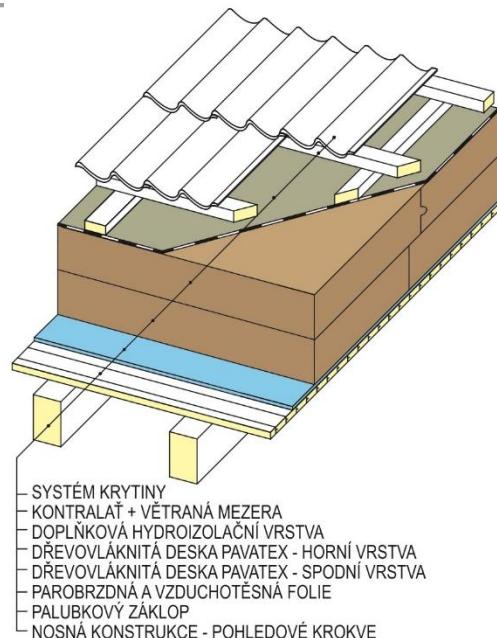


## DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY

NAD POHLEDOVÝMI  
KROVKAMI

## ÚVOD

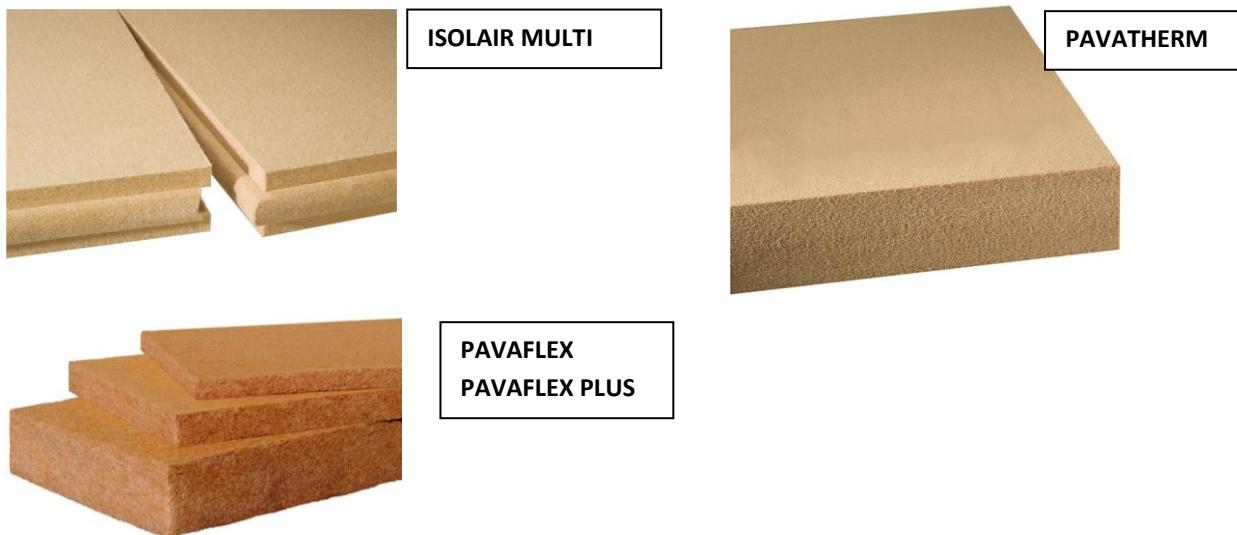
Některé interiéry vyniknou, pokud ponecháme dřevěnou nosnou konstrukci jako jejich přirozenou architektonickou a vizuální součást. Technické řešení takových střech v podkovovém je závislé na tepelné izolaci položené v celé své tloušťce shora na krovkách. Návod na materiálové uspořádání s využitím dřevovláknitých desek Pavatex je obsažen v této statii. Zároveň nabízíme ve čtyřech tabulkách tepelně technické vlastnosti v závislosti na použitých typech materiálů a na jejich tloušťkách. Na závěr jsou zmíněny informace o existenci protokolů měření a konečných výsledcích dvou odlišných vlastností vztažených ke zmiňované konstrukci: **požární odolnost** a **vzduchová neprůzvučnost**. Obě měření zajišťoval výrobce desek firma Pavatex ve spolupráci s autorizovanými zkušebnami v daném oboru.



PROFIL KROKVE		POŽÁRNÍ ODOLNOST
šířka mm	výška mm	RE, REI minuty
80	100 - 240	20
100	80 - 140	20
120	80 - 100	20
100	160 - 240	30
120	120 - 220	30
120	240	45

TABULKA 1) Požární odolnost konstrukce, protokol PKO – 18 – 076/AO 204





## TEORIE ZATEPLOVÁNÍ

Zateplení obytných podkroví s viditelnými krovkemi na palubkovém záklopu se realizuje ve dvou konstrukčních řešeních. Podle toho, zda je na záklopu pod tepelnou izolací použita parotěsná fólie (**difúzně uzavřená konstrukce**) nebo je použita parobrzdňá fólie (**difúzně otevřená konstrukce**). **První varianta** předpokládá tepelně izolační materiály, které samy o sobě si s řízenou difúzí vodní páry neumí poradit. **Druhá varianta**, modernější a pokrokovější, používá přírodní ekologický materiál, jemuž stačí parotěsná membrána s nízkým difúzním odporem. Obě dvě varianty vyžadují pečlivé zpracování detailů a napojení fólie z důvodu vzduchotěsnosti.

Difúzně otevřené konstrukční systémy střešních pláštů s deskami Pavatex navíc přinášejí další výhody, plynoucí ze samotných vlastností dřevovlnáknitých izolačních desek PAVATEX, které v sobě skrývají několik funkcí:

- Izolace proti chladu      (*ZIMNÍ ENERGETIKA, malá tepelná vodivost*)
- Izolace proti teplu      (*LETNÍ ENERGETIKA, objemová hmotnost, akumulace tepla*)
- Izolace proti hluku      (*VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST, vláknitá struktura, hmotnost*)
- Izolace proti požáru      (*POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE, dřevní hmota, hmotnost*)
- Mechanická odolnost      (*Tuhá deska chrání konstrukci krovu proti mechanickému poškození při poškození střešní krytiny*)

## SOUČINITEL TEPLITNÍ VODIVOSTI

*I(citace ČSN 730540-1: 2005 - Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie)*

