

MODERNÍ KONSTRUKCE ZATEPLENÍ PODKROVÍ

Prof. Ing. Jan Krňanský, CSc.

Stavební fakulta ČVUT Praha, jan.krnanaky@fsv.cvut.cz

Fakulta umění a architektury TU v Liberci, jan.krnanaky@tul.cz

Insowool s.r.o., Praha-10, K Nedvězí 107, krnanaky@insowool.cz

Moderní konstrukce zateplení budov a jejich podkroví mají úzkou souvislost s kvalitou vnitřního prostředí, které těmito úpravami vytváříme. Příspěvek se zamýšlí nad těmito souvislostmi a nabízí jedno z možných řešení, využívající inovativní materiály a konstrukční přístupy ověřené v praxi.

Zdravé budovy a úspory energie

Trvalým požadavkem na budovy je požadavek energetické úspornosti. Významných energetických úspor se docílí především

- prováděním dostatečně tlustých vrstev tepelných izolací střech a obvodových plášťů,
- používáním výplní otvorů s co největší tepelně izolační schopností (dveře, okna),
- maximálním omezením netěsností, zejména u okenních a dveřních otvorů,
- omezením přirozeného větrání obytných prostor na minimum (okna, dveře a podobně) a použitím větrání umělého, často ve spojení s technologií rekuperace.

Tyto úpravy a opatření mají významný dopad na kvalitu vnitřního prostředí staveb. Starší budovy, u kterých přetrvávají doposud nekvalitní výplně otvorů, mají paradoxně vlivem jejich netěsností vesměs dostatečnou výměnu vzduchu s okolím. Současně může v obvodových stěnách těchto staveb probíhat volně difúze (pokud ovšem nejsou „olepené“ neprodyšnými izolacemi na bázi pěnových plastů, opatřenými navíc neprodyšnými tenkovrstvými polymerními omítkovinami).

Některé nové nebo nesprávně tepelně doizolované budovy, poplatné výše zmíněným energeticky úsporným opatřením, jsou často více či méně vzduchotěsné, tj. nemůže v nich probíhat ani konvektivní, ani molekulární přenos plynů. Typickým příkladem je většina dnes používaných konstrukcí zateplení podkroví. V prostorách s opláštěním bez molekulárního přenosu obvykle bývá nestabilní vlhkostní režim, výjimkou není výskyt plísní, vlhká ostění oken apod. Malá nebo prostorově nestejná výměna vzduchu může způsobit i vznik vysokých koncentrací látek, které nejsme schopni svými smysly vnímat, které však škodí našemu zdraví. Typickými příklady takových látek jsou formaldehyd (koberce, bytová chemie.....), oxid uhličitý, který vydechujeme či například ozón, vznikající např. při činnosti kopírek či tiskáren.

Vnitřní mikroklima v zatěsněných interiérech může být oproti vnějšímu klimatu daleko více „zahuštěné“ bakteriemi, viry, spórami hub či jinými mikrobiologickými kulturami, které svými smysly rovněž nevnímáme. Typickým rysem příliš zatěsněných prostorů je také vznik pachů, který se projevuje při dlouhodobějším uzavření prostoru (např. o dovolené).

Uvedené souvislosti naznačují, že požadavek energetické úspornosti velice úzce s otázkou konstruování zdravých budov souvisí. Řešení jednoho problému nelze oddělit od druhého.

Kritika současných konstrukcí zateplení podkroví

Podíváme-li se na běžné konstrukce zateplení podkroví šikmých střech, zjistíme, že prakticky všechny důsledně oddělují vnější a vnitřní prostředí pomocí parozábran. Jde o polymerní fólie (např. PE), které mají zabránit vstupu páry ze strany interiéru do konstrukce. Parozábrana v souvrství zateplení střechy ovšem není projevem pokroku a moderního

stavitelství. Je především výrazem obav konstruktéra, že mu ve střešní konstrukci zkondenzuje příliš mnoho vodní páry, konstrukce si s ní neporadí a nastane biologická degradace (plísně, hniloba, dřevokazný hmyz). Fólie se vzduchotěsně napojují na rovněž vzduchotěsné výplně otvorů (okna, dveře). Vzniká tak hermeticky uzavřený „igelitový vak“ se vzduchotěsnými průhledy do okolí. Je nasnadě, že bez dalších technických opatření je jak kvalita vzduchu, tak i kvalita povrchů v interiéru z hlediska osídlení (i neviditelnými) biologickými kulturami problematická. Takto koncipované konstrukce zateplení nedýchají, neprobíhá v nich přirozený přenos suchého vzduchu a vodní páry mechanismem difúze.

