

# DEK

# TIME

07 | 2006

ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEKTRADE  
PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY

## VYUŽITÍ REKUPERACE PRO ÚSPORY TEPLA

## BIOLOGICKÉ PROBLÉMY U DODATEČNĚ VYBUDOVANÉHO OBYTNÉHO PODKROVÍ

## EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN S POVRCHOVOU ÚPRAVOU Z PLASTBETONU V INVERZNÍCH STŘECHÁCH

## REKONSTRUKCE TERASY ADMINISTRATIVNÍHO OBJEKTU

SEMINÁŘE  
STŘECHY & IZOLACE  
2007

POZVÁNKA  
UVNITŘ ČÍSLA



SYSTÉMY LEHKÝCH  
ZAVĚŠENÝCH VĚTRANÝCH  
FASÁD Z LAKOVANÝCH  
PLECHOVÝCH PRVKŮ

**DEKMETAL<sup>®</sup>**

[www.dekmetal.cz](http://www.dekmetal.cz)

NÁZEV: DEKTIME  
časopis společnosti DEKTRADE  
pro projektanty a architektky

MÍSTO VYDÁNÍ: Praha

ČÍSLO: 07/2006

DATUM VYDÁNÍ: 12. 12. 2006

MK ČR E 15898  
MK SR 3491/2005

VYDAVATEL: DEKTRADE a.s.,  
Tiskařská 10, 108 28 Praha 10  
IČO: 48589837

zdarma, neprodejné

REDAKCE:  
Atelier stavebních izolací  
Tiskařská 10, 108 28 Praha 10

ŠÉFREDAKTOR:  
Ing. Petr Bohuslávka  
tel.: 234 054 285  
fax: 234 054 291  
e-mail: petr.bohuslavka@dektrade.cz

ODBORNÁ KOREKTURA:  
Ing. Luboš Káně

GRAFICKÁ ÚPRAVA:  
Ing. arch. Viktor Černý

SAZBA:  
Ing. Milan Hanuška

FOTOGRAFIE:  
Ing. arch. Viktor Černý  
archiv redakce

[www.dektrade.cz](http://www.dektrade.cz)

Názvy a loga DEKTRADE, DEKTIME, DEKTILE, MAXIDEK, DEKSLATE, WINDEK, UNIDEK, DEKTHERM, FILTEK, DEKTEN, DEKFOL, DEKDREN, POLYDEK, DEKSTONE, DEKMETAL, DEKWOOD, DEKPERIMETER, ELASTEK, GLASTEK, GULLYDEK, DEKPRIMER jsou registrované ochranné známky společnosti DEKTRADE a.s.

Pokud si nepřejete odebírat tento časopis, pokud dostáváte více výtisků, příp. pokud je vám časopis zaslán na chybnou adresu, prosíme, kontaktujte nás na výše uvedený e-mail.

Pokud se zabýváte projektováním nebo inženýringem a přejete si trvale odebírat veškerá čísla časopisu DEKTIME, registrujte se na [www.dekpartner.cz](http://www.dekpartner.cz) do programu DEKPARTNER.

## VÁŽENÍ ČTENÁŘI



Na konci každého roku vrcholí ve společnosti DEKTRADE přípravy na odborné semináře STŘECHY & IZOLACE. Ani letošní rok není výjimkou. Sedmé číslo časopisu DEKTIME, které právě otvíráte, je zároveň pozvánkou na toto přednáškové turné.

I příští číslo časopisu DEKTIME souvisí s našimi semináři. Bude určeno výhradně posluchačům seminářů STŘECHY & IZOLACE 2007 a účastníkům programu DEKPARTNER. Naleznete v něm texty specialistů, kteří připravují přednášky pro nadcházející turné – pracovníků Atelieru stavebních izolací a doc. Ing. Zdeňka Kutnara, CSc.

V tomto čísle Vám nabízíme články zabývající se výsledky výzkumů biologické degradace a ochrany dřeva, chováním extrudovaného polystyrenu s vrstvou plastbetonu v izolačních konstrukcích a možností rekuperace tepla při větrání bytových jednotek. První ze jmenovaných článků poskytl časopisu exkluzivní host, přední český specialista v oboru stavební mikrobiologie, prof. Ing. Richard

Wasserbauer, DrSc. Další uvedené články zpracovali v rámci vlastních výzkumů Martin Varga a Vladimír Vymětalík pod vedením Ing. Ctibora Hůlky.

Na následujících stránkách naleznete i podrobné informace o programu seminářů a návod, jak se na seminář přihlásit. Jako upoutávku jsme již zde otiskli jeden z mnoha připravovaných příspěvků – reportáž z průzkumu stavu a rekonstrukce terasy administrativního objektu.

A protože toto číslo je poslední v edičním plánu roku 2006, přejeme Vám touto cestou krásné prožití vánočních svátků a mnoho úspěchů v profesním i osobním životě v roce 2007. Doufáme, že k profesním úspěchům přispějeme i jedním z 22 seminářů STŘECHY & IZOLACE 2007 nebo články již třetího ročníku časopisu DEKTIME.

Petr Bohuslávka  
šéfredaktor

# PŘÍŠTĚ!

## SPECIÁLNÍ ČÍSLO DEKTIME Semináře STŘECHY & IZOLACE 2007

pouze pro posluchače seminářů  
a účastníky programu DEKPARTNER

[www.dektrade.cz](http://www.dektrade.cz)  
[www.dekpartner.cz](http://www.dekpartner.cz)



# EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN

S POVRCHOVOU ÚPRAVOU Z PLASTBETONU

## V INVERZNÍCH STŘECHÁCH



INVERZNÍ STŘECHA JE  
STŘECHA S OPAČNÝM  
POŘADÍM IZOLAČNÍCH  
VRSTEV, KDY TEPELNĚ  
IZOLAČNÍ VRSTVA SPOČÍVÁ  
NA HYDROIZOLAČNÍ  
VRSTVĚ, KTERÁ PLNÍ  
ZÁROVEŇ FUNKCI  
PAROZÁBRANY. TEPELNÁ  
IZOLACE INVERZNÍ  
STŘECHY MUSÍ BÝT  
NENASÁKAVÁ. TENTO  
SYSTÉM STŘECH JE  
VÝHODNÝ JAK Z TEPELNĚ-  
TECHNICKÉHO HLEDISKA,  
TAK Z POHLEDU OCHRANY  
NEJDŮLEŽITĚJŠÍ  
VRSTVY STŘECHY, TEDY  
HYDROIZOLACE.

Nyní po letech užívání objektů s inverzními střechami je možno sledovat jejich stav a zhodnotit jednotlivé vrstvy střechy.

V rámci tohoto průzkumu jsme zvolili inverzní střechy s vrchní povrchovou úpravou z plastbetonu na extrudovaném polystyrenu\*, protože jsme se v poslední době s touto povrchovou úpravou častěji setkávali. Tento systém představuje výhodné řešení z hlediska rychlosti provádění a minimalizace přetížení střechy.

*\* Desky z XPS se zámký s vrstvou polymerové malty ( $\mu = \text{cca } 100$ ). Malta chrání XPS proti působení UV záření. Systém zámků zajišťuje spolupůsobení jednotlivých desek při sání větru. Vlastní plastbeton zajišťuje přetížení cca  $20 \text{ kg/m}^2$ .*

Pro porovnání byly vybrány dvě střechy se stejnou vrchní povrchovou úpravou z plastbetonu na extrudovaném polystyrenu. První střecha, dále střecha A, je nad náročným provozem aquacentra v oblasti cca 400 m. n. m. Druhá střecha, dále střecha B, se nachází nad kulturními prostory cca v 600 m. n. m.

Na střechách jsme provedli podrobný průzkum včetně odebrání vzorků XPS ke zjištění případné vlhkosti v tepelné izolaci z XPS.

V mladém kolektivu Ateliéru stavebních izolací působí i studenti a doktorandi stavebních fakult. Témata jejich diplomových a disertačních prací ve většině případů vycházejí ze zaměření a činnosti Ateliéru stavebních izolací. V tomto čísle nahlédneme do diplomové práce Vladimíra Vymětalíka.



01

Na sledované střeše A v průběhu zimy nezůstávala sněhová pokrývka a povrch plastbetonu byl odkrytý. Objekt je po celou zimní sezónu vytápěn. Na rozdíl od střechy A byla střecha B po celé zimní období pokryta sněhem. Kulturní prostory byly využity a vytápěny jen nárázově.

### ODBĚR VZORKŮ

Místo odběru vzorků XPS jsme zvolili v blízkosti střešních vtoků, kde je nejméně příznivá situace z hlediska zdržení vody na hydroizolaci. Na obrázku /03/ je vidět nahromaděná voda ve vrstvě vzorku XPS tl. cca 20 mm pod vrstvou plastbetonu ze střechy B.



02

Již po odebrání vzorků přímo na střeše, měl vzorek XPS ze střechy B znatelně vyšší hmotnost (vyšší množství vlhkosti) než vzorek ze střechy A, což potvrzuje i vyhodnocení vlhkosti v tabulce /01/.

Vysoušení jednotlivých vzorků jsme provedli přirozeně bez použití sušárny v laboratorních podmínkách. Vzorek ze střechy A jsme sušili v celku a vzorek ze střechy B jsme rozdělili po výšce na šest vrstev vzhledem k jeho viditelnému nahromaděnému množství vody. Zajímaly nás hodnoty hmotnostní vlhkosti po výšce XPS.



03

V tabulce /02/ jsou uvedeny hmotnostní vlhkosti šesti dílčích vrstev odebraného vzorku ze střechy B.

Z tabulky je znatelné, že vlhkost dílčích vrstev XPS pod vrstvou plastbetonu je vyšší a směrem od plastbetonu se snižuje. Vlhkost je nahromaděná pod vrstvou plastbetonu.

### DŮVOD VÝSKYTU VODY V XPS S PLASTBETONEM

Zjištěné rozložení vody ve vzorku dokazuje, že voda nepronikla do XPS nasáknutím, ale difúzí vodní páry, která se uvolňuje z vrstvy srážkové vody na hydroizolaci pod XPS a kondenzuje pod vrstvou plastbetonu.

Zjištěné skutečnosti vyvolávají následující otázky:

- Jak ovlivňuje množství vody na hydroizolaci, tedy pod



Odebraný vzorek	Hmotnostní vlhkost odebraného vzorku [%]	Objemová vlhkost odebraného vzorku [%]
střecha A	185,3	3,6
střecha B	476,2	17,9

TABULKA 01 – Vyhodnocení celkové zjištěné vlhkosti odebraných vzorků:

Odebraný vzorek	Označení dílčí vrstvy	Hmotnostní vlhkost odebraného vzorku [%]
střecha B	V1	1059,20
	V2	685,82
	V3	630,99
	V4	338,76
	V5	139,51
	V6	3,04

TABULKA 02 – Tabulka zjištěných vlhkostí dílčích vrstev odebraného vzorku ze střechy B pod vrstvou plastbetonu

Odebraný vzorek ze střechy B	Hmotnostní vlhkost odebraného vzorku [%]	Objemová vlhkost odebraného vzorku [%]
u vtoku	476,2	17,9
u atiky	296,7	11,4

TABULKA 03 – Srovnání hmotnostních a objemových vlhkostí vzorků dle místa odebrání na střeše

04

Exteriér
V1
V2
V3
V4
V5
V6
Interiér



04 | vzorek ze střechy B rozdělený na vrstvy pro zjištění dílčích hmotnostních vlhkostí jednotlivých vrstev, z povrchu desky odstraněna vrstva plastbetonu

tepelnou izolací z XPS, množství zkondenzované vodní páry v XPS s plastbetonem?

- Do jaké míry ovlivňuje hromadění vody v XPS vrchní úprava z plastbetonu?
- Jaký vliv má obsažená vlhkost v tepelné izolaci z XPS na součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$ ?
- Je přetížení skladby střechy vlivem vody v XPS významné?
- Lze dimenzí tepelné izolace pod hydroizolační vrstvou kladně ovlivnit zkondenzované množství vodní páry v XPS?

#### VLIV MNOŽSTVÍ VODY NA HYDROIZOLACI

Odpověď na tuto otázku najdeme v tabulce /03/. Na střeše B jsme odebrali vzorek XPS u vtoku i u atiky. V blízkosti vtoku se držela trvale voda a v místě odběru

vzorku u atiky bylo nalezeno pouze malé množství vody držící se na hydroizolaci vlivem její nerovnosti.

Na základě hodnot tabulky /03/ můžeme konstatovat, že množství vody na hydroizolaci má vliv na zkondenzované množství vodní páry v tepelné izolaci z XPS s povrchovou úpravou z plastbetonu.

Chceme-li minimalizovat riziko kondenzace vodní páry v XPS musí být střecha správně vypádována směrem k střešním vtokům a ani u vtoku by se neměla hromadit voda. Povrch hydroizolace musí být takový, aby se netvořily kaluže.

#### VLIV VRCHNÍ ÚPRAVY XPS Z PLASTBETONU

Vzhledem k tomu, že vrstva plastbetonu je trvale vystavena působení vlhkosti a na podzim není

umožněno vyschnutí povrchové úpravy z plastbetonu, zastihne mraz povrchovou úpravu nasáknutou vodou. Voda ve struktuře plastbetonu zmrzne a vytvoří se tak vysoce difúzně nepropustná vrstva pro vodní páry.

Z principu vzniku difúzně nepropustné vrstvy vyplývá, že mezi rizikové patří i nasáklé vrstvy textilií a hydroakumulační vrstvy z pěnových plastů nebo minerálních vláken.

#### VLIV VLHKOSTI OBSAŽENÉ V TEPELNÉ IZOLACI Z XPS NA SOUČINITEL TEPELNÉ VODIVOSTI LAMBDA

Nástroje pro přepočítání charakteristické hodnoty součinitele tepelné vodivosti na návrhové hodnoty při určité hmotnostní, resp. objemové vlhkosti daného materiálu jsou uvedeny v ČSN 73 0540-3.



Přepočet charakteristické hodnoty součinitele tepelné vodivosti na návrhové hodnoty při okamžité hmotnostní vlhkosti materiálu uvádí následující vztah:

$$\lambda_u = \lambda_k \cdot (1 + z_1 \cdot Z_u \cdot z_{23}) \text{ [W/mK]},$$

kde je

$\lambda_u$  návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti [W/mK],

$\lambda_k$  charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti [W/mK],

$z_1$  součinitel vnitřního prostředí pro vnitřní konstrukce, kde dochází ke kondenzaci vodní páry (ČSN 73 0540-3 - tabulka A.7),

$Z_u$  vlhkostní součinitel materiálu (ČSN 73 0540-3 - tabulka A.1),  
 $z_{23}$  sdružený součinitel podmínek působení (součinitel materiálu a způsobu zabudování materiálu ve stavební konstrukci),

$z_{23} = u_{\text{exp}} - u_{23/80}$   
 $u_{\text{exp}}$  okamžitá hodnota hmotnostní

vlhkosti stavebního materiálu odebraného ze stavební konstrukce [%],  
 $u_{23/80}$  charakteristická hmotnostní vlhkost materiálu [%].

