D : dioda

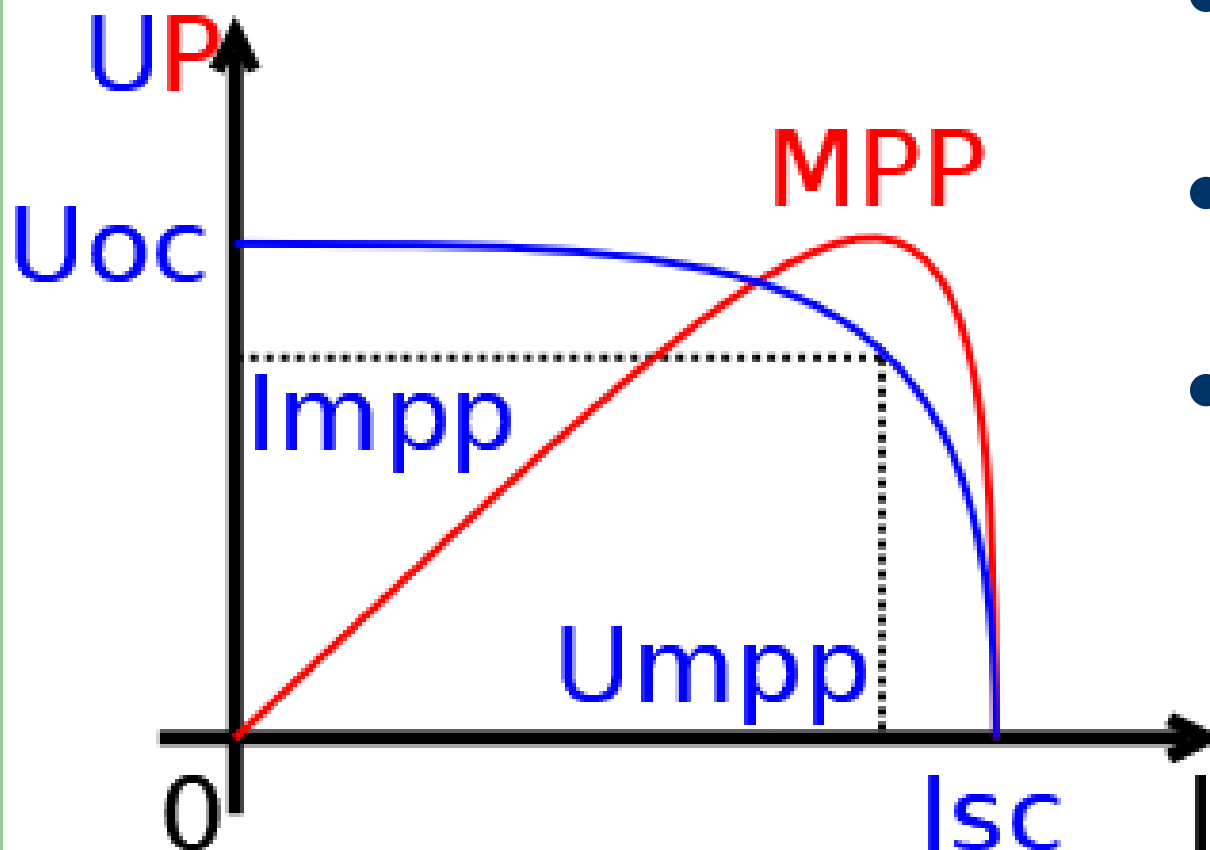
R_p : paralelní odpor

R_s : sériový odpor

R_v : odpor kontaktů
a vývodů

Vlastnosti fotovoltaického článku

Závislost napětí a výkonu na proudu článku



- U_{oc} – napětí naprázdno
- I_{sc} – proud nakrátko
- MPP – maximum power point

3. Druhy fotovoltaických článků

- **Krystalické fotovoltaické články**
 - Monokrystalické články
 - Polykrystalické články
- **Tenkovrstvé ~ amorfnní fotovoltaické články**

