

Zásady navrhování šikmých střešních pláštů

František Kulhánek
Fakulta stavební ČVUT v Praze



Abstrakt

Článek je zaměřen na hlavní zásady návrhu šikmých střešních pláštů především z pohledu tepelné ochrany budov. Zabývá se skladbou těchto konstrukcí s ohledem na polohu tepelně izolační vrstvy a detailně probírá zásady, jejichž dodržení je nezbytné pro kvalitní návrh jak jednotlivých vrstev střešního pláště, tak i střešního souvrství jako celku.

Klíčová slova: šikmý střešní plášť, tepelně izolační vrstva, parozábrana, difúzní folie, kondenzace vodní páry.

Úvod

Šikmé střešní konstrukce doznaly v posledním období poměrně značného rozšíření. Příčinu tohoto jevu je třeba spatřovat především ve snaze investorů o využití podkrovního prostoru, kde lze především u bytových staveb realizovat atypické, často mimořádně rozlehlé a exkluzivní obytné prostory. Pro předcházení vadám a poruchám těchto konstrukcí je třeba znát základní funkční principy tohoto typu střešních konstrukcí a respektovat nezbytná pravidla pro návrh jednotlivých částí šikmého střešního souvrství. Následující text se bude zabývat problematikou návrhu šikmých střešních pláštů z pohledu jejich tepelně technických a energetických vlastností.

Skladba střešního pláště

Skladba šikmého střešního pláště, kterou dnes již můžeme nazývat skladbou klasickou, má v podstatě ustálené pořadí jednotlivých vrstev vycházející z fyzikálního principu funkce této střechy, které však lze v závislosti na okrajových a materiálových podmínkách mírně modifikovat. Zcela samostatnou kapitolou jsou z tohoto pohledu difúzně otevřené střešní pláště, což je jedna z nových kategorií střešních konstrukcí, projevující se zvýšeným respektem k environmentálním a ekologickým požadavkům.

Tradiční skladba šikmého střešního pláště zahrnuje obvykle následující vrstvy – směrem od exteriéru k interiéru:

- střešní krytina,

- větraná vzduchová vrstva,
- difúzní folie,
- tepelná izolace,
- parotěsná vrstva,
- vnitřní plášťová deska.

Poloha tepelně izolační vrstvy

Z hlediska koncepce návrhu šikmého střešního pláště je rozhodující poloha tepelně izolační vrstvy. S ohledem na současné požadavky na tepelně izolační vlastnosti střešních konstrukcí se obvykle tloušťka této vrstvy pohybuje v rozmezí mezi 200 až 300 milimetry, u energeticky pasivních domů to jsou hodnoty často ještě vyšší. Kromě zcela specifických případů (obvykle sem zařazujeme energeticky velmi úsporné dřevostavby), je tedy nemožné uložit tepelně izolační vrstvu střešního pláště pouze mezi krokve.

Ve vztahu ke krokvím jako k nosnému elementu může být poloha tepelně izolační vrstvy v zásadě následující:

- tepelně izolační vrstva mezi krokvemi
- tepelně izolační vrstva pod krokvemi
- tepelně izolační vrstva nad krokvemi.

Umístění tepelně izolační vrstvy mezi krokvemi již bylo v předchozím textu vyloučeno, obě dvě zbývající základní polohy mají své výhody, ale i nevýhody.

Tepelně izolační vrstva nad krokvemi má zásadní výhodu v totální eliminaci tepelných mostů, které vytvářejí v tepelné izolaci krokve. Další výhodou je možnost vytvoření této vrstvy z velkoplošných dílců (často i kompletizovaných), které jsou jednak s ohledem na použitý materiál vodotěsné (obvykle se používá extrudovaný polystyrén – XPS), jsou spojovány zámkovým systémem a bezprostředně v jejich konstrukci je často řešeno i upevnění jednotlivých prvků skládané krytiny. Zásadní nevýhodou tohoto systému je poměrně velká tloušťka izolantu nad nosnou konstrukcí střechy, která výrazně ovlivňuje vzhledové vlastnosti nejen střechy ale i celého objektu, což je z pohledu mnoha architektů zcela zásadní a těžko překonatelný problém. V poslední době se ale na trhu objevil systém využívající pěnoplastového izolantu s mimořádně příznivou hodnotou součinitele tepelné vodivosti, který splňuje normové požadavky na hodnotu součinitele prostupu tepla s výrazně menší výslednou tloušťkou tepelně izolační vrstvy, než bylo doposud zvykem. Nelze tedy vyloučit, že toto řešení nalezne v budoucnu výraznější uplatnění.

Tepelně izolační vrstva pod krokvemi se sice neprojevuje na vzhledu budovy, při současných tloušťkách tepelných izolací ale výrazně snižuje vnitřní obestavěný prostor a navíc je často

degradována závěsným systémem pro kotvení nosného roštu vnitřních plášťových desek, který má nepříznivý vliv i na funkční vlastnosti parozábrany, s níž je obvykle v kolizním vztahu.

