

Energie slunce – výroba elektřiny

Sluneční záření je zdrojem většiny energie, kterou máme k dispozici. Energie, která dopadá na území ČR je mnohonásobně vyšší, než je veškerá naše spotřeba paliv a energií. Potenciál solární je tedy prakticky neomezený. Sluneční záření lze neefektivněji přeměňovat na teplo, přeměna na elektřinu je dražší. **Přímo** ji lze získávat pomocí fotovoltaických panelů, **nepřímo** pomocí větrných a vodních elektráren nebo tepelných elektráren spalujících biomasu či bioplyn. Existují i zařízení, kde je teplo spalovacího procesu nahrazeno např. párou získávanou pomocí speciálních slunečních kolektorů.



Způsoby využití slunečního záření pro výrobu elektřiny. Zdroj: EkoWATT

Fotovoltaické panely

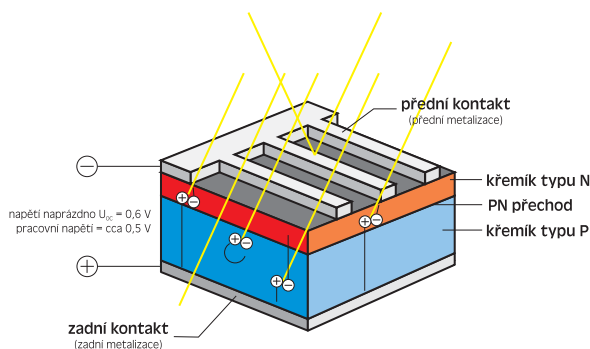
Fotovoltaická zařízení představují jednoduchý a elegantní způsob, jak sluneční paprsky přeměnit na elektřinu. Pracují na principu fotoelektrického jevu: částice světla – fotony – dopadají na článek a svou energií z něho „vyráží“ elektrony. Polovodičová struktura článku pak uspořádává pohyb elektronů na využitelný stejnosměrný elektrický proud. Se stejnými základními stavebními prvky – solárními články – je možné realizovat aplikace s nepatrným výkonem (napájení kalkulačky) až po elektrárny s výkonem stovek MW.

Solární článek je polovodičový velkoplošný prvek s alespoň jedním PN přechodem (v podstatě jde o polovodičovou diodu). Na rozhraní materiálů P a N vzniká přechodová vrstva P–N, v níž existuje elektrické pole vysoké intenzity. Toto pole pak uvádí do pohybu volné nosiče náboje vznikající absorpcí světla. Vzniklý elektrický proud odvádějí z článku elektrody.

V ozářeném solárním článku jsou fotony generovány elektricky nabitě částice (pár elektron–díra). Některé elektrony a díry jsou poté separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu. Rozdělení náboje má za následek napěťový rozdíl mezi „předním“ (–) a „zadním“ (+) kontaktem solárního článku. Zátěží (elektrospotřebičem) připojenou mezi oba kontakty potom protéká stejnosměrný elektrický proud, jež je přímo úměrný ploše solárních článků a intenzitě dopadajícího slunečního záření.

Protože výkon článků závisí na okamžitém slunečním záření, udává se jejich výkon jako tzv. špičkový, tedy při dopadajícím záření s intenzitou 1000 W/m^2 při definovaném spektru. Článek s účinností 17 % má při ploše 1 m^2 špičkový (peak) výkon 170 W_p .

Energie vložená do výroby fotovoltaických panelů je těmito panely získána zpět v našich podmínkách během 2 až 6 roků, přitom předpokládaná životnost je minimálně 20 let.



Princip činnosti solárního článku. Zdroj: EkoWATT

Trendy vývoje

Fotovoltaické články mají za sebou 50 let vývoje. Nejstarší jsou panely z monokrystalického křemíku, s účinností 14 až 18 % (maximální účinnost dosažená v laboratoři je 27,6 %). V současnosti stále nejpoužívanější typ (díky vybudovaným výrobním kapacitám). Modernější a o něco levnější jsou panely z polykrystalického nebo mikrokystalického křemíku. Oproti monokrystalickým mají o trochu horší účinnost.

Stále více se na trhu prosazují panely z amorfního tenkovrstvého křemíku (thin-film). Zde je spotřeba křemíku výrazně menší, takže jejich výroba je levnější. Účinnost se běžně pohybuje od 4 do 8 %, špičková účinnost je 12,5 %. Na stejný výkon je tedy potřeba asi dvojnásobek plochy oproti krystalickým technologiím, cena panelů je však zhruba poloviční, takže nákladově jsou obě technologie srovnatelné. Tenkovrstvé křemíkové filmy lze nanášet i na ohebné podklady, např. stany nebo oblečení.

