

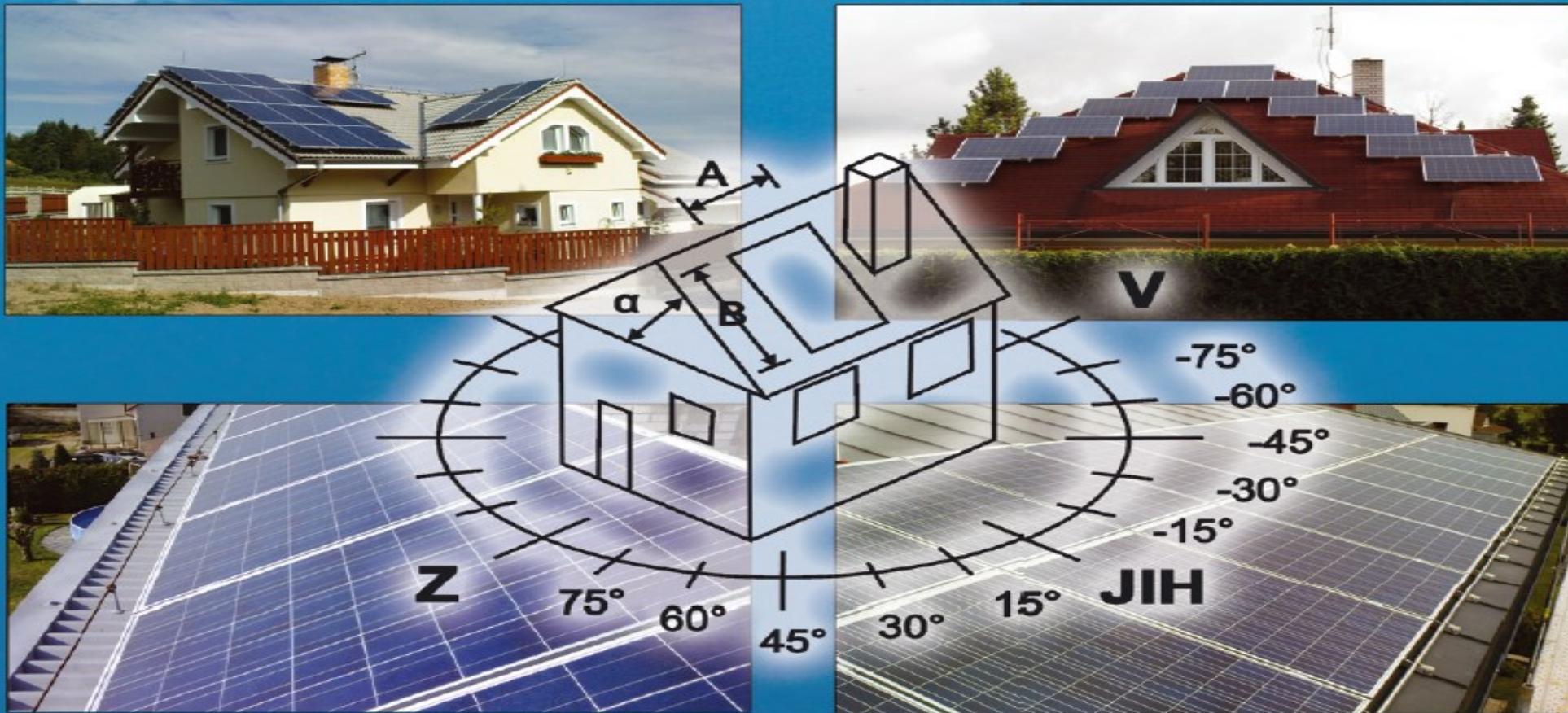


Navrhování a dimenzování FVS. Výpočty energetických zisků. Samostatný návrh FVS.

