

# **DEFEKTY IZOLACÍ V KONSTRUKCÍCH ŠIKMÝCH STŘECH**

**Petra Bednářová**

**Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích**

## **Abstrakt**

Střešní pláště u šikmých střech zaznamenaly v posledních letech značných konstrukčních změn, které vznikly na základě nových tepelně technických požadavků, zvýšenou kapacitou výstavby podkrovních místností k bytovým účelům a rozšířením sortimentu stavebních materiálů na trhu. Izolační defekty vzniklé na základě chybného provedení stavby byly již mnohokrát popsány. Mnoho poruch šikmých střešních plášťů je však velmi často založeno na chybném pochopení či neznalosti vlastností, struktur a tepelně vlhkostního chování materiálů vkládaných do konstrukce.

Klíčová slova: šikmé střešní konstrukce, vlastnosti materiálů

## **Abstract**

In recent years, there have appeared many constructional variations of the roof claddings of the single-pitch roof. Most of them were caused by the new thermal moisture requirements, by larger construction of dwelling units in the attics and by the expanded range of products of the building materials in the market. The insulating defects that are caused by the imperfect construction are described well already. But many defects of the roof claddings of the single-pitch roofs are caused by the misunderstanding or by the ignorance of the characters, the structures and the thermal moisture features of the materials that are used in the construction.

Key words: single-pitch roof, features of the materials

## 1. Úvod

Každý materiál má svá specifika a není možné uskutečňovat návrhy konstrukcí pouze na základě obecných názvů bez zmapování a vyhodnocení veškerých vlastností daného materiálu.

## 2. Tepelné izolace

Zateplováním provádíme dodatečnou tepelnou ochranu stavebních konstrukcí s cílem ušetřit náklady na teplo. Pořízení tepelné izolace stojí peníze, ale je to jednorázové vydání, které se v budoucnosti mnohonásobně vrátí, pokud zvolíme takové materiálové řešení, které bude minimalizovat vznik poruch a snížení tepelného odporu. Volba tepelné izolace se dnes na trhu jeví pro laiky jako velmi nepřehledná a často je jediným kritériem výběru cena a jednoduchost montáže.

V současné době dochází k obrovskému nárůstu využívání tepelných izolací do novostaveb i rekonstrukcí a to jak u obytných budov, tak i u budov veřejných. Mnoho projektantů i stavebních firem velice často nerozlišuje případy, kdy je možno využít minerální vlny různého stupně hydrofobizace. Cílem experimentu, který probíhá na VŠTE je komparativní studie – reakce vybraných druhů tepelných izolací na vlhkostní zátěž za různých okrajových podmínek.

Analytická studie zpracovaná na VŠTE v Českých Budějovicích provedla srovnání měkkých tepelných izolací doporučených pro izolace šikmých střech – izolace mezi krokvemi - dle vlivu vlhkosti.

Byly modelovány čtyři případy možného styku tepelné izolace a vlhkosti:

1. stékání vody po šikmé- horní ploše tepelné izolace
2. \*) ponor na 48 hodin
3. \*\*) ponor do 200 ml vody – výšky cca 3 cm – 48 hodin

