

Fotovoltaické systémy

1. Úvod

Fotovoltaické panely sú jedným zo základných obnoviteľných zdrojov energie hojne využívaných k návrhu energeticky sebestačných objektov. Tento dôvod je čisto prozaický. Umožňujú výrobu elektriny v široko voliteľnom výkonovom pásme a s dostupnými investičnými nákladmi aj pre majiteľov rodinných a bytových domov.

O fotovoltaických paneloch je možné s trochou zveličenia povedať, že sú využiteľné kedykoľvek a kdekoľvek. Fotovoltaika sa využíva v kozmonautike, v miestach, kde nie je dostupný iný zdroj elektrickej energie alebo verejná rozvodná sieť, na zásobovanie domácností, na prevádzku poľnohospodárskych fariem, v priemysle, na pohon vodných čerpadiel, pre pohon automobilov, ale aj v malých mierkach ako napríklad cestovné solárne nabíjačky a podobne.



Obrázok 1: Príklady použitia fotovoltaických panelov (zdroj: PORSENNNA)



Obrázok 2: Použitie fotovoltaických panelov na prevádzkovanie hospodárstva v Nemecku (zdroj: PORSENNNA)

Fotovoltaické panely zabezpečujú transformáciu slnečného žiarenia jednosmerný elektrický prúd. Účinnosť premeny energie pri FV paneloch sa pohybuje najčastejšie okolo 7 – 16 % (vo výnimočných prípadoch až 24 %).

- Základné druhy panelov sú monokryštalické, ktoré majú najvyššiu účinnosť (18-22%), ale aj najvyššiu cenu.



- Ďalej sú to polykryštalické panely (14-16%), ktoré majú menší výkon, ale majú nižšiu cenu, a dokážu využiť aj svetlo nižšej intenzity a hlavne využiť lepšie difúzne svetlo.
- Najnižšiu účinnosť (7-10%) majú panely z amorfného kremíku, ale výrazne nižšia cena to plne kompenzuje, navyše oveľa lepšie dokážu využiť difúzne svetlo (keď je pod mrakom alebo prší, prípadne skoro ráno a neskoro poobede). Nižšia účinnosť je tak kompenzovaná dlhším časom produkcie. Zásadný nedostatok amorfných panelov je však vyššia hmotnosť a tým pádom zložitá manipulácia. Z tohto dôvodu sa neodporúča tieto panely používať na strešnú solárnu elektrárňu.

Ako perspektívna sa javí technológia solárnych fólií. Hoci majú najnižšiu účinnosť (3-4%) ich výhodou je mimoriadne nízka hmotnosť a možnosť nalepiť na strešnú krytinu. Jednoduchá montáž má však aj svoju nevýhodu, problematickú výmenu v prípade poruchy fólie. V prípade poruchy sa výhoda fólie, montáž na strechu s nízkym dovoleným zaťažením stáva nevýhodou, nakoľko o to ťažšie sa realizuje prípadná výmena chybného kusu fólie. Ďalej technológia vyžaduje použitie vhodného podkladu, do ktorého možno umiestniť prívodné káble, preto je táto technológia vhodná skôr v prípade novostavby alebo v prípade zateplovania strechy. Táto technológia je však ešte relatívne nová a nie je overená jej životnosť. Jej cena za meter prevyšuje cenu monokryštalických panelov.

Ako optimálne overené riešenie často vychádza použitie kvalitných polykryštalických panelov, ktoré dobre využijú aj difúzne svetlo aj majú dobrú účinnosť pri priamom osvetlení. Zároveň sú primerane ľahké, takže nezaťažia príliš strechu. Pre ľahké FV panely je štandardné zaťaženie strechy v rozsahu 16-20 kg/m².

Ak je strecha realizovaná ako ľahká strešná konštrukcia, je potrebný posudok statika a prípadné spevnenie strechy podľa jeho odporúčaní, aby nedošlo v nepriaznivých prípadoch (napr. hrubá vrstva snehu) k preťaženiu strechy (Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE).¹

1.1. Princípy

Existujú dva základné typy zapojení fotovoltaičných systémov, a to systémy nezávislé na rozvodnej sieti (off-grid) a systémy napojené na rozvodnú sieť (on-grid).

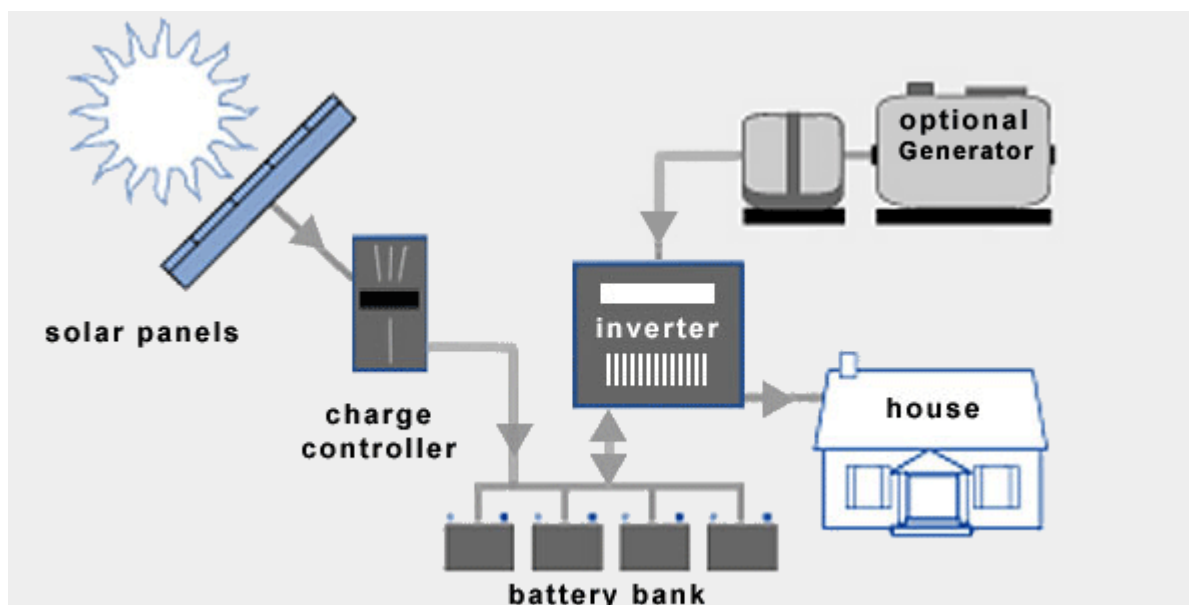
1.1.1. Ostrovné typy fotovoltaičných elektrární

Nezávislé, tzv. **ostrovné systémy**, sa často inštalujú v miestach vzdialených od elektrickej rozvodnej siete, kde by samotná prípojka elektriny bola ekonomicky náročnejšia než fotovoltaičný systém. Dajú sa rozdeliť na systémy **s priamym napájaním**, kde je zariadenie napojené priamo na solárny modul. V tomto prípade je spotrebič funkčný len v dobe dostatočnej intenzity slnečného žiarenia. Systémy **s akumuláciou** elektrickej energie je potrebné inštalovať tam, kde sú nároky na spotrebu elektriny aj v dobe bez slnečného žiarenia. Preto sú vybavené akumulátorovými batériami.

Hybridné ostrovné systémy sa používajú tam, kde sa občasne využíva zariadenie s vysokým príkonom. Vzhľadom k potrebe vyššieho odberu elektrickej energie na vykurovanie v zimnom období by bolo nutné ostrovné systémy navrhovať na zimnú prevádzku, čo znamená podstatné zvýšenie inštalovaného výkonu a obstarávacích nákladov. Preto je výhodnejším variantom doplnenie o iný zdroj elektriny (napríklad elektrocentrála, veterná elektrárňa a podobne), ktorý nedostatky v zimných mesiacoch pokryje.

