

NAVRHOVÁNÍ SKLADEB ŠIKMÝCH STŘECH

PODLE ZÁSAD ATELIERU STAVEBNÍCH IZOLACÍ

HLAVNÍ ZÁSADY UPLATŇOVANÉ PŘI TVORBĚ SKLADEB ŠIKMÝCH STŘECH

HYDROIZOLAČNÍ BEZPEČNOST

Hydroizolační bezpečnost zajišťuje kromě samotné krytiny pojistná hydroizolace. Ta chrání stavbu před položením krytiny, zachycuje vodu procházející přes krytinu a zachycuje

kondenzát na krytině, chrání tepelnou izolaci před zafoukaným sněhem a chladným vzduchem.

VZDUCHOTĚSNOST KONSTRUKCE

Dolní střešní plášť musí být těsný. Netěsnosti v konstrukci, způsobující proudění vzduchu, zásadně ovlivňují vlhkostní režim konstrukce a tedy její životnost. Vzduchotěsnou funkci

je třeba odlišovat od parotěsné funkce vrstev střechy. Vzduchotěsná vrstva zabraňuje proudění vzduchu. Musí odolat tlaku vzduchu (rozdíl teplot mezi interiérem a exteriérem 30°C a rychlost větru 15 m/s způsobuje rozdíl tlaku až 90 Pa), kdežto parotěsná vrstva zabraňuje nebo omezuje difúzi vodní páry. Netěsnými vrstvami dochází v důsledku rozdílu tlaků k výměně



vzduchu mezi interiérem a exteriérem, popř. mezi interiérem a vzduchovými vrstvami ve střeše. Vzduch proudící z interiéru do exteriéru transportuje do skladby střechy vodní páru, která kondenzuje na relativně chladných částech konstrukce a vrstev střechy (ocelové nosné prvky, bednění, krytina). Množství vodní páry pronikající do střechy s proudícím vzduchem je řádově větší než množství vodní páry pronikající do střechy difúzí stejnou netěsností.

Chladný vzduch proudící z exteriéru do střešního pláště snižuje významně účinnost tepelné izolace, příp. snižuje vnitřní povrchovou teplotu střechy. V extrémním případě se chladný vzduch dostává až do interiéru, zvyšuje výměnu vzduchu v místnosti (tepelné ztráty) a snižuje komfort vnitřního prostředí (rychlé chladnutí místnosti, pocit chladu od nohou). V extrémních případech může způsobit až „nevytopitelnost“ prostoru.

Mezi účinné vzduchotěsné vrstvy nedoporučujeme počítat např. parozábrany z fólií lehkého typu prováděných jak shora, např. na lehkých ocelových nosných konstrukcích, tak zesponu na vazníkových konstrukcích a krovových soustavách. I při pečlivém provedení se nelze vyhnout netěsnostem, které mohou způsobit výše uvedené problémy. Často dochází k infiltraci vzduchu v detailech.

ELIMINACE TEPELNÝCH MOSTŮ

Tepelné mosty ve skladbách střech je třeba minimalizovat. Tepelné mosty jsou tvořeny zpravidla konstrukčními prvky, např. krokviemi, přídatnými krokviemi, latěmi apod. Přerušování tepelných mostů se provádí vložením vrstvy tepelné izolace nad nebo pod konstrukční prvky (konstrukční prvky v jedné vrstvě tepelné izolace se orientují kolmo ke směru konstrukčních prvků ve druhé vrstvě tepelné izolace).

UMÍSTĚNÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ VŮČI KONDENZAČNÍM ZÓNÁM

Hlavní nosné prvky, které mohou být ohroženy zvýšenou vlhkostí

– např. dřevěné krokve, je vhodné umisťovat mimo kondenzační zóny. Zároveň nesmí být takové prvky uzavřeny mezi difúzně uzavřené vrstvy.

NÁVRH SKLADBY DOLNÍHO PLÁŠTĚ VÍCEPLÁŠŤOVÉ STŘECHY

Skladbu střechy navrhujeme tak, aby bylo dosaženo příznivého tepelně vlhkostního režimu střechy při daných parametrech vnitřního a vnějšího prostředí. Při návrhu je výhodné respektovat ustanovení norem ČSN 73 1901 a zejména závazné normy ČSN 73 0540. Splnění závazných parametrů dle ČSN 73 0540-2 závisí u několikaplášťových střech především na kvalitě návrhu dolního pláště. Nejdůležitější hlediska návrhu jsou tato:

