Fotovoltika - praktické návrhy pre rodinné domy, obytné a obchodné centrá

Ing. Peter DZURKO, Schneider Electric Slovakia, s.r.o.

ÚVOD

Pod pojmom fotovoltika sa dnes rozumie jednoduchý proces premeny slnečnej energie na elektrickú prostredníctvom elektrochemických procesov. Už v roku 1830 bol Antoine César Becquerelom spozorovaný fotovoltický jav a v roku 1910 ho Albert Einstein popísal. Až v roku 1950 bol vytvorený prvý fotovoltický článok, ktorý predznamenal nový rozvoj fotovoltických zdrojov. V roku 1980, počas prvej ropnej krízy, sa začal prejavovať zvýšený dopyt po alternatívnych zdrojoch a v roku 2005 sa začína rozmach fotovoltických procesov v Európe.

Slovensko zaznamenalo výraznú výstavbu fotovoltických elektrární v roku 2010 a to formou fotovoltických fariem pripojiteľných k distribučnej sieti. Celý proces výstavby bol utlmený v júni 2011, keď miera výstavby presahovala možnosti financovania. Dnes sa výstavba fotovoltických zdrojov orientuje postupne na strešné aplikácie menšieho výkonu od 2kW do 100kW (strechy priemyselných alebo komerčných budov).

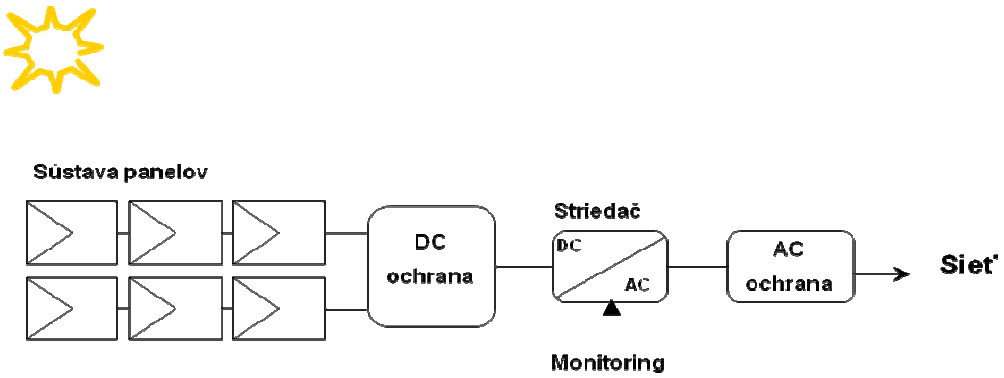
Tieto zdroje sú tvorené klasickými jednoduchými on-grid riešeniami, ale aj off-grid ostrovnými, resp. hybridnými riešeniami.

ON-GRID SYSTÉMY

Najčastejším a asi aj najjednoduchším riešením je štandardné prepojenie fotovoltických panelov a distribučnej siete prostredníctvom striedača, ktorý mení jednosmernú (DC) energiu získanú zo slnka a panelov na striedavú. Túto energiu je potom možné využiť pre účely vlastnej spotreby, alebo celú dodať do siete. Aplikačne je striedač do 4kW riešený s jednofázovým výstupom, nad 4kW ide zvyčajne o trojfázové striedače.

V mnohých prípadoch sa rieši strecha ako decentralizovaný systém, predovšetkým pre prípad tienenia alebo rozloženia panelov na rôzne strany strechy. Pre menšie výkony je možné použiť pre tieto účely striedače, napr. s dvoma nezávislými DC vstupmi. Pri takýchto riešeniach je nutné si uvedomiť fakt spájania sústavy sériovo zapojených panelov (stringov) a ochrany obvodov na jednosmernej strane, kde sa často spájajú len dva stringy do uzla. Aj preto je dôležité poruchové stavy identifikovať čo najskôr, aby nedochádzalo k zbytočnej strate energie.

Výhodou tohto riešenia je vyššia účinnosť a taktiež nižšie investičné náklady. Nevýhodou je závislosť na prítomnosti energie z distribučnej siete.