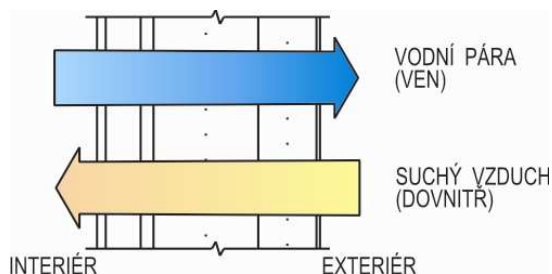
Důsledkem je i další skutečnost, o které se často příliš nehovoří: velmi malá regenerační schopnost těchto konstrukcí v případě, kdy dojde k masivnějšímu zatečení vody, například v důsledku porušení střešního pláště.

Je tedy na místě uvažovat o alternativním konstrukčním řešení, které by umožnilo jak jistou prodyšnost střešního pláště, tak i směřovalo k využití ekologicky co nejprátelejších materiálů resp. materiálů z obnovitelných zdrojů.

Prodyšnost střešního pláště

Pojem „prodyšnost“ střešního (ale i obvodového) pláště je populárním opisem jeho schopnosti transportovat v přiměřeném množství plynné látky mechanismem molekulární difúze (ve stavebních aplikacích nás primárně zajímá binární směs suchý vzduch – vodní pára). Snaha o konstrukci difúzně otevřených střešních plášťů je snahou po odstranění jejich hermetického utěsnění, snahou po konstrukci zateplených podkroví bez použití parozábran. Teoretické výpočty i zkušenosti z celé řady realizací v ČR i v zahraničí z posledních let jednoznačně potvrzují jak přednosti, tak i funkční spolehlivost tohoto konstrukčního uspořádání. V difúzně otevřené konstrukci probíhají sice malé, avšak nikdy neustávající navzájem protisměrné molekulární toky suchého vzduchu a vodní páry (nulová barycentrická rychlost směsi). To přináší důležité výhody:

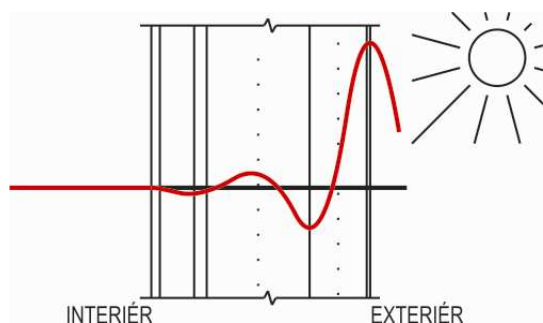
- Konstrukce podkroví není ze strany interiéru hermeticky těsná. Zmiňované toky tak automaticky napomáhají udržet kvalitu vnitřního prostředí v interiéru (sama o sobě sice nedostatečná, ale trvalá výměna vzduchu).
- Protisměrný pohyb páry a suchého vzduchu významně snižuje pravděpodobnost osídlení povrchů interiérů mikrobiologickými kulturami.
- Vzniká autoregulace vlhkosti v prostoru interiéru (sorpcí resp. desorpcí z povrchových i hlouběji umístěných materiálů podle aktuálního stavu vlhkosti v interiéru).
- Prodyšné pláště vykazují velice dobrou regenerační schopnost, tedy schopnost vlastními silami se zbavit nadměrné vlhkosti (např. v důsledku závady střešního pláště či promočení konstrukce při montáži).
- Po konstrukční stránce jsou tyto pláště jednodušší (už jenom díky absenci parotěsné vrstvy, jejíž skutečně kvalitní provedení je navíc přesně vzato nemožné) a snadno se provádějí.



Akumulace tepla a tepelná stabilita podkroví

Ani prodyšné, difúzně otevřené konstrukce zateplení podkroví ovšem nemusejí být funkčně dokonalé. Mohou trpět nedostatkem, dnes typickým pro běžná zateplení podkroví i pro moderní dřevostavby: malou tepelně-akumulační schopností. Nedostatek akumulace má u střešního (i obvodového) pláště za následek malou tepelnou stabilitu interiérů. To prakticky znamená, že kolísání teplot v exteriéru budovy se v relativně krátkém čase a s malým tlumením „propisuje“ i do interiéru stavby. Tuto skutečnost pociťujeme zejména v horkých letních dnech, kdy se prostory podkroví přehřívají. Jen málo používaných obytných podkroví je vybaveno klimatizací, která tento může nedostatek kompenzovat (ovšem za cenu vysoké spotřeby energie). V zimním období malou akumulaci vesměs nepociťujeme, protože ji v případě správně navržené otopné soustavy „neutralizujeme“ vytápěním objektů.