- součinitel prostupu tepla
- eliminace tepelných mostů
- umístění hlavních nosných prvků mimo kondenzační zóny
- umístění, materiálové řešení, způsob provedení a proveditelnost vzduchotěsných vrstev (hlediska pro dosažení vzduchotěsnosti)
- umístění, materiálové řešení, způsob provedení a proveditelnost vrstev s velkým difúzním odporem (difúzní odpor dolního pláště)
- umístění, materiálové řešení, způsob provedení a proveditelnost pojistných hydroizolačních vrstev (hydroizolační bezpečnost)

Součinitel prostupu tepla

Ve výpočtu hodnoty součinitele prostupu tepla skladby je nutné uvažovat vliv opakujících se tepelných mostů (požadavek ČSN 73 0540-2) a vliv způsobu uložení a ochrany tepelné izolace dle např. ČSN EN ISO 6946 příloha D (zohlednění vlivu netěsností v tepelných izolacích a ochlazování teplé strany izolace proudícím vzduchem).

Difúzní odpor dolního pláště

Množství vody, která se dostává do vrstev střechy, závisí kromě vzduchotěsnosti i na difúzním odporu vrstev. Nízký difúzní odpor

SPECIALIZOVANÉ STŘEDISKO SPOLEČNOSTI DEKTRADE A.S. ATELIER STAVEBNÍCH IZOLACÍ

ZPRACOVÁVÁ A PRAVIDELNĚ AKTUALIZUJE PRO PROJEKTANTY PŘÍRUČKY ŘADY SKLADBY A DETAILS. K PŘÍRUČKÁM PLOCHÉ STŘECHY A IZOLACE SPODNÍ STAVBY PŘIBYLA V LEDNU 2005 PUBLIKACE ŠIKMÉ STŘECHY. CÍLEM TĚTO PUBLIKACE JE NABÍDNOUT VEŘEJNOSTI KONSTRUKČNÍ, MATERIÁLOVÁ A TECHNOLOGICKÁ ŘEŠENÍ PRO REALIZACI ŠIKMÝCH STŘECH. NAVRŽENÁ ŘEŠENÍ VYCHÁZEJÍ Z ODBORNÉ LITERATURY A ZKUŠENOSTÍ PRACOVNÍKŮ ATELIERU STAVEBNÍCH IZOLACÍ A SPOLEČNOSTI DEKTRADE Z PROJEKTOVÁNÍ A DOZORŮ REALIZACÍ ŠIKMÝCH STŘECH. PRÁCE ROZVÍJÍ OBECNÉ PRINCIPY KONSTRUKČNÍ TVORBY STŘECH, ZPRACOVANÉ EXPERTNÍ A ZNALECKOU KANCELÁŘÍ KUTNAR V PLATNÉ ČSN 73 1901 NAVRHOVÁNÍ STŘECH – ZÁKLADNÍ USTANOVENÍ (1999). PREZENTOVANÁ ŘEŠENÍ ODPOVÍDAJÍ SOUČASNÉMU STAVU POZNÁNÍ AUTORŮ A NEJSOU POVAŽOVÁNA ZA JEDINÁ MOŽNÁ. AUTOŘI PŘEDPOKLÁDAJÍ, ŽE PUBLIKACE BUDE DOPLŇOVÁNA O NOVÉ POZNATKY A ROZŠIŘOVÁNA O DALŠÍ VARIANTY ŘEŠENÍ. PUBLIKACE SE PODROBNĚ ZABÝVÁ POŽADAVKY NOREM NA ŠIKMÉ STŘECHY, NÁVRHEM SKLADEB ŠIKMÝCH STŘECH, ŘEŠENÍ TYPICKÝCH DETAILŮ, TECHNOLOGICKÝMI ZÁSADAMI PRO PROVÁDĚNÍ VRSTEV STŘECH A VLASTNOSTMI POUŽITÝCH MATERIÁLŮ.



vrstev pod tepelně izolační vrstvou vůči vrstvám nad tepelně izolační vrstvou může vést k nevyrovnanému vlhkostnímu režimu střeš. Nízký difúzní odpor vrstev pod tepelně izolační vrstvou může navíc nepříznivě ovlivňovat vlhkostní režim ve větraných vzduchových vrstvách. Skladby střeš, jejichž dolní plášť má malý difúzní odpor, jsou citlivější na splnění požadavku na relativní vlhkost ve větrané vzduchové vrstvě a na teplotu dolního povrchu horního pláště než skladby střeš, jejichž dolní plášť má velký difúzní odpor.