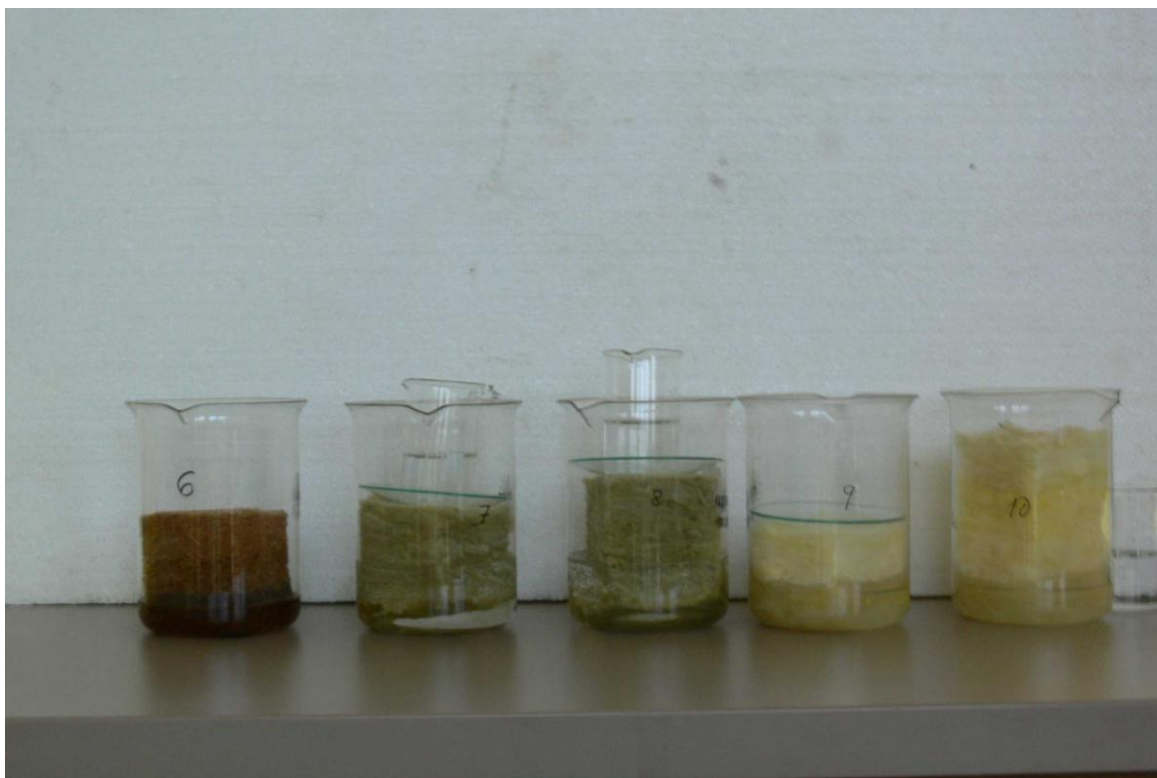
4. \*\*\*)volný styk s hladinou – 48 hodin,

Pro porovnání bylo vybráno pět druhů tepelných izolací, čtyři na bázi minerální vlny (2x kamenná vlna a 2x skelná vlna) a jedna z konopných vláken viz tabulka

Č. vzorku	Varianty tepelné izolace	Tloušťka izolace	$\lambda$ W/mK
<b>1*,6*,11**</b>	<b>Izolace na bázi konopí</b> – bez hydrofobizace – doporučeno pro šikmé střechy	8 cm	0,038
<b>2*,7*,12***</b>	<b>Izolace na bázi kamenné vlny – výrobce č.1</b> – pojen pryskyřicí – v celém průřezu jsou nařezané desky hydrofobizované	10cm	0,039
<b>3*,8**,13***</b>	<b>Izolace na bázi kamenné vlny – výrobce č.2</b> - vhodné pro nezatížené tepelné, zvukové a protipožární izolace především šikmých střech s vkládáním mezi krokve – údaje o hydrofobizaci nejsou u výrobce dostupné	10 cm	0,039
<b>4*,9**,14***</b>	<b>Izolace na bázi skelné vlny – výrobce č.1</b> - vhodné pro nezatížené tepelné, zvukové a protipožární izolace především šikmých střech s vkládáním mezi krokve	10 cm	0,042
<b>5*,10**,15***</b>	<b>Izolace na bázi skelné vlny – výrobce č.2</b> - nekaširovaná, difúzně otevřená plst' ze skelné vlny vhodná pro zateplování šikmých střech	10 cm	0,04

