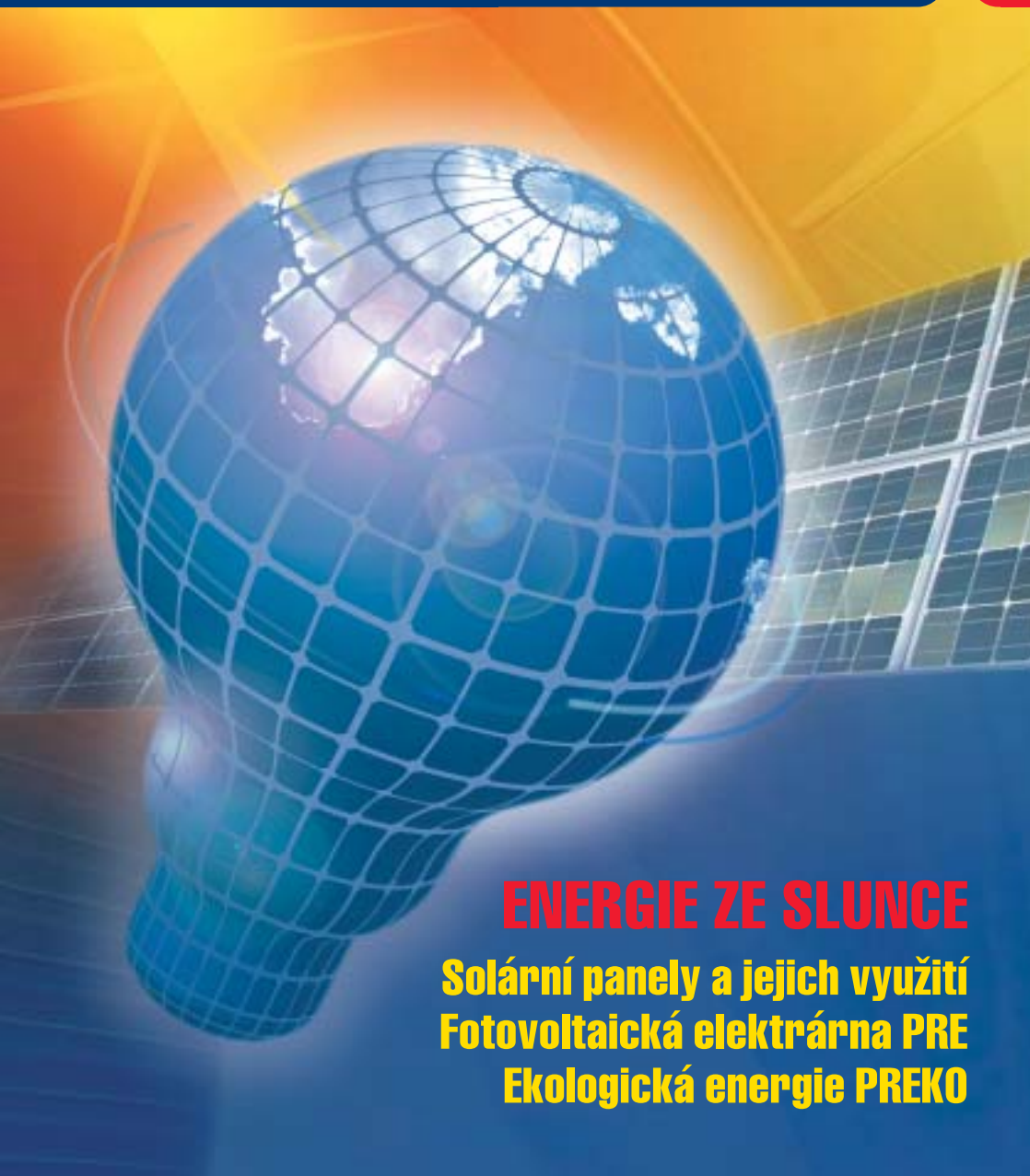


IPRE
Pražská energetika, a. s.

forum
ČASOPIS PRO ZÁKAZNÍKY

SPECIÁL 2004 | 7



ENERGIE ZE SLUNCE

**Solární panely a jejich využití
Fotovoltaická elektrárna PRE
Ekologická energie PREKO**

Vážení zákazníci,

dostává se vám do rukou druhé, aktualizované vydání speciálu zákaznického časopisu PREfórum, které se věnuje fotovoltaické výrobě elektřiny.

První vydání časopisu jsme spojili s uvedením naší fotovoltaické elektrárny do provozu v květnu roku 2002. Dnes již máme možnost hodnotit dvouletý provoz.

Fotovoltaická elektrárna není jediný vklad Pražské energetiky, a. s., do ochrany životního prostředí a úspor energie.

Již dlouhodobě podporujeme instalace tepelných čerpadel, která bezesporu patří k tomu nejprogresivnějšímu, co lidstvo v oblasti vytápění objektů kdy vymyslelo. A na rozdíl od jiných ekologických zdrojů je to řešení, které je možné využít téměř všude. S finanční podporou PRE bylo již v Praze instalováno více než 250 tepelných čerpadel.

Také pro zájemce o dodávku elektřiny z obnovitelných zdrojů máme od letošního roku speciální nabídku – tarif PREKO, o kterém se více dočtete na straně 16.

Samozřejmostí je rovněž dlouhodobá podpora projektů zaměřených na úspory v osvětlení, například v loňském roce PRE financovala náhradu klasického osvětlení úsporným v mateřské škole Poznaňská v Praze 8.

A na závěr malá poznámka – Pražská energetika není firmou, která by si chtěla budovat image jen ekologickými sliby. Svými aktivitami se snaží do ekologie pozitivně zasahovat.

Přijďte se přesvědčit do Poradenského a informačního střediska PRE, rádi se s vámi podělíme o svoje zkušenosti.

