

Možnosti zlepšení povrchové teploty ostění střešního okna

Ing. Petr JELÍNEK

Ústav pozemního stavitelství, VUT Brno

ÚVOD

V dnešní době zvyšujících se požadavků na tepelnou ochranu budov, se tomuto trendu přizpůsobují také střešní okna. Zde ale dochází ke konfliktu mezi tepelnou ochranou budov a optimálním přirozeným osvětlením místností pomocí střešních oken. Pro osvětlení obytných místností by celková plocha prosklení oken měla být nejméně 10 % obytné podlahové plochy a konstrukce ostění by neměla bránit přirozenému rozptylu světla.

VÝPOČET

V posouzení bylo použito dřevěné střešní okno s tepelně izolačním dvojsklem. Střešní konstrukce dvouplášťové šikmé střechy je zateplena na úroveň doporučených hodnot z normy ČSN 73 0540-2:2011 + Z1 pomocí minerální izolace celkové tl. 300 mm, mezi krokve (200 mm) a pod krokve (100 mm).

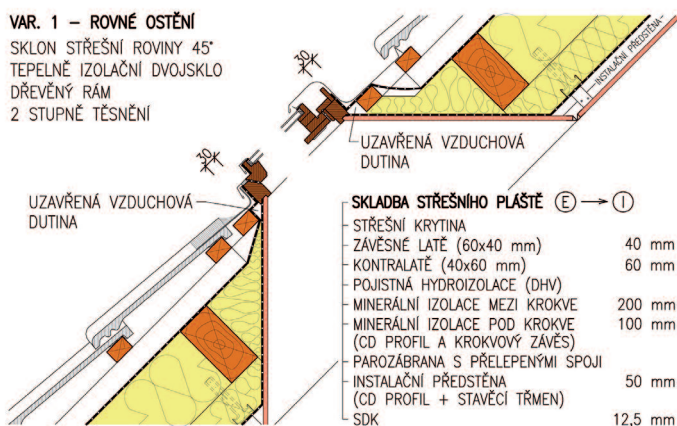
Okrajové podmínky posouzení:

Exteriér: teplota $\theta_e = -15^\circ\text{C}$, relativní vlhkost vzduchu $\varphi_e = 84\%$

Interiér: teplota $\theta_{ai,u} = 21^\circ\text{C}$, relativní vlhkost vzduchu $\varphi_{i,u} = 50\%$

