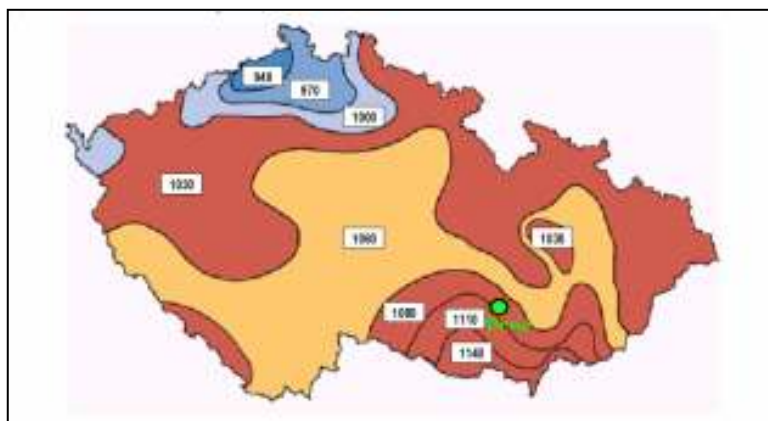


Fotovoltaika na PdF MU

Petr Sládek
Pedagogická fakulta MU

1 Úvod

Sluneční záření dopadající na povrch České republiky poskytuje ročně asi 90 000 TWh energie. Ploch použitelných pro fotovoltaické systémy je 50 200 000 m², což reprezentuje ročně asi 5 500 GWh, dosud však instalované fotovoltaické systémy poskytují jen 0,03 GWh. Mezi jejich nevýhody patří vyšší vstupní náklady, které jsou však kompenzovány dlouhou, prakticky bezúdržbovou životností (20 let a více). Výhody lze nalézt v možnostech vykrytí špiček spotřeby elektrické energie v případech, kdy se odběr realizuje zejména v denních hodinách. Článek přináší informace o možnostech fotovoltaických střešních systémů na školních budovách v podmínkách České republiky.



Obr. 1 Průměrné hodnoty energie v kWh dopadajícího slunečního záření za rok na 1 m² horizontálního povrch (na základě ČHMÚ)

2 Fotovoltaické systémy

Pro výrobu solárních fotovoltaických panelů (FV) se v současné době využívá buď krystalických článků, zejména na bázi křemíku, dále amorfních vrstev hydrogenizovaného křemíku a slitin s germánium a v poslední době pak mikrokrytalických či nanokrytalických vrstev. Křemíkové krystalické fotovoltaické články na mají sice vyšší účinnost (kolem 16%), ale je potřeba je deponovat v tlusté vrstvě (desítky mikronů), tím je jejich výroba dražší a časově náročnější. Většinou je možno je rozeznat podle tmavě modrého zabarvení. Nafialovělé články na bázi amorfního křemíku jsou deponovány v tenké vrstvě (desetiny,

jednotky mikronu), jejich stabilizovaná účinnost je kolem 6-7%, Přes nižší účinnost jsou ekonomicky výhodnější, ale vykazují degradační efekt, kdy se jejich účinnost při expozici světlu snižuje. Tento jev je reverzibilní. V poslední době se výzkumná činnost zaměřuje na mikrokystalické vrstvy, které se zařazují mezi výše uvedené dva směry.

Pro výkonové využití (střešní systémy, fotovoltaické elektrárny) se tedy převážně využívá panelů na bázi krystalického křemíku, pro nízkovýkonové aplikace (kalkulačky) pak panelů na bázi amorfního křemíku.

Poměrně nákladnou částí izolovaného fotovoltaického systému pro 24 hodinové využití je pak nutnost využít speciálních akumulátorů, které zvyšují náklady na pořízení celého fotovoltaického systému. (Běžný automobilový akumulátor není uzpůsoben na opakované vybíjení na nízké hodnoty jeho kapacity, jeho životnost se zkracuje). Je tedy výhodou, když je k dispozici okamžitá spotřeba vyrobené elektrické energie, bez nutnosti jejího uchovávání. Další možností je použití fotovoltaiky pro zamezení odběrových špiček z rozvodné sítě s možností zpětné dodávky elektrické energie do vnější sítě v čase bez vnitřního využití.