Ve veřejnosti často panuje názor, že kolísání teplot v interiéru lze omezit dostatečnou tloušťkou tepelné izolace. Tento názor je koncepčně mylný. Tloušťkou tepelné izolace snižujeme hustotu tepelného toku, tedy zejména v zimě únik tepla konstrukcí. Prakticky vůbec však tím neovlivňujeme rychlost, jakou se změna podmínek v exteriéru promítne do interiéru. K tomu potřebujeme konstrukci „dodat“ právě tepelnou kapacitu.

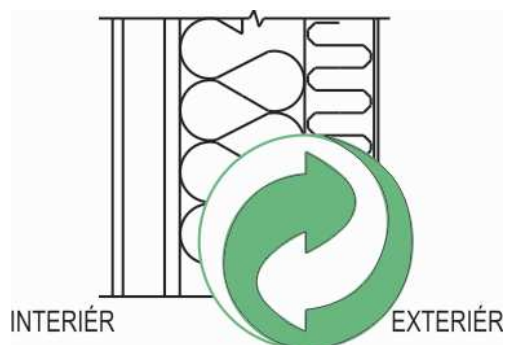


Moderní materiál pro řešení podkroví: dřevovláknité desky

Multifunkčním materiálem, který je schopen všechny potřebné požadavky kladené na funkční vlastnosti zateplení podkroví pokrýt, je nelisovaná dřevovláknitá deska. Její součinitel tepelné vodivosti je pouze o 10-20% větší než je obvyklé u běžně užívaných vláknitých či pěnových izolací (podle objemové hmotnosti). Dřevovláknitá deska však propůjčuje konstrukci podkroví řadu vlastností, které pomocí zmíněných běžných typů izolací nejsou vůbec dosažitelné. Dřevovláknitou desku lze použít jako konstrukční desku. Materiál má vysokou požární odolnost, sorpci vlhkosti, je difúzně otevřený, ekologický, vyrobitelný z obnovitelných zdrojů. Zásadní je ovšem jeho tepelná kapacita. Při stejných tloušťkách má v porovnání s běžnými tepelnými izolacemi akumulační schopnost 20 až 30-krát vyšší. To je kvalitativní rozdíl oproti jakékoliv jiné tepelné izolaci. Použijeme-li do konstrukce podkroví dřevovláknitou desku v tloušťce 60-100 mm, bude doba prohřátí podkroví 3-4 krát delší, než bez použití této desky. Obvyklá konstrukce podkroví se prohřeje cca za 3-4 hodiny (tloušťky lehkých izolací běžně 250-350 mm). Znamená to, že v letním období, kdy v městských aglomeracích dosahuje teplota špičkových hodnot (s ohledem na sálání okolních ploch) okolo 17-18 hodiny, dorazí tepelná vlna do interiéru cca ve 21.-22. hodin. Tyto prostory se potom stávají pro spánek či pro práci více či méně neobyvatelné. Při použití dřevovláknité desky však dorazí tepelná vlna do interiéru v časných ranních hodinách, kdy je již venku chladný vzduch a problém můžeme snadno řešit otevřením okna.

Optimálními výrobky pro toto použití jsou nadkroevní konstrukčně-izolační dřevovláknité desky Hofafest UD s objemovou hmotností 260 kg/m^3 , případně desky Hofatex Kombi (lacinější varianta), vyráběné slovenskou společností Smrečina Hofatex. Tyto desky jsou ve hmotě hydrofobizované, takže v případě porušení střešního pláště nedojde k poškození samotných desek ani konstrukce zateplení. Desky jsou navíc po obvodu opatřené dvojitém perem a drážkou. To výrazně zjednodušuje a zlevňuje montáž (napojování desek nemusí být

