



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Životní prostředí

Ministerstvo životního prostředí

Metodika výpočtu kritérií solárních fotovoltaických systémů pro veřejné budovy

Ing. Petr Wolf, Ph.D.

Ing. Jan Včelák, Ph.D.

doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D.

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

České vysoké učení technické

Buštěhrad

září 2015



1. Úvod

Podpora instalace fotovoltaických systémů (FVS) ve veřejných budovách v rámci Operačního programu Životní prostředí je zaměřena na fotovoltaické systémy, jejichž produkce elektrické energie efektivně nahrazuje spotřebu elektrické energie a nikoli spotřebu jiných energonositelů s nižším dopadem na neobnovitelnou primární energii a na emise znečišťujících látek. Pro projekty, které mají být podpořeny v rámci OPŽP, jsou stanovena výrobová kritéria a zároveň hodnotící kritéria celé instalace. Pro sjednocení postupu výpočtu těchto kritérií slouží tato metodika, ve které jsou jednotlivé parametry vysvětleny a popsány.

Výrobovým kritériem je požadovaná **minimální účinnost FV modulů** v případě krystalické technologie a v případě tenkovrstvé technologie. Tento dokument uvádí postup jak stanovit účinnost FV modulu pro porovnání s požadovanou hodnotou.

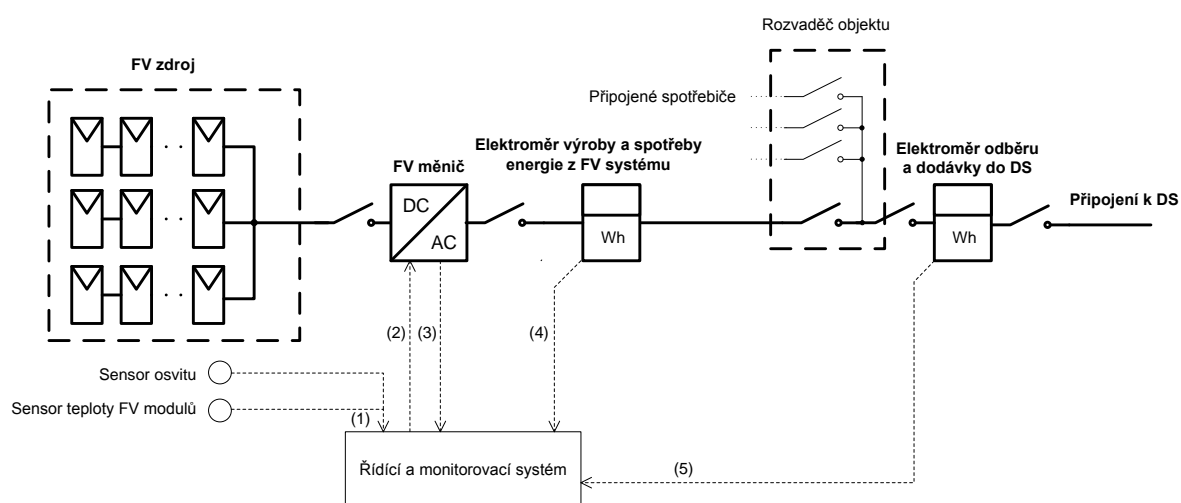
Hlavním systémovým kritériem je **využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu**, kterým se rozumí předpokládaná produkce elektrické energie z FV systému lokálně využitá pro krytí spotřeby elektrické energie v objektu vztažená k instalovanému výkonu FV systému.

2. Definice fotovoltaických systémů

Pro účel podpory jsou definovány dva základní druhy fotovoltaických systémů.

Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie

Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie předává aktuálně vyrobenou elektrickou energii do lokálních rozvodů v objektu pro přímé využití elektrickými spotřebiči. Vychází tedy z předpokladu, že časový profil výroby a spotřeby je dostatečně přizpůsoben, přebytky jsou dodány do distribuční sítě nebo nevyužity (spotřebovány v řízené zátěži bez dalšího využití či je omezován výkon fotovoltaického systému). FVS bez akumulace elektrické energie neobsahuje žádný akumulátor, který by umožňoval skladovat a následně využít elektrickou energii. Blokové schéma FV systému bez akumulace energie je vyznačeno na obr. 1.