VAR. 1 – ROVNÉ OSTĚNÍ

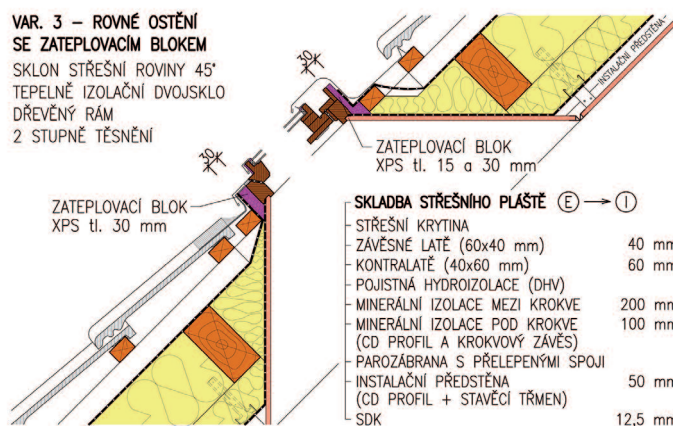
SKLON STŘEŠNÍ ROVINY 45°
TEPELNĚ IZOLAČNÍ DVOJSKLO
DŘEVĚNÝ RÁM
2 STUPNĚ TĚSNĚNÍ



Obr. 1 – Střešní okno s rovným ostěním

VAR. 3 – ROVNÉ OSTĚNÍ SE ZATEPLOVACÍM BLOKEM

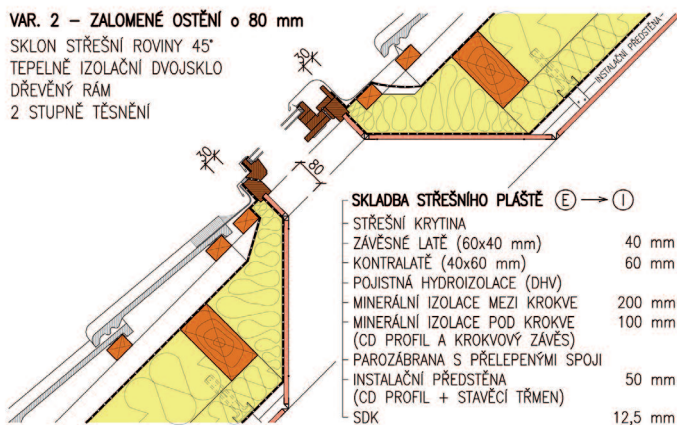
SKLON STŘEŠNÍ ROVINY 45°
TEPELNĚ IZOLAČNÍ DVOJSKLO
DŘEVĚNÝ RÁM
2 STUPNĚ TĚSNĚNÍ



Obr. 3 – Střešní okno s rovným ostěním a zateplovacím blokem z XPS

VAR. 2 – ZALOMENÉ OSTĚNÍ o 80 mm

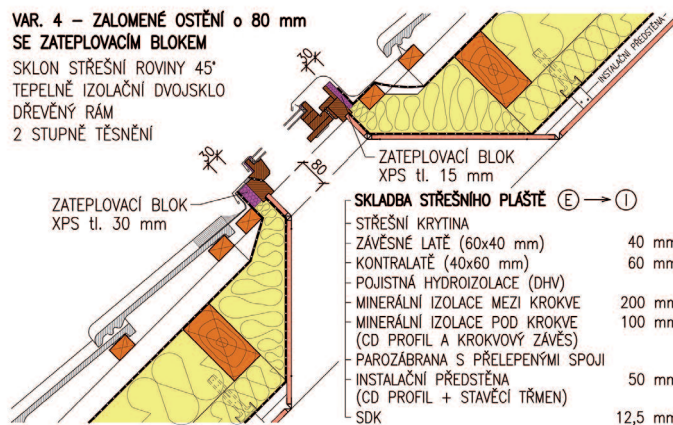
SKLON STŘEŠNÍ ROVINY 45°
TEPELNĚ IZOLAČNÍ DVOJSKLO
DŘEVĚNÝ RÁM
2 STUPNĚ TĚSNĚNÍ



Obr. 2 – Střešní okno se zalomeným ostěním o 80 mm

VAR. 4 – ZALOMENÉ OSTĚNÍ o 80 mm SE ZATEPLOVACÍM BLOKEM

SKLON STŘEŠNÍ ROVINY 45°
TEPELNĚ IZOLAČNÍ DVOJSKLO
DŘEVĚNÝ RÁM
2 STUPNĚ TĚSNĚNÍ



Obr. 4 – Střešní okno se zalomeným ostěním a zateplovacím blokem z XPS

Na obr. 1 je vidět osazení střešního okna, které je vyhovující z hlediska osvětlení, ale již není tak vhodné z hlediska tepelně technického. V oblasti ostění je nedostatečná tloušťka tepelné izolace, hrozí zde povrchová kondenzace vzdušné vlhkosti a růst plísní. Možným řešením tohoto problému, je malé zalomení ostění (obr. 2). Díky tomuto zalomení se zvýší povrchová teplota ostění střešního okna, a omezí se riziko kondenzace a růstu plísní. Z hlediska osvětlení zde dojde k určitému omezení. Při realizaci však musí být provedeno důkladné vyplnění vzniklé dutiny izolačním materiálem.

Na obr. 3 a 4 je konstrukce rovného resp. zalomeného ostění doplněna o zateplovací blok (sadu) z extrudovaného polystyrénu XPS.

