

Vliv umístění FVE na střechy s nosnými trapézovými profily, rizika nesprávného postupu

Fotovoltaické elektrárny (FVE) jsou v současné době v masivním měřítku umísťovány na nové i existující objekty, jejichž nosnou část střešního pláště často tvoří trapézové plechy. Trapézový plech přitom není vhodným konstrukčním prvkem pro přenášení lokálních břemen. Pokud není návrh podpěrné konstrukce fotovoltaických panelů proveden s ohledem na specifika trapézového plechu, může to znamenat vážný statický problém.

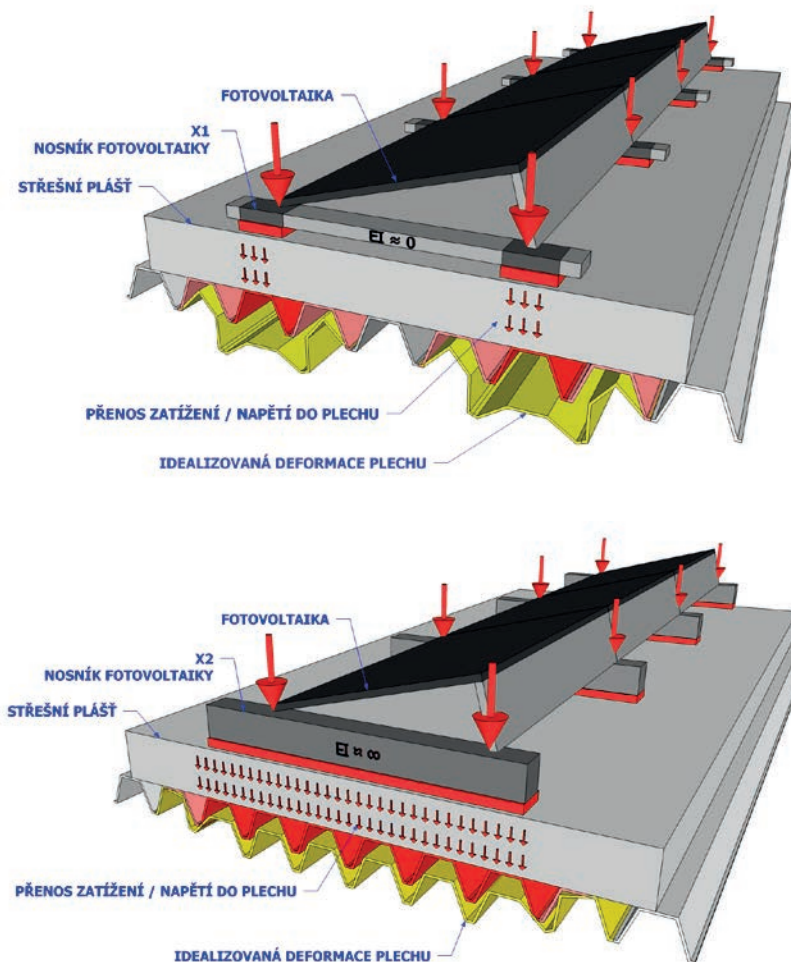
V současné praxi je problematika lokálního působení FVE na trapézový plech často podceňována a dodavatelé FVE, ale i projektanti a stavebníci se ji mnohdy zdráhají řešit. Trapézové plechy jsou ale stavebními prvky určenými pro přenášení především plošných zatížení. Zatížení lokálními břemeny lze na ně uplatnit jen částečně. Na jednotlivé vlny trapézového plechu je třeba nahlížet jako na samostatné, navzájem nespolutpůsobící prvky, neboť vzájemné spolupůsobení je velmi omezené.

Jako příklad obdobné konstrukce může sloužit prkenná podlaha, kde žádné prkno není nijak spojené s vedlejšími prkny a působí samostatně – nejvíce zatíženému prknu nijak nepomůže, je-li v jeho sousedství prkno zatížené méně.

ROZDÍLNÉ VARIANTY ULOŽENÍ FVE

U instalace FVE je tedy důležité volit takové podpěrné konstrukce FV panelů, které zajistí co nejrovnoměrnější přenos veškerých zatížení (tedy i sněhu a větru). Pro názorné osvětlení této problematiky uvádíme schematické obrázky dvou odlišných variant uložení FVE a jejich dopady do namáhání trapézového plechu.

Na prvním obrázku je znázorněna deformace trapézového plechu (v extrémně zvětšeném měřítku, zvýrazněno žlutě), kdy se přes prvek X1 úložné podkonstrukce FVE přenáší podporové síly do plechu pouze lokálně, neboť její ohybová tuhost je zanedbatelná nebo není



▲ LOKÁLNÍ ULOŽENÍ FVE

Deformace trapézového plechu, když úložná podkonstrukce FVE vnáší podporové síly do plechu pouze lokálně

◀ LINIOVÉ ULOŽENÍ FVE

Situace, kdy FVE je podprirána tuhými roznášecími prvky orientovanými kolmo vůči vlnám trapézového plechu.

dostačující nebo není v kontaktu se střešou po celé linii. Je zde patrná značná deformace vlny přímo pod břemenem s odpovídajícím napětím v této vlně (tmavá červená barva). Vedlejší vlny jsou již deformované výrazně méně a i jejich napětí je menší (růžová barva). Vlny trapézového plechu mezi lokálními břemeny se pak na přenosu zatížení nepodílejí prakticky vůbec (šedivá barva).

Na druhém schématu je znázorněna situace, kdy je FVE podpírána ohybově tuhými roznášecími prvky X2, orientovanými zásadně kolmo vůči vlnám trapézového plechu. Za předpokladu, že jsou tyto prvky celoplošně podloženy, je zajištěno, že se všechny vlny plechu deformují shodně a podílejí se na přenosu zatížení téměř stejnou měrou. Výsledné deformace jsou výrazně menší než v předchozím případě, a adekvátně tomu klesá i napětí v trapézovém plechu (světlá červená barva).

Výsledný roznos zatížení výrazně ovlivňuje také tloušťka a tuhost vrstev střešního pláště. Prozatím však neexistují žádná všeobecně platná pravidla pro stanovení přijatelné deformace hydroizolační vrstvy včetně tepelné izolace a stanovení míry roznosu zatížení na jednotlivé vlny.

NA OSAZENÍ FVE JE TŘEBA MYSLET S PŘEDSTIHEM

Vzhledem k tlaku realizátorů střešních snížení stavebních nákladů objektu jsou i (zejména) trapézové plechy předmětem takzvané cenové optimalizace, kdy jejich statický návrh je proveden s velmi malou rezervou únosnosti. Tím je však značně omezena možnost dodatečného přetížení. Pokud tedy střešní nosné trapézové profily nebyly přímo navrženy pro zatížení od budoucí instalace FVE, je pak nepravděpodobné či nemožné, že při posouzení na dodatečnou instalaci FVE vyhoví (a to i v případě zajištění rovnoměrného roznosu zatížení). Naproti tomu, pokud na střeše (pod trapézovým plechem) či její části není instalováno technologické zatížení v původně uvažované hodnotě (což také bývá častý případ), je možné, že při použití vhodné podkonstrukce FVE trapézový plech vyhoví.

Požadavek na instalaci FVE u co největšího množství střešních bude pokračovat i v budoucnu, a to v návaznosti na předpisy požadovaného snižování

uhlíkové stopy v EU a tím i změnami tepelně-technických norem. Je nezbytné či minimálně vhodné, aby i ti stavebníci, kteří zatím instalaci FVE na střeše neplánují, připravovali nosnou konstrukci budovy včetně střešy tak, aby bylo umožněno osazení FVE později. S tím související navýšení realizační ceny střešy je totiž zcela zanedbatelné v porovnání s investicemi, které by si vyžádalo budoucí zesilování střešní konstrukce.

POŽADAVKY NA PODKLADY PRO STATICKÝ POSUDEK

Před zahájením komplexního statického prověřování je nutné zajistit nezbytné podklady pro jeho provedení. Ty je třeba předat osobě odpovědné za statický posudek (při řádné správě staveb a řádném projektování bývají všechny níže uvedené podklady k dispozici).

a) Dokumentace trapézových plechů

Aby bylo možno trapézové plechy posoudit, je nutné o nich znát následující údaje – a to pro všechna místa střešy:

- typ plechu – označení výrobce a konkrétního profilu,
- jmenovitá tloušťka plechu,
- materiál plechu,
- rozpětí a způsob uložení (prostý nosník, spojitý nosník o dvou polích),
- způsob kladení (řadové či s vystřídáními spárami),
- šířka podpor,
- případně počet vrstev či délka „přeplátování“.

Tyto údaje lze nejlépe zjistit z platného kladečského výkresu plechů. Protože při realizaci staveb bývá návrh plechů často „optimalizován“ pro konkrétního dodavatele či investora, je nutné ověřit, že je k dispozici kladečský plán, podle nějž byla střeška skutečně realizována. Není-li takový projekční podklad k dispozici, je zapotřebí provést zaměření plechů, odebrat vzorky a provést jejich laboratorní vyhodnocení.

b) Hmotnost střešního pláště

Vzhledem k tomu, že při návrhu trapézových plechů by se mohlo uvažovat o jiné skladbě střešy, než jaká byla finálně realizována, je vhodné skutečnou hmotnost skladby střešy ověřit pomocí stavebního průzkumu (odběr a vyhodnocení vzorků) – čímž je někdy možno získat i nezanedbatelnou rezervu do výsledného posudku.

c) Zatížení technologiemi a podhledy

Při návrhu trapézového plechu se uvažuje o náhradním plošném zatížení (většinou v intervalu 10–50 kg/m², dnes běžně i 100 kg/m²) jako s rezervou na technologické rozvody v objektu, podhledy a podobně. Tato rezerva mnohdy není vyčerpána a může být využita pro osazení FVE. Je však zapotřebí důsledně uvážit problematiku lokálních břemen. Z toho důvodu je ve většině případů nutné provést podrobnou hmotnostní a geometrickou analýzu skutečně osazených břemen a vytvořit „mapu zatížení“ vztaženou ke kladečskému plánu plechů tak, aby bylo zřejmé, kde a jakou hodnotou je zatížena každá jednotlivá vlna plechu.

d) Informace o FVE

Pro návrh trapézových profilů pod FVE jsou nezbytné tyto údaje:

- hmotnost panelů, podpěrné konstrukce a balastu (přetížení),
- hmotnost rozvodných skříní, kabeláže apod.,
- výška a sklon panelů vůči střešnímu plášti (kvůli správnému uvážení závějí vytvářejících se za FVE),
- konstrukční řešení podpor panelů (především z hlediska správného uvážení problematiky lokálních břemen),
- půdorysné umístění panelů (a případných jiných částí FVE s větší hmotností) na střeše.

**REALIZACE**

Fotovoltaická elektrárna
na ploché střeše.

(foto: Ing. Miloš Lebr, CSc.)

e) Další potřebné informace

O konstrukci střechy je také nutné zjistit:

- výšku překážek vzhledem k tvorbě závějí sněhu,
- polohu prostupů a výměn,
- požadavky požárně bezpečnostního řešení na střešní plášť,
- zda jsou trapézové plechy využívány pro stabilizaci hlavní nosné konstrukce střechy.

DOPORUČENÍ**A POZNÁMKY Z PRAXE**

V případě nepříznivých výsledků posudků dle platných norem při posuzování stávajících konstrukcí je možno zvážit vypracování alternativní statické analýzy využívající podrobnějších dat od hydro-meteorologického ústavu a také probabilistického rozboru historie zatížení.

V této analýze lze uvážit i případně kratší požadovanou životnost, než kterou definuje norma pro nové objekty, snížené součinitele zatížení atd. Výsledky takové analýzy jsou příznivější než výsledky posudku dle standardních postupů aktuálních norem, nicméně není možné dopředu garantovat, že závěr bude vyhovující.

V případě, že není možné s příznivým výsledkem posoudit plechy na přitížení od FVE, nezbyvá než volit jiná řešení – nahradit střešní plechy za silnější (což znamená kompletní rekonstrukci střešního pláště), či celoplošně doplnit výměny pod střechu tak, aby se snížilo rozpětí trapézových plechů. Lze také zvážit instalaci nové nadstřešní pomocné konstrukce pro osazení FVE (staticky nezávislé na trapézových profilech), jejíž osazení přímo na vazníky (či vaznice) však může opět narážet na trapézové plechy, a to v případě, že ty působí jako spojitě nosníky a jejich porušení prostupem (pro sloupek nadstřešní konstrukce pro FVE) by zásadním způsobem změnilo jejich statické schéma.

Pokud by byla pro upevnění FVE použita roznášecí konstrukce zakotvená pouze do hlavní nosné konstrukce (vaznic, vazníků atd.), a nikoli do trapézových plechů, mohou být trapézové plechy namáhány také přitížením dodatečnými sněhovými návěji, kdy jejich vliv závisí na konstrukčním řešení roznášecí konstrukce (zejména její výšce). Možné rezervy v únosnosti plechu se musí stanovit dle konkrétních podmínek finálního konstrukčního řešení uložení FVE pomocí dodatečného výpočtu trapézových plechů.

ZNEMOŽNĚNÁ ČI PODSTATNĚ DRAŽŠÍ INVESTICE

Statické posouzení trapézových plechů, jehož výsledek je nepříznivý, může zcela znemožnit plánovanou investici do FVE. Je tedy zásadní věnovat se této problematice včas a s náležitou péčí (především z hlediska zajištění potřebných podkladů).

Podpěrná konstrukce FV panelů splňující nároky na zajištění rovnoměrného roznosu zatížení do trapézového plechu nemusí být ta nejlevnější a mnozí dodavatelé takovou konstrukci ani nenabízejí. Dodavatelé FVE se vlivu působení na trapézové plechy zpravidla nevěnují a ani jejich technicko-obchodní podklady tuto problematiku neřeší.

Bez zajištění rovnoměrného roznosu zatížení od FVE je příznivý výsledek statického posudku trapézových plechů málo pravděpodobný.

V případě nepříznivého posudku na dodatečné přitížení střechy od FVE, je nezbytné volit jiné řešení, například nahradit střešní plechy za silnější (u nových střech), celoplošně doplnit výměny pod střechu tak, aby se zmenšilo rozpětí trapézových plechů, instalovat nad střechu pomocnou konstrukci nezávislou na trapézových profilech nebo se pokusit změnit projekt fotovoltaických panelů respektive jejich podpěrné konstrukce.

Rozšířená verze článku je ke stažení na internetových stránkách Asociace dodavatelů trapézových plechů a za studena tvarovaných prvků a plošných profilů.

**Text a foto: Ing. Jan Seifert, Ing. Jan Mařík, Ph.D.,
Ing. Tomáš Fiala, Ing. Michal Strejček, Ph.D.,
Asociace dodavatelů trapézových plechů
a za studena tvarovaných prvků a plošných profilů (ASOTRA)**