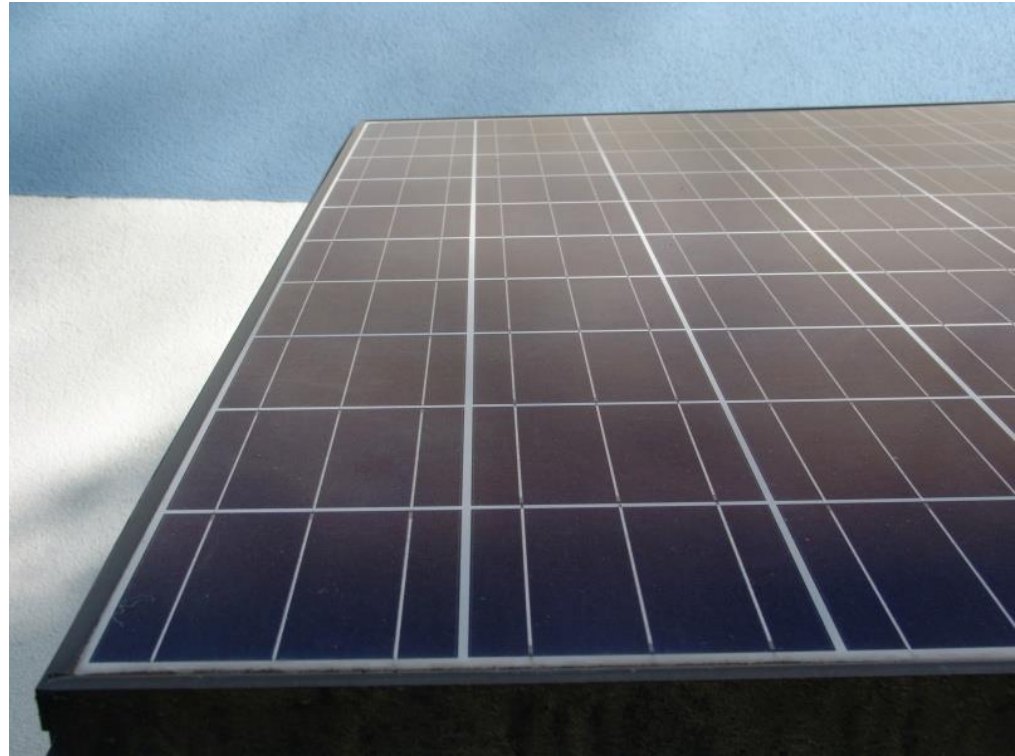
Monokrystalické články

- Výroba z monokrystalů křemíku
 - Výroba velmi náročná na energii
 - Mnoho odpadu
- „Kulaté rohy“
- Nejpoužívanější technologie



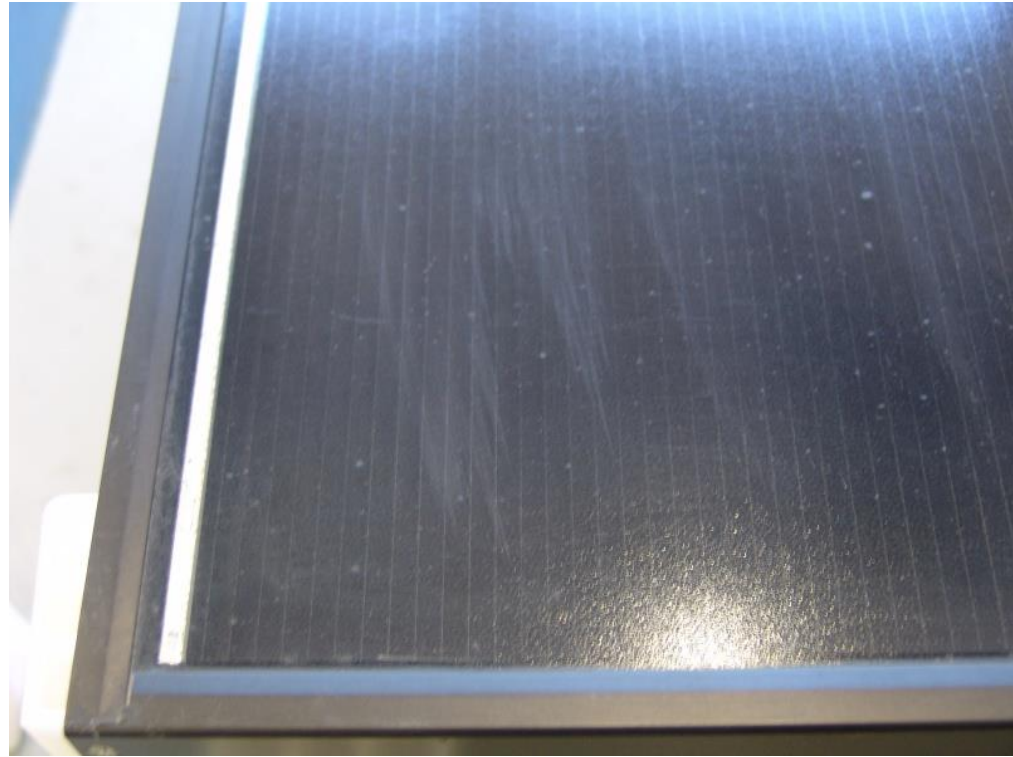
Polykrystalické články

- Výroba z polykrystalů křemíku
 - Výroba méně náročná
- „Hranaté rohy“
- Rozeznatelná rozhraní krystalů
- Méně používaná technologie