Naopak pro výpočtové stanovení vlivu zmrzlé vody obsažené v tepelné izolaci z XPS žádný normový postup neexistuje. Proto jsme přistoupili k měření součinitele tepelné vodivosti desek z XPS za záporných teplot.





## MĚŘENÍ SOUČiniteLE TEPELNÉ VODIVOSTI

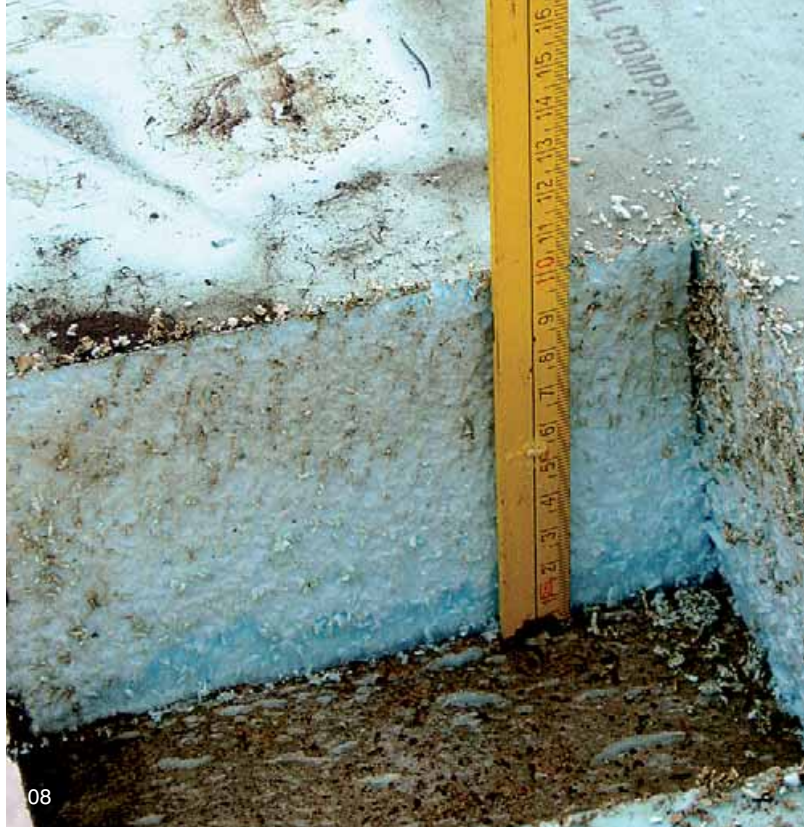
Pro měření součinitele tepelné vodivosti byla použita metoda nestacionárního teplotního pole, a to z důvodu rychlosti měření a dostupnosti této metody. ISOMET je mikroprocesorem řízený ruční přístroj na přímé měření součinitele tepelné vodivosti, měrné objemové tepelné kapacity, součinitele teplotní vodivosti a teploty kompaktních, sypkých a kapalných materiálů pomocí výměnných jehlových a plošných sond. Každá sonda obsahuje zabudovanou paměť, ve které jsou uloženy její kalibrační konstanty. Měření je založeno na analýze průběhu časové závislosti teplotní odezvy na impulsech tepelného toku do analyzovaného materiálu. Tepelný tok se vytváří rozptýleným elektrickým výkonem v odporu sondy, která je tepelně vodivě spojená s analyzovaným materiálem. Teplota odporu se snímá polovodičovým snímačem. Průběh teploty jako funkce času se v diskretních bodech vzorkuje a těmito vzorky se prokládají regresní polynomy metodou „nejmenších čtverců“. Koeficienty regresních polynomů slouží k výpočtu termofyzikálních parametrů pomocí analytických vztahů.

V grafu /01/ jsou modrou barvou znázorněny vypočtené hodnoty součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  dle ČSN 73 0540-3 za předpokladu, že vlhkost obsažená v tepelné izolaci z XPS není zmrzlá. Výsledky měření součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$ , v případech, kdy obsažená vlhkost ve vzorku XPS je zmrzlá, jsou znázorněny červenou barvou.

V tabulce /04/ je uvedeno procentuální zhoršení součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$  [W/mK] v závislosti na skupenství vlhkosti odebraných vzorků.

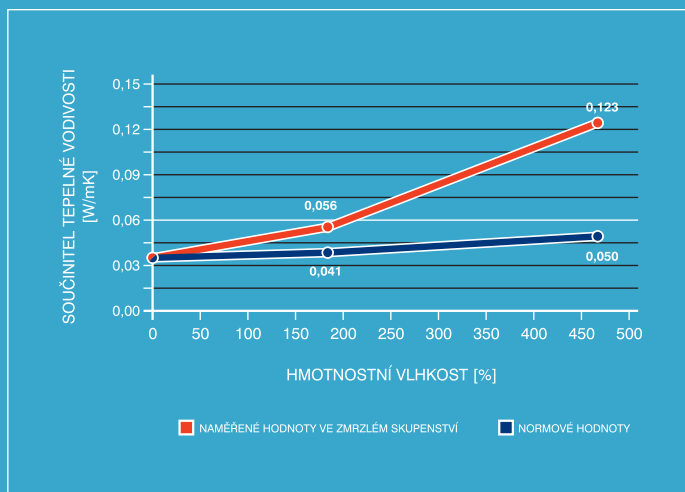
### VLIV ZHORŠENÍ TEPELNĚ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ TEPELNÉ IZOLACE Z XPS NA CELKOVOU TEPELNOU ZTRÁTU

Z hlediska energetiky nás zajímá střecha B, kde byla nalezena vyšší vlhkost v XPS než u střechy A. Provedli jsme porovnání celkového tepelného toku suchou skladbou



- 05 | drží se voda v blízkosti vtokuna střeše B
- 06 | přístroj na měření součinitele tepelné vodivosti – ISOMET
- 07 | průběh měření součinitele tepelné vodivosti přístrojem ISOMET
- 08 | pohled na hydroizolaci v místě odebrání XPS v blízkosti atiky

GRAF 01 – závislost součinitele tepelné vodivosti na hmotnostní vlhkosti



TABULKA 04 – Procentuelní zhoršení součinitele tepelné vodivosti v závislosti na zjištěné vlhkosti dle normy ČSN 73 0540-3 a zjištěné vlhkosti ve zmrzlém stavu

Odebraný vzorek	Hmotnostní vlhkost [%]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ XPS v suchém stavu [W/mK]	Vypočtený součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ XPS dle ČSN 73 0540-3 (voda není zmrzlá)		Naměřený součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ XPS v závislosti na naměřené vlhkosti ve zmrzlém stavu	
			$\lambda$ [W/mK]	Zhoršení	$\lambda$ [W/mK]	Zhoršení
střecha A	185,3	0,036	0,041	15 %	0,056	90 %
střecha B	476,2	0,036	0,050	38 %	0,123	340 %

TABULKA 05 – tepelná ztráta prostupem pro střechu B s vlivem sněhové pokrývky a zhoršených tepelně technických vlastností vlivem vlhkosti

Měsíc	Průměrné teploty [°C]	Výška sněhové pokrývky [mm] *	Teoretická tepelná ztráta skladbou střechy v suchém stavu Tl přepočítaná na 1 m <sup>2</sup>		Tepelná ztráta skladbou střechy ve vlhkém stavu Tl přepočítaná na 1 m <sup>2</sup>		Tepelná ztráta skladbou střechy ve zmrzlém stavu Tl přepočítaná na 1 m <sup>2</sup>	
			Q <sub>p</sub> [kWh]	Q <sub>pv</sub> [kWh]	Nárůst [%]	Q <sub>pz</sub> [kWh]	Nárůst [%]	
1	-3,7	730	3,00			4,58	52,9	
2	-2,3	810	2,55			3,90	52,9	
3	1,2	630	2,52	2,80	11,1			
4	5,8	210	1,94	2,25	15,8			
5	10,8	150	1,10	1,27	15,0			
6	14	0	0	0	0			
7	15,5	0	0	0	0			
8	15,0	0	0	0	0			
9	11,7	0	0,80	0,92	15,0			
10	7,0	50	1,93	2,22	15,0			
11	1,6	220	2,52	2,91	15,8			
12	-2,0	550	2,95			4,42	50,0	
			19,3	12,37		12,90		
Celkem			19,3	$\sum Q_{pv} + \sum Q_{pz} = 25,27$			30,9 %	

\* Výšky sněhové pokrývky v jednotlivých měsících převzaty z dat z Českého hydrometeorologického ústavu (uvažováno se sněhem o průměrné hustotě 500 kg/m<sup>3</sup> tzn. součinitelem tepelné vodivosti 1,0 W/mK).

\*\* Délka otopného období uvažována 257 dní v rozdělení otopného období do koncového měsíce května 25 dní a do počátečního měsíce září 20 dní.

TABULKA 06 – Přetížení skladby střechy v podobě zjištění vlhkosti v tepelné izolaci z XPS

Umístění dle nadmořské výšky	Hmotnostní vlhkost [%]	Zatížení sněhem pro danou sněhovou oblast dle umístění střechy na 1m <sup>2</sup> v návrhových hodnotách [kN/m <sup>2</sup> ] *	Přetížení skladby střechy vodou v XPS přepočtené na 1m <sup>2</sup> v návrhových hodnotách [kN/m <sup>2</sup> ]	Procentní podíl přetížení střechy vodou v XPS z normového zatížení střechy sněhem [%]
střecha A	185,3	0,56 (I. sněhová oblast)	0,43	76
střecha B	476,2	1,68 (V. sněhová oblast)	2,15	127

\* Pozn.: zatížení sněhem pro danou sněhovou oblast dle ČSN 73 0035

a vlhkou skladbou se započtením vlivu sněhu. Cílem bylo posoudit reálný vliv zhoršení tepelně izolačních vlastností tepelné izolace z XPS na celkovou tepelnou ztrátu. Sníh byl do skladby započten proto, aby bylo možno posoudit, zda v reálu nedojde ke kompenzaci zvýšeného tepelného toku vlhkým XPS tepelně izolačními schopnostmi sněhové pokrývky.

V posledním řádku tabulky /05/ je uveden celkový roční nárůst tepelné ztráty prostupem skladby střechy B během otopného období (257 dní) v závislosti na součiniteli tepelné vodivosti vlhké a v měsících se zápornou průměrnou měsíční teplotou zmrzlé tepelné izolace z XPS, což činí cca 31 %. Odpovídající ekvivalentní součinitel prostupu tepla s uvažováním průměrné sněhové pokrývky v otopném období činí pro suchý XPS  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$  a pro mokřý XPS  $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Vliv vody v XPS je tedy významný.

#### **VLIV NA PŘÍTÍŽENÍ SKLADBY STŘECHY**

Při zjištěné vlhkosti je přetížení na  $1 \text{ m}^2$  uvedeno v tabulce /06/.

Z tabulky /06/ vyplývá, že zjištěné množství vody v porovnání s návrhovými hodnotami zatížení sněhem pro danou sněhovou oblast má významný vliv na návrhové zatížení skladby střechy.

#### **VLIV TEPELNÉ IZOLACE POD HYDROIZOLAČNÍ VRSTVOU**

Pro odpověď na otázku, jaký vliv má tepelná izolace pod hydroizolační vrstvou na zkondenzované množství vodní páry v XPS s plastbetonem, jsme provedli výpočet pro vzorovou inverzní skladbu střechy.

V tabulce /08/ je uveden vliv tloušťky tepelné izolace pod hydroizolací na zkondenzované množství vodní páry v tepelné izolaci z XPS s plastbetonem ve vzorové inverzní skladbě střechy ve vybraném kritickém měsíci lednu.

Z tabulky /08/, resp. z grafu /02/ je zřejmé, že vliv tloušťky tepelné izolace pod hydroizolací a tím vytvoření menšího poměru mezi





TABULKA 07 – skladba vzorové inverzní střechy od interiéru

Vrstva	Funkce vrstvy	Tloušťka [mm]
železobetonová deska	nosná	200
keramzibeton	spádová	100
pěnový polystyren EPS 100	tepelně izolační	proměnná tloušťka
polypropylenová textilie FILTEK 300	separační	-
folie Alkorplan 35 176	hydroizolační	1,5
polypropylenová textilie FILTEK 300	separační	-
extrudovaný polystyren XPS	tepelně izolační	140
plastbeton (* $\mu = 100$ )	ochranná	10

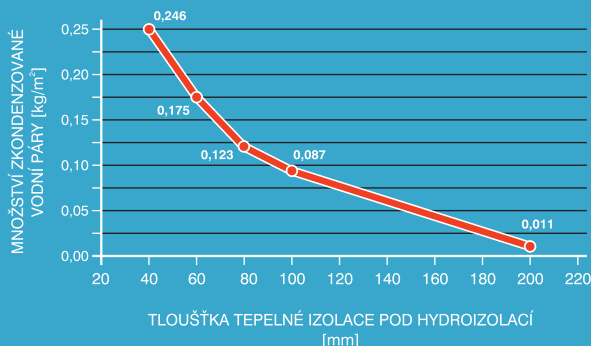
\* Pozn.: návrhová hodnota faktoru difúzního odporu

TABULKA 08 – vliv tloušťky tepelné izolace pod hydroizolací na zkondenzované množství vodní páry v tepelné izolaci z XPS s plastbetonem

Tloušťka tepelné izolace pod hydroizolací [mm]	Tloušťka tepelné izolace nad hydroizolací [mm]	Průměrná výška sněhové pokrývky * [mm]	Teplota na hydroizolaci pro leden [°C]	Množství zkondenzované vodní páry v XPS pro leden [kg/m <sup>2</sup> ]
40	140	730	15,5	0,246
60		730	14,0	0,175
80		730	12,6	0,123
100		730	11,4	0,087
200		730	6,8	0,011

\* Pozn.: uvažováno se sněhem o hustotě 200 kg/m<sup>3</sup> tzn. součinitelem tepelné vodivosti 0,113 W/mK

GRAF 2 – Závislost tloušťky tepelné izolace pod hydroizolací na zkondenzované množství vodní páry v XPS s plastbetonem v měsíci lednu



tepelnými izolacemi pod a nad hydroizolací nemá při reálném návrhu tloušťek jednotlivých vrstev významné pozitivní vliv na zkondenzované množství vodní páry v XPS.

