



Návrh FV systémů

Ing. Pavel Hrzina, Ph.D. - Laboratoř diagnostiky fotovoltaických systémů



Osnova dnešní přednášky

- Základní typy FV systémů
- Komponenty FV elektráren
- Postup návrhu, PV GIS
- Příklady instalací – rozbor provedení FVE



Základní dělení FV systémů

- Systémy nespojené s rozvodnou sítí
- Systémy spojené s rozvodnou sítí
- Hybridní systémy



Systemy nespojené s rozvodnou sítí

- Autonomní systémy
- nesprávně – ostrovní systémy





Autonomní systémy

- Typy instalací
 - **DC/DC – bez akumulace**
 - DC/AC – bez akumulace
 - DC/DC – s akumulací
 - DC/AC – s akumulací

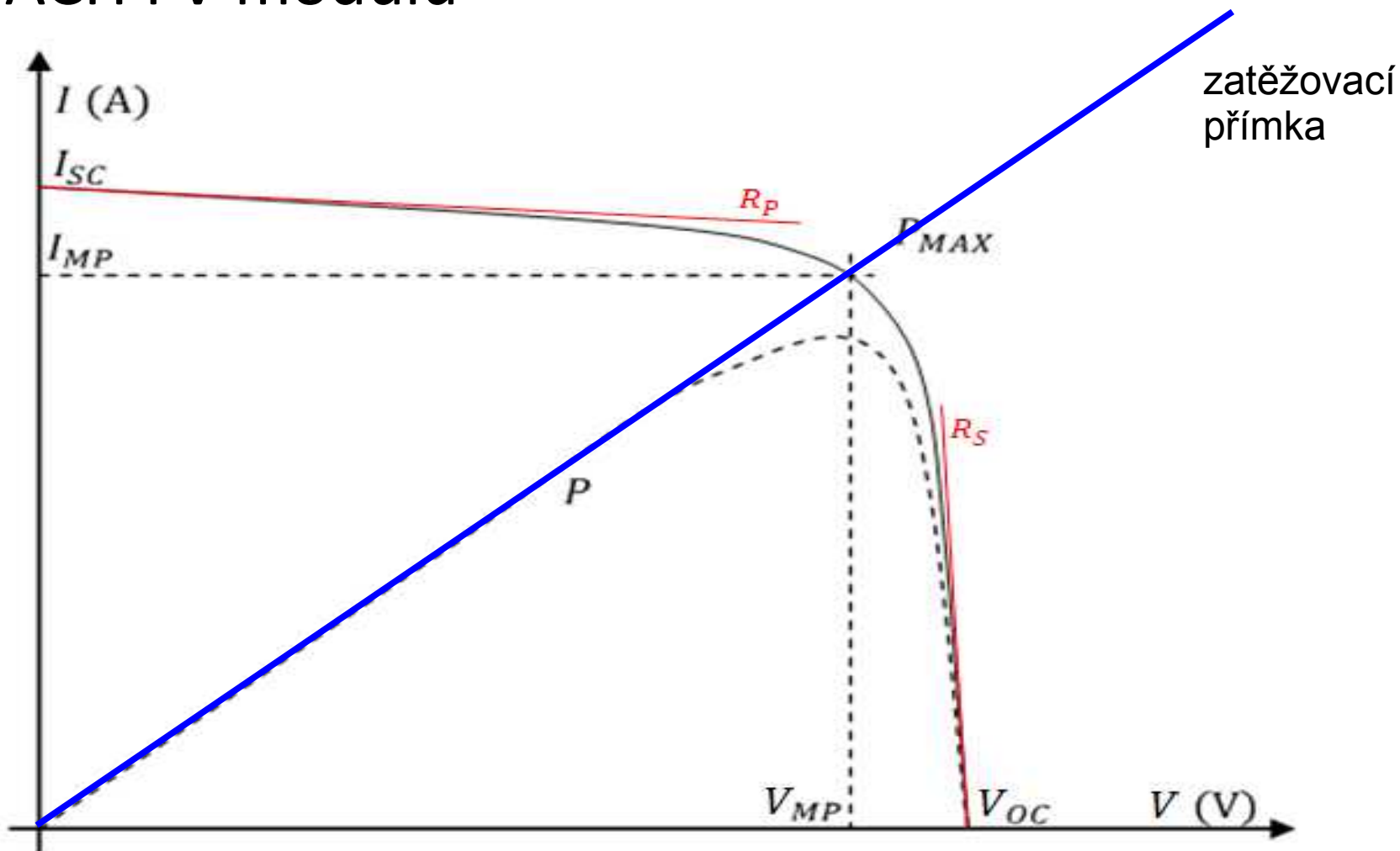


FV modul přímo připojen
ke spotřebiči

DC spotřebič,
přizpůsobení VACH modulu



VACH FV modulu





Autonomní systémy

- Typy instalací
 - **DC/DC – bez akumulace**
 - DC/AC – bez akumulace
 - DC/DC – s akumulací
 - DC/AC – s akumulací



FV modul přímo připojen ke spotřebiči

DC spotřebič,
přizpůsobení VAC modulu

+ velká jednoduchost

- výkon systému závisí na okamžitých podmínkách (svitu slunce)

! použitelné pokud je spotřebičem například nabíječka, nebo vodní pumpa



Autonomní systémy

- Typy instalací
 - DC/DC – bez akumulace
 - **DC/AC – bez akumulace**
 - DC/DC – s akumulací
 - DC/AC – s akumulací

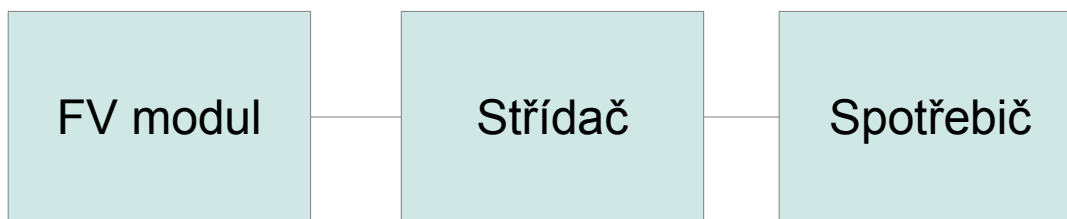
FV modul přímo připojen ke střídači.

Střídač napájí běžný AC spotřebič.

+ jednoduchost

- výkon systému závisí na okamžitých podmínkách (svitu slunce)

! nepoužívané

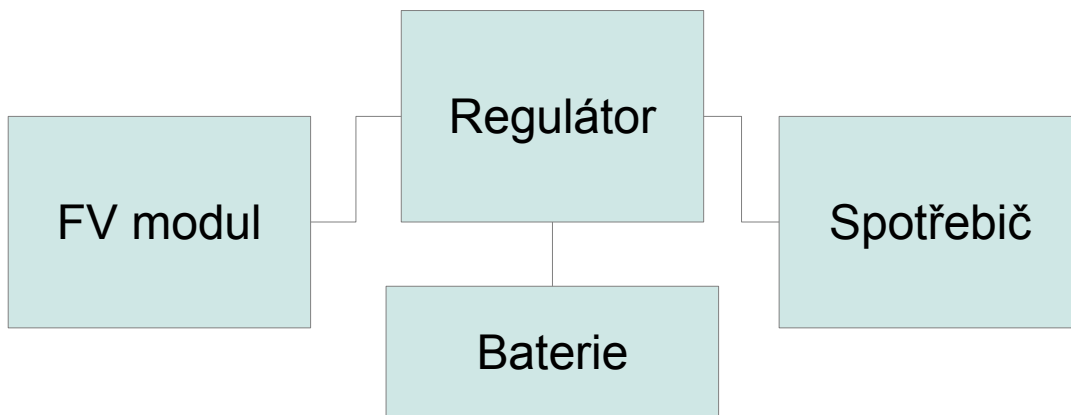




Autonomní systémy

- Typy instalací

- DC/DC – bez akumulace
- DC/AC – bez akumulace
- **DC/DC – s akumulací**
- DC/AC – s akumulací



FV modul připojen k regulátoru dobíjení

Regulátor dobíjí baterii a stabilizuje napětí pro spotřebič

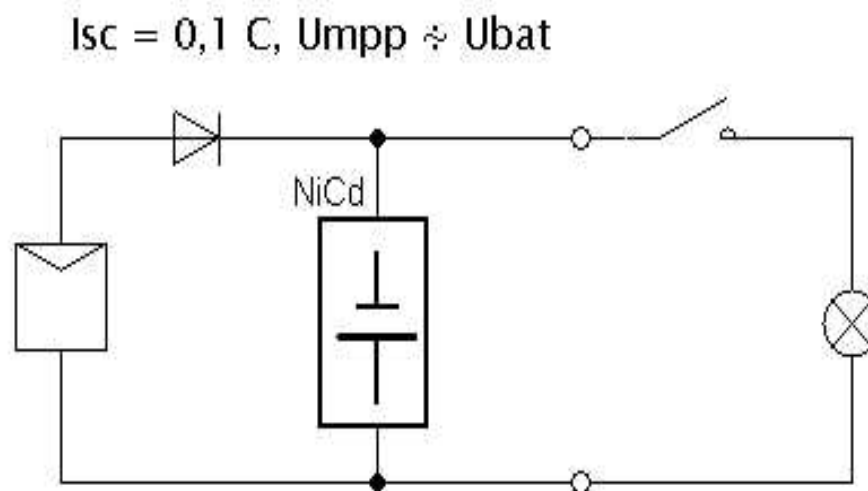
+ relativní jednoduchost

- životnost baterie je řádově nižší než celého FV systému

! Vhodné do míst bez el. energie

Nejjednodušší systém...