Pozvolna se komerčně prosazují i nekřemíkové technologie, např. CIGS (špičková účinnost 20 %). Vychází se i články na bázi organických polymerů, komerčně se dosud nevyužívají.

Další perspektivní technologií jsou vícevrstvé články z různých vrstev, schopné lépe využívat sluneční spektrum – každá vrstva využívá světlo jiné vlnové délky. Zde je špičková účinnost až 33,8 %.

Poptávka po fotovoltaických panelech je stále velká. Kapacita výrobních závodů v roce 2009 byla 9 340 MW ročně, z toho 18 % připadalo na tenkovrstvé technologie. Asi tři čtvrtiny světové produkce panelů bylo instalováno v Evropě. Díky velké poptávce klesá cena, během několik málo let tak pravděpodobně bude elektřina z fotovoltaiky stejně drahá jako elektřina ze zásuvky.

V rozvojových zemích je fotovoltaika cestou k zajištění elektřiny i v odlehlých oblastech, navíc spolehlivější než dieselagregáty. Snížení výrobní ceny je pro tyto země velmi důležité, elektřina je významným prvkem pro zlepšení života a hospodářský rozvoj.

Velké elektrárny

V letech 2008 až 2010 se v ČR stavěly převážně velké elektrárny s výkonem řádově v MW. To je dáno ekonomikou – velká elektrárna je levnější než několik malých. Často se staví doslova na zelené louce. V současnosti se zdá, že zemědělské půdy je v EU přebytek, a solární elektrárny tak spíše tuto půdu konzervují pro budoucí využití. Nosná konstrukce panelů nevyžaduje nějaké velké základy, takže se v budoucnu dá poměrně snadno odstranit. Mnoho elektráren žádné pevné spojení s terénem ani nemá, konstrukce je jen zatížena betonovými patkami či panely, aby ji neodnesl vítr. Od roku 2011 však bude stavba elektráren na zemědělské ploše pravděpodobně zakázána. Mohly by se



Systém s dvoousým natáčením. Foto: K. Srdečný, EkoWATT

tedy více využívat tzv. brownfields. Zde je výhodou snadné připojení k síti a často i další infrastruktura. Pro zvýšení výnosu se někdy používají natáčecí systémy. Zařízení sleduje pohyb Slunce po obloze, takže na panely dopadá energie vždy kolmo. Natáčecí nosná konstrukce (tracker) je však dražší a náročnější na údržbu. Existuje i systém s jednoosým natáčením, kde je tracker konstrukčně jednodušší. Může být doplněn také zrcadlem, které odráží sluneční paprsky na fotovoltaické panely a tím dále zvyšuje výnosy. Vyššího výnosu se dá dosáhnout také tím, že na článek zkoncentrujeme sluneční záření z větší plochy, pomocí čoček nebo zrcadel. Takovéto zařízení je však dražší a nejnáročnější na provoz, proto se s ním v praxi setkáme výjimečně.

Fotovoltaika v budovách

Významnou výhodou fotovoltaiky je to, že ji lze začlenit do budov, takže není nutno zabírat další plochu. Podmínkou je vhodná orientace a tvar budovy a vstřícný přístup architekta, případně památkářů.



Fotovoltaika jako stínící prvek. Foto: P. Kotek, EkoWATT

Integrace do fasády není ideální. Na jižní svislou plochu dopadá asi o 30 % slunečního záření méně než na skloněnou plochu. Protože účinnost panelů klesá s jejich teplotou, je také nutno zajistit dostatečné odvětrání fotovoltaické fasády. To může narušit tepelnou izolaci stěny domu. Stejný problém nastává při integraci panelů do střešní krytiny. Zajímavou alternativou jsou pásy střešní krytiny s integrovanou fotovoltaikou z amorfního křemíku. Na plochých střechách nejsou vidět, nenarušují vzhled budovy a díky nízké hmotnosti ani nepřitěžují střechu. Nehodí se však příliš na členité střechy nebo tam, kde jsou na střeše komínky, větrací šachta a jiné prostory.



Fasáda z fotovoltaických panelů. Foto: Karel Srdečný

Systémy připojené k síti (grid-on)

K síti je dnes připojena většina systémů v budovách, protože je to energeticky i ekonomicky výhodné. Provozovatel se může rozhodnout, zda využije systém, kdy za regulovanou cenu prodá veškerou produkci do sítě. Nebo zda využije systém zelených bonusů, kdy část vyrobené elektřiny spotřebuje v budově a do sítě dodá jen přebytky.

