

TEPELNĚTECHNICKÉ POSUZOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH PRVKŮ V KONSTRUKCÍCH

DŘEVO JE VE SPOUSTĚ PŘÍPADŮ NEDÍLNOU SOUČÁSTÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE. PRAVDĚPODOBNĚ NEJROZSÁHLEJŠÍ POUŽITÍ DŘEVĚNÝCH PRVKŮ V KONSTRUKCÍCH JE UPLATŇOVÁNO VE SKLADBÁCH ŠIKMÝCH STŘECH, KDE ČASTO TVOŘÍ NOSNOU FUNKCI. BĚŽNÉ JE I POUŽITÍ DŘEVA JAKO KONSTRUKCE HORNÍHO PLÁŠTĚ DVOUPLÁŠŤOVÝCH PLOCHÝCH STŘECH A JAKO NOSNÉ KONSTRUKCE TRÁMOVÝCH STROPŮ APOD.

DŘEVO JAKO SOUČÁST STAVEB

Dřevo je materiálem, který může být při nesprávném použití degradován vlivem biologického napadení. Podle normy ČSN EN 338-A (1994) *Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi, definice tříd ohrožení biologickým napadením* je pro biologické napadení dřeva rozhodující dlouhodobá hmotnostní vlhkost dřeva přes 20 % (tzn. v řádu týdnů), která je považována za nástupní pro rozvoj dřevokazných hub. K rozvoji dřevokazných hub dochází pouze při kladných teplotách. Teplota 0 °C a nižší je pro růst dřevokazných hub zcela nevhodná.

Hmyz je schopen napadnout dřevo již od 10 % hmotnostní vlhkosti dřeva. Tato vlhkost ovšem umožňuje spíše přežívání zavlečených larev než masivní výskyt dospělých jedinců. Hmyz tedy často napadá pouze dřevo poškozené houbami, které je pro něj snadněji stravitelné. Podrobnosti k problematice biologického napadení dřeva lze nalézt např. ve článku prof. Ing. Richarda Wasserbauera, DrSc. (DEKTIME 07/2006). V následujícím textu bude pojednáno o principech posouzení

dřevěných prvků ve skladbách stavebních konstrukcí v rámci tepelnětechnického posouzení.

PROBLEMATIKA POSUZOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH PRVKŮ ZABUDOVANÝCH VE SKLADBÁCH KONSTRUKCÍ Z POHLEDU ČSN 73 0540-2

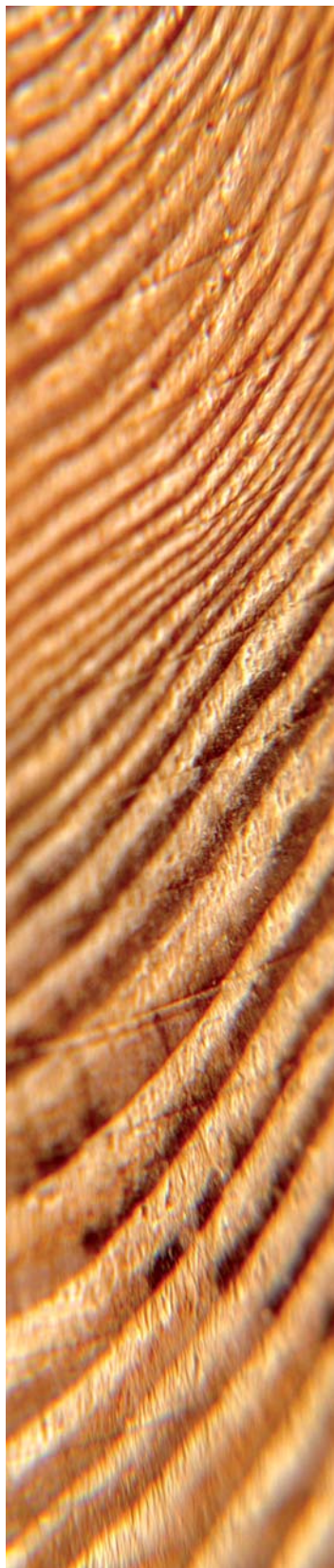
Z uvedeného vyplývá, že kritickým faktorem pro napadení dřeva v konstrukci je hmotnostní vlhkost dřeva 20 %. Ustálená hmotnostní vlhkost dřeva závisí mimo jiné na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu v místě dřevěného prvku. Tepelnětechnickým posouzením je nutno vyloučit umístění dřevěných prvků do podmínek, kde by hrozilo překročení kritické hmotnostní vlhkosti dřeva.

Problematiku zabudování dřevěných prvků uvažuje i tepelnětechnická norma ČSN 73 0540-2 (2007) *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. V kapitole *Šíření vlhkosti konstrukcí* stanovuje norma požadavky na množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce. Pro zkondenzovanou vodní páru uvnitř konstrukce jsou v normě uvažovány dva různé požadavky v závislosti na tom, zda

případná zkondenzovaná vodní pára může ohrozit požadovanou funkci konstrukce či nikoli.