- NiCd baterie
- dioda
- FV modul
- Nelze použít:
 - olověný akumulátor
 - větší nabíjecí proudy

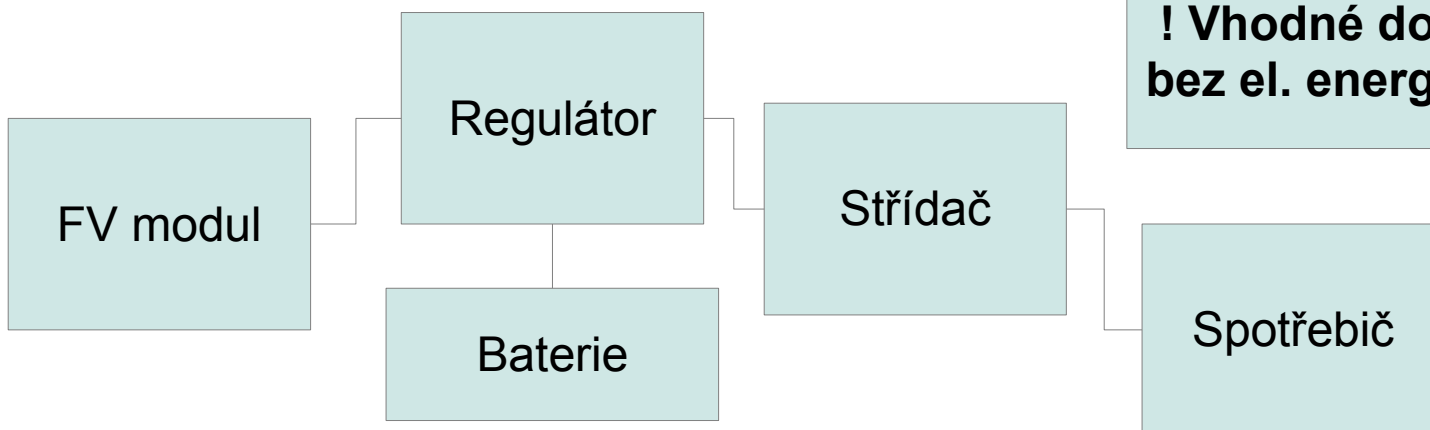




Autonomní systémy

- Typy instalací

- DC/DC – bez akumulace
- DC/AC – bez akumulace
- DC/DC – s akumulací
- **DC/AC – s akumulací**



FV modul připojen k regulátoru dobíjení

Regulátor dobíjí baterii a stabilizuje napětí pro střídač

+ výstup 230V/50Hz

- životnost baterie je řádově nižší než celého FV systému

! Vhodné do míst bez el. energie



Systemy spojené s rozvodnou sítí

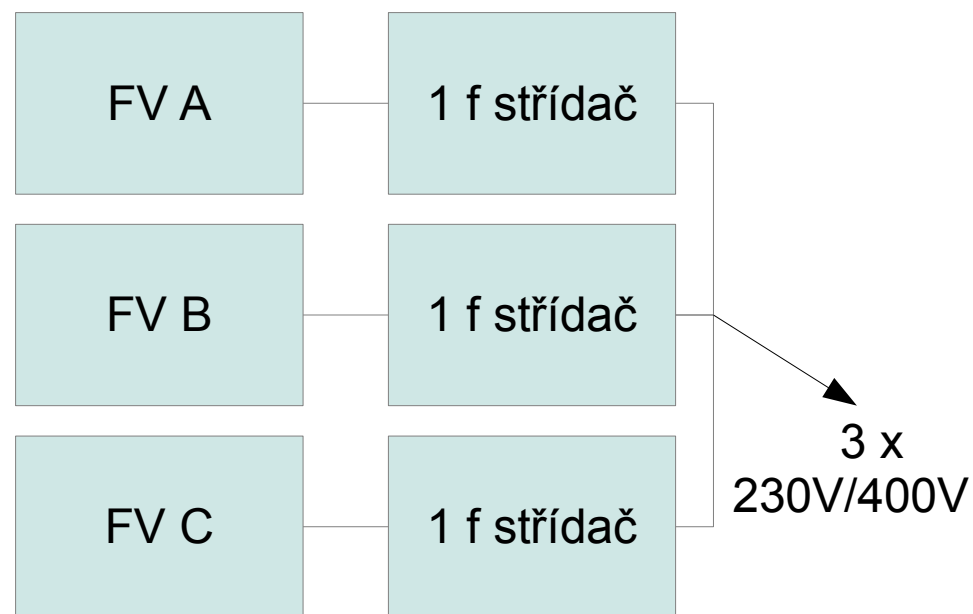
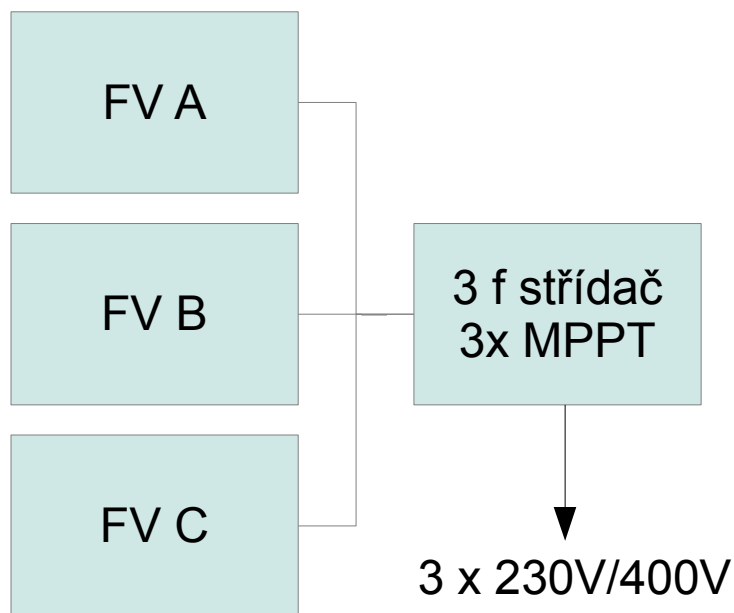
- Systemy malého výkonu (10 kWp)
- Systemy středního výkonu (200 kWp)
- Systemy velkého výkonu (nad 200 kWp)
 - princip vždy stejný
 - rozdíl v zapojení střídačů
 - vyvedení výkonu





Malý systém spojený s rozvodnou sítí

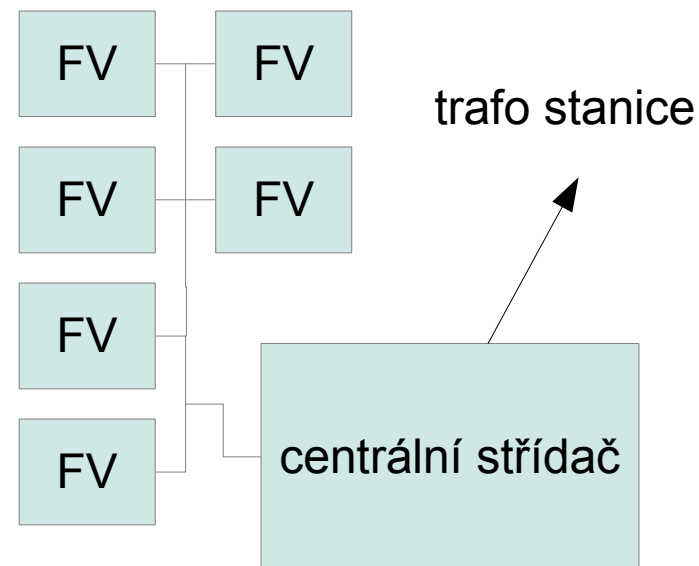
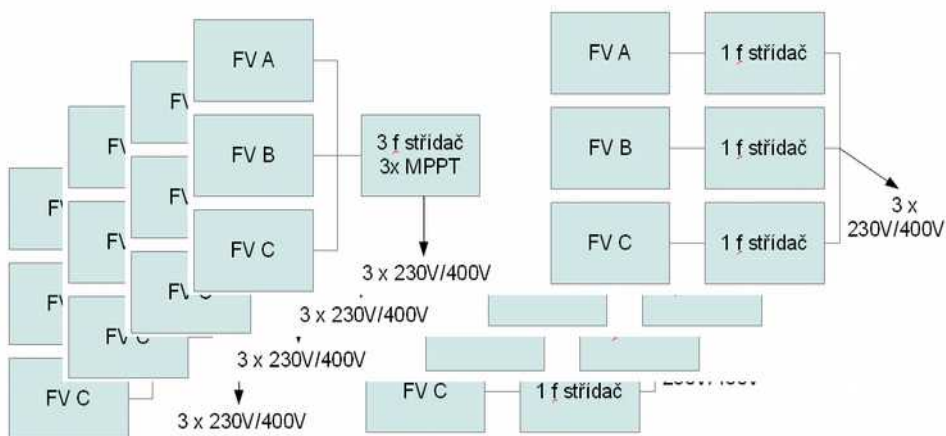
- do 50 ks FVP
- jeden až 3 střídače