### 4.3.16

**součinitel teplotní vodivosti** (*temperature diffusivity factor*)

**a** [ $m^2 \cdot s$ ], schopnost stejnorodého materiálu o definované vlhkosti vyrovnávat rozdílné teploty při neustáleném vedení tepla, je dán vztahem:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$$

kde **p** je objemová hmotnost ve stavu definované vlhkosti, [ $\text{kg}/(\text{m}^3)$ ];

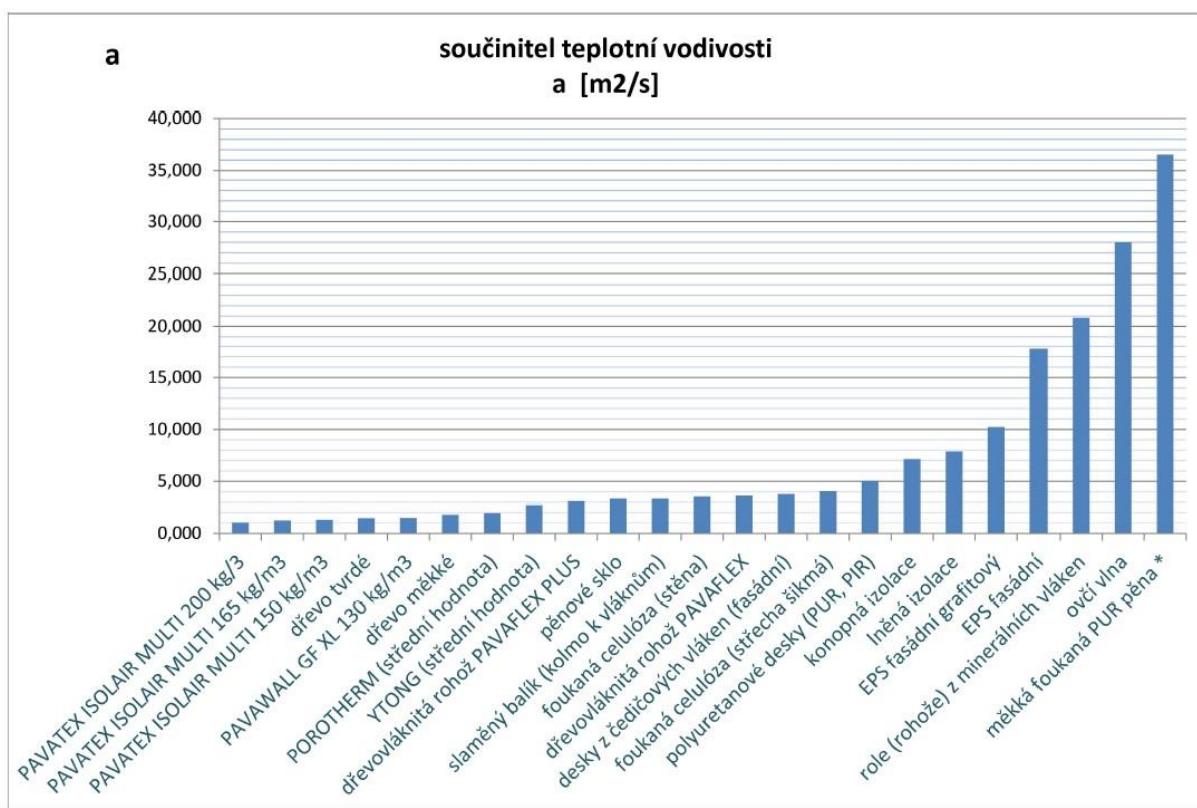
- $\lambda$  součinitel tepelné vodivosti, [W/(m.K)];  
 $c$  měrná tepelná kapacita, [J/(kg.K)],

## POZNÁMKY

- Podle hodnoty součinitele teplotní vodivosti lze usuzovat na rychlosť změny teploty v určitém místě materiálu (stejnorodé vrstvě konstrukce) v důsledku změny jeho povrchové teploty. Čím je hodnota teplotní vodivosti materiálu vyšší, tím je teplota v určitém místě materiálu výrazněji závislá na změně jeho povrchové teploty.

**(konec citace)]**

Jinými slovy, čím je hodnota součinitele teplotní vodivosti  $a$  vyšší, tím rychleji se materiál prohřívá/prochlazuje vlivem změn povrchové teploty v neustáleném teplotním stavu. Protože každá stavební konstrukce se trvale nachází v neustáleném teplotním stavu (reaguje na změny teploty exteriéru), je logické, že zaměřit se pouze na jeden parametr charakterizující tepelně-izolační vlastnosti stavebních materiálů, a to součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$  [W/(m.K)], je nedostačující, někdy bývá až scestné a vedoucí k mylné interpretaci vlastností a kvality materiálu.



Obr. 1 : Součinitely teplotní vodivosti vybraných izolačních a stavebních materiálů

*Poznámka 1): komentář k Obr. 1. Když si odmyslíme dva zdíci materiály (Porotherm a Ytong), zbývají pouze výrobky charakterizované souhrnným názvem „teplné izolace“. Protože jejich součinitel tepelné vodivosti se pohybují v hodnotách  $\lambda = 0,022\text{--}0,060 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , můžeme konstatovat, že čitatel zlomku je velice podobný. Rozdílné jsou ovšem akumulační vlastnosti, a to jak široká škála  $c = 840\text{--}2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , tak  $\rho = 8\text{--}200 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Je evidentní, že rozhodující faktor pro určení izolační schopnosti v reálném neustáleném teplotním režimu je právě zde. Proto na levé straně grafu (nejmenší hodnota součinitelu  $a$ ) je dřevovláknitá deska Pavatex Isolair s oběma maximálními hodnotami ( $c = 2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $\rho = 200 \text{ kg}/\text{m}^3$ ). Následována dalšími materiály. Na opačném pólu stupnice se objevuje měkká foukaná polyuretanová*

*pěna, lehký výrobek ( $\rho = 8 \text{ kg/m}^3$ ). Z praktického hlediska nelze tento materiál doporučit k zateplování podkroví, aniž by obyvatel nebyl vystaven celoročnímu i celodennímu kolísání teplot, a to až k tak vysokým letním teplotám, že se místnosti bez klimatizace stávají neobvyatelnými.*

Poznámka 2): zmíněné tři materiálové konstanty  $\lambda$ ,  $c$ ,  $\rho$  jsou základními materiálovými charakteristikami pro všechny numerické metody, které modelují neustálené vedení tepla. Je zřejmé, že izolační vlastnosti pláštů budov v reálném asymetrickém prostředí (téměř konstantní teplota vzduchu v interiéru oproti trvale se měnící teplotě v exteriéru) není závislé jen a pouze na součiniteli tepelné vodivosti, jak mnozí rádi konstatují. Bez povědomí o tepelné akumulaci materiálů a souvrství, jsou pouhé interpretace součinitele prostupu tepla  $U$  v mnoha případech zcestné a nemohou věrohodně kvantifikovat celoroční chování konstrukce.