Petr Maule



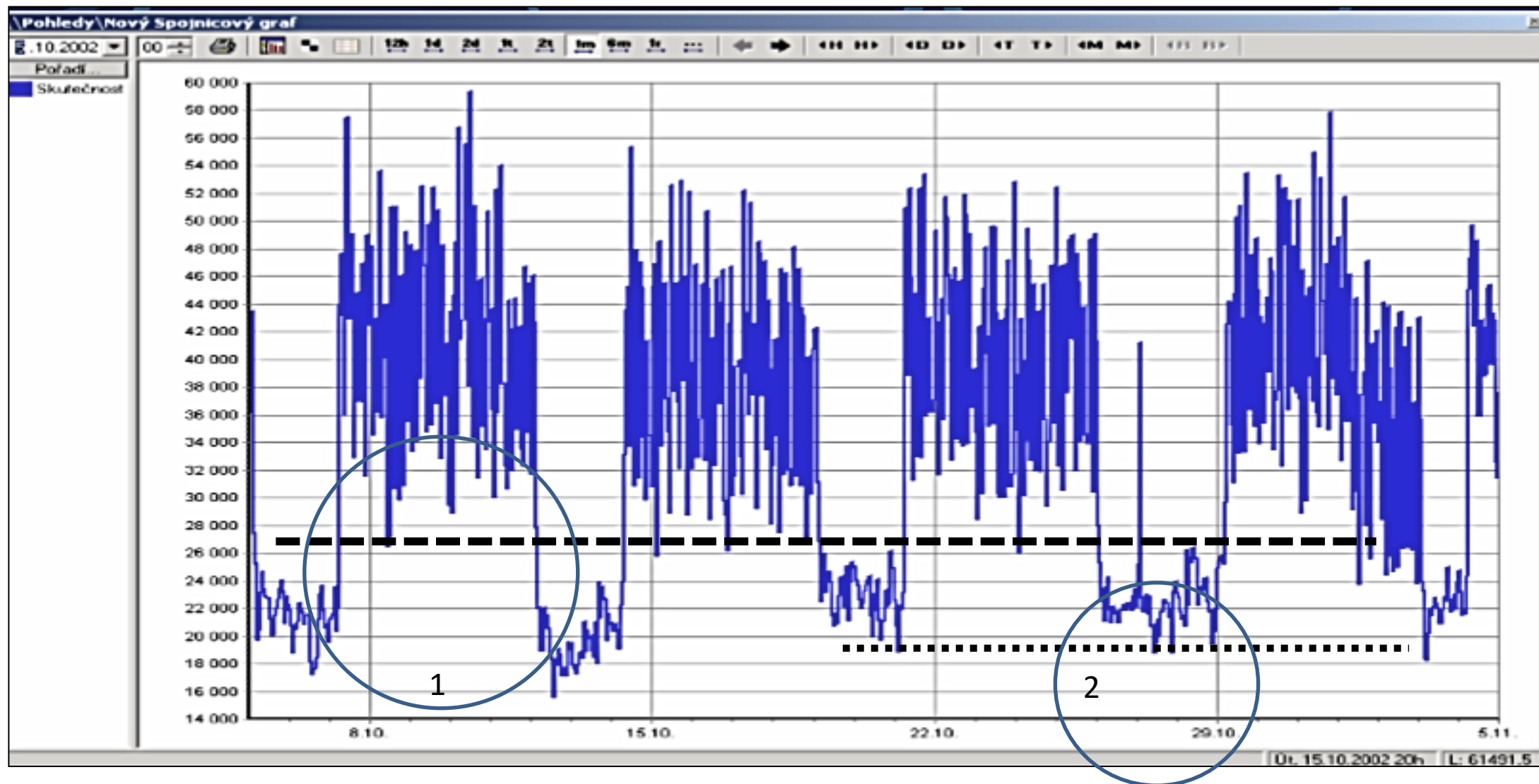
Navrhování a dimenzování FVS



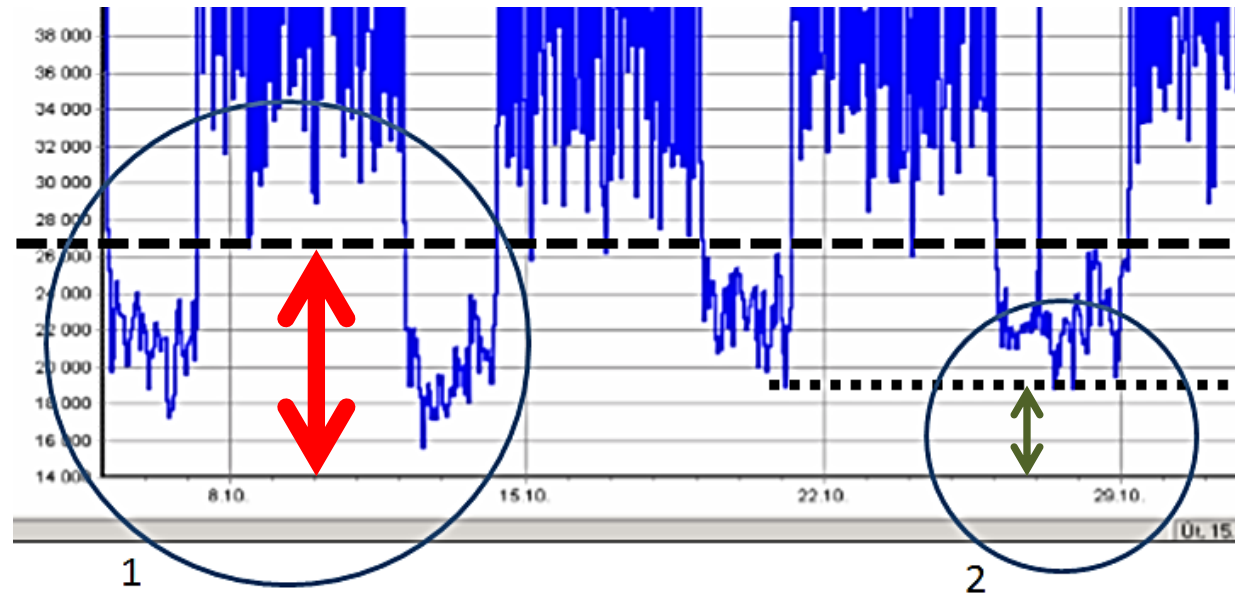
Navrhování a dimenzování FVS

- **Strategie umístění FVS na budově**
 - Jaký instalační výkon FV potřebuji?
 - Znalost denního (týdenního) diagramu spotřeby pro ekonomickou optimalizaci je nutná!
 - Pro základní výpočet min. roční hodnotu spotřeby
 - Výběr vhodného místa (statika, zastínění, vzdálenost, ...)
 - Prvotní výpočty energetických zisků FVS

Týdenní zátěžový diagram



Optimalizace návrhu výkonu



- Možnost získání větší % energetické nezávislosti – vyšší instalovaný výkon FVS
- V sobotu a neděli pravidelně **vznikající nadvýroba elektřiny**, která se nedá v budově uplatnit
- Jsem nadbytek výroby schopen přeměnit v peníze nebo ekonomickou výhodu?
- Pokud ano, získám absolutně větší výši úspor, ale **při delší finanční návratnosti!**
- Optimalizovaný ekonomický návrh
- Pro návrh jsou rozhodující nejnížší minima **denní spotřeby**
- Optimalizovaná i míra úspor
- **Nejkratší finanční návratnost** je vykoupena % nižší vlastní energetickou nezávislostí

Výběr vhodného místa

- Nezastíněné místo je ideální, pokud není – potřeba rozdělení FVS do nezávislých částí, stringů – k dosažení vyššího výnosu
- Statické posouzení únosnosti střešního pláště či nosné konstrukce
- Stávající střešní plášť a konstrukce by měla být ošetřena aby bylo dosaženo nejméně 40 leté životnosti – tím nebude muset dojít k demontáži při opravách a údržbě střechy
- Volba konstrukce, směrování a sklon FV modulů