Vysvětlivky:

- (1) Měření provozních parametrů FV zdroje
- (2) Řízení FV měniče
- (3) Sledování stavu FV měniče
- (4) Měření vyrobené a spotřebované energie FV systémem
- (5) Měření celkového odběru a dodávky do DS



Obr. 1 – Fotovoltaický systém bez akumulace elektrické energie

Pro tento systém se požaduje instalace minimálně těchto komponent:

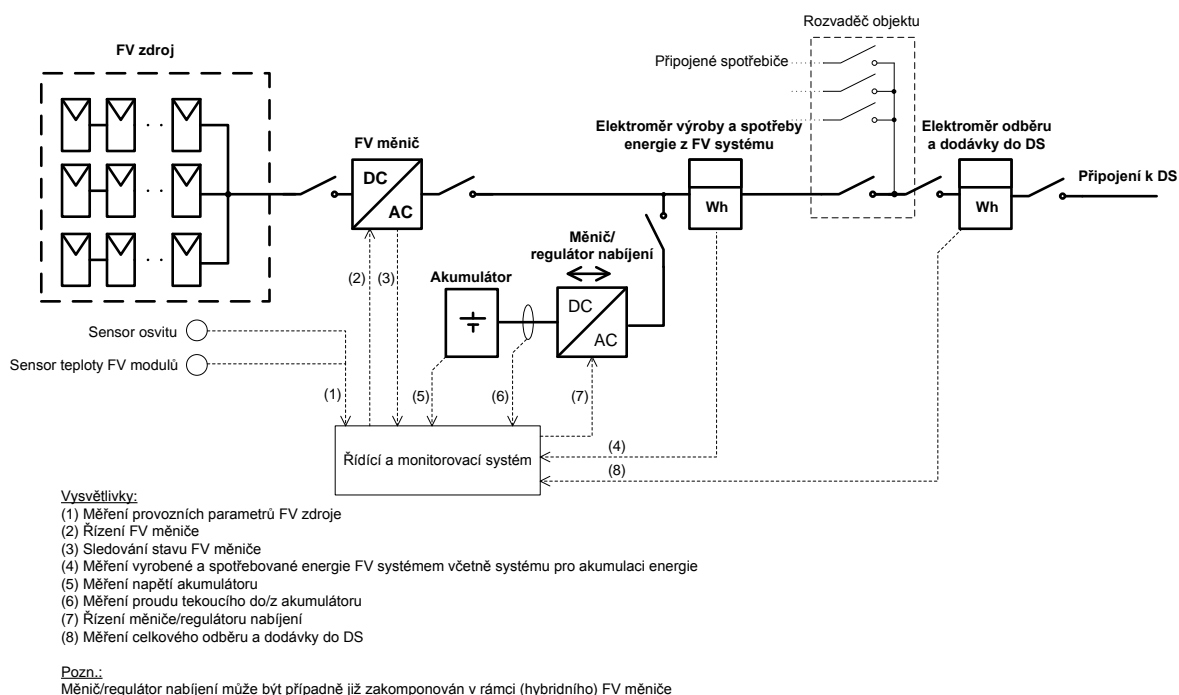
- FV zdroje;
- FV měniče či FV měničů;
- elektroměru výroby a spotřeby energie z FV systému instalovaného za FV měničem (měniči), tj. na straně AC¹;
- elektroměru odběru a dodávky do distribuční soustavy (DS), tj. podružného elektroměru, je-li systém připojen na DS²;

1) Pokud je to technicky opodstatněné, je možné instalovat více elektroměrů výroby a spotřeby energie z fotovoltaického systému pro jeho jednotlivé části, jejich součtová hodnota však musí vždy dát celkovou hodnotu vyrobené a spotřebované energie tímto systémem.

2) Od tohoto elektroměru lze upustit v případě, že bude jak odběr, tak dodávka do DS měřena pomocí fakturačního elektroměru instalovaného provozovatelem DS.

Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie

Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie je schopen určitou hodnotu energie uchovat pro následné účelné využití k lokální spotřebě v objektu. FVS s akumulací elektrické energie využívá akumulátory ke skladování a následnému využití elektrické energie. Způsob řízení nabíjení a vybíjení akumulátoru závisí na provozovateli, elektrická energie může být např. ukládána v době přebytku energie z FVS, nebo i čerpána z distribuční soustavy (DS) v době nízkého tarifu. Akumulátor může být současně využit i pro případ výpadku elektrické energie z DS (systém se může chovat jako UPS), nicméně toto není jeho primární účel. Blokové schéma FV systému s akumulací energie je vyznačeno na obr. 2.



Obr. 2 – Fotovoltaický systém s akumulací elektrické energie

Akumulátorem se rozumí sestava sekundárních článků či sekundárních (akumulátorových) baterií, kde je energie vázána v elektrochemické formě. Za akumulátor se nepovažují vyrovnávací kapacitory využívané např. v měničích elektrické energie.

Pro tento systém se požaduje instalace minimálně těchto komponent:

- FV zdroje;
- FV měniče či FV měničů;
- elektroměru výroby a spotřeby energie z FV systému instalovaného za FV měničem (měniči), tj. na straně AC¹;
- elektroměru odběru a dodávky do DS, je-li systém připojen na DS²;
- akumulátoru elektrické energie.

1) Pokud je to technicky opodstatněné, je možné instalovat více elektroměrů výroby a spotřeby energie z fotovoltaického systému pro jeho jednotlivé části, jejich součtová hodnota však musí vždy dát celkovou hodnotu vyrobené a spotřebované energie tímto systémem.

2) Od tohoto elektroměru lze upustit v případě, že bude jak odběr, tak dodávka do DS měřena pomocí fakturačního elektroměru instalovaného provozovatelem DS.

Požadavky na měření elektrické energie

Požadovaná místa měření:

Měření elektrické energie bude prováděno jednak v místě připojení FVS do rozvodů v objektu (elektroměr měření FVS), jednak v místě připojení rozvodů v objektu do DS (elektroměr měření DS).



Od dodatečné instalace elektroměru na rozhraní s DS lze upustit, pokud budou požadavky na elektroměr splněny již instalovaným elektroměrem (obvykle v majetku provozovatele DS).

V odůvodněných případech lze též FVS připojit do rozvodů v objektu ve více místech a poté instalovat pro každé toto místo jeden elektroměr. Tato situace může např. nastat v případě vzdáleného umístění více částí FVS nebo odděleného umístění systému úložiště elektrické energie.

Elektrickou energii z FVS lokálně spotřebovanou v objektu bude možné stanovit jako součet dodávek všech elektroměrů FVS (elektroměry měření FVS) do rozvodů v objektu ponížený o součet odběrů všech elektroměrů FVS (elektroměry měření FVS) z rozvodů v objektu a o dodávku do DS (elektroměr měření DS).

Obecné požadavky na použité elektroměry:

Elektroměry musí být schopny nezávislého měření odběru i dodávky, ukládání tudíž alespoň do dvou registrů a zobrazování těchto hodnot na displeji.

Elektronické elektroměry musí být třídy přesnosti alespoň 1. Ověření elektroměru není vyžadováno. Pokud je využito nepřímé měření, musí mít měřicí transformátory proudu třídu přesnosti 0,5S.

3. Instalovaný výkon FV systému

V případě instalace modulů se stejným typovým označením se instalovaný (špičkový) výkon FV systému určí jako součet jmenovitých (nominálních) výkonů všech instalovaných FV modulů při podmínkách STC. Výkon FV systému se uvádí v kW_p [kilowatty špičkového výkonu].

*Zkratka STC značí **normové zkušební podmínky**: sluneční ozáření 1000 W/m², teplota FV článků 25 °C, spektrum záření podle AM = 1,5). Bližší informace viz ČSN EN 61215, ČSN EN 50380, ČSN CLC/TS 61836.*

V případě instalace modulů s různým typovým označením musí být dodrženo pravidlo, že na každý nezávislý vstup FV měniče (příp. regulátoru nabíjení), na který budou moduly připojeny, musí být připojeny pouze FV moduly shodného typu. Instalovaný výkon FV zdroje bude potom určen jako součet nominálních výkonů všech instalovaných FV modulů při podmínkách STC.