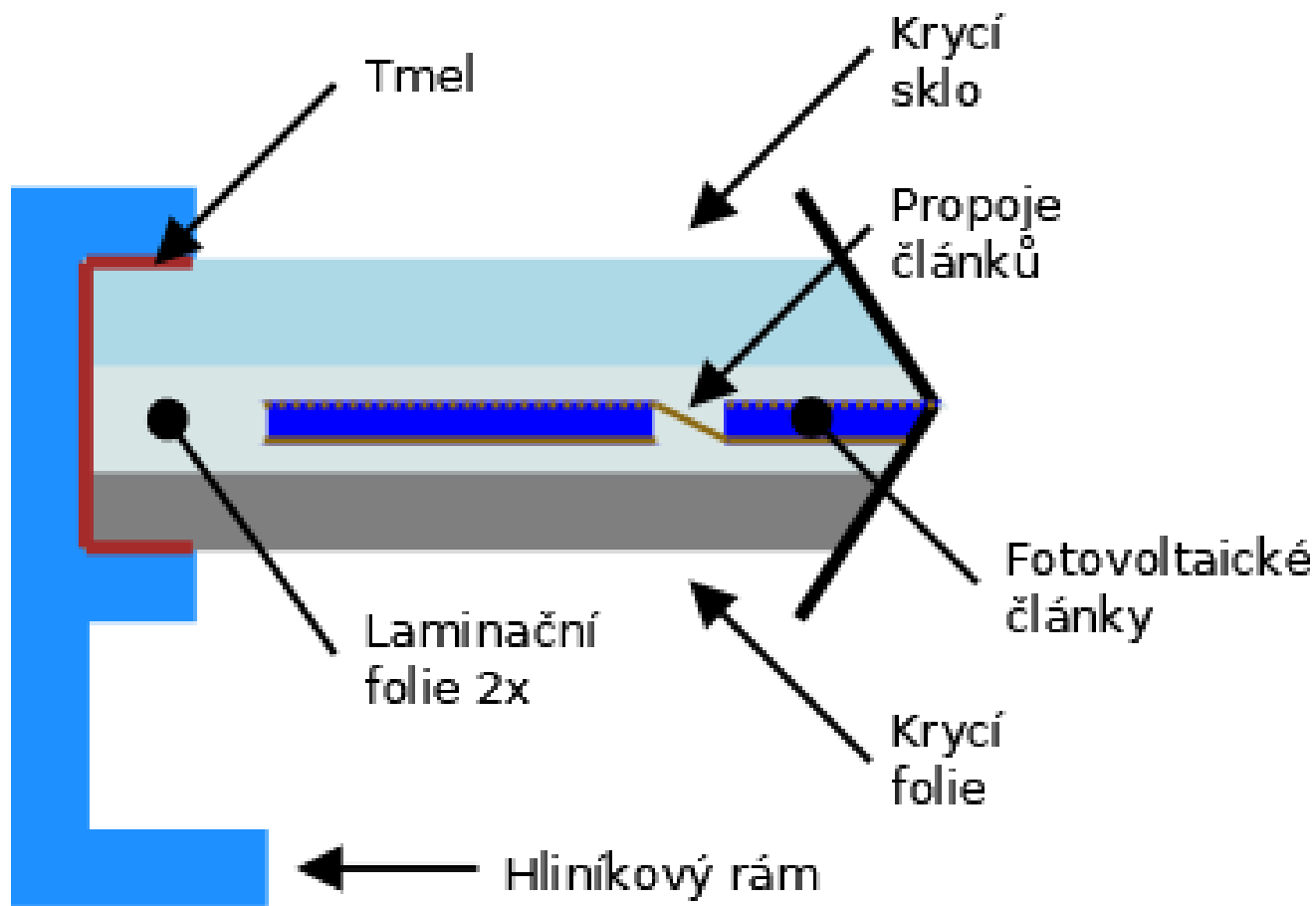


Tenkovrstvé články

- Výroba chemickou depozicí na podkladu
 - Výrazně méně energeticky náročná
- „Proužky“
- Spíše pro nenáročné aplikace



