



střeše druhou sluneční elektrárnou

žitelnosti (zjištěno ze svahů Petřína). Zásah má kromě toho obdobu v historické analogii – velké rastrované vrchlíky na Městské knihovně, na UMPRUM, velká plocha eternitové dvorní střechy školy v Mikulandské, koleje Arnošta z Pardubic či střecha hotelu Thalia na nároží Národní tř. a ul. Karoliny Světlé. Fotovoltaická střecha se při pohledu z Petřína uplatňuje téměř identicky jako úzký, pohledově jen obtížně patrný pás kolektorů. Ty mají grafický rastr, nelesknou se a při dálkových pohledech harmonii střešní krajiny neruší. Pohled z Novoměstské radnice není patrný.

Návrh a projekt

Projektová dokumentace fotovoltaické elektrárny integrované do střešního pláště budovy Nové scény ND byla v roce 2009 zpracována Ing. Pavlem Starým ve firmě Izolace a projekty staveb, s. r. o., Libochovice.

Hlavním kritériem pro umístění a celkový návrh fotovoltaické střechy bylo začlenění do vzhledu budovy, které nebude narušovat a měnit vzhled objektu ze všech obvyklých pohledových stanovíšť. Navýšení, potřebné pro spádování a umístění technologické vrstvy,

bylo sníženo na minimum (spád 5,5 – 6% pro zajištění samočisticí schopnosti) současně s použitím vhodného typu formátu fotovoltaických pásů, tzn. pásů s nejvyšším výkonem na jednotku plochy. Barevnost pásů byla změněna ze standardní bílé na šedou barvu izolační plastové podkladní fólie. Tvar celé fotovoltaické instalace tvoří pravidelné obrazce. Současně s kladčským plánem musely být řešeny trasy a prostupy kabelů k napojovacím skříňkám do světlíků a dále do podstřešního prostoru a nejvyššího patra budovy.

Nejvyšší podlaží objektu Nové scény je využíváno jako taneční sál, zkušebny, strojovny vzduchotechniky a elektrorozvodny. Sem je také umístěna elektrická a elektronická část fotovoltaického systému, dva střídače Fronius IG150+ a nové rozvaděče včetně jističů, odpojovačů a přepětových ochran spolu s měřením. Informace přenášejí datový komunikační systém Fronius-Datkom, který umožňuje různé způsoby kontroly celého fotovoltaického zařízení. Od jednoduchého audiovizuálního varování až k profesionální analýze, vizualizaci a dálkové kontrole zařízení přes internet.

Základní parametry instalace

Plocha střechy (fotovoltaika):
556,41 m²

Plocha střechy (bez fotovoltaiky):
230,19 m²

Plocha střechy (celá plocha střešních rovin): 786,60 m²

Celkový počet pásů:
64 ks Evalon Solar 408

Jmenovitý výkon soustavy:
26,11 kW

Skladba střešního pláště:

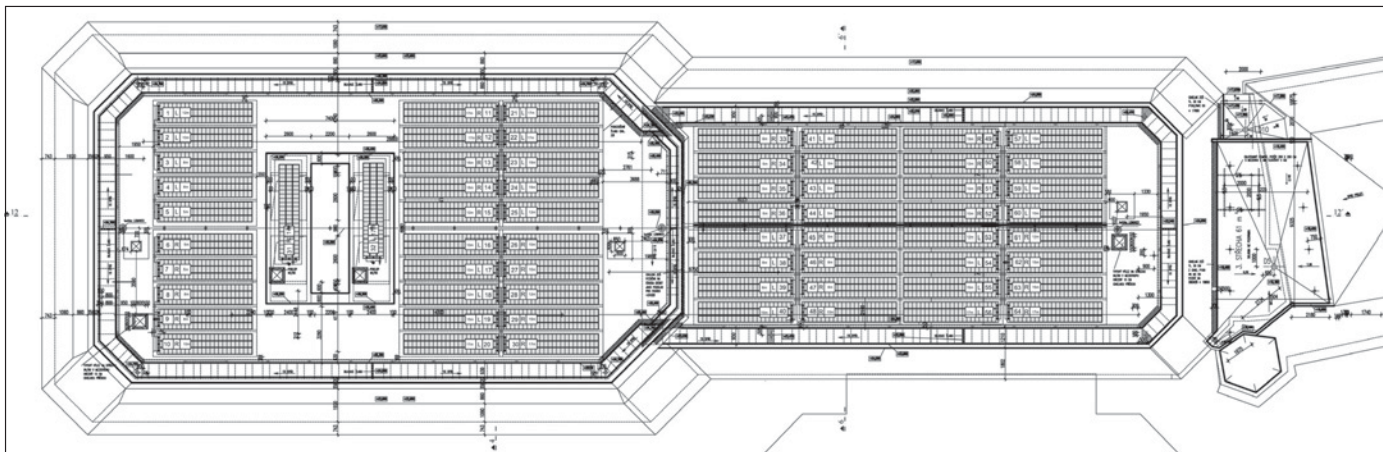
Nové vrstvy

- Evalon V-Solar 408 1 550 x 6 000 mm
- technologická vrstva tvrdé čedičové vaty 1 600 kg/m³ (tl. 40 mm)
- spádové klíny EPS S 100 (1 000 x 1 000 mm) + lepidlo (tl. 10 – 180 mm)

Původní vrstvy

- asfaltový nátěr 1 - 2 mm
- Optifol do asfaltového nátěru 1,5 mm
- Bitagit Si 4 mm
- asfaltový nátěr 2 mm
- Perbitagit 3 mm
- penetrační nátěr
- cementový potěr 40 mm
- 2 x desky KSD 50 mm
- nátěr asfaltový
- nátěr penetrační





- Stassa desky ve spádu – se zatřením spár 50 mm
- střešní nosná ocelová konstrukce
- podstřešní prostor s rozvodem vzduchotechniky

Parametry použitých fotovoltaických pásů Evalon V-Solar 408

Výstupní napětí: 99 VDC
 Výstupní proud: 4,13 A
 Napětí naprázdno: 138,6 VDC
 Proud nakrátko: 5,1 A
 Jmenovitý výstupní výkon: 408 Wp
 Rozměry: 1 550 x 6 000 mm
 Hmotnost: 4,30 kg/m²

Technický postup provádění

Na všech výškových úrovních střechy bylo pro montáž multifunkčních střešních pásů provedeno zvýšení spádu podle požadavků výrobce fotovoltaického systému.

Následovala montáž technologické vrstvy pro uložení kabelů. Tato část střechy se pokryla pásy fotovoltaické povlakové krytiny, včetně jejich upevnění teleskopickými kotvami, uložení kabeláže a svaření. Současně s pokládkou musely být řešeny prostupy označených kabelů do světlíků a dále do podstřešního prostoru. Musela být změněna poloha antén mobilního operátora a umístění ventilačních komínků mimo fotovoltaickou plochu. Ostatní plochy střechy byly pokryty povlakovou střešní plastovou krytinou Evalon V bez fotovoltaické vrstvy se zakončením nad zaatikovým žlabem na okapnici z poplastovaného plechu. Do vlastního zaatikového žlabu a původní atiky nebylo zasahováno.

Elektrická část

Výkon fotovoltaických pásů, vždy po čtyřech zapojených do série, je ze stejnosměrného napětí transformován dvěma střídači (invertory) na třífázové střídavé napětí AC 400 V, 50 Hz, které je automaticky střídačem nařazováno k hlavní distribuční síti nn 400 V, 50 Hz (fáze L1 - L3). Střídač je vybaven bezpečnostní ochranou, která v případě odchylek sledovaných parametrů (nadpětí, podpětí, nadfrekvence, podfrekvence) od normovaných hodnot automaticky odpojí solární generátor od distribuční sítě nn. Dále při výpadku libovolné fáze v distribuční síti nn je pomocí relé zajištěno spolehlivé automatické odpojení FV zdroje od distribuční sítě nn a blokování opětovného zapnutí

do doby obnovení napětí ve všech fázích. Hlídací relé taktéž umožňuje nastavení horní a dolní hranice monitorovaného napětí, při kterém kontakt výstupního relé odpojí FV zdroj od distribuční sítě. Navržený systém je v souladu s technickými doporučeními a požadavky na rozhraní mezi FV systémem a uživatelskou sítí dle ČSN EN 61727. Vlastní připojení výroby k distribuční soustavě (PRE) bylo provedeno formou "Zelených bonusů".

Návrh ochrany před bleskem dle ČSN EN 62305-1 až 4. Podle ČSN EN 62305-2 byl proveden s výpočtem řízení rizika a objekt byl dle LPS zařazen do II. třídy. Protože se jedná prakticky o plochou střechu, vnější ochrana před bleskem je na střeše tvořena mřížovou soustavou propojenou po obvodě a uchycenou na nevodivých sloupcích ve výšce 60 cm nad úrovní FV systému.

Vlastnosti systému fotovoltaické povlakové střešní krytiny

Základem systému je standardní hydroizolační střešní fólie např. na bázi EVA/PVC (tj. etylén-vinylacetát legovaný polyvinylchloridem), na jejímž povrchu jsou integrovány solární moduly. Jeden modul se skládá z 22 nebo 11 solárních buněk o rozměrech 240 x 340 mm, spojených v sériovém elektrickém obvodu. Buňky jsou z obou stran opatřeny flexibilní transparentní vrstvou na bázi teflonu, odolnou vůči povětrnostním podmínkám. Solární buňky jsou třívrstvé (pro dokonalé využití jednotlivých složek slunečního spektra) a jsou vyrobeny z amorfního křemíku. Spodní (záporný) pól tvoří fólie z ušlechtilé oceli, horní (kladný) pól je z průhledné mřížky, rovněž z vláken z ušlechtilé oceli. Solární modul je navařen na horním povrchu střešní fólie a tvoří s ní jeden celek. Odpadají tak jednotlivé nosné konstrukce a stojany, které



jsou potřebné při použití tradičních těžkých externích solárních článků se sklem. Jednotlivé moduly jsou spojeny vodiči, které probíhají na střeše pod spodní stranou fólie v tepelné izolaci a jsou svedeny pod střešní konstrukci do sběrné sítě.

Systém vhodný pro ploché střechy

Přímá přeměna sluneční energie na elektrický proud v solárním článku vyžaduje v podstatě pouze plochou střešinu, aby se mohl využít energetický potenciál slunce, který v průměru činí 1 000 kWh z 1 m² horizontální ploché střešiny za rok.

Právě velké plochy střech, zvláště výrobních a průmyslových objektů, jsou vhodné pro využití této multifunkční fólie. Není ale potřeba pokrývat celou plochu střešiny, stačí využívat ty plochy, které jsou osvětlovány sluncem co nejvíce. Zde hraje významnou roli orientace střešní plochy k jihu a zároveň jednotlivé sklony střešních ploch.

Mechanické kotvení

Pokládku multifunkční fotovoltaické střešní fólie musí provádět proškolená odborná firma. Pro tuto fólii může být použit pouze systém mechanického kotvení. Spojování jednotlivých pásů fólie se provádí buď horkovzdušně pomocí svařovacího automatu, nebo za příznivých klimatických podmínek je možno použít spojování chemické. To je

plně porovnatelné se spojováním horkovzdušným, ale práce probíhají mnohem rychleji. Protažení jednotlivých spojovacích kabelů pod fólii provádí také izolační firma, spojení rozvodů v objektu musí realizovat elektroinstalační firma.

Přehled vlastností a použití fotovoltaické střešní fólie:

- 1) Slouží k dokonalé ochraně objektů proti srážkové vodě (hydroizolace) a zároveň přeměňuje sluneční energii na elektrický proud (fotovoltaický článek).
- 2) Je plně flexibilní, bez skel, pomocných rámu a držáků, je možno ji aplikovat na každý tvar střešiny aniž by došlo k zásadní změně jejího tvaru.
- 3) Solární moduly jsou matné, černomodré, stejnoměrně zbarvené, s jemnou strukturou horního povrchu, jejíž reflexe je 1/3 reflexe skla a mezi jednotlivými moduly je klasická střešní fólie.
- 4) Je plně odolná vůči povětrnostním podmínkám (solární moduly jsou na horním povrchu opatřeny samočisticí vrstvou z materiálu Tefzel a ze spodní strany chráněny flexibilní transparentní vrstvou, přičemž je spodní strana pevně spojena se střešní fólií).
- 5) Má extrémně nízkou hmotnost



(cca 4 kg/m²) a je tedy použitelná i pro střechy, kde nosnou konstrukci tvoří trapézový plech (lehké střechy halových objektů).

- 6) Skládá se ze tří vrstev (tzv. Triple-cell) pro lepší využití slunečního spektra, kdy v oblasti modrozeleného světla je zajištěna vyšší účinnost a efektivita celkového výkonu solárního článku během roku. Jistý výkon lze získat i bez přímých slunečních paprsků při tzv. difuzním světle.
- 7) K propojení jednotlivých buněk solárního modulu používá tzv. ByPass-diod, které zamezují odpojení celého modulu při případné poruše nebo poškození některé z buněk.

8) Ve výkonu, intenzitě proudu a napětí je významně méně závislá na teplotě než krystalický solární článek.

9) Fólie Evalon V-Solar je certifikovaná Esti-Ispra dle IEC 61646/CEC 701 s garantovanou životností přes 20 let.

10) Fotovoltaický pás ihned po svém rozvinutí produkuje elektrický proud a neopatrná manipulace může být životu nebezpečná.

Ing. Pavel Starý
Foto: (svo) a archiv

Konference Dřevostavby v praxi 3

Třetí ročník odborné konference Dřevostavby v praxi, kterou pořádala společnost Rigips, s. r. o., proběhl počátkem loňského listopadu v hotelu Skalský Dvůr u Nového Města na Moravě. Konala se pod záštitou Asociace dodavatelů montovaných domů a zúčastnilo se jí zhruba 200 osob z projektčních a realizačních firem.

Během dvoudenní konference odeznělo 21 přednášek, které se zabývaly aktuálními problémy, certifikací dřevostavbařů, zkušenostmi s programem Zelená úsporám, skladbami konstrukcí dřevostaveb s vazbou na průkaz energetické náročnosti budov, vnitřním prostředím energeticky úsporných domů, také novými konstrukcemi s deskovými materiály, bezpečnými prostupy kouřovodů stěnou dřevostavby, stavební akustikou, detaily v projektu řešenými pomocí softwaru a mnoha dalšími

tématy. Vždy se zaměřením na praxi, zkušenosti, správné a chybné postupy a návody na řešení při výstavbě dřevostaveb. Z řady partnerských společností byly po celou dobu konference k dispozici technici, kteří představovali správná technologická řešení, ukazovali možnosti materiálů, produktů a nástrojů a také správných pracovních postupů.

Celý odborný program se setkal s velmi kladným ohlasem. Přednášející byli specialisté ve svých obo-

rech a podělili se o své zkušenosti a poznatky na vysoké úrovni. Důkazem zájmu o témata by jistě mohl být plný sál posluchačů i v pozdních odpoledních hodinách. Největší pozornost a také velmi vysoké hodnocení v dotaznicích získaly od účastníků přednášky k tématům „Řešení detailů v dřevostavbách“ (J. Provázek, Rigips, s. r. o.), „Sanace šikmých střech“ (K. Bulín, Dörken, s. r. o.), „Difuzně otevřené konstrukce dřevostaveb“ (Prof. Ing. J. Krňanský, CSc., Insowool, s. r. o.) a „Vnitřní prostředí energeticky úsporných domů se zaměřením na dřevostavbu“ (Doc. Ing. J. Chybík, CSc., Fakulta architektury VUT v Brně). Mezi nejvýraznější přednášky zabývající se technologií aplikace materiálů patřila témata „Skladby konstrukcí

dřevostaveb s vazbou na průkaz energetické náročnosti budov. Vyhláška č. 148/2007 Sb.“ (Ing. Tomáš Sobol, energetický auditor) a také „Nové konstrukce s deskovými materiály Modrá akustická pro zlepšení akustického komfortu“ (Ing. J. Otta, Rigips, s. r. o.). Mezi hodně diskutované příspěvky patřila i problematika „Stavební akustika – vyhodnocení reálného měření na stavbě“ (RNDr. Josef Vrána, CSc., vedoucí pracoviště CSI, a. s., ve Zlíně) a také „Řízené větrání s rekuperací tepla“ (Ing. J. Jabor, Atrea, s. r. o.).

Společnost Rigips připravuje na základě všech pozitivních ohlasů i čtvrtý ročník konference Dřevostavby v praxi, která se bude konat opět v listopadu tohoto roku.