Střední systém

- do 1000 FVP
- řetězcové, nebo centrální střídač(e)
- Vlastní trafostanice (04/22)





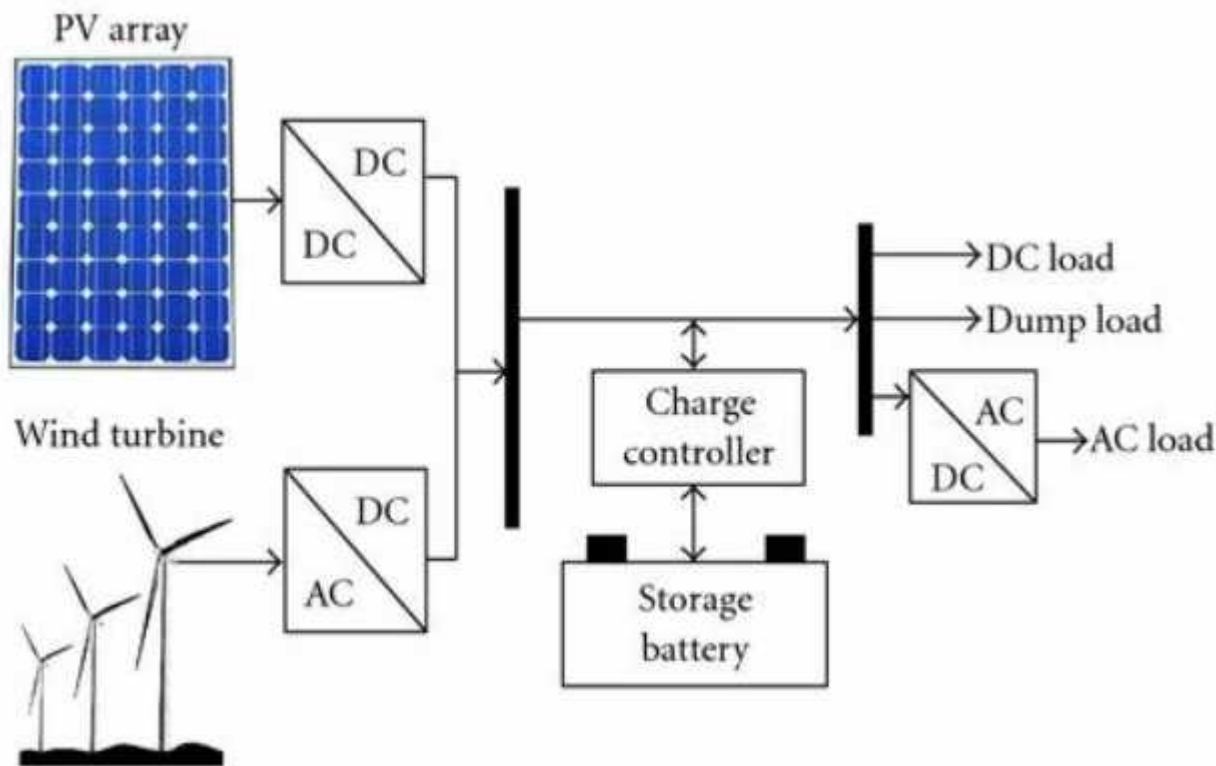
Velké systémy

- tisíce FVP
- desítky až tisíce střídačů
 - (řetězcové, nebo centrální)
- Vlastní trafostanice
(04/22), případně
(22/110)



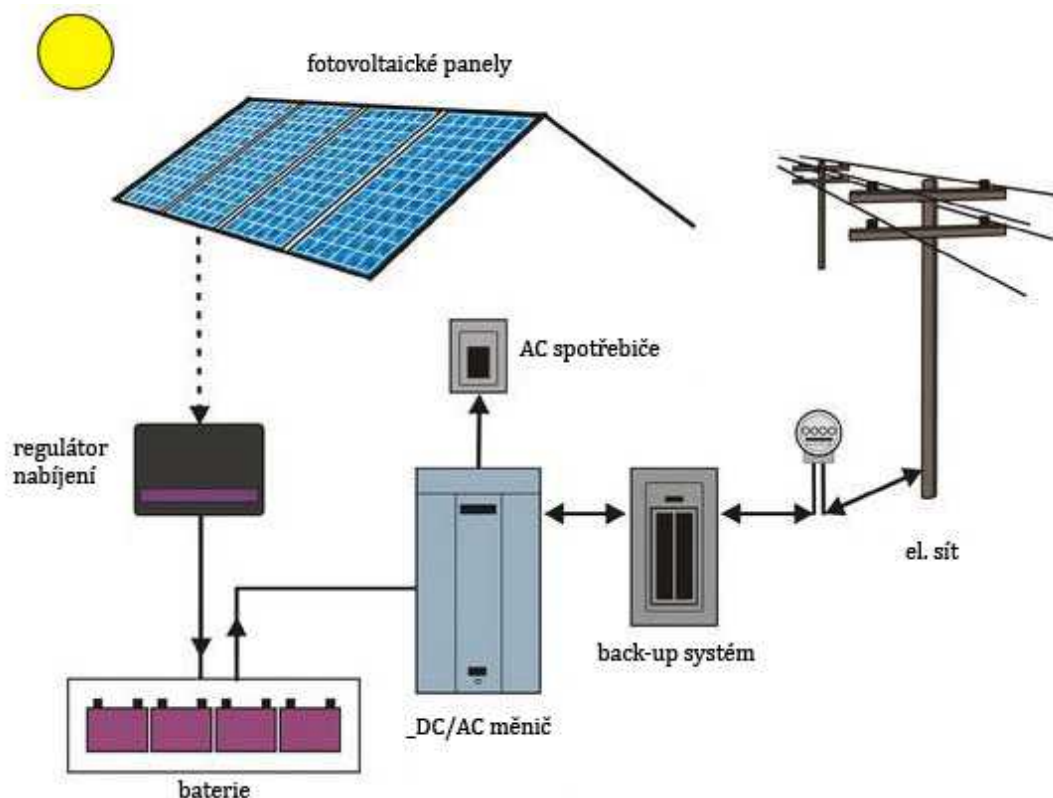
Hybridní systémy

- Kombinované systémy s dalším zdrojem energie



Back-up systémy

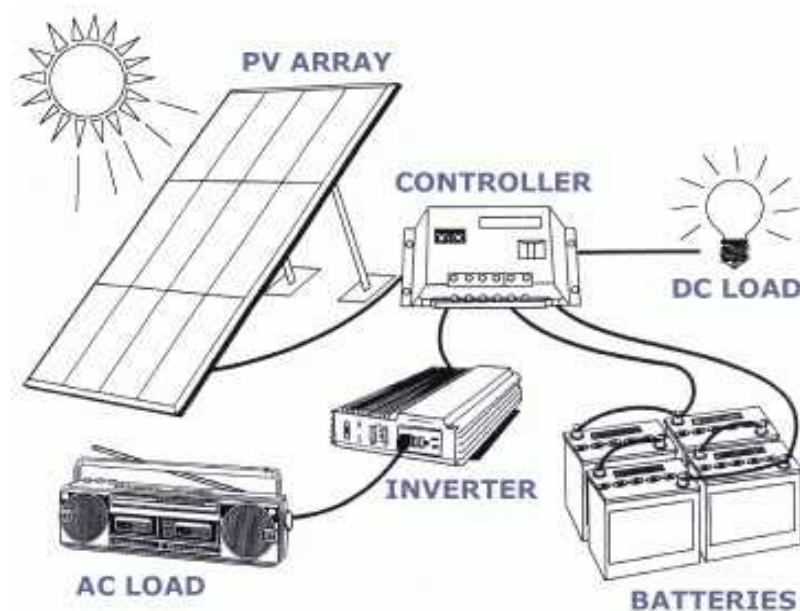
- Kombinace FVP a bateriového záložního systému





Komponenty FV elektráren

- FV moduly
- Spojovací materiál – elektro
- Nosné konstrukce
- Střídače
- Ochranné a jistící prvky



FV Moduly

- c-Si
 - monokrystalický
 - polykrystalický
 - HIT
- a-Si
- CdTe
- CIS (CIGS)





Spojovací materiál - elektro

- Spojovací vodiče
 - odolnost vůči UV záření
 - dvojitá izolace
 - průřez 4 mm² až 6 mm²





Konektory

- Vodě odolné konektory



PV-CN40M-Male

PV-CN40M-Female



Powered by DiyTrade.com



Nosné konstrukce

- Al profily, pozinkované konstrukce, dřevěné konstrukce
- Střešní nosné systémy
- Kotevní systémy
- **Základní požadavky**
 - mechanická odolnost
 - klimatická odolnost
 - cena !