## ZÁVĚR

Z rozboru jednotlivých otázek je zřejmé, že inverzní střechy s XPS s vrstvou plastbetonu jsou rizikové z celé řady hledisek a použití XPS s vrstvou plastbetonu je třeba pro každý případ dobře rozvážit. V úvahu je třeba vzít především klimatické poměry v místě stavby. Konstrukce střechy musí být dobře připravena tak, aby srážková voda protékající pod XPS plynule odtékala po hydroizolaci a nedocházelo k jejímu hromadění v nerovnostech. Některé otázky si vyžadují další, podrobnější posouzení.

<Vladimír Vymětalík>

<Čtibor Hůlka>


FOTO:

Vladimír Vymětalík

Petr Bohuslávek

LITERATURA:

- [1] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [2] ČSN P ENV 1991-1 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Část 1: Zásady navrhování (73 0035)



**POLYKARBONÁTOVÉ  
PROSVĚTLOVACÍ  
DUTINOVÉ A PLNÉ DESKY**

**DEKTRADE**

**BLIŽŠÍ INFORMACE NA VŠECH POBOČKÁCH DEKTRADE**

# SEMINÁŘE STŘECHY & IZOLACE 2007

NA ZAČÁTKU PŘÍŠTÍHO ROKU ATELIER STAVEBNÍCH IZOLACÍ VE SPOLUPRÁCI S EXPERTNÍ A ZNALECKOU KANCELÁŘÍ KUTNAR – IZOLACE STAVEB POŘÁDÁ KAŽDOROČNÍ SETKÁNÍ ODBORNÍKŮ NA SEMINÁŘÍCH STŘECHY & IZOLACE 2007. PARTNEREM SEMINÁŘE JSOU SPOLEČNOSTI DEKTRADE, DEKMETAL, DEKWOOD A DEKSTONE.

PŘEDNÁŠKY SEMINÁŘŮ JSOU ROZDĚLENY DO ČTYŘECH TÉMATICKÝCH BLOKŮ, Z NICHŽ KAŽDÝ UVEDE DOC. ING. ZDENĚK KUTNAR, CSc.



## ŠIKMÉ STŘECHY SE SKLÁDANÝMI KRYTINAMI

### Termovizní porovnání skladby šikmé střechy se skladbou s tepelnou izolací nad krokvemi a tepelnou izolací mezi krokve.

Problémem současných šikmých střech se skladbou s tepelnou izolací mezi krokve jsou nízké povrchové teploty konstrukcí, které umožňují vznik a růst plísní. To společně s rychlým chladnutím prostor znamená významný diskomfort bydlení.

Jedním z možných řešení, které uvedené nedostatky eliminuje, je provedení skladby s tepelnou izolací nad krokve. V příspěvku bude právě tato skladba porovnávána se skladbou s tepelnou izolací mezi krokvemi.

Mezi dalšími tématy, která budou v tomto bloku prezentována, patří možnosti zpracování dřeva, jeho impregnace a výroba krovových konstrukcí.

### REVIZE ČSN 73 3610 KLAMPIÁRSKÉ PRÁCE STAVEBNÉ

Atelier stavebních izolací je od roku 2006 jmenován Centrem technické normalizace (CTN). V rámci činnosti CTN se Atelier stavebních izolací zabývá také tvorbou nových a revizí původních ČSN.

V současné době Atelier stavebních izolací spolupracuje s doc. Ing. Zdeňkem Kutnarem, CSc. na zpracování revize ČSN 73 3610 Klampířské práce stavebné. Na seminářích bude všem účastníkům představen pracovní text normy.

V platném znění normy ČSN 73 3610 z roku 1987 je zpracováno velké množství podrobných informací, které zahrnují pravidla pro navrhování, provádění a vlastní výrobu klempířských konstrukcí. Konstruktivní zásady pro navrhování klempířských konstrukcí jsou striktně předepsána na schématech, která mohou být omezující pro jiná, funkční řešení.

Proto Atelier stavebních izolací při zpracování přistupuje k novému

znění normy pouze jako k pomůcce pro projektanty, kteří klempířské konstrukce navrhují. Informace o vlastním provádění jsou již zveřejněny v publikaci „Základní pravidla pro klempířské práce“ (2003), kterou vydal Čech klempířů, pokrývačů a tesařů ČR. Informace pro výrobu budou řešeny zvláštní přílohou normy, která umožní jejich rychlou aktualizaci.

Pracovní verzi normy obdrží každý posluchač semináře.

### OBALOVÉ KONSTRUKCE BUDOV V EXTRÉMNÍCH TEPLOTNÍCH A VLHKOSTNÍCH PODMÍNKÁCH

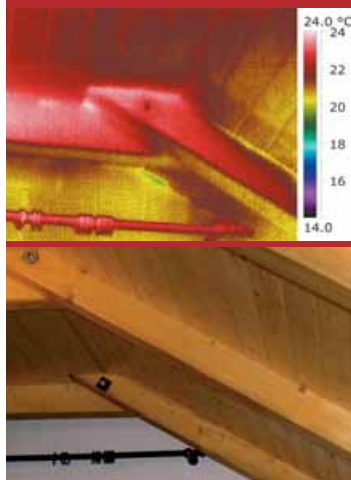
VYUŽITÍ BLOWER DOOR TESTU PŘI DIAGNOSTICE BUDOV

Netěsnosti ve stavební konstrukci mohou významně ovlivnit tepelné ztráty, povrchové teploty, vlhkostní režim skladeb a vzduchovou neprůzvučnost. Tedy kromě tepelné technických vlastností ovlivňují také akustické vlastnosti budov. Vliv netěsností na akustické vlastnosti lze ukázat na moderních oknech s mikroventilační funkcí. Každý, kdo taková okna vlastní, může potvrdit, že rozdíl mezi vzduchovou neprůzvučností při mikroventilační poloze a zcela zavřeném oknu je značný. Obdobně to funguje i u netěsností v obalových konstrukcích.

Jedním ze způsobů měření průvzdušnosti budov, který odpovídá i ČSN EN 13859, je tzv. BLOWER-DOOR test. Toto měření je od podzimu 2006 novinkou ve službách, které nabízí Atelier stavebních izolací.

V další části tohoto tématického okruhu potom budou prezentovány zajímavé případy konstrukcí v extrémních teplotních a vlhkostních podmínkách.

Jedním z nich je zastřešení zimního stadionu v Rožnově pod Radhoštěm, na jehož návrhu a realizaci se Atelier stavebních izolací podílel. V rámci návrhu bylo třeba vyřešit zejména vhodnou skladbu střechy s ohledem na obrácený difúzní tok v letním období a zamezení povrchové kondenzace na



#### **ČESKÉ BUDĚJOVICE**

Dům kultury Slávie, Jirsíkova 2, České Budějovice  
16. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **LIBEREC**

Kulturní a společenské centrum, Lidové sady 425/1, Liberec 1  
17. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **HRADEC KRÁLOVÉ**

Kongresové centrum ALDIS, Eliščino nábřeží 357, Hradec Králové  
18. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **ÚSTÍ NAD LABEM**

Kulturní dům Corso, Krčínova 6, Ústí nad Labem – Krásné Březno  
19. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **PRAHA**

Kongresové centrum Praha – Společenská sál, 5.května 65, Praha 4  
23. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **PLZEŇ**

INWEST-K, a.s. – Dům kultury, Americká 49, Plzeň  
24. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **KARLOVY VARY**

Lázeňský hotel Thermal, Kongresové centrum, Malý sál  
I. P. Pavlova 11, Karlovy Vary  
25. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **JIHLAVA**

Hotel Gustav Mahler, Křížová 4, Jihlava  
26. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **OLOMOUČ**

Slovanský dům, Hynaisova 11, Olomouc  
30. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **OSTRAVA**

Dům kultury NH Ostrava – Jih, Náměstí SNP 1, Ostrava – Zábřeh  
31. 1. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **ZLÍN**

aula Univerzity Tomáše Bati, Mostní 5139, Zlín  
1. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **BRNO**

Kongresové centrum BVV, Výstaviště 1, Brno  
2. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **KOŠICE**

Aula Maxima, Letná 9, Košice  
13. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **PREŠOV**

Krajský úřad v Prešove, Námestie mieru 3, Prešov  
14. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **POPRAĐ**

Mestský Úrad, Popradské nábřežie 3, Poprad  
15. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **ŽILINA**

DOM TECHNIKY ZSVTS Žilina, Ul.Vysokoškolákov 4, Žilina  
16. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **BÁNSKÁ BYSTRICA**

Hotel LUX BB, s.r.o, Námestie Slobody 2, Banská Bystrica  
19. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **NITRA**

AGROINŠTITÚT, Kongresová sála, Akademická 4, Nitra  
20. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **NOVÉ ZÁMKY**

Dom kultúry, Hlavné námestie 7, Nové Zámky  
21. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **TRNAVA**

SOU stavebné, Lomonosovova č. 6, Trnava  
22. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **BRATISLAVA**

Aula Slovenskej technickej univerzity, Mýtna 36, Bratislava  
27. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

#### **TRENČÍN**

Hotel Tatra – kongresova sála, Ul. M.R. Štefánika 2, Trenčín  
28. 2. 2007 | 8:30 – 14:00

spodním povrchu střechy vlivem  
tepelného záření mezi ledovou  
plochou a střechou.

### **POVLAKOVÉ IZOLACE V EXTRÉMNÍCH KONSTRUKČNÍCH SITUACÍCH**

**Součástí tohoto bloku je  
zamyšlení nad hydroizolační  
bezpečností povlakové  
hydroizolace z asfaltového pásu  
pro spodní stavbu v podmínkách  
tlakové vody, kdy není možné  
provést drenáž.**

V návaznosti na závěry této úvahy  
následují příklady výhodného  
použití fóliového dvojitého  
kontrolovatelného a sanovatelného  
systému z povlakové hydroizolace  
z PVC-P.

Na závěr budou jako každý rok  
prezentovány zajímavé zakázky  
Atelieru stavebních izolací.

**Všichni účastníci seminářů obdrží  
zdarma DVD ROM s přednáškami,  
technickými listy ke značkovým  
výrobkům, publikacemi,  
montážními příručkami, kompletní  
edicí časopisu DEKTIME a dalšími  
elektronickými materiály. Všechny  
texty budou spolu s promítanými  
fotografiemi a dalšími informacemi  
umístěny na internetových  
stránkách [www.dektrade.cz](http://www.dektrade.cz)  
a [www.atelier-si.cz](http://www.atelier-si.cz).**



## NA SEMINÁŘE STŘECHY & IZOLACE SE LZE PŘIHLÁSIT DVĚMA ZPŮSOBY

### PROSTŘEDNICTVÍM INTERNETU

Vyplněním formuláře na stránkách [www.atelier-si.cz](http://www.atelier-si.cz) nebo [www.dektrade.cz](http://www.dektrade.cz). Vyplněnou část formuláře vždy potvrdíte tlačítkem „Další“. Po vyplnění všech potřebných údajů provedete vlastní přihlášení kliknutím na tlačítko „Potvrdit registraci“. Po stisknutí tlačítka „Verze pro tisk“ se Vám zobrazí potvrzující formulář s Vaším účastnickým číslem. Ten si, prosíme, vytiskněte (nebo si jen запиšte Vaše číslo) a přineste s sebou na seminář.

Přihlašování prostřednictvím internetu, prosíme, preferujte.

Pokud ve formuláři uvedete svou elektronickou adresu, bude Vám přihlášení automaticky potvrzeno e-mailem.

Pokud se přihlásíte prostřednictvím internetu, budete zařazeni do slosování o věcné ceny.

### POŠTOU

Čitelným vyplněním a odesláním přiloženého lístku v pozvánce poštou na adresu uvedenou na lístku. Kontrolní ústřížek si ponechte a přineste s sebou na seminář. Prosíme, abyste z důvodu čitelnosti údajů přihlášku nezasílali faxem.

Pokud se již přihlašujete po internetu, přiložený lístek nevyplňujte a nezasílejte.





# REKONSTRUKCE TERASY ADMINISTRATIVNÍHO OBJEKTU

JEDNÍM Z PŘIPRAVOVANÝCH  
PŘÍSPĚVKŮ NA SEMINÁŘÍCH  
STŘECHY & IZOLACE 2007  
JE UKÁZKA REKONSTRUKCE  
TERASY NOVÉ  
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY  
V CENTRU PRAHY PODLE  
PROJEKTU ATELIERU  
STAVEBNÍCH IZOLACÍ.

## PŮVODNÍ STAV A PRŮZKUM TERASY

Hydroizolační problémy terasy před ustupujícím podlažím objektu nastaly ihned po dokončení objektu a měly přímou vazbu na dešťové a sněhové srážky. Průzkum skladby konstrukce a detailů terasy ukázal následující skutečnosti:

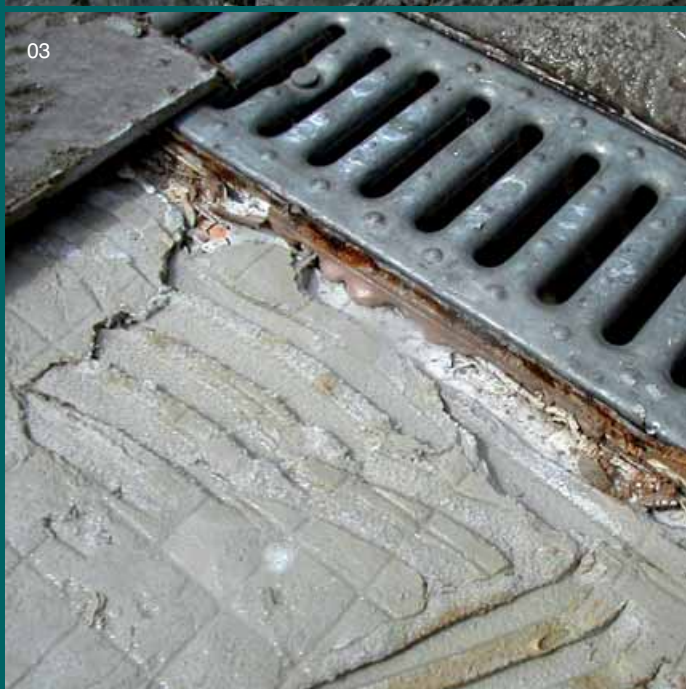
Hlavní hydroizolační vrstvu tvořila stěrka bližší nezjištěného typu na betonové mazanině. Na stěrku byla lepena dlažba. Tepelná izolace z expandovaného polystyrenu pod betonovou mazaninou byla z obou stran opatřena tenkou plastovou fólií lehkého typu. Fólie nebyly ve sklonu a nebyly odvodněné. Na spodní plastové fólii se v provedené sondě držela souvislá hladina vody. Pozdější laboratorní zkoušky prokázaly velmi vysokou vlhkost všech vrstev terasy.