S úctou

Vaše Pražská energetika, a. s.



Výroba elektřiny ze slunce

Slunce, základ života na zemi, dodává mnohem více energie, než lidstvo potřebuje. Bohužel využití tohoto neomezeného zdroje energie pro výrobu elektřiny není až tak jednoduché.

PRINCIP PŘEMĚNY SLUNEČNÍ ENERGIE V ELEKTRICKOU

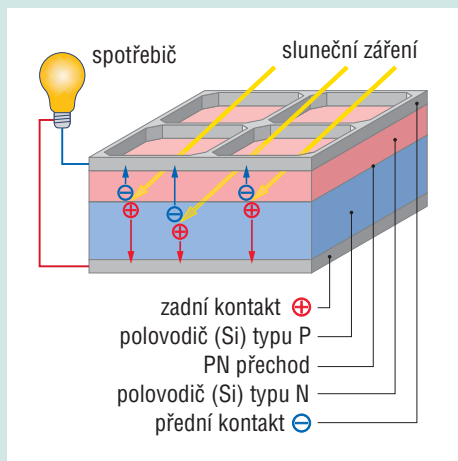
Existují dva základní způsoby jak vyrobit elektřinu ze slunce:

• Termoelektrická (nepřímá) přeměna:

Energie slunce buď ohřívá vodu na páru, která pohání turbínu stejně jako v klasické tepelné elektrárně, nebo ohřívá vzduch v obřím skleníku. Teplý vzduch odchází samovolně do vysokého komínu a svým prouděním roztáčí turbínu. Tyto způsoby se však často nevyužívají, účinnost těchto elektráren se pohybuje kolem 10 %.

• Fotovoltaická (přímá) přeměna:

Podstatou této přeměny je fotoelektrický efekt, kdy světlo dopadající na polovodičový fotovoltaický článek uvolňuje nosiče náboje (princip je patrný z obrázku).



Elektřina se vyrábí nehlučně, bez jakýchkoliv pohyblivých součástí a bez vedlejších produk-

tů (jako exhalace, smog, ...). Fotovoltaický systém pracuje automaticky, bez obsluhy a velkých nároků na údržbu.

FOTOVOLTAICKÉ ČLÁNKY

Základní jednotkou výroby elektřiny přímou cestou ze slunce jsou fotovoltaické (solární) články. Jejich propojením a zapouzdřením se vyrábí fotovoltaický panel. Propojením panelů pak vzniká fotovoltaická řada (pole).

Solární panely se vyrábějí v několika výkonových řadách od jednotek wattů až po několik stovek wattů. Jmenovité výstupní stejnosměrné napětí je 12 V pro akumulátory; do sítě bývá 30–300 V. Výkon dodávaný solárními panely je proměnlivý a odvíjí se od intenzity slunečního svitu. Solární články fungují i při zatažené obloze (díky rozptýlenému světlu), i když jejich výkon je pak výrazně nižší (řádově 10 % maxima). V zimě je množství dopadajícího slunečního světla menší než v létě a stejně tak i množství vyrobené elektřiny. Životnost panelů je 20 a více let.

Mezi nejvíce používané typy fotovoltaických článků patří:

• Články z amorfního křemíku

Jsou značně rozšířené v oblasti malých výkonů (kapesní kalkulátory atd.). Stupeň účinnosti v laboratořích dosahuje 10 % a v praxi asi 2–6 %. Jejich problémem je nedostatečná dlouhodobá stabilita, která je podstatně menší než u ostatních druhů článků.

• Monokrystalické křemíkové články

V současnosti nejpoužívanější a nejpracovanější. Laboratorně se u nich dá dosáhn-

nout účinnosti až 20 %, v praxi 14–16 %. Zvýšení účinnosti se dosahuje povrchovým strukturováním a antireflexní vrstvou na přední straně článku.

• Polykrystalické (multikrystalické) křemíkové články

Jedná se např. o články vyráběné z litého křemíku. Účinnost je menší (11–14,5 %) a klesá s dobou použití více než u článků z monokrystalického křemíku.

• Tenkovrstvé články

Jsou vyráběny z teluridu kadmnatého (CdTe), slitiny CIS (CuInSe), CIGS (CuInGaSe popř. CuInGaS) apod. Jejich využití je v současnosti zanedbatelné.

• Články z arzenidu galia

Tyto články vykazují vysokou odolnost vůči vysoce energetickému záření a jsou používány zejména pro kosmické satelity.

VÝROBA ELEKTŘINY

Ze solárních panelů se získává stejnosměrná elektřina, ta se buď přímo spotřebovává, nebo se uchovává v bateriích, anebo se mění na střídavou a dodává do distribuční sítě.

Přeměnu realizuje mikroprocesorem řízený měnič (střídač), který převádí stejnosměrnou elektřinu na střídavou s běžným síťovým napětím 3 x 400 / 230 V; 50 Hz.

Fotovoltaická elektrárna musí samozřejmě i v tomto případě, stejně jako kterýkoli jiný zdroj elektřiny, splňovat technické podmínky pro připojení k síti (napětí, kmitočet, fáze, podíl vyšších harmonických, zpětné odpojení, kompenzace jalového výkonu atd.).

O přímé spotřebě můžeme uvažovat tam, kde nám nevádí, že zařízení bude funkční jen po dobu dostatečné sluneční intenzity (např. napájení oběhového čerpadla u solárních kolektorů, závlahové systémy).