Tieto systémy sú celkom iste zaujímavé z dôvodu úplnej nezávislosti na "dodávke energie zvonka", avšak pre zabezpečenie tejto sebestačnosti je nutné navrhnuť a prispôsobiť celý elektroinštalčný systém a zaisťovať čo najúspornejší chod budovy - nízka spotreba energie objektu = malá plocha FV systému, a teda aj nízke investičné náklady.

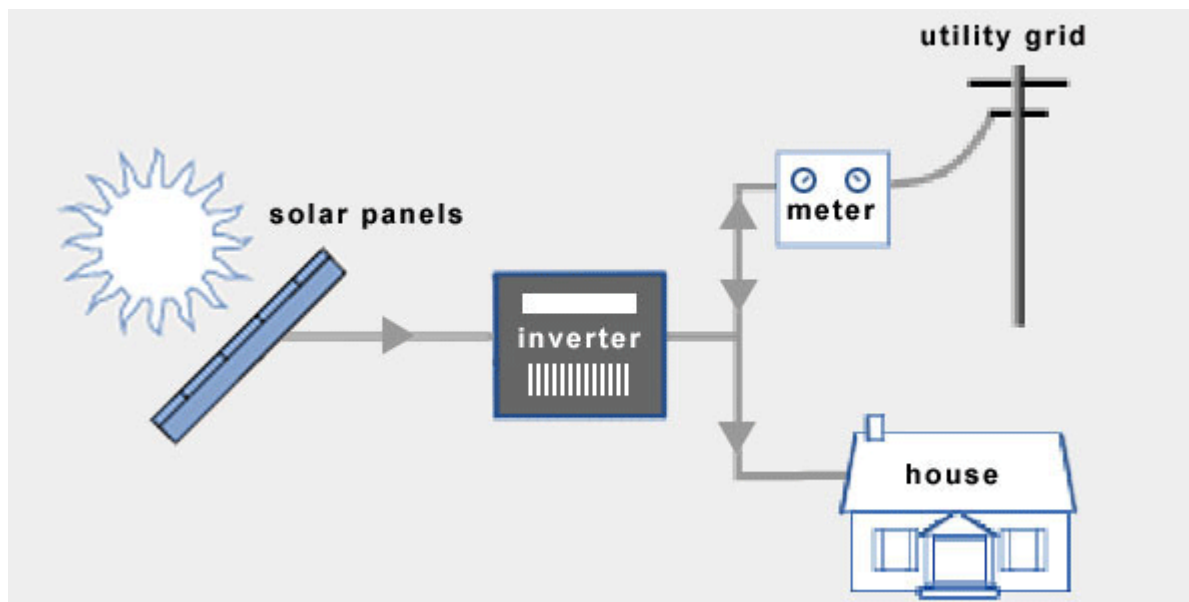
¹ Ing. Milan Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE



Obrázok 3: Ostrovný systém zapojenia (s prídavným generátorom elektrickej energie) (zdroj: Alternatívni energie pro váš dům, 2003)

1.1.2. Fotovoltaické elektrárne napojené do rozvodnej siete

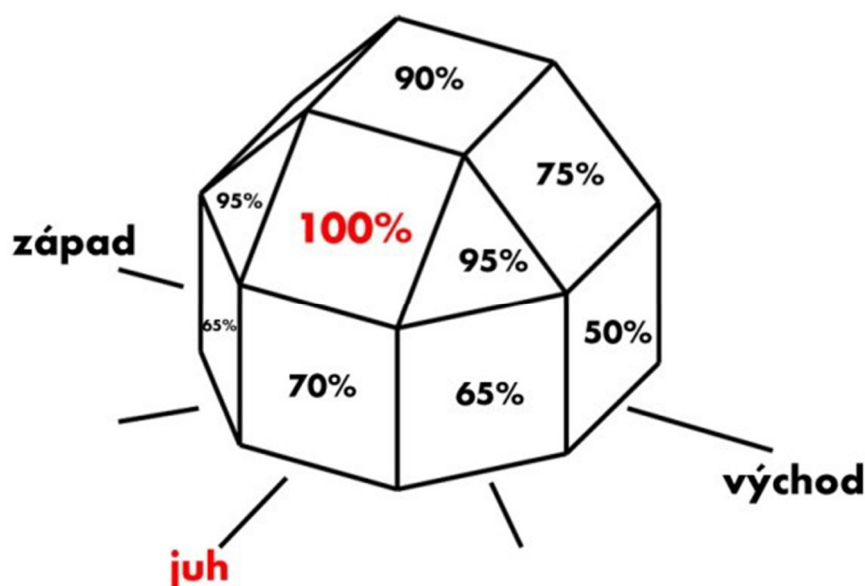
Najčastejšie sa uplatňujú v oblastiach s hustou sieťou elektrických rozvodov, kde sú spotrebiče v prípade dostatočného slnečného svitu napájané z vlastnej vyrobenej energie a prípadný prebytok energie dodávajú do verejnej rozvodnej siete. Naopak pri nedostatku vlastnej vyrobenej energie si elektrickú energiu zo siete odoberajú. Väčšina dnes inštalovaných fotovoltaických zdrojov v priemyselných krajinách je takto k rozvodnej sieti pripojená.



Obrázok 4: Schéma systému so zapojením do rozvodnej siete (zdroj: Alternatívni energie pro váš dům, 2003)

1.2. Natočenie panelov

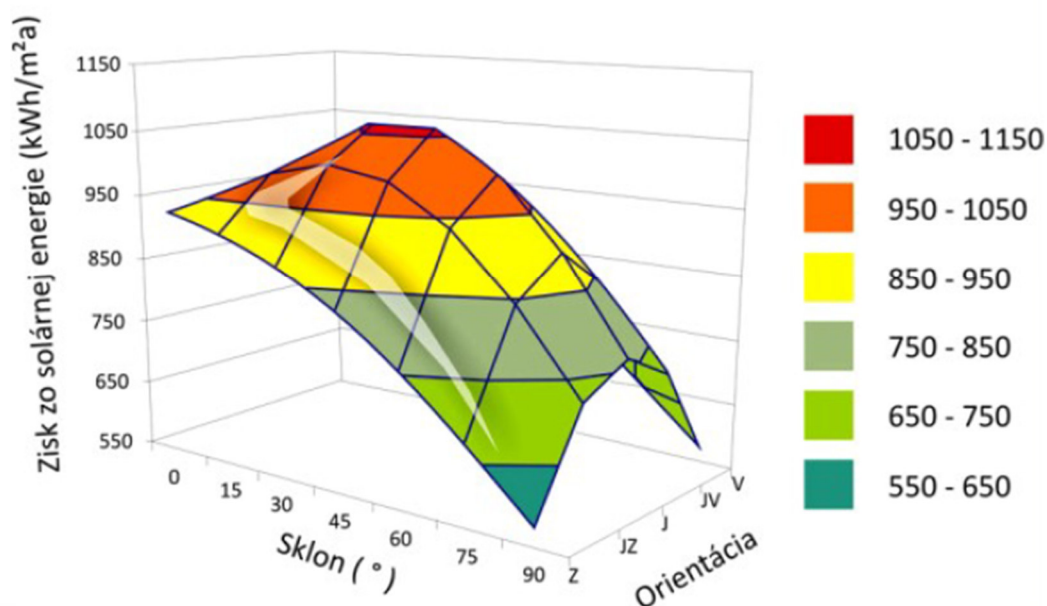
Dôležitým prvkom pre účinnosť fotovoltaickej elektrárne je natočenie panelov. Pokiaľ sú panely nasmerované pod správnym uhlom na juh, dostanú 100 % nominálnej hodnoty. Pokiaľ sa položia na rovnú strechu, dostanú 90 %, pokiaľ na južnú stenu – 70 %.