Podél fasády ustupujícího podlaží byl do terasy zasazen žlab, napojený na odpadní porubí. Stěrka a ani jedna z plastových fólií nebyly na žlab napojeny /foto 03/. Na okapní plech na vnější hraně terasy byla stěrka napojena systémovou páskou /foto 02/. Detail tohoto napojení komplikovalo kotvení zábradlí. Velmi vysoká vlhkost dřevěného prvku pod plechem prokázala hydroizolační neúspěch i zde /foto 08/.

### KONCEPCE NÁPRAVY

Návrh Ateliéru stavebních izolací spočíval v demontáži původních vrstev a vytvoření jednopláškové střechy s tepelnou izolací z pěnového expandovaného polystyrenu a s parozábranou a hlavní hydroizolační vrstvou z pásů z SBS modifikovaného asfaltu (systém POLYDEK EPS 150 TOP + ELASTEK 40 COMBI). Nášlapná vrstva byla navržena z kamenné dlažby kladené na podložky. Dlažba na podložkách má následující výhody:

- možnost kontroly a opravy hydroizolační vrstvy bez destrukce nášlapné vrstvy,
- snížení hydrofyzikálního namáhání hydroizolační vrstvy,
- skryté odvodňovací prvky a další detaily,



- 01 | Terasa po dokončení rekonstrukce
- 02 | Původní dlažba, lepidlo a stěrka; stěrka systémovou páskou napojena na okapní plech
- 03 | Ukončení stěrky u odvodňovacího žlabu





04



05



06



07

- úplná nezávislost hydroizolace na dilatačních pohybech vrstev nad ní,
- vyloučení všech mokrých procesů a technologických přestávek,
- možnost vytvoření povrchu terasy beze spádu na povrchu hydroizolace ve sklonu při zachování bezpečnosti provozu.

Při volbě dlažby na podložkách je vždy nutné zvážit, zda množství biologicky rozložitelných nečistot dopadajících na terasu nezvýší nad přijatelnou míru frekvenci čištění vrstev pod dlažbou. V tomto případě se v okolí nenachází žádná vzrostlá vegetace, nehrozí tedy hromadění spadu.

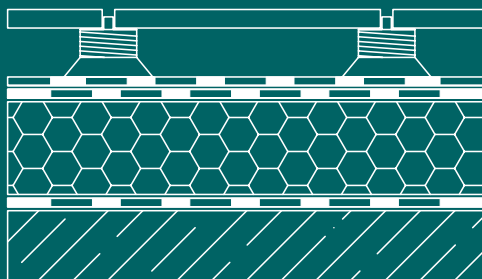
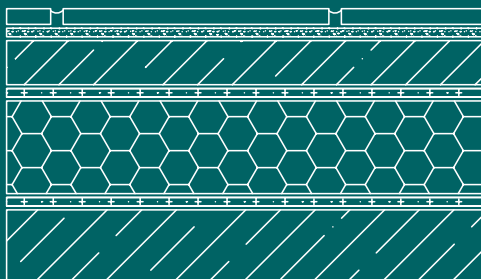
Obě vrstvy z asfaltových pásů jsou ukončeny po obvodě terasy vytažením na svislé konstrukce – na plechový prvek pod okenním rámem v montovaném obvodovém plášti a na nově navrženou plechovou konstrukci na vnějším okraji terasy.

Aby bylo možné bezpečně napojit hydroizolaci z asfaltových pásů na patky sloupků zábradlí, byla nutná jejich zámečnická úprava. Tvar původních patek viz /foto 07/. Na původní patky se osadil svařený ocelový uzavřený kvádr. Výška kvádru byla zvolena tak, aby hydroizolace, kterou se kvádr opracoval, byla ukončena až nad úroveň dlažby /foto 10/.

Terasa je nově odvodněna do střešního vtoku, na který jsou obě vrstvy z asfaltových pásů napojeny. Kromě vtoku byl navíc navržen bezpečnostní přepad – boční vtok – odvodněný do průčelí objektu. Bezpečnostní přepad se aktivuje při velkém omezení průtoku vtoku nebo při extrémních přívalových deštích.

- 04| Pohled do jedné ze sond do původní skladby; souvislá hladina vody na spodní tenké fólii  
 05| Těsnění prostupů sloupků zábradlí  
 06| Těsnění prostupů sloupků zábradlí  
 07| Sloupek zábradlí po demontáži vrstev terasy  
 08| Detail okraje terasy po demontáži dlažby  
 09| Nová parozábrana z asfaltového pásu





OBR. 01 | Původní skladba

OBR. 02 | Nová skladba

- lepená dlažba
- stěrka
- betonová mazanina
- plastová fólie lehkého typu
- tepelná izolace z pěnového polystyrenu
- plastová fólie lehkého typu
- nosná ŽB konstrukce

- demontovatelná kamenná dlažba DEKSTONE M na podložkách
- hydroizolační pás ELASTEK 40 COMBI
- tepelně izolační dílce z pěnového polystyrenu s nakaširovaným pásem z SBS modifikovaného asfaltu POLYDEK EPS 150 TOP lepené k podkladu
- parozábrana z pásu GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL natavená na penetrovaný podklad
- nosná ŽB konstrukce



## ZÁVĚR

Na základě vlastních zkušeností z praxe Atelier stavebních izolací zformuloval zásady pro tvorbu skladeb teras (DEKTIME 03-04/2005):

- Projektant terasy musí spolupracovat od začátku projektování se statikem.
- S investorem je třeba zvolit typ dlažby, příp. nášlapné vrstvy a tomu přizpůsobit návrh skladby terasy.
- Je nutné vytvořit výškový zlom v horním líci vodorovné nosné konstrukce v přechodu skladby terasy na skladbu podlahy interiéru (skladba terasy má vždy větší mocnost než skladba podlahy v interiéru).
- Hlavní a pojistná hydroizolace vždy povlaková, ve spádu a odvodněná. Spád povlakové hydroizolace min. 1°.
- Na hlavní hydroizolaci ve skladbě s lepenou dlažbou vždy kluzná vrstva.

minimalizuje účinky dilatačních a jiných pohybů podkladu na hydroizolační vrstvu.

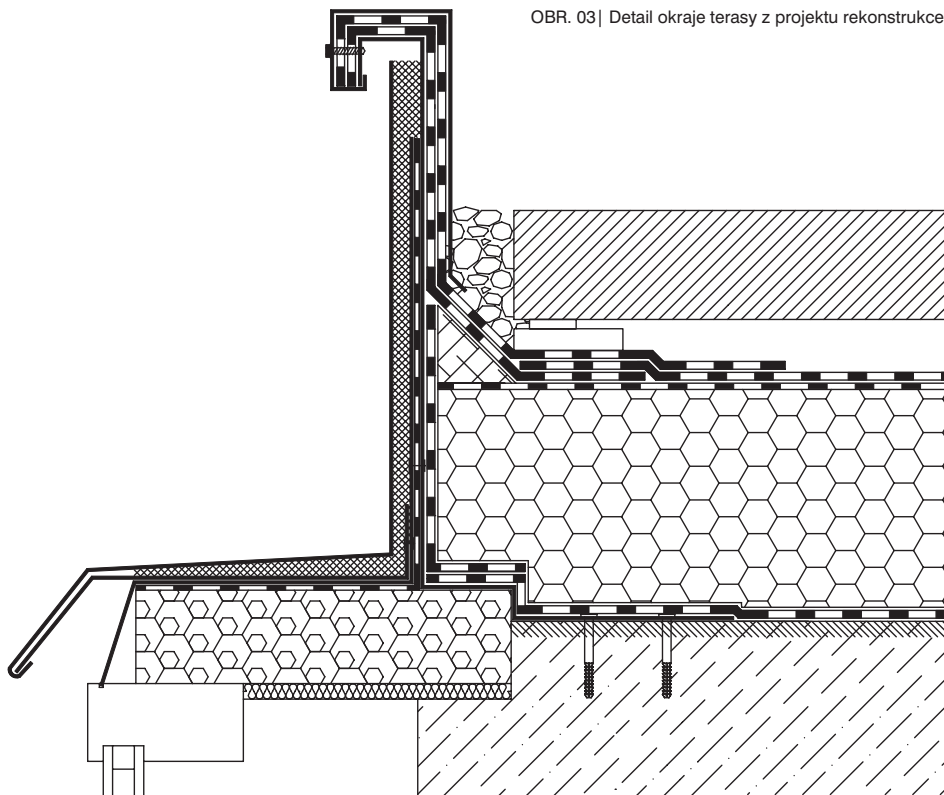
- Pokud je nad hydroizolací navržena betonová vrstva, pak se nad hydroizolací umísťuje drenážní vrstva. Drenážní vrstva odvádí vodu z povlakové hydroizolace. Je tak sníženo její hydrofyzikální namáhání a umožněno lepší vysychání vrstev nad hydroizolací.
- Hydroizolace se zatahuje až do interiéru v detailu u dveří.
- Pokud je ve skladbě roznášecí deska, tak vždy vyztužená, z betonu třídy alespoň C 20/25, minimální tloušťka 50 mm.
- Betonovou mazaninu je nutné vždy dilatovat, spárořez v betonu přenést i do spárořezu dlažby.
- Povrch betonu se chrání nátěrem proti vodě (krystalizační nátěr, biochemicky modifikovaná ochrana betonu, hydroizolační stěrka). Touto vrstvou nelze nahradit hlavní hydroizolační systém terasy. K dohledu nad realizací doporučujeme přizvat technika dodavatele.

- Terasu doporučujeme dokončit až po ostatních pracích (zateplovací systém, omítky, parapety, výplně zábradlí apod.).

Odvodnění teras:

- Vždy dva vtoky o průměru alespoň 100 mm, doporučuje se pojistný přepad.
- V případě, že není možné vytvořit dva vtoky (např. rekonstrukce), musí mít vtok průměr alespoň 100 mm a terasa musí být opatřena pojistným přepadem.
- Vtok by měl být od svislých konstrukcí vzdálen min. 200 mm z důvodu jeho snadné opravitelnosti.
- Vtok musí být nejnižším místem hydroizolace a dlažby.
- Nepřipouští se stojící voda na povrchu a p.m. ani v souvrství terasy z důvodu zamezení usazování nečistot, růstu řas, množení hmyzu a tlění organických zbytků.
- U novostaveb se terasy nedoporučuje odvodňovat okapnicí přes okraj např. do

OBR. 03 | Detail okraje terasy z projektu rekonstrukce



10



11



- 10| Upravený sloupek zábradlí pro snadné opracování hydroizolačními pásy
- 11| Terasa s novou tepelně izolační a hydroizolační vrstvou z kompletizovaných dílců POLYDEK a hydroizolačního pásu ELÁSTEK 40 COMBI



12



13



podokapního žlabu. Řešení tohoto detailu včetně ukončení nášlapné vrstvy a kotvení zábradlí je velmi komplikované a obvykle se jedná o kompromis estetických a funkčních požadavků.

Nedodržování vyjmenovaných zásad vede k problémům, které postihly i terasu popisovanou v tomto článku.

Prezentace řešení detailů v projektu rekonstrukce této terasy zazní na seminářích STŘECHY & IZOLACE 2007.

<Petr Bohuslávěk>

Průzkum a dokumentace stavby:

Josef Kubát

Jiří Štěrba

Jan Matička

Petr Prokýšek

12| Nový vzhled detailu okraje terasy  
13| Terasa po dokončení rekonstrukce

# VÝROBKY Z PŘÍRODNÍHO KAMENE

DLAŽBY  
OBKLADY  
SCHODIŠTĚ  
VELKÁ DESKOVINA  
MALÁ DESKOVINA  
KUCHYŇSKÉ A KOUPELNOVÉ PRVKY  
ZAHRADNÍ ARCHITEKTURA  
NÁHROBKY





# BIOLOGICKÉ PROBLEMY

## U DODATEČNĚ VYBUDOVANÉHO OBYTNÉHO PODKROVÍ

NOVĚ VZNIKAJÍCÍ OBYTNÁ PODKROVÍ, PŘEDEVŠÍM NA STARŠÍ BYTOVÉ ZÁSTAVBĚ, NEBÝVAJÍ Z HLEDISKA BIOTICKÉHO NAPADENÍ POVAŽOVÁNA ZA ZVLÁŠTĚ RIZIKOVÁ MÍSTA. PŘEDPOKLÁDÁ SE, ŽE PŘI DOBRĚ PROVEDENÉ TEPELNÉ IZOLACI AŤ JIŽ MEZI ČI NAD KROKVEMI NEMŮŽE DOJÍT K VÝSKYTU MIKROMYCET ČI DŘEVOKAZNÝCH HUB A DŘEVOKAZNÉHO HMYZU. POZNATKY Z POSLEDNÍ DOBY A REALIZOVANÉ VÝPOČTOVÉ MODELY VŠAK NAZNAČUJÍ, ŽE I ZDE SE MŮŽEME, ZA ZCELA SPECIFICKÝCH PODMÍNEK, SETKAT S CELOU ŠKÁLOU NEJRŮZNĚJŠÍCH ORGANIZMŮ.

01





Stupeň napadení dřeva dřevokaznými houbami je závislý na obsahu polysacharidů, ligninu a průvodních látek ve dřevu, podílů vody a vzduchu ve dřevě, teplotě okolního prostředí, záření v různých vlnových délkách a kyselosti dřevní hmoty. Dřeviny, které jsou vůči houbám relativně odolné (akát, dub, kaštan), obsahují větší podíl průvodních toxických látek typu tříslovin a živic. Naopak jiné průvodní složky na bázi dusíku, hořčičku, draslíku a vápníku růst hub stimulují. Dřevo se rovněž stává přístupnější pro houby po předúpravách chemickými látkami, zářením, případně po ataku bakteriemi, plísněmi a dřevozbarvujícími houbami.

Plísně a dřevozbarvující houby vyvolávají na dřevě především estetické škody, zvyšují permeabilitu dřeva a někdy mírně ovlivňují i pokles mechanických vlastností. Oproti dřevokazným houbám potřebují k růstu poměrně značnou vlhkost. Většina plísní a dřevozbarvujících hub roste při 80 - 125% vlhkosti smrkového dřeva, na dřevě borovém vyžaduje minimálně 40 - 60% vlhkosti a teplotu 20 až 30 °C. Jsou ovšem zaznamenány i extrémy. Nielsen et al 2003 uvádí že zástupci rodů *Aspergillus*, *Eurotium*, *Stachybotrys*, *Penicillium* rostli na dřevu a dřevěných kompozitech vystavených po dobu 4 až 7 měsíců RV 78%. To ovšem odpovídá pouze 18% hmotnostní vlhkosti dřeva, což je hodnota v dostupné literatuře dosud neuváděná!

Požadavky dřevokazných hub na vlhkost a teplotu jsou uvedeny v tabulce 01 (Reinprecht 1994).