Schéma výroby el. s přímou spotřebou

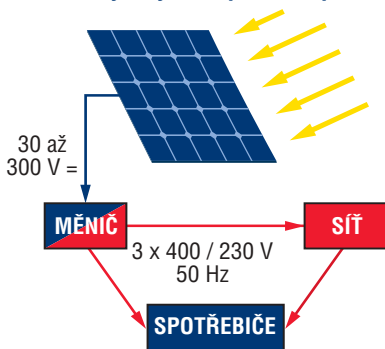
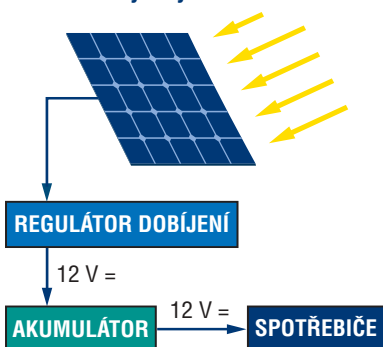


Schéma výroby el. s akumulací



Akumulace energie se používá hlavně tam, kde se doba potřeby energie nekryje s dobou, kdy se energie vyrábí, v místech, kde není k dispozici elektrická distribuční síť (chaty, jachty, dopravní signalizace, telekomunikační zařízení atd.) Akumulovanou stejnosměrnou energii z baterií lze samozřejmě také přes měnič převádět na střídavou.

V zimních měsících vyrábějí články podstatně méně elektřiny než v létě, s tím je třeba počítat při dimenzování jak plochy článků, tak kapacity akumulátorů. Při nevhodném poměru mohou články v létě vyrábět více energie, než jsou schopny akumulátory uchovat, v zimě může pak

vzniknout problém, jak překlenout období s nedostatečným svitem.

Akumulátory bývají buď olověné (jde o speciální akumulátory, klasické autobaterie jsou nevhodné), nebo alkalické z niki-kadmiových článků (NiCd).

Proces nabíjení akumulátorů je řízen regulátorem dobíjení.

Akumulátory vyžadují údržbu a zvyšují investiční náklady o 10–30 %. Ztráty v akumulátorech (cca 10 %) odpovídají ztrátám v měniči.

VOLBA LOKALITY

Správná orientace článků je velmi důležitá, nejvyššího výkonu se dosáhne při orientaci na jih. Optimální sklon článků pro celoroční provoz je přibližně 45°. Pro použití pouze v letním období se doporučuje sklon okolo 30° (v zimě však z panelů nesjíždí sníh) a pro zimní období se v České republice doporučuje sklon 60–65°.

Zařízení pro případné automatické natáčení a naklápění panelů se jeví vzhledem k možnému zvýšení výroby elektřiny jako příliš nákladné. Než do něj investovat, je vhodnější tyto prostředky použít na zakoupení dalších panelů.

ENERGETICKÉ ZISKY

Na 1 m² dopadne ročně v ČR průměrně 950 až 1050 kWh energie. Celková průměrná roční doba slunečního svitu v Praze je 1548 hodin. S ohledem na účinnost fotovoltaických panelů a dalších zařízení můžeme ročně získat z 1 m² 80–120 kWh elektrické energie.

Příklad:

Jeden panel o ploše 1 m² se jmenovitým výkonem 100 W vyrobí za rok 100 kWh elektřiny. Tato energie nám může na 1 000 hodin rozsvítit 100W žárovku, nebo 50 hodin ohřívát vodu v rychlovarné konvici.

ZÁKLADNÍ TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ DATA

Pokud se rozhodneme pro pořízení fotovoltaické jednotky se jmenovitým výkonem 2 kW (roční výroba elektřiny cca 2 MWh), bude celková plocha panelů necelých 20 m². Cena jednoho panelu (53 W) se pohybuje kolem 10 600 korun; pokud připočteme další zařízení (měnič, konstrukce, kabeláž, montáž) dostaneme se na investici 300–500 tisíc korun.

Rozhodneme-li se dodávat veškerou energii z této jednotky přímo do sítě (výkupní cena elektřiny z fotovoltaiky pro rok 2004 je 6 Kč/kWh), naše roční tržby budou cca 12 000 korun. V současné době se projednává návrh zákona o obnovitelných zdrojích, který by měl zvýšit zájem investorů (např. zvýšením výkupní ceny za 1 kWh na takovou úroveň, která zajistí rychlou návratnost vložených financí).

ZÁVĚR

V lokalitách, kde je k dispozici distribuční elektrická síť, není tento způsob výroby elektřiny zatím ekonomicky výhodný. Ale na odlehlých místech (horské chaty, samoty, jachty), kde není elektřina k dispozici a vybudování přírodního vedení je finančně náročné (pokud vůbec možné), se fotovoltaická výroba jeví zajímavou (buď jako samostatný zdroj s akumulátory, nebo jako kombinovaný (bivalentní) zdroj s dieselaagregátem). Pro fotovoltaiku hovoří nezávislost na zdrojích energie a úspora nerostných zdrojů (uhlí). Energii vyrábíme v místě spotřeby, nevznikají tedy ztráty přenosem. Nezanedbatelný je také tichý provoz bez nároků na údržbu. Panely stačí podle potřeby jedenkrát až dvakrát do roka umýt jako okna.

Přední světové firmy rozvíjejí tento obor, zvyšuje se účinnost a další parametry článků. To vše spolu s nutností hledat alternativní zdroje energie povede i k masivnějšímu využití fotovoltaiky.

Fotovoltaická elektrárna PRE

Vyhodnocení dvouletého provozu

Rostoucí zájem o využívání obnovitelných zdrojů energie na jedné straně a nedostatek informací o konkrétním provozu fotovoltaických elektráren na straně druhé byly hlavními impulsy, na základě kterých se Pražská energetika, a. s., rozhodla instalovat na své hlavní správní budově Na Hroudě 1492/4 v Praze 10 fotovoltaickou elektrárnu.

Naším cílem bylo poskytnout zájemcům dostatek dat z konkrétního provozu, která by umožňovala porovnat v reálném čase výrobu energie s ohledem na orientaci a umístění fotovoltaických panelů.