Pro hodnocení instalovaného výkonu se používá tzv. W_p , resp. kW_p , čímž se rozumí špičkový dosažený výkon. Průměrný skutečný výkon je nižší. Navíc plný teoretický fyzikální potenciál zdrojů energie nemůže být vždy uvažován. Ten je dán jednak počtem slunečných dní, jednak hodnotou tzv. solární konstanty. Je to výkon dopadajícího slunečního záření na 1 m^2 plochy. Na dvoře Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně (PdF MU) byla za slunečního dne (26. června 2001, 12h) naměřena hodnota solární konstanty 721 W/m^2 .

3 Fotovoltaický systém na PdF MU v Brně

V současnosti je před předáním (v ověřovacím provozu) největší fotovoltaický systém v ČR na budově PdF MU v Brně. Jedná se o panely s instalovaným výkonem 40 kW_p , umístěné jednak na ploché střeše, jednak ve vertikálním pásu v horní části fasády budovy Poříčí 31 (obr. 2 - 4).

Fotovoltaický systém na bázi krystalického křemíku dodala firma Solartec z Rožnova pod Radhoštěm v rámci projektu Ministerstva životního prostředí, které poskytlo na projekt dotaci ve výši 90%. Před instalací bylo potřeba žádat o souhlas památkáře (budova je v samém okraji památkové zóny), kteří požadovali snížit o něco sklon střešních panelů, čímž dochází k poklesu výtěžnosti. Střešní fotovoltaické panely jsou upevněny na speciálně vytvořené ocelové střešní konstrukci o celkové hmotnosti 13000 kg . Tato masivní pozinkovaná konstrukce dává jistotu stability celého systému a zajišťuje vysokou odolnost

proti povětrnostním vlivům. Na její instalaci spolu s důkladnou hromosvodnou sítí bylo spotřebováno kolem třetiny nákladů. Je jen škoda, že umístění druhé budovy Poříčí 7, také na okraji památkové zóny, neumožnilo původně zamýšlenou instalaci fotovoltaických panelů ve tvaru střešních tašek při plánované výměně střešní krytiny na její šikmou střechu.



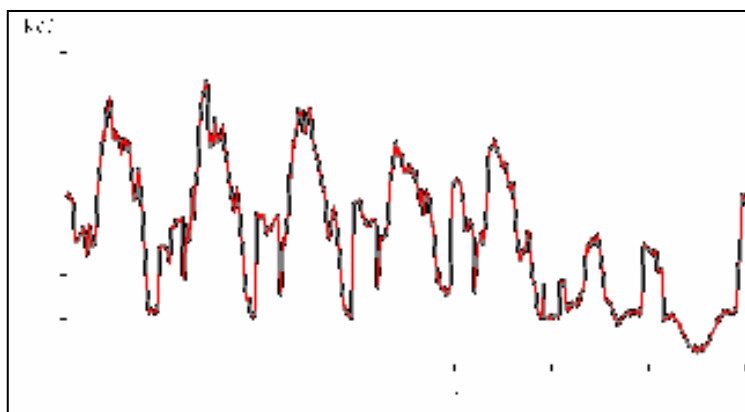
Obr. 2 ,3, 4 – Fotovoltaický systém na budově PdF MU v Brně, Poříčí 31

Solární panely jsou rozděleny do tří sekcí. První sekce 48 panelů řady RADIX 72 o celkovém výkonu 5 kW_p je umístěna na fasádě, druhá sekce tvořená 288 stejnými panely je umístěna na střeše (30 kW_p). Třetí sekce (5 kW_p) je osazena nově vyvinutými, tzv. „fotovoltaickými dvojskly“, které se na první pohled liší svou nahnědlou barvou. Každé z 63 těchto „fotovoltaických dvojskel“ o výkonu 90 W_p je tvořeno 72 kusy primárními solárními články. Pro převod stejnosměrného napětí, které je dodáváno fotovoltaickými články, na střídavé síťové napětí 230 V slouží 8 měničů napětí FRONIUS IG60 – po jednom pro první a třetí sekci, zbývajících šest pro sekci druhou.