4. Konstrukce fotovoltaického panelu



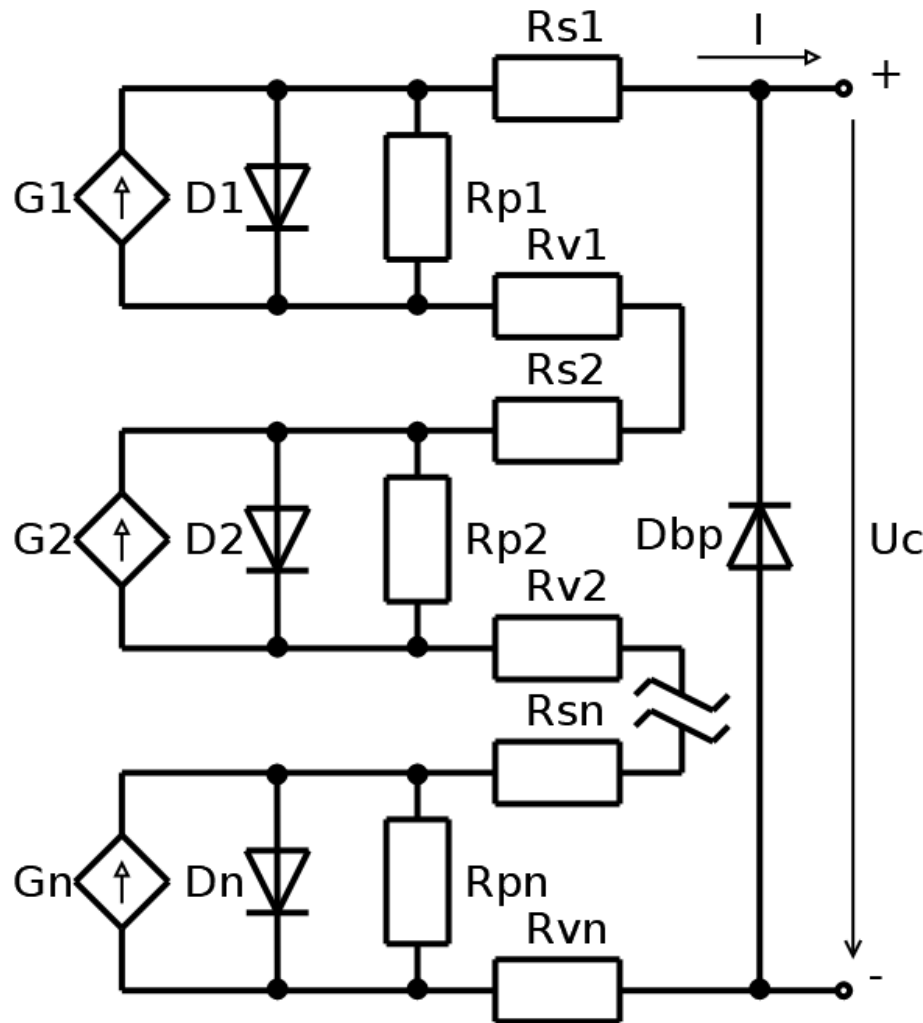
Klasický rámový panel s krystalickými články

Zvláštní fotovoltaické panely

- **Flexibilní panely**
 - Přizpůsobení panelu podkladu
- **Panely pro agrovoltaiku**
 - Průsvitné – malý činitel plnění
- **Fotovoltaické střešní krytiny**
- **Integrace článků do výrobků**