Výběr vhodného místa

- Možnost bezproblémového odvodu DC kabeláže (zatékání, prostupy)
- Umístění střídače – venkovní nebo vnitřní provedení
- Minimalizace délky DC kabeláže a jejich ztrát
- Umístění DC a AC rozvaděče
- Stanovení vhodného místa připojení do NN sítě
- Minimalizace délky AC kabeláže a jejich ztrát



Posouzení výnosnosti

PR – performance ratio

- Performance ratio je „měřítko“ kvality systému FVS připojeného k síti. Jedná se o poměr mezi energií dopadlého slunečního záření a elektrickou energií, kterou FVS vyrobí, za časové období.

Energetická (elektrická) výnosnost

PR = -----

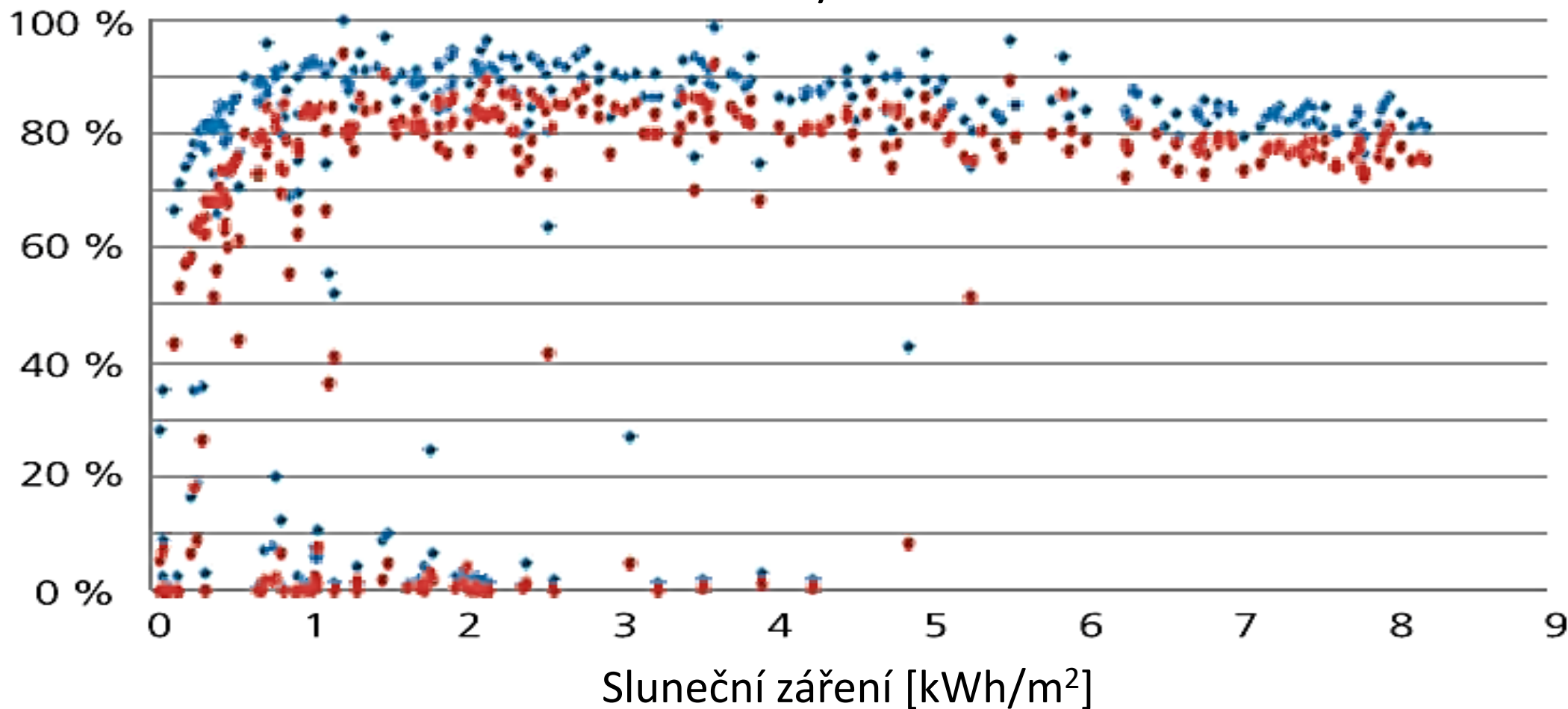
Roční hodnota záření do plochy modulů * účinnost modulů (STC)

- Kvalita a přínos FVS pro majitele se posuzuje podle dosažené hodnoty PR. Velmi dobré systémy přesahují 80%. Podle zprávy Fraunhoferova institutu za rok 2015, se PR v německých FVS pohybuje mezi 80 až 90%.