Obrázok 5: Natočenie panelov a účinnosť (zdroj: Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE)

Skutočný energetický zisk je však redukovaný o straty na premene na jednosmerný prúd, straty na kabeláži, straty na striedači, atď.

Energetické zisky v závislosti na sklone a orientácii kolektorov



Obrázok 6: Energetické zisky v závislosti od sklonu a orientácie (zdroj: Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE)

Výsledný energetický zisk 1 metra štvorcového panela je cca. 1080 kWh, teda strata činí asi 20%. Inak povedané, účinnosť systému je 80%.

Ak by fotovoltaická elektrárňa bola umiestnená napríklad v doline, bude energetický zisk drasticky znížený tienением terénu, čím účinnosť môže klesnúť aj hlboko pod 50% v závislosti od miery tienenia.

V našich podmienkach sú najslnečnejšie mesiace a teda aj najväčšia výroba počas nich od mája do septembra, ale všetky majú vysoký podiel difúzneho príspevku, preto treba voľiť také typy panelov, ktoré nemajú taký pokles účinnosti pri zamračenom počasí.

1.3. Strešné inštalácie FVE

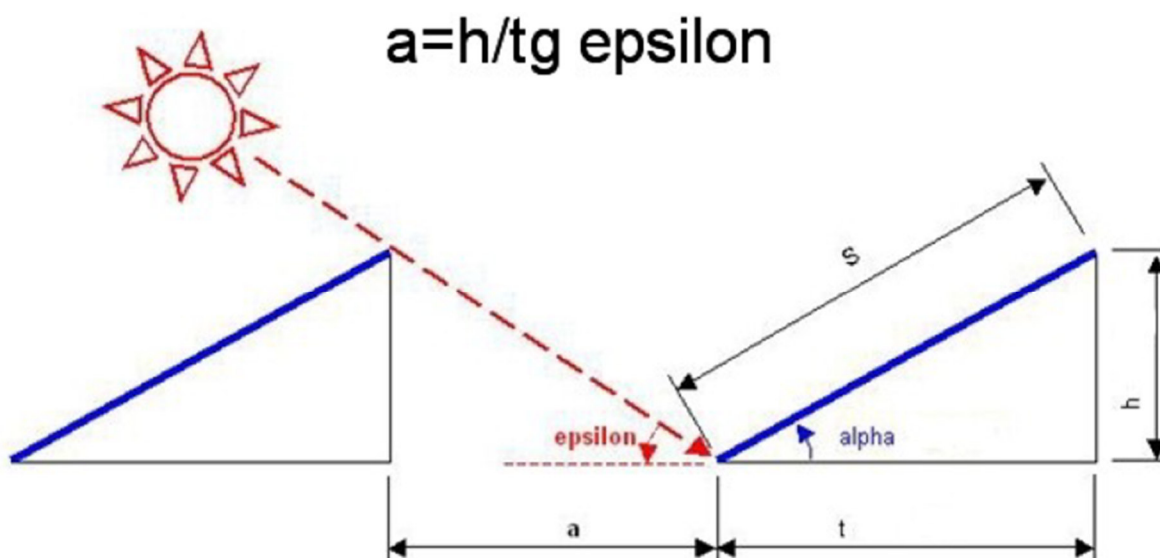
Existuje mnoho variantov a spôsobov, kam a ako umiestniť FVE. Z pohľadu verejného investora však predpokladáme, že najviac relevantnou alternatívou je jej umiestnenie na strechách objektov vlastnených mestom, prípadne na objektoch, ktoré sú pre inštaláciu FVE vhodné a mesto ich môže k tomuto účelu využiť.

Strechy delíme na dva základné druhy: rovné a šikmé.

Rovné strechy

Na rovných strechách máme tri základné možnosti, varianty:

- Prvou možnosťou je klasické rozmiestnenie panelov s 30-45 stupňovým sklonom na juh. Výhodou je maximálne zachytenie dopadajúceho žiarenia, nevýhodou daného rozmiestnenia je nutnosť rozostupu medzi panelmi a teda menšie využitie plochy strechy, čo však zároveň poskytuje manipulačný priestor pre prípadné opravy a výmeny panelov. Nevýhodou je aj najväčšie mechanické zaťaženie vetrom, ktoré možno znížiť prídavnými vetrolamami (spoilerom).



Obrázok 7: Nutné rozostupy panelov s náklonom (zdroj: Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE)



Obrázok 8: Ukážka strechy s naklonenými panelmi (zdroj: Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE)

- Druhá možnosť je položiť panely priamo na strechu na vhodný podklad. Výhoda je, že prakticky nie je potrebná žiadna náročná konštrukcia a zároveň je vtedy najvyššia odolnosť voči vetru. Nevýhoda je, že nedochádza k samočisteniu v prípade snehu (panel sa ohreje a sneh skĺzne dolu). Táto možnosť sa často používa pre tzv. fotofóliu, ktorá sa priamo prilepí na strešnú krytinu.



Obrázok 9: Ukážka panelov umiestnených priamo na ploche (zdroj: Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE)

- Tretia možnosť je známa ako konštrukcia východ-západ. Panely sú otočené so sklonom 5-25 stupňov na východ a západ, pokrytá je kompletne celá plocha pretože nedochádza k zatieneniu. Zároveň sklon panelov umožňuje samočistenie v prípade snehu a dažďa. Konštrukcia je odolná voči vetru, pretože panely majú nižší potrebný optimálny sklon ako pri otočení na juh a navyše sa vzájomne chránia.



Obrázok 10: Ukážka konštrukcie východ-západ (zdroj: Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE)

Do budúcnosti je možné uvažovať okrem strešných panelov aj s panelmi montovanými zvislo, na nevyužitých stenách budovy, predovšetkým južnú stenu. Nakoľko v tomto prípade je využitie slnečnej energie redukované na cca 70%, tak panely na streche majú výraznú prednosť.

1.4. Spôsob zistenia a overenia potenciálu FVE

Základným krokom pre správnu inštaláciu FVE je overenie jej potenciálu. Určenie veľkosti FVE závisí predovšetkým na poskytnutých dátach. Ak sú poskytnuté dáta spotreby elektrickej energie iba v ročnom intervale, je možné stanoviť iba technický potenciál, teda stanoviť výkon FVE tak, aby sa výroba rovnala spotrebe za celý rok. V takom prípade použijeme metodiku pre orientačné stanovenie FVE.

1.4.1. Postup zistenia potenciálu výroby

- Zistenie adresy budovy:
 - Vylúčenie z ďalšieho kroku, ak sa budova nachádza v niektorom stupni pamiatkovej ochrany. Aj tu ale môžu byť výnimky, napríklad umiestnenie FVE vo vnútornom trakte budovy. Je potrebné o takejto situácii rokovať s pamiatkovým odborom a dôjsť k riešeniu.



