

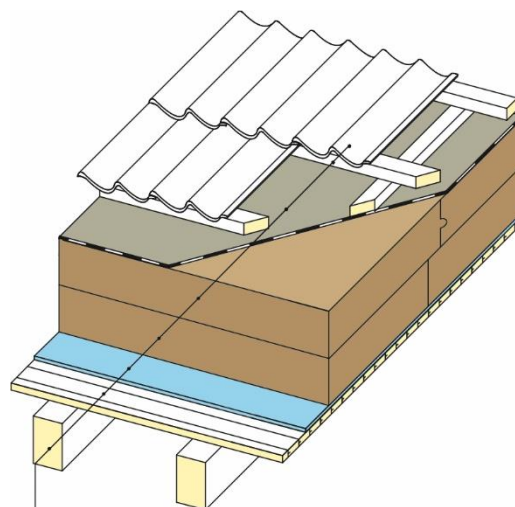
DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY



NAD VIDITELNÝMI KROKVEMI

ÚVOD

Některé interiéry vyniknou, pokud ponecháme dřevěnou nosnou konstrukci jako jejich přirozenou architektonickou a vizuální součást. Technické řešení takových střech v podkroví je závislé na tepelné izolaci položené v celé své tloušťce shora na krokviích. Návod na materiálové uspořádání s využitím pěti výrobků dřevovláknitých desek Pavatex je obsažen v této stati. 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.



- SYSTÉM KRYTINY
- KONTRALÁŤ + VĚTRANÁ MEZERA
- KONTAKTNÍ POJISTNÁ HYDROIZOLACE
- DŘEVOVLÁKNITÁ DESKA PAVATEX - HORNÍ VRSTVA
- DŘEVOVLÁKNITÁ DESKA PAVATEX - SPODNÍ VRSTVA
- PAROBRZDNÁ A VZDZCHOTĚSNÁ FOLIE
- PALUBKOVÝ ZÁKLOP
- NOSNÁ KONSTRUKCE - POHLEDOVÉ KROKVE

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



novinka



PAVATHERM-COMBI
ISOLAIR, ISOROOF



PAVATHERM



PAVAFLEX
PAVAFLEX PLUS



PAVATHERM-PLUS



TEORIE ZATEPLOVÁNÍ

Zateplení obytných podkroví s viditelnými krokvemi 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 parobrzdná 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, pokrokovější, používá přírodní ekologický materiál, jemuž stačí parotěsná membrána s nízkým difúzním odporem. Obě dvě varianty vyžadují pečlivé zpracování a napojení fólie z důvodu vzduchotěsnosti.

Difúzně otevřené konstrukční systémy střešních pláštů s deskami Pavatex navíc přinášejí další výhody, plynoucí ze samotných vlastností dřevovláknna.

V tomto zjednodušeném technologickém předpisu se věnujeme použití dřevovláknitých 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 TEPLOTNÍ VODIVOSTI

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

4.3.16

součinitel teplotní vodivosti (*temperature diffusivity factor*)

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

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

kde ρ je objemová hmotnost ve stavu definované vlhkosti, [$kg/(m^3)$];

λ součinitel tepelné vodivosti, [$W/(m.K)$];

c měrná tepelná kapacita, [$J/(kg.K)$],

POZNÁMKY

1. Podle hodnoty součinitele teplotní vodivosti lze usuzovat na rychlost 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 **a** vyšší, tím rychleji se materiál prohřívá/prochlazuje od 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 **λ** [$W/(m.K)$], je nedostačující, někdy bývá až scestné a vedoucí k mylné interpretaci kvality materiálu.