5. Zapojení fotovoltaického panelu

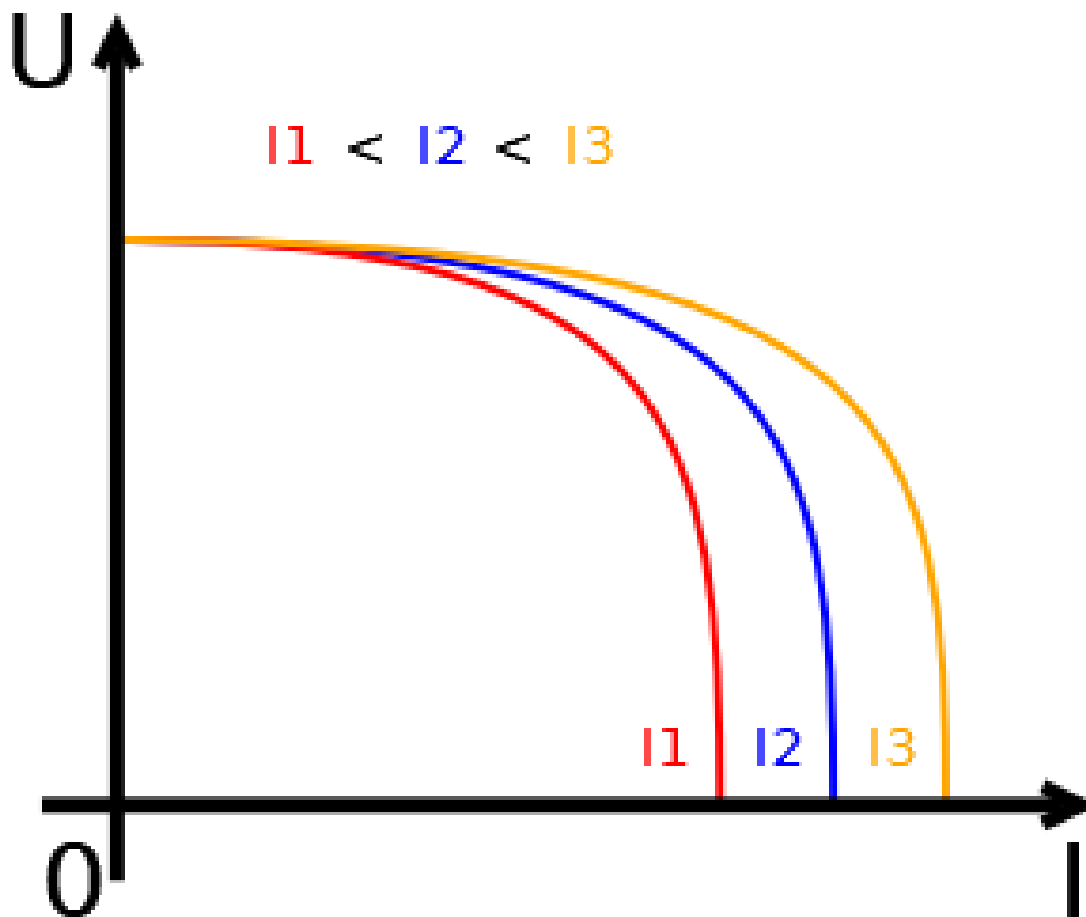


- Obvykle sériové spojení n fotovoltaických článků
- Dbp – „by-pass“ dioda osazená ve svorkovnici panelu

6. Vlivy prostředí

- Vliv intenzity dopadajícího záření na vlastnosti panelu
 - Vliv teploty na vlastnosti panelu
 - Vliv zastínění části panelu
- Hodnoty „ W_{peak} “ prakticky v ČR nelze dosáhnout