Proto se fotovoltaická elektrárna PRE skládá z pěti samostatných pozic. Fotovoltaické (FV) panely byly umístěny po dvou na východní a jižní fasádě*) v úrovni druhého podlaží. Jedna pozice má vždy sklon panelů 45°, druhá 90°.

Protože tyto panely jsou během roku částečně stíněné, realizovala se současně pro srovnání pátá, celoročně nestíněná pozice na střeše o sklonu 45°.

Aby mohly být současně sledovány velikosti osvětlení západní a severní fasády a střechy o sklonu 0° s možností simulace výkonu pomyslných dalších FV panelů, byly na těchto plochách umístěny snímače osvitů, které mají stejné posunutí na světové strany.

Všechny FV panely i světelné snímače jsou měřeny a vyhodnocovány a výsledky jsou k dispozici na internetové adrese www.pre.cz/fve/ a na zobrazovacích panelech v Poradenském a informačním středisku PRE.

Každá FV pozice je řešena jako samostatná

*) Objekt není orientován přesně na světové strany, „jižní“ fasáda směřuje přibližně na jihovýchod, rozdíl činí cca 20° proti směru hodinových ručiček. Azimut fasády označované jako Jih činí cca 160° a azimut fasády Východ je 70°.



Realizace v přízemí a v 1. patře. Levá stěna je jižní fasáda, pravá východní fasáda.



Realizace na střeše (orientace jih). Vzadu je obytný objekt stínící FV panely v přízemí.

výrobní jednotka. Elektrina je měřena a dodávána do vnitřní sítě objektu.

Slavnostní zahájení provozu proběhlo 22. května 2002. PRE se stala prvním provozovatelem

Umístění výrobních a informačních pozic

pozice	orientace pozice	sklon panelů	počet panelů/článků	rozměr jednoho panelu	celková plocha pozice	instalovaný výkon
střecha	jih	45 °	3 / 99	1,20 m × 1,00 m	3,60 m ²	450 W _p
2. patro	jih	45 °	3 / 99	1,20 m × 1,00 m	3,60 m ²	450 W _p
2. patro	východ	45 °	3 / 99	1,20 m × 1,00 m	3,60 m ²	450 W _p
1. patro	jih	90 °	3 / 132	1,20 m × 1,35 m	4,86 m ²	600 W _p
1. patro	východ	90 °	3 / 132	1,20 m × 1,35 m	4,86 m ²	600 W _p
Celkem			15 / 561		20,52 m²	2 550 W_p
fasáda	sever	90 °	pouze snímač osvitu			
fasáda	západ	90 °	pouze snímač osvitu			
střecha		0 °	pouze snímač osvitu			

Poznámky: Rozměry jsou modulové. W_p (wattpeak) označuje špičkový (maximální) výkon.

takovéhoto zařízení v České republice, který nabídl veškeré získané výsledky osmi pozic (pět výrobních, tři informační) zdarma k dalšímu veřejnému využití. Pomáhá tak rozvíjet tento perspektivní obor obnovitelných zdrojů energie.

Parametry FV panelů

Šikmé panely jsou typu SOLARTEC99-150 a svislé SOLARTEC132-200. Všechny panely jsou z monokrystalických křemíkových článků s účinností 14,7 %. Celkový instalovaný výkon všech polí je 2 550 W_p.

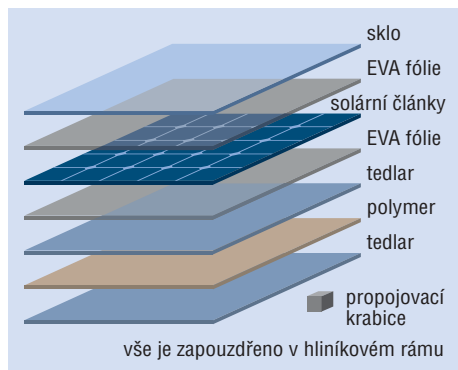
Pokud by všechny expozice byly nestíněné a orientovány ideálním způsobem (jih, sklon 45 °),

jejich roční výroba energie by při průměrné výrobě 100 kWh/m² za rok činila 2 000 kWh (2 MWh) za rok.

Zařízení navrhly liberecké firmy Solar Dynamics a ELPRO a výrobu a montáž zařízení provedla společnost SOLARTEC Rožnov pod Radhoštěm. Projekt byl dokončen v červenci 2001 a první elektřina byla vyrobena v polovině května 2002. Celková investice představovala cca 1,4 milionu Kč.

ZPŮSOB SNÍMÁNÍ A PROVOZ

Ideální umístění mají snímače na střeše. Snímač k jihu o sklonu 45 ° a snímač horizontální nejsou ničím stíněny, jejich měřené údaje jsou nejvyšší a nejbližší reálným podmínkám běžného provozu. Čtyři snímače u FV panelů v přízemí jsou víceméně ovlivňovány nebo někdy i stíněny okolní uliční zástavbou. Severní snímač je ovlivněn stávajícím horizontem města a západní snímač je ovlivněn protější stěnou objektu Pražské energetiky, a. s. Těchto osm snímačů dodává údaje odpovídající konkrétnímu místu. V případě instalace v jiné lokalitě Prahy bychom obdrželi odlišné údaje v závislosti na okolním terénu a stínění.



Z jednotlivých výrobních pozic je stejnosměrná elektřina s napětím 97 V pro svislé a 145 V pro šikmé panely převáděna na střídavou s běžným síťovým napětím 3 x 400/230 V, 50 Hz pro použití v objektu PRE.

Přeměnu elektřiny provádějí mikroprocesorem řízené měniče (střídače). Jsou použity střídače SWR 700 s nominálním výkonem 700 W a účinností 93 %.

Vlastní spotřeba měniče je během dodávky elektřiny do sítě menší než 4 W, v pohotovostním režimu a v noci bez vlastní spotřeby.