Al profil

- přesná montáž
- vyšší cena
- výborná klimatická odolnost





FeZn

- příznivá cena
- dobrá životnost





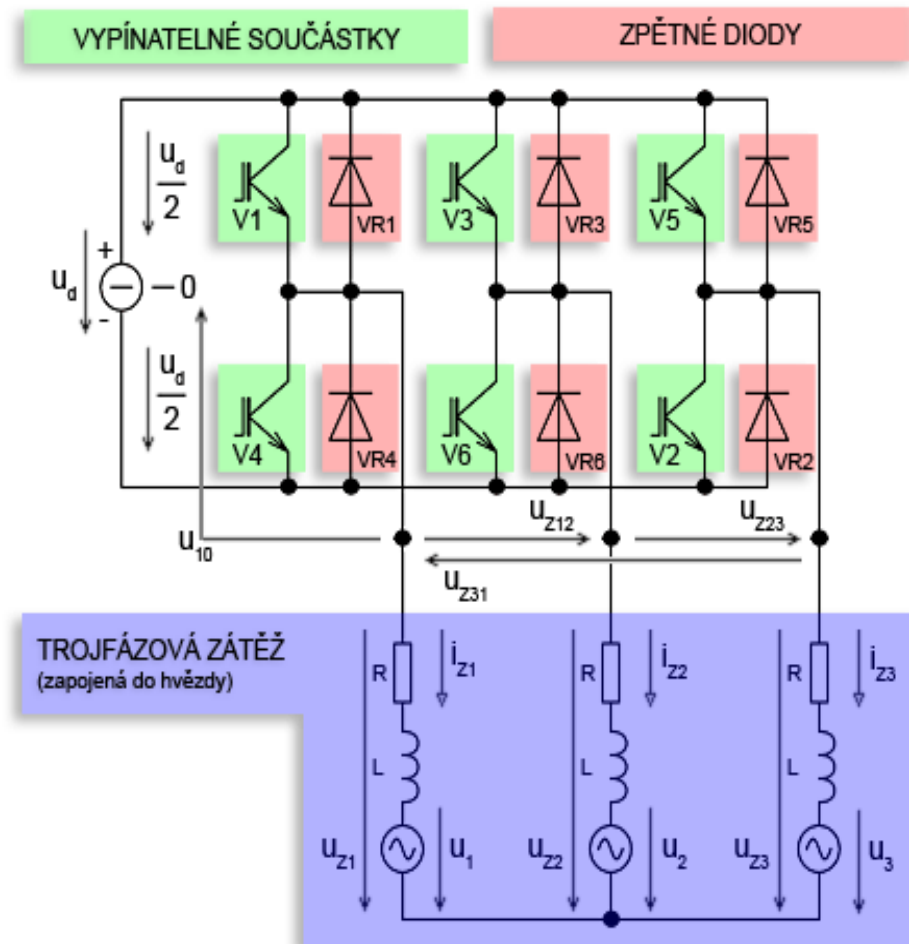
Dřevěné a plastové konstrukce

- nízká cena
- u dřeva problematická ochrana proti povětrnostním vlivům

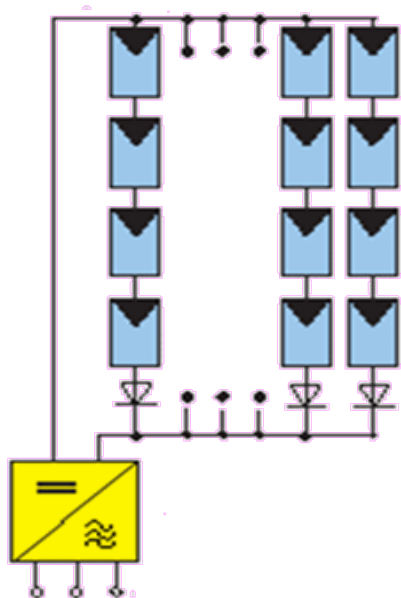


Střídače

- Základní princip →
- Fotovoltaika navíc
 - s fázování
 - MPPT
 - ochrana proti ostrovnímu provozu

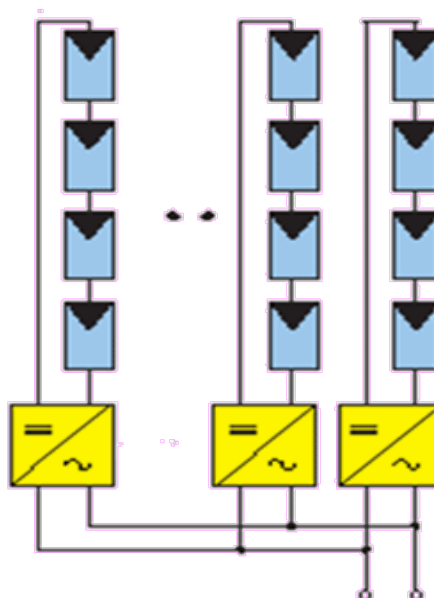


Typy střídačů



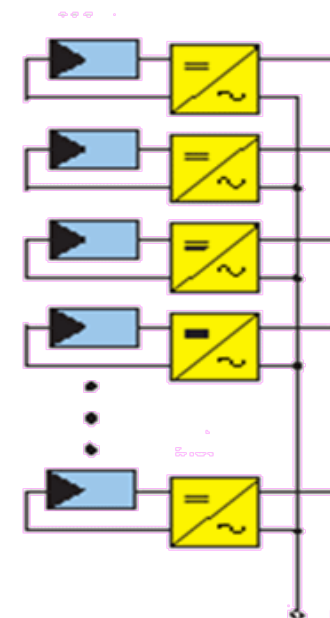
Centrální měnič

- 30 – 500 kW
(elektrárna)
- **nízká cena**
- **nižší spolehlivost, ne zcela optimální MPPT**



Řetězcový měnič

- 1 – 20 kW
- **každý řetězec má MPPT (vysoká účinnost)**
- **vyšší cena**



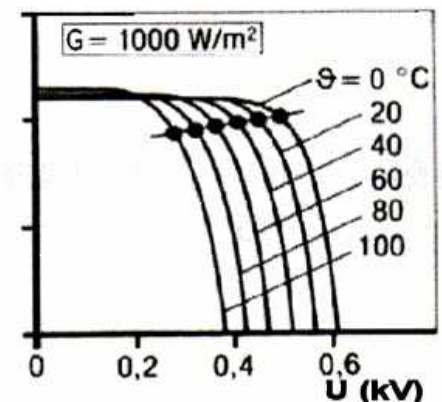
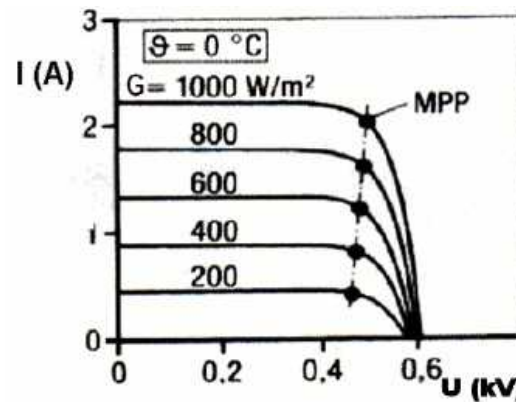
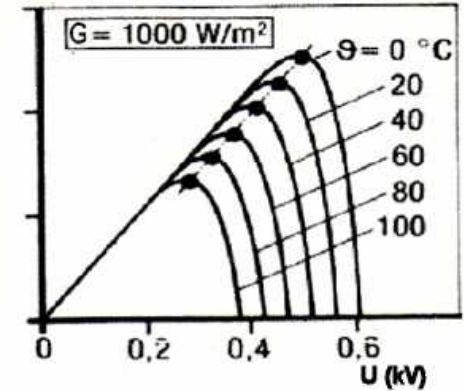
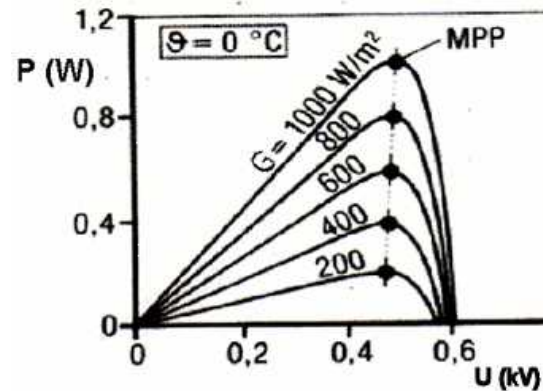
Modulový měnič

- 50 - 180 W
- **každý modul má MPPT**
- **vysoká cena**



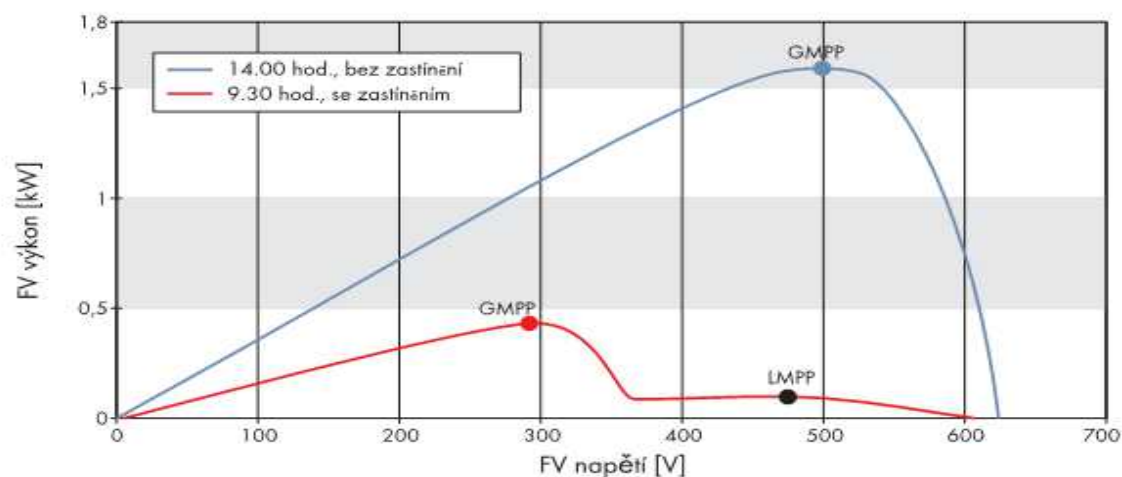
Vlastnosti střídačů

- MPPT
 - rozsah vstupních napětí pro MPPT
 - maximální U_{oc}
 - problematické chování při zastínění