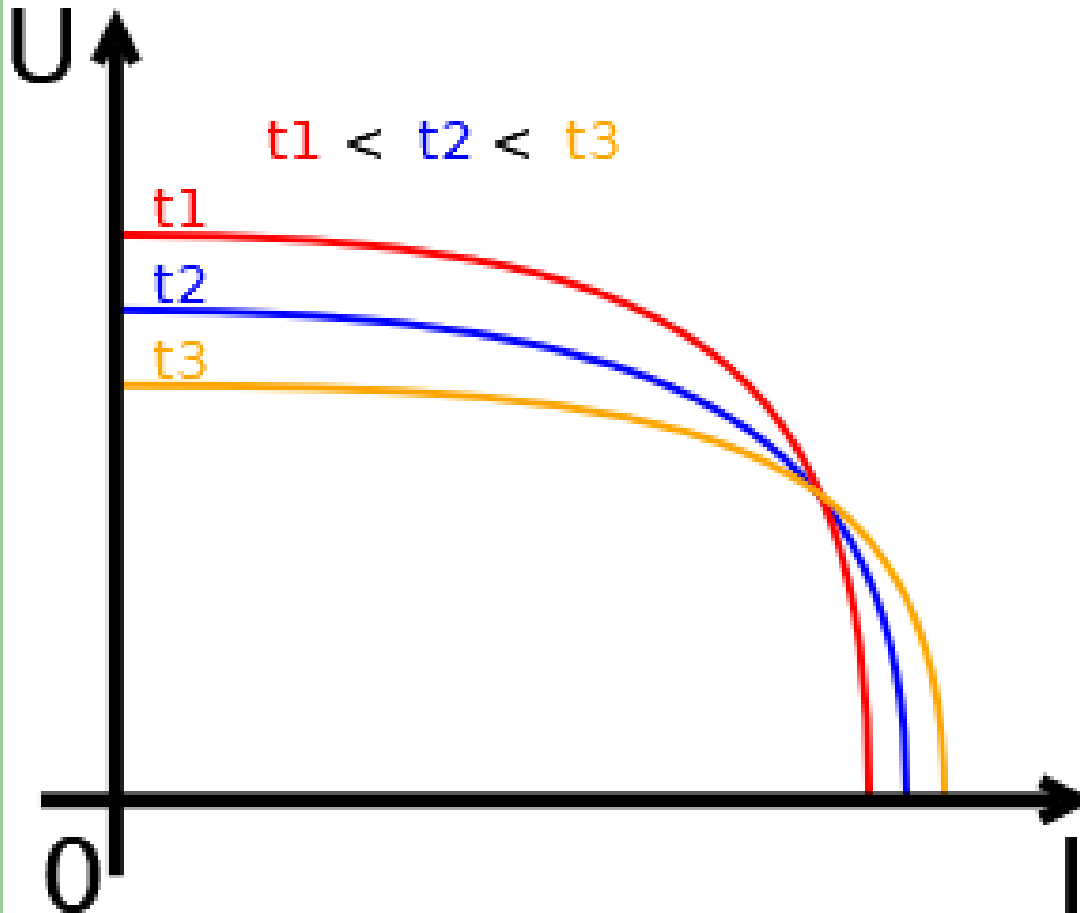
Vliv intenzity osvětlení na panel



- Se vzrůstající intenzitou osvětlení roste I_{sc}
... dost lineárně

→ Se vzrůstající intenzitou osvětlení roste P_{mpp}

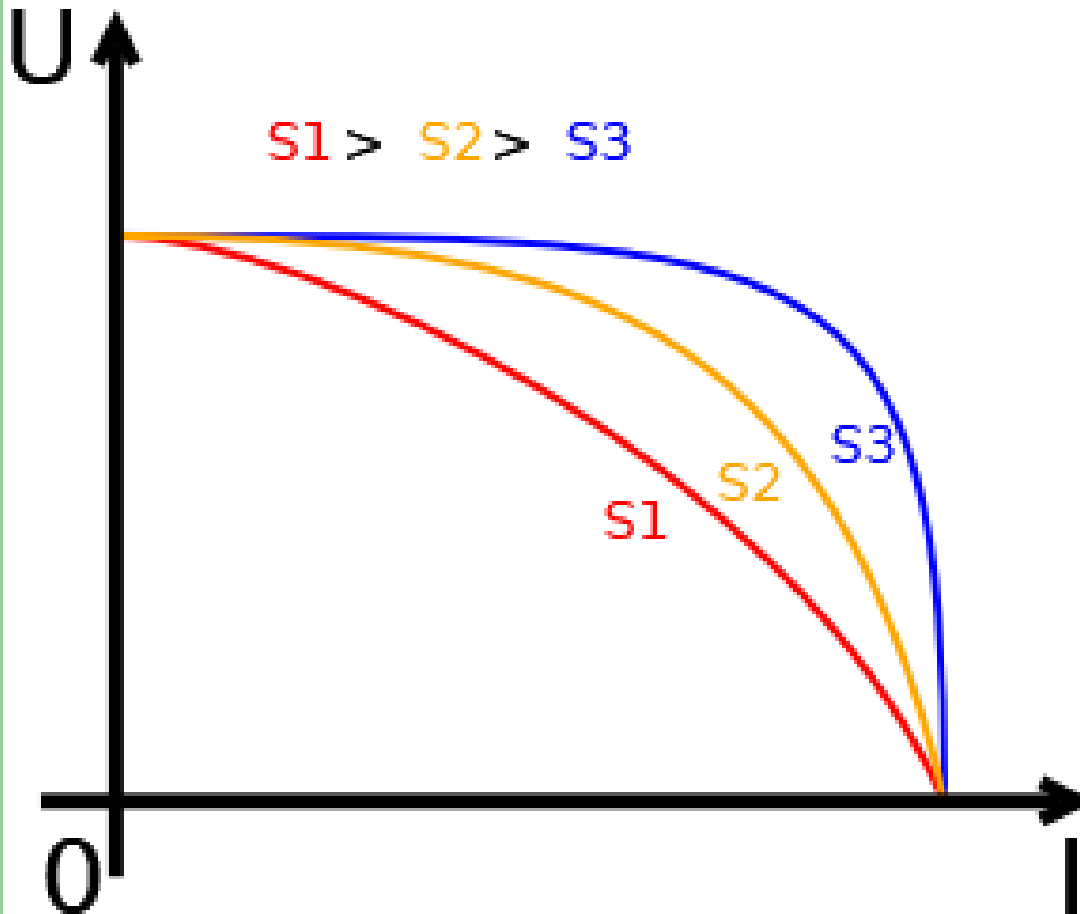
Vliv teploty na panel



- Se vzrůstající teplotou klesá U_{oc}
... hodně
- Se vzrůstající teplotou stoupá I_{sc}
... málo

→ Se vzrůstající teplotou klesá P_{mpp}

Vliv zastínění na panel



- Se vzrůstající plochou zastínění přechází zastíněné články z režimu zdroje do režimu spotřebiče