Jsou splněny i ostatní podmínky pro připojení jakéhokoliv zdroje elektřiny k veřejné distribuční síti, tj. napětí, kmitočet, fáze, podíl vyšších harmonických, zpětné odpojení atd.

Výstupy snímání a provozu

U všech pěti výrobních expozic je lokálně snímáno:

- napětí stejnosměrného proudu v článcích (V)
- výkon střídavého proudu do sítě (W)
- dodávka střídavého proudu do sítě (mA)
- doba provozu (h)
- dodaná energie (kWh)
- osvit pozice (W/m^2)
- teplota zadní strany panelů ($^{\circ}C$)

Navíc jsou centrálně snímány další hodnoty:



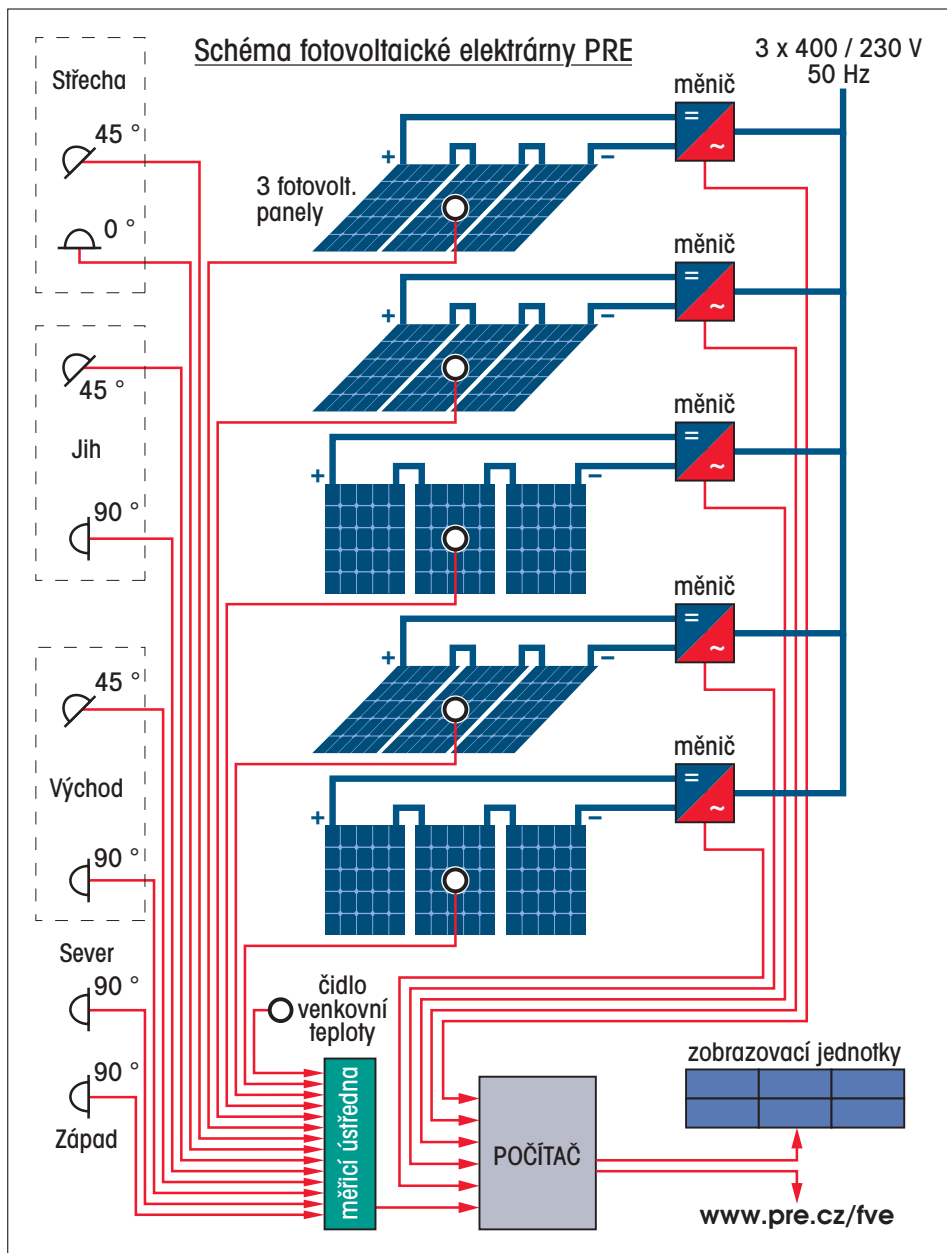
Montáž fotovoltaických panelů

- celková dodaná energie ze všech výrobních pozic (kWh)
- napětí na výstupu do sítě (V)
- kmitočet sítě (Hz)
- venkovní teplota ($^{\circ}C$)

Venkovní teplota je snímána pro porovnání nárůstu teploty zadní strany FV panelů. Tyto údaje velmi pomohly při rozboru některých komplikovaných energetických výstupů měřených výrobních pozic do sítě.

Těchto 42 hodnot jednorázově snímaných 4x za hodinu představuje 4 032 údajů za den, což činí za dva roky provozu celkem 2 943 360 zpracovaných údajů.