Dřevo také výrazně znehodnocuje dřevokazný hmyz, zejména čeledě červotočovití (Anobiidae) a tesařkovití (Cerambycidae). Všichni brouci jsou zvyklí na suché prostředí a živí se celulózou dřeva. Často napadají dřevo poškozené houbami, které je pro ně snadněji stravitelné. Na počátku životního cyklu jsou vajíčka, ze kterých se vylíhnou larvy požírající dřevo. Jejich život trvá různou dobu, podle druhu hmyzu. Po ukončení larválního stadia se larvy zakuklí. Před kuklením se larva přiblíží k povrchu

TABULKA 01 – Optimální teplotní a vlhkostní podmínky a pH pro růst některých dřevokazných hub

Druh houby	Životní podmínky ve dřevě		
	vlhkost % *	teplota °C **	pH
dřevomorka domácí	30 – 40 (18-20)	18 – 22 (3 - 26)	5-7
koniofora sklepní	46 – 90	23 (3 – 35)	5,7 – 6,3
pórnatka Vaillantova	35 – 50	27 (3 – 37)	7
trámovka plotní	50 – 60	35 (5 – 44)	3,8 – 6
houževnatec šupinatý	30	27 (8 – 37)	6
outkovka pestrá	30	29 (5 – 38)	6

\* v závorce hodnoty minimální vlhkosti

\*\* v závorce minimální a maximální teploty, při kterých dochází k růstu



03



04



05



- 03 | měření vlhkosti napadeného dřeva
- 04 | koexistence řas a dřevomorky na střešních vaznicích zimního stadionu
- 05 | dtto 02 – detail



dřeva a zachová jen tenkou neprokousanou blanku. Zde si vytvoří místo pro kuklení oddělením chodbičky od ostatních částí zátkou z pilin. Vylíhlý brouk potom vykusuje výletový otvor v tenké blance dřeva. Tesaříci se rozvíjejí při vlhkosti dřeva 9 až 65 % (optimum 20 až 35 %) a při teplotě 12 až 38 °C (optimum 29 °C). Červotočům vyhovuje vyšší vlhkost a pouze občasné či téměř žádné vytápění. Optimální teplota pro všechny červotoče je mezi 20 až 27 °C, ale pro zakuklení je nutný pokles. Optimální teplota pro *Dendrobium striatum* je 22 °C, optimální vlhkost dřeva 30 %.

Pro stanovení rizika při zabudování dřevěných prvků ve skladbách střech nad vytápěnými prostory, byly pro srovnání zvoleny dvě modelové lehké stavby střechy s nosným dřevěným prvkem (Zdeněk 2005). V první skladbě byla zvolena tepelná izolace mezi krokvemi s pojistnou hydroizolací a parotěsnou vrstvou z fólie lehkého typu /obr. 01/. Ve druhém případě byla tepelná izolace nad krokvemi a s parotěsnou

vrstvou a pojistnou hydroizolací z asfaltových pásů /obr. 02/. Jako varianta byl modelován netěsný spoj ve vzduchotěsné a parotěsné vrstvě. Průměrná venkovní teplota vzduchu byla ve výpočtu uvažována - 2,7 °C relativní vlhkost vzduchu 84,9 %. V interiéru byla uvažována teplota vzduchu obytné místnosti cca 21 °C a relativní vlhkost vzduchu 50 %. Výsledky převodu hodnot vypočtených relativních vlhkostí a teplot vzduchu v modelových konstrukcích střešních skladeb na hmotnostní vlhkost dřeva jsou uvedeny v tabulce 02.

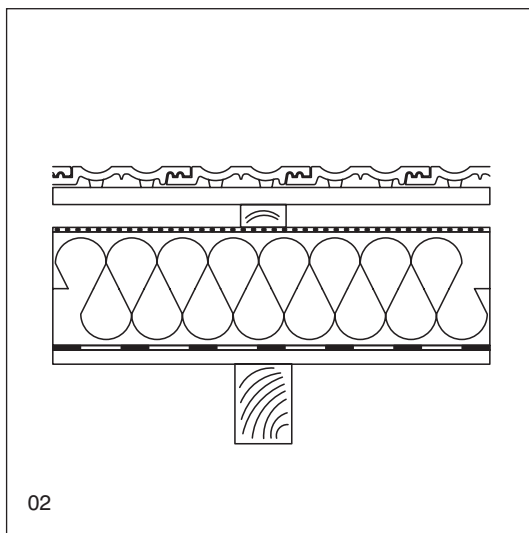
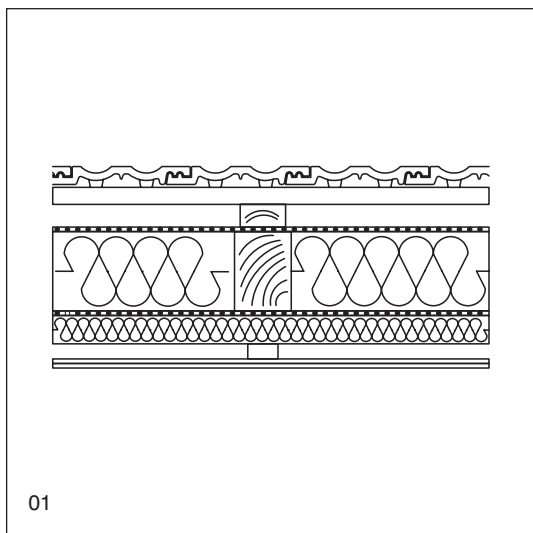
Z porovnání tabulky 01 a 02 a hodnot uvedených pro výskyt dřevokazného hmyzu okamžitě vyplývá, že RV ve variantě 3 neumožňuje ani dlouhodobě růst dřevokazných hub a je silně nepříznivá i pro výskyt dřevokazného hmyzu. Protože se vypočtená hmotnostní vlhkost pohybuje nad hranicí 9 %, varianta připouští výskyt tesaříka krovového, ovšem spíše přežívání zavlečených larev než masivní výskyt dospělců. To také souhlasí s výsledky

nahodilých průzkumů provedených v tomto směru.

Pozoruhodná je v tomto směru i varianta 1. Hraniční relativní vlhkost zde dosahuje 77 % a nachází se velmi blízko RV 78 % hmot. udávanou v nejnovější literatuře jako hraniční pro růst plísní (Nielsen et al 2003). Velmi nízká teplota pohybující se okolo 0 °C není pro růst plísní nepřekročitelnou překážkou. Je však zcela nevhodná pro růst dřevokazných hub a hmyzu. Z literatury i z praktických nálezů jsou známy psychrofilní formy plísní, které rostou (i když pomalu) i při záporných teplotách blízkých nule (Fassatiová 1979). Jsou to především zástupci rodů *Cladosporium* a *Alternaria*, kteří ale vyžadují daleko vyšší hladinu vlhkosti dřeva, než při které rostou rody *Aspergillus*, *Eurotium* a *Penicillium*. Růst plísní v této variantě proto zatím nehrozí, i když adaptace vlhkomilného rodu *Stachybotrys* na nižší hmotnostní vlhkost dřeva, kterou uvádí Nielsen et al 2003, je do jisté míry překvapující zjištění (viz tabulka 03).

TABULKA 02 – Maximální relativní vlhkost, teplota a odpovídající hmotnostní vlhkost dřeva ve vypočtených variantách skladeb střech

Varianta	RV %	Vlhkost (% hmot)	Teplota °C
1) Skladba s tepelnou izolací mezi a pod krokvemi /obr. 01/, ideální stav	70 – 77	14 – 17	-2,2 až 0 °C
2) Skladba s tepelnou izolací mezi a pod krokvemi /obr. 01/, průběžná spára	91 – 99	24 – 31	8,8 až 11 °C
3) Skladba s tepelnou izolací nad krokvemi /obr. 02/	55 – 62	10,5 – 11,5	17,7 až 20 °C





TABULKA 03 – Souhrn dosavadních názorů na kolonizaci stavebních substrátů, včetně dřeva plísněmi v závislosti na úrovni součinitele hygroskopické rovnováhy ( $a_w$ ) (Wasserbauer 2000)

$a_w$ na stavebních substrátech	teplota prostředí	
	12°C	25°C
< 0,80	Aspergillus repens	Aspergillus versicolor
	Penicillium brevicompactum	Penicillium brevicompactum
0,80 – 0,90	Cladosporium sphaerospermum	Alternaria alternata
	Aureobasidium pullulans	Cladosporium cladosporioides
> 0,90	Fusarium moniliforme	Cladosporium herbarum
	Stachybotrys atra	Stachybotrys atra

TABULKA 04 – Vliv přítomnosti mikroskopických dřevokazných hub na úroveň pH konstrukčního dřeva

popis vzorku	dřevokazná houba	pH
náročná vaznice vz.č. 1	trámovka	4,5
náročná vaznice vz.č. 2	outkovka	5,-
náročná vaznice vz.č. 3	outkovka	5,-
náročná vaznice vz.č. 4	outkovka	5,-
vazný trám vz.č.5	nosatec	5,5
vazný trám vz.č 6	bez napadení	6,5
vazný trám vz.č 7	outkovka	5
vazný trám vz.č 8	červotoč	5,5
vazný trám vz.č 9	dřevomorka	6
vazný trám vz.č 10	bez napadení	6,5

TABULKA 05 – Některé přípravky k preventivní povrchové ochraně dřeva proti biotickým škůdcům.

Název přípravku	Doporučená koncentrace *	Minimální dávka přípravku g/m <sup>2</sup>	Způsob aplikace **	Výrobce dodavatel
Deksan Profi	5 - 10	20 – 50	nátěr, postřik 2x, ochrana máčením	Dektrade a.s.
Pragopor	10 - 12	25 – 30	nátěr, postřik 2x	Pragochema s.p.
Pragopor, Boronit Q	10 - 15	20 – 25	nátěr, postřik 2x, ochrana máčením	Pragochema s.p.
Bochemit QB	10 – 20	20 – 50	nátěr, postřik 2x	Bochemie s r.o.
Bochemit Basic	10 - 20	30	nátěr, postřik 2x	Bochemie s r.o.
Katrit BAQ	5 - 10	30	nátěr, postřik 2x	Katres s r.o.
Katrit Beta	10 - 20	30	ochrana máčením	Katres s r.o.
Lignofix E Profi	5 - 10	20	nátěr, postřik 2x	Qualichem Mělník
Lignofix Super	10 - 20	90	nátěr, postřik 2x	Qualichem Mělník
Konzeol B pasta	10	25	nátěr, postřik 2x	Konzea s.r.o.

\* doporučená koncentrace vodného roztoku (%)

\*\* minimální nátěr 2x, doporučuje se 3x i více.

Jako jednoznačně nejhorší vychází varianta 2. Hmotnostní vlhkost dřeva je dostačující pro růst prakticky všech dřevokazných hub, dřevokazný hmyz nevyjímaje. Nižší teploty znamenají pouze zpomalení růstu, nikoliv úplné zastavení (viz tabulka 02). Pokud je dřevo bohaté nasyceno vodou (kondenzát) je možné očekávat následující „scénář“ nástupu biotických činitelů na dřevěné prvky.

Atak velmi vlhkého dřeva (např. při zatékání deště) zahajují specifické bakterie (Bacillus asterosporus, Mycobacterium, Actinomyces spp.). Tyto bakterie v první fázi růstu výrazně omezují růst dřevokazných hub zejména dřevomorky (Serpula lacrymans), trámovky (Gloeophyllum seiparium), pomatky, (Fibroporia Vaillantii), koniofory (Coniophora puteana) čechratky (Paxillus panuoides) a některých dřevozbarvujících plísní. Mimo to rozkládají i některé biocidy určené pro ochranu dřeva (např. kvarterní amoniové sloučeniny).

Další skupinou, která nastupuje paralelně či za bakteriemi, jsou dřevozbarvující plísně, které jsou schopny proniknout do dřeva až do hloubky 10 mm. (Aspergillus fumigatus, Fusarium solani). Teprve jako třetí vstupují na dřevo saprofytické houby, které vyžadují nejen odumřelé dřevo, ale především do něj vstupují sekundárně a dostávají se do styku s odumřelými nebo parazitickými druhy hub nebo skupinou plísní, které ze dřeva postupně vytlačují nebo jim konkurují.

Lze tedy říci, že při této variantě u staršího objektu s původním krovem a s nefunkční biocidní ochranou (což je v praxi častý případ), je možné dříve nebo později očekávat vznik biotického napadení velkého rozsahu. Protože dřevo vyrovnává výkyvy vlhkosti velmi rychle, proběhne „nastavení“ příznivé hmotnostní vlhkosti dřeva pro růst v závislosti na výši RV a tloušťce dřeva v průběhu několika hodin až dnů. Další atak biotickými prvky se rozvíjí v závislosti na primárním osídlení dřeva ještě před realizací půdní vestavby. Jestliže se na dřevo původního krovu nachází trámovka nebo čechratka (tyto

houby a zvláště trámovka jsou po dlouhou dobu na dřevu obtížně viditelné), potom lze v průběhu času očekávat nástup dřevomorky, případně i v kombinaci s outkovkou (*Trametes serialis*). Pokud se na starším krovu nenachází žádný biotický činitel, potom lze v průběhu času očekávat vývoj biotických činitelů, který začíná v závislosti na přítomnosti kondenzátu sukcesí za spoleúčasti bakterií a plísní (viz vpředu) nebo přímo nástupem dřevokazných hub.

Velmi pozoruhodné a ve svých důsledcích zcela nové výsledky jsme získali při opakovaných (statistických) odběrech, při kterých jsme odebírali vzorky dřeva z různých stavebních objektů, které nebyly zdnalivě napadeny dřevokaznými houbami a hmyzem. Jako příklad uvádíme výsledky rozborů povrchu nárožních vaznic a souvisejících vazných trámů stavebního objektu z roku 1850 /tabulka 04/. I když na povrchu konstrukčních prvků nebyly vizuálně zaznamenány žádné stopy napadení a rovněž poklepová metoda nesignalizovala přítomnost dřevokazných škůdců, na epifluorescenčním mikroskopu byly ve všech vzorcích nalezeny stopy (ojedinělé hyfy) outkovky, trámovky v jednom případě i ojedinělé hyfy pravděpodobně neaktivní dřevomorky. V jednom vzorku byly nalezeny i drobné požerky pilouse (čeleď nosatcovití) a červotoče. Hmotnostní vlhkost měřená elektrickým vlhkoměrem kolísala v době odběru v rozmezí 12,4 % až 14,6 %, ovšem pH vodného výluhu se pohybovalo v širokém rozmezí 4,5 až 6 a velmi dobře kopírovalo ojedinělý a mikroskopický výskyt hyf dřevokazných hub (viz tab. č. 4). Nasákavost mikroskopicky osídlených vzorků byla cca 150 % a nasákavost nenapadených vzorků 110 % Uvedené nálezy tak potvrzují naše představy a kolonizaci starých půdních vestavb biotickými činiteli, kteří se mohou při realizaci varianty 3 rychle rozvíjet.

