

Montáž střešních háků

Všeobecné pokyny



I nadále je montáž na šikmé taškové střechy jeden z nejpoužívanějších způsobů montáže FV elektráren. Obvykle jsou při této montáži používány tzv. "střešní háky" nebo "krokvovové háky". Kotevní deska slouží obvykle k upevnění na střešních krokvicích pomocí vrutů; třmen mezi střešními taškami přenáší přídržnou sílu směrem ven; na nich jsou naproti tomu upevněny nosné profily modulů. Geometrie přenášení síly je většinou v důsledku formy tašky velmi omezená, proto je nutné, speciálně u velkých zatíženích, přesné přezkoušení. Vzhledem k tomu, že většina střešních tašek nemá volný průřez, nýbrž jsou přeloženy přes sebe, obvykle nelze opracování tašky zcela zabránit, tašky se při tom ale nesmí nepřípustně zeslabit.

V tomto dokumentu jsou sepsány důležité pokyny pro výběr, plánování a montáž.

Všeobecně je zjištěno, že ve velké většině FV elektráren, které jsou do dnešního data namontovány na střechy, je použito příliš málo a příliš slabé střešní háky. Často vůbec není při dimenzování systému rozlišováno, kde a pod kterými zatíženími je příslušná elektrárna nakonec montována. Dosud vzniklé škody na elektrárnách nebo na střechách jsou ještě zanedbatelné, ale přece jen vedou k určité senzibilizaci a profesionalizaci. To je obzvláště vítáno u montážních firem pro omezení rizik. Mělo by se přihlížet k tomu, že právě montážní systém s podílem hodnoty často jen od 5 do 8% z ceny elektrárny rozhoduje o stabilitě celkového zařízení a o možných drahých následných škodách (např. prasknutí tašek, netěsnosti ve střeše, hmotné škody atd.)

1 Typické příčiny chyb

Bezchybná montáž háků je podstatný předpoklad pro kvalitu a trvanlivost celkové FV elektrárny a také střechy. U falcových tašek je úprava tašky nevyhnutelná, ale v žádném případě nesmí být taška nepřípustně zeslabena. (Negativní příklad viz obrázek). Následky chybné montáže jsou netěsnosti střechy a nebezpečí prasknutí tašky.



Další hlavní příčinou problémů je obecně špatné dimenzování háků bez zohlednění místních sněhových a větrných zatížení nebo špatná montáž háků bez zohlednění minimálních vzdáleností k taškám. Hák může přijmout zátěž a zavést do střešní konstrukce, jen když se dokáže elasticky deformovat a při tom se nedotýká tašek. Při velmi velkých místních zatíženích sněhem musí být popřípadě i přes extra zesílený typ háku tolerováno uložení na tašce; v tomto případě je vhodné doporučit plechové náhradní tašky k pokrytí střechy, aby se zabránilo následným škodám (viz k tomu také část "Statické dimenzování").



Chyby při dimenzování se často vyskytují při systémech zkřížených lišt: Díky zvýšené náročnosti konstrukce zkřížených lišt se nedosáhne žádného přímého zvýšení stability. Většinou je dokonce kvůli vysoké náročnosti lišt volen příliš velký upevňovací rastr popř. vzdálenosti lišt a tak vytvořeno podstatně méně upevňovacích bodů než je nutné. Jednovrstvé montážní systémy obsahují naproti tomu v porovnání s menší cenovou náročností často více upevňovacích bodů. U plošných zatíženích (zatížení větrem, sněhem) je nakonec vždy určující dostatek vysoké plošné hustoty upevňovacích bodů.

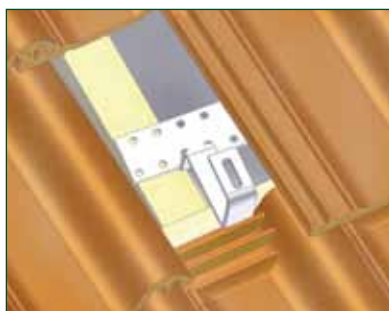
2 Střešní tvary a výběr vhodných střešních háků