O skutečných tepelně-izolačních vlastnostech v reálných klimatických podmínkách neustáleného teplotního stavu vypovídají kromě zmíněné tepelné vodivosti  $\lambda$  navíc tepelně-akumulační vlastnosti materiálu dané dvěma parametry:

- $\rho$  objemová hmotnost, [ $\text{kg}/(\text{m}^3)$ ];
- $c$  měrná tepelná kapacita, [ $\text{J}/(\text{kg.K})$ ],

Z výše uvedeného vyplývá, že čím je menší hodnota  $a$ , tím lépe se materiál chová v reálném prostředí. Lépe znamená, že méně reaguje na změny teploty venkovního vzduchu, udržuje stabilní teplotu uvnitř v podkroví a dodává obyvatelům komfortní mikroklima bez nutnosti instalace zbytečné a finančně nákladné klimatizace.

Matematicky vzato, snažíme se volit takové materiály, které mají ve zlomku co nejmenší čitatel (= součinitel tepelné vodivosti  $\lambda$ ), a současně mají co největší jmenovatel (= součin měrné teplené kapacity  $c$  a objemové hmotnosti  $\rho$ ). Tak, aby zmíněný podíl byl co nejmenší.

Součinitele teplotní vodivosti vybraných stavebních a tepelně-izolačních materiálů jsou uvedeny v grafu na Obr. 1.

## TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STŘEŠNÍCH PLÁŠTŮ

Tuhé desky Pavatex, které se kladou v ploše na záklop nad pohledovými krovkemi, se používají ve výrobních a typových označení:

- A) PAVATHERM (první vrstva na palubkový záklop)
- B) ISOLAIR MULTI (druhá vrstva pod střešní krytinu)

Kromě tuhých desek je možné navrhnout konstrukci s pružnou dřevovláknitou (Pavaflex) nebo přírodní foukanou izolací. Tato varianta se neobejde bez dalších trámů, falešných krovkí, položených na záklopu v místě nosných krovkí krovu. Shora se poté kladou tuhé desky, v tloušťce alespoň 40 mm, které eliminují vzniklé tepelné mosty. V úvahu připadají tyto typy výplňových izolačních materiálů:

- Dřevovláknitá tepelná izolace (pružné rohože PAVAFLEX, PAVAFLEX PLUS)
- Minerální tepelná izolace (skelná nebo čedičová)
- Foukaná tepelná izolace (celulóza, skelné vlákno, dřevní vlákno ...)

Pružné výplňové dřevovláknité rohože Pavatex, které se pokládají na záklop mezi vložené krovky, například dřevěné I-nosníky PALCO, jsou:

- PAVAFLEX
- PAVAFLEX PLUS

Desky se od sebe nepatrně liší v některých fyzikálních vlastnostech, jak je uvedeno v **Tabulce 2).**

VLASTNOSTI DESEK PAVATEX					
TYP DESKY		fyzikální vlastnost a hodnota			
NÁZEV	Tloušťka	Součinitel tepelné vodivosti	Objemová hmotnost	Rozměr desky	Krycí rozměr
		mm	W/(m.K)	kg/m <sup>3</sup>	mm x mm
ISOLAIR	22	0,050	240	2500 x 770	2480 x 750
ISOLAIR MULTI	30 - 35	0,044	200	1880 x 610	1860 x 590
ISOLAIR MULTI	40 - 80	0,043	165	1880 x 610	1860 x 590
ISOLAIR MULTI	100 - 200	0,041	150	1800 x 610	1860 x 590
PAVATHERM	40 - 120	0,038	115	1100 x 600	1100 x 600
PAVATHERM	140 - 200	0,038	115	1100 x 600	1080 X 580
PAVAFLEX	40 - 240	0,038	50	1220 x 575	1220 x 575
PAVAFLEX PLUS	40 - 240	0,036	55	1220 x 575	1220 x 575

**Tabulka 2)** Základní fyzikální a geometrické vlastnosti desek PAVATEX

Předpokládejme na krovkách položený pohledový záklop z dřevěných palubek spojovaných navzájem spojem pero-drážka. Na palubkách je nezbytná **parobrzdňá a vzduchotěsná membrána**, jejíž ekvivalentní difúzní tloušťka je minimálně  $S_d \geq 2,0$  m (například systémová **PAVATEX DSB 2**). Proto je třeba při montáži dbát na pečlivé napojení na všechny okolní konstrukce včetně střešních oken. Nejčastěji používaný je systém souvislé plochy z tuhých desek Pavatex bez tepelných mostů. Vzhledem k požadovanému součiniteli prostupu tepla a s ohledem na pevnostní charakteristiky desek (napětí v tlaku při 10% stlačení) se musí téměř vždy použít desky ve dvou vrstvách na sobě. Následující tři tabulky zobrazují vzájemné kombinace materiálů:

- ISOLAIR MULTI;  $\rho = 150 \text{ kg/m}^3$  (na záklopu i pod kontralatěmi) v jedné až dvou vrstvách, **Tabulka 3)**
- PAVATHERM;  $\rho=115 \text{ kg/m}^3$  (na záklopu) + ISOLAIR MULTI;  $\rho = 150 \text{ kg/m}^3$  (pod kontralatěmi), **Tabulka 4)**

NADKROKEVNÍ IZOLACE = tloušťka tepelné izolace									
pavatex		ISOLAIR MULTI ( $\lambda = 0,041 \text{ W/(m.K)}$ ; $\rho=150 \text{ kg/m}^3$ )							
140 mm		160 mm		180 mm		200 mm		220 mm	
U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod
0,273	7,1	0,241	8,3	0,216	9,6	0,195	10,8	0,178	12,1
240 mm		260 mm		280 mm		300 mm		320 mm	
U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod
0,164	13,4	0,152	14,6	0,141	15,9	0,132	17,1	0,124	18,4

**Tabulka 3)** Tepelně technické charakteristiky zateplení deskami ISOLAIR MULTI ( $\rho=150 \text{ kg/m}^3$ ). Desky jsou položeny v jedné nebo dvou vrstvách.