Model on-grid systému

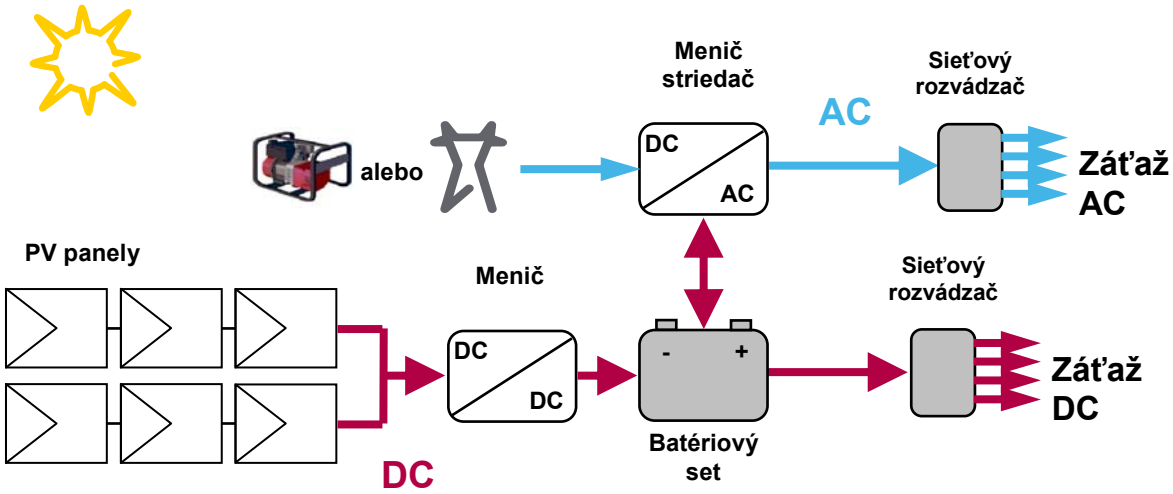
OFF-GRID OSTROVNÉ A HYBRIDNÉ SYSTÉMY

Jednou z možných alternatív rozvoja fotovoltických systémov je ich využitie v ostrovnej prevádzke. To znamená, že v prevádzkach vzdialených od štandardných zdrojov elektrickej energie, respektíve v aplikáciách, kde je požiadavka nezávislého napájania a zabezpečenia nepretržitej dodávky elektrickej energie v prevádzke.

Princíp ostrovných fotovotických systémov je založený na dodávke elektrickej energie pre záťaže jednosmerného alebo striedavého charakteru z fotovoltických panelov a iných zdrojov energie ako sú veterné turbíny, vodné zdroje, diesel agregátory.

Energia získaná zo slnka je spracovaná tak, aby zabezpečila požadované, nominálne elektrické parametre spotrebičov. Pre zabezpečenie stabilnejšieho procesu dodávok elektrickej energie je v týchto ostrovných systémoch riešená akumuláciou prebytku energie v čase zníženej spotreby, resp. zvýšených dodávok, a vybíjanie naakumulovanej energie v prípade nadspotreby, resp. nezabezpečeniu energie z fotovoltických panelov. Týmto prvkom sú zvyčajne batérie. Hlavnou výhodou ostrovných systémov je nezávislosť od distribučnej siete.

Hybridný systém zabezpečuje spojenie výhod ostrovných a on-line systémov. Možnosť akumulácie energie, riešenie dodávok nezávislé od prítomnosti siete ako aj možnosť výroby a dodávky energie do siete v prípade, že je vyrobenej energie viac ako je záťaž schopná spotrebovať. Do hybridného striedača vstupujú okrem jednosmernej energie od panelov aj striedavé zdroje energie od siete a/alebo diesel agregátora a ďalších možných alternatívnych zdrojov.