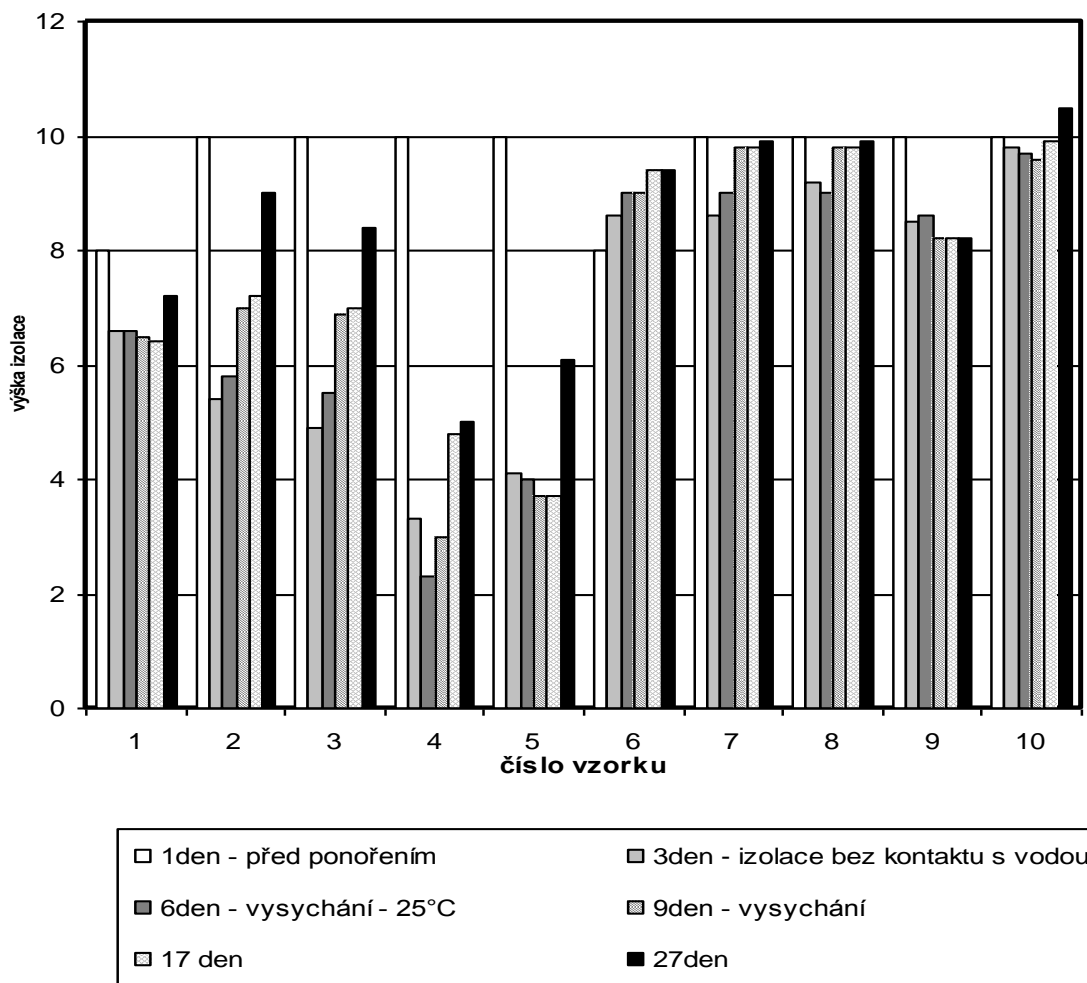
Tab. č.1 – varianty tepelných izolací (velikost vzorku 7 x 7 cm)