Tloušťka ISOLAIR MULTI mm	NADKROKEVNÍ IZOLACE na palubkovém záklalu PAVATHERM ( $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$ ; $\rho = 115 \text{ kg/m}^3$ )											
	100 mm		120 mm		140 mm		160 mm		180 mm		200 mm	
	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod
60	0,230	7,6	0,205	8,8	0,185	9,9	0,169	11,0	0,155	12,2	0,143	13,3
80	0,207	8,9	0,187	10,1	0,17	11,2	0,156	12,3	0,144	13,5	0,134	14,6
100	0,188	10,2	0,171	11,3	0,157	12,5	0,145	13,6	0,135	14,7	0,126	15,9
120	0,172	11,4	0,158	12,6	0,146	13,7	0,135	14,9	0,126	16,0	0,119	17,1
140	0,159	12,7	0,147	13,8	0,135	15,0	0,127	16,1	0,119	17,2		
160	0,147	14,0	0,137	15,1	0,128	16,2	0,120	17,4				

**Tabulka 4)** Tepelně technické charakteristiky zateplení deskami PAVATHERM ( $\rho=115 \text{ kg/m}^3$ ) + ISOLAIR MULTI ( $\rho=150 \text{ kg/m}^3$ )

**Poznámka 3):** žlutě a červeně zvýrazněné souvrství PAVATHERM 120 mm + ISOLAIR MULTI 120 mm nabízí optimální řešení z pohledu kritéria CENA – VÝKON

**Poznámka 4)** porovnání s tepelnou izolací PIR, tloušťka 140 mm, U = 0,156 W/(m<sup>2</sup>.K) FÁZOVÝ POSUN  $\Psi = 2,9 \text{ HODINY}$ . Doba prostupu teplotní vlny dřevovláknem Pavatex je více než 4x delší než materiélem PIR.

Druhé řešení nadkrokevní izolace nabízí pružná výplňová rohož PAVAFLEX (případně o něco těžší PAVAFLEX PLUS). Izolace se musí vkládat do pomocného roštu. Nejjednodušší je varianta falešných krovkí, které kopírují krovky v interiéru. Shora se zakryjí tuhou deskou, ISOLAIR MULTI; (eliminace tepelných mostů). Příklad použití a tepelně technické vlastnosti zateplení jsou v následující Tabulce 5).

tloušťka ISOLAIR MULTI mm	POHLEDOVÉ KROKVE = tloušťka tepelné izolace PAVAFLEX ( $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$ ; $\rho = 50 \text{ kg/m}^3$ )											
	120 mm		140 mm		160 mm		180 mm		200 mm		220 mm	
	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod	U W/(m <sup>2</sup> .K)	$\Psi$ hod
60	0,237	5,9	0,216	6,5	0,200	7,2	0,185	7,9	0,172	8,6	0,161	9,2
80	0,213	7,3	0,195	7,9	0,181	8,6	0,169	9,3	0,158	9,9	0,148	10,6
100	0,192	8,6	0,178	9,2	0,166	9,9	0,156	10,6	0,146	11,2	0,138	11,9
120	0,175	9,9	0,164	10,5	0,153	11,2	0,144	11,8	0,137	12,5	0,129	13,2
140	0,162	11,1	0,151	11,8	0,142	12,4	0,134	13,1	0,127	13,7	---	---
160	0,149	12,4	0,141	13,0	0,133	13,7	0,126	14,3	---	---	---	---

**Tabulka 5)** Tepelně technické charakteristiky zateplení pružnou izolací PAVAFLEX ( $\rho=50 \text{ kg/m}^3$ ) + ISOLAIR MULTI ( $\rho=150 \text{ kg/m}^3$ ). Izolace Pavaflex je vložena mezi KVH hranoly, šířka 60 mm.

**Poznámka 5):** v tabulkách 3), 4) a 5) jsou vyhodnoceny dvě stavebně fyzikální vlastnosti střešního pláště

- *Součinitel prostupu tepla: U [W/(m<sup>2</sup>.K)]*
- *Fázový posun teplotního kmitu: Ψ [hodina]*

Poznámka 6: výpočet byl proveden programem TEPLO 2014

Poznámka 7: použitím těžší dřevovláknité rohože PAVAFLEX PLUS místo PAVAFLEX se nepatrně prodlouží fázový posun teplotního kmitu a sníží součinitel prostupu tepla.

## DVĚ TECHNOLOGIE ZATEPLOVÁNÍ

Prakticky lze použít dva konstrukční systémy:

- **Vícevrstvé kladení tuhých desek.** Řešení poskytuje souvislou vrstvu dřevovláknité tepelné izolace Pavatex

**VÝHODY:**

- bez tepelných mostů
- větší objemová hmotnost souvrství = větší tepelná akumulace >> maximální tepelná stabilita interiéru pod střechou a izolace proti letnímu přehřívání
- menší pracnost
- kotvení jedním typem vrutů

**NEVÝHODY :**

- jsou potřeba delší vruty pro připevnění kontralatí
- **Pružná rohož PAVAFLEX mezi pomocnými krovkemi + tuhá deska**

**VÝHODY :**

- kratší vruty ve dvojím provedení (pomocné krovky do nosných krovků, kontralatě přes Pavatex do pomocných krovků)
- menší zatížení střechy

**NEVÝHODY :**

- tepelné mosty v místě pomocných krovků
- tepelné mosty lze snížit použitím dřevěných I-nosníků Palco
- větší pracnost
- o něco málo menší objemová hmotnost souvrství = menší tepelná akumulace >> poněkud menší tepelná stabilita interiéru pod střechou
- kotvení dvěma typy vrutů

## Materiálové uspořádání - vícevrstvé kladení tuhých desek a pružných rohoží

- A) Nejtěžší konstrukci a tím největší akumulaci lze získat použitím jednoho materiálu s většími tloušťkami desky ISOLAIR MULTI (**Tabulka 3**):
- **ISOLAIR MULTI**, kombinace jednoho materiálu ve dvou vrstvách na sobě
- B) Lehčí konstrukci a tím nepatrně menší akumulaci (ovšem menší součinitel prostupu tepla) lze získat použitím dvou materiálů tuhých desek PAVATHERM a ISOLAIR MULTI (**Tabulka 4**):
- **PAVATHERM** na záklop
- **ISOLAIR MULTI** ve druhé vrstvě, tl. min 60 mm
- **Nejhodnější souvrství z pohledu CENA x VÝKON**
- C) Ještě lehčí, ale pracnější je souvrství pružné a tuhé dřevovláknité izolace. Při výšce výplňové izolace mezi KVH hranoly 120 – 220 mm se dosahují energetické hodnoty podobné předchozí variantě B) (**Tabulka 5**):
- **PAVAFLEX** na záklop mezi KVH hranoly
- **ISOLAIR MULTI** ve druhé vrstvě, tloušťka 60 - 160 mm
- D) Nejlehčí a energeticky nejúspornější varianta (největší tepelný odpor) je souvrství pružné a tuhé dřevovláknité izolace. Při výšce výplňové izolace mezi I-nosníky 340 – 400 mm lze dosáhnout energetické hodnoty pro pasivní dům:

- **PAVAFLEX** na záklop mezi dřevěné I-nosníky Palco
- **ISOLAIR MULTI** ve druhé vrstvě, stačí tloušťka 30 - 60 mm

## KLADENÍ DESEK

Desky PAVATHERM (rozměr 110 x 60 cm, kolmý spoj) se pokládají na parobrzdnou vzduchotěsnou fólii od okapu směrem ke hřebeni, obvykle delší stranou kolmo na krovku. Tloušťky do 120 mm mají tupý spoj (na sraz), větší tloušťky 140 - 200 mm mají přesazený okraj, doporučujeme hranu podél okrajů střechy zarovnat. Další vrstva desek ISOLAIR MULTI (rozměr 188 x 61 cm, spoj pero-drážka) se klade opět delší stranou kolmo na krovku, perem nahoru ke hřebeni, drážkou dolu k okapu. Svislé styčné spáry (ve směru krovkí) by měly být v obou vrstvách na vazbu o 250-300 mm. Všechny spoje horní vrstvy v ploše střechy jsou uzavřeny celoobvodovým zámkem „pero-drážka“. Spáry se neleplí! Při sklonu větším než 25° je střecha s horní hydrofobizovanou deskou Isolair Multi odolná povětrnostním podmínkám až po dobu 3 měsíců.

### Pružná rohož PAVAFLEX mezi pomocnými krovkemi + tuhá deska

Pružná výplňová rohož se vkládá mezi pomocné krovky. Ideální světlá vzdálenost mezi krovkemi je 565 mm (rozměr rohože PAVAFLEX je 575 x 1220 mm). Následující tuhá deska ISOLAIR MULTI se pokládá na falešné krovku stejným způsobem, jako na běžné krovce krovu.

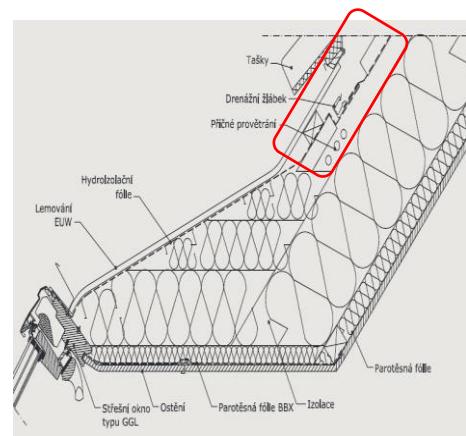
POZNÁMKA 6): *Tepelné mosty vznikající v místě vložených krovkí z masivních KVH hranolů lze částečně eliminovat úpravou skladby materiálů. Pružná rohož se rozdělí na dvě vrstvy do dvou pomocných laťových roštů. První pomocný rošt na záklopu se dává kolmo ke krovkám, druhý pomocný rošt ve směru krovkí. Tím se zmenší tepelné mosty, které se z původních „liniových“ v celé tloušťce Pavaflexu změní na „bodové“ v místě křížení pomocných roštů.*

POZNÁMKA 7): *Praktické zkušenosti ukazují, že projektanti a realizační firmy upřednostňují dvě vrstvy tuhých desek před pružnou rohoží Pavaflex a vloženými krovkemi.*

POZNÁMKA 8) *Domy v pasivním standardu s pohledovými krovkemi v podkroví se obvykle realizují pomocí dřevěných I-nosníků PALCO. Výška nosníku bývá 340 – 380 mm. Horní tuhá deska Isolair Multi 30 – 60 mm.*

## DOPLŇKOVÁ HYDROIZOLAČNÍ VRSTVA

Desky Pavatex, které uzavírají střechu pod kontralatěmi, jsou dostatečně hydrofobizované. Odolávají povětrnostním vlivům až po dobu tří měsíců. Z toho důvodu doplňková hydroizolační vrstva není bezpodmínečně nutná. Je doporučená, ovšem musí se použít vždy, pokud je sklon střechy menší než 25°. V tom případě se celá plocha střechy po zateplení zakryje fólií, která odpovídá sklonu střechy a bezpečnému sklonu střešní krytiny. Požadovaná ekvivalentní difúzní tloušťka  $S_d=0,02-0,05$  m. Folii je nutné ve všech spojích slepit, nebo použít výrobek s integrovanou lepicí páskou. V případě střech s větším sklonem než 25° bez hydroizolační fólie záleží na úvaze projektanta, jakým způsobem navrhne detaily napojení střešních oken a dalších anomálií v ploše střechy tak, aby byla zajištěna souvislá voděodolná plocha pod střešní krytinou. Totéž se týká úžlabí, hřebene a jiných zlomů ve střešní rovině v místech, kde desky nejsou navzájem spojeny zámkem pero-drážka.