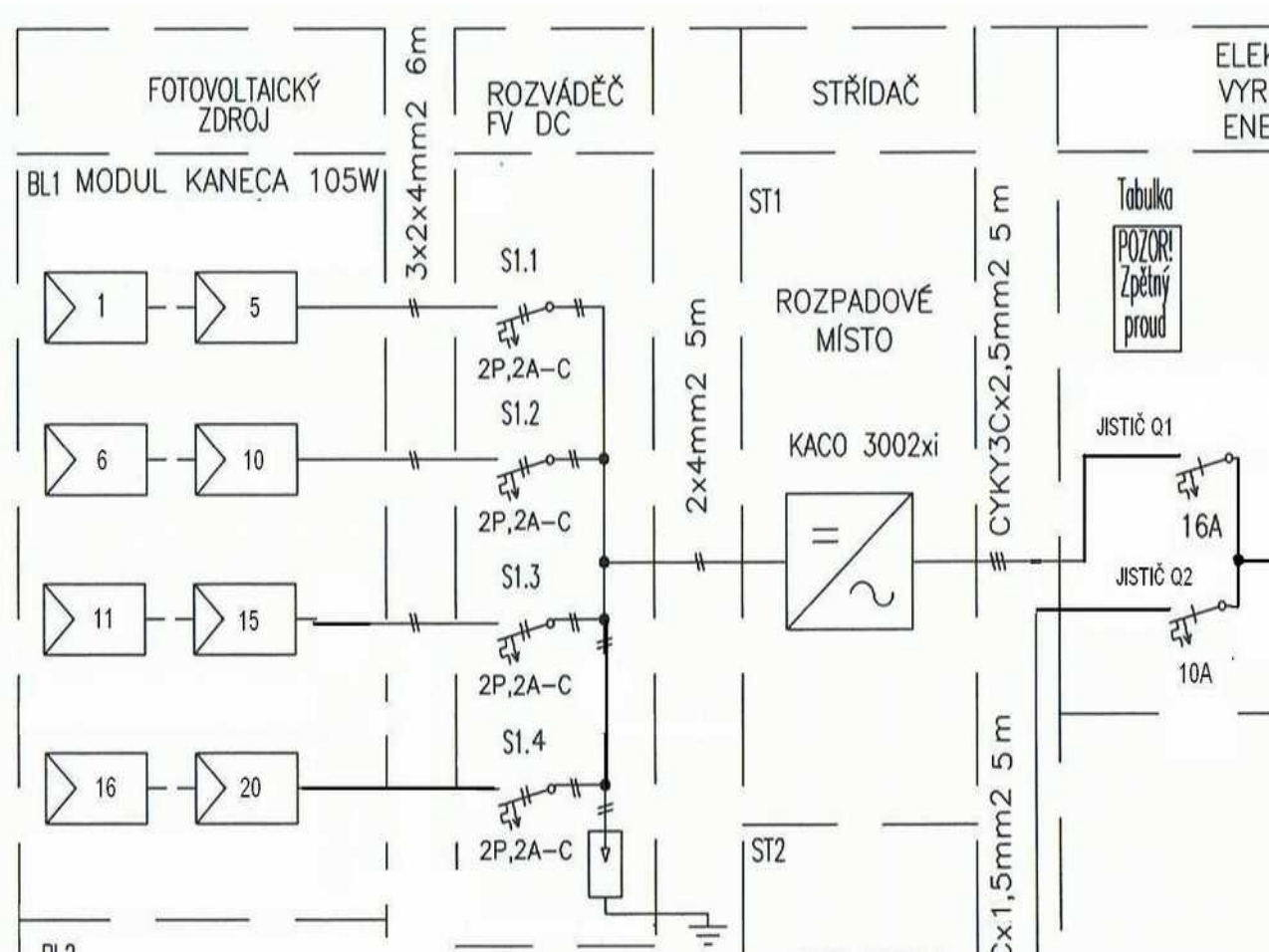
VA charakteristika zastíněného modulu





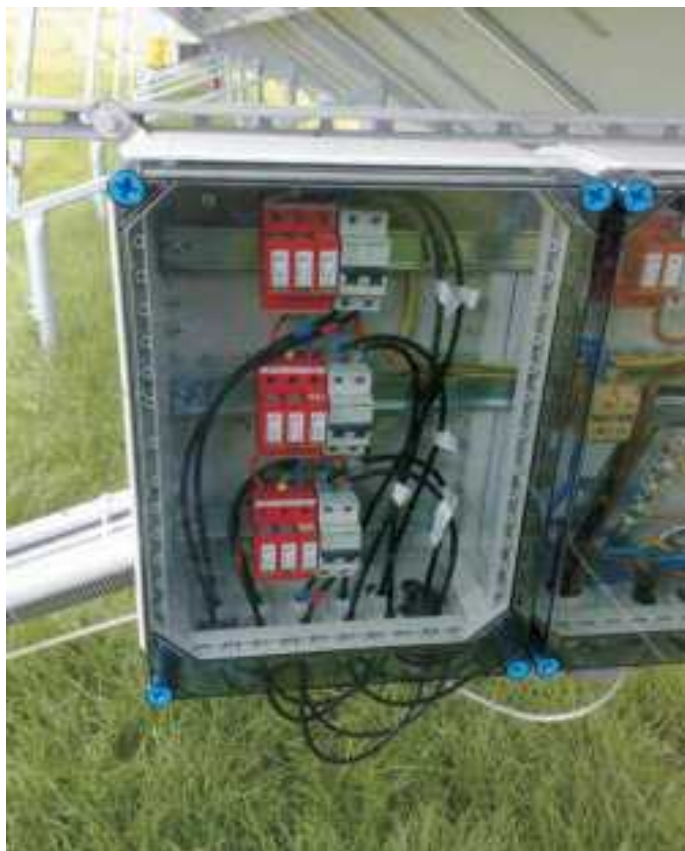
Ochranné prvky

- Jističe
- Pojistky
- Přepětové ochrany





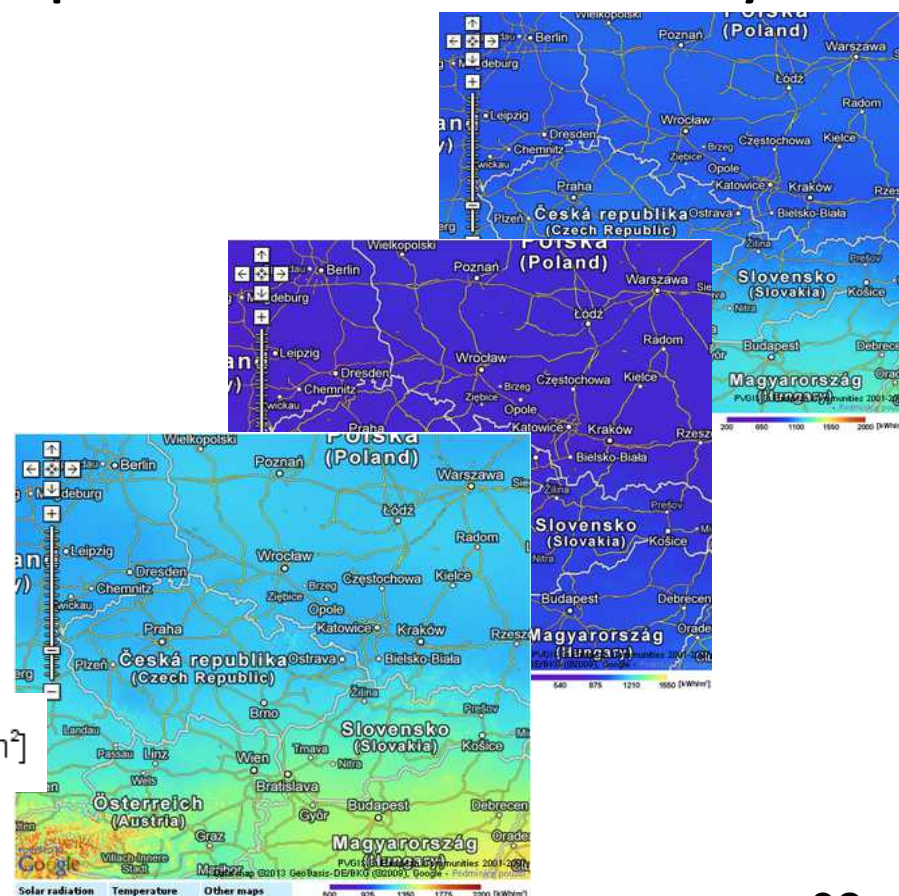
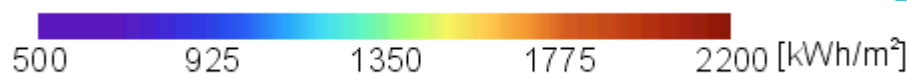
Jističe, pojistky, svodiče přepětí