Obr.č.1. tepelná izolace ve styku s vodou – počátek experimentálního měření



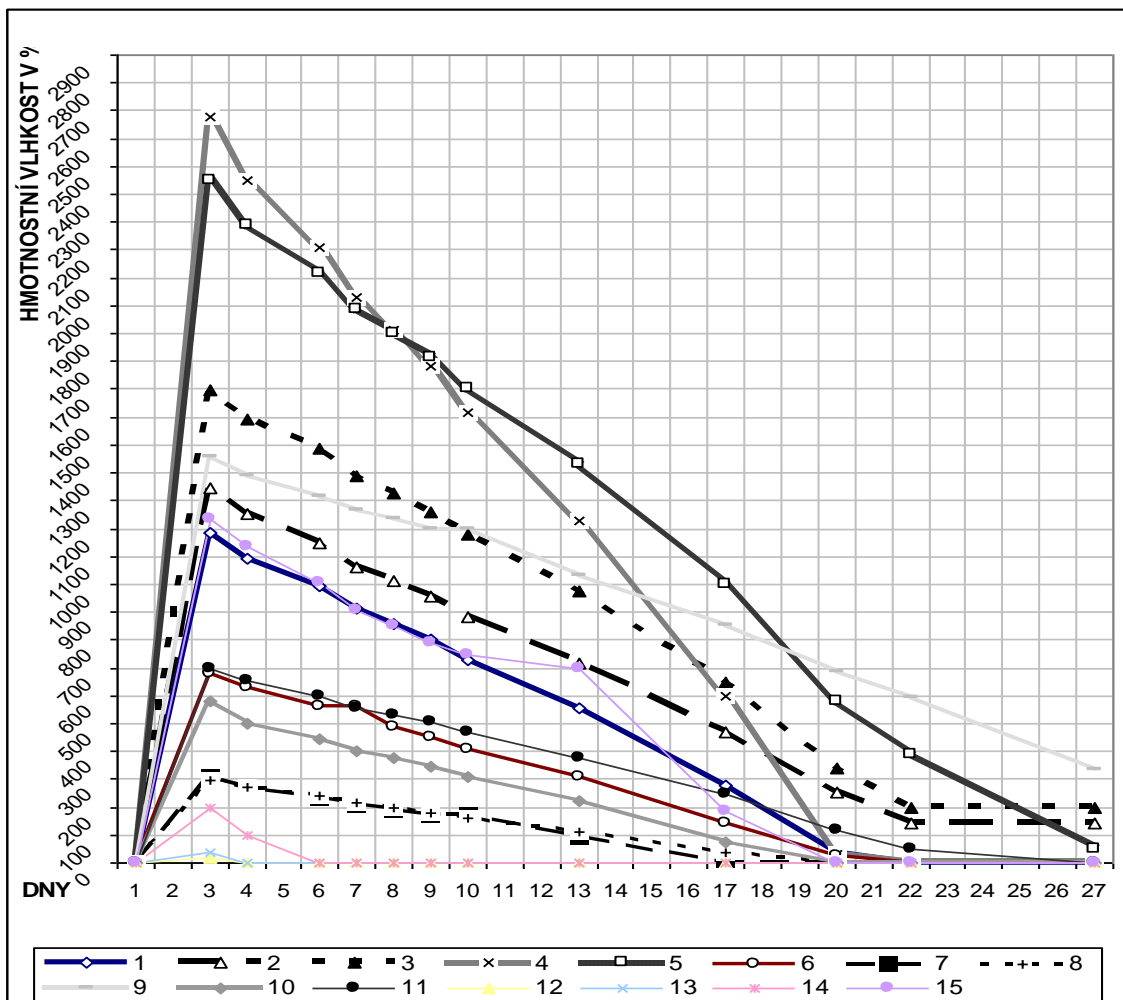
Chování izolací po kontaminování vlhkostí bylo sledováno jeden měsíc při tepelně vlhkostním klimatu odpovídajícímu – horkému letnímu období – tzn. situace pro vysychání izolace byla velice příznivá. Navzdory tomuto faktu je nutno konstatovat, že

nárazové namočení vybraných tepelných izolací je velmi rizikové jak z hlediska biodegradace (tepelná izolace z konopí byla kompletně pokryta plísní, která za daných podmínek zmizela během vysychání 10 den), tak z hlediska změny tepelného odporu a samozřejmě i samotného tepelně vlhkostního režimu konstrukce. Úplné smočení tepelných izolací znamenalo pro všechny typy izolací nevratné změny buď v tloušťce izolace, nebo ve tvaru do kterého se po vyschnutí dostaly viz obr. č. 2.



Obr. č. 2 – Změny v tloušťce tepelných izolací v době vysychání v časovém sledu

Po celou dobu měření byly sledovány vlhkosti jednotlivých izolací viz obr. č. 3, z něhož je patrné, že dle druhu izolace probíhá proces vysušování poměrně odlišně a je nutno konstatovat, že lze považovat situaci na trhu, kdy jednotlivé druhy izolací nejsou vyhrazeny pro konkrétní skladby šikmých střeš, za znepokojivou.