Model ostrovného/hybridného systému

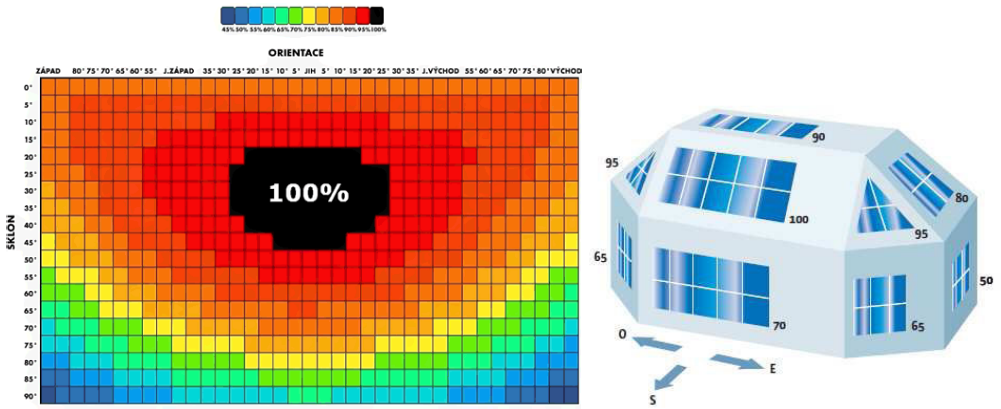
NASTAVENIE PANELOV

Jednou zo základných požiadaviek pre výrobu elektrickej energie je svetelný zdroj. Jeho priame, difúzne aj reflexné pôsobenie zabezpečuje tvorbu elektrickej energie. Preto je veľmi dôležité natočenie samotných panelov tak, aby došlo k čo najefektívnejšiemu pôsobeniu svetla na panelovú zostavu. Nielen natočenie, ale aj samotné umiestnenie panelov v priestore zabezpečuje vyšší výkon a dlhšiu životnosť fotovoltickej elektrárne.

Pri inštalácii je preto nevyhnutná obhliadka terénu, kde bude fotovoltická elektráreň postavená. Dôležité aspekty pri výbere panelov, ale aj vhodnosti fotovoltickej elektrárne, sú: orientácia strechy, veľkosť plochy, okolité vplyvy (stromy, zástavba) a spôsob montáže.

Pri orientácii je nutné stanoviť miesto výstavby fotovoltického systému. Na tomto mieste sa potom dá určiť najvhodnejšia orientácia, aj sklon panelov. Samozrejme optimálny sklon panelov, aj orientácia sú závislé na ročnom období. To znamená, že v zime je vhodný sklon panelov iný, ako sklon v lete.

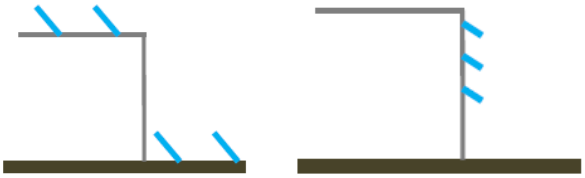
Ideálna orientácia fotovoltickej elektrárne je smer juh, s maximálnou odchýlkou 10 stupňov na V alebo na Z so sklonom panelov 36 stupňov. Panely by samozrejme nemali byť tienené. Pre realistický odhad ročnej produkcie elektrickej energie však treba nominálnu účinnosť korigovať o prevádzkové straty fotovoltického systému, spravidla súčiniteľom 0,8.



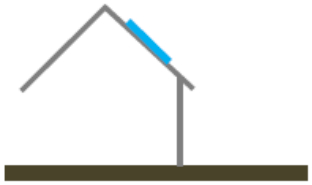
Závislosť vyťaženosti panela na ich orientáciu a sklon.

Ďalšou dôležitou úlohou je stanovenie spôsobu montáže a možné vplyvy straty priameho žiarenia. Podľa tohto faktoru sa rozhodne o použití kryštalickej alebo amorfnej technológie. Pri montáži je nevyhnutné uvedomiť si, že chladenie panelov zlepšuje parametre a ich výkon.