V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\leq 60\%$ vykazovat v každém místě povrchovou teplotu vnitřního povrchu θ_{si} podle vztahu [1]:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} \quad [^\circ\text{C}] \quad (1)$$

θ_{si} vypočtená hodnota povrchové teploty

$\theta_{si,N}$ požadovaná hodnota povrchové teploty podle normy [1]

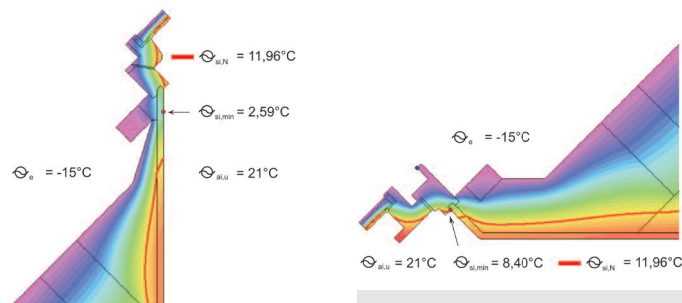
Splnění tohoto požadavku je prevencí růstu plísní a povrchové kondenzace.

Na obr. 1 je vidět, že v kritickém místě vzniká vzduchová dutina (ve výpočtu je uvažováno s uzavřenou vzduchovou dutinou). Kritické

místo by bylo ale vhodné vyplnit tepelně izolačním materiálem (např. vláknitou izolací, komprimační páskou, polyuretanovou pěnou apod.). Při použití měkké vláknité izolace ale hrozí, že dojde ke stlačení izolace a tím pádem ke zhoršení tepelně izolačních vlastností (neplatí pravidlo, čím více izolace, tím lépe!).

VIHODNOCENÍ

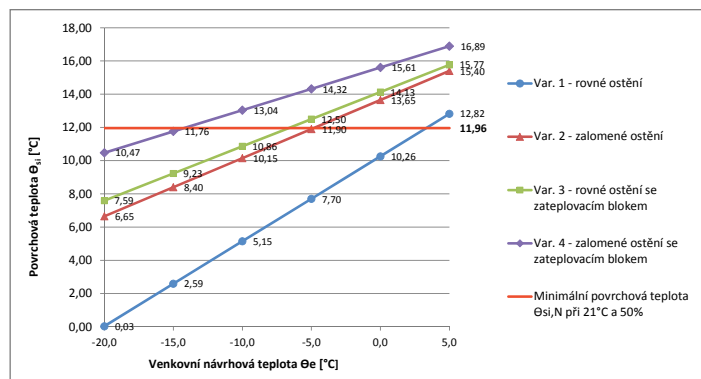
Posuzované varianty ostění střešních oken byly modelovány v programu Area 2011 (Stavební fyzika – Svoboda software). Na obr. 5 a 6 jsou výřezy detailů z modelování, je zde vidět teplotní pole var. 1 a 2 s minimálními povrchovými teplotami. Je zde velmi dobře patrné, že při osazování střešního okna hrají významnou roli i malé tloušťky izolantů a jejich poloha.



Obr. 5 – Teplotní pole střešního okna s rovným ostěním (var. 1)

Obr. 6 – Teplotní pole střešního okna se zalomeným ostěním o 80 mm (var. 2)

Na grafu 1 je provedeno porovnání povrchových teplot jednotlivých variant řešení ostění střešního okna pro venkovní návrhové teploty od 5,0 do -20,0 °C po 5 °C. Je velmi dobře patrné, že v případě osazování střešního okna hrají významnou roli i malé tloušťky izolantů. Rozdíl povrchové teploty var. 1 s rovným ostěním a var. 4 se zalomeným ostěním a zateplovacím blokem při venkovní návrhové teplotě -20 °C činí přes 10 °C. Toho jsme dosáhli pomocí pouze malého zalomení ostění o 80 mm a vložením tenké vrstvy extrudovaného polystyrénu XPS pod lemování střešního okna.