Primárně musí být použitý střešní hák vhodný ke tvaru střešní krytiny. Vedle speciálních háků pro speciální tvary střech (bobrovky, tegalit, bitumenová střecha) se používají pro velkou většinu taškových střech a střech z falcových tašek střešní háky univerzálního typu „Frankfurter Pfanne“ v různých tloušťkách. Ve sporných případech může vzorkování vysvětlit, zda-li je hák vhodný pro danou střechu. Je třeba mít na vědomí, že nejen druh tašky, ale také způsob a hustota laťování má vliv na potřebný tvar háku. Aby tvarová různorodost zůstala ohraničena, uzpůsobují se obvykle všechny háky na nižší tvary tašek. U vyšších tašek jsou pod montážní deskou nutné podložné desky. Pro tento účel se můžou použít vhodné destičky z překližky nebo také extra, pro tento účel k dostání hliníkové podložné desky (obrázek dole vpravo), které se mohou vhodně kombinovat. Jelikož většinou neleží plochá místa tašek středově přes střed krokve, je umožněno díky široké montážní desce hák také namontovat odsazeně.

Aby bylo vyhověno různým statickým zatížením, existuje mnoho tvarů střešních háků rozdílných tloušťek (např. pro Frankfurter Pfanne typu Schletter EcoG, EcoS, VaMax, VaMax2). To umožní přizpůsobení přímo na místě. Pro vyrovnání nerovností jsou k dispozici pro mnoho typů také nastavitelné varianty. Při tom se musí mít ale na zřeteli, že délka nastavení je konstrukčně velmi omezená; u velmi nerovných střech jsou popř. řešení, které tzv. "následují střechu" často vhodnější, jelikož tyto střechy nejsou také většinou absolutně tvarově stálé.

3 Montáž střešních háků

Údaje k montáži střešních háků se nacházejí v příslušném montážním návodu. Podstatné kroky můžou být ale zjištěny z následujících obrázků montáže. Všeobecně je úprava tašek většinou nevyhnutelná, ale taška nesmí být nepřípustně zeslabena. Při montáži je bezpodmínečně nutné dbát na to, že střešní háky musí být na všech místech vzdáleny cca 5mm od spodní tašky, aby se mohly při zatížení elasticky deformovat.



Montáž s hliníkovými podložnými deskami

4 Upevňovací šrouby

Statické výpočty vychází vždy minimálně ze dvou šroubů na střešní hák, hloubka vniknutí do dřeva je doporučena minimálně 70 mm. Minimální průměr šroubů je 8 mm. Tímto je vhodná velikost šroubů 8x80 pro střechy bez bednění; pro střechy s dřevěným bedněním a kontralaťováním by měly být použity 8x120 mm. Šrouby se můžou zvolit v pozinkované kvalitě, když je montážní místo spolehlivě suché a větrané, popř. se tam nevyskytuje žádná agresivní atmosféra, jinak se doporučují šrouby z ušlechtilé oceli. Mohou se použít různé druhy šroubů, pokud je k dispozici odpovídající normovaný druh konstrukce. Normální šrouby Spax nejsou, konstrukčně podmíněno, povoleny.

Střešní háky by měly být připevněny pro spolehlivé přenesení sil vždy v nosných dílech střechy (krokve, vaznice). Zavěšení háků na přibité střešní lišty není obecně povoleno, neboť přenášené upevňovací síly kvůli sání větru zde nemůžou být spolehlivě ověřeny.

Háky u střech s izolací nad krokviemi můžou být obecně zašroubovány dlouhými šrouby do krokví (např. systém Schletter Iso07). Podle střešní konstrukce (latě odolné proti stlačení nebo ne) může být tlaková síla zavedena přes distanční pouzdra. Jeden dodatečný šikmě nasazený šroub zavádí síly na šikmou plochu do konstrukce.



System Iso07

5 Statické dimenzování

Aby se předešlo škodám způsobených sněhem, je nezbytně nutné dbát na staticky dostatečné dimenzování háků. Právě u zátěží sněhem jsou rozdíly např. mezi regiony s normálními zátěžemi (např. 0,55 až 0,75 kN/m²) a zvýšenými zátěžemi (až přes 5 kN/m² u výše položených stanovišť) velmi vysoké. Hospodárná a bezpečná řešení vzniknou jen tehdy, jsou-li montážní systémy a budovy střešní konstrukce na sebe optimálně sladěny. Obzvláště se zavedením nové normy vztahující se k zátěži větrem a sněhem (zátěží větrem podle DIN 1055, část 4 (03/2005) a Eurokódu 1 (06/2002)) se staly regionální rozdíly zátěží značně rozdílné. Pro rovnoměrné vytížení střechy v oblastech s velkým zátěží sněhem se zásadně doporučují montovat háky na všech krokvicích. Při velkých sněhových zátěžích jsou obecně doporučeny náhradní tašky z plechu, poněvadž střešní háky - podle statického dimenzování - mohou tašku zatížit.