Celý fotovoltaický systém je napojen v hlavním rozvaděči na vnitřní silnoproudou síť fakulty, která zahrnuje tři budovy. Je tak do budoucna umožněno dodávat vyrobenou elektrickou energii do rozvodné sítě. Počítá se s umístěním dvou velkých informačních panelů ve vstupních prostorách fakulty, s napojení informačního výstupu na internetové stránky fakulty a vyvedení hodnot všech dostupných veličin do pracoviště katedry fyziky, s jejich následným zpracováním pro vědecko-výzkumné účely.

4 Spotřeba elektrické energie na PdF MU v Brně

Odběr elektrické energie PdF MU (3 budovy, cca 6000 studentů, 200 akademických a 100 neakademických pracovníků) v průběhu jednoho týdne je na obr. 5. Je zřejmé, že v pracovní dny nastává špička v odběru mezi 10 a 12 hodinou. Během víkendových dní jsou v zimním období v běhu jen akumulční kamna ve dvorním dočasném přístavku (23-03h a 07-11 h, odběr cca 50 kW). Vzhledem k tomu, že se jedná o dočasné řešení a že je předpokládáno vytápění centrálními kotli ve všech budovách, je možné tento víkendový odběr snadno odečíst v každém dni, přičemž jsme předpokládali, že klimatické podmínky byly během týdne stálé. Jinak je elektrická energie spotřebována zejména pro svícení v posluchárnách, laboratořích a na chodbách, dalším velký odběr je způsoben provozem výtahů (cca 20 kW).

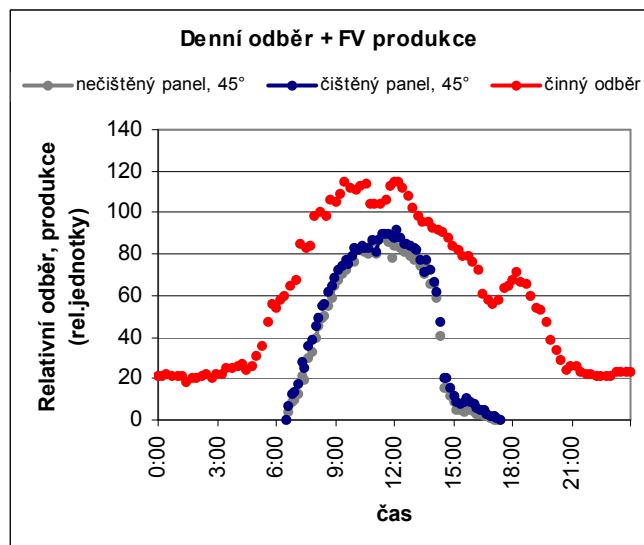


Obr. 5 Týdenní odběr elektrické energie PdF MU (13.3.-20.3.2005)

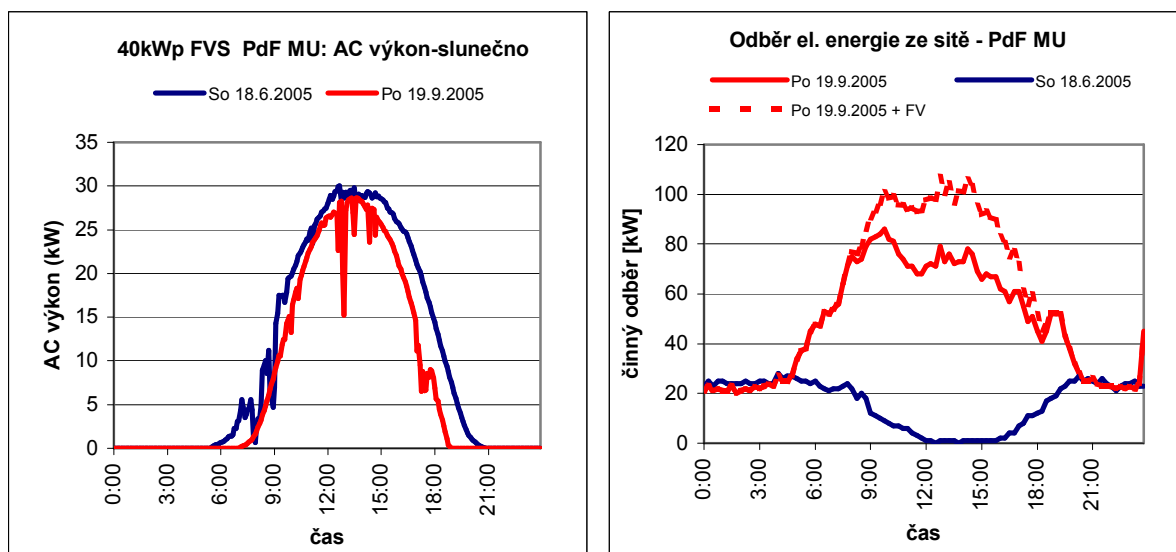
5 Potenciál fotovoltaiky na PdF MU v Brně