Postup návrhy FVS – PV GIS

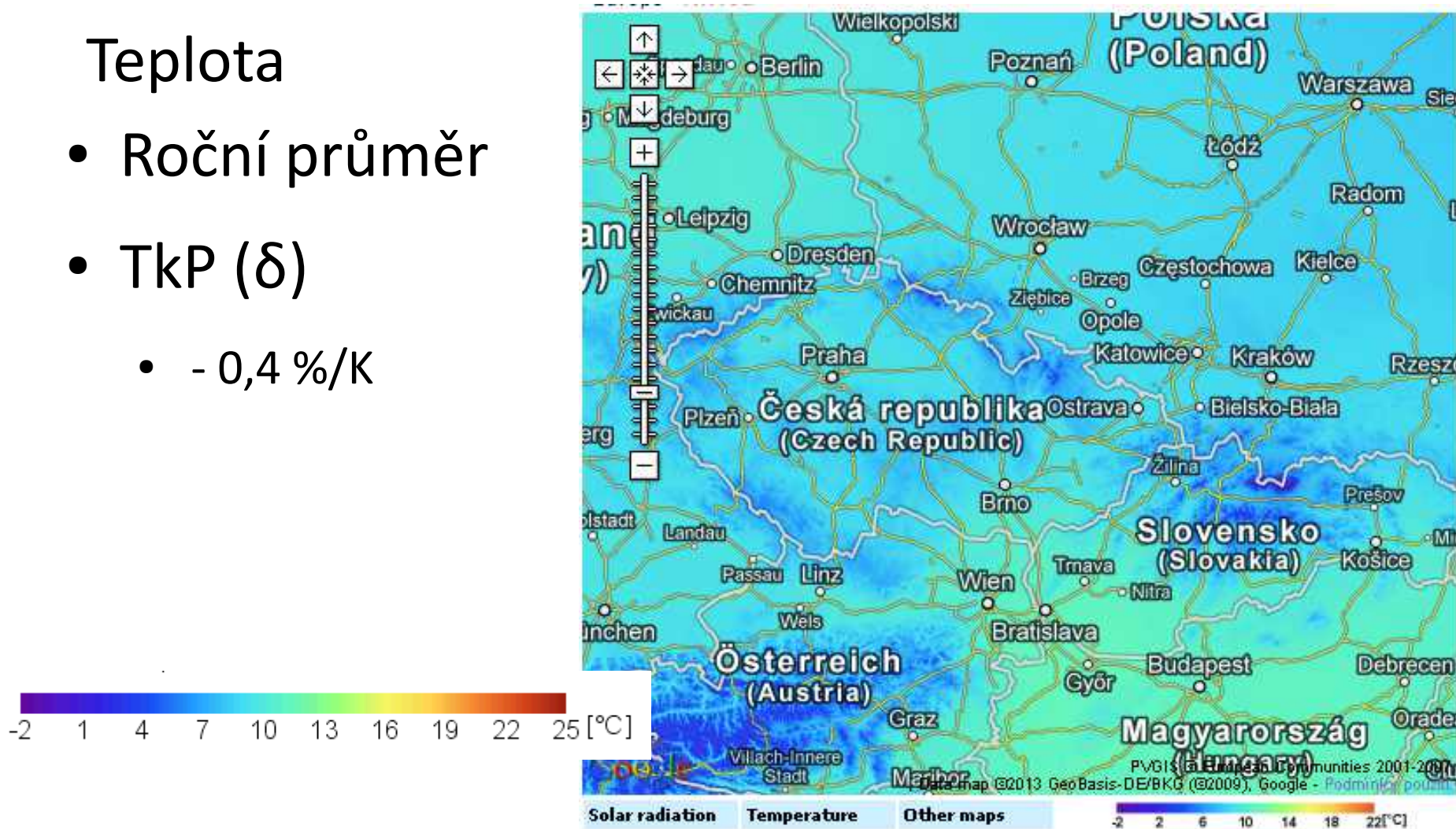
- 1. Zjištění klimatických podmínek a intenzity slunečního záření
 - horizontální orientace
 - vertikální orientace
 - optimální úhel





Teplota

- Roční průměr
- TkP (δ)
 - - 0,4 %/K





Zeměpisná poloha



Město	Optimální úhel instalace			
	Sklon	Azimut	kWh/kWp	kWh/m2
Jihlava	34	-1	1020	1260
Aš	34	-2	994	1220
Znojmo	35	-1	1080	1350
Oslo	40	0	814	1000
Catania	33	-1	1630	2100



Charakterizace systému (připojeného k síti)

- Instalovaný výkon
- Celkové ztráty systému
- Umístění systému
- Úhel natočení
 - vůči slunci
 - vůči jihu
- Sledování slunce
- Požadované výstupy

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: **Technologie**

PV technology:

Installed peak PV power kWp

Estimated system losses [0;100] %

Fixed mounting options:

Mounting position:

Slope [0;90] ° Optimize slope

Azimuth [-180;180] ° Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90] ° Optimize

Inclined axis Slope [0;90] ° Optimize

2-axis tracking

Horizon file

Output options

Show graphs Show horizon

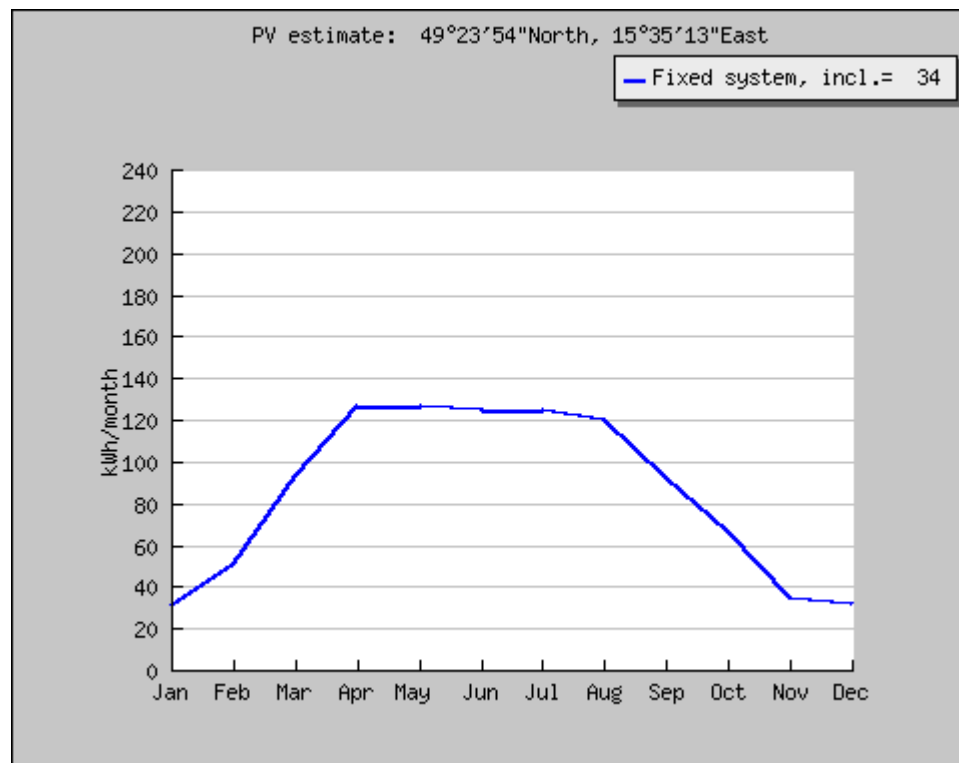
Web page Text file PDF

[\[help\]](#)