- Výber plochy striech iba s orientáciou juh, východ a západ. Uprednostňované sú ploché strechy s orientáciou fotovoltaiických panelov na juh. Ak nie je možné nainštalovať panely v danej orientácii, použije sa orientácia na východ alebo západ. V žiadnom prípade nie v smere sever;
- Pomocou <https://mapy.cz/> zmerať uvažovanú plochu strechy. Cez "nástroje" a "meranie vzdialenosti a plochy". Veľkosť použiteľnej plochy sa znižuje o strešné prvky ako vikiere, strešné okná, komíny a ďalšie nezanedbateľné strešné úpravy;
- Uvažovanú plochu strechy zmenšiť o priestor medzi panelmi tak, aby medzi nimi vzniklo miesto pre priechod a panely si netienili. Odporúča sa zmerať potencionálnu plochu bez strešných prvkov zabráňujúcich inštalácii FVE vynásobiť 0,7;
- Vypočítanú potencionálnu plochu vydeliť plochou jedného panela s odporúčanou veľkosťou 1,44 m². Tým sa zistí potencionálny počet panelov fotovoltaiickej elektrárne.
- Potencionálny počet panelov vynásobiť používaným výkonom jedného panelu, a to 260-280 Wp (prípadne použiť inú hodnotu podľa konkrétneho typu panelu). Takto získame celkový výkon fotovoltaiickej elektrárne (po vydelení 1000 v jednotkách kWp).
- **SOLARGIS alebo Meteororm:**
 - Pre orientačné stanovenie potenciálu výroby elektrickej energie z fotovoltaiickej elektrárne je možné využiť:
 - Výpočtový program SOLARGIS, ktorý je voľne dostupný na odkaze: <https://solargis.info/index.html>.
 - Meteororm. Aplikáciu je možné stiahnuť z odkazu <https://meteororm.com/download>.
 - PV GIS alebo fotovoltaiický geografický informačný systém, ktorý je dostupný na <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>.
 - **SOLARGIS²**
 - Pre približné stanovenie výroby elektrickej energie z fotovoltaiickej elektrárne využijeme uvedený odkaz a vyberieme pvPlanner.
 - Potom napíšeme do okna „Search Map“ (v obrázku označené červeným rámečkom) adresu nášho hľadaného miesta, pre ktoré chceme stanoviť potenciál.
 - Po zadaní adresy pre hľadané miesto na stanovenie potenciálu výroby sa nám hľadané miesto zobrazí na mape. V hornej lište vyberieme „pvSpot“ a následne v pravom hornom rohu „Yearly View“ pre ročný diagram potenciálnej výroby elektrickej energie.
 - Následne vidíme graf, v ktorom je po mesiacoch zobrazená potenciálna výroba elektrickej energie v kWh. Pri jednotlivých stĺpcoch sú uvedené aj potencionálne rozdiely v hodnotách dané rozpätím, ktoré je zobrazené úsečkami.
 - Prípadne je možné zobraziť výrobu elektrickej energie pre jednotlivé dni vo vybranom mesiaci. V pravom hornom rohu vyberieme „Monthly View“ a nižšie mesiac v roku, potom sa vykreslí daný graf.
 - Pri zobrazených dátach pre mesiac alebo rok je v dolnom rámečku zobrazený najvyšší pozitívny potenciál, očakávaná výroba a najnižší možný potenciál výroby elektrickej energie pre vybraný časový rámec.
 - Na základe týchto hodnôt je možné stanoviť približný potenciál výroby elektrickej energie z fotovoltaiickej elektrárne. Túto hodnotu vynásobíme plochou strechy a tým stanovíme odhadovanú výrobu celej fotovoltaiickej elektrárne.

² Tu uvádzame len príklad SOLARGIS

Supported by:

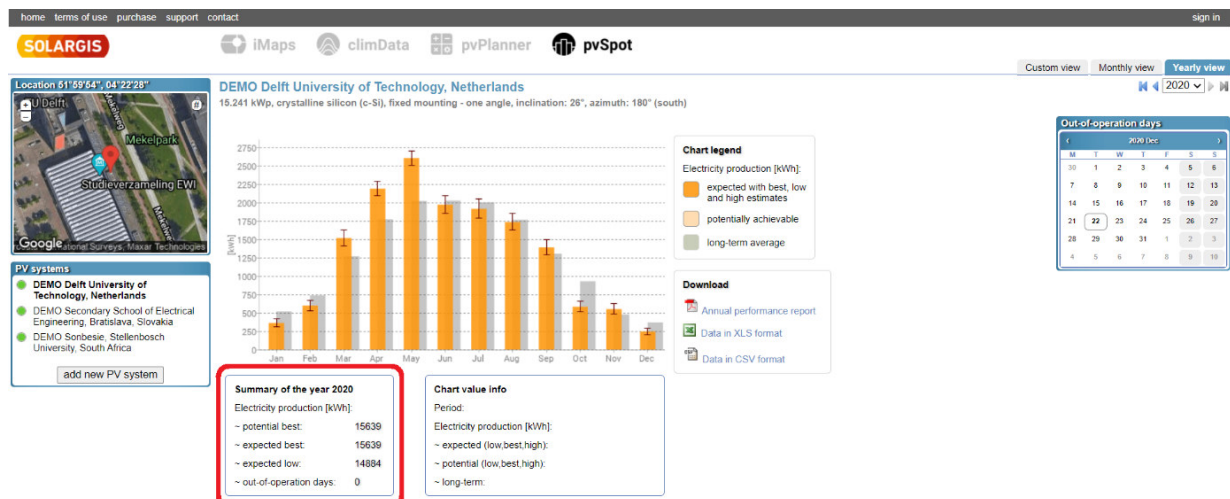


Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



European
Climate Initiative
EUKI

based on a decision of the German Bundestag



Obrázok 11: SOLARGIS (zdroj: PORSENNA)

'This project is part of the European Climate Initiative (EUKI) of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).'



2. Situácia a legislatíva

2.1. Situácia a legislatíva v Českej republike

Fotovoltaická elektrárňa je dnes bežne známou technológiou a dôležitým hráčom na poli energetiky. Pritom ešte nedávno o ňu ale záujem zo strany veľkých firiem, miest i drobných stavebníkov bol minimálny. Výrazný nárast počtu fotovoltaických elektrární bol obmedzený až v roku 2013 s tým, že obdobie medzi rokmi 2013 až 2017 bolo slabé pre rozvoj FVE a bez výrazných výkyvov počtov inštalácií a inštalovaného výkonu. Od roku 2018 zaznamenáva FVE renesanciu a je opäť využívaná stavebníkmi naprieč celou republikou.

FVE je zo zákona považovaná za výrobu elektrickej energie. Ak sa prevádzkovateľ FVE rozhodne pripojiť danú elektrárňu do distribučnej siete, potom sa na základe licencie, ktorú mu vydá Energetický regulačný úrad (ERU), stane podnikateľom v obore energetika.

Licencia na prevádzkovanie FVE je obdobou živnostenského listu s tým rozdielom, že licencia ERU je oprávnenie podnikat' v energetike v súlade s platným energetickým zákonom a živnostenský list je oprávnenie podnikat' v súlade so živnostenským zákonom. Z vyššie uvedeného vyplýva, že hlavným predpisom, ktorý upravuje prevádzkovanie slnečných elektrární je energetický zákon. Tento odbor samozrejme upravuje oveľa viac ďalších predpisov (zákonov a vyhlášok), z ktorých niektoré nájdete v nasledujúcom zozname.

2.1.1. Zákonný rámec

Základný zákoný rámec upravujúci podmienky podnikania v energetických odvetviach a podporu výroby elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov riešia dva kľúčové zákony. Zákon č. 458/2000 Sb. a č. 165/2012 Sb. spoločne s vyhláškami Energetického regulačného úradu (ERÚ).

- Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon):
 - Upravuje podmienky podnikania, výkon štátnej správy a reguláciu v energetických odvetviach, ktorými sú elektroenergetika, plynárenstvo a teplárenstva, ako aj práva a povinnosti fyzických a právnických osôb s tým spojené.
 - Vyhláška č. 195/2015 Sb. o způsobu regulace cen a postupech pro regulaci cen v plynárenství
 - Vyhláška č. 16/2016 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě
Táto vyhláška ustanovuje podmienky pripojenia výrobní elektriny, distribučních sústav a odberných miest zákazníkov k elektrizačnej sústave, spôsob stanovenia podielu nákladov spojených s pripojením a so zaistením požadovaného príkonu alebo výkonu elektriny a pravidlá na posudzovanie súbežných požiadaviek na pripojenie.
 - Vyhláška č. 8/2016 Sb. o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích
Táto vyhláška stanovuje spôsoby preukazovania finančných a technických predpokladov a odbornej spôsobilosti pre jednotlivé druhy licencií, spôsoby určenia vymedzeného územia a prevádzkarne, preukázanie vlastníckeho alebo užívacieho práva k užívaniu energetického zariadenia, náležitosti vyhlásení zodpovedného zástupcu a vzory žiadostí na udelenie, zmenu a zrušenie licencie a vzory žiadostí o uznanie oprávnenia na podnikanie vydaného v inom členskom štáte Európskej únie.
- Zákon č. 165/2012 Sb. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů
 - Vyhláška č. 296/2015 Sb. o technicko-ekonomických parametrech pro stanovení výkupních cen pro výrobu elektřiny a zelených bonusů na teplo a o stanovení doby životnosti výroben elektřiny a výroben tepla z obnovitelných zdrojů energie (vyhláška o technicko-ekonomických parametrech).
Táto vyhláška ustanovuje technicko-ekonomické parametre na stanovenie výkupných cien jednotlivých druhov obnoviteľných zdrojov na výrobu elektriny a pre stanovenie zelených bonusov na teplo z obnoviteľných zdrojov pre výrobu tepla uvedené v § 24 ods. 4 zákona o podporovaných zdrojoch energie (ďalej len "výrobňa tepla z bioplynu



"), dobu životnosti výrobní elektriny z obnovitelných zdrojů energie (dále jen "výrobní elektrina") a dobu životnosti výrobní tepla z bioplynu.

- Zákon 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
 - Vyhláška 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb a Vyhláška č. 62/2013 Sb., kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
 - Příloha 1 k vyhlášce 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.
 - Příloha 2 k vyhlášce 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. (aktualizováno podle Isofen Energy s.r.o., 2020).

2.2. Situácia a legislatíva na Slovensku

Slovensko v roku 2019 prijalo ambiciózný záväzok dosiahnuť do roku 2050 uhlíkovú neutralitu. Podobný záväzok prijala aj väčšina ostatných krajín EÚ. Z trendu spotreby energií a produkcie skleníkových plynov počas posledných dekád je jasne vidieť, že tento cieľ je nedosiahnuteľný bez paradigmatickej zmeny prístupu k využívaniu energetického potenciálu krajiny.

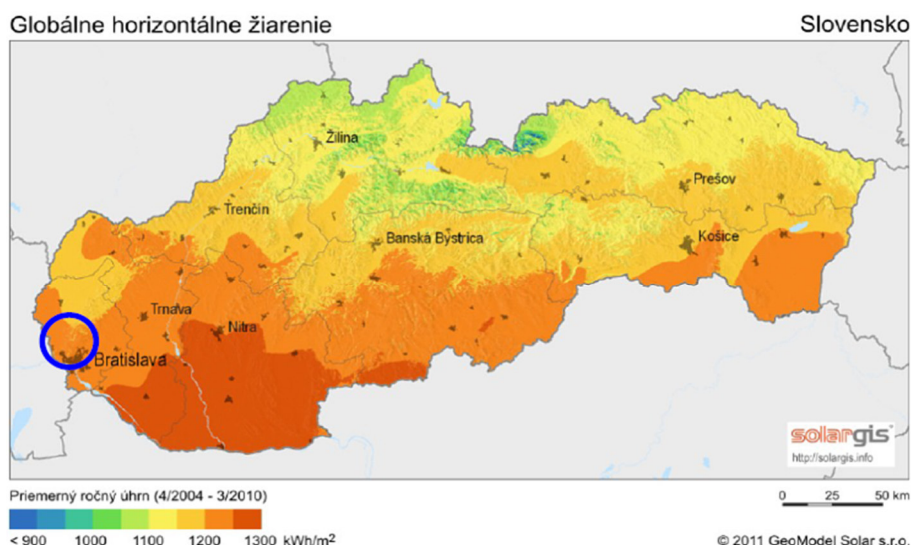
Jedna z potrebných zmien na to, aby sme mohli čo i len začať pomýšľať na uhlíkovú neutralitu, je eliminovať transport energií, teda do čo najväčšej miery dosiahnuť lokalizáciu (decentralizáciu) výroby energií. Ideálne z obnoviteľných zdrojov.

Rozhodnutie investovať do OZE sa oplatí urobiť na základe nejakých kritérií (napr. už spomínané úspory na financiách a energiách, redukcia CO₂ a pod.) a analýz. Solárna energia sa využíva dvoma spôsobmi. Na ohrev vody a na výrobu elektriny, prípadne na výrobu elektriny kombinovanú s ohrevom vody. Ďalšia možnosť je výroba elektriny s akumuláciou do batérie, alebo po novom do elektromobilu. Toto je však zaujímavé skôr pri ostrovnom systéme, ktorý nie je napojený na distribučnú sieť.

Podľa súčasnej legislatívy, ktorej zmenu môžeme našťastie očakávať relatívne skoro, už v roku 2022, je možné budovať fotovoltaické elektrárne na budovách iba pre ich vlastnú spotrebu a prebytky nemôžu dodávať do siete. Preto treba dimenzovať slnečnú elektráreň tak, aby pokrývala základný odber budovy počas dňa a ak by sa vyskytli výpadky v odbere, aby prebytky smerovali do elektrického ohrevu vody alebo do batérie.

2.2.1. Klimatické a lokálne podmienky na Slovensku

Efektívnosť investície do fotovoltaiky závisí od lokálnych a klimatických podmienok. Iné sú na juhu Slovenska iné na severe. Ak zoberieme napríklad západné Slovensko, tak ročne dopadne na 1 m² povrchu cca. 1360 kWh.



Obrázok 12: Globálne horizontálne žiarenie (zdroj: GeoModel Solar s.r.o.)



2.2.2. Verejné obstarávanie

Keď sa samospráva rozhodne investovať do fotovoltickej elektrárne, musí ju obstarat' podľa zákona o verejnom obstarávaní. Ak ide o malú elektrárňu, 1 - 3 panely do 5 000 EUR, môže po prieskume trhu (indikatívne ponuky od 3 firiem) zadať objednávku napriamo.

Pri väčšej investícii musí prebehnúť riadne verejné obstarávanie. Fotovoltaická elektrárňu je technologicky pomerne zložitá vec a technológia sa rýchlo vyvíja. Málokto sa samospráva vie, čo si má vlastne obstarat'.

Zaužívaná prax je, že najskôr sa obstaráva projekt, v lepšom prípade na základe auditu. Súčasťou projektu je výkaz/výmer, kde sú presne pomenované typy a modelové rady všetkých komponentov. Pri takomto zadaní sa už len súťaží cena vopred vybranej technológie.

O tom, čo sa nakúpi, teda rozhoduje projektant. Preto sú projektanti medzi technologickými dodávateľmi veľmi častý cieľ lobingu. Spomínaný postup nie je v súlade so zákonom. Pritom existujú zákonné postupy, ktoré umožňujú obstarávať s otvorenými podmienkami. Je to trochu zdĺhavejšie a existuje riziko, že v čase konjunktúry sprevádzanom veľkým dopytom súkromného sektora nepríde žiadna ponuka, ale dá sa to.

Prvý krok sú trhové konzultácie. Trvajú niekoľko dní a spočívajú vo zverejnení výzvy. Pri obstarávaní technologických celkov, ako je fotovoltika, sa neoplatí pozývať všetkých naraz, lebo konzultácie budú neúspešné - málokto bude otvorene hovoriť pred konkurenciou.