*Pozn.: Dosavadní výsledky zároveň naznačují, že v budoucnu bude pravděpodobně nutné přikročit k zcela jiným způsobům hodnocení degradace dřevěných konstrukcí než dosud. Hodnocení by mělo být založeno na posloupnosti analýz: benzen – etanolový extrakt → holocelulóza → α. celulóza. Metodika stanovení α. celulózy v napadeném dřevě indikuje kolik celulózy je ve sledovaném dřevě nezpolymerizováno a nakolik a z kolika procent je tedy studovaný prvek degradován (Reinprecht 1994).*

Prozatím je zřejmé, že pro konstrukce krovů je nezbytná chemická ochrana biocidy zejména fungicidy (povinnost aplikovat na krovy chemické přípravky je dána Nařízením vlády 163/2002 Sb. z 24.4.2002, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky). Vlhkost syrového dřeva se pohybuje v rozmezí 40 až 80 %. V průběhu přirozeného sušení poklesne vlhkost na 15 až 20 % hmotnostních, což je vlhkost, se kterou se na stavbách při aplikaci biocidů nejčastěji setkáváme. Při vyšších vlhkostech nad bod nasycení vláken, který je u našich dřevin cca 30 %, je již ochrana problematická. Zabudované dřevo na stavbách se chrání při rekonstrukcích nátěrem a postřikem, k ochraně mírně narušeného dřeva lze použít také injektzá nebo bandážování. Chemická ochrana dřeva se má realizovat při teplotách kolem 20 °C. Při nižších teplotách,

zejména pod 10 °C se snižuje penetrace ochranného přípravku do dřeva. Ochrana proti hmyzu se má provádět v době výletů dospělých jedinců, tedy od května do září.

Aby byla biocidní ochrana účinná, je před realizací nutné:

- Vyčistit povrch střešní konstrukce od rozvlákněného dřeva, prachu a dalších nečistot. To se týká především zhlaví, krokví, pozednic apod.
- Neutralizovat povrch dřeva, pokud je dřevo kyselé, nátěrem nebo postřikem 10 % vodným roztokem boraxu ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) nebo 10 % vodným roztokem sody ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ).
- K ochraně dřeva použít některý z přípravků uvedených např. v tabulce 05.

Doporučuje se dodržet minimální příjmy uvedené v tabulce. Dále se doporučuje alespoň 1x ročně provádět kontrolu těsnosti a celistvosti střešního pláště, nejlépe v deštivém období, a v případě závad ihned provést opravy, protože vlhkost dřevěných konstrukcí nesmí ani krátkodobě převýšit 20 % hmot., kritickou hodnotu pro napadení dřeva dřevokaznými houbami.

Ochrana krovů postřikem biocidy se provádí u rozměrných a špatně přístupných konstrukcích. Právě zde dochází nejčastěji k vědomým, či nevědomým chybám. Protože řada přípravků je barevná (nejčastěji zelený nebo hnědý odstín) převládá



názor, že pro krov nastříkaný do lehce zelené barvy již postačuje pro účinnou ochranu proti biotickým škůdcům. Přírodním důsledkem je podrůstání a záhy i přerůstání takto provedené ochrany dřevokaznými houbami. Jako příklad podceňování minimálních příjmů biocidů na ochranu dřeva a ovšem také velká adaptabilita dřevokazných hub, je v současnosti zjištěna rezistence dřevomorky proti naftenátu mědnatému, citrátu mědnatému a dalším mědnatým solím (Green and Clausen 2005).

Účinnost preventivní či represivní ochrany proti škůdcům povrchovými metodami narušují výsušné trhliny, které se tvoří ponejvíce při použití vlhkého dřeva v místnostech vytápěných ústředním topením. Účinnost chemické ochrany také klesá u vodorozpustných přípravků použitých do prostředí, kde může docházet ke kondenzaci (přípravky na bázi kyseliny borité, tetraboritanu sodného a polyboritanů). Rovněž dřevo zcela nezbavené kůry je snadněji atakováno dřevokazným

hmyzem. Povrchové narušení dřeva kůrovcem usnadňuje jeho další narušení až destrukci tesaříkem, či červotočem. Je známo, že organické biocidy samy pozvolna stárnou a to oxidací vzdušným kyslíkem, zvláště při vyšší teplotě. Interakcí s dalšími nevhodně volenými sloučeninami (nátěry), jsou některé fungicidy, např. kvarterní amoniové sloučeniny, při vysoké vlhkosti dřeva a za přítomnosti kondenzátu rozkládány bakteriemi.

<Richard Wasserbauer>

#### LITERATURA:

- /1/ Fassatiová O., 1979: Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii, SNTL Praha 1979.
- /2/ Green F., Clausen C.A., 2005. Cooper tolerance of brown-rot fungi: Oxalic acid production in southern pine treated with arsenic-free preservatives. International Biodeterioration & Biodegradation 56, pp. 75 – 79, 2005.
- /3/ Nielsen K.F., Holm G., Uttrup L.P., Nielsen P.A., 2004. Mould

growth on building materials under low water activities, Influence of humidity and temperature on fungi growth and secondary metabolism. International Biodeterioration & Biodegradation 54, pp. 325 – 336, 2004.

- /4/ Reinprecht L., 1994. Ochrana dřeva a kompozitov. Vydavatel TU vo Zvolene, Dřevoařská fakulta 1994.
- /5/ Wasserbauer R., 2000. Biologické znehodnocení staveb, Nakladatelství ARCH, 2000.
- /6/ Zdeněk L., 2005. Rizika zabudování dřevěných prvků ve skladbách střech nad vytápěnými prostory. Sborník přednášek Kongres Kutnar, Poruchy staveb 2005, str. 47 – 54, 2005

Příspěvek byl zpracován za podpory GAČR 103/06/1801 Analýza spolehlivosti vlastností stavebních materiálů a konstrukcí s přihlédnutím k jejich změnám v čase a časově proměnným vlivům.

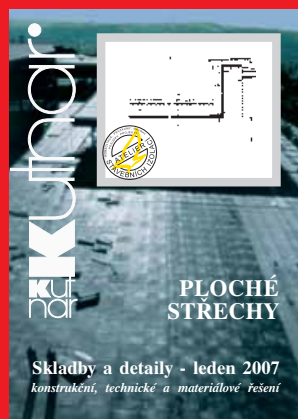




# DEKPARTNER STUDENT

Program DEKPARTNER byl rozšířen o technickou podporu pro studenty středních, vyšších odborných a vysokých škol stavebních oborů.

Student může získat veškeré projekční podklady společnosti DEKTRADE, díky kterým má přístup k aktuálním informacím z oboru izolací a střeš nutných pro zvládnutí studia a pro budoucí praxi. Student odebírá DEKTIME – časopis společnosti DEKTRADE určený zejména projektantům a architektům.



[www.dekpartner.cz](http://www.dekpartner.cz)  
Kompletní pravidla programu a nabídka služeb.  
Registrace projektantů, architektů a studentů do programu DEKPARTNER.

**DEKPARTNER**   
S T U D E N T

# VYUŽITÍ REKUPERAČE PRO USPORY TEPLA

NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ BYTOVÝCH OBJEKTŮ SE V DŮSLEDKU STOUPÁNÍ CEN ENERGIÍ NEUSTÁLE ZVYŠUJÍ. TATO SKUTEČNOST BY MĚLA VÉST K REALIZACI TAKOVÝCH BYTOVÝCH OBJEKTŮ A OPATŘENÍ PŘI REKONSTRUKCÍCH, ABY NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ BYLY CO NEJMENŠÍ. PŘITOM MUSÍ BÝT ZACHOVÁNA EKONOMICKÁ NÁVRATNOST POŘÍZENÍ TAKOVÉTO STAVBY NEBO REKONSTRUKCE. OBALOVÉ KONSTRUKCE OBJEKTŮ SE JIŽ V SOUČASNÉ DOBĚ NAVRHUJÍ A REALIZUJÍ SE SNAHOU CO NEJVÍCE SE PŘIBLÍŽIT DOPORUČENÝM SOUČINITELŮM PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ DLE NORMY ČSN 73 0540-2 TEPELNÁ OCHRANA BUDOV – ČÁST 2: POŽADAVKY VE SNAZE MINIMALIZOVAT NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ. EKONOMICKÁ NÁVRATNOST VĚTŠINY TĚCHTO INVESTIC NA ZLEPŠENÍ TEPELNĚ-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ OBJEKTU JE VZHLEDEM K JEJICH ŽIVOTNOSTI V SOUČASNOSTI VÝHODNÁ.



Příkladem jsou realizace vnějších kontaktních zateplovacích systémů, výměny výplní otvorů za nové výplně s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi, zateplení střech apod. V důsledku zlepšování součinitele prostupu tepla obalových konstrukcí objektu se mění poměrné rozdělení tepelných ztrát těchto objektů. Dominantní tepelné ztráty již potom nejsou zapříčiněny výplněmi otvorů (okna aj.), stěnovými obvodovými a střešními konstrukcemi, ale větráním. Po využití možnosti maximálních energetických úspor vlivem zlepšování tepelně-technických vlastností obalových konstrukcí objektu je tedy snaha zmenšit i tepelnou ztrátu vlivem větrání.

V současnosti jsou možné tři způsoby řešení řízeného větrání s rekuperací:

- instalace ostrovních rekuperačních jednotek,
- instalace vzduchotechnické jednotky s rekuperací v rámci bytu,
- instalace centrální vzduchotechnické jednotky s rekuperací v rámci bytového domu.

Pro posouzení vhodnosti použití každého systému se sleduje ekonomická návratnost instalace, vhodnost použití pro danou stavbu a druh provozu.

## OSTROVNÍ REKUPERAČNÍ JEDNOTKY

Aby toto opatření mělo plnohodnotný význam, je třeba umístit ostrovní rekuperační jednotku do každé obytné místnosti (reálný předpoklad oddělených obytných místností v rámci dispozice bytu). Vzhledem k relativní nenáročnosti instalace je tato možnost nejvhodnější k dodatečné instalaci např. při rekonstrukcích. Podmínkou pro stanovení ekonomické návratnosti je cena dodávky ostrovní rekuperační jednotky včetně instalace, nároky na provoz a údržbu, a stanovení tepelných úspor zpětným získáváním tepla rekuperací. Pro stanovení energetické úspory je důležité znát účinnost ostrovní rekuperační jednotky, objem větraného vzduchu přes tuto ostrovní jednotku a cenu energií na vytápění.

Výhodou je přímá finanční úspora uživatele bytu, která se však projevuje pouze v kombinaci s termoregulačními hlavici na otopných tělesech a poměrovými měřiči tepla.

## VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY V RÁMCI BYTU

Toto opatření představuje větší nároky na provedení. Proto je třeba vždy zvážit vhodnost instalace při rekonstrukcích. Podmínkou pro

stanovení ekonomické návratnosti je cena dodávky vzduchotechnické rekuperační jednotky pro byt včetně její instalace a instalace rozvodů, nároky na provoz a údržbu, a stanovení tepelných úspor zpětným získáváním tepla rekuperací. Pro stanovení energetické úspory je důležité znát účinnost této rekuperační jednotky, objem větraného vzduchu přes tuto bytovou rekuperační jednotku, cenu energií na vytápění.

Výhodou je přímá finanční úspora uživatele bytu, která se však projevuje pouze v kombinaci s termoregulačními hlavici na otopných tělesech a poměrovými měřiči tepla. Výhodou může být i centrální řízení klimatu v rámci bytu.

## CENTRÁLNÍ VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY V RÁMCI BYTOVÉHO DOMU

Toto opatření představuje největší nároky na provedení. Proto se s touto realizací počítá spíše u novostaveb v případě prokázání ekonomické návratnosti. Podmínkou pro stanovení ekonomické návratnosti je cena dodávky centrální vzduchotechnické rekuperační jednotky pro bytový dům včetně její instalace a instalace rozvodů, nároky na provoz a údržbu, a stanovení tepelných úspor zpětným získáváním



Základní údaje o rekuperačních ostrovních jednotkách

vzduchový výkon (m <sup>3</sup> /h)	od cca 15
výkonová regulace	běžně 2 až 3 stupně
účinnost rekuperace	cca 70%
příkon (W)	od cca 3,8
vnitřní hluchost (dB)	dle výkonu cca 15,5 až 40
váha (kg)	běžně 10 -15
průměr průduchů (m)	běžně 0,1
pořizovací cena (Kč/ks)	dle výkonu cca od 25 000,-
uvažovaná životnost (roky)	cca 15-20



tepla rekuperací. Pro stanovení energetické úspory je důležité znát účinnost centrální rekuperační jednotky, objem větraného vzduchu přes tuto jednotku, cenu energií na vytápění. Výhodou je centrální řízení klimatu v bytech nezávisle na uživateli.

U všech tří možností řízeného větrání s rekuperací je potřeba zamyslet se nad těsností obvodového pláště, což se týká hlavně těsnosti oken. V praxi navíc nelze zaručit, že všechny vyvětráný vzduch z bytové zóny bude odveden přes rekuperační zařízení. I při použití nových relativně těsných oken lze předpokládat, že část vzduchu se vyvětrá např. digestoří, odvětráním bytových jader, příležitostným otevíráním oken nebo balkónových dveří apod. Z tohoto důvodu se uvažuje, že se podaří získat rekuperační teplo přibližně ze 70% objemu větraného vzduchu z bytové zóny. Tato okolnost je důležitá především při stanovení ekonomické návratnosti instalace těchto zařízení, kdy požadujeme aby co největší část z odvětráného vzduchu prošla těmito rekuperačními zařízeními. Dále je nutno sledovat hladinu hluku v bytech vyprodukovanou provozem těchto zařízení.

## OSTROVNÍ REKUPERAČNÍ JEDNOTKY – PODROBNĚ

V dalším textu se budeme zabývat první možností – ostrovnými rekuperačními jednotkami. Ostrovní rekuperační jednotky se jeví jako nejsnazší a nevhodnější pro instalaci v již postavených a nyní rekonstruovaných bytových domech.

Tato skutečnost vychází zejména z těchto vlastností:

- Samotná ostrovní rekuperační jednotka je poměrně malá. Běžně se plošné rozměry pohybují cca do 0,25 m<sup>2</sup> a hloubky cca 0,3 m;
- Instalace probíhá vždy na obvodovou stěnu, přičemž jednotka je umístěna v interiéru;
- Pro instalaci nejsou potřeba žádné další vzduchotechnické rozvody;
- Zásah do obvodové stěny se redukuje pouze na otvory potřebné pro odvod a přívod vzduchu;
- Montáž je oproti ostatním systémům řízeného větrání s rekuperací poměrně snadná a rychlá;
- Jednotka nepředstavuje skoro žádný zásah do dispozice a vzhledu místnosti;

- Snadné ovládání a řízení klimatu v místnosti.