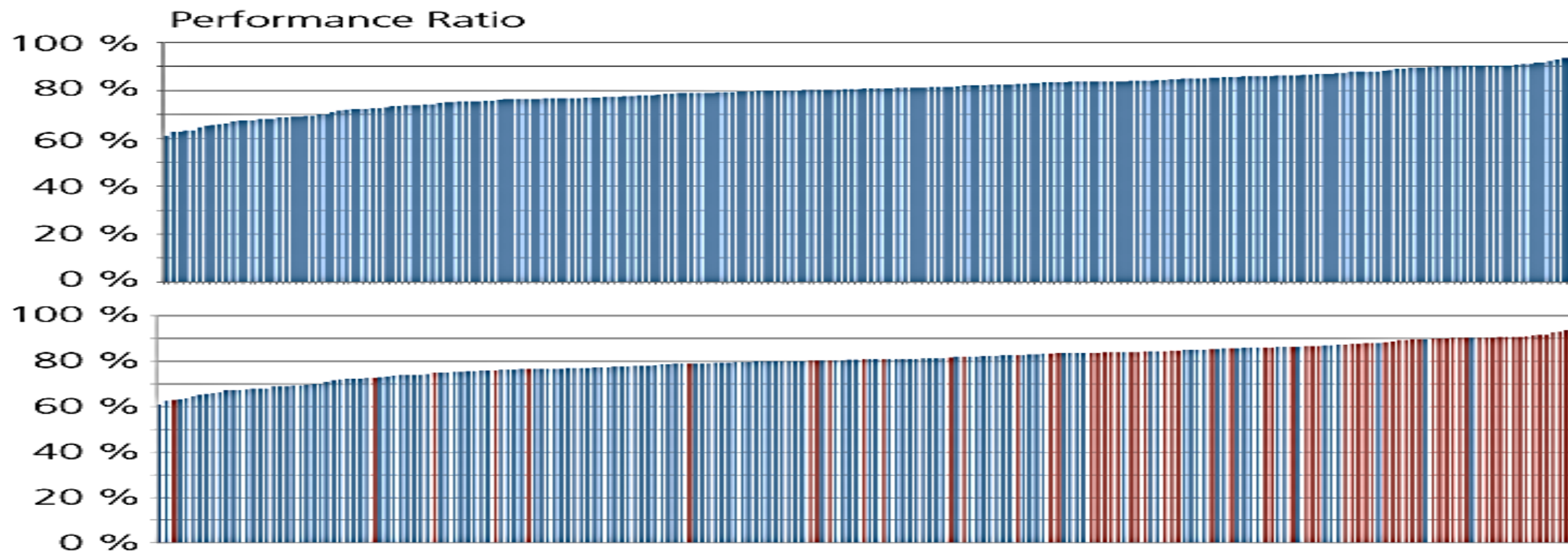
Posouzení výnosnosti

PR – performance ratio

Denní hodnoty Performance Ratio



Posouzení výnosnosti PR – performance ratio

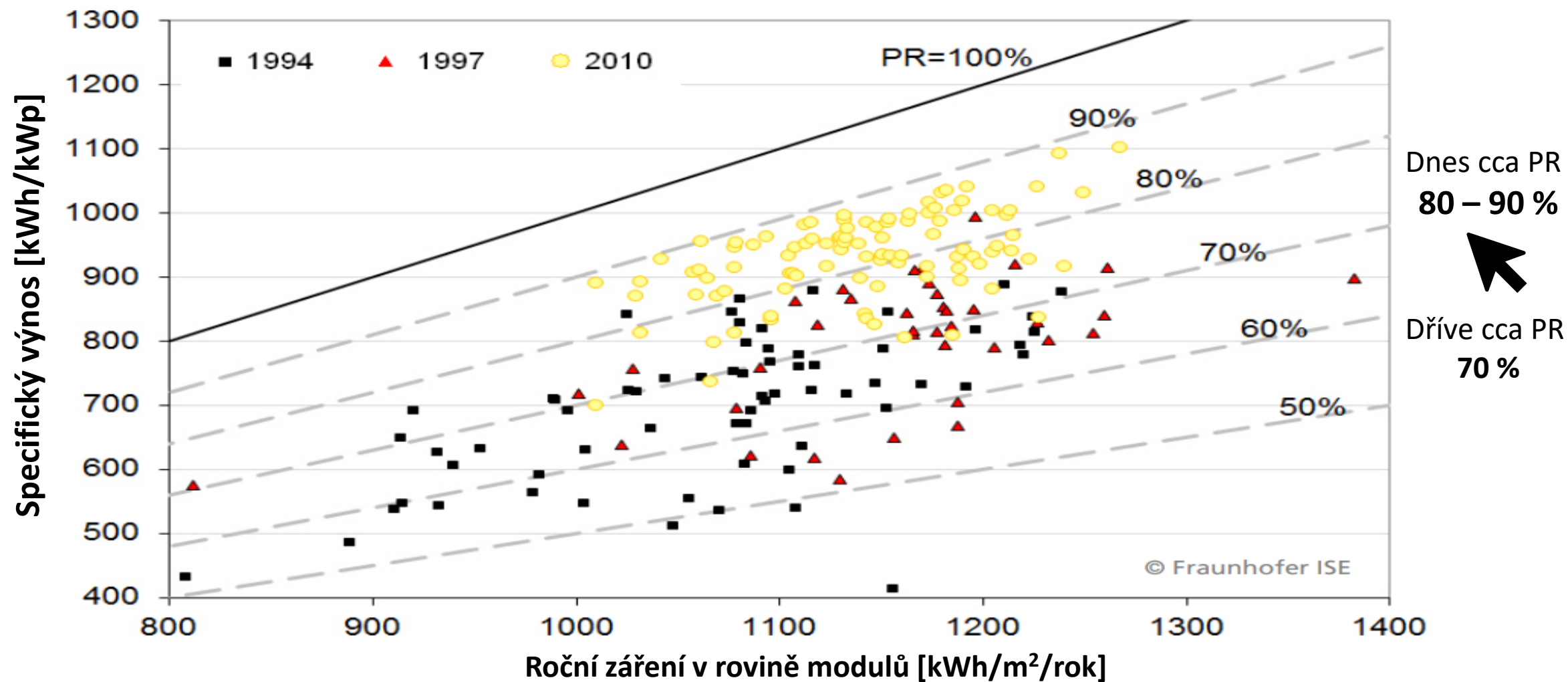


Roční vyhodnocení PR německých 300 fotovoltaických elektráren za rok 2014.

Červené označení ukazují vliv zabezpečování jakosti u Fraunhoferova institutu po provedeném fotovoltaickém auditu (získaná data, další měření, auditní prohlídka, návrh a realizace opatření).