Výsledkom sú zadávacie technické podmienky. Tu je ich príklad. Dielo zahŕňa:

- Komplexnú dodávku fotovoltickej elektrárne (ďalej aj „ftve“) v súlade s parametrami ponúknutými vo verejnom obstarávaní. Ftve bude nainštalovaná na budovu, na tých miestach striech, kde to statický posudok budov umožňuje.
- Vypracovanie realizačného projektu.
- Inžiniering – statický posudok, vybavenie všetkých formalít potrebných na inštaláciu, spustenie a pripojenie ftve do distribučnej siete pri dodržaní legislatívy.
- Montáž a inštaláciu vrátane prípadných rozkopávok alebo prierazov a iných narušení majetku a ich uvedenia do pôvodného stavu, polozenia elektrickej kabeláže, v prípade potreby inštalácie ističov alebo rozvádzačov, skúšobnej prevádzky a odovzdania plne funkčného diela vrátane všetkých povolení potrebných na prevádzku a užívanie.
- Uvedenie ftve do prevádzky a pripojenie do distribučnej siete pri dodržaní legislatívnych podmienok.
- Záruku na dielo 5 rokov.
- Záruku na výkon panelov minimálne 10 rokov. Pokles ročnej výroby nesmie byť väčší ako 10% za 10 rokov, pričom výroba v prvom roku nesmie byť menšia ako 99% tisícnásobku inštalovaného výkonu.
- Záruku na meniče minimálne 10 rokov.
- Obmedzenie prestupu vyrobenej prebytočnej elektriny do distribučnej siete mimo budovu v súlade s platnou legislatívou v čase realizácie diela (spustenia do prevádzky).
- Funkciu umožňujúcu bez úpravy pripojiť k systému akumulátor na krátkodobé ukladanie prebytkov elektriny.
- Funkciu umožňujúcu k ftve pripojiť inteligentnú automatiku zabezpečujúcu možnosť ukladať prebytky do ohrevu vody v prípade neprítomnosti alebo stavu plného nabitia akumulátora, prípadne dočasne zastaviť výrobu elektriny.
- Možnosť v budúcnosti navýšiť kapacitu ftve minimálne o 20 % bez nutnosti výmeny meniča alebo inštalácie prídavných meničov.
- Funkciu, ktorá zabezpečí automatické vypnutie ftve pri požiari.



- Funkciu umožňujúcu vypnutie fte počas údržby elektrickej siete v budove (automatické vypnutie dodávky pri vypnutí hlavného prívodu elektriny do budovy).
- Monitoringu výroby fte dostupného online s nasledovnými funkcionalitami:
 - o Grafické aj tabuľkové zobrazenie histórie množstva vyrobenej elektriny v kWh za aktuálny deň, za aktuálny mesiac, za aktuálny rok, za celý čas prevádzky FVTE.
 - o Grafické aj tabuľkové zobrazenie histórie priebehov výkonu FTVE v kW za aktuálny deň, za aktuálny mesiac, za aktuálny rok, za celý čas prevádzky FTVE.
 - o Grafické aj tabuľkové zobrazenie histórie ušetrených emisií CO₂ za aktuálny deň, za aktuálny mesiac, za aktuálny rok, za celý čas prevádzky FTVE, možnosť nastavenia emisného faktora CO₂ pre jednotlivé roky.
 - o Možnosť voľby sledovaného obdobia.
 - o Uvedené dáta majú byť uchovávané a voľne prístupné online na čítanie aj ako open data.
 - o Zadávanie emisného faktora CO₂ bude možné po autorizovanom prihlásení (login id/heslo).
- Dodávku infopanela s uhlopriečkou min. 32 palcov inštalovaného pri vstupe do budovy, ktorý zobrazuje grafický priebeh aktuálneho výkonu v kw, úhrnnej výroby elektriny v kwh a ušetrených emisií CO₂ v tonách za aktuálny deň, mesiac a rok, možnosť voľby súčasného a striedavého zobrazenia.
- Profylaktickú kontrolu diela vykonávanú raz ročne až po uplynutí záruk podľa tejto zmluvy,
- Zaškolenie užívateľov v rozsahu potrebnom na obsluhu všetkých prvkov diela.

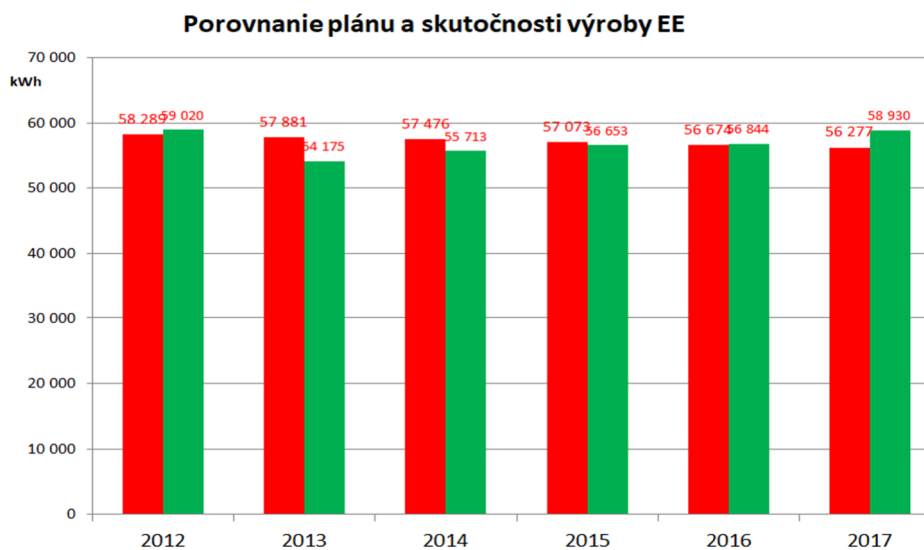
Dôležitý krok je rozhodnutie, či statický posudok strechy bude súčasťou obstarávania, teda realizuje ho víťaz súťaže ako prvý krok realizácie, alebo sa statický posudok vypracuje samostatne a bude súčasťou podkladov. Obidva prístupy majú svoje klady a zápory.

- Obstaranie fotovoltaiiky spolu so statikou nesie pre víťaza jedno riziko, a to, že statikou celá realizácia skončí. Na druhej strane on sám si stanoví a bude zodpovedný za to, že strecha jeho technológiu unesie.
- Úspech druhého prístupu závisí od zadania statikovi. Ideálne je urobiť mapu zaťažiteľnosti strechy. Ale prax je taká, že vyjadrenie poskytne projektant poslednej rekonštrukcie strechy a vyjadrenie smeruje väčšinou k únosnosti konkrétneho zaťaženia, teda či napríklad strecha unesie 30 kg na meter štvorcový, ale už sa nedozvieme, či unesie tu 35 a inde 28.
- Odporúčame statiku zahrnúť do obstarávania, ale do podkladov vložiť všetky informácie, aké sú o streche, jej stave a histórii opráv a rekonštrukcií k dispozícii.
- Podstatná vec sú cenové podmienky. Sú dva prístupy. Buď sa stanoví nominálny výkon a pri dodržaní podmienok sa súťaží cena, alebo, čo môže byť výhodnejšie, stanoví sa suma, ktorá je v rozpočte a súťaží sa maximálny výkon, napríklad podľa nasledovného kritéria:
- Najnižšia hodnota pomeru cena k inštalovanému výkonu. Ako úspešný uchádzač bude vyhodnotený ten, ktorý dosiahne pomerový koeficient (x) s najnižšou hodnotou.
- S inštalovaným výkonom sa dodávateľ zaväzuje k ročnej výrobe elektriny v množstve rovnajúcom sa minimálne 1000-násobku inštalovaného výkonu v kWh, ktorý dodávateľ deklaruje vo svojej ponuke v kW. Dodávateľ predloží predpokladanú ročnú produkciu za roky 1 až 10 prevádzky FTVE.
- Odporúčame zvážiť možnosť pridať do podmienok zmluvy klauzulu o zádržnom vo výške 10% z ceny diela, ak podmienka minimálne 99% tisícnásobku inštalovaného výkonu nebude v prvom roku dodržaná.