Reálný potenciál výroby elektrické energie v lokalitě PdF MU byl zjišťován měřením na dvou 100 W_p fotovoltaických panelech, instalovaných na PdF v rámci projektu, který zjišťoval vliv znečištění na výkonnost FV panelů. Denní chod výkonu obou panelů a denní chod odběru elektřiny na PdF v relativních jednotkách znázorněn na obr. 6. Je možno sledovat velmi dobrou shodu v oblasti špiček odběru elektřiny a její výroby z FV panelů. Je zřejmé, že instalovaný výkon je možné buď celý spotřebovat, nebo jej dodávat do vnější rozvodné sítě.

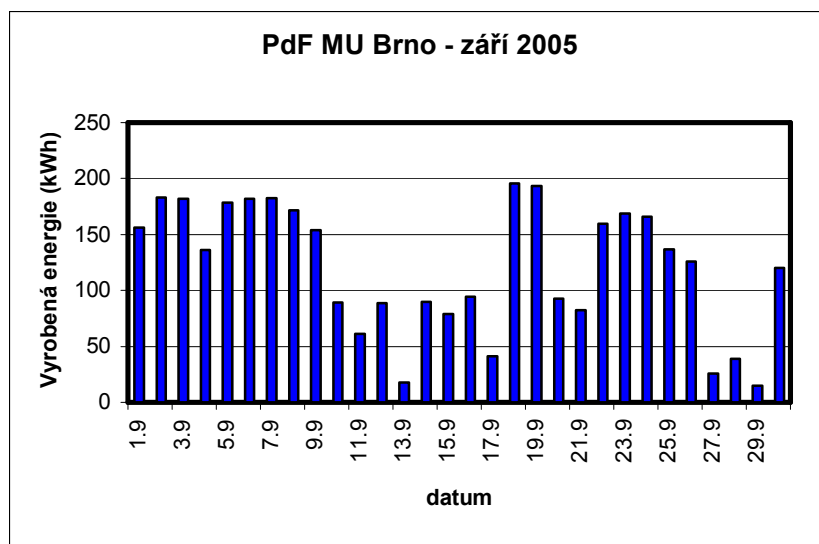
Vzhledem k tomu, že celkový výkon FV elektrárny 40 kW_p je instalovaný na střeše jedné budovy a částečně na její fasádě a maximální odběr 130 kW je pro 3 budovy fakulty, tj. cca 45 kW na jednu budovu, je možno konstatovat, že FV panely na jedné střeše jednoho čtyřpodlažního školního objektu pokrývají v létě téměř jeho denní potřebu elektrické energie obr. (7 a,b). V porovnání s obr. 6 (odběr bez FV systému) je možno vidět, že při využití FV systému je nedělní provoz dne 18.6.2005 mezi 12-16 hodinou pokryt plně, v pondělí 19.9.2005 se snížil špičkový odběr v poledních a odpoledních hodinách. To platí za slunného dne, pro dny kdy je zataženo a slunce je níže na obloze, tento příznivý stav klesá na 5-10% jejich špičkové hodnoty – viz měsíční diagram pro září 2005 (obr. 8).