4. Minimální účinnost FV modulů

Účinnost fotovoltaického modulu η_{mod} [%] se stanoví podle vztahu

$$\eta_{\text{mod}} = 100 \cdot \frac{P_{\text{mod}}}{G \cdot A}$$

kde je

P_{mod} jmenovitý výkon modulu [W] při podmínkách STC v bodě výkonového maxima;

G sluneční ozáření [W/m²];,



A celková plocha FV modulu [m^2], tzn. plocha obrysu FV modulu.

Hodnota slunečního ozáření se pro výpočet uvažuje 1000 W/m^2 .

Vypočtená hodnota η_{mod} [%] se porovnává s definovanou hodnotou požadované minimální účinnosti FV modulu.

5. Roční produkce elektrické energie z FVS lokálně spotřebovaná v budově

Pro stanovení roční předpokládané produkce elektrické energie z fotovoltaického systému lokálně využitě v budově pro krytí spotřeby elektrické energie lze použít řadu výpočtových nástrojů. Nejčastěji se jedná o specializované softwarové nástroje jako jsou:

- PV*SOL (Dr. Valentin EnergieSoftware GmbH, Německo);
- HOMER Energy Modeling Software (HOMER Energy LLC, Colorado, USA);
- PVsyst Photovoltaic Software (PVsyst SA, Švýcarsko);

nebo může být použit vlastní výpočet (provedený např. pomocí tabulkového procesoru Excel).

V každém případě je nutné zajistit následující podmínky výpočtu:

- výpočet ročního předpokládaného provozu systému je proveden s výpočtním krokem v délce maximálně 1 hodiny;
- lokální spotřeba elektrické energie je uvažována konstantní během celého roku, celoroční hodnota odběrového elektrického příkonu budovy [kW] musí vycházet ze **skutečného (měřeného) odběru elektrické energie** [kWh] v okruzích, které mají být FVS zásobovány, v předcházejícím období jednoho roku nebo z energetického auditu **děleného 8760 hodinami**;
- ve výpočtu je třeba vycházet z typických klimatických údajů pro ČR;
- ve výpočtu je nutné uvažovat účinnost jednotlivých komponent, ztráty vlivem teploty, ohmické ztráty v rozvodech, v případě systému s akumulací elektrické energie též účinnost provozu tohoto úložiště energie.

Ke každému výpočtu je nezbytné přiložit výpis výsledků programu, případně zprávu o uvažovaných vstupních parametrech modulů, měničů, akumulátorů, apod., použitých výpočtových modelech a schéma modelovaného fotovoltaického systému. V případě vlastního výpočtu v tabulkovém procesoru Excel je nutné poskytnout výpočtový soubor.

Hodnota roční produkce elektrické energie z fotovoltaického systému lokálně využitě v budově $Q_{\text{FV,u}}$ [kWh/rok] pro krytí spotřeby elektrické energie je vstupním údajem pro výpočet:

- kritéria snížení emisí skleníkových plynů;
- kritéria snížení spotřeby energie;
- kritéria využití instalovaného výkonu (pro lokální spotřebu).



Kritérium využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu τ [h/rok] se stanoví podle vztahu

$$\tau = \frac{Q_{FV,u}}{P_{MAX}}$$

kde je

$Q_{FV,u}$ roční využitý energetický zisk fotovoltaického systému využitý v budově pro krytí spotřeby elektrické energie [kWh/rok];

P_{MAX} instalovaný (špičkový) výkon FV systému [kW_p].

6. Závěr

Tento text shrnuje definice a výpočtové postupy potřebné pro energetické posouzení navržené instalace fotovoltaického systému pro projekty přijímané v rámci programu podpory OPŽP.

7. Odkazy

- [1] ČSN EN 50380 Katalogové údaje a informace na štítku fotovoltaických modulů
- [2] ČSN EN 61215 Fotovoltaické (PV) moduly z krystalického křemíku pro pozemní použití - Posouzení způsobilosti konstrukce a schválení typu
- [3] ČSN CLC/TS 61836 Solární fotovoltaické energetické systémy - Termíny, definice a značky