→ Se vzrůstajícím zastíněním klesá P_{mpp}

7. Štítkové údaje panelu

KYOCERA

PHOTOVOLTAIC MODULE

MODEL	KK255P-3CB2CG	
SER NO.	14ZAHX1Y0005686	
IRRADIANCE AND CELL TEMPERATURE	1000Wm ⁻² AM 1.5 25°C	800Wm ⁻² AM 1.5 45°C
P _{max}	255 W	183 W
V _{pmax}	30.4 V	27.4 V
I _{pmax}	8.39 A	6.68 A
V _{oc}	37.6 V	—
I _{sc}	9.09 A	—
P _{max} TOLERANCE +5% / -3%		
MAX SYS. VOLT. 1000 V	MASS 20.0 kg	
MAX SERIES 21 MODULES	SERIES FUSE	
APPLICATION CLASS A	15 A	

WARNING

HAZARDOUS ELECTRICITY CAN SHOCK, BURN OR CAUSE DEATH. DO NOT TOUCH TERMINALS.

Must comply with local safety standards prior to installation.

JET
www.jet.or.jp

CE 



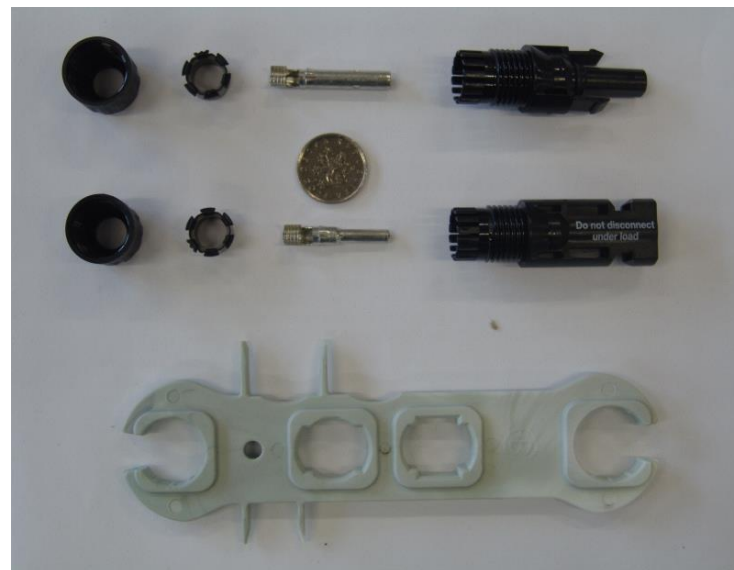
MADE IN JAPAN



STC: standard test conditions

NOTC: normal operation test conditions

8. Připojení fotovoltaického panelu



Konektory MC4

- Nutné hlídat In a Un
 - Nutné dodržovat technologickou kázeň
- ... nejporuchovější část FVE

Propojování fotovoltaických panelů



- **Problematické spojky**
- **Kabeláž pro FVE**
 - Vyšší hodnota U_n – silnější izolace
 - Odolnost proti povětrnostním vlivům

9. Směrování fotovoltaických panelů

- **Směrování J, elevace cca 40°**
 - Maximum vyrobené energie
 - Maximální výkon kolem poledne
- **Stříšky Z-V**
 - Méně vyrobené energie
 - Vyšší výroba ráno a odpoledne
- **Instalace podle možností**
- **Agrovoltaika**
 - Průsvitné panely, svislé panely
- **Integrace panelů do staveb a zařízení**

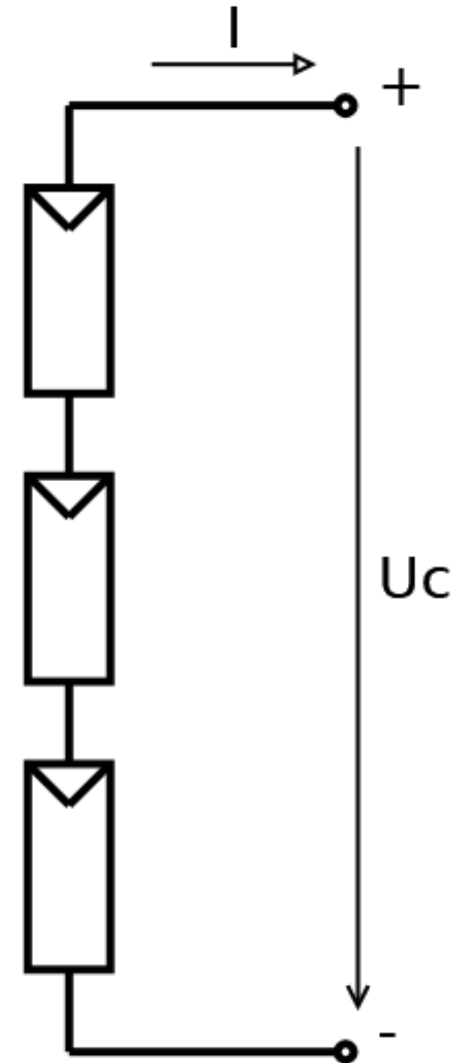
10. Měření fotovoltaických panelů



- Speciální měřicí přístroje: měření R_{iz} , U_{oc} , I_{sc} ; logování U , I , t , i
- Diagnostika panelů termovizí