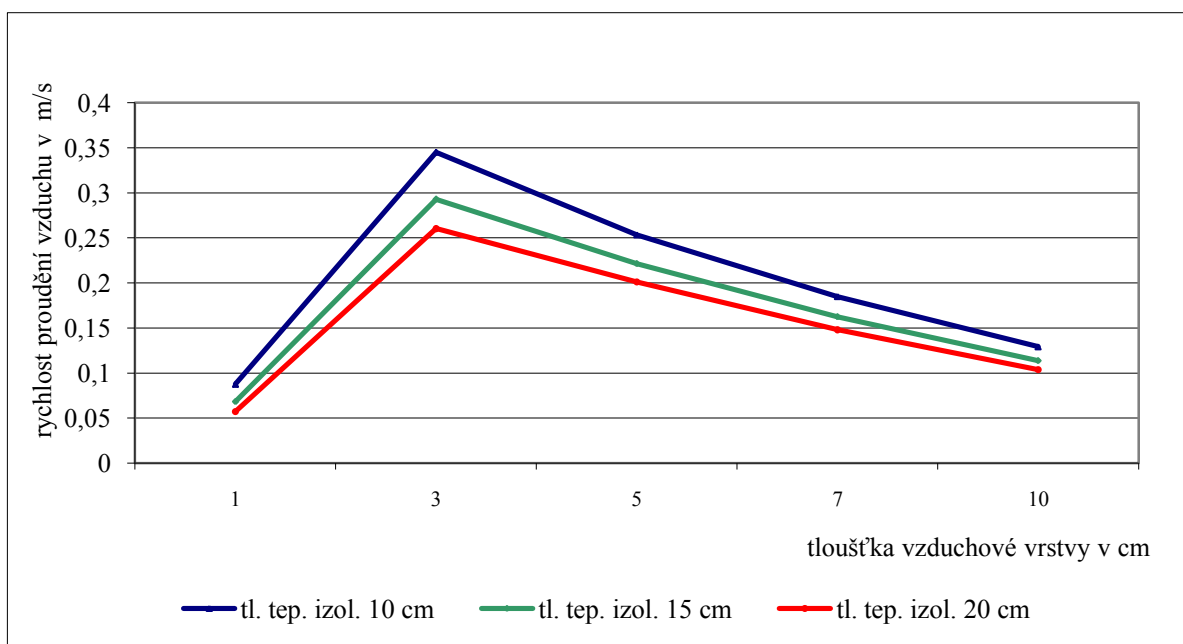
Obr. č. 3. Změny vlhkosti při kontaminaci tepelných izolací vodou a při následném vysychání

Některé druhy tepelných izolací by měly mít omezené použití a každá izolace by měla mít určeny konkrétní podmínky pro použití, neboť jak je známo z praxe střecha musí odolávat mnoha vlivům vlhkosti a materiály v její skladbě by měly být schopny se vyrovnat s přechodným selháním či extrémním výkyvem okrajových podmínek.

- ✚ Mnoho projektantů i stavebních firem velice často nerozlišuje případy, kdy je možno využít minerální vlny různého stupně hydrofobizace.
- ✚ Volba tepelné izolace se dnes na trhu jeví pro laiky jako velmi nepřehledná a často je jediným kritériem výběru cena a jednoduchost montáže.
- ✚ Projektant musí znát veškeré vlastnosti výrobků, které navrhuje a zvážit jejich vhodnost pro danou konstrukci (spád, skladba atd.)

- ✚ Po hydrofobizované izolaci voda stékala a "dobrovolné" přijímání vlhkosti bylo malé, po násilném namočení byl návrat do původního stavu problematický.
- ✚ Nehydrofobizované izolace nasávaly vodu značnou rychlostí (až do cca 2500 % hmotnostní vlhkosti za minutu) tzn. značné zvětšení zatížení konstrukce. Návrat do původního stavu se značně lišil dle jednotlivých výrobců.
- ✚ Vzhledem k tomu, že některé izolace se ukazují jako velice citlivé na růst plísní i při malém zvýšení vlhkosti je potřeba prověřit tento směr. Dále bude potřeba provést měření a vyhodnocení i pro další okrajové podmínky, jako je mráz, nebo chladné počasí.