V níže uvedených dvou příkladech posoudíme vhodnost použití a ekonomickou návratnost instalace ostrovních jednotek do dvou různých typů bytových domů. Budeme se zabývat potřebou tepla na vytápění pro konkrétní objekt za simulace předem stanovených tepelně technických vlastností obalových konstrukcí tohoto bytového objektu. Oba objekty jsou posouzeny pro stav po případné rekonstrukci spočívající v energetické sanaci.

V prvním případě se jedná o samostatně stojící bytový objekt, který byl dokončen koncem sedmdesátých let dvacátého století. Bytový dům byl postaven v konstrukční panelové soustavě PS 69 /foto 01/ – objekt A. Objekt má 15 nadzemních podlaží. První nadzemní podlaží slouží jako technické. Druhé až patnácté nadzemní podlaží slouží jako obytné. Na každém patře se nachází 5 bytových jednotek. Obvodový plášť tvoří sendvičové železobetonové panely se 40 mm EPS a jednovrstvé keramzitbetonové panely. Střecha je plochá jednoplašťová.



01



02

Ve druhém případě se jedná o samostatně stojící osmipodlažní bytový dům obdélníkového půdorysu s rozměry 11,3 x 90,0 m. Objekt byl realizován v první polovině šedesátých let dvacátého století v panelové soustavě G 57 /foto 02/ – objekt B. První podlaží je technické a částečně zapašované pod terén. V obytných podlažích je celkem 100 bytů (90 jednotek 2+1 a 10 jednotek 3+1). Obvodové stěny tvoří vrstvené panely o celkové tloušťce 240 mm s tepelně-izolační vrstvou z pazdří. Střecha je plochá jednoplašťová.

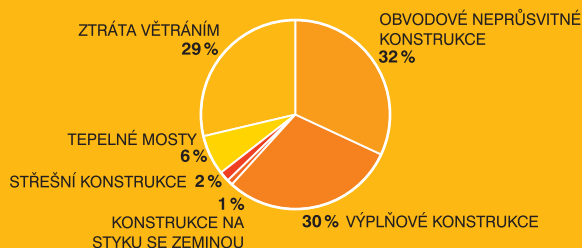
Graf /1A/ znázorňuje rozdělení tepelných ztrát objektu A při technickém stavu po dokončení výstavby. Jak je z tohoto grafu patrné, vykazují největší podíl na tepelných ztrátách objektu obvodové stěnové konstrukce spolu s výplňovými otvory (především okny). Třetí největší podíl tvoří tepelné ztráty větráním.

Graf /1B/ znázorňuje rozdělení tepelných ztrát objektu B při technickém stavu po dokončení výstavby. Jak je z tohoto grafu patrné, vykazují zdaleka největší podíl na tepelných ztrátách objektu obvodové stěnové konstrukce. Tento poměr souvisí s větším stářím objektu a tím menšími požadavky na tepelný odpor obvodových konstrukcí. Druhou největší ztrátu tvoří ztráta větráním. Tepelná ztráta prostupem okny je oproti ztrátám větráním a obvodovými stěnovými konstrukcemi menší, což je v tomto případě způsobeno menším plošným zastoupením okenních konstrukcí v obvodovém plášti.

Grafy /2A a 2B/ znázorňují rozdělení tepelných ztrát objektu při technickém stavu, který by nastal případnou rekonstrukcí. Rekonstrukce by spočívala ve zvýšení součinitele prostupu tepla obálkových konstrukcí objektu na hodnoty požadované normou ČSN 73 0540. V praxi tento požadavek znamená výměnu oken, provedení vnějšího kontaktního zateplovacího systému, zateplení střechy, popř. zateplení stropu nad technickým podlažím. Energetická úspora oproti původnímu stavu by činila 27% u objektu A (PS 69) a až 52% u objektu B (G 57). Z poměrů

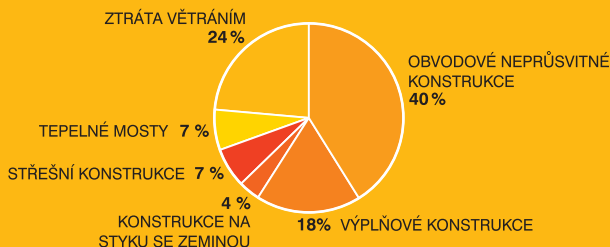
## POMĚRNÉ ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT

### 1A



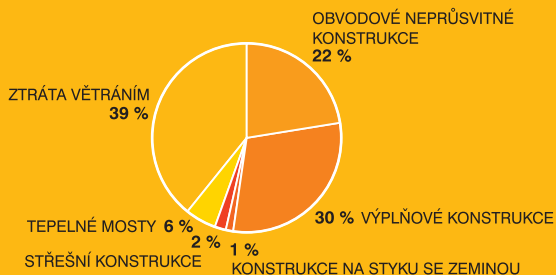
PS 69 – Potřeba tepla na vytápění: 1 600 GJ (1 926 GJ\*) STN = 130 %

### 1B



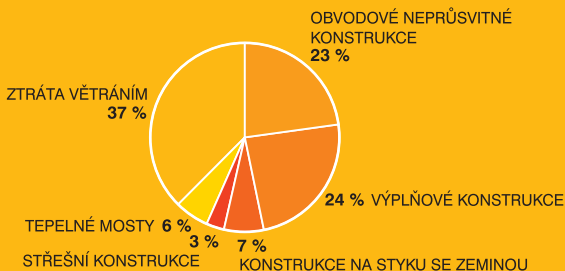
G 57 – Potřeba tepla na vytápění: 2 420 GJ (3 007 GJ\*) STN = 202 %

### 2A



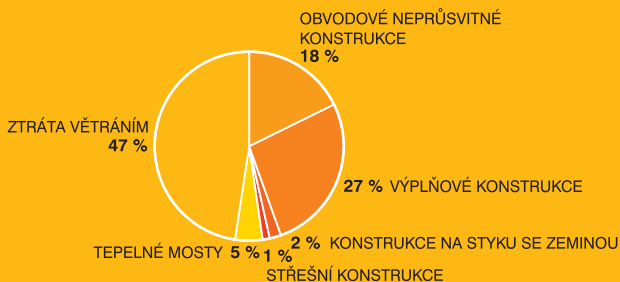
PS 69 – Potřeba tepla na vytápění: 1 160 GJ (1 486 GJ\*) STN = 85 %

### 2B



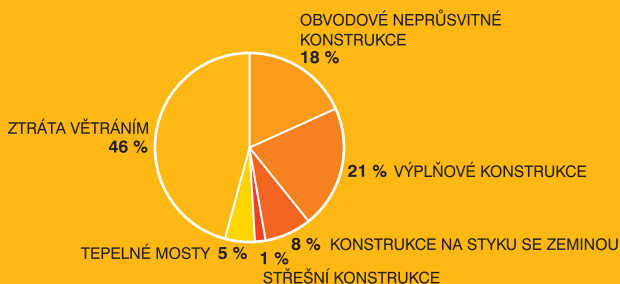
G 57 – Potřeba tepla na vytápění: 1 155 GJ (1 742 GJ\*) STN = 91 %

3A



PS 69 – Potřeba tepla na vytápění: 900 GJ (1 226 GJ\*) STN = 60 %

3B

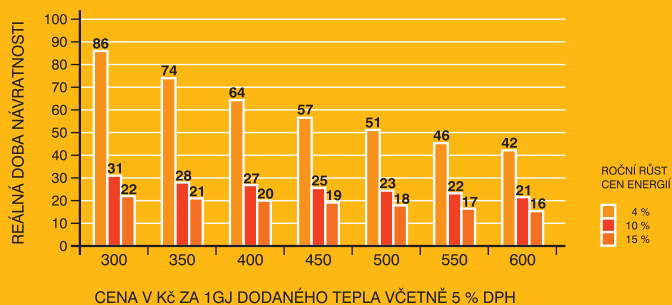


G 57 – Potřeba tepla na vytápění: 845 GJ (1 432 GJ\*) STN = 64 %

*Pozn.: \*V obou objektech byly před posouzením osazeny na otopná tělesa termoregulační ventily s automatickými regulačními hlavice. Oba objekty tedy využívají solárních zisků. Potřeba tepla na vytápění v závorce po tyto objekty je uvedena před odečtením solárních zisků.*

## ZÁVISLOST REÁLNÉ NÁVRATNOSTI INSTALACE REKUPERAČNÍCH OSTROVNÍCH JEDNOTEK NA CENĚ 1 GJ DODANÉHO TEPLA A NA ROČNÍM RŮSTU CEN ENERGIE PRO TENTO OBJEKT

4A



tepelných ztrát je patrný výrazný nárůst tepelných ztrát v důsledku větrání.

Grafy /3A a 3B/ znázorňují rozdělení tepelných ztrát objektu při technickém stavu, který by nastal případnou rekonstrukcí. Rekonstrukce by spočívala ve zvýšení součinitele prostupu tepla obálkových konstrukcí objektu na hodnoty **doporučené** normou ČSN 73 0540-2. Energetická úspora oproti původnímu stavu by činila až 44% u objektu A (PS 69) a až 65% u objektu B (G 57). Z poměrů tepelných ztrát je patrný další výrazný nárůst tepelných ztrát v důsledku větrání.

*Pozn.: Tepelné ztráty vlivem tepelných mostů byly v obou případech paušálně uvažovány jako 10% z celkové tepelné ztráty prostupem.*

Z porovnání grafů /1/ až /3/ je patrné, že čím lepší mají obvodové konstrukce tepelně izolační vlastnosti, tím větší bude podíl tepelných ztrát vlivem větrání na celkových tepelných ztrátách objektu. Tento podíl tepelných ztrát větráním by se potom pohyboval v intervalu cca 40-50 % z celkových tepelných ztrát objektu za předpokladu, že obalové konstrukce objektu mají součinitel prostupu tepla na doporučené hodnotě dle ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky*. Tepelné ztráty objektu větráním byly vypočteny při uvažování minimální násobnosti výměny vzduchu v obytných místnostech, která činí 0,5 h<sup>-1</sup>. To znamená, že všechen vzduch v obytných místnostech se musí vyměnit minimálně jednou za 2 hodiny. Tato hodnota je doporučena pro byty v normě ČSN EN 832 *Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění – Obytné budovy*.

V rámci prověření návratnosti instalace rekuperačního zařízení byly v tomto případě posuzovány ostrovní rekuperační jednotky. Podmínky jejich užití a nároky na provoz viz základní problematiku. Náklady na pořízení a instalaci jedné ostrovní rekuperační jednotky jsou uvažovány 25 000,- Kč včetně DPH a náklady na provoz



jednotky jsou uvažovány 320 Kč/rok včetně DPH. Cena pořízení této ostrovní rekuperační jednotky je orientačně stanovena na základě průzkumu současného trhu. Cena za údržbu je stanovena pro provoz v běžných podmínkách. Obvyklé účinnosti současných ostrovních rekuperačních jednotek se v současnosti pohybují kolem 70%. V praxi je navíc reálné, že se podaří získat rekuperační teplo přibližně ze 70% objemu větraného vzduchu z bytové zóny (viz výše).

Potřeba tepla na pokrytí tepelných ztrát větráním bytové zóny pro objekt A (PS 69) je stanovena přibližně na 520 GJ/rok. Pro účinné řízení větrání s rekuperací je potřeba umístit ostrovní rekuperační jednotku do každé obytné místnosti, kterých je v tomto případě 196.

Teplo, které je možno získat rekuperací:

$$520 * 0,7 * 0,7 = 254,8 \text{ GJ}$$

Celkové náklady na pořízení a instalaci:

$$25\ 000 * 196 = 4\ 900\ 000 \text{ Kč}$$

Uvažované roční náklady na provoz:

$$320 * 196 = 62\ 720 \text{ Kč}$$

Potřeba tepla na pokrytí tepelných ztrát větráním bytové zóny pro objekt B (G 57) je stanovena přibližně na 616 GJ/rok. Pro účinné

řízení větrání s rekuperací je potřeba umístit ostrovní rekuperační jednotku do každé obytné místnosti, kterých je v tomto případě 310.

Teplo, které je možno získat rekuperací:

$$616 * 0,7 * 0,7 = 301,8 \text{ GJ}$$

Celkové náklady na pořízení a instalaci:

$$25\ 000 * 310 = 7\ 750\ 000 \text{ Kč}$$

Uvažované roční náklady na provoz:

$$320 * 310 = 99\ 200 \text{ Kč}$$

V grafech /4A/ a /4B/ je uvedena reálná doba návratnosti pořízení těchto ostrovních rekuperačních jednotek v závislosti na ročním růstu cen tepelné energie. Roční růst cen tepelné energie 4% je běžně uvažovaná hodnota v energetických auditech pro stanovení reálné doby návratnosti navrhovaných energeticky úsporných opatření. Pro názornost jsou v těchto grafech uvedeny i vyšší hodnoty ročního růstu cen tepelné energie 10% a 15%.

Hlavními kritérii pro stanovení reálné doby návratnosti jsou:

- 1) cena za 1 GJ dodaného tepla,
- 2) vývoj ceny tepla do budoucna,
- 3) doba životnosti rekuperačního zařízení,
- 4) náklady na provoz a údržbu.

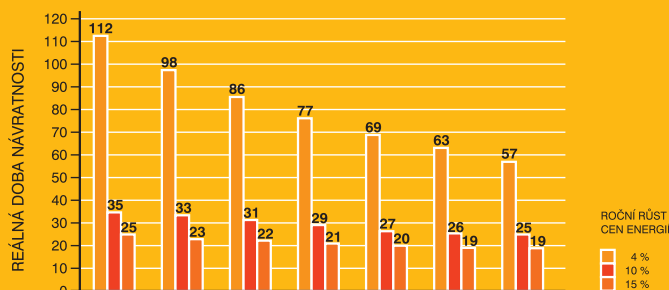
## CENA ZA 1 GJ DODANÉHO TEPLA

Tato cena může být podmíněna mnoha faktory, avšak hlavním předpokladem pro určení její výše je cena paliva, ze kterého je teplo získáváno. U nás je nejvíce zastoupeným palivem pro výrobu tepla hnědé uhlí. Zbytek tvoří ostatní složky zemní plyn. Tepelná energie vyrobená z hnědé uhlí je v ČR většinou znatelně levnější než výroba z ostatních paliv, resp. zemního plynu. Tato skutečnost je dána nutností zemní plyn dovážet z území mimo ČR, na rozdíl od hnědé uhlí, kterého je na našem území relativní dostatek. Dalšími faktory ovlivňující cenu tepla je regulační energetická politika státu, daňová sazba na odběr tepla (v současnosti např. pro teplo z CZT 5%), místní charakter odběru tepla, účinnost výroby tepla a s tím související poměrné náklady na výrobu tepla, ekologické limity emisí při výrobě aj. Jako příklad jsou uvedeny rozdílné ceny v pražské oblasti, kde 1 GJ tepla dodávaného z Pražské teplotárenské soustavy stojí v nejrozšířenější sazbě 362 Kč/GJ, a dodávaného z kotelen na zemní plyn v nejrozšířenější sazbě 476 Kč/GJ. Obě ceny jsou uvedeny včetně DPH.