Rozdělení zátěží sněhem v Německu

Ostatně, potřebný počet střešních háků na m² plochy modulů lze vyčíst ze statických návrhových tabulek. K tomu potřebné informace o místním zatížení sněhem a větrem jsou k dispozici např. v internetovém servisu "Stanovení zatížení" firmy Schletter GmbH. Při dimenzování počtu střešních háků se musí zohlednit popřípadě větší počet háků na rohové a okrajové části střechy. V okrajových částech se obecně vždy doporučuje na prvních dvou krokích po jednom střešním háku, aby se kompenzovalo zesílené zatížení větrnými turbulencemi.

Vysvětlivky k rozmístění střešních háků:

Šikmá střecha je staticky dimenzována jako organická jednotka, užitná zatížení jsou přenesena přes ploché střešní ztužení do krovu. Při montáži FV elektrárny musí únosnost střechy v ploše zůstat zachována, jelikož střecha musí v budoucnu přijímat dodatečně k zatížení sněhem ještě zatížení FV elektrárny. Obzvláště při vysokých zatíženích se musí střešní háky montovat na každou krokvi, jelikož i po montáži elektrárny se musí každá krokve podílet na přenášení zatížení. Šetření nákladů montáží obzvláště stabilního háku jen na každou druhou krokvi není tedy u velkých plošných zatížení smysluplné.

Speciální pokyny pro stavebnicové systémy

Velké rozpětí zatížení pro různá stanoviště (např. zatížení sněhem od 0,6kN/m² na rovině, až do 5kN/m² a nadto ve vysoko položených regionech) ukazují, že profesionální plánování a dimenzování systému upevnění se musí vždy orientovat podle místních zatížení. Právě u předhotovených stavebnicových systémů to není vždy zohledňováno. Jelikož dimenzování všech systémů podle **worst case** (nejhorší případ) a maximálních zatíženích není ekonomicky únosné, musí tedy i u stavebnicových systémů výběr a dimenzování probíhat podle místa montáže.

Dimenzování systému

Zatížitelnost celkového systému velmi znatelně určuje právě výběr střešních háků; přitom je ale nutno mít na zřeteli, že všechny komponenty musí být vhodné pro zatížení na stanovišti montáže. Vedle lišt jsou obzvláště určující moduly. Poskytnutí záruky výrobcem je možné jen tehdy, když je modul také ve zvolené montážní formě povolený pro místní zatížení (viz také ➔ **Montáž modulů - všeobecné pokyny**).

6 "Posazení" střešního háku

Velmi rozšířené nedorozumění při výběru střešních háků podle statických tabulek je domněnka, že se střešní hák nedotýká střešní tašky, pokud byl vybrán podle tabulek příslušného výrobce a aktuálních zatížení. Se zřetelem na vyskytující se extrémní zatížení sněhem v jednotlivých regionech to není obecně vůbec možné. Přitom musí být ovšem také zmíněno, že statické výpočty zohledňují při výpočtu staticky maximální zatížení sněhem vyskytující se jednou za 50 let.

Statické programy a tabulky mnoha výrobců proto "mlčky" tolerují posazení střešního háku na tašku; montér si to však většinou neuvedomí. Právě při nevhodném rozmístění střešních háků tak mohou vzniknout u tašek ležících pod háky nepovolená závadění zatížení, která nevyhnutelně vedou k prasknutí střešních tašek.

Aby se profesionálnímu projektantovi dala k dispozici transparentně všechna potřebná data, ukazují statiky střešních háků firmy Schletter GmbH na oba dva případy. Střešní háky mohou být např. "s posazením" vyčteny z tabulky nebo spočítány ve speciálním programu. Ale má-li být jednoznačně zabráněno dotyku střešní tašky také u extrémních zatížení, mohou být z tabulky převzaty potřebné hodnoty "bez posazení". Samozřejmě je třeba pro tento případ vyšší hustota střešních háků a obecně také stabilnější druhy střešních háků, hák se pak ale zdeformuje při všech vyskytujících se zatíženích jen elasticky a při odlehčení se odpruží do výchozího stavu.