Posouzení výnosnosti v Německu

Časový vývoj kvality instalací



Source: Fraunhofer ISE "1000 Dächer Jahresbericht" 1994 and 1997; 2011 system evaluation

Výpočet performance ratio (PR)

Příklad výpočtu PR

Hodnota globálního záření je **1200 kWh/m²/rok** (sklon FVS jih, 30°)

Plocha panelů FVS je **20 m²**

Účinnost FV modulu je **15 %**

Roční hodnota výroby elektrické energie **3001 kWh/rok**

Výpočet záření do plochy modulů:

Glob.záření * plocha panelů = 1200 * 20 = **24000 kWh/rok**

Výpočet předpokládané (teoretické) výroby:

Záření do plochy modulů * účinnost modulu = 24000 * 0,15 = **3600 kWh/rok**

$$PR = \frac{3001}{3600} = \underline{\underline{0,83}}$$

Posouzení výnosnosti Účinnost FVS

$$\eta_{\text{ systému }} = \eta_{\text{ modulů }} * \eta_{\text{ kabelů DC }} * \eta_{\text{ střídače }} * \eta_{\text{ kabelů AC }}$$



Příklad:

$$\eta_{\text{ systému }} = 0,15 * 0,992 * 0,96 * 0,995 = \mathbf{0,142}$$

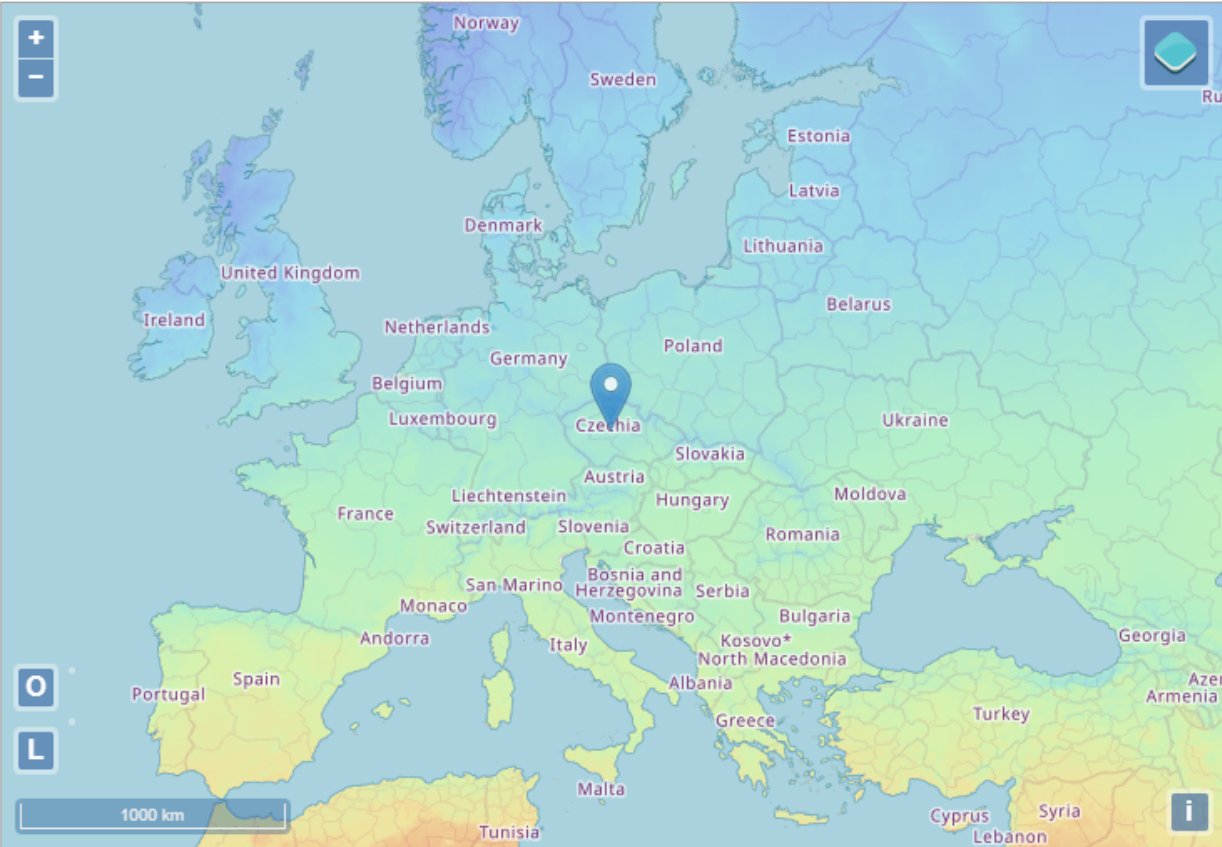
$$\text{Výnos}_{\text{ systému }} = \eta_{\text{ systému }} * \text{globální ozáření do šikmé plochy}$$

Posouzení energetické výnosnosti lokality

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Interactive tools

Home Tools Downloads ▾ Documentation Contact us



Address: Lat/Lon:

Cursor:
Selected: 49.802, 14.868
Elevation (m): 432
PVGIS ver. 5.2

Use terrain shadows:
☒ Calculated horizon
☐ Upload horizon file

GRID CONNECTED

TRACKING PV
OFF-GRID
MONTHLY DATA
DAILY DATA
HOURLY DATA
TMY

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database*

PV technology*

Installed peak PV power [kWp]*

System loss [%]*

Fixed mounting options

Mounting position*

Slope [°]*

Azimuth [°]*

☐ PV electricity price

PV system cost (your currency)

Interest [%/year]