Nasledujúci graf je príklad fotovoltaiickej elektrárne s inštalovaným výkonom 55 kWp, spustenou do prevádzky koncom roku 2011, kde červené stĺpce sú plánovaná výroba, ktorá každý rok klesá o 1 % oproti predchádzajúcemu roku.



based on a decision of the German Bundestag



Obrázok 13: Porovnanie plánu a skutočnosti výroby elektrickej energie (zdroj: Matúš Škvarka)

Zelené stĺpce sú reálna výroba počas 6 rokov prevádzky. Ako vidno, degradácia panelov sa nepotvrdila, respektíve bola kompenzovaná slnečným počasím.



3. Príklady z praxe

3.1. Inštalácia fotovoltaickej elektrárne na verejnej budove, Městský úřad Chrudim

Ide o budovu, kde sídli Odbor sociálnych vecí - oddelenie sociálno-právnej ochrany detí v Pardubické ulici 53, v Chrudimi. Plocha strechy nehnuteľnosti činí 370 m² a strešná fotovoltaika pokrýva strechu z 3/4 z tejto plochy s počtom 74 solárnych panelov.

V rámci realizácie FVE došlo aj k zlúčeniu ističov na päte domu a tým k zníženiu platby na rezervovaný výkon. Energetické opatrenie sa opiera o mestom schválenú Energetickú politiku a zavedený systém manažerstva hospodárenia s energiou. Celý projekt tak spadá do dlhodobého úsilia o dodržiavanie zásad hospodárenia a znižovanie energetickej náročnosti.

| | |
|---|--|
| OKRAJOVÉ PODMIENKY | Zásadný je spôsob odberu elektrickej energie v prípade zlúčenia odberných miest. Z pohľadu ukazovateľa jednoduchšej doby návratnosti je úplne zásadné, aby v českom prostredí nedošlo k zmene tarifyného systému. Prechod na podnikateľské tarify je pre ekonomické hodnotenie negatívne. |
| POSTUP REALIZÁCIE | Vo všetkých uvažovaných projektoch FVE je potrebné pokúsiť sa umiestniť solárne panely s orientáciou na juh. Optimálny sklon takto umiestnených panelov je pod uhlom 35 stupňov a je teda potrebné pred začatím projektu uvažovať, ako tohto sklonu dosiahnuť. Týchto požadovaných parametrov bolo v maximálnej miere dosiahnuté i v inštalovanej FVE v Chrudimi, kde sa jedná o úplne rovnú strechu a nastavenie optimálneho sklonu bolo jednoduché. |
| VÝSLEDKY PROJEKTU | Výroba uvedenej FVE je 21,69 MWh / rok. Projekt FVE je navrhnutý energetickým manažérom mesta Chrudim tak, aby vyrobená elektrická energia bola okamžite spotrebovaná a nedochádzalo tak k prípadným prietokom elektrickej energie do distribučnej siete, ktoré by ju týmto spôsobom zaťažovali. Dodávka elektrickej energie do distribučnej siete v letných mesiacoch tak nepresiahne hodnotu 0,5 MWh za celý mesiac. Uvedená FVE pokrýva spotrebu elektrickej energie na administratívnej budove cez pracovnú dobu, teda v čase od 07:00 do 18:00 a je energeticky racionálne využitá, kedy dochádza ku spotrebe vyrobenej elektrickej energie FVE v danom mieste realizácie. Pokiaľ nie je elektrická energia spotrebovaná budovou, napríklad cez víkend, je predávaná do distribučnej siete za vopred zmluvne dohodnutú cenu s obchodníkom s energiou. |
| EKONOMIKA – NÁKLADY, VÝNOSY, DOTÁCIE | Investícia do FVE mesto vyšla na sumu v rozmedzí 600 000 až 700 000 Kč a počítá s návratnosťou do 7 rokov od uvedenia inštalácie do prevádzky. Mesto týmto realizovalo ďalšie opatrenie, ktoré zavádza energetické úspory. Projekt je hradený z Fondu obnovy majetku mesta, v ktorom sa finančné prostriedky pre ďalšie roky získavajú z výnosov zo zavedených energetických úspor a v menšej časti z predaja nepotrebného majetku mesta. Finančné prostriedky musia byť použité len pre projekty zabezpečujúce energetické úspory a investície v oblasti reprodukcie majetku pre znižovanie energetickej náročnosti mesta. |
| POUČENIE / ČO BY MOHLO BYŤ LEPŠIE | V rámci daných možností nie je možné uviesť žiadne odporúčania. Strecha bola využitá naplno a došlo aj k zlúčeniu ističov na päte objektu. |



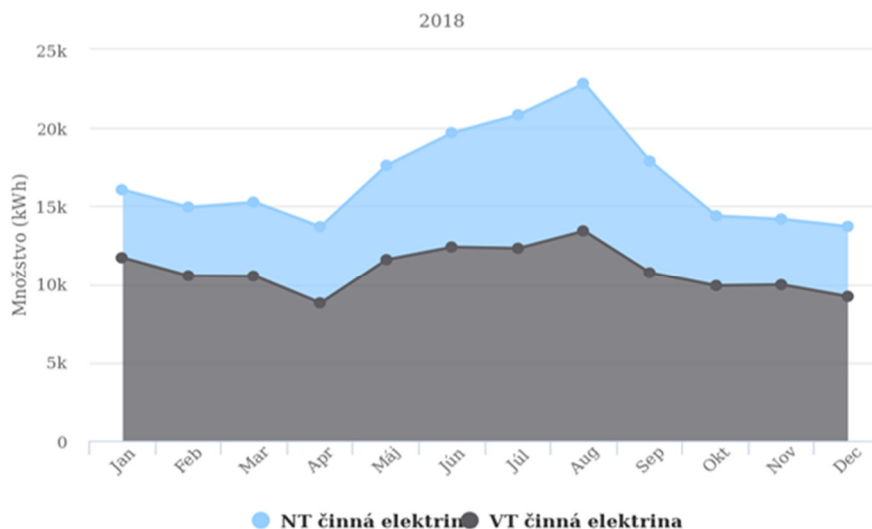
Obrázok 14: Strešná inštalácia (zdroj: PORSENNA o.p.s.)

3.2. Príklady dimenzovania slnečnej elektrárne

Podľa súčasnej legislatívy, ktorej zmenu môžeme naštastie očakávať relatívne skoro, už v roku 2022, je možné budovať fotovoltaické elektrárne na budovách iba pre ich vlastnú spotrebu a prebytky nemôžu dodávať do siete. Preto treba dimenzovať slnečnú elektráreň tak, aby pokrývala základný odber budovy počas dňa a ak by sa vyskytli výpadky v odbere, aby prebytky smerovali do elektrického ohrevu vody alebo do batérie. Na dimenzovanie slnečnej elektrárne je potrebné poznať odberový diagram budovy.

Ukážeme si tri varianty.

- Administratívna budova, počas leta chladená elektricky:
Budova má odber minimálne 10 kW a počas celého roka zhruba stabilnú spotrebu, ktorá je počas leta navýšená kvôli chladeniu. Takže fotovoltaická elektráreň s nominálnym výkonom 10 kW by sa tu dala realizovať.