Anlage 4: Tafel zur Ermittlung der erforderlichen Anzahl Dachhaken pro Flächeneinheit 1 m² - Elementneigung 30°

(ohne Aufsitzen)

Typenbezeichnung Dachhaken		Windzone 1: h<10 m (0,5 kN/m ²)						Windzone 1: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²) Windzone 2: h<10 m (0,65 kN/m ²)						Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²) Windzone 2: 10<h<18 m (0,80 kN/m ²) Windzone 3: h<10 m (0,80 kN/m ²)						Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²) Windzone 3: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)					
		Bodenschneelasten = s _s kN/m ²						Bodenschneelasten = s _s kN/m ²						Bodenschneelasten = s _s kN/m ²						Bodenschneelasten = s _s kN/m ²					
		0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50
Rapid ² 45	101001-000	0,90	1,10	1,25	1,35	1,50	1,75	0,92	1,12	1,27	1,37	1,52	1,77	0,94	1,14	1,29	1,39	1,54	1,79	1,32	1,32	1,33	1,43	1,58	1,83
Rapid ² 45V	101001-001	1,13	1,38	1,56	1,69	1,87	2,18	1,17	1,41	1,60	1,72	1,91	2,21	1,20	1,45	1,63	1,76	1,94	2,25	1,27	1,52	1,70	1,82	2,01	2,32

Tabulka střešních háků "bez posazení"

Anlage 4: Tafel zur Ermittlung der erforderlichen Anzahl Dachhaken pro Flächeneinheit 1 m² - Elementneigung 30°

(mit Aufsitzen)

Typenbezeichnung Dachhaken		Windzone 1: h<10 m (0,5 kN/m ²)						Windzone 1: 10<h<18 m (0,65 kN/m ²) Windzone 2: h<10 m (0,65 kN/m ²)						Windzone 1: 18<h<25 m (0,75 kN/m ²) Windzone 2: 10<h<18 m (0,80 kN/m ²) Windzone 3: h<10 m (0,80 kN/m ²)						Windzone 2: 18<h<25 m (1,10 kN/m ²) Windzone 3: 10<h<25 m (1,10 kN/m ²)					
		Bodenschneelasten = s _s kN/m ²						Bodenschneelasten = s _s kN/m ²						Bodenschneelasten = s _s kN/m ²						Bodenschneelasten = s _s kN/m ²					
		0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50	0,65	0,85	1,00	1,10	1,25	1,50
Rapid ² 45	101001-000	1,18	1,43	1,62	1,75	1,94	2,26	1,21	1,47	1,66	1,79	1,98	2,30	1,25	1,50	1,69	1,82	2,01	2,33	1,32	1,57	1,76	1,89	2,08	2,40
Rapid ² 45V	101001-001	0,92	1,12	1,27	1,37	1,53	1,78	0,94	1,14	1,29	1,40	1,55	1,80	0,96	1,16	1,32	1,42	1,57	1,83	1,00	1,21	1,36	1,46	1,62	1,87

Tabulka střešních háků "s posazením"



Možnost výběru "posazení" ve výpočtovém programu

System PP 109004-000
Mönch Nonne 109005-000

Doplňkové upozornění u tabulek "s posazením"

Výběr počtu a druh střešních háků je samozřejmě také ekonomickou otázkou. Montážní firmy tak počítají s možným posazením střešních háků na tašky, na základě dobrých zkušeností z praxe. To je rovněž oprávněné z části na základě DIN EN 1034, která připouští pro nové tašky jistou zatížitelnost. Rozhodnutí se nakonec přenechává projektantovi FV elektrárny. Záruka výrobce systému upevnění může platit samozřejmě jen tehdy, když jsou dodrženy uvedené směrnice.

V praxi by se mělo mít na zřeteli, že zestárlá taška je v zatížitelnosti často silně omezená. U nových betonových střešních tašek je riziko prasknutí vyšší, neboť beton velmi dlouho vytvrzuje.

EN 1304:2005 (D)

4.4.2 Ohybová únosnost

Kritéria ohybové únosnosti nejsou použitelná na tvarovaných střešních taškách.

Zkoušky platí jako uspokojivé, nezlomí - li se při zkouškách podle EN 538 pod následujícím minimálním zatížením :

- 600 N pro ploché tašky (bobrovky);
- 900 N falcová taška s rovnou lícovou plochou;
- 1000 N pro prejzovou krytinu;
- 1200 N pro ostatní tašky.