Graf 1 – Porovnání minimálních povrchových teplot jednotlivých variant řešení ostění

Tab. 1 – Porovnání minimálních povrchových teplot s normovými požadavky pro různé venkovní návrhové teploty

		Vypočtená povrchová teplota Θ_{si} [°C]				Minimální povrchová teplota $\Theta_{si,N}$ při 21°C a 50%
		Var. 1 rovné ostění	Var. 2 zalomené ostění	Var. 3 rovné ostění se zateplovacím blokem	Var. 4 zalomené ostění se zateplovacím blokem	
Venkovní návrhová teplota Θ_e [°C]	5,0	12,82	15,40	15,77	16,89	11,96
	0,0	10,26	13,65	14,13	15,61	11,96
	-5,0	7,70	11,90	12,50	14,32	11,96
	-10,0	5,15	10,15	10,86	13,04	11,96
	-15,0	2,59	8,40	9,23	11,76	11,96
	-20,0	0,03	6,65	7,59	10,47	11,96

■ buňky nesplňují podmínku minimální povrchové teploty Θ_{si} ■ buňky splňují podmínku minimální povrchové teploty Θ_{si}

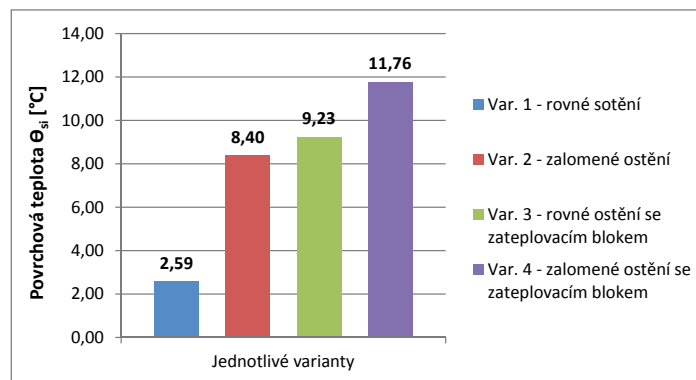
Výsledné porovnání těchto 4 variant ostění střešního okna je řešeno pomocí nejnižší povrchové teploty Θ_{si} v blízkosti místa napojení výplně otvoru (střešního okna) a stavební konstrukce (SDK ostění). Tato teplota je porovnávána s normovými požadavky na povrchovou teplotu podle vztahu (1).

Tab. 2 – Porovnání minimálních povrchových teplot s normovými požadavky pro jednotlivé řešení ostění pro venkovní návrhovou teplotu $\Theta_e = -15$ °C

VARIANTA	Θ_{si} [°C]	$\Theta_{si,N}$ [°C]	HODNOCENÍ	$\Delta\Theta_{si}$ [°C]
1	2,59	11,96	NEVYHOVÍ	–
2	8,40	11,96	NEVYHOVÍ	5,81
3	9,23	11,96	NEVYHOVÍ	6,64
4	11,76	11,96	NEVYHOVÍ	9,17

* $\Delta\Theta_{si}$ - rozdíl povrchových teplot mezi var. 1 a ostatními variantami řešení

Normový požadavek povrchové teploty v kritickém místě byl stanoven na základě okrajových podmínek v Tabulce 2 v normě ČSN 73 0540-2:2011 [1].



Graf 2 – Porovnání minimálních povrchových teplot jednotlivých variant řešení ostění pro venkovní návrhovou teplotu $\Theta_e = -15$ °C

ZÁVĚR

Výpočtem stanovená minimální povrchová teplota 4 detailů střešního okna při venkovní návrhové teplotě $\Theta_e = -15$ °C nespĺňuje normativní požadavky na povrchovou teplotu podle normy ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 [1].

Přestože detaily nespĺňují normativní požadavky na povrchovou teplotu, pomocí takové drobné úpravy konstrukce detailu, kde jsme zalomili ostění střešního okna o 80 mm (var. 2), použili zateplovací blok (var. 3) nebo kombinací obou řešení (var. 4), se nám minimální povrchová teplota ostění zvýšila min. o 6 °C. Z hlediska osvětlení dojde k určitému omezení, které se více projeví u střešních oken s nižším sklonem (do 45°). Je ale otázka, jestli omezení rizika povrchové kondenzace a růstu plísní není dostatečný argument pro toto konstrukční opatření.

Tento článek byl prezentován na odborném semináři – Otvorové výplně stavebních konstrukcí v Hradci Králové, 2012.

Literatura:

- [1] ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012, Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [2] ČSN 73 0540-3:2005, Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [3] ČSN EN ISO 10211 (73 0551) Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Tepelné toky a povrchové teploty – Podrobné výpočty. Praha: Český normalizační institut, 2009. 48 s