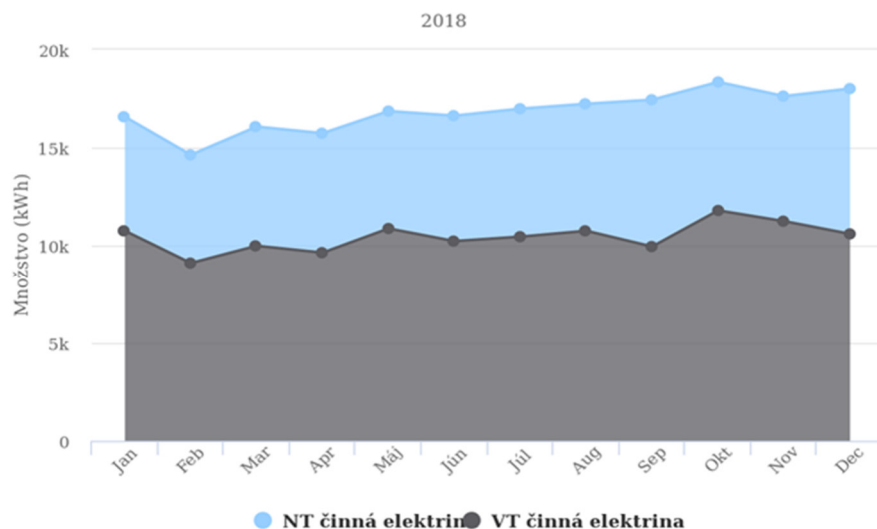


Obrázok 15: Odber elektriny v administratívnej budove v priebehu roka (zdroj: diportal ZSDIS)



Obrázok 16: Maximálne a minimálne odoberané príkony v administratívnej budove (zdroj: diportal ZSDIS)

- Domov sociálnych služieb:
Tento typ budovy je prakticky nepretržite obsadený, preto je tam po celý deň spoľahlivý minimálny odber na úrovni 20 kW, maximum prekračuje 30 kW. V noci odber klesá, ale noc je pre fotovoltaiiku irelevantná.



Obrázok 17: Odber elektriny v domove sociálnych služieb v priebehu roka (zdroj: diportal ZSDIS)

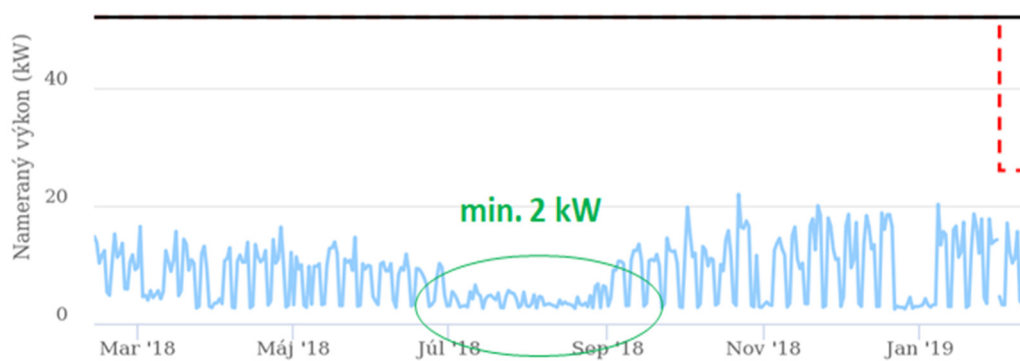


Obrázok 18: Maximálne a minimálne odoberané príkony v domove sociálnych služieb (zdroj: diportal ZSDIS)

- Škola:
Školy majú počas letných prázdnin, teda počas najsilnejšieho obdobia, uzáveru. Preto pokiaľ nebude možné prebytky predať do siete alebo aspoň ich preniesť, alebo preúčtovať na inú verejnú budovu, bude rentabilné budovať len veľmi malé fotovoltické elektrárne na úrovni do 2 kW.



Obrázok 19: Odber elektriny v škole v priebehu roka (zdroj: diportal ZSDIS)



Obrázok 20: Maximálne a minimálne odoberané príkony v škole (zdroj: diportal ZSDIS)



4. Financovanie

4.1. Financovanie v ČR

4.1.1. Možnosti využitia podpory z aktuálnych dotačných programov

Na realizáciu fotovoltaického systému (ďalej FV systému) pre verejné budovy je možné čerpať podporu z programu OP ŽP, prioritnej osi 5, SC. 5.1, ktorá si kladie za cieľ zníženie energetickej náročnosti verejných budov a zvýšenie využitia OZE.

- V týchto prípadoch je však podpora možná len za splnenia priemerného súčiniteľa prestupu tepla obálkou budovy $U_{em} < U_{em,N}$;
- Zároveň môže byť často dotácia realizovaná v rámci verejnej podpory. V prípade vyčerpanej podpory de minimis (200 000 EUR) by bolo možné žiadať o blokujú výnimku podľa článku 38 a čerpať v maximálnej výške dotácie 45 % z uznateľných nákladov;
- Maximálna výška podpory v tomto programe na inštaláciu obyčajného FV systému je rovná 60 % uznateľných nákladov. V prípade súčasnej realizácie systému núteného vetrania so spätným získavaním tepla (ďalej ZZT) by bolo možné obdržať na tento celok zvýšenú podporu vo výške 70 %.

Poznámka: Na prípadné stavebné úpravy možno čerpať podporu vo výške až 50%, čím by bolo možné značne pokryť celkové investičné náklady. Pretože je však budova zateplená, nepredpokladáme toto riešenie.

4.1.2. Operačný program Životní prostředí 2021–2027

Podpora FVE je zahrnutá v rámci špecifického cieľa 2.A.3 Špecifický cieľ 1.2 Podpora energie z obnoviteľných zdrojov.

V rámci špecifického cieľa budú podporované aktivity spojené so zvyšovaním využitia obnoviteľných zdrojov energie. Jedná sa predovšetkým o:

- Výstavbu a rekonštrukcie obnoviteľných zdrojov energie pre verejné budovy;
- Výstavbu a rekonštrukciu obnoviteľných zdrojov energie pre zaistenie dodávok systémovej energie vo verejnom sektore (MŽP ČR, 2020).

V súčasnej dobe nie sú známe presné podmienky programu. Viac sa môžete dozvedieť tu: <https://www.opzp.cz/opzp-2021-2027/>

4.2. Financovanie na Slovensku

Fotovoltaické elektrárne boli na Slovensku viackrát dotované, naposledy program Zelená domácnostiam. Tento program bol obmedzený distribučkami na rodinné domy zo zištných dôvodov. Následkom zlých subvenčných rozhodnutí vlády v roku 2009 ohľadne fotovoltaických elektrární s vysokou garantovanou odkupnou cenou vznikol systémový dlh, ktorý sa preniesol na distribučky, ktoré potom odmietli pripájať nové fotovoltaiky do siete.

- Vznikol tzv. stop-stav, ktorý platí dodnes (koniec 2020) a týka sa podnikateľských subjektov a verejných budov;
- Výnimkou sú práve rodinné domy, lebo tie cez deň produkujú prebytok, ktorý si distribučky zadarmo odvedú do siete. Za tento benefit pomôžu s administráciou a inštaláciou fotovoltaiky na strechu;
- Keďže ceny fotovoltaických panelov a komponentov kontinuálne klesajú, pričom účinnosť narastá, už v súčasnosti je návratnosť optimálne nadimenzovanej fotovoltaickej elektrárne 5 až 7 rokov, čo už je zaujímavé pre ESCO firmy, ktoré sú poskytovateľmi garantovanej energetickej služby (GES), známej tiež pod názvom EPC - energy performance contracting.

Zaujímavou zmenou bude implementácia Zimného balíčka (Winter package), ktorý pripravila Európska komisia pod vedením Maroša Šefčoviča.

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



European
Climate Initiative
EUKI

based on a decision of the German Bundestag

- Zjednodušene v našom prípade ide o to, umožniť výrobcovi solárnej elektriny využiť distribučnú sieť ako virtuálnu batériu. Keď majú prebytok, odovzdajú ho do siete. Keď majú nedostatok, odoberú zo siete. Elektromer na vstupe eviduje privedenú a odvedenú elektrinu, pričom prosumer (termín pre duálnu funkciu producer/consumer) platí len za finálny rozdiel za obdobie.
- V tomto prípade návratnosti fotovoltaiických elektrární budú oveľa kratšie (cca dva roky).

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



European
Climate Initiative
EUKI

based on a decision of the German Bundestag

5. Literatúra

Ing. Milan Jarás: Opatrenie-Inštalácia strešnej FVE

Isofen Energy s.r.o. Legislativa upravující provozování fotovoltaických elektráren, 2020 [cit. 22. 10. 2020]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/Zakony-fotovoltaika.aspx>