Obr. 6 Denní odběr elektrické energie PdF MU – červená
Denní produkce z FV panelů: čištěný –modrá, nečištěný-šedá
Všechny křivky naměřeny dne 14.3.2005, výkon uveden v relativních jednotkách



Obr. 7 a) Střídavý výkon generovaný z 40 kW_p FV systému na PdF MU v Brně – slunečné dny
b) odběr elektrické energie ze sítě, pro 19.9.2005 je zobrazena i celková spotřeba fakulty, tj. odběr ze sítě + výkon generovaný fotovoltaickým systémem



Obr. 8 Elektrická energie vyprodukovaná v období od 1.9.2005 do 30.9.2005 z 40 kW_p FV systému na PdF MU v Brně (transformovaná střídači)

Na základě měření v ověřovacím provozu byly dosaženy hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce 1. V průběhu ověřovacího a zkušebního byly prováděny některé zásahy a úpravy na systému např. sfázování střídačů, které omezily produkci elektřiny.

40kW _p FV systém- 2005	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
Počet dní provozu	31	30	31	26	30
Dodaná AC energie (MWh)	4,46	5,06	4,43	3,34	3,61
Maximální denní energie (kWh)	244,2	247,51	216,64	201,44	195,71
Minimální denní energie (kWh)	19,69	69,27	28,89	15,0	15,08
Maximální AC výkon (kW)	31,6	32,5	31,39	31,48	31,53
Průměrná denní produkce (kWh)	138,2	168,7	142,9	128,5	120,3
Snížení produkce CO ₂ (tun)	2,36	2,68	2,35	1,77	1,91

Tabulka 1. 40kW_p FV systém na PdF MU v Brně – ověřovací provoz, hodnoty v jednotlivých měsících.

6 Edukativní přínos fotovoltaického systému na PdF MU

Fotovoltaické články umístěné na střeše a fasádě budovy pedagogické fakulty mají mimo výroby elektrické energie ještě další, neméně důležitý cíl. Jsou podpůrným pilířem pro výchovu mladé generace k udržitelnému rozvoji. Ve vstupních vestibulech je vyhrazeno místo pro dva informační panely, na nichž bude zobrazován aktuální stav ve výrobě elektrické energie přímou konverzí z dopadajícího slunečního záření a další sledované parametry jako je

teplota či informace o větru a v neposlední řadě informace o snížení emisí CO₂. V tvorbě je [www stránka](http://www.ped.muni.cz/wphy) (přístupná z www.ped.muni.cz/wphy), na kterou budou přivedeny on-line obdobné informace. Bude tak možno při využití i laboratorních fotovoltaických panelů podpořit vedle fyzikálních předmětů experimentálně i předmět Enviromentální výchova, který absolvují i studenti nefyzikálních oborů. Vzhledem k možnosti získat v rámci souběžného projektu MŽP „Slunce do škol“ informace o denní výrobě elektrické energie z fotovoltaických panelů (většinou 100 Wp) rozmístěných po celé České republice, je možné z těchto informací zjistit např. délku slunečního svitu a využít je i v předmětech jako je geografie či biologie.

Očekáváme, že jedním z nejvýznamnějších dopadů umístěného fotovoltaického systému na naší fakultě bude velké rozšíření povědomosti o obnovitelných zdrojích energie přes budoucí učitele a jejich žáky na značnou část populace.



Obr. 9 Letecký pohled na budovu PdF MU v Brně, Poříčí 31

7 Závěr

Podporou instalací obnovitelných zdrojů, jako je např. fotovoltaický systém, na školní (event. veřejné) budovy budou lépe vnímány současné možnosti aplikace obnovitelných zdrojů energie. Podpoří se tím také závazek České republiky do roku 2010 zvýšit podíl obnovitelných zdrojů ze současných asi 4% na 8% z celkové produkce.

Reference

- [1] SLÁDEK, P. , MILÉŘ T.: *Možnosti využití fotovoltaických střešních systémů na školních budovách v ČR*. In: International Colloquium on the Acquisition Process Management. Vyd. UNOB, Brno 2005. ISBN 80-85960-92-3, s. 47-52.
- [2] Veřejné informace [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.env.cz/>>, <http://www.chmu.cz/>>.
- [3] Firemní informace Solartec,s.r.o. [online]. Dostupný z WWW: <http://www.solartec.cz/>>.