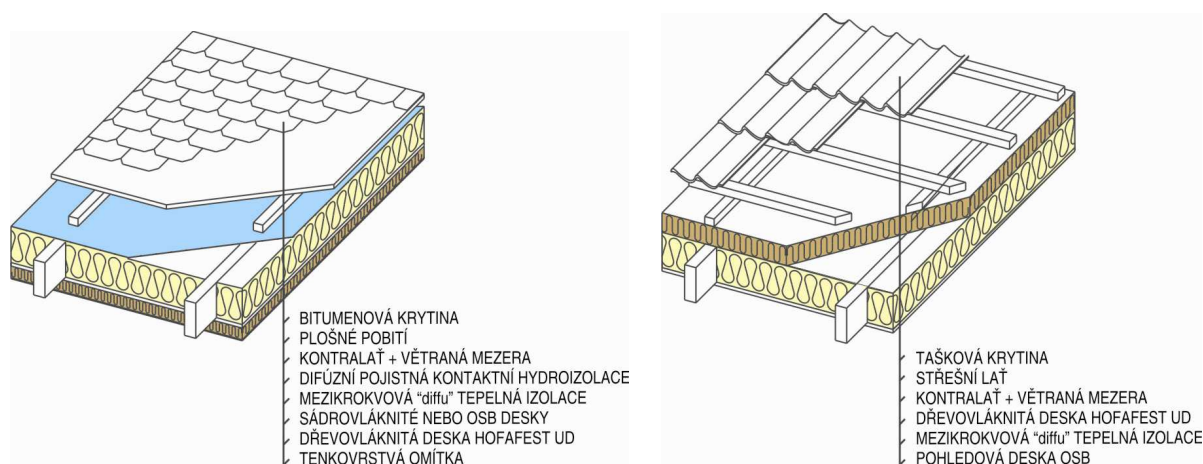
nad krokve) a účinně zabraňuje spárové konvekci vzduchu i zatékání vody. Jsou proto ideálním výchozím materiálem pro tvorbu difúzně otevřených a přitom současně akumulčních konstrukcí zateplení podkroví s regenerační schopností.



Základní skladba difúzně otevřeného střešního obvodového pláště

Z konstrukčního hlediska je vhodným řešením skladby zatepleného střešního pláště umístění dřevovláknitých desek Hofatex nad krokve. Běžné tloušťky, používané pro tyto konstrukce, jsou 60-100 mm. Mezi krokve je umístěná vhodná difúzní vláknitá tepelná izolace. Funkci parobrzdy, omezující množství páry vstupující do pláště, plní interiérová deska; nejčastěji je to deska OSB nebo jiný plášťový materiál s dostatečným difúzním odporem (například deska Rigidur Sd). Tyto tři vrstvy jsou současně jediné povinné systémové vrstvy. Ze strany interiéru je možné použít předstěnu či například palubkový obklad. Ze strany exteriéru je pak možné nad povinnou provětrávanou mezerou (u nestandardních konstrukcí střech musíme její potřebnou tloušťku určit z Hagen-Poiseuilleova zákona) použít libovolný typ krytiny.

V případě, kdy nechceme či nemůžeme umístit dřevovláknitou desku nad krokve (architektonické důvody, nově položená krytina na stávající nezateplený střešní plášť apod.) je možné provést zateplení dřevovláknitými deskami i ze strany interiéru. Příklady skladeb difúzně otevřených střešních plášťů jsou na obrázcích.



Příklady zateplení střešního pláště dřevovláknitými deskami, konstrukce diffuroof® společnosti Insowool s.r.o.

Od roku 2008, kdy společnost Insowool difúzně otevřené skladby plášťů experimentálně otestovala a ocertifikovala, již byly realizovány desítky plášťů střech i obvodových plášťů dřevostaveb bez jakýchkoliv závad v oblasti vlhkostní techniky. Rovněž trvale probíhající

ověřovací měření objektů in situ potvrzují, že idea difúzní otevřenosti přináší všestranně výhodné a funkčně vysoce komfortní konstrukce plášťů.

Je však třeba poznamenat, že návrh skladby difúzně otevřené konstrukce na bázi dřeva je vždy třeba pečlivě prověřit nadstandardně podrobným vlhkostně-technickým posouzením. Zejména je třeba soustředit se na bilanci vlhkosti, na úrovně a doby trvání rovnovážné vlhkosti dřevěných prvků krovu a na vlhkostní režim konstrukčních detailů.



Ukázka zateplení střešního a obvodového pláště v systému diffuwall®. Experimentální ověřování difúzně otevřené sestavy v klimatické komoře, CSI Praha.

Zdroje obrázků: www.insowool.cz, www.hofatex.eu

Literatura:

- [1] Šesták, J.: Teoretické základy oboru-přenos hmoty, skriptum FS ČVUT Praha, vydání třetí, 1990
- [2] Hutcheon, N.B., Handegord, G.O.P.: Building science for a cold climate, John Wiley & Sons, 1983
- [3] Vodák, F.: Fyzika kontinua I., skriptum FSv ČVUT Praha, 1979
- [4] Pánek J., Krňanský J.: Technicko-fyzikální analýza staveb, skriptum FSv ČVUT Praha, 1990
- [5] Krňanský, J.: Building structures: engineering physical analysis, LLP Erasmus programme, TU v Liberci, 2007