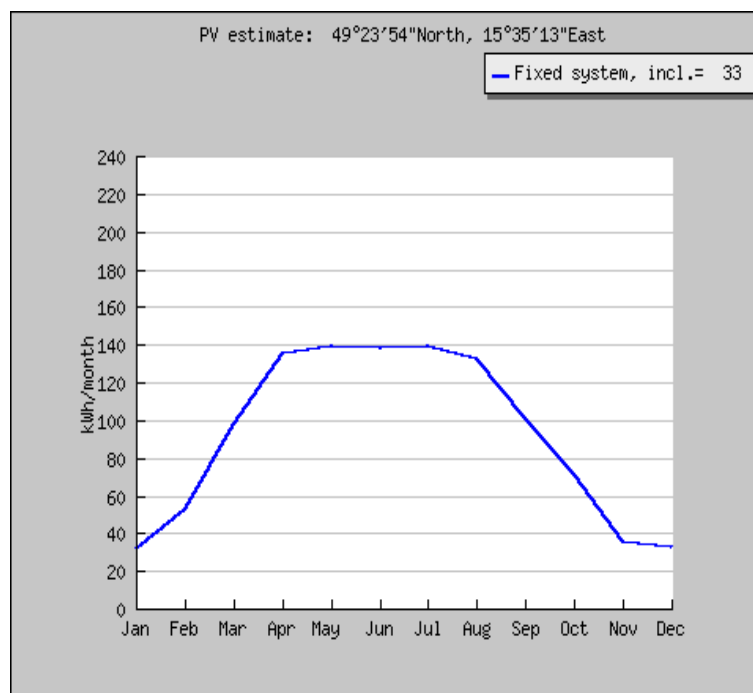
Výstupy systému PV GIS

- Tabulka
- Grafy
- Příklad c-Si systém
Jihlava

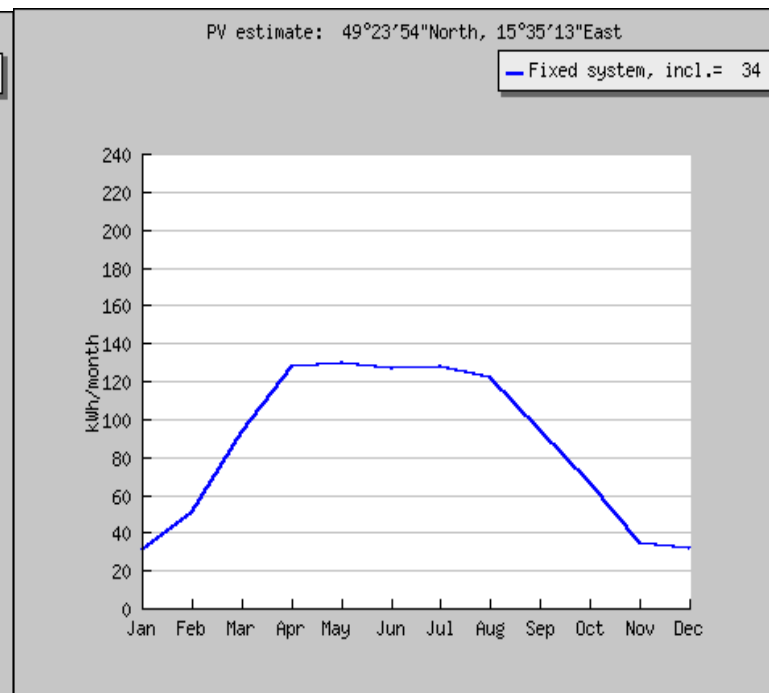




Rozdílné technologie



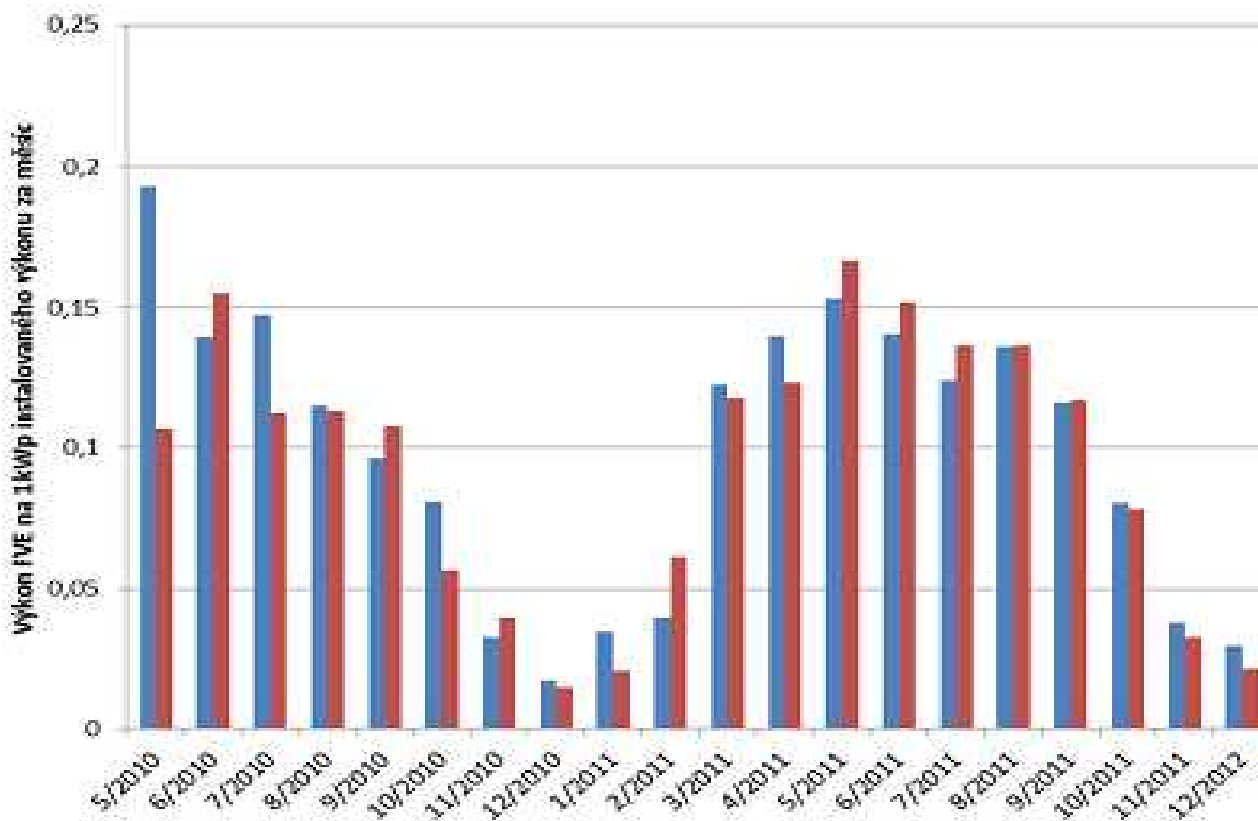
CdTe



CIS

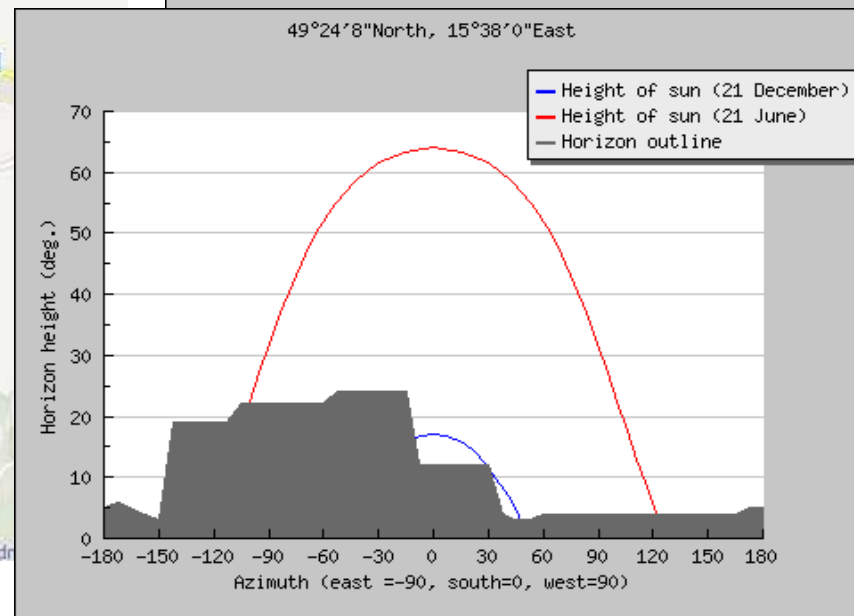
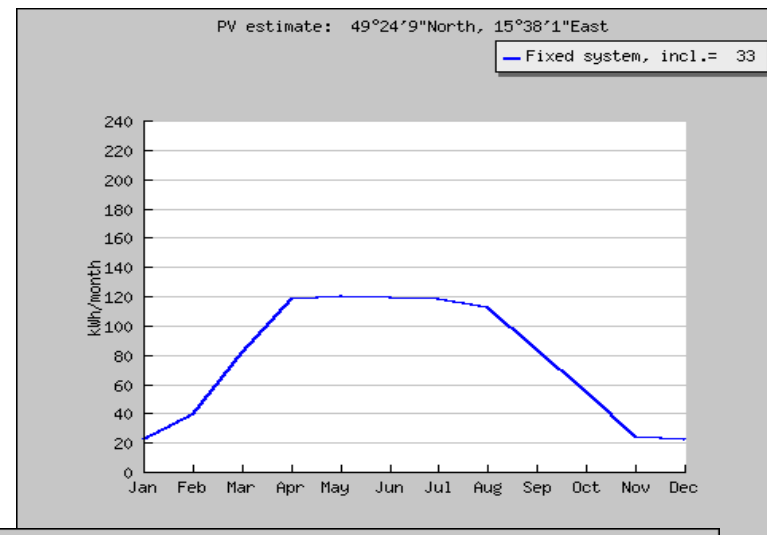
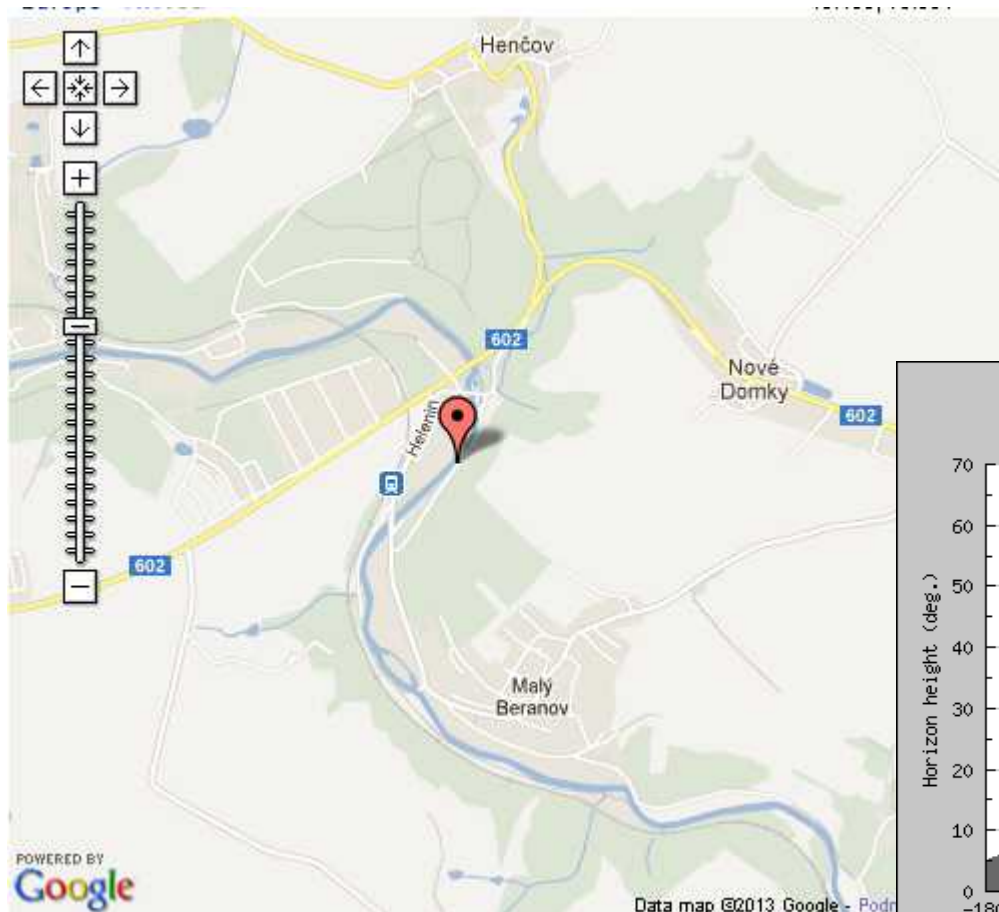