Součástí systému je vždy střídač, který přemění stejnosměrný proud z fotovoltaického článku na střídavý. Jeho životnost je obvykle kratší než u zbytku systému a je tedy nutno počítat s reinvesticí. Systémy připojené k síti fungují zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u distributora elektřiny (ČEZ, E.ON, PRE) a je nutné dodržet dané technické parametry.

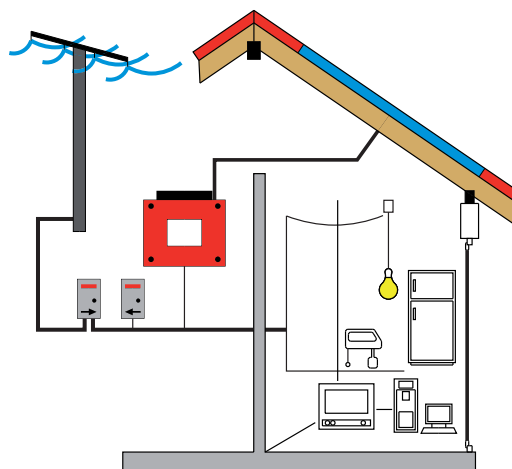


Schéma zapojení systému dodávajícímu energii do rozvodné sítě. Zdroj: EkoWATT

Samostatné (ostrovní) systémy – grid off

Fotovoltaiku lze využít i tam, kde jsou náklady na vybudování a provoz elektrické přípojky vysoké nebo zřízení přípojky není možné. Může jít o chatu, jachtu nebo obytný automobilový přívěs, kde díky fotovoltaickým panelům získáme komfort elektrického osvětlení, chladničky a dalších spotřebičů. Setkat se můžeme i s fotovoltaikou napájeným veřejným osvětlením, nouzovými telefonními budkami u dálnic, výstražnou dopravní signalizací nebo parkovacími automaty. Takové zařízení lze kdykoli snadno přemístit, bez nutnosti rozkopávat chodník pro napojení k síti.

U připojených spotřebičů se pak klade důraz na nízkou spotřebu energie – čím menší spotřeba, tím menší a levnější je i fotovoltaický systém. Trh nabízí nejrůznější spotřebiče konstruované na stejnosměrný proud, od zářivek, přes chladničky, televize až třeba po vodní čerpadla.

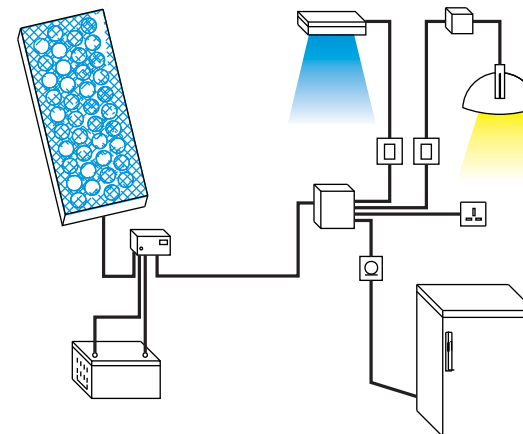


Schéma zapojení ostrovního systému. Zdroj: EkoWATT

Ekonomika fotovoltaických systémů

Ekonomika závisí na způsobu provozu. U větších zařízení je třeba zvážit i náklady na obsluhu, pojištění a drobnou údržbu. U malých systémů na rodinném domku se tyto náklady leckdy zanedbávají. Důležitá je i reinvestice do střídačů, kde je životnost 10 až 15 roků, případně do dalších částí, jako je oplocení, zabezpečení a podobně. Ekonomika je závislá na výkupních cenách, které každoročně stanovuje Energetický regulační úřad (www.eru.cz) tak, aby byla zajištěna patnáctiletá návratnost investice. Provozovatel se může každý rok rozhodnout, zda bude elektrárnu provozovat v režimu výkupních cen (prodá vše do sítě za regulovanou cenu) nebo zelených bonusů (elektřinu spotřebuje sám nebo ji prodá obchodníkovi s elektřinou).

V současné době se připravují změny legislativy v oblasti podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, doporučujeme proto prostudovat aktuální stav.