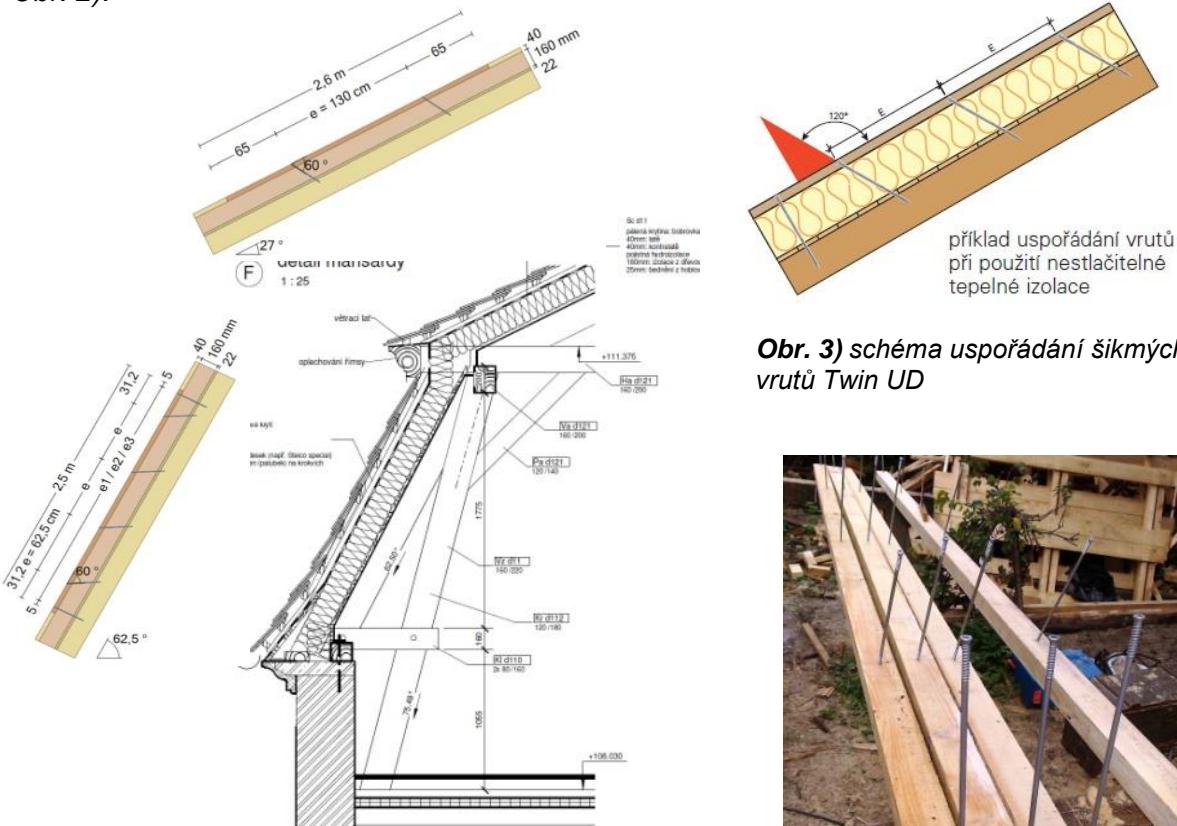
Obr. 2) přerušení kontralatí,  
zdroj [www.velux.cz](http://www.velux.cz)

**POZNÁMKA 9)** *Navrhování a provádění doplňkové hydroizolační vrstvy (DHV) se řídí závaznými ustanoveními normy ČSN 73 1901 Navrhování střech a Pravidly pro navrhování a provádění střech (vydal Čech klempířů, pokryváčů a tesařů).*

## KOTVENÍ DESEK - KONTRALATĚ A VRUTY

Pro sklon střechy  $25^\circ$  a více se obvykle používají kontralatě výšky 40 mm, které vytvářejí mezi dřevovláknitou deskou a střešní krytinou provětrávanou vzduchovou mezou. Výška kontralatí na střeše o menším spádu se určí podle skutečného sklonu a délky střechy. Kontralatě fixují celou vrstvu nadkrokevní izolace a nesou střešní krytinu do nosné střešní konstrukce. Šroubují se samořeznými vruty do dřeva.

**POZNÁMKA 10:** zvláštní pozornost je potřeba věnovat střešním oknům. Kontralatě musí být pod a nad oknem přerušeny, aby bylo umožněno provětrání všech prostor pod střešní krytinou, Obr. 2).



Obr. 4) Sklon střešního pláště ovlivňuje počet vrutů a jejich vzájemnou osovou vzdálenost

Obr. 3) schéma uspořádání šikmých vrutů Twin UD



### Vruty SFS TWIN UD & HT-T-FH-PT

Do střešních konstrukcí s dřevovláknitou izolací nad krovkemi jsou určeny speciální vruty SFS TWIN UD s dvojitým závitem v kombinaci s vruty s plochou hlavou HT-T-FH-PT. Výrobce vrutů, firma SFS Group CZ s.r.o., uvádí zásady pro použití:

- kotvení se provádí dvěma typy vrutů:
  - šikmé vruty se záplustnou hlavou a dvojitým závitem TWIN UD (svislé zatížení, vlastní tíha střešní krytiny + tíha sněhu), Obr. 3).
  - kolmé vruty s plochou hlavou HT-T-FH-PT (tahové síly, sání větru)
- úhel sklonu šikmých vrutů od kolmice ke střeše je  $30^\circ$ ; měrka úhlu je součástí balení každé krabice
- každá jedna kontralať musí být připevněna alespoň dvěma šikmými vruty TWIN UD
- každá jedna kontralať musí být připevněna na obou koncích kolmým vrutem ve vzdálenosti 150 - 200 mm od konce s předvrtním kontralatě nebo 200 mm bez předvrtní kontralatě
- maximální povolená vzdálenost šikmých vrutů (protokol ETA) po délce krovky je 1,75 m

- krovky se pro oba typy vrutů nepředvrtávají
- každá krabice s vruty Twin UD obsahuje 1 bit

Vruty lze použít pro všechny typy šikmých střech: sedlové valbové, pultové, stejně tak i pro kotvení svislého laťového roštu pod obklad u provětrávané fasády. Orientační doporučené délky vrutů jsou v Tabulce 6).

Přesný návrh délky, vzájemných roztečí a umístění vrutů včetně výpočtu počtu kusů společně s dodáním vrutů vypracuje firma Insowool. Výpočet délky, počtu a rozmístění vrutů je použitelný pro šikmé střechy v rozsahu sklonu od 5° do 75°. Kotvení svislých latí na obvodovém pláště pro předsazený obklad s provětrávanou vzduchovou mezerou je předmětem samostatného statického výpočtu.

Rozdílný počet vrutů na mansardové střeše, kde jedinou odlišností jsou dva různé sklonky střechy, je zřejmý z Obr. 4).

Vaším dodavatelem vrutů SFS je firma Insowool s.r.o. Ceník si vyžádejte v obchodním oddělení. Požádejte zároveň nezávazně o statický návrh počtu, délky a umístění vrutů.

typ	průměr závitu d (mm)	délka L (mm)	označení vychází z pojmu UnterDach		
			tlušťka tepelné izolace při výšce kontralatě (mm)	tlušťka záklolu (mm)	počet kusů v balení
<b>UD- 7,5 x ...</b>					
označení/rozměry v mm	délka (mm)		40    60    80		
<b>UD</b>					
					
UD-7,5 x 170	170	50	-	-	19    50
UD-7,5 x 190	190	60	-	-	19    50
UD-7,5 x 210	210	80	60	-	19    50
UD-7,5 x 230	230	100	80	60	19    50
UD-7,5 x 250	250	120	100	80	19    50
UD-7,5 x 270	270	140	120	100	19    50
UD-7,5 x 300	300	160	140	120	19    50
UD-7,5 x 330	330	180	160	140	19    50
UD-7,5 x 360	360	200	180	160	19    50
UD-7,5 x 400	400	240	220	200	19    50
UD-7,5 x 440	440	280	260	240	19    50
UD-7,5 x 480	480	300	280	260	19    50
UD-7,5 x 520	520	320	300	280	19    50
					
