



Elegán v černém – Conergy PowerPlus Noir

Návrh střešního fotovoltaického systému

V předchozích dvou dílech tohoto miniseriálu jste si mohli přečíst o historii fotovoltaiky, jejím rozvoji v posledních letech a také o legislativním rámci, který definuje možnosti použití fotovoltaiky na Slovensku. Probrali jsme výhody, jaké fotovoltaika přináší pro provozovatele, nastínili z čeho se elektrárna skládá a jak je potřeba postupovat při vyřizování legislativních náležitostí. Dnes si probereme blíže vlastní návrh elektrárny.

V současnosti je trh přesycen nabídkou komponent pro fotovoltaické elektrárny. I když asi nejsnazší cestou je zadat návrh řešené pro konkrétní střechu specialistovi se zkušenostmi, podívejme se co je potřeba při návrhu uvážit, respektive jak pracuje takový specialista. Znalostí procesu mu můžete v případě přípravy své elektrárny celý návrh podstatně usnadnit.

Je má střecha vhodná pro instalaci fotovoltaiky?

Jedním z prvotních parametrů pro zodpovězení této otázky je orientace střešní roviny. Pokud jde o šikmou střechu (tedy sedlová, pulťová, valbová a podobně), je potřeba, aby měla orientaci v rozmezí východ, jih až západ, střešní roviny orientované více na sever jsou pro fotovoltaiku víceméně nevhodné. U plochých střech toto samozřejmě hodnotit nemusíme.

Dalším, neméně důležitým kritériem je (ne)zastíněnost střešní roviny. Elektrárna na střeše (šikmé anebo plochá), na níž v průběhu dne pobíhají stíny od antén, komínů či okolo stojících vyšších budov bude fungovat velice špatně a je lépe se takovýchto případů vyvarovat ať už volbou jiné střechy anebo „úklidem“ těchto rušivých prvků.

Výkon elektrárny

Když pomíneme případné omezení velikosti dané kapacitou přípojného místa, lze – pokud je střešní rovina pravidelného tvaru a prosta překážek – výkon budoucí elektrárny odhadnout z její plochy. Pro elektrárnu na šikmé střeše, kdy se moduly instalují

rovnoběžně se střešní rovinou, je potřeba pro instalaci 1kW výkonu zhruba 7,2 m² plochy. Toto je dáno velikostí a výkonem modulu, kdy v současnosti běžný modul polykrystalické křemíkové technologie má výkon 225 – 245Wp a plochu cca 1,65m². V případě plochých střech je odhad složitější. Pokud je hlavním kritériem instalace maximálního výkonu, lze moduly nainstalovat také rovnoběžně s plochou a plošné nároky jsou obdobné jako při instalaci na šikmé střeše. Je nutno ale počítat se sníženou účinností systému o asi 10 – 20% oproti optimální orientaci. Při instalaci modulů do jednotlivých nakloněných řad může plošná potřeba činit až 18m² (moduly ve sklonu 30°, zastíňovací úhel 17°, řady vzdáleny 4,20m) ale i více.

Volba konstrukčního řešení - montážní systém

Díky již zmíněné nasycenosti trhu lze říct, že na jen velice málo střech je v současnosti nemožné fotovoltaický systém nainstalovat z technických důvodů. Existuje mnoho různých způsobů aplikací na různé typy střech. Řeč je o montážním systému (MS), který je oním elementem, který na střeše nese vlastní moduly.

Při návrhu MS je nutné zohlednit kromě místních klimatických podmínek jako je intenzita větru a sněhových srážek také konstrukci, stav a rezervu únosnosti střechy. Tyto faktory se promítají do volby MS - určují četnost a způsob kotvení, mocnost profilů a další jeho parametry. Vzhledem ke komplikovanosti a obtížnosti pozdějších oprav střešního systému či rizika zatékání do střechy je vhodný výběr prověřeného řešení s vyřešenými detaily přístupů

střešní krytinou a vysokým stupněm odolnosti proti korozi. Pojďme se podívat na možnosti.

MS pro šikmé střechy jsou jednou ze dvou základních skupin, kterou lze dále dle způsobu instalace členit na několik podskupin:

Nástřešní MS pro šikmé střechy jsou v současnosti nejrozšířenějším způsobem aplikace FV. Tyto systémy lze aplikovat na stávající střechy kryté tradičními krytinami (tašky, plech, šablony či bitumenové) se zcela minimálními zásahy do její konstrukce či pláště. Nevýhodou těchto řešení je výraznější zásah do vzhledu střechy, což zejména v případě rezidenčních objektů může být fakt, který zájemce od rozhodnutí odradí. Jejich výhodou je nejnižší investiční náročnost.

Integrované MS pro šikmé střechy (BIPV – Building Integrated Photovoltaics) jsou systémy, které z FV činí nedílnou součást střechy a plní přímo funkci vodotěsné střešní krytiny, kterou nahrazuje. Střešní krytinou je tak buď přímo FV modul anebo MS. FV moduly jsou tak v úrovni krytiny střechy a svým vzhledem FV instalace tolik neruší. V případě použití barevně sjednocených modulů (zejména tzv. laminátů, tedy modulů bez rámu) a prvků MS (např. v černé barvě), které někteří výrobci již nabízejí, se FV stává více elegantním doplňkem než cizím, rušivým prvkem. Instalace takového systému je podstatně větším zásahem do střechy a je tak vhodným řešením pro novostavby a celkové rekonstrukce střech. Tento způsob aplikace je v některých zemích podporován zvýhodněným tarifem - ve Francii je díky tomu takto instalováno přes 90% FV elektráren na rezidenčních objektech.

Pro střechy ploché s minimálním sklonem ale také střechy s nevhodnou orientací ke světovým stranám se k aplikaci FV využívají MS pro ploché střechy. Tyto systémy obecně naklánějí FV moduly do vhodnější polohy ke Slunci tak, aby se zvýšila účinnost celé elektrárny. Nakloněním jednotlivých řad (zpravidla o 15 – 30°) se ale řady vzájemně (v závislosti na výšce Slunce nad horizontem) zastíňují a je mezi nimi potřeba realizovat rozestupy. Celkový instalovaný výkon ve vztahu k ploše střechy je tak nižší, než v případě šikmých střech, kdy je rovina střechy pokryta víceméně souvisle. Další nevýhodou je i vyšší zatížení střechy vyplývající ze zvýšených účinků větru a sněhu (závěje) na střechu. Také investiční náročnost tohoto řešení je vyšší. Tyto MS lze dále rozdělit do dvou základních podskupin.

Kotvené MS pro ploché střechy jsou mechanicky spojené přímo s nosnou konstrukcí střechy. Nevýhodou je nutnost prostupu střešní krytinou, zpravidla povlakovou krytinou bitumenovými či plastovými pásy. Problematickým místem a rizikem je utěsnění prostupu střešní krytinou tak, aby byla zajištěna po dobu životnosti elektrárny její těsnost.

MS pro ploché střechy se zátěží eliminují potenciální riziko zatížení do střechy a fixace polohy FV instalace (při působení atmosférických vlivů) je zajištěna vlastní hmotností FV systému. Vysoká hmotnost vyžaduje samozřejmě mnohem větší nároky na rezervu únosnosti stávajících konstrukcí, které pro takového plošné přetížení (řádově až 100kg/m²) nebyly zpravidla navrhovány. Řešením tohoto rébusu jsou aerodynamické systémy, které potřebují balast minimální a k přetížení je využito právě proudění větru. Vzhledem ke stupni prefabrikace a vzájemného propojení řad zpravidla postrádají flexibilitu volby sklonu modul a rozestupů řad.

Výše popsané rozdělení MS poskytuje snad dostatečný obraz o tom, jak široké jsou možnosti při návrhu fotovoltaické elektrárny jsou v této oblasti. Montážní systém je ovšem jen jednou z důležitých složek sluneční elektrárny. Nejdražší a velice důležitou složkou celého systému jsou vlastní fotovoltaické moduly.

Jak vybrat kvalitní solární modul?

Pojďme se podívat na nejdůležitější parametry a vlastnosti, které by investor a uživatel elektrárny měl při výběru modulů sledovat.

Nominální výkon modulů je výkon modulu měřený za mezinárodně standardizovaných podmínek, tzv. STC (Standard Test Conditions (STC): osvit 1,000 W/m², spektrum světla AM 1.5 a teplota modulu při 25°C.). Tato hodnota je dána účinností přeměny světelné energie (ze Slunce) na elektrickou energii, s využitím fotovoltaického jevu. U nejrozšířenější technologie, založené na bázi mono- a poly-křystalických modulů, se dnes pohybuje v rozmezí cca 13 – 15 %. Modul běžné velikosti (cca 1 x 1,65m) se 60 články tak má v současnosti nominální výkon zpravidla v rozmezí 220 – 245Wp. Vyšší výkony modulů této technologie jsou zpravidla dány větším rozměrem (72 článků). Hodnota nominálního výkonu ovšem vypovídá pramálo o tom, kolik konkrétní modul v daných podmínkách vyprodukuje elektrické energie v průběhu celého roku. To totiž přímo ovlivňuje





vedle vlastního technického řešení modulu další důležitý parametr, kterým je teplotní koeficient. Ten popisuje míru změny výkonu modulu v závislosti na jeho teplotě. Udává se v procentech změny výkonu na jeden stupeň Celsia. V případě polykrystalických článků je tato hodnota cca 0,43 %/°C, u monokrystalických pak o něco vyšší, cca -0,48 %/°C. V praxi to znamená, že polykrystalický modul s nominálním výkonem 225kWp bude mít při teplotě 50°C (o 25°C vyšší oproti STC) výkon 200,8W a při -10°C se výkon zvedne na 259W, při zachování parametru osvit 1000W/m².

Výrobci se snaží parametry článků, zejména jejich účinnost, neustále vylepšovat. K získání delších desetin procent účinnosti proto nastupují změny v počtu sběrnic na článcích, SE (Selective Emitter) technologie a podobně. Kromě parametrů „za ideálních podmínek“ (STC) se sledují a ladí i parametry při nižších úrovních osvětlení tak běžných pro naše klimatické podmínky. Zde, v oblasti tzv. „Low Light Performance“, špičkové moduly (například Conergy PowerPlus), dosahují i o 0,75 % vyšší účinnosti (neplést s výkonem) než při „standardním“ osvitu. Nad jinými moduly získávají v účinnosti i více než 1 %, což v výkonu znamená 7 a více procent.

Výkonová tolerance Je dalším velice důležitým parametrem modulu, který by majitel elektrárny měl sledovat. Na konci výrobní linky se u každého modulu měří za standardních testovacích podmínek jeho skutečný výkon a na základě těchto výsledků se řadí do výkonových tříd. Uvedená tolerance nám tedy říká, jaký je minimální (a maximální) přípustný výkon modulu dodaného v dané třídě. Často je tolerance uváděná jako kladná i záporná. Reálně to znamená, že modul v třídě 225Wp s tolerancí -3/+3% bude mít skutečný výkon v rozmezí 218,25 až 231,75 Wp. U top produktu se setkáme s pozitivní tolerancí, např. -0/+2.5 %. Třída 225Wp tak znamená reálný výkon v rozsahu 225,00 – 230,625Wp. Velký rozsah tolerancí je nicméně pro instalaci zcela neúčelný. Stejně jako v případě modulu, který má výkon daný nejslabším křemíkovým článkem, platí i v případě stringu modulů, že jeho výkon je ovlivněn nejslabším modulem.

Výkon či výnos fotovoltaického modulu ovšem není dán pouze výše zmíněnými parametry článků, ze kterých se skládá. Ve velké míře jej ovlivňuje vlastní řešení modulu a to zejména kvalita zpracování, tedy zejména zejména přesnost uložení článků a jejich pospojování. V případě nekvalitního výrobku může docházet například k nežádoucím kontaktům jednotlivých článků způsobujícím nesprávnou funkci modulu, jeho nízký výkon či dokonce požár.

Rám modulu je tvořený zpravidla hliníkovým profilem a má za úkol chránit a držet vlastní kompozit skla, článků a krycí fólie. Jeho tuhost je důležitá jak pro ochranu při dopravě a instalaci, tak zejména kvůli instalaci na střechu. Rám (ostatně stejně jako celý modul potažmo FV instalace) musí odolat teplu, mrazu, vodě, sněhu, ledu, větru či jiným náhodným zatížením. To vše samozřejmě po dobu minimálně 20-leté životnosti v různých vzájemných kombinacích a cyklech. Je proto vhodné vyhnout se rámmům už na pohled vetším, s rohovými spoji z plastových prvků či jen jaksi slisovanými dohromady.

Stejně tak rámmům z dutých profilů, kde zatékající a následně zmrzlá voda může tento rám během pár let zničit.

Krycí sklo chrání a nese fotovoltaické články. Důležitým parametrem je jeho únosnost, a to jak ve směru tlaku, tak sání. Hodnota 2400 kPa vlastní některým levnějším modulům, není pro všechny oblasti ČR a SR vyhovující a to zvláště v případech střešních instalací o kterých teď hovoříme. Kromě „normového“ zatížení, na moduly mohou působit vlivy případných návějí, závějí či zejména v oblasti okrajů či rohů střechy v opačném směru turbulentní proudění vzduchu a z toho plynoucí zatížení sání.

Přípojná krabice (Junction Box) je místem, kde se propojují jednotlivé obvody článků (zpravidla tři) a vycházejí z ní kabely plus a mínus pro vzájemné spojení modulů do tzv. stringů (skupin). Krabice zpravidla obsahuje tzv. by-pass diody, které mají za úkol „odstavit“ případně zastíněnou část modulu tak, aby mohl fungovat alespoň částečně a „nevypít“ celý string. Tyto diody ovšem vyvíjejí teplo a mohou zahřát krabici i na 140°C. V případě, že je krabice uchycena celoplošně na zadní stranu modulu, teplo se logicky přenáší na články na jeho druhé straně, což nepříznivě ovlivňuje výkon, jak jsme si popsali výše. Vzhledem k tomu, že výkon modulu jako celku je vždy dán výkonem nejslabšího článku, lze si lehce propočítat, že například polykrystalický modul o nominálním výkonu například 225Wp bude mít s krabicí rozpálenou na 100°C výkon řádově o 30 % nižší! Nekvalitní řešení či materiál krabice často znamená její přehřátí a následný požár. Rizika z toho plynoucí jsou zřejmá – poškození či zničení instalace, riziko pro vlastní střechu, potažmo dům. Tyto skutečnosti jsou hlavní motivací špičkových výrobců, že tomuto, na nainstalované elektrárně zpravidla skrytému elementu, věnují vysokou pozornost. Na modulech špičkových evropských výrobců tak na zadní straně modulů nalezneme vysoce sofistikované přípojnice s vyřešeným systémem ventilace, namísto celoplošně přilepených jednoduchých krabiček běžných u asijských modulů.

Certifikace spolu s výsledky testů jsou dalším možným kritériem při rozhodování a výběru zboží. Kromě „standardních“ situací zatížení větrem a sněhem, které jsou popsány příslušnými normami, se fotovoltaický modul může ocitnout v prostředí či situaci, která je nestandardní. Například odolnost proti kroupám je popsána normou IEC 61215. Test dle této normy probíhá ostřelováním kroupami o průměru 25mm rychlostí 82,8 km/h. To ovšem v našem prostředí není zcela dostatečné. Například v Německu jen v roce 2010 bylo registrováno více než 14 krupobití s kroupami o velikosti větší než oněch „testovacích“ 25mm. Na trhu lze ovšem najít i prémiové moduly, které úspěšně prošly testem s použitím krup o průměru 55mm s dopadovou rychlostí 120 km/h! Dopadová energie při těchto parametrech je přibližně 23x větší. Vnější vlivy prostředí ovšem nemusejí být jen vlivy klimatické. Požadavek na instalaci fotovoltaiky může nastat například v agresivním prostředí typicky zemědělské výroby (kravíny, vepřiny) kde vyvstává požadavek na odolnost proti ovzduší nasycenému čpavkem – i zde lze najít vhodné produkty, které úspěšně absolvovaly příslušné testy.

Příště si budeme psát o zbylých součástech fotovoltaické elektrárny. Zůstaňte naladěni!



Conergy Česká republika, s.r.o.

Ing. arch. Martin Štastný
Marketingový a produktový manažer
M.Stastny@conergy.cz
www.conergy.sk, www.conergy.cz