Voľná montáž panelov
s plynulou cirkuláciou vzduchu.
Najlepšia účinnosť

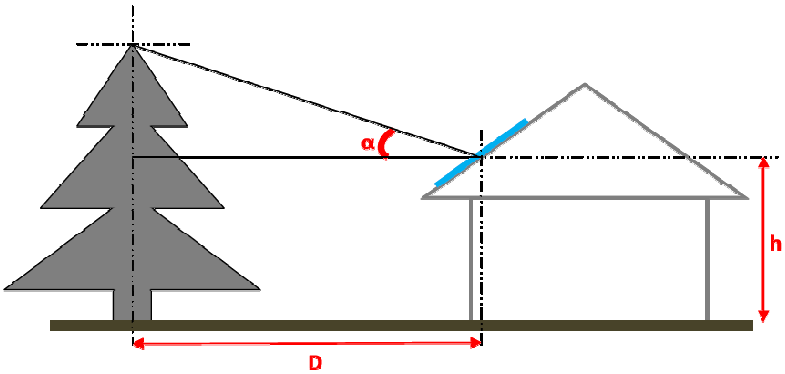


Polo-integrovaná montáž so
vzduchovou medzerou
1-5 % straty



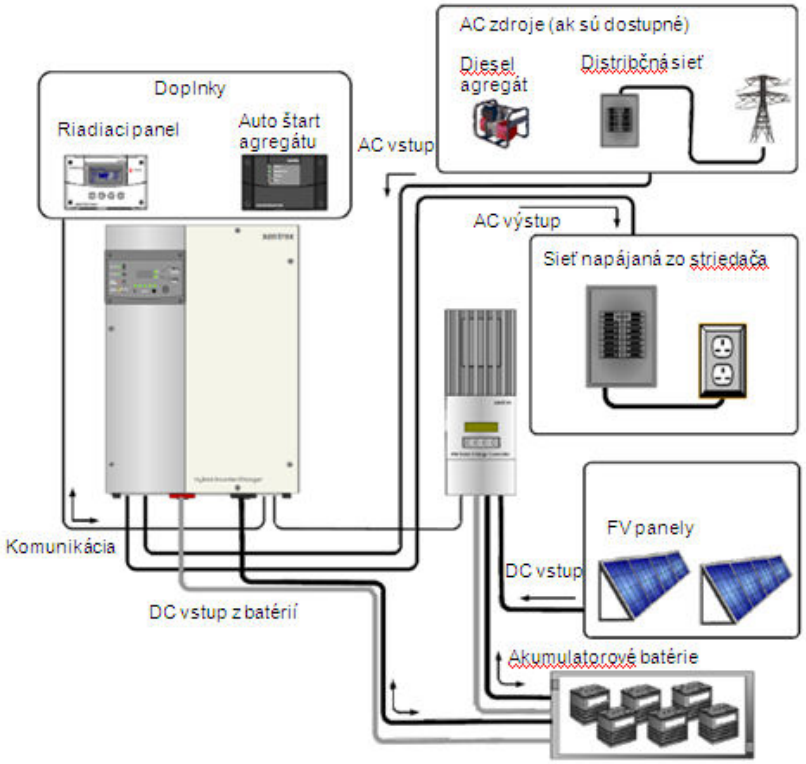
Integrovaná montáž bez
vzduchovej medzery pri vetraní
10 % straty

Strata priameho žiarenia je prevažne spôsobená tienením, čo je spôsobené predmetmi v najbližšom okolí fotovoltických panelov. Aj preto sa definuje nebezpečenstvo tienenia ak $D \leq 4.h$ a ak $\alpha \geq 15\text{-}18^{O}$. V takom prípade dochádza k redukcii výroby elektrickej energie.



MENIČE / STRIEDAČE / REGULÁTORY (NABÍJAČKY)

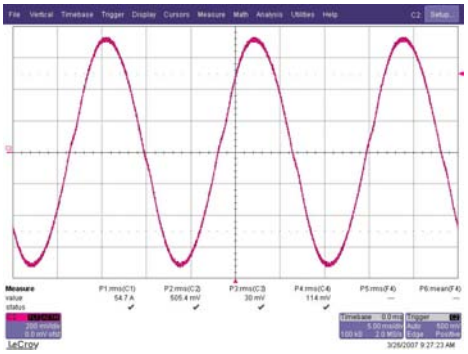
Systém meničov a regulátorov-nabíjačiek zabezpečuje spracovanie a reguláciu elektrických veličín transformujúcich sa z fotovoltických panelov do lokálnej siete a akumulátorov. Tento systém je v ostrovných / hybridných systémoch možné rozdeliť do dvoch častí – Regulátor/Nabíjačka a Striedač.