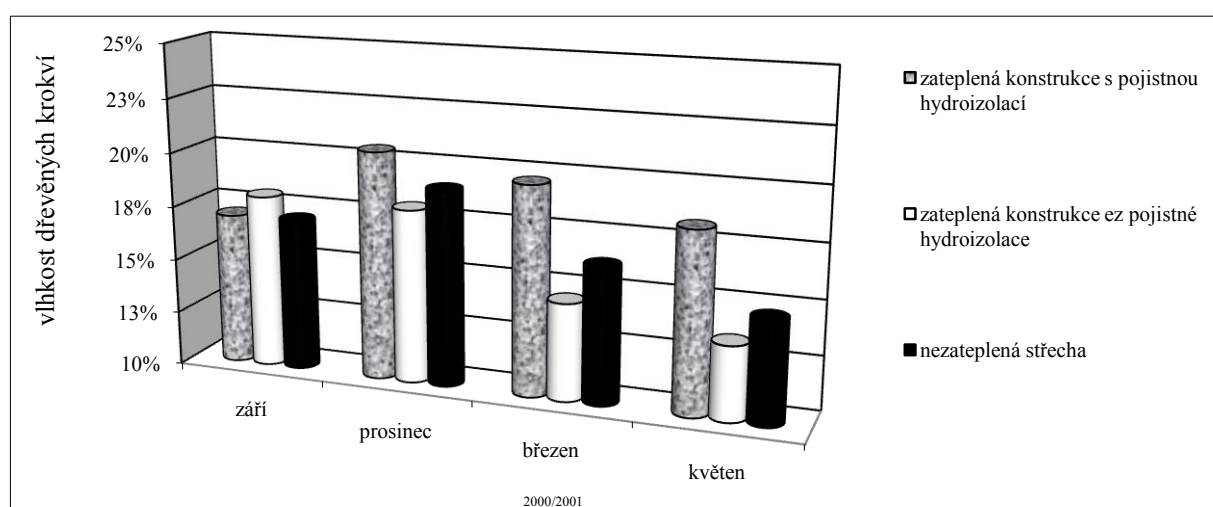
Dalším častým problémem bývá použití ověřené event. katalogové skladby konstrukce a následné navýšení tloušťky tepelné izolace bez dodatečných výpočtů. Tento případ znamená snížení proudění vzduchu v otevřené vzduchové vrstvě tzn. snížení odvodu vlhkosti viz obr. č. 4



Obr. č. 4 Závislost rychlosti proudění vzduchu na tloušťce tepelné izolace a tloušťce otevřené vzduchové mezery

### 3. Pojistné hydroizolace a jejich vliv na vlhkost krokví

Hlavní nosný prvek šikmé střechy – krokev – slouží jako rošt pro zateplování systém střechy a tím je vystavován tepelně vlhkostnímu namáhání, které u půdních prostor, kde krokev sloužila pouze jako nosná konstrukce střechy bylo naprosto odlišné. K zajištění bezporuchovosti střechy se střešní plášť skládá z mnoha vrstev s různou propustností vodní páry. Pojistná hydroizolace je vrstvou, která nejvíce ovlivňuje vlhkostní stav



krokví zabudovaných v zateplené šikmé střešní konstrukci viz obr. č. 5.

Obr. č. 5 – vlhkost dřevěných krokví v závislosti na čase

Posuzované skladby střešních konstrukcí demonstrují chování dřevěných prvků zabudovaných do střešních konstrukcí, které jsou vystaveny odlišným fyzikálním procesům. V případě nezateplené střechy jsou krokve vystaveny po celé své výšce stejným teplotám na rozdíl od zateplených střech, kde se teplota spodního líce krokve blíží teplotě v interiéru a na horním líci teplotě exteriéru. Výsledky měření potvrdily teoretické závěry, které na základě faktu, že difúzní tok vodní páry vrstvou se uskutečňuje ve směru teplotního spádu a naopak tok kapalně vlhkosti jde proti směru teplotního spádu, konstatovaly, že dřevěné konstrukce uzavřené v zateplené šikmé střešní konstrukci jsou vystaveny mnohem delšímu vysychání, než dřevěné konstrukce střech s půdním prostorem.