11. Řazení a ochrana panelů

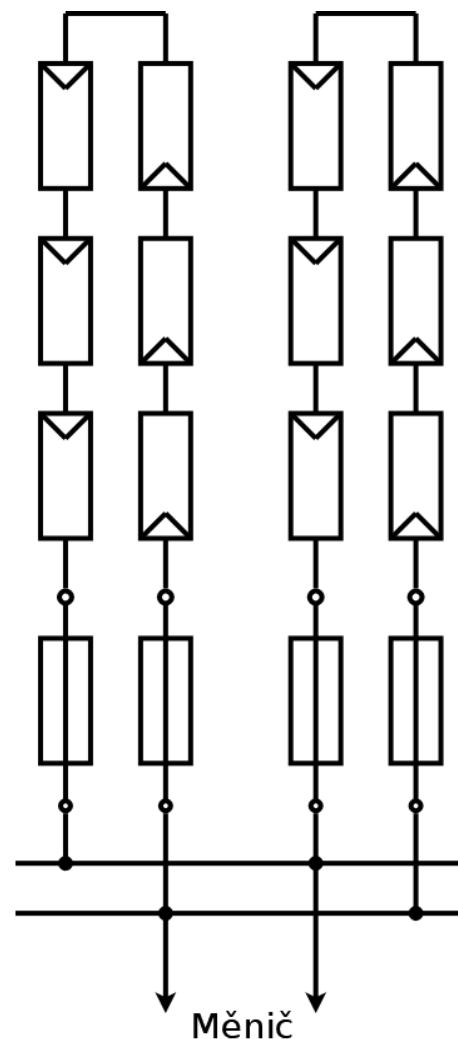
- **Sériové spojení panelů: stringy**
 - U_{max} obvykle 1000V=
- **Přímé paralelní spojení panelů**
 - Problematické při $n > 2$: hrozí poškození článků
- **Nevhodné spojování panelů s různou intenzitou osvětlení, orientací a zastíněním**
 - Snížení výkonu až riziko poškození článků



Ochrana panelů proti zkratům

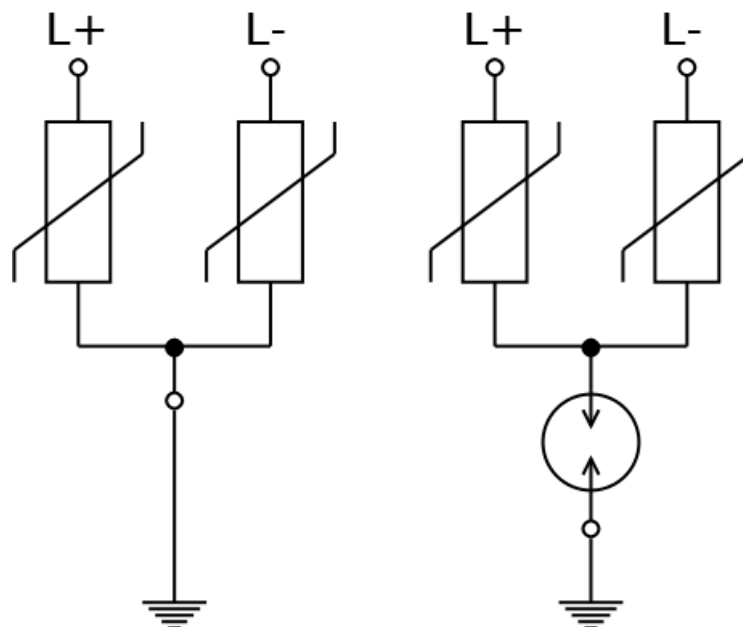
Ochrana tavnými pojistkami v
pojistkových odpojovačích

- Speciální rychlé pojistky
- Riziko vytažení oblouku



Ochrana panelů proti přepětí

- Zemnění rámu panelů a nosných konstrukcí
- Ochrana panelů a měničů svodiči přepětí
 - Zapojení U a zapojení Y
 - Varistory: indikace stavu
 - Plynem plněné bleskojistky



Vytvořeno v rámci projektu **Green Deal UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-2142/2024-4.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