— silové rozvody

— datové vedení

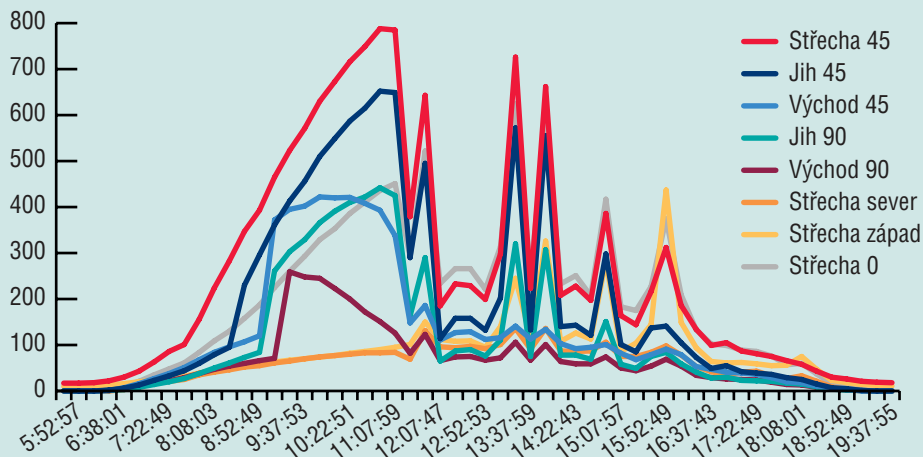
○ čidlo teploty

◐ čidlo osvitů 0°

◑ čidlo osvitů 90°

◒ čidlo osvitů 45°

Graf kompletního osvitü pro den 1. 4. 2004 [W/m²]



Střecha 45: největší osvit nestíněné pozice

Jih 45: jako „Střecha 45“, osvit snížen stíněním části difúzního záření oblohy protějším objektem

Východ 45, Jih 90, Východ 90: společně pro 3 pozice dopolední prudký nárůst osvitü je dán přehoupnutím slunce nad střechu stínícího objektu (do zlomu pouze osvit difúzním zářením)

Střecha sever: minimální osvit difúzním zářením po celý den

Střecha západ: dopoledne pouze osvit difúzním zářením, odpoledne již velký přímý osvit

Střecha 0: dopoledne poměrně strmý nárůst, jak slunce stoupá nad obzor

Výroba elektřiny na nestíněné střeše

Ideální, nejméně stíněné místo bylo vybráno na střeše, resp. na betonové desce protažené před zábradlím do volného prostoru. Pozice byla nazvána „Střecha 45“.

U této pozice se objevil nečekaný problém.

V krytém a teplém prostoru pod panely si udělala hnízdo holubí rodinka, která dokonce poškodila přenosové kabely a způsobila výpadek dodávky do sítě.

Panely byly navíc průběžně znečišťovány holubím trusem.

Sledujte fotovoltaickou elektrárnu PRE

www.pre.cz/fve

Pozice v přízemí a 1. patře

Všechny čtyři pozice se vyznačují určitými odlišnostmi. Svislé pozice mají větší plochu než pozice šikmé, vzájemné porovnávání hodnot je tedy poněkud složitější; celkové zhodnocení je uvedeno v závěru. Všechny pozice jsou část roku (ponejvíce od podzimu do jara) stíněny protilehlými objekty, šikmé pozice jsou část roku (od jara do podzimu) částečně stíněny slunolamy, instalovanými na budově. Šikmé pozice jsou chráněny slunolamy proti smývání prachu deštěm, na svislé pozice rovněž neprší, ale prach se na nich usazuje minimálně. Účinek prachu se může projevit snížením účinnosti FV článků až o 10 %. Některé pozice snímají noční veřejné osvětlení, které je ve dne mimo provoz a neovlivňuje kvalitu měření.

U všech dolních pozic se zpočátku měření projevila řada problémů (výpadky výroby proudu



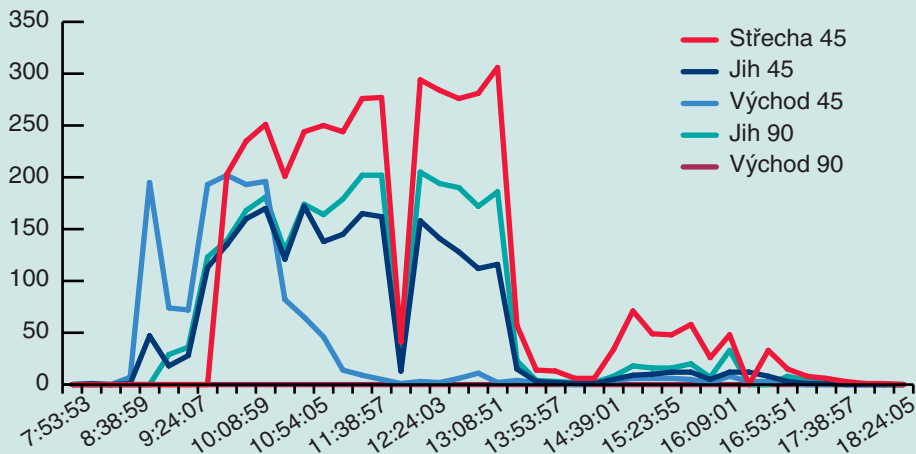
Panel Jih 45 je v horní části stíněn slunolamy, takže výkon do sítě nedodával celý panel!

či měření, skokový náběh i při dostatečném osvětlení apod.)

Tyto problémy vznikly z následujících důvodů:

- odstraňování závad měření v záruční lhůtě – je nutno brát v úvahu při hodnocení výsledků
- v zimním období byl nestíněný střešní panel osluněn silným přímým zářením, dolní stíně-

Graf denní výroby elektřiny pro den 1. 6. 2003 [W]



Střežka 45: celodenně největší dodávka proudu do sítě

Jih 45: celodenní snížení dodávky z důvodu stínění protější objektem

Jih 90: větší dodávka než pozice Jih 45 z důvodu větší příjmové plochy panelů

Východ 90: celý den porucha – bez dodávky do sítě

- né panely jen malým difúzním zářením, jejich výkon byl malý nebo nulový
- při malém výkonu panelů je část energie spotřebovávána vlastním měničem, což u malých FV ploch dále snižuje výkon a omezuje dobu dodávky do sítě více než u velkých FV ploch
 - střešní panel byl často omýván deštěm; naproti tomu dolní panely byly zaprášené, čímž jejich výkon rovněž klesal
 - pokud byla jen část panelu stíněna, do sítě nedodával proud celý panel! Tím se projevil negativní vliv slunolamů.