Hydroizolační bezpečnost

Skadby, které obsahují pojistnou hydroizolaci jako součást vnitřního pláště, jsou hydroizolačně bezpečnější než skadby s větranou vzduchovou vrstvou pod pojistnou hydroizolací. PHI, která je součástí vnitřního pláště, chrání tepelnou izolaci a interiér před vodou ze zafoukaného sněhu. Je schopna odvést případný kondenzát z oblasti mezi PHI a krytinou. Podstatnou výhodou je skutečnost, že se pod PHI neprovádí větraná vzduchová vrstva technologie je jednodušší. Skadby, které obsahují parozábranu z asfaltových pásů, jsou hydroizolačně bezpečnější než skadby s parozábranou z fólií. Parozábrany z asfaltových pásů, kromě funkce parotěsné a vzduchotěsné, plní zároveň funkci provizorní hydroizolace v průběhu výstavby. V období životnosti konstrukce plní funkci pojistné hydroizolace. Parozábrany z asfaltových pásů významně zvyšují hydroizolační bezpečnost celé střeš.



HODNOCENÍ SKLADEB DOLNÍCH PLÁŠŤŮ

V publikaci Šikmé střeš je uvedena tabulka skladeb spodních plášťů víceplášťových střeš. Skladbám jsou přiřazeny typy vnitřního a vnějšího prostředí. Skadby jsou porovnány z hlediska potřebné tloušťky tepelné izolace pro dosažení požadovaného (doporučeného) součinitele prostupu tepla. Nabízíme zde rovněž řešení skladeb s materiály ze sortimentu společnosti DEKTRADE.

Z hlediska vnitřního prostředí jsme pro orientaci některé typy interiérů zařadili do vlhkostních tříd. Vycházeli jsme z dělení uvedeného v normě ČSN EN ISO 13788. V posledním bodě uvádíme typy interiérů, které nelze zařadit do vlhkostních tříd.

vlhkostní třída 1

– suché sklady, např. papíru, nábytku, textilu, elektroniky atd.

vlhkostní třída 2

– obchody, kanceláře

vlhkostní třída 3

– rodinné domy, výroba elektroniky, nábytku, strojírenská výroba

vlhkostní třída 4

– obytné budovy s velkým obsazením osobami, sportovní haly, kuchyně, jídelny

vlhkostní třída 5

– budovy s velmi vysokou vlhkostí, pivovary, bazénové haly

provozy s extrémní vlhkostí

– papírny, prádelny, kuchyně, neklimatizované bazénové haly, provozy s otevřenou vodní plochou o teplotě vyšší než teplota vzduchu

Pro exteriéry jsme využili dělení dle normy ČSN 73 0540-3:1994.

I. teplotní oblast

$t_e = -15\text{ }^\circ\text{C}$,

nad 600 m n. m. $t_e = -18\text{ }^\circ\text{C}$

II. teplotní oblast

$t_e = -18\text{ }^\circ\text{C}$,

nad 800 m n. m. $t_e = -21\text{ }^\circ\text{C}$

VRSTVY DOLNÍCH PLÁŠŤŮ VÍCEPLÁŠŤOVÝCH STŘECH

Parozábrany z fólií lehkého typu

Materiál fólie (obvykle tenký, často vyztužený perlinkou) velmi dobře brání průchodu vodní páry. Ekvivalentní difúzní tloušťka materiálu tohoto typu (r_{e0}) je obvykle větší než 5 m, v případě fólií s hliníkovou vrstvou jsou hodnoty často větší než 100 m. Výslednou funkčnost finální vrstvy však ovlivňuje:

- způsob spojování (spojování páskami je problematické – prašnost, vlhkost prostředí, mechanické namáhání a nezaručená životnost lepidla)
- opracovatelnost detailů
- poškození v průběhu navazujících prací, např. montáž elektroinstalace a podhledu

- poškození v průběhu užívání, např. instalace skob pro obrazy
- poškození v průběhu životnosti, např. tlakem větru, působením tíhy tepelné izolace, průhyb konstrukce

Takové parozábrany mají významně snížený difúzní odpor a navíc (a to je horší) je nelze považovat za účinně vzduchotěsnou vrstvu ve skladbě pláště ve smyslu požadavků ČSN 73 0540-2 ani v případě, pokud jsou správně navrženy a provedeny. Fólie lehkého typu proto připouštíme navrhovat jako samostatné vzduchotěsné vrstvy ve skladbách určených do vlhkostní třídy max. 2. Ve skladbách s těmito parozábranami určených do vlhkostní třídy 3 je nutné zvýšit vzduchotěsnost skladby (a tedy její spolehlivost) nejméně jednou další vrstvou, např. pojistná hydroizolace z fólie lehkého typu v přesazích slepená, těsně napojená na okolní konstrukce (PHI 2. stupně třída C bez větrané vzduchové vrstvy pod PHI). Pro skladby určené do vyšších vlhkostních tříd fólie lehkého typu nenavrhuje, protože tato vrstva spolehlivě neplní funkci vrstvy vzduchotěsné a bylo by nutno skladbu doplňovat vzduchotěsnou vrstvou, což z ekonomického i technologického hlediska považujeme za problematické. Za výhodnější a spolehlivější řešení považujeme parozábrany a vzduchotěsné vrstvy z asfaltových pásů.

Parozábrany z asfaltových pásů

Parozábrany z asfaltových pásů mají oproti parozábranám z fólií lehkého typu tyto výhody:

- jsou odolnější vůči mechanickému porušení
- vliv perforace kotevními prvky je menší
- opracování konstrukcí prostupujících konstrukcí je možné provést vodotěsně, tzn. i vzduchotěsně. Proto parozábrana z asfaltových pásů je ve skladbě schopna vyhovět požadavkům, které na skladby obalových plášťů budov klade prostředí s extrémními vnitřními podmínkami (tzn. např. bazénové haly). Parozábrana z asfaltových pásů zvyšuje hydroizolační bezpečnost střechy.

Tepelně izolační vrstva

Tepelnou izolaci je možné montovat ze strany interiéru (zdola), nebo ze strany exteriéru (shora). Oba způsoby mají podstatné výhody i nevýhody, které souvisí s ochranou tepelné izolace před srážkovou vodou během výstavby i v průběhu životnosti konstrukce a se zajištěním větrání střechy. Výhodou montáže tepelné izolace ze strany interiéru je práce v prostředí chráněném před vlivy povětrnosti – montáž PHI je provedena před montáží tepelné izolace. U vazníkových konstrukcí bývá obtížné zajistit tepelnou izolaci montovanou ze strany interiéru proti vypadnutí na parozábranu stejně jako chránit parozábranu před mechanickým namáháním. Výhodou montáže tepelné izolace nad krokviemi shora je eliminace tepelných mostů způsobených materiálem krokví. Tepelné ztráty kotvami kontralatí, resp. přídatných krokví, jsou menší než tepelné ztráty krokviemi ve skladbách, kde je tepelná izolace vložena mezi krokve. Tuhost tepelné izolace prováděné nad krokviemi je rozhodujícím kritériem pro způsob upevnění kontralatí. Mezi tuhé tepelné izolace řadíme tepelně izolační materiály, k jejichž 10% stlačení je třeba tlaku alespoň 40 kPa (splňují běžně používané tepelně izolační deskové materiály určené pro ploché střechy), ostatní materiály považujeme za netuhé. V případě netuhé tepelné izolace doporučujeme přibíjet kontralatě ke dřevěným hranolům, které jsou nakotveny do krokví (méně vhodnou variantou z hlediska tepelných ztrát je použití kovových držáků kontralatí, resp. přídatných krokví). V případě tuhé tepelné izolace doporučujeme kotvit kontralatě přímo přes tepelnou izolaci do krokví ocelovými kotvami. V případě montáže části tepelné izolace pod parozábranu doporučujeme, aby tloušťka tepelné izolace pod parozábranou k celkové tloušťce tepelné izolace v konstrukci byla v poměru 1 : 4 (z důvodu příznivého vlhkostního režimu střechy). Desky tepelné izolace mohou být opatřeny nakaširovanou vrstvou asfaltového pásu, který se využívá pro vytvoření PHI (POLYDEK).



NÁVRH POJISTNÉ HYDROIZOLACE

Návrh pojistné hydroizolace (PHI) provádíme v závislosti na tzv. „zvýšených požadavcích“ a na zvážení jejich vlivu. Tento způsob návrhu PHI je zakotven v publikaci Pravidla pro navrhování a provádění střešních (CKPT 2000). Tabulka 1 uvádí stupeň a třídu pojistné hydroizolace v závislosti na zvýšených požadavcích.

Zvýšenými požadavky jsou:

1. nedodržení bezpečného sklonu pro krytinu
2. intenzivní využití podstřešního

3. nepříznivé klimatické podmínky (např. horská oblast, extrémní teplotní oblast, zvýšené působení větru)
4. složitý tvar střechy a obtížné proveditelné detaily (např. dlouhá úžlabí a nároží, množství střešních oken nebo vikýřů)
5. požadavek investora, památkové péče

Hodnocení pojistných hydroizolačních opatření

Skladby střech doporučujeme navrhovat tak, aby nebylo třeba vytvářet pod PHI větranou vzduchovou vrstvu. Nutnost vytvoření větrané vzduchové vrstvy pod PHI z důvodu zajištění příznivého šíření vlhkosti konstrukcí s sebou přináší úskalí:

- Skladby s větranou vzduchovou vrstvou pod PHI v kombinaci s parozábranou z fólií lehkého typu je přípustné navrhovat pouze pro objekty s parametry vnitřního prostředí spadající do vlhkostní třídy max. 2., viz níže.
- Zajištění větrání v oblasti úžlabí, nároží, střešních oken,

TABULKA 1 – stupeň PHI

Sklon střechy	Zvýšené požadavky (ZP)			
	Žádný další ZP	Jeden další ZP	Dva další ZP	Tři další ZP
≥ bezpečný sklon střechy (BSS)	–	PHI 1. stupně	PHI 1. stupně	PHI 2. stupně, Třída A, B
≥ (BSS – 6°)	PHI 1. stupně	PHI 1. stupně	PHI 2. stupně, Třída A, B	PHI 2. stupně, Třída C
≥ (BSS – 10°)	PHI 3. stupně, Třída A	PHI 3. stupně, Třída A	PHI 3. stupně, Třída A	PHI 3. stupně, Třída B
< (BSS – 10°)	PHI 3. stupně, Třída A	PHI 3. stupně, Třída B	PHI 3. stupně, Třída B	PHI 3. stupně, Třída B

PHI 1. stupně zvyšuje těsnost střechy proti srážkové vodě.

PHI 2. stupně je těsná proti srážkové vodě.

PHI 3. stupně třída A je vodotěsná, ale vodotěsnost nelze zajistit u střech větraných pod PHI v místě větracích otvorů.

PHI 3. stupně třída B je vodotěsná – střecha nemůže být navržena větraná pod PHI.

vikýřů atd. (členité střechy) je problematické.

- V oblastech s nepříznivými klimatickými podmínkami hrozí riziko zafoukání sněhu na tepelnou izolaci a po roztátí sněhu zatečení vody do skladby, případně do interiéru. Sníh zafoukaný do skladby může způsobit uzavření větrané vzduchové vrstvy a změnit předpoklad návrhu (může dojít k masivní kondenzaci ve skladbě).
- U skladeb s parozábranou z asfaltového pásu probíhá montáž PHI po montáži tepelné izolace.
Doba mezi pokládkou tepelné izolace a jejím zakrytím PHI je dlouhá. Nad větranou vzduchovou vrstvou je třeba nejprve vytvořit podklad pro PHI – např. bednění. Tepelná izolace je v průběhu výstavby ohrožena srážkovou vodou.
- U skladeb s parozábranou z fólie lehkého typu probíhá montáž PHI před montáží tepelné izolace. Při montáži tepelné izolace může dojít k ucpání větrané vzduchové vrstvy tepelnou izolací. Profil větrané vzduchové vrstvy není možné zkontrolovat.

PHI 2. stupně doporučujeme provádět z kontaktních difúzně otevřených fólií.

Pro PHI 3. stupně doporučujeme využít kompletizované tepelně izolační dílce se svařitelnou nakaširovanou hydroizolační vrstvou – tepelná izolace je při pokládce chráněna před srážkovou vodou – např. POLYDEK.

V případě montáže tepelné izolace ze strany interiéru může neobdobností prováděcí firmy dojít k vyboulení PHI z fólie. Voda je pak sváděna ke kontralatím, kde je PHI proražena upevňovacími prostředky kontralatí. Riziko je možné odstranit návrhem pevného podkladu pro PHI (např. bedněním). V případě provádění PHI z fólie, která má ve střeše zároveň plnit vzduchotěsnou funkci, má slepování přesahů fólie na pevném podkladu příznivý vliv na vzduchotěsnost vrstvy.

< kolektiv pracovníků
ATELIERU STAVEBNÍCH IZOLACÍ >



REEDIČNÍ POZNÁMKA

Podrobnému návrhu pojistných hydroizolačních vrstev šikmých střech nad obytným podkrovím z hlediska zajištění i ostatních funkcí střechy – zejména vzduchotěsnosti – se budeme věnovat v některém z příštích čísel časopisu DEKTIME připravovaných pro rok 2006.

PODROBNĚJŠÍ INFORMACE K NAVRHOVÁNÍ SKLADEB ŠIKMÝCH STŘECH NALEZNETE V PUBLIKACÍCH ŠIKMÉ STŘECHY – SKLADBY A DETAILS V ELEKTRONICKÉ PODOBĚ NA INTERNETOVÝCH STRÁNKÁCH WWW.DEKTRADE.CZ.