Excentrická vrtací špice vrtá rychleji a zabraňuje praskání kontralati.					
bit T40-70-HEX1/4"					1
					



**Tabulka 6)** Doporučené orientační délky vrutů Twin UD do šikmých střech s nadkrokovní izolací

## NÁROŽÍ, ÚŽLABÍ, HŘEBEN

Desky Pavatex se oříznou na požadovaný tvar, navzájem se napojí „na sraz“. Spoj je vhodné slepit PUR lepidlem. Jakékoliv další spáry (kdekoliv v ploše střechy) širší než 3-4 mm je vhodné vyplnit nízkoexpanzní PUR pěnou (je nutné, pokud není použita doplňková hydroizolační vrstva).

**Foto 1)** Dřevěný zakládací hranol podél okapu vytvoří rovnou linii a oporu pro položení první řady desek



Ošetření spojů desek, kde není zámek pero-drážka: úžlabí, nároží a hřeben se překryje samostatným pruhem folie s přesahem cca 300 mm na obě strany tak, aby voda stékala „po spádu“. Folii je nutné ve všech spojích slepit a k dřevovláknou připevnit. Je-li střecha kryta doplňkovou hydroizolační vrstvou v celé ploše, pruhy fólie se přisponují a přilepí k plošné fólii. Je-li střešní plášť bez doplňkové hydroizolační vrstvy, pruhy fólie se musí k Pavatexu přilepit.

## PRAKTICKÁ DOPORUČENÍ

- Obvod střechy na tloušťku izolace Pavatex je vhodné ochránit KVH hranolem šířky 60 mm, výška dle tloušťky souvrství Pavatex, Foto 1).
- Vruty je vhodné předvrtat do kontralatí ve vodorovné poloze před umístěním na střechu.
- Vždy se nejprve šroubuje vrut kolmě na koncích kontralatí, poté vrut šikmě.

## ILUSTRAČNÍ UKÁZKY ŘEŠENÍ IZOLACE NAD POHLEDOVÝMI KROVKAMI

**Rekonstrukce staršího krovu rodinného domu** dokumentuje následující soubor fotografií 2) – 5). Na zateplení jsou použity desky Isolair 2x120 mm, celkem 240 mm tepléné izolace. Vruty SFS Twin UD, délka 440 mm. Kontralatě průřez 60/60 mm, sklon střechy je 41°. Doporučená vzdálenost (podložená statickým výpočtem firmy SFS) šikmých vrutů na kontralati délky 4,0 m je 150 cm, na Foto 13).



**Foto 2, 3)** Staveništění příprava vrutů Twin UD 440 mm do kontralatí a jejich šroubování na střeše



**Střešní plášt' dřevostavby**, která má izolační materiály Pavatex nejen na střeše, ale i v obvodovém pláště a v příčkách. Poměrně velká vzdálenost krovkí 115 cm a nadmořská výška s větším sněhovým zatížením vyžaduje použití desek Isolair 2 x 120 mm, které mají lepší pevnostní charakteristiky.



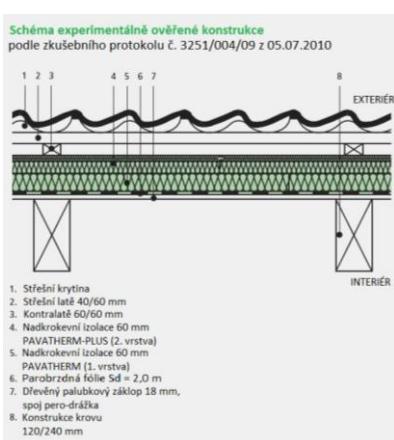
**Zděná novostavba** s Pavatexem nad krovkami. Vzduchotěsná fólie PAVATEX DSB2 společně s deskami PAVATHERM 120 mm + PAVATHERM-COMBI 100 mm tvoří kompletní souvrství nad obytným podkovovým zemědělského stavení.



**Foto 10, 11)** Dřevovláknité desky PAVATHERM 120 mm + ISOLAIR 100 = 220 mm. Vzduchotěsná parobrzdňá fólie PAVATEX DSB 2

## POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE REI 45 (i→o)

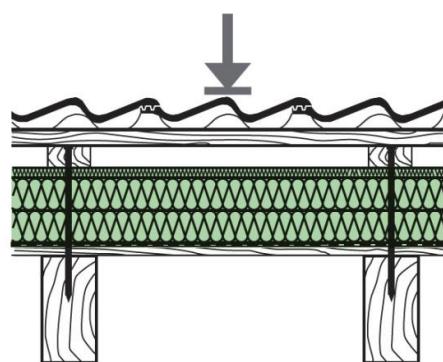
### Experimentální ověření



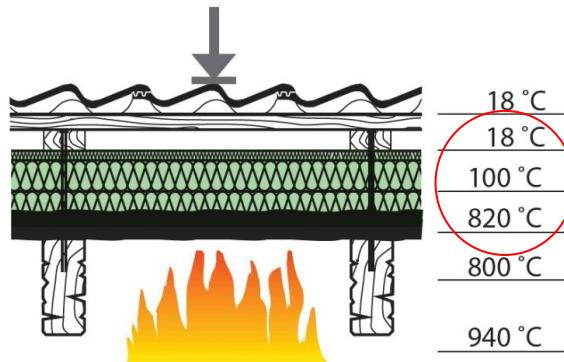
Mnohé testy a experimentální ověřování v notifikovaných zkušebnách (ať už českých, tak i zahraničních) prokazují velice dobré požární odolnosti konstrukcí. I když jsou dřevovláknité izolace klasifikovány jako normální hořlavé stavební materiály, (klasifikace podle EN 13501-1; třída reakce na oheň E), tak významným způsobem přispívají k odolnosti konstrukcí vůči požáru. A to bez ohledu na to, zda se jedná o střechu, stěnu, nebo strop.



Zvýšená bezpečnost je dána vysokou tepelnou kapacitou izolačních desk, které téměř úplně zabraňují po zkušební dobu přenosu tepla. Je to dokumentováno zkouškou a měřením teplot na rozhraní jednotlivých matriálů, Obr.5). Při požáru teplota pod střechou dosahuje teploty až 940 °C, zatímco teplota na vnějším povrchu izolantu je pouze 18 °C. Je tudíž prokázáno, že během 50 minut trvání zkoušky se veškerá tepelná energie „uschovala“ v izolačním a akumulačním materiálu desek Pavatex. Teplotní gradient je na Obr. 6) označen červeným kroužkem.