ZKONDENZOVANÁ VODNÍ PÁRA MŮŽE OHROZIT POŽADOVANOU FUNKCI KONSTRUKCE

Citace normy ČSN 73 054



chápat tak, že v dřevěném prvku nesmí zkondenzovat vodní pára.

Citace normy ČSN 73 0540-2 (2005): „Požadavek podle 6.1.1. se prokazuje výpočtem podle ČSN 73 0540-4.“

Touto metodou výpočtu se vyskyt a oblast kondenzace vodní páry stanoví výpočtovým postupem pro ustálené šíření tepla a vodní páry, při zimních návrhových okrajových podmínkách podle ČSN 73 0540-3, což jsou ve skutečnosti krátkodobé extrémní teploty – v řádu dní. Touto metodou nelze postihnout reálné chování konstrukce v průběhu roku, pouze ukazuje riziko kondenzace při extrémních podmínkách.

ZKONDENZOVANÁ VODNÍ PÁRA NEOHROZÍ POŽADOVANOU FUNKCI KONSTRUKCE

Citace normy ČSN 73 0540-2 (2005): „Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_C v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ tak, aby splňovalo podmínku $M_C \leq M_{C,N}$. Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem, vnějším obkladem, popřípadě jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami je $M_{C,N}=0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.“

Citace normy ČSN 73 0540-2 (2005): „Při zabudování dřeva nebo materiálů na bázi dřeva do stavebních konstrukcí je nutné dodržet jeho dovolenou vlhkost podle ČSN 49 1531-1. Překročí-li za normových podmínek užívání rovnovážná hmotnostní vlhkost těchto materiálů 18%, je požadovaná funkce konstrukce ohrožena.“

Normou ČSN 73 0540-2 požadovaná maximální hodnota hmotnostní vlhkosti dřeva 18% je nižší než je hmotnostní vlhkost 20%, která je považována za nástupní pro rozvoj dřevokazných hub a hmyzu. Požadavek normy tedy obsahuje jistou míru bezpečnosti návrhu. Citace normy ČSN 73 0540-2 (2005): „Požadavek podle 6.1.2. se prokazuje bilančním výpočtem po měsících podle ČSN EN ISO 13788.“

Touto metodou se roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry stanoví z průběhu množství kondenzátu po měsících. Tento výpočet vyžaduje měsíční klimatické údaje dle ČSN 73 0540-3. Dle ČSN 73 0540-3 byly návrhové průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu určeny pro jednotlivé měsíce jako maximální z 20 hodnot nejnižších měsíčních průměrů za období 20 let. Jsou to tedy dlouhodobé extrémní teploty – v řádu týdnů.

SHRNUTÍ POŽADAVKŮ ČSN 73 0540-2 NA ZABUDOVANÉ DŘEVĚNÉ PRVKY

Při krátkodobé extrémních teplotách v exteriéru a návrhových teplotách v interiéru nesmí v místě dřevěného prku vzniknout kondenzace. Při dlouhodobé extrémních teplotách v exteriéru a návrhových teplotách v interiéru nesmí dř

dřevěných stavebních konstrukcí, který udává závislost hmotnostní vlhkosti dřeva na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu.

Jednu svislou osu tohoto diagramu tvoří relativní vlhkosti vzduchu, druhou svislou osu pak hmotnostní vlhkost dřeva a vodorovnou osu teploty vzduchu. Když jsou známy dvě z hodnot, je možné pomocí diagramu jednoznačně určit hodnotu třetí.
Pro konkrétní hodnoty teploty a relativní vlhkosti vzduchu v místě dřevěného prvku je například možné odečíst odpovídající hmotnostní vlhkost dřevěného prvku. Zjištěnou hodnotu je poté možné porovnat s požadavkem normy, tedy hodnotou hmotnostní vlhkosti dřeva, při které hrozí rozvoj dřevokazných hub a hmyzu, a tím ztrátu požadované funkce konstrukce (18 % – dle ČSN 73 0540-2).

PŘÍKLAD POSOUZENÍ

PŘÍKLAD DVOUPLÁŠŤOVÉ STŘECHY S DŘEVĚNÝM HORNÍM PLÁŠTĚM

Pro panelovou soustavu VVÚ ETA a T08 B Karlovarská varianta je typická dvouplášťová střecha s dřevěným horním pláštěm. Při revitalizaci takové střechy je kromě obnovy hydroizolační funkce potřeba zlepšit také její tepelněizolační vlastnosti. Obecně se jako jedno z možných řešení může nabízet uzavření větracích otvorů a doplnění tepelné izolace na horní plášť střechy. Příklad skladby takového střešní konstrukce (od interiéru):

- Železobetonový stropní panel 190 mm
- Tepelná izolace z minerálních vláken 80 mm
- Uzavřená vzduchová vrstva 300 mm
- Dřevěné bednění 25 mm