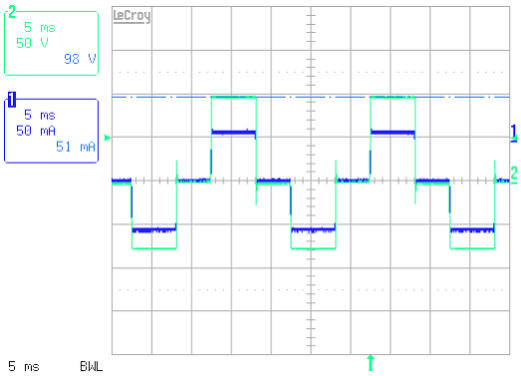
Regulátor/nabíjačka – zabezpečuje proces transformácie energie z fotovoltických panelov na stranu batérie resp. na stranu vstupu striedača, určeného pre alternatívne zdroje. Jeho úlohou je zabezpečenie dostatočného napätia (minimálne $V_{PV} \geq 4V + V_{batérií}$) na proces nabíjania. Solárny regulátor nabíjania batérií s napäťovou a prúdovou reguláciou je vybavený integrovanou PVGFP zemnou ochranou a samostatným snímačom teploty batérie. Solárny regulátor nabíjania je možné použiť s 12 až 60-voltovými batériovými systémami. Keď je regulátor nabíjania používaný so striedačom, je zvyčajne obmedzený iba pre 24, 48-voltové akumulátory. Solárny regulátor nabíjania automaticky rozpozná DC napájanie a zabezpečuje plynulú reguláciu nabíjajúceho prúdu. Systém štandardne rieši reguláciu maxima vyťaženosti z fotovoltických panelov MPPT (maximum power point tracking) princípom. Regulátor má mať čo najmenšiu spotrebu elektrickej energie, aj preto je vhodné mať zabezpečené funkcie prirodzeného chladenia, alebo automatického odpojenia v neprevádzkovanom (nočnom) režime.

Striedač – zabezpečuje premenu jednosmernej energie z batérií na striedavú energiu splňujúcu kritéria a štandardy požadované spotrebičmi, ktoré túto energiu budú spotrebovávať. Striedače môžu byť určené len pre túto transformáciu, alebo môžu umožniť dodávku energie ako z batérií, tak aj zo striedavých zdrojov ako sú diesel agregáty alebo tiež distribučná sieť. Výkonový rozsah týchto ostrovných/ hybridných systémov nie je veľký a štandardne sa pohybuje do 6kW jednofázového výstupu. Samozrejme, v prípade požiadaviek je možná kombinácia striedačov a zabezpečenie aj trojfázového výkonu do 36kW. Jedným z dôležitých faktorov striedača je typ priebehu výstupného elektrického signálu. Existujú jednoduché striedače s modifikovanou sínusoidou a striedače so sínusovým priebehom napätia a prúdu. Rozdiel je nielen v cene striedača, ale predovšetkým v možnostiach a schopnosti napájania jednotlivých spotrebičov.

Sinusový výstup
Xantrex XW Hybrid



Modifikovaná sinusoida
Xantrex Trace



Porovnanie priebehov rôznych typov striedačov

Pri modifikovanej sínusoide je možné napájať niektoré osvetľovacie a vykurovacie zariadenia s veľmi dobrou účinnosťou, avšak samotný priebeh spôsobuje elektromagnetické rušenie a tak môže vplývať na motorickú prevádzku, telekomunikačné procesy, ale aj samotné regulátory alebo komunikáciu striedačov smerom na užívateľa. Preto sa doporučuje takýto systém v jednoduchších aplikáciách bez elektronických a rotačných zariadení. Pre dôsledné napájanie zariadení bez rušenia je určené riešenie s výstupným sínusovým priebehom.

Obe riešenia by mali mať ale zabezpečené ochranné prvky, čo sa týka regulácie odberu energie z batérií (meranie teploty batérií) ale aj napájanie zariadení na výstupe. Pre jednotlivé zariadenia je tiež nevyhnutné riešiť ochranu proti preťaženiu a skratovým prúdom ako na jednosmernej, tak aj na striedavej časti, ističmi alebo poistkami a odpínačmi a vypínačmi, ochranu proti prepätiam na obidvoch stranách, prepäťovou ochranou a samozrejme komunikáciu jednotlivých zariadení s užívateľom prostredníctvom prvkov na zber dát a SCADA systému.

Najvýznamnejší faktor využitia fotovoltických zdrojov je globálny pohľad na environmentalistiku a znižovanie závislosti spoločnosti na neobnoviteľných zdrojoch energie ako sú ropa a uhlie. Fotovoltická energetika riešená na strešných aplikáciách je jednou z alternatív ako energiu tvoriť a nevytvárať skleníkové plyny, ako byť nezávislý od štandardných zdrojov elektrickej energie a ako nezasahovať do prírody ako takej, ale využiť plochy ktoré sú dnes nevyužité.