Nejčastěji využívaným řešením je tedy kombinace obvykle dvou výše uvedených způsobů, a to ať kombinace umístění tepelné izolace mezi krokvy a pod krokvy nebo mezi krokvy a nad krokvy.

Materiálové řešení tepelně izolační vrstvy obvykle vychází z preference vláknitých izolačních materiálů ve formě tužších desek – toto řešení jednak využívá lepších difúzních vlastností vláknitých materiálů, jednak snazší zpracovatelnosti vláknitých desek a lepší opracovatelnosti jednotlivých detailů střešního pláště – tím se současně řeší i otázka prevence vzniku tepelných mostů při nekvalitně provedených izolačních pracích.

Vnitřní plášťová deska je z pohledu volby koncepce střešního pláště v podstatě bezvýznamnou vrstvou. Obvykle se používá sádkokarton, ale v podstatě je možno využít celé široké spektrum deskových materiálů s ohledem na charakter a budoucí užití vnitřního prostoru.

Parotěsná vrstva v šikmém střešním plášti se navrhuje na základě výsledků numerického tepelně technického hodnocení konstrukce. Její funkce spočívá nejenom v omezení toku vodní páry do skladby střešního souvrství, ale má i další velmi důležitou funkci - zajišťuje vzduchotěsnost této konstrukce, což je schopnost velmi důležitá především u dřevostaveb a u staveb s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění. Pro energeticky pasivní objekty je v rámci jejich klasifikace vytyčen velmi tvrdý požadavek na vzduchotěsnost, která úzce souvisí s energetickou optimalizací stavebních objektů.

Materiálové řešení parozábrany nejčastěji vede na použití speciálních foliových materiálů, přičemž z fyzikálního hlediska je ideální jejich poloha co nejbližší interiérové straně konstrukce. Tento požadavek je však v konfliktu s požadavkem na celistvost této vrstvy, která je nezbytná pro zachování jejich očekávaných funkčních vlastností. Je dlouhodobě známo a řadou experimentů potvrzeno, že pokud perforace, mechanická poškození a další imperfekce v celistvosti parotěsné vrstvy dosahují hodnoty jednoho procenta plochy této vrstvy, je parotěsná vrstva z funkčního hlediska zcela neúčinná a tudíž bezcenná. Z tohoto pohledu je třeba navrhovat polohu parozábrany tak, aby byl minimalizován počet prostupů všech závěsných a instalačních prvků a aby se omezily i šroubové a další spoje, procházející touto vrstvou. Proto se velmi často ustupuje od ideální polohy parozábrany na zadní straně vnitřní plášťové desky a parozábrana se situuje mírně do hloubi tepelně izolační vrstvy, takže za plášťovou deskou vzniká prostor o tloušťce cca 50 milimetrů, použitelný pro rozvod instalací včetně zcela bezkolizního vyústění těchto instalací na vnitřní povrch střešního pláště. Často se tento instalační meziprostor ponechává i bez vyplnění tepelnou izolací.

Pro spolehlivou funkci parozábrany je třeba nejenom omezit možnosti její degradace jinými konstrukčními prvky, ale zajistit i její těsnost především ve vzájemných stycích jednotlivých izolačních pásů, tak i v návaznosti na okolní konstrukce (příčné stěny, stropní konstrukce, okenní rámy a podobně), kde je aktuální nebezpečí pronikání vlhkého vzduchu do prostoru za parozábranu a tím i jednoznačná šance pro funkční kolaps této velmi důležité

vrstvy. Pro napojení parozábrany na navazující konstrukce se používají samolepící pásky odpovídajícího typu a kvality.

Funkci parozábrany lze v řadě případů jednoduše a spolehlivě prověřit provedením blower – door testu, který se obvykle realizuje dvakrát, a to po montáži parotěsné vrstvy a následně i po dokončení všech stavebních prací. O nebezpečí nedokonalé funkce parotěsné vrstvy v souvislosti s vlivem lidského faktoru, jak při návrhu tak i při pokládce této vrstvy svědčí i fakt, že řada specialistů při výpočtovém hodnocení konstrukcí s parotěsnou vrstvou cíleně uvažuje s degradací této vrstvy snížením jejího faktoru difuzního odporu – často se jedná o snížení v úrovni jednoho, extrémně i dvou řádů. I tento fakt je důkazem snahy o zobrazení funkce parozábrany v jejím naprosto reálném stavu a výpočtového hodnocení střešní konstrukce odpovídající v co nejvyšší možné míře realitě.