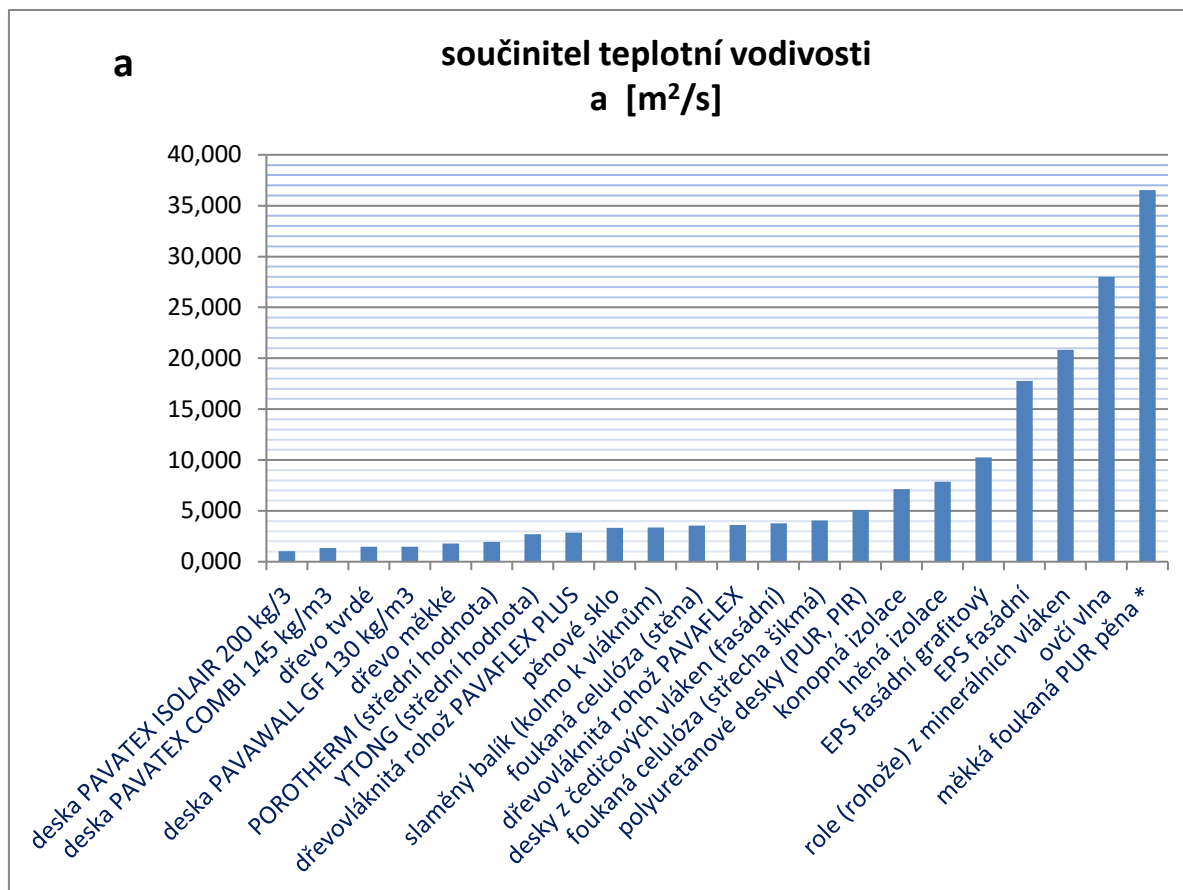
O skutečných tepelně-izolačních vlastnostech v reálných klimatických podmínkách neustáleného teplotního stavu vypovídají kromě zmíněné tepelné vodivosti **λ** navíc tepelně-akumulační vlastnosti materiálu dané dvěma parametry:

- **ρ** objemová hmotnost, [$kg/(m^3)$];
- **c** měrná tepelná kapacita, [$J/(kg.K)$],

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

Matematicky vzato, snažíme se volit takové materiály, které mají ve zlomku co nejmenší číselník (= součinitel tepelné vodivosti **λ**), **a** / nebo mají co největší jmenovatel (= součin měrné tepelné kapacity **c** a objemové hmotnosti **ρ