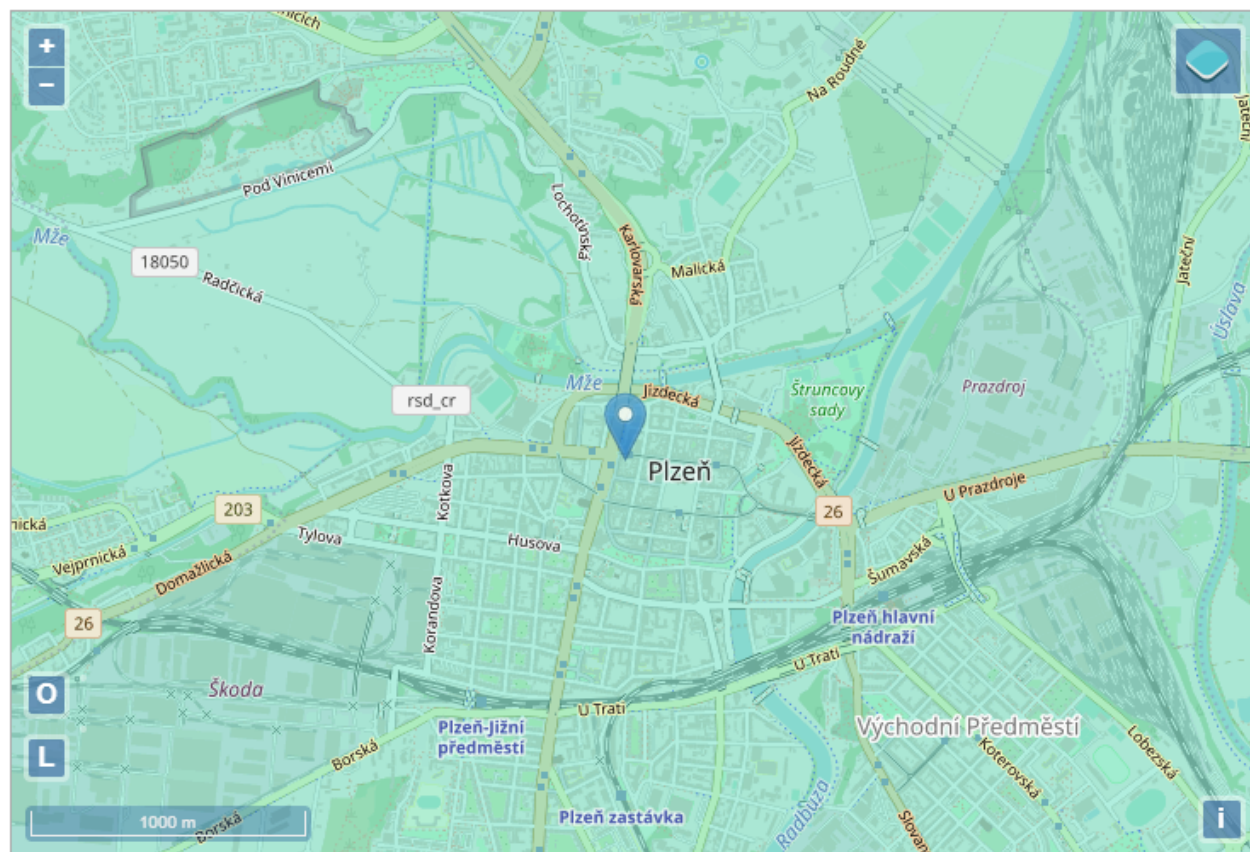
Lifetime [years]

Posouzení energetické výnosnosti

- Lokalita Plzeň, FVS 3kW_p, krystalické panely, azimut JV, sklon 25°, ztráty 8% (střídač, kabeláž), střešní instalace

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Interactive tools

[Home](#) [Tools](#) [Downloads](#) [Documentation](#) [Contact us](#)



Cursor:

Selected: 49.748, 13.375

Elevation (m): 324

PVGIS ver. 5.2

Use terrain shadows:

☒ Calculated horizon

☐ Upload horizon file

[Switch to version 5.1](#)

[Download CSV](#)

[Download JSON](#)

Zvolit soubor

Nevybrán žádný soubor

GRID CONNECTED

[TRACKING PV](#)

[OFF-GRID](#)

[MONTHLY DATA](#)

[DAILY DATA](#)

[HOURLY DATA](#)

[TMY](#)



PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV



Solar radiation database*

[PVGIS-SARAH2](#)

PV technology*

[Crystalline silicon](#)

Installed peak PV power [kWp]*

3

System loss [%]*

8

Fixed mounting options

Mounting position*

[Roof added / Building integrated](#)

Slope [°]*

25

Azimuth [°]*

45

☐ PV electricity price

PV system cost (your currency)

Interest [%/year]

Lifetime [years]

☐ Optimize slope

☐ Optimize slope and azimuth

[Visualize results](#)

[Download CSV](#)

[Download JSON](#)

Address:

[Eg. Ispra, Italy](#)

[Go!](#)

Lat/Lon:

[Eg. 45.815](#)

[Eg. 8.611](#)

[Go!](#)

Výsledky energetické výnosnosti

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV: RESULTS

[PV output](#)[Radiation](#)[Info](#)[PDF](#)

Summary

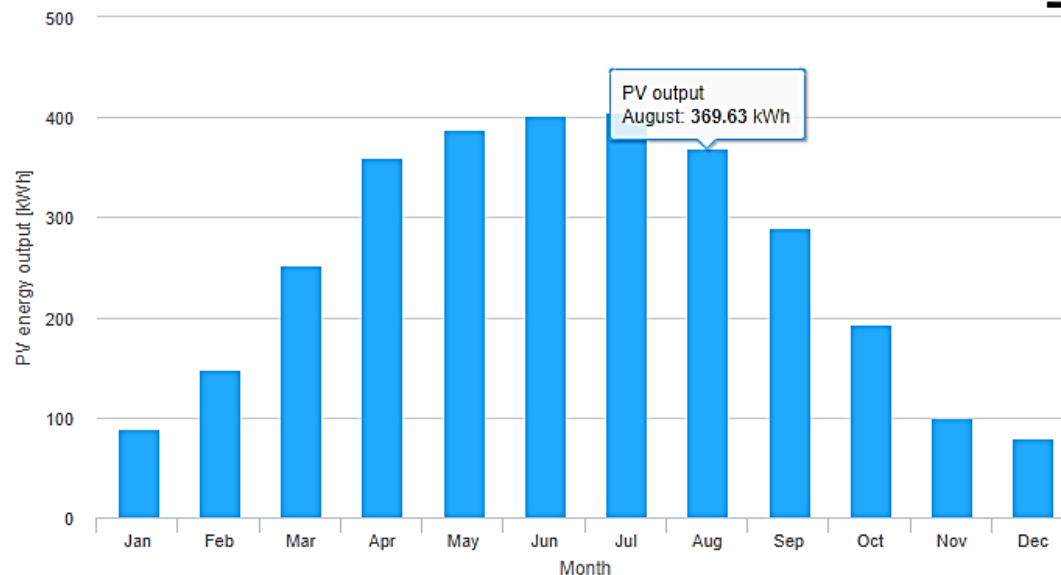
Provided inputs:

Location [Lat/Lon]:	49.748, 13.375
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	3
System loss [%]:	8

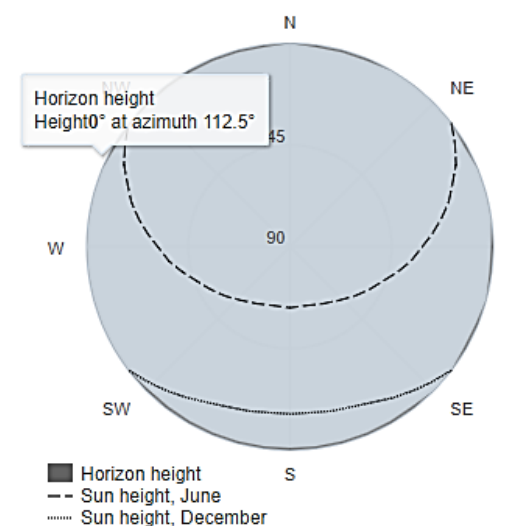
Simulation outputs:

Slope angle [°]:	25
Azimuth angle [°]:	45
Yearly PV energy production [kWh]:	3075.44
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1250.87
Year-to-year variability [kWh]:	160.42
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-3.39
Spectral effects [%]:	1.64
Temperature and low irradiance [%]:	-9.29
Total loss [%]:	-18.05

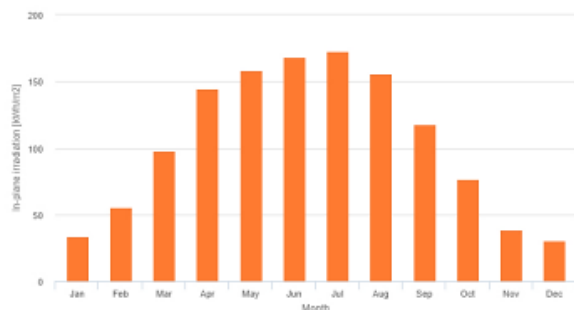
Monthly energy output from fix-angle PV system



Outline of horizon

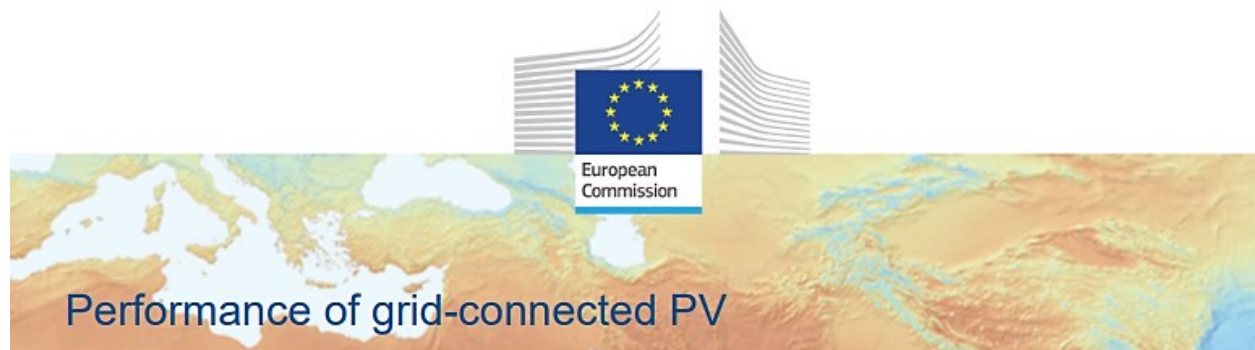


Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	88.5	33.8	14.9
February	147.9	55.6	32.7
March	251.8	97.8	43.0
April	360.4	144.7	54.1
May	388.4	158.4	52.7
June	401.7	168.3	37.2
July	405.6	172.4	40.0
August	369.6	155.6	34.1
September	289.9	118.0	38.8
October	193.5	76.8	34.5
November	99.1	38.6	13.2
December	78.9	30.6	14.2



Posouzení energetické výnosnosti lokality

- V případě více jinak natočených stringů nebo využití více střech s různým sklonem, je zapotřebí pro správnou celkovou roční hodnotu energetického výnosu **vyhodnotit každý jinak směrově a úhlově orientovaný string zvlášť !!!**

$$\sum_{n=1}^{\infty} E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$$

Návrh střídače a dimenzování kabelů

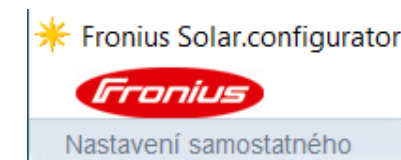
SMA Sunny Design

<https://www.sma.de/en/products/apps-software/sunny-design>



FRONIUS Solar configurator

K dispozici je již jen pouze na USB a je součástí školicího materiálu.
Jedná se o nejjednodušší návrhový software, vše podstatné na 1 obrazovce!



KOSTAL Solar Plan

<Http://www.kostal-solar-electric.com/de-DE/Download>



Výhody:

SW je po registraci zdarma (většinou), podporuje jen svoje výrobky

Nevýhody:

Co výrobce, to zcela jiné ovládání a principiální jiný návrhový postup a postupy

Až na výjimky fungují on-line, výkon je závislý na počtu současně připojených uživatelů (až desítky vteřin)

FRONIUS Solar konfigurátor – samostatný návrh základní konfigurace střídače a panelů

Nastavení samostatného střídače

Výpočet pole modulu

Soubor

Databáze

Jazyk

Informace

1 Konfigurace

2 Výpočet kabelů

3 Souhrn

Informace o místě

Země: Czech Republic

Místo: Prague

Typ instalace: střešní

Odchylka od ideální orientace: 0°

Úhel sklonu: 35°

Uvědomte si prosím, že u přístroje Fronius IG TL, RL a Symo není možné uzemnění modulu!

Výběr střídače

Střídač: Fronius Symo Hybrid 3.0-3-S (3000)

Specifikace střídače

výběr normy

Výběr modulu

☒ Dimenzovat akumulátor

Winaico Deutschland

WSP-280M6

Specifikace modulu

Přidat k oblíbeným

Vymazat z oblíbených

Roční spotřeba [kWh]: 12000

Domácnost

Nápověda

12345 W

65%

Výkon

Celkový výkon FV / max. DC-
výkon Střídač

15

16

17

18

...

6 → Větve

7

8 ↓ Počet modulů na větev

zelená = optimální

žlutá = optimální z hlediska výnosů

Střídač není plně využit!

oranžová = optimální z hlediska nakladu

Může dojít ke ztrátě výnosů

fialová = výstupní výkon je omezen

Dbejte prosím Vašich místních norem a nařízení

1

2

6		3362 W 107%
7	1961 W 63%	3922 W 125%
8	2241 W 72%	4482 W 143%
9	2521 W 81%	5042 W 161%
10	2801 W 89%	
11	3081 W 96%	

Generátor FV (107%)

Počet FV modulů:	12	Napětí MPP při 70 °C	156 V	Stupeň soběstačnosti:	22%
Celkový výkon FV:	3362 W	Napětí MPP při 25 °C	188 V	Vlastní spotřeba:	79%
Max. proud FV:	18,88 A	Napětí naprázdno při -10 °C	256 V	Autonomní dny:	0

Akumulátor

Doporučený FV výkon:

13200 W

Doporučený akumulátor:

Fronius Solar Battery 6.0

Výběr akumulátoru:

Fronius Solar Battery 4.5

Fronius Solar Battery 6.0

Fronius Solar Battery 7.5

Fronius Solar Battery 9.0

Fronius Solar Battery 10.5

Fronius Solar Battery 12.0

Vyberte akumulátor!

Další

Fronius Solar.configurator V33

© 2008 Fronius International GmbH. All rights reserved.

FRONIUS Solar konfigurátor

dimenzování DC a AC kabeláže

 Fronius Solar.configurator

Nastavení samostatného střídače Výpočet pole modulu

1 Konfigurace 2 Výpočet kabelů 3 Souhrn



Fronius Symo Hybrid 3.0-3-S (3000)

Subsystém 1 z 1

Moduly		Moduly <> Fronius Symo Hybrid 3.0-3-S (3000)		Fronius Symo Hybrid 3.0-3-S (3000) Síť	
Moduly:	6	Délka kabelu větve:	86 m	Délka kabelu:	251 m
Větve:	2	Celková délka kabelů:	172 m	Efektivní délka kabelu:	251 m
Napětí naprázdno:	255,68 V	Průřez kabelu:	6 mm ²	Průřez kabelu:	6 mm ²
Zkratový proud:	9,44 A	Ztráty %:	1,47	Ztráty %:	1,25
				Výkonový odpor na fázi:	0,75 Ω

Vyberte některou z možností připojení!

Přímé

Celkové ztráty: **75.78 W** Celkové ztráty %: **2.72** ▶ Návrh průřezu

*) Kabely tohoto průřezu nelze připojit přímo

◀ Zpět ▶ Další

FRONIUS Solar konfigurátor

souhrnný výstup z programu

 Fronius Solar.configurator

Nastavení samostatného střídače Výpočet pole modulu Soubor Databáze Jazyk Informace

1 Konfigurace 2 Výpočet kabelů 3 Souhm



Dílní zařízení 1

Data modulu		Fronius Symo Hybrid 3.0-3-S (3000)		1 ks.
Výrobce modulů	WINAICO Deutschland	Konfigurace střídače		
Modul	WSP-280M5	Střídač:		
Napětí naprázdno	38,45 V	Počet modulů:	12	
Zkratový proud	9,44 A	Počet modulů na větev	6	
Napětí MPP při 25 °C	31,37 V	Počet větví	2	
Proud MPP při 25 °C	8,93 A	Data o kabelech na střídač		
Výkon MPP při 25 °C	280,1341 W	pro Střídač	6 mm² /	172 m
Teplotní koeficient napětí naprázdno	-0,309 %/°C	pro Sít' AC	6 mm² /	251 m
Minimální teplota modulu	-10 °C			
Maximální teplota modulu	70 °C			

◀ Zpět ▶ Ukončit

Fronius Solar.configurator V 3.3 © 2008 Fronius International GmbH. All rights reserved.

Profesionální návrhový software PV SOL (2D) a PV*SOL Premium (3D)