Difúzní folie ve skladbě šikmého střešního pláště má především funkci pojistné hydroizolace. Jistí tedy pod ní ležící tepelně izolační vrstvu před srážkovou vodou, která může do střešního pláště proniknout v důsledku ztráty vodotěsnosti střešní krytiny. Tuto funkci folie plní i v případech, kdy z jakýchkoliv důvodů dojde ke kondenzaci vodní páry na spodním líci střešní krytiny a vzniklý kondenzát odkapává do prostoru tepelné izolace. S výhodou se vodotěsnosti této vrstvy využívá i v období montáže střešního pláště, kdy folie slouží jako provizorní hydroizolační vrstva.

Při volbě difúzní folie je třeba uvážit, zda se jedná o folii, která může být v přímém kontaktu s tepelně izolační vrstvou nebo zda je třeba zařadit do skladby vzduchovou vrstvu, která naopak tento bezprostřední kontakt mezi folií a izolantem znemožní. Logicky se také vyžaduje, aby pojistná hydroizolace byla vyvedena mimo střešní plášť a byla odvodněna tak, aby v případě poruchy vodotěsnosti střešní krytiny voda, stékající po pojistné hydroizolaci, nepoškozovala navazující konstrukce.

Při montáži pojistné hydroizolační vrstvy je pak také třeba spolehlivě zabezpečit, aby folie byla uložena ve správné poloze a plnila tak spolehlivě všechny svoje funkce. Vzhledem k tomu, že difúzní folie je z jedné strany difúzně propustná a ze strany druhé naopak parotěsná, mohla by být nesprávná poloha folie ve střešní skladbě příčinou závažných poruch, které by mohly vést až k ohrožení základních funkcí střešního pláště.

Vzduchové provětraná vrstva se navrhuje téměř u všech střešních krytin a slouží k bezpečnému odvedení vodní páry, difundující z interiéru do střešního pláště a případnému zamezení kondenzace vodní páry na spodním líci střešní krytiny. K vytvoření této vrstvy se nejčastěji používá kontralátí. Pro zajištění potřebného proudění vzduchu v této vrstvě, která funguje na principu komínového efektu, je třeba navrhnout systém otvorů pro přívod a odvod větracího vzduchu. Poloha a rozteč těchto otvorů by měla být ověřena na základě výpočtového hodnocení rychlosti proudění vzduchu a průběhu parciálních tlaků vodní páry v této vrstvě.

Ideální řešení pro přívodní otvory je průběžná větrací štěrbina, situovaná u paty střešní konstrukce – odvětrání se řeší buď speciálními tvarovkami, umístěnými těsně pod vrcholem každého větracího pole nebo speciální úpravou, provedenou ve hřebenu střechy. Všechny takovéto otvory musí být zabezpečeny proti nepříznivým účinkům větrem hnaného deště (nejlépe žaluzií z nekorodujícího materiálu) a zabezpečeny sítí (také nekorodující) proti vnikání hmyzu do dutiny střechy.

Difúzně otevřené střešní pláště

Tento typ obvodových konstrukcí nabývá v současné době stále většího významu. Jedná se o skladby, v nichž se používá speciálních materiálů s příznivými hodnotami faktoru difúzního odporu a poměrně vysokou akumulací schopností. Difúzně otevřené konstrukce zásadně nepoužívají parozábranu a kondenzace vodní páry v takovýchto konstrukcích je buď zcela vyloučena, nebo velmi výrazně omezena. Výsledkem tohoto stavu je příznivý stav vnitřního mikroklimatu v budovách a vyšší uživatelský komfort. Podrobná analýza funkčního principu a návrhu jednotlivých vrstev tohoto typu konstrukcí přesahuje rámec tohoto příspěvku.

Závěr

Návrh šikmého střešního pláště z hlediska stavební tepelné techniky představuje řešení komplexu navzájem provázaných a na sobě závislých problémů, což vyžaduje nejenom značné penzum odborných znalostí a zkušeností, ale i použití výpočtových metod k ověření funkčních vlastností střešního pláště a kvalifikovaný návrh jednotlivých konstrukčních detailů. Rutinní návrh bez výpočtového ověření není garancí správné a bezchybné funkce střešního pláště a jeho dlouhodobé spolehlivosti a vysoké míry životnosti.

Reference

ČSN 73 1901. Navrhování střech. Základní ustanovení. Praha: ÚNMZ, únor 2011.

ČSN 73 0540. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: ÚNMZ, říjen 2011.

TNI 73 0329. Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy. Praha: ÚNMZ, duben 2009.

The rules for inclined roofs design

The paper deals with the main rules for inclined roofs design from the thermal protection of buildings perspective in the first row. The text follows up the composition of these structures with the respect to the position of thermo insulation layer and in depth discuss the important rules for quality design both individual roof structures layers and whole roof compositions.

Keywords: Inclined roof structure, thermo - insulation layer, vapour barrier, diffusion membrane, vapour condensation.

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. František Kulhánek, CSc, Katedra konstrukcí pozemních staveb, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, e-mail: kulhanek@fsv.cvut.cz