Poměrná hmotnostní vlhkost příslušející bodu nasycení vláken je 20%, tzn., že pro hodnoty nižší než 20% je dřevo ve vlhkostní rovnováze s okolním vzduchem, v opačném případě dřevo vždy obsahuje nadměrnou vlhkost vnesenou intenzivní kondenzací,



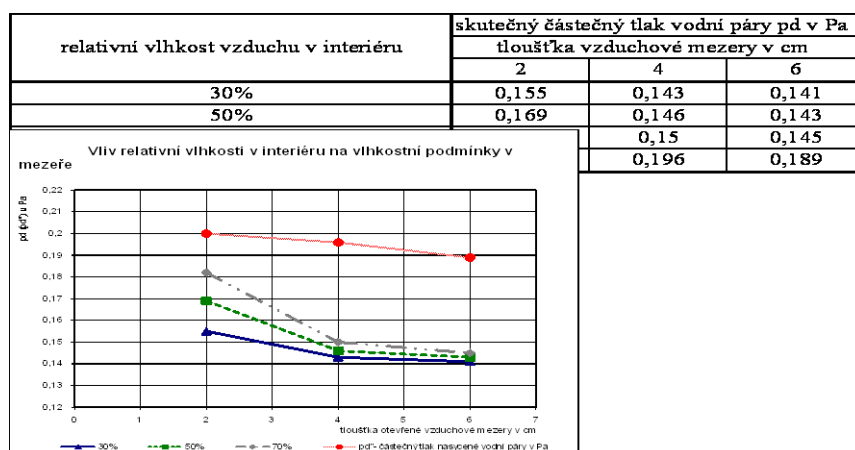
poruchami střešní krytiny apod. Zvýšení hmotnostní vlhkosti dřevěných krokví v zateplené střešní konstrukci s pojistnou hydroizolací nad 20% je pravděpodobně způsobeno kondenzací vodní páry na spodním líci difuzní fólie.

Všechna měření signalizují potřebu hledat omezující parametry pro užití některých materiálů.

#### 4. Parozábrany

Otázka použití parozábran v šikmých střešních konstrukcích je dnes velmi často diskutována. Mnoho odborníků se zaměřilo na problém jak dosáhnout bezporuchovosti parozábrany a to jak při provádění tak i při užívání objektu. Množství poruch zaviněných nefunkční parozábranou patří k nejčtenějším. V této chvíli je potřeba podívat se na problematiku parozábran u šikmých střech z jiného úhlu tzn., kdy je ve skladbě střešního pláště parozábrana přínosem a kdy se jedná spíše o rizikový, či nadstandardní prvek pláště. Nyní je třeba si položit otázku, v kolika procentech staveb dojde ke správnému fungování parozábrany a zda není namístě zamyslet se nad tím, zda nejsou skladby šikmých střech, které parozábranu v podstatě nepotřebují. Prostup vodní páry do konstrukce střešního pláště není příčinou poruch pokud je dostatečně odvedena tzn. – použití dvouplášťové střešní konstrukce – odvětraná vzduchová dutina a pokud jsou v konstrukci použity materiály schopné propustit vlhkost bez poškození daného materiálu – tzn. např. tepelné izolace dostatečně hydrofobizované - aby se s přechodným zvýšením vlhkosti dokázaly vyrovnat.

Parozábrana u dvouplášťových větraných střech - jedním z dalších faktorů, který je rozhodující pro to zda zvolit konstrukci s parozábranou či bez je dostatečné proudění vzduchu v otevřené vzduchové dutině. V případě dostatečné a správně fungující



parozábrany ovlivňuje relativní vlhkost v interiéru vlhkostní režim v dutině dvouplášťové konstrukce velmi nepatrně. Pokud je parozábrana nefunkční, nebo není součástí konstrukce, dochází k pronikání vlhkosti z interiéru do otevřené vzduchové dutiny. Vliv relativní vlhkosti vzduchu v interiéru na vlhkost v otevřené vzduchové vrstvě u konstrukce, která nemá provedenou parozábranu, je znázorněn na obr. č. 6 v závislosti na tloušťce otevřené vzduchové dutiny.

Zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v interiéru způsobuje zhoršení vlhkostního režimu v otevřené vzduchové vrstvě. Tento nepříznivý stav je patrný především u konstrukcí s malou tloušťkou vzduchové dutiny - viz obr. č. 6, tzn. že u konstrukcí s velkou relativní vlhkostí vzduchu v interiéru a malou tloušťkou vzduchové dutiny je ve většině případů nutné použít parozábranu. U větších tloušťek otevřené vzduchové dutiny se riziko kondenzace vlivem zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v interiéru minimalizuje.