Fotovoltaický systém 5 kW na rodinném domku	Prodej do sítě za výkupní ceny	Provoz v režimu zelených bonusů
Výkon systému	5 kW	
Měrné investiční náklady	110 000 Kč/kW	
Investice celkem	550 000 Kč	
Měrná produkce fotovoltaického systému	900 kWh/kWp	
Roční produkce fotovoltaického systému	4 500 kWh	
z toho dodáno do sítě	4 500 kWh	3 500 kWh
z toho spotřebováno v domě	0	1 000 kWh
Regulovaná výkupní cena elektřiny / zelený bonus	12,25 Kč/kWh	11,28 Kč/kWh
Smluvní cena za cenu za elektřinu prodanou do sítě	–	0,98 Kč/kWh
Roční spotřeba elektřiny v domě	3 000 kWh	
z toho odebráno ze sítě	3 000 kWh	2 000 kWh
z toho dodáno fotovoltaickým systémem	0	1 000 kWh
Cena elektřiny ze sítě	4,51 Kč/kWh	
Roční příjem z prodeje elektřiny	54 675 Kč	3 430 Kč
Roční příjem za zelené bonusy	0	50 760 Kč
Roční náklady na elektřinu se sítě	–13 530 Kč	–9 020 Kč
Roční náklady na provoz fotovoltaického systému	–3 000 Kč	
Roční příjem celkem	38 145 Kč	42 170 Kč
Návratnost	14,4 roku	13,0 roku

Příklad ekonomiky provozu fotovoltaické elektrárny v rodinném domku. Zdroj: EkoWATT



Schema provozu solární elektrárny v režimu zelených bonusů. Zdroj: EkoWATT



Schema provozu solární elektrárny s prodejem za regulovanou výkupní cenu. Zdroj: EkoWATT

Přírodní podmínky

Na území ČR dopadá 900 až 1200 kWh/m² za rok. Rozhodujícími faktory jsou oblačnost a znečištění atmosféry. Množství dopadající sluneční energie se v jednotlivých letech liší běžně o ± 10 %.

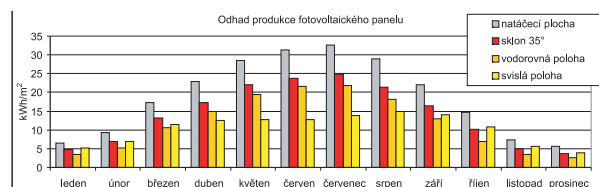


Sníh může způsobit nekolikadenní výpadek produkce. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT.

Optimální sklon panelů je cca 35°, orientace na jih. Odchylna na jihozápad je lepší než na jihovýchod, protože v dopoledních hodinách je větší oblačnost. Fotovoltaický systém s instalovaným výkonem 1 kW_p je schopen v podmínkách ČR dodat ročně 800–1000 kWh elektrické energie. Při nevhodné orientaci nebo zastínění to může být výrazně méně. Panel, který je jen částečně zastíněný, má výrazně nižší výkon než by odpovídalo procentu zastínění. Pro výpočet zastínění existují speciální programy; podcenit vliv stínění se nevyplácí.



Betonové patky se dají z terénu opět snadno odstranit. Foto: K. Srdečný, EkoWATT



Odhad produkce fotovoltaického panelu. Zdroj: EkoWATT



Solární panely, bleskosvody, komíny a satelitní antény jsou běžnou součástí střechy. Foto: K. Srdečný, EkoWATT



Fotovoltaika na zelené louce i na střeše budovy. Foto: M. Šperling

Panely není třeba čistit od prachu, déšť ke smytí běžných nečistot postačí. Je však nutno odstraňovat případně napadané listy nebo pevnější nečistoty jako např. holubí trus. Sníh ze šikmo uložených panelů v zimě snadno sjíždí, protože zářením se panely zahřívají. Jsou-li však panely příliš nízko nad terémem nebo nad střechou, může sníh sjíždějící z panelů vytvořit závěj stínící spodní řadu panelů, v tom případě výkon prudce klesá.

Vydal:

EkoWATT, Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie

Švábky 2 Žižkova 1 (budova PVT) Rumunská 655/9
180 00 Praha 8 370 01 České Budějovice 460 01 Liberec
tel.: 266 710 247 tel.: 389 608 211 tel.: 486 123 478

e-mail: info@ekowatt.cz
www.ekowatt.cz, www.energetika.cz

Foto na titulní straně: FVE panely na střeše RD. Foto: Karel Srdečný, EkoWATT. FVE panely na střeše ZČU Plzeň. Foto: Solartec

Texty: EkoWATT: Karel Srdečný, Jiří Beranovský, František Macholda, Jan Truxa

Sazba a tisk: Sdružení MAC, spol. s r.o., © EkoWATT, 2010.

Podrobnější informace lze získat také v celostátní síti Energetických informačních a konzultačních středisek EKIS, <http://www.mpo-efekt.cz>.

Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2010 – část A – Program EFEKT.





Energie slunce výroba elektriny



Centrum pro
obnovitelné
zdroje a úspory
energie