Východní pozice. Levé (jižní) panely nejsou vidět, odpoledne byly stíněny touto budovou.

Rozbor snímaných hodnot

Při dvouletém měření se projevil vliv mimořádně slunného a teplého roku 2003, roky 2002 a 2004 byly odlišné. Tím vznikl určitý paradox

výsledků. Měniče, které byly ukryty pod šikmými panely, se ohřály nad povolenou teplotu 45 °C a buď vypadly z provozu, nebo jejich výsledky nelze brát jako reálné.

Průběh poledních teplot na zadní straně panelů v srpnu 2003 [°C]

Čas	Střecha 45	Jih 45	Východ 45	Jih 90	Východ 90
11:59	75	71	42	59	44
	78	74	41	62	45
13:29	80	77	43	63	47 maximum

Komfortní energie pro Vás



VYHODNOCENÍ PROVOZU

Závěrečné čtyři tabulky jsou nejdůležitějším zhodnocením činnosti elektrárny. Byly upraveny tak, že výsledky roku 2004 byly použity jako data pro začátek roku 2002, čímž vznikla kompletní dvouletá řada měření. Matematicky jsou k dispozici dvě ucelené řady výsledků, přitom je

ale nutno vzít v úvahu, že celý rok 2002 (od května 2002) byl postižen určitými výpadky nebo chybami měření, kdy se vše seřizovalo, takže v některých měsících byly naměřeny chybné hodnoty (uvedeny červeně). Některé z nich jsou chybné již na první pohled, některé jen vzbuzují nedůvěru.

Doba výroby elektřiny [h]

Měsíc	Střecha 45		Jih 45		Východ 45		Jih 90		Východ 90	
	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok
I	174	231	68	99	112	161	79	69	73	111
II	205	241	23	127	114	208	33	118	45	147
III	235	305	26	153	139	247	39	190	71	175
IV	266	357	36	180	171	307	41	145	80	227
V	397	387	48	184	226	328	82	181	66	239
VI	351	415	365	212	332	369	282	181	291	255
VII	272	410	264	186	463	348	571	196	322	254
VIII	374	384	389	209	373	309	373	167	205	247
IX	326	324	326	172	327	273	327	139	201	208
X	230	10	230	0	229	10	229	0	108	8
XI	215	204	12	78	215	150	215	77	98	113
XII	113	158	-531	32	-126	89	-965	46	60	86
Celkem	3158	3426	1256	1632	2575	2799	1306	1509	1620	2070

Doba provozu není v relaci s dobou přímého slunečního svitu. Ta v Praze činí průměrně 1 899 hodin, podle jiného pramene 1 548 hodin za rok. Fotovoltaické panely reagovaly i na zvýšené difúzní záření, takže doba výroby elektřiny je u expozice na střeše delší. Chybná měření jsou uvedena červeně.

Srovnání plánované a skutečné výroby elektřiny [kWh/rok]

	Střecha 45	Jih 45	Východ 45	Jih 90	Východ 90	Celkem
Teoret. výroba 1[*]	405	405	405	540	540	2 295
Teoret. výroba 2[*]	360	360	360	486	486	2 052
Skutečnost (2. rok)	302	91	41	95	37	566

Pozn.: 1^{*}) dle metodiky EKOWatt, 2^{*}) dle metodiky Solartec

Pro Českou republiku je uváděna hodnota množství vyrobené elektrické energie na jednotku výkonu za rok 0,9 kWh/1 W instalovaného výkonu (podklady EKOWatt – infolisty a nabídka firmy CZ–elektronika 03/2004) nebo 100 kWh/m² za rok (podklady Solartec).

To by pro nestíněnou pozici Střecha 45 znamenalo výrobu 405 nebo 360 kWh/rok. Skutečnost je 215 kWh za první rok a 302 kWh za druhý rok.

Vyrobená elektrická energie [kWh]

Měsíc	Střecha 45		Jih 45		Východ 45		Jih 90		Východ 90	
	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok
I	7	8	0	0	0	0	1	1	0	0
II	9	21	0	8	1	1	0	3	0	1
III	18	28	2	14	1	2	2	17	1	2
IV	23	37	1	13	2	5	1	11	1	4
V	29	36	2	10	3	7	3	11	2	5
VI	25	41	1	7	7	9	18	12	8	7
VII	19	32	2	9	68	7	45	10	8	6
VIII	34	44	87	15	34	6	34	16	5	6
IX	28	33	28	14	28	4	28	13	2	2
X	11	1	11	0	11	0	9	0	1	0
XI	6	13	-95	1	6	0	6	1	0	1
XII	6	8	0	0	-129	0	-83	0	0	0
Celkem	215	302	39	91	32	41	64	95	28	37

Pouze u optimální pozice Střecha 45 se skutečný výkon přiblížil předpokládanému. Rozdíl je zde dán odklonem od jihu o 20°, poruchami v měření v prvním roce provozu a poškozením kabelů holuby. Ostatní pozice byly vedle poruch v měření ovlivněny stíněním slunolamy, horší orientací a sklonem, účinností a vlastní spotřebou měničů, stíněním předsazenými objekty, povrchem a barvou terénu (albedo) a zašpiněním panelů prachem.