## **5. Podhledové konstrukce**

Výběr stavebních materiálů na podhledové konstrukce u střešních nástaveb a půdních vestaveb je třeba uskutečňovat s ohledem na riziko vzniku biodegradace, které je dáno vlastnostmi jednotlivých materiálů, druhem prostředí, počátkem užívání novostavby apod.

U střešních nástaveb a půdních vestaveb se biodegradace podhledových konstrukcí objevuje poměrně často. Příčina vzniká buď již v rovině návrhu, nebo je způsobena nesprávnými technologickými postupy při provádění stavby.

Jako základní příčiny biodegradace podhledových konstrukcí lze uvést:

- snížení povrchových teplot podhledové konstrukce, ke které dochází na základě
  - ❑ vzniku tepelných mostů – nesprávný návrh skladby zateplené střešní konstrukce, chyba v provádění apod.
  - ❑ průniku chladného vzduchu do uzavřené vzduchové dutiny v místě nosné konstrukce podhledu – nesprávný návrh skladby zateplené střešní konstrukce, chyby v provádění apod.
- nestandardní teploty a relativní vlhkosti vzduchu v interiéru, ke kterým dochází při:
  - ❑ zvýšení vlhkosti u novostaveb

- přesun mokrých provozů
- snížení infiltrace
- změně systému vytápění

Všechny tyto faktory lze označit za rizikové pro růst plísní.

Na základě výše uvedených skutečností byl proveden výzkum podhledových konstrukcí, který probíhal na třech úrovních. Jednalo se o počítačovou simulaci jednotlivých konstrukčních systémů střešního pláště včetně alternativního zadání okrajových podmínek a o měření tepelně vlhkostních parametrů střešního pláště in situ na několika variantách střešního pláště s rozdílným materiálovým řešením podhledových konstrukcí. Současně probíhala laboratorní simulace vzniku biodegradace včetně stanovení intervalu okrajových podmínek, ve kterém je materiál předem předurčen ke vzniku biodegradace.

Jak snížit riziko vzniku biodegradace podhledových konstrukcí:

- nenavrhopvat ve skladbě zateplené střešní konstrukce “uzavřené” vzduchové dutiny
- používat podhledové konstrukce s nižším součinitelem prostupu tepla (např. heraklit), neboť tímto způsobem je možné i při vzniku tepelných mostů zabránit poklesu povrchových teplot do intervalu hodnot určujících vznik biodegradace.
- Na některých podhledových konstrukcích např. sádrokarton znamená vznik některých druhů plísní např. paecilomyces, nutnost výměny všech napadených částí, neboť tento druh plísně nelze ze sádrokartonu odstranit ani broušením ani chemickými postříky. Proto je nevhodné jeho užití v případech s předpokladem výskytu některého z rizikových faktorů vzniku biodegradace.

## **6. Závěr**

Střecha musí odolávat mnoha vlivům vlhkosti a materiály v její skladbě by měly být schopny se vyrovnat s přechodným selháním či extrémním výkyvem okrajových podmínek.

## Reference

- [1] BEDNÁŘOVÁ, P., POPP, F. Objemové změny tepelných izolací při styku s vlhkostí a jejich degradace, Tatranské Zruby, říjen 2008, ISBN 978-80-968847-8-0, str. 35-40
- [2] ŠILAROVÁ, Š.: Střešní pláště navrhované podle závazných kritérií. STAVEBNÍ INFOZPRAVODAJ č. 1/ 2007, str. 8-11. Ročník 7, MK ČR E 11138 za podpory MSM 6840770001.
- [3] BEDNÁŘOVÁ, P. Tepelně vlhkostní režim dvouplášťových konstrukcí, disertační práce,  
ČVUT Praha, 2002
- [4] HYNKOVÁ, A. Problémy jedno a dvouplášťových střech v systému zateplení obvodového pláště, Littera skripta, VŠTE, České Budějovice, 2008.

**Kontaktní adresa:** Ing. Petra Bednářová, Ph.D, Okružní 10, 370 01 České Budějovice,  
e-mail: bednarova@mail.vstecb.cz, tel: 387 842 122