Reálný výsledek – dva různé systémy





Vliv zastínění - horizont

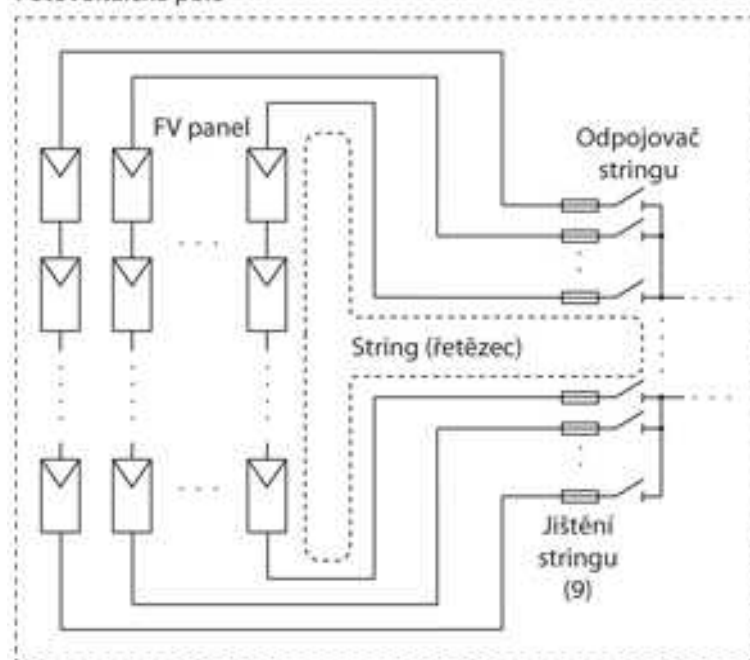


Návrh systému – iterace následujících voleb

- Volba FVP a střídače
 - počet modulů v sérii
 - počet modulů paralelně
 - výkonové dimenzování střídače
- Volba nosného systému
- Volba kabeláže
- Rozložení FVP z hlediska stínění

Obr. 2 - Detail fotovoltaického pole

Fotovoltaické pole



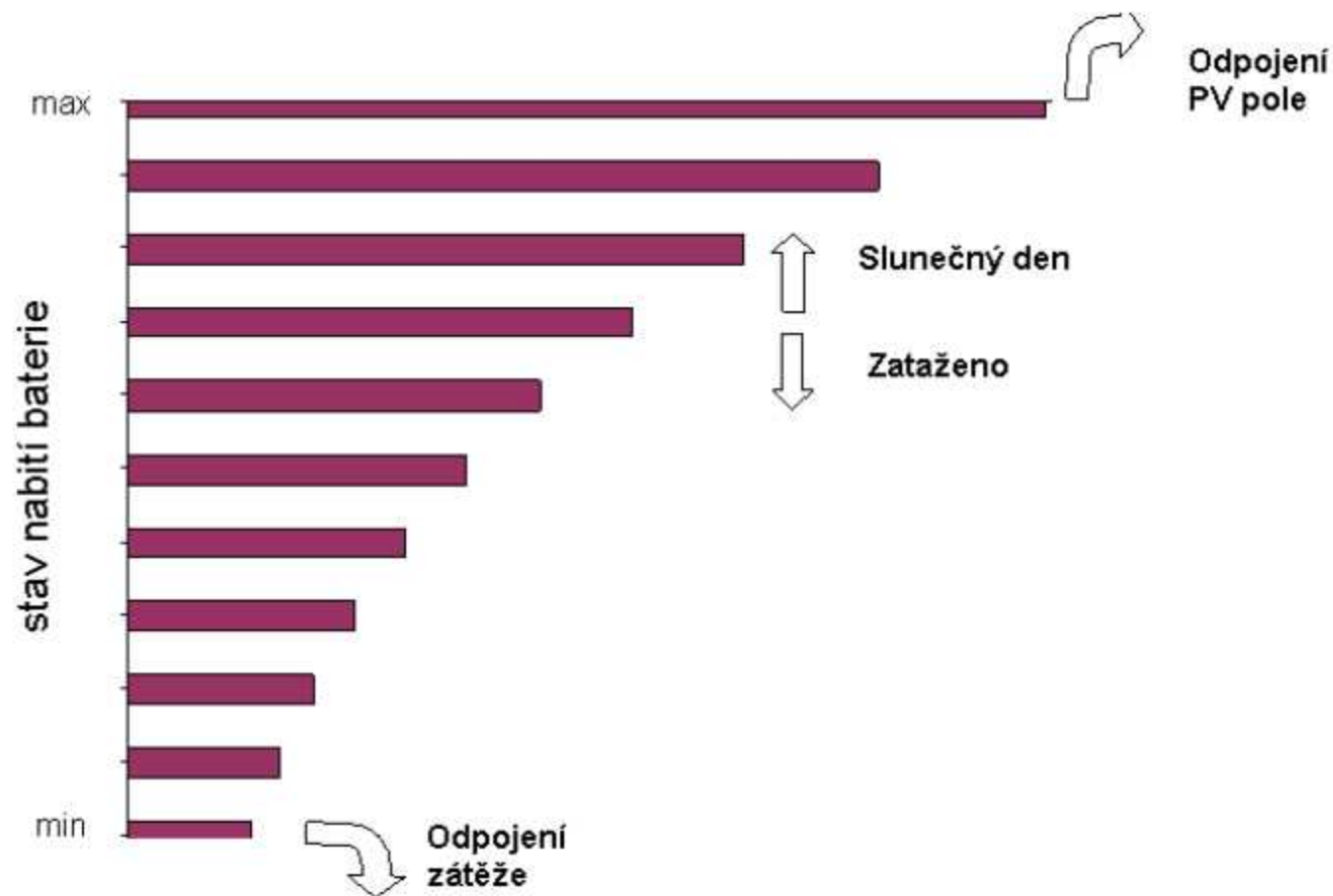


Off-grid systém (autonomní systém)

- Určení velikosti energie potřebné na provoz spotřebičů, včetně harmonogramu spotřeby
- Určení konceptu systému
- Výběr a dimenzování částí systému
 - FVP, měniče, spotřebiče
- Návrh velikosti FVP a velikosti akumulátorové baterie
- Dimenzování regulátoru nabíjení (DC-DC)
- Dimenzování rozvodů (kabely)



Využití baterie





PV GIS

JRC **CM SAF** **Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps**

EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe

Contact **Important legal notice**

Europe Africa

e.g. "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"
cursor position: 48.884, 33.486
selected position:

Search

Solar radiation Temperature Other maps

200 650 1100 1550 2000 (kWh/m²)

Stand-alone PV Estimation

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation **Stand-alone PV**

Enter peak PV power Wp

Battery voltage: V Capacity: Ah

Discharge cutoff limit (%) [0;100]

Enter daily consumption Wh

Optional hourly consumption file Procházet...

Module inclination [0;90] deg.

Orientation [-180;180] deg.

(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Output options

Show graphs Show horizon

Web page Text file PDF

[\[help\]](#)



Příklady instalací FVE (výkon cca. 1 MW)

















Příští přednáška...

- Optimalizace provozu a ekonomické aspekty

Děkuji za pozornost a prosím o Vaše dotazy....