**Obr. 5)** Nadkrokovní izolace PAVATHERM 60 mm + PAVATHERM-PLUS 60 mm



**Obr. 6)** rozložení teplot v nadkrokovní izolaci po 50 minutách požární zkoušky

Zkušební model od exteriéru k interiéru

	Střešní krytina
	Střešní latě
	Kontralatě
60 mm	Dřevovláknitá deska PAVATHERM-PLUS
60 mm	Dřevovláknitá deska PAVATHERM
18 mm	Palubkový záklop pero-drážka
	Krokve 120x240 mm, osová vzdálenost 100 cm



Poznámka 11): Dřevěné krovce byly dimenzovány v souladu s DIN 4102-4 pro REI 45, aby zachovaly celistvost konstrukce po celou dobu zkoušky.

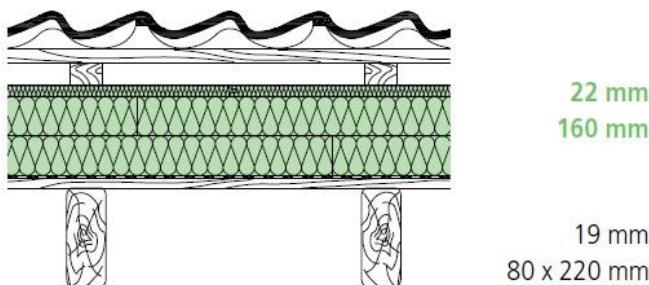
## VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST $R_w = 51 \text{ dB}$

### Střecha – ověřená vzduchová neprůzvukost



Dřevovláknitá izolace PAVATEX je přirozenou ochranou proti hluku. Každodenní život nás vystavuje čím dál tím hlučnějšímu okolí. Pro každého z nás je stále důležitější vytvářet klidné a tiché zázemí ve svém vlastním domě. Izolační materiály s vysokou objemovou hmotností jsou ideální volbou, jak se dostatečně chránit proti hluku přicházejícímu z vnějšího prostředí. S dřevovláknitými izolačními materiály PAVATEX bude doma ticho, protože konstrukce s vysokou plošnou hmotností absorbuje zvuk lépe než lehké konstrukce.

Desky Pavatex s objemovou hmotností 130-240 kg/m<sup>3</sup> jsou velice dobré pohlcovače zvuku v porovnání se všemi ostatními, zejména lehkými a tenkými izolacemi (kromě izolací vláknitých). Zajišťují spolehlivé a podstatné snížení vnímaného hluku, přednostně ve vysokofrekvenčním pásmu.



- Střešní betonová krytina
- Latě 30/50 mm
- Kontralatě 40/80 mm
- Deska ISOLAIR 22 mm**
- Deska PAVATHERM 160 mm**
- Parobrzdňá membrána  $S_d = 2,0 \text{ m}$
- Palubkový záklop pero-drážka 19 mm
- Nosná konstrukce střechy 80x220 mm

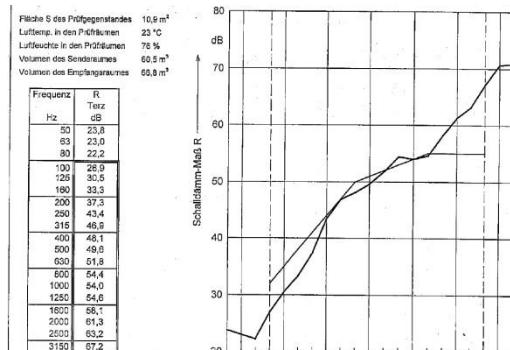
Obr. 7) Schéma a popis experimentálně ověřované konstrukce

Vedle ostatních konstrukcí (stěny, příčky, stropy) jsou čím dál tím větší požadavky kladený na zvukovou izolaci střech. Na jedné straně nás zajímá ochrana proti hluku ze silniční, železniční a letecké dopravy a průmyslových oblastí (průchod zvuku střechou). Na straně druhé také ochrana proti přenosu hluku z okolních obytných místností (boční přenosové cesty). Obou cílů ochrany lze dosáhnout pomocí střešních izolací Pavatex. Vláknitá struktura společně s vysokou hustotou materiálu má pozitivní vliv na zvukově izolační účinek celé střechy.

Optimální poměr cena-výkon: kromě dobrých výsledků vzduchové neprůzvučnosti, které jsou obsaženy v Protokolu o zkoušce č. 030513.T1, byl optimální poměr ceny a výkonu pro zvukovou izolaci střech s dřevovláknitými izolačními deskami PAVATEX potvrzen ze strany dalšího nezávislého výzkumu, viz Poznámka 12).

Poznámka 12): Výzkumný projekt DGfH (*Die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung*) - nezisková instituce se sídlem v Mnichově, která provádí výzkum na podporu a koordinaci vědy a výzkumu pro celou oblast dřevařství.

Poznámka 13): Při porovnání těchto výsledných hodnot  $R_w$  s normovými požadavky hluku nebo nařízenými hodnotami ohledně zvukové izolace je potřeba zohlednit a redukovat přenos zvuku přes přilehlé konstrukce. Vliv doprovodných složek se bere v úvahu odpovídajícími koeficienty.



Obr. 8) ukázka naměřených hodnot vzduchové neprůzvučnosti, zdroj Pavatex SA



**Kontakty:**

Technické řešení

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

Dřevovlnáknité desky a rohože PAVATEX

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

Difúzní minerální izolace Rotaflex Super Diffu 37

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

Tenkovrstvé omítky

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

Spony, půjčení sponkovačky

[www.weber-terranova.cz](http://www.weber-terranova.cz)

Stavební vruty HPM-TEC

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

Vruty pro nadkrokovní zateplení Twin UD + HT-T-FH-PT

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

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

**Objednávky materiálů:**

[objednavky@insowool.cz](mailto:objednavky@insowool.cz)

tel.: 773 831 667

tel.: 725 775 438

**Technická podpora :**

[holub@insowool.cz](mailto:holub@insowool.cz)

tel. : 734 309 367

Za Insowool s.r.o.

Ing. Ivo Holub

Vydání: 11 / 2022

Insowool s.r.o.; U Starého mlýna 311/23; 104 00 PARAHA 10 – Uhříněves