## VÝVOJ CENY TEPLA DO BUDOUCNA

Pro vývoj cen tepla je důležitý vývoj cen paliv užitých pro výrobu

## 4B ZÁVISLOST REÁLNÉ NÁVRATNOSTI INSTALACE REKUPERAČNÍCH OSTROVNÍCH JEDNOTEK NA CENĚ 1 GJ DODANÉHO TEPLA A NA ROČNÍM RŮSTU CEN ENERGIE PRO TENTO OBJEKT



CENA V Kč ZA 1 GJ DODANÉHO TEPLA VČETNĚ 5% DPH

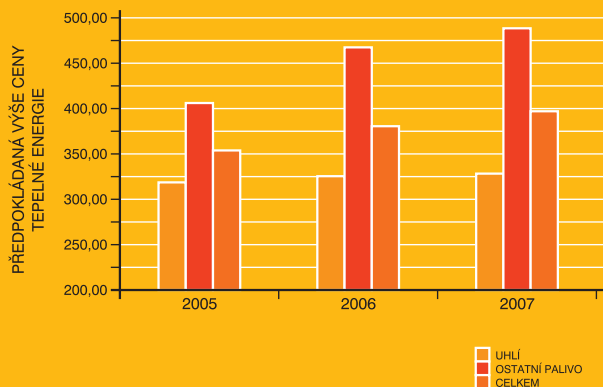
## VÝVOJ PRŮMĚRNÉ CENY TEPELNÉ ENERGIE V ČASOVÉM OBDOBÍ 2001-2006

5



## PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ PRŮMĚRNÉ CENY TEPELNÉ ENERGIE V ČASOVÉM OBDOBÍ 2005-2007

6



tepla. Ceny uhlí porostou i do budoucna v návaznosti na růst cen ostatních fosilních paliv, avšak v ČR je předpoklad mírnějšího růstu. Mírnější růst vychází z předpokladu, že jde o palivo, kterého je v ČR relativně dostatek. Zemní plyn je do ČR dovážen především z Ruska. Ceny zemního plynu jsou svázané s cenou ropy, a proto s menšími odchylkami kopírují vývoj cen ropy. Do budoucna lze očekávat růst ceny zemního plynu v ČR vyšší než růst ceny uhlí. Na výslednou cenu tepelné energie pro zákazníka mají potom vliv další faktory, které jsou již uvedeny výše. Tyto faktory mohou zapříčinit jiné roční procento růstu tepelné energie pro konečného odběratele na rozdíl od růstu ceny paliv a mají celoplošný nebo lokální vliv.

*Pozn.: Meziroční nárůst cen tepelné energie 2006/2007 je předpokládán u výroby z uhlí 1,4% a u výroby z ostatního paliva 4,1%. K nejvyššímu očekávanému nárůstu ceny tepelné energie dojde na přelomu roku 2007/2008, kdy má být zrušena snížená sazba DPH u tepelné energie, a ta bude zdaňována základní sazbou v platné výši.*

## DOBA ŽIVOTNOSTI REKUPERAČNÍHO ZAŘÍZENÍ

Tato doba je důležitá pro vyhodnocení ekonomické únosnosti instalace tohoto zařízení. V podstatě by během své doby provozu, resp. životnosti mělo toto instalované rekuperační zařízení ušetřit oproti stavu bez jeho instalace tolik finančních nákladů na tepelnou energii, jejichž výše by se minimálně rovnala, nebo převyšovala náklady na pořízení. Pro výpočet ekonomické návratnosti se uvažuje s dobou životnosti zařízení udávanou výrobcem cca 15 let.

## NÁROKY A NÁKLADY NA PROVOZ A ÚDRŽBU

Náklady na provoz tohoto zařízení představují hlavně náklady na dodávaný elektrický proud do rekuperační jednotky a potom výměna filtrů. Výše těchto nákladů je závislá na typu a výkonu jednotky,

četnosti jeho provozu a kvalitě ovzduší v místě objektu. Tyto náklady potom také vstupují do ekonomického zhodnocení reálné doby návratnosti.

## ZÁVĚR

1| Při současných cenách ostrovních rekuperačních jednotek a cenách za dodávané teplo se z ekonomického hlediska nevyplatí jejich instalace do bytových staveb, a to ani při ceně dodávaného tepla v horní cenové hranici a při uvažování vyššího procenta meziročního nárůstu cen tepelné energie.

2| Ostrovní jednotky jsou v současné době neekonomické. Jejich pořizovací cena je vysoká. Aby se s nimi dalo uvažovat, cena pořízení ostrovní rekuperační jednotky z hlediska ekonomické

návratnosti by se měla pohybovat cca v intervalu 5 000-10 000 Kč (závisí na ceně dodávaného tepla na vytápění do objektu). Pořízení ostrovních rekuperačních jednotek z hlediska ekonomické návratnosti je možno v současnosti uvažovat pouze u bytů s volnou dispozicí (v praxi např. byty 1+kk, apod.). Na ostrovní rekuperační jednotku pak případně větší podíl větraného vzduchu z bytové zóny, a postačí instalace jedné jednotky přiměřeného výkonu pro zajištění řízeného větrání většiny bytu.

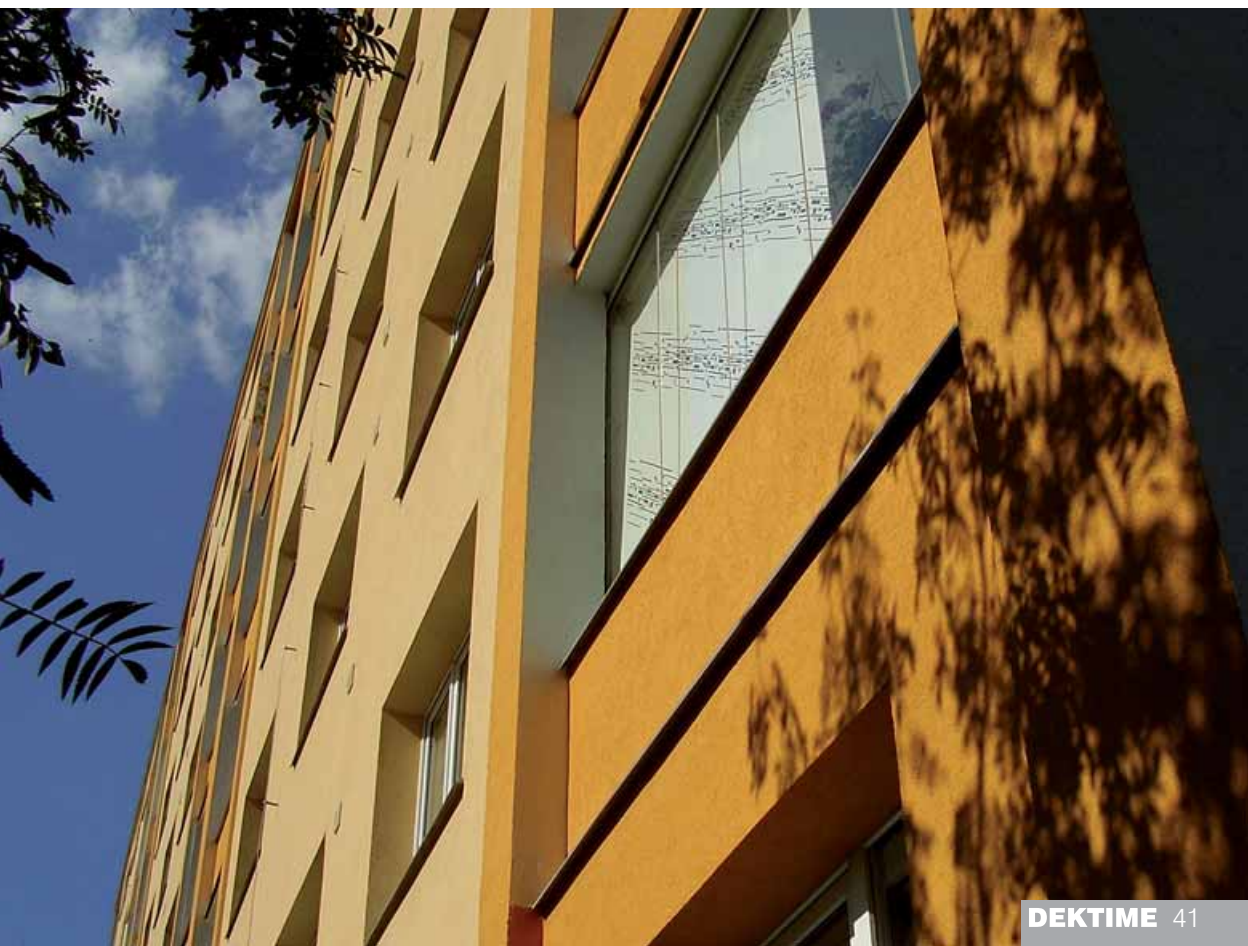
3| Dále je nutno sledovat při případných instalacích těchto zařízení hladinu hluku způsobeného provozem. A to jak přímo v bytě, tak i ve vztahu k exteriéru.

<Martin Varga>

< Ctibor Hůlka >

ZDROJE:

- [1] Vyhodnocení cen tepelné energie, Energetický regulační úřad
- [2] Předpokládaný vývoj průměrné ceny tepelné energie 2005-2007, Ministerstvo financí ČR
- [3] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky.
- [4] ČSN EN 832 Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění - Obytné budovy.







**DEKWOOD**<sup>®</sup>

# ŘEZIVO

**KOMPLETNÍ SORTIMENT  
DŘEVĚNÝCH PRVKŮ PRO  
KAŽDOU STAVBU**

Řezivo odpovídá jakostní třídě S 10 dle ČSN 73 2824-1 *Třídění dřeva podle pevnosti - Část 1: Jehličnaté řezivo* a má prohlášení o shodě „Dřevo na stavební konstrukce“ podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb.

Řezivo DEKWOOD je impregnováno v impregnačním zařízení v centrálním skladu společnosti DEKTRADE. Procesy impregnace podléhají systému řízení jakosti ISO 9001.

[www.dektrade.cz](http://www.dektrade.cz)

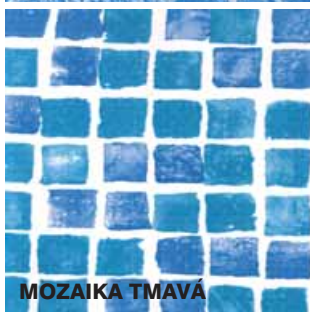


# BAZÉNOVÉ FÓLIE ALKORPLAN 2000

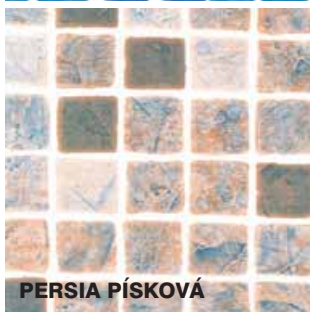
**MOZAIKA BYZANC**



**CARRARA**



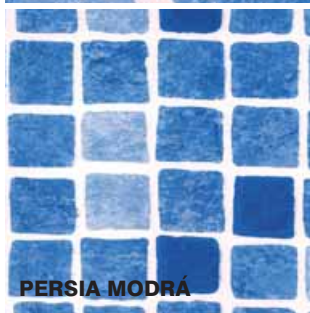
**MOZAIKA TMAVÁ**



**PERSIA PÍSKOVÁ**



**MRAMOR**



**PERSIA MODRÁ**



**ALKORPLAN**

**2000**

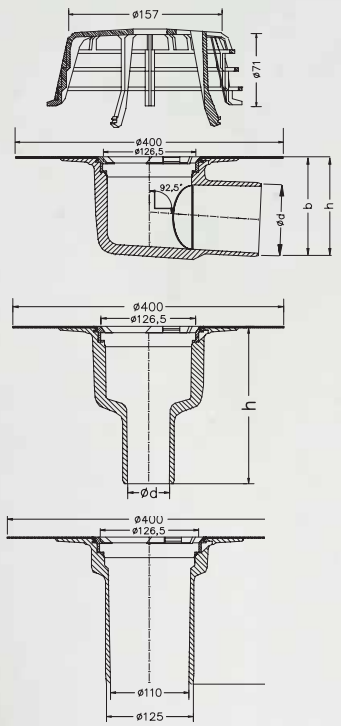
Hydroizolační fólie ALKORPLAN 2000 jsou vyrobeny z měkkého PVC. Na povrchu jsou opatřeny akrylátovou vrstvou, která omezuje usazování nečistot a usnadňuje čištění. Fólie vynikají především vysokou UV stabilitou, stálobarevností, odolností proti hnilobě, plísním a mikroorganismům.

Sortiment fólií ALKORPLAN 2000 byl rozšířen o další mozaikové vzory. V současné době nabízíme tyto vícebarevné bazénové fólie ALKORPLAN 2000: MOZAIKA BYZANC, MOZAIKA TMAVÁ, PERSIA MODRÁ, PERSIA PÍSKOVÁ, CARRARA, MRAMOR

Vedle vícebarevných vzorů naleznete v sortimentu i tradiční jednobarevné fólie ALKORPLAN 2000.

Všechny barevné varianty fólií ALKORPLAN 2000 jsou k dispozici našim zákazníkům v České republice a na Slovensku. Technickou podporu při navrhování a provádění fólií ALKORPLAN 2000 poskytuje Atelier stavebních izolací. Návrh a montáž bazénové fólie usnadní Montážní příručka ALKORPLAN.





# GULLYDEK®

Střešní vtoky GULLYDEK jsou určeny pro odvodnění plochých střech. Střešní vtok GULLYDEK se vyrábí ve variantě svislého i vodorovného vtoku. Podle typu krycí mřížky se dodávají pro nepochůzná a pochůzná střechy. Střešní vtok umožňuje dvouúrovňové odvodnění pochůzných střech z úrovně hydroizolace i z úrovně provozní vrstvy. Těleso vtoku je vyrobeno z pěněné polyuretanové hmoty (PUR), která má dobré tepelně izolační vlastnosti. Střešní vtok se vyrábí s možností napojení na hydroizolaci jednak přes integrovaný přířez hydroizolace z PVC-P fólie, SBS modifikovaného asfaltového pásu, EPDM fólie nebo ECB fólie a jednak přes šroubovanou přírubu.