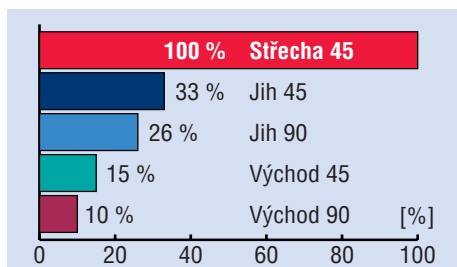
Vyrobená elektrická energie [kWh/m².rok]

Měsíc	Střecha 45		Jih 45		Východ 45		Jih 90		Východ 90	
	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok	1. rok	2. rok
I	1,94	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00
II	2,50	5,83	0,00	2,22	0,27	0,27	0,00	0,61	0,00	0,20
III	1,38	7,77	0,55	3,88	0,27	0,55	0,41	3,49	0,20	0,41
IV	6,38	10,27	0,27	3,61	0,55	1,38	0,20	2,26	0,20	0,82
V	8,05	10,00	0,55	2,77	0,83	1,94	0,61	2,26	0,41	1,02
VI	6,94	11,38	0,27	1,94	1,94	2,50	3,70	2,46	1,64	1,77
VII	5,27	8,88	0,55	2,50	18,88	1,94	9,25	2,05	1,64	1,23
VIII	9,44	12,22	24,16	4,16	9,44	1,66	6,99	3,29	1,02	1,23
IX	7,77	9,16	7,77	3,88	7,77	1,11	5,76	2,67	0,41	0,41
X	3,05	0,27	3,05	0,00	3,05	0,00	1,85	0,00	0,20	0,00
XI	1,66	3,61	-26,38	0,27	1,66	0,00	1,23	0,20	0,00	0,20
XII	1,66	2,22	0,00	0,00	-35,83	0,00	-17,07	0,00	0,00	0,00
Celkem	56,04	83,83	10,79	25,23	8,83	11,35	13,13	19,49	5,72	7,29

Až podle této tabulky můžeme porovnat skutečný výkon jednotlivých pozic s různě velkými plochami.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Proti nestíněné pozici Střecha 45, u které můžeme považovat výrobu elektřiny i s uvedenými problémy za 100%, klesla výroba elektřiny u ostatních pozic takto:



Údaje jsou samozřejmě poplatné lokalitě a tvaru objektu PRE, v jiných lokalitách se mohou různě lišit. Celkově lze shrnout, že průměrně 70–80 % instalované kapacity výroby elektrické energie nemohlo být vyrobeno z výše uvedených úmyslných důvodů (instalace na fasádě kvůli porovnání výsledků). Z možných 2 000 až 2 300 kWh to činí přibližně 1 600 kWh.

DOPORUČENÍ PRO INSTALACI

Investice do fotovoltaického systému není malá, o to více je nutné hledat a volit taková řešení, která by byla výkonově maximální:

- velmi pečlivě volit umístění fotovoltaických panelů ke světovým stranám – optimální je celoroční natočení na jih o sklonu kolem 45 °; u menších sklonů hrozí, že v zimě nebude z panelů samovolně sjíždět sníh (u malých

- systémů lze uvažovat o natáčení za sluncem, pozor však na zatížení konstrukce větrem)
- velmi pečlivě posoudit možné stínění představenými objekty nebo zemským horizontem a pokud možno je eliminovat (jinak hrozí výrazné snížení výroby el. energie)
- posoudit materiál a barvu terénních ploch před panely (ideální hladké a světlé povrchy) pro využití odrazu záření (albedo)
- pečlivě posoudit nebezpečí znečišťování panelů a navrhnout způsoby přístupu a čištění
- velmi pečlivě volit umístění měničů z důvodu jejich možného přehřívání
- čím menší je plocha panelů, tím více se negativně projevuje vlastní spotřeba měniče
- šikmé panely na nestíněné střeše vyrobí více elektřiny než svislé, rovněž nestíněné.

ZÁVĚR

Fotovoltaická elektrárna Pražské energetiky splnila svůj účel. Umožnila fyzické seznámení s řešenými problémy pražským i mimopražským návštěvníkům a internetové seznámení zájemcům z celé republiky. Výsledky byly po celé dva roky zveřejňovány. Lze konstatovat, že získané zkušenosti pomohou při návrhu a realizaci dalších fotovoltaických systémů nejen v Praze, ale i v celé ČR. Naše cesta do „fotovoltaické budoucnosti“ je otevřená...

Ing. Jaroslav Peterka, CSc.

České ekologické manažerské centrum

Další provoz fotovoltaické elektrárny PRE

V současné době probíhá vyhodnocování dvouletého provozu FVE. Zvažujeme, zda zachovat současný provoz pěti výrobních pozic a monitorovat jej i další roky, nebo zda přemístit všechny články do optimální pozice na střeše budovy (pozice Střecha 45) a maximalizovat výrobu energie.

V každém případě se ale bude výroba elektřiny dále monitorovat a on-line data budou pro zájemce k dispozici v Poradenském a informačním středisku a na našich internetových stránkách www.pre.cz/fve (stejně jako historie výroby od roku 2002).

Ekologická energie PREKO

Nabídka elektřiny z obnovitelných zdrojů energie

- PREKO – přírážka 0,10 Kč/kWh včetně DPH ke standardním cenám pro odběratele ze sítí nízkého napětí
- Získané prostředky z přírážky PREKO budou použity výhradně na rozvoj obnovitelných zdrojů energie
- O dodávku PREKO lze požádat v kterékoliv Obchodní kanceláři, na Zákaznické lince nebo na internetových stránkách PRE



Více informací:
www.pre.cz/preko/

PREfórum vydává zdarma pro své zákazníky Pražská energetika, a. s.

Na Hroudě 1492/4, 100 05 Praha 10

Zákaznická linka: tel. 267 055 555

www.pre.cz • wap.pre.cz • e-mail: preforum@pre.cz

Registrace: MK ČR E 13944

Ilustrace: archiv PRE

Foto: archiv PRE, ČEMS, Aton, Studio FTG

Texty: PRE, ČEMS, Solartec s.r.o.

Uzávěrka tohoto čísla: 23. 7. 2004

IPRE
Pražská energetika, a. s.