- Parotěsná vrstva (původně vrstva hydroizolační) – souvrství oxidovaných asfaltových pásů 20mm
- Tepelná izolace z pěnového polystyrenu – tloušťka viz dále
- Hydroizolační vrstva z SBS modifikovaných asfaltových pásů 8mm

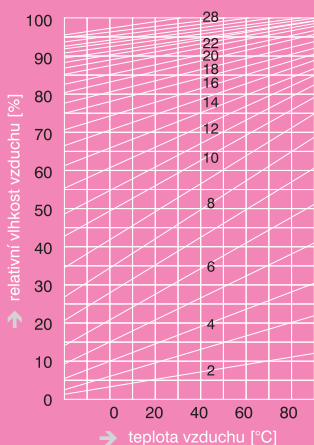
Pro příklad posouzení byly zvoleny okrajové podmínky, které jsou uvedeny v tabulce /1/. Okrajové podmínky odpovídají využití interiéru pro bydlení a umístění stavby v teplotní oblasti 2 a nadmořské výšce do 400 m.n.m.

NÁVRH TLOUŠŤKY TEPELNÉ IZOLACE V HORNÍM PLÁŠTI DVOUPLÁŠŤOVÉ STŘECHY S OHLEDEM NA SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA

Tepelněizolační vlastnosti konstrukce se vyjadřují hodnotou

Tabulka 01 | Okrajové podmínky posouzení dvouplášťové střechy s dřevěnou nosnou konstrukcí horního pláště a s dodatečnou tepelnou izolací na horním plášti

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období (krátkodobě extrémní návrhová teplota)	- 15 °C
Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu v ročním průběhu pro nejméně chladný měsíc v roce (dlouhodobě extrémní návrhová teplota)	- 2,5 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu v zimním období	84%
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu v ročním průběhu pro nejméně chladný měsíc v roce	81,3%
Návrhová	



Tab. 01 | Diagram rovnovážné vlhkosti smrkového dřeva podle Čulického

součinitele prostupu tepla. Požadavek na součinitel prostupu tepla je dle ČSN 73 0540-2 pro konstrukci ploché střechy $0,24 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Tento požadavek bude u našeho příkladu skladby splněn v případě, že bude tloušťka tepelné izolace z pěnového polystyrenu minimálně 70 mm. Při této tloušťce tepelné izolace budou splněny i požadavky normy ČSN 73 0540-2 na vnitřní povrchovou teplotu, množství zkondenzované vodní páry a roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce.

Při této tloušťce tepelné izolace však může i při průměrné měsíční teplotě venkovního vzduchu v ročním průběhu pro nejchladnější měsíc v roce (dlouhodobě extrémní teplotě) docházet ke kondenzaci vodní páry na vnitřním líci horního pláště, což není v souladu se závěrem Kongresu Ploché střechy 2003 – „Ve vzduchové mezeře a zejména na spodním líci horního pláště a na vnitřním líci atiky nesmí zkondenzovat voda“. Proto je tedy potřeba navrhnout tloušťku tepelné izolace z pěnového polystyrenu minimálně 110 mm. Ještě je však nutno posoudit zabudované dřevěné prvky. V tabulce /2/ jsou shrnuty výsledky výpočtu skladby metodou konečných prvků a jejich posouzení.

Skladba nevyhovuje požadavkům na vlhkost zabudovaných dřevěných prvků. Je tedy nutno zvýšit tloušťku tepelné izolace horního pláště střechy.

NÁVRH TLOUŠTKY TEPELNÉ IZOLACE V HORNÍM PLÁŠTI DVOUPLÁŠŤOVÉ STŘECHY S OHLEDEM NA UMÍSTĚNÍ DŘEVĚNÝCH PRVKŮ

Požadavky na umístění dřevěných prvků v konstrukci budou splněny pouze v případě, že bude tloušťka tepelné izolace z pěnového polystyrenu minimálně 230 mm. V tabulce /3/ jsou shrnuty výsledky výpočtu skladby metodou konečných prvků a posouzení na požadavky normy.

SHRNUTÍ NÁVRHU TLOUŠTKY TEPELNÉ IZOLACE V HORNÍM PLÁŠTI DVOUPLÁŠŤOVÉ STŘECHY

U dodatečného zateplení dvouplášťové střešní konstrukce

s dřevěným horním pláštěm, které provází uzavření větracích otvorů, je nutno v tepelnětechnickém výpočtu skladby střechy posoudit vlhkost zabudovaných dřevěných prvků dle výše uvedených zásad.

Z příkladu předchozího výpočtu je zřejmé, že dřevěné prvky ve skladbě střechy významně ovlivňují potřebnou tloušťku dodatečné tepelné izolace horního pláště střechy. Opomenutí posouzení vlhkosti dřeva může vést k degradaci dřevěných prvků ve skladbě.

V případě dodatečného zateplení dvouplášťové střechy s dřevěným horním pláštěm je nutno dodržet v souladu