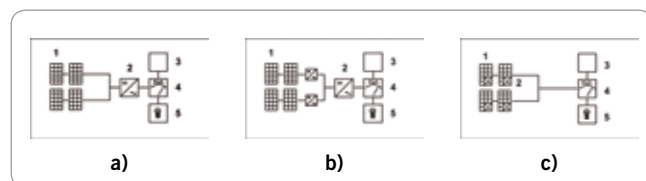


Využitie slnečnej energie novodobými fotovoltaickými fasádami

Slnečnú energiu môžeme využívať okrem slnečných kolektorov aj pomocou fotovoltaických modulov. Predstavujú jednu z najperspektívnejších možností využitia slnečnej energie. Fotovoltaické moduly sa po technickej stránke stále zdokonaľujú. Tento ich technický vývoj prispieva aj k vývoju solárnej architektúry. Nové technické možnosti umožňujú nové formy stvárnenia solárnych budov. Fotovoltaické moduly sa môžu umiestniť na budove alebo mimo nej. Na budove sa fotovoltaické moduly umiestňujú na šikmú aj na plochú strechu, ale čoraz častejšie aj do fasády budovy. Takto vznikajú čiastočne alebo úplne fotovoltaické fasády. Za vloženie fotovoltaických modulov do obalu budovy hovoria najmä tieto prednosti: nie je potrebná žiadna prídavná plocha na umiestnenie modulov, nie je potrebná prídavná konštrukcia na upevnenie modulov a dajú sa ušetriť financie na nákup obkladových dielcov či povrchových materiálov fasády. Výhodnosť fotovoltaickej fasády je hlavne v jej viacúčelovosti. Pôvodné funkcie fasády (predovšetkým ochrana pred vplyvom počasia a hlukom, ako aj zateplenie) sú takto doplnené výrobou elektrickej energie. Tieto rozličné faktory sa tak navzájom dopĺňajú, že konečné pôsobenie je väčšie ako súhrn jednotlivých komponentov. Fotovoltaická fasáda sa preto nazýva aj synergická fasáda.

Technické riešenia fotovoltaických modulov

Základné rozmery fotovoltaických modulov sú voliteľné medzi hraničnými veľkosťami od 500 x 500 mm do 1 600 x 2 200 mm. V poslednom období sú k dispozícii už aj veľkoplošné bezrámové fotovoltaické moduly, ktoré možno vyhotoviť v rôznych veľkostiach podľa individuálnych požiadaviek. Fotovoltaické moduly sú dodávané s transparentným alebo s čiernym pozadím. Pri kryštalických moduloch možno viesť predné a bočné kontakty vertikálne alebo horizontálne. Okrem toho si možno vzdialenosť buniek zvoliť ľubovoľne medzi 3 až 30 mm. Fotovoltaický systém pozostáva okrem fotovoltaických modulov aj z elektrických čiasí. Rozlišujú sa dva základné fotovoltaické systémy: s napojením a bez napojenia na verejnú elektrickú sieť. Väčšina budov v zastavaných územiach je napojená na verejnú elektrickú sieť. Horské chaty a budovy v odľahlých územiach sú bez napojenia na elektrickú sieť. Výhoda prepojenia na elektrickú sieť je dvojstranná. Pri nedostatku elektrického prúdu (zimné a zamračené dni) je systém z verejnej siete dozásobovaný. Pri prebytku elektrického prúdu (letné slnečné dni) systém odovzdáva prebytočný prúd do verejnej siete. Takýto systém s prepojením umožňuje, aby fotovoltaické moduly nemuseli byť presne dimenzované na spotrebu budovy. Základným prvkom fotovoltaického systému je okrem fotovoltaických modulov menič napätia v prípade pripojenia do siete (neplatí pri autonómnych systémoch). Voľba spôsobu zapojenia meniča napätia má vplyv na prepojenie fotovoltaických modulov. Čím viac meničov napätia je napojených, tým viac samostatných jednotiek môže vzniknúť. Veľký počet samostatných jednotiek má význam pri čiastočnom zatičení fotovoltaických modulov. Zatičenie môže spôsobiť vyčnievajúca časť fasády, prekážka mimo budovy atď. V krajnom prípade má každý fotovoltaický modul vlastný menič napätia, a tak v prípade zatičenia nie sú ovplyvnené ostatné moduly. S väčším počtom meničov napätia rastú aj investičné náklady a treba rátať s miestom na ich



Obr. 1 Možnosti umiestnenia meničov napätia: a) centrálna poloha meniča napätia, b) paralelné zapojenie meničov napätia, c) meniče napätia integrované do modulov
1 – fotovoltaický modul, 2 – menič napätia, 3 – prípojka na sieť, 4 – meranie elektrického prúdu, 5 – elektrický spotrebič

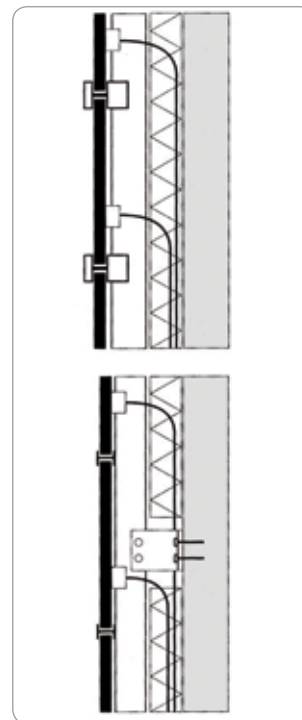
umiestnenie. Rozlišujú sa tri základné možnosti umiestnenia meničov napätia: centrálna poloha meniča napätia (obr. 1a), paralelné zapojenie meničov napätia (obr. 1b), meniče napätia integrované do modulov (obr. 1c).

Integrácia fotovoltaických modulov do fasád

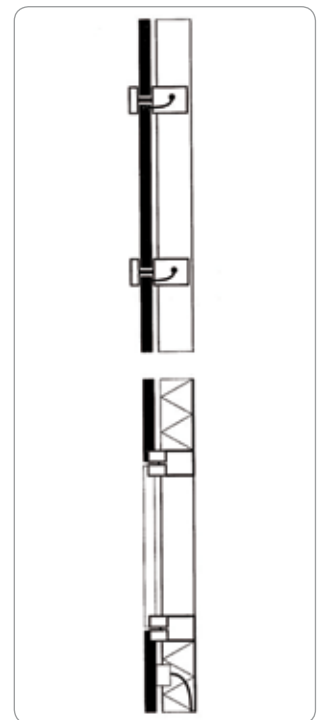
Rozlišujú sa tri základné typy fasád s integráciou fotovoltaických modulov:

- Studená fasáda (obr. 2), ktorá je závesná a všetky časti má vybudované bez termického delenia. Nevzniká žiadne spojenie s izolačnou oblasťou budovy. Pri tomto type fasády sa využívajú tepelne izolované plochy stavby s ochranou pred vplyvom počasia. Takáto fasáda pozostáva spravidla z jedného bezpečnostného skla, namiesto ktorého možno použiť fotovoltaický modul.
- Studeno-teplá fasáda, v ktorej sa striedajú studené a teplé oblasti. Teplé oblasti sa dosahujú pomocou izolačných materiálov a termicky delených profilov. Studené oblasti (napr. parapety) sú tepelne izolované plochy budovy s ochranou pred počasím zo skla alebo z fotovoltaických prvkov.
- Teplá fasáda (obr. 3) okrem staticky vykonávanej funkcie preberá aj izolačnú funkciu a ochranu pred počasím a hlukom. Použité elementy pozostávajú z izolačných panelov, izolačných skiel alebo z fotovoltaických modulov v spojení s izolačným sklom.

Pri integrácii fotovoltaických modulov je dôležité zabezpečiť vhodné vetranie modulov, ktoré môže zabraňovať prehrievaniu, a tak poklesu výkonu modulov v lete.



Obr. 2 Detail studenej fasády s elektrickým pripojením



Obr. 3 Detail teplej fasády s elektrickým pripojením

Možnosti zakomponovania fotovoltaických modulov do fasád

Aby sa slnečné žiarenie využilo maximálne, sú optimálne nezatičené fotovoltaické plochy orientované medzi juhovýchodom a juhozápadom. V každom prípade musí byť zabránené tieneniu fasády vlastnou (to platí pre clonenie konštrukčnými časťami fasády, napr. stĺpmi, priečkami a oknami) alebo inými budovami, prípadne

stromami. Farba fotovoltaických modulov môže byť rôzna: čierna pri monokryštalickom, modrá pri polykryštalickom a červeno-hnedá pri amorfnom materiáli. V porovnaní s týmito prípadmi kryštalického kremíka je výhodou technológie tenkých filmov (amorfný kremík, CdTe, CIS) lepšia odolnosť proti prehrievaniu a tým vhodnejšie architektonické zakomponovanie vďaka tvárnosti a modularite. Samotná farebnosť modulov môže výrazne prispieť k architektonickému stvárneniu fasády.



Obr. 4 Administratívna budova v Sankt Gallene

Fotovoltaické moduly vo fasáde možno umiestniť na mieste parapetu (obr. 4). Ďalšou možnosťou umiestnenia fotovoltaických modulov je oblasť atiky. Kombinácia fotovoltaických modulov na mieste parapetu a atiky je na budove v Biel-Bözingene (obr. 5). Na tejto budove bola vytvorená zaujímavá symetrická kompozícia z fotovoltaických modulov.



Obr. 5 Budova v Biel-Bözingene

Zabránilo sa tak vzniku jednotvárnej kompozície. Pri presklených schodiskách je výhodné aplikovať synergickú fasádu s transparentnými fotovoltaickými modulmi, lebo takto je zabezpečené aj prirodzené osvetlenie schodiskového priestoru. Takáto synergická fasáda bola aplikovaná na budove Bavorského ministerstva životného prostredia v Mníchove (obr. 6).



Obr. 6 Budova Bavorského MŽP v Mníchove

V tomto prípade bola štítová stena architektonicky zvýraznená celým pokrytím fotovoltaickými modulmi a zaujímavým odtieňom fialovej farby. Na veľkých dominantných súvislých stenách v priečelí tiež môžu byť umiestnené fotovoltaické moduly (obr. 7), ako je to riešené pri výškovej budove Nemeckých železníc vo Freiburgu. Takto možno dosiahnuť želané zvýraznenie.



Obr. 7 Budova Nemeckých železníc vo Freiburgu

Symetrické geometrické členenie fasády na menšie plochy a ich vystriedanie fotovoltaickými plochami je ďalšia kompozičná možnosť fasády (obr. 8).



Obr. 8 Budova v Zürichu

Štítová stena orientovaná do hlavnej ulice bola kompozične dotvorená symetrickým geometrickým stvárnením fotovoltaických modulov. Táto fasáda získala umiestnením modulov nekonvenčný vzhľad. Pasívne solárne prvky – zimné záhrady vo vrchnom alebo spodnom páse sa často dotvárajú fotovoltaickými modulmi. Obytná budova so zimnou záhradou v Berne takto využíva aj aktívne slnečnú energiu (obr. 9).



Obr. 9 Obytná budova so zimnou záhradou v Berne

Mierny oblúk možno vytvoriť z menších segmentov fotovoltaických modulov. Veľké zakrivené plochy, napr. cylindrické, tiež možno vykryť fotovoltaickými modulmi. Výrobná budova v Gelsenkirchene má architektonicky zvýraznenú zakrivenú fasádu (obr. 10).



Obr. 10 Budova v Gelsenkirchene

Celá zakrivená fasáda je dotvorená fotovoltaickými modulmi. Slniečne clony nad pásom okien sú veľmi často vytvorené z fotovoltaických modulov. Takto komponované slnečné clony môžu dodať fasáde výrazné horizontálne členenie. Fotovoltaické moduly sa umiestňujú aj na netradičných stavbách, akými sú sakrálne stavby, kde je veľmi dôležité citlivé estetické zakomponovanie. Častým riešením je dodatočné umiestnenie fotovoltaických modulov pri rekonštrukcii fasády. Pri Solárnom centre vo Freiburgu vznikla umiestnením fotovoltaických modulov do fasády (obr. 11) úplne hladká sklenená plocha vyzerajúca monoliticky. Integráciou fotovoltaických modulov do sklenej plochy sa vytvoril nový typ fasády, ktorý vyrába elektrický prúd, ale vzhľadovo tvorí sklenenú jednotku.



Obr. 11 Budova vo Freiburgu

Účelne a vhodne sú v zasklenej ploche skombinované okenné otvory a fotovoltaické moduly, ktoré sa vzhľadovo čiastočne odlišujú. Fotovoltaické moduly sú umiestnené aj na streche a pokrývajú plochu 73 m², kým vo fasáde tvorí veľkosť fotovoltaických plôch 78 m². Fotovoltaické moduly zložené z monokrystalových buniek zabezpečujú 60 % celoročnej spotreby elektrického prúdu v budove.

Záver

Fotovoltaické fasádne moduly predstavujú jednu z najperspektívnejších možností využitia slnečnej energie a technicky sa stále zdokonaľujú. Tri základné typy fasád, do ktorých sa začleňujú fotovoltaické moduly, ponúkajú širokú možnosť aplikácie. Vyrábajú menej elektrickej energie ako strešné moduly, ale pre architektonickú kompozíciu predstavujú progresívny prvok. Fotovoltaické moduly umiestnené vo fasáde ovplyvňujú kompozičné riešenie priečelia a vo výraznej miere sa podieľajú na modelovaní architektonického návrhu. Nové konštrukčné vyhotovenia fotovoltaických modulov pri vhodnom zakomponovaní do priečelia nepôsobia cudzo a nevhodne, ale naopak, môžu sa stať zaujímavým, dominantným, symetrickým aj asymetrickým geometrickým prvkom, prípadne iným prvkom vo fasáde. Architektonické zakomponovanie fotovoltaických modulov má dôležitú funkciu pri architektonickej tvorbe aj pri tvorbe energetického konceptu budovy.

Literatúra

- [1] Budiaková, M. a i. (2002): Možnosti aplikácie fotovoltaických prvkov. Stavebnícka ročenka 2002. Bratislava: Jaga group SR, s. 253 – 260. ISBN 80-88905-57-5.
- [2] Budiaková, M. (2003): Energeticky úsporné budovy. Bratislava: A-Projekt, 200 s. ISBN 80-96-8244-4-0.
- [3] Budiaková, M. (2005): Architectural Composition of Photovoltaic Facade. In: International Conference – Solar Renewable Energy News – Research and Applications. Florence, Italy, pp. 143 – 148. ISBN 80-223-2099-4.

doc. Ing. Mária Budiaková, PhD.

Slovenská technická univerzita v Bratislave, FA