

# COMPARISON OF TWO METHODS OF EVALUATION OF PHOTOVOLTAIC POTENTIAL FOR SELECTED AREA

**Martin Plaček**

Bachelor Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xplace00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Paar

E-mail: paar@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The goal of this article is show two possible ways to calculate photovoltaic potential of a large area with a large amount of buildings. A medium-sized village under 3000 inhabitants was chosen to showcase where the two possible methods of evaluation were used. Photovoltaic potential was calculated for the roofs of buildings in selected area.

**Keywords:** Municipality, photovoltaic potential, solar panels

## 1 ÚVOD

Tento článek se zabývá dvěma různými metodami výpočtu fotovoltaiického potenciálu pro daná území. Práce vznikla jako validace metody vytvořené Martinem Štefkem v jeho bakalářské práci [1] a dále je metoda porovnávána s webovými kalkulačkami na jiných vesnicích. Tato práce řeší fotovoltaiický potenciál obce Moravany u Brna. V tomto článku je vyobrazen mnou vyhodnocený fotovoltaiický potenciál obce Střelice, jenž vzniknul jako část mé navazující bakalářské práce Porovnání potencionální produkce el. energie fotovoltaiických zdrojů u obcí do 3 000 obyvatel.

## 2 VÝPOČET FV POTENCIÁLU DLE ČSN EN 15316-4-3

Metodika výpočtu byla převzata z bakalářské práce [1], jenž vychází z normy ČSN EN 15316-4-3. Původní norma není vhodná na použití při výpočtu výkonu střešních ploch. Nebere v potaz natočení, typ střech, či jejich plochu. Nebyla proto vhodná pro výpočet jednotlivých domů či velkých ploch. Autor práce danou normu upravil, aby se s její pomocí dal jednoduše spočítat potencionál jak jednotlivých domů, tak celých obcí. Nový vzorec tak bere v potaz typ střechy, plochu panelu, natočení a charakteristiky uvažovaného solárního panelu. Jako hlavní nástroj k vyhodnocení dané obce byl použit iKatastr.cz, kde jsou uvedeny zastavěné plochy daných nemovitostí, a mapa fotovoltaiického potenciálu ze serveru solargis.com (<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/czech-republic>). Pro jednotlivé objekty se pro zjištění celoročního potenciálu využívá tohoto vzorce:

$$E_{FV/r} = \frac{S_0 \cdot T_{st} \cdot K_V}{S_p} \cdot P_{pk} \cdot \frac{P_{po}}{r} \cdot K_{tep} \cdot K_{or} \quad (1)$$

Kde	$E_{FV/r}$	potenciální roční produkce elektrické energie	(kWh)
	$S_0$	Plocha půdorysu domu	(m <sup>2</sup> )
	$T_{st}$	Typizace střechy	(-)
	$K_V$	Koeficient využití střechy	(-)
	$S_p$	Plocha zabraná jedním panelem	(m <sup>2</sup> )
	$P_{pk}$	Instalovaný výkon	(kWp)
	$\frac{P_{po}}{r}$	Roční potenciální produkce energie z FV	(kWh/kWp-rok)

$K_{tep}$	Koeficient oteplení panelu	(-)
$K_{or}$	Koeficient orientace panelu	(-)

Pomocí dat z iKatastru byla vyhodnocena daná obec po jednotlivých domech. Střechy daných budov musí být rozděleny na plochy podle typu střechy. Například půldomek stojící na parcele číslo 322 se sedlovou střechou je třeba si rozdělit na dvě části, Severní, a Jižní. Každá část bude mít v konečném výsledku jiný potenciál, obecně mají nejvyšší potenciál střechy při natočení na jih. V případě sedlových střech je tedy nejžádanější orientace střech tak, aby jedna strana byla natočená na sever, a jedna na jih, přesně jako v půldomku na parcele 322. Pokud má budova střechu o více směrech, (například střecha valbová), je třeba si ji rozdělit vždy na dílčí části, a poté každou tuto část střechy s různým natočením spočítat zvlášť.



**Obrázek 1:** Příklad rozdělení střechy na dílčí části

V některých případech bylo na iKatastr.cz zaznamenáno jako daná stavba i např. dvorky, či jiné další objekty nevhodné pro osazení fotovoltaickými prvky, což je v původní zástavbě dané obce obvyklé. Proto byla využita i funkce měření plochy ze satelitních snímků serveru Mapy. Pomocí webového rozhraní solargis.com byla poté zjištěna konstanta ročního potenciálu produkce z FV. Pro zvolenou obci zde bylo zjištěno, že pro dané území se tato hodnota pohybuje v rozmezí od 1132 a 1165 kWh/kWp-rok. Byla zvolena střední hodnota 1150 kWh/kWp-rok.

### 3 HODNOCENÁ OBEC

Vybraná obec, Střelice (GPS 49.1514945149,16.4970977327), leží v Jihomoravském kraji, a obsahuje 735 domů a 136 rekreačních chat. Vyhodnocena byla většina střech v dané obci. Střechy průmyslových budov nebyly brány v potaz.

### 4 NÁSTROJ PRO VYHODNOCENÍ – DRUHÁ METODA

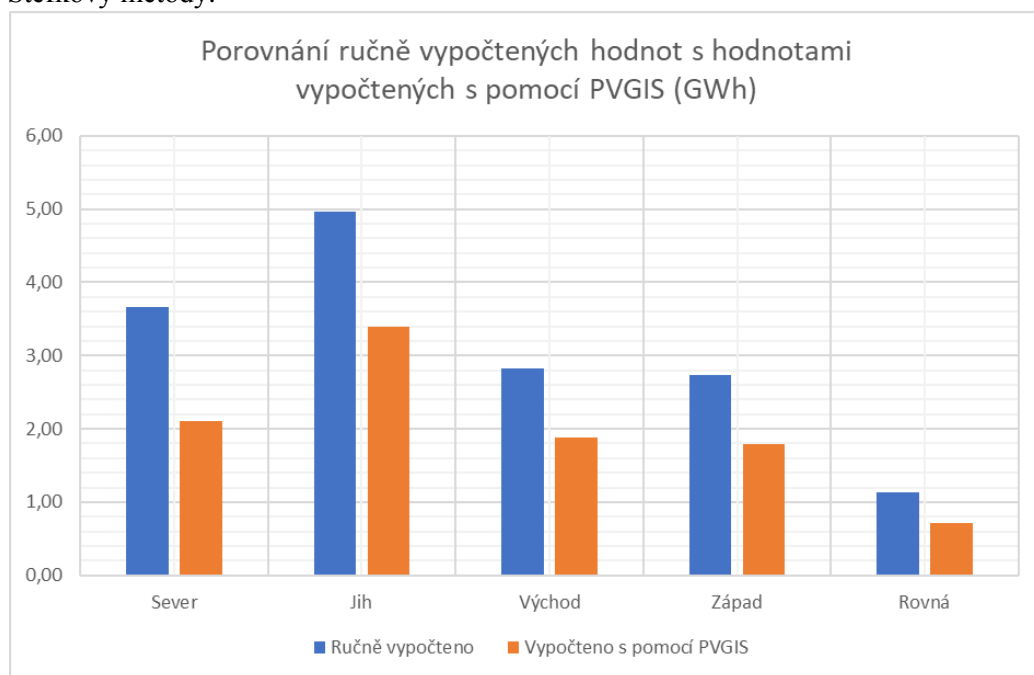
Pro ověření bude použita solární kalkulačka PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (dále jen PVGIS) [2], která dovoluje vyčíslit potencionální získanou energii, a to na základě zadaného výkonu v kWp, natočení vzhledem k jihu a náklonu solárního panelu. Do kalkulačky lze také zadat ztrátovost daného systému, a vypočítat finanční návratnost, ale tyto možnosti nebyly v rámci vyhodnocení využity. Do kalkulačky budou poté zadány získané instalované výkony zjištěné pomocí součtu střešních ploch v obci. Pro každou světovou stranu musí být nastaveno natočení (Azimuth): 0° pro jih, -90° pro východ, 90° pro západ a 180° pro Sever. Kalkulačka pracuje s proměnlivou hodnotou fotovoltaického potenciálu, zatímco předchozí metodika využívá průměrné hodnoty. Výsledky by ale měly být srovnatelné.

## 5 VYBRANÝ SOLÁRNÍ PANEL

K vyhodnocení byl vybrán solární panel Sunpower Maxeon 3 o výkonu 400 Wp. Jedná se o součást vyhodnocení a také budoucí porovnání se současnou spotřebou obce. Panel má rozměry 1046x1690 mm, výsledná plocha je tedy roven 1,7677 m<sup>2</sup>.

## 6 VYHODNOCENÍ

Konečný výsledek po sečtení všech dílčích částí viz. obrázek 2 je 15046,41 MWh. Graf (obrázek 2) zobrazuje hodnoty vypočtené pomocí programu PVGIS v porovnání s hodnotami vypočtenými pomocí Štefkovy metody.

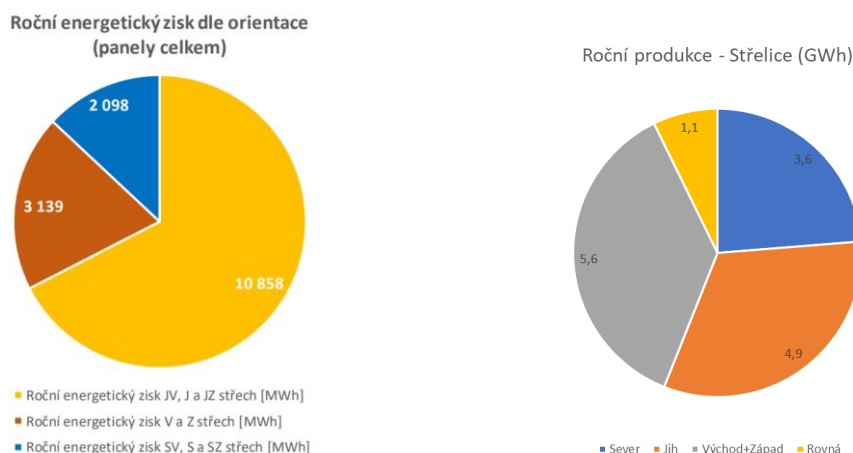


**Obrázek 2:** Porovnání výsledků obou metod

V následující tabulce se nachází přehled všech vypočtených hodnot. Také jsou zde vyobrazeny odchylky hodnot vypočtených s pomocí PVGIS od hodnot vypočtených pomocí Štefkovy metody:

	ČSN	PVGIS	
	Potenciál		Odchylka
	(GWh)	(GWh)	(%)
Sever	3,66	2,10	0,43
Jih	4,96	3,94	0,21
Východ	2,83	1,88	0,34
Západ	2,74	1,80	0,34
Plochá	1,13	0,72	0,36
	15,32	10,44	0,32

**Tabulka 1:** Porovnání hodnot vypočtených pomocí obou metod.



**Obrázek 3:** Porovnání výsledků pro obci Moravany [1] (vlevo) a Střelice (vpravo)

## 7 ZÁVĚR

Z vypočtených hodnot a grafů lze vidět, že se od sebe výsledky značně liší (Obrázek 2). Hodnoty, jež byly zjištěny pomocí solární kalkulačky PVGIS jsou mnohem nižší než podle normy. Největší rozdíl se vyskytnul v natočení solárního panelu na sever, jinak jsou rozdíly vcelku stejné. Výsledné odchylky tedy jsou: 42,5 % pro sever, 20,66 % pro jih, 33,65 % pro východ, 34,34 % pro západ a 36,16 % pro ploché střechy. Sever je ale z hlediska potencialů nejhorší možný směr, na který by mohly být panely nainstalovány. Z obrázku 2 by to ale mohlo vypadat, že je sever lepší než východ a západ. Tato hodnota vyplývá z natočení obce, většina domů v obci Střelice mají totiž sedlové střechy a jsou natočeny na sever a jih, a počet domů natočených na východ a západ je výrazně nižší. Obě metody vyžadují různá vstupní data. Metoda pomocí normy ČSN je vhodná pro řešení návrhů, kdy známe zastavěnou plochu objektu, a jako výsledek dostaneme pouze součet veškeré energie vyprodukované za rok. Metodu podle PVGIS lze zvolit, pokud známe již výsledný výkon solárních prvků v kWp, a jako výsledek dostaneme jak energii vypočtenou jak za celý rok, tak i za jednotlivé měsíce. PVGIS také zobrazí ztráty kvůli nevhodnému natočení, teplotě a nízkému množství slunečního záření. První metoda je pracnější kvůli nutnosti počítat jednotlivé plochy zvlášť, zatímco do druhé metody je zadán pouze zjištěný instalovaný výkon a PVGIS vše spočítá za uživatele. První metoda je také časově náročná. K porovnání, v práci *Potencionální produkce elektrické energie ze střešních fotovoltaických elektráren v obci do 3000 obyvatel vychází potencionální produkce obce Moravany u Brna na 16 GWh, zatímco pro obec Střelice byla vypočtena hodnota GWh.*

## 8 REFERENCE

- [1] ŠTEFEK, Martin. Potencionální produkce elektrické energie ze střešních fotovoltaických elektráren v obci do 3000 obyvatel. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2019. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Paar, Ph.D. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=194045](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=194045)
- [2] *Solární kalkulačka PVGIS* [online]. [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)
- [3] *Webový prohlížeč katastrálních map iKatastr.cz* [online]. [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.ikatastr.cz/>