Zatížitelnost tvarovaných tašek podle DIN EN 1304

Právě v oblastech s vysokým zatížením sněhem smí být posazení střešních háků na tašky jen tehdy při plánování tolerováno, pokud nemůžou vzniknout žádné následné škody. Toto může být obecně dosaženo tím, že se v místě pod střešním hákem namontuje plechová náhradní taška. Podložení vhodnými latěmi nebo fošnami je zaručeno, že tato "taška" neleží vyduť, nýbrž se při zatížení může opřít o střešní konstrukci. Nadále se musí právě v těchto případech vysokého zatížení namontovat dostačující počet střešních háků a tak zátěže rovnoměrně zavést do střechy.

Následující obrázky ukazují příklad montáže s plechovou taškou.



7 Materiál střešního háku

I nadále se používají pro střešní háky různé materiály s různými vlastnostmi:

Pozinkovaná ocel

Pozinkované oceli vhodné kvality jsou zcela vyhovující pro použití na střešní hák. Ovšem je nutné respektovat to, že podle normy je pro toto vnější nasazení povolené jen žárové pozinkování.

Hliník

Hliník může být díky vhodnému tvarování opravdu dobře optimalizován pro vznikající zatížení. Problematické jsou ovšem vždy omezené profily třmenů z důvodů střešní krytiny.

Ušlechtilá ocel 1.4201 nebo kvalitnější

Ušlechtilá ocel 1.4301 (také V2A) má velmi dobré vlastnosti v produkci (dobře svařitelná, houževnatá, elastická, dobře ohybatelná) a také při použití, obzvláště z důvodu korozního chování. Zcela podstatná statická vlastnost je "vhodné" chování při zatížení a lomové chování. Mezitím co je např. hliníkový hák při náležitém statickém dimenzování definován velmi blízko k mezi pevnosti, má hák z ušlechtilé oceli mnohonásobnou rezervu k mezipevnosti ve srovnání se všemi jinými materiály. Tyto velké rezervy v dimenzování mohou být velmi důležité obzvláště v odolnosti proti větru FV elektrárny u pozdějších klimatických změn. Jen ušlechtilá ocel 1.4301 vlastní všeobecné stavebně technické povolení (Z-30.3-6).

Ušlechtilá ocel 1.4016 nebo podobné

Tato ušlechtilá ocel se často používá pro střešní háky kvůli nižším cenám. "Špatně svařitelná", "špatně ohybatelná", "není vhodná pro vnější nasazení" (z: charakteristiky materiálu VA) jsou ovšem jen podmíněně použitelné předpoklady pro použití. Všeobecné stavebně technické povolení chybí.

8 Těsnost střechy

V tomto dokumentu bylo už několikrát upozorněno na to, že montéři FV elektrárny celkově, z důvodu mnoha různých řemeslných prací (FV elektrárna, střecha, AC-instalace (střídavý proud), ochrana proti blesku atd.), přebírají docela vysoké riziko a v mnoha bodech u poskytování záruky stojí proti zákazníkovi. V této souvislosti by se mělo také ještě jednou poukázat na těsnost střechy: Při montáži střešních háků je vytvořeno i přes dodržení všech pravidel mnoho potenciálních slabin, které se právě u velmi plochých střech mohou stát problematické. Proto by se mělo vědět, že výrobci střešních tašek garantují při velmi nízkých sklonech střech jen velmi omezenou nepropustnost! Následující ukázkové údaje jednoho renomovaného výrobce střešních tašek mají pomoci tento problém rozpoznat:

Falcová taška

- zpravidla se doporučuje minimální úhel 30 stupňů
- pouze ve zvláštním případě (těsný spodní izolační pás, popř. lepený) minimálně až do 24 stupňů

Střešní taška pro ploché střechy MZ3

- zpravidla se doporučuje minimální úhel 22 stupňů
- pouze ve zvláštním případě (těsný spodní izolační pás, popř. lepený) minimálně až do 16 stupňů

Bobrovka

- jako falcová taška

Frankfurtská betonová taška

- jako MZ3

U velmi plochých střech se montérům doporučuje, smluvně upozornit na tyto možné problémy s těsností střech.

9 Shrnutí

Ačkoliv je fotovoltaika ve velkém měřítku využívána už několik let, existuje právě v těchto jednoduchých otázkách týkajících se montáže a přizpůsobení na střechu ještě stále mnoho bodů, které nejsou dostatečně profesionálně zpracovány.

Intenzivní sladění mezi výrobcí různých systémových komponentů (modulů, montážních systémů atd.) a konsekventní poskytnutí informací montérům ve formě dokumentace, školení atd., zde pomůžou v partnerské spolupráci obsluhovat dlouhodobý trh a tím společně energetický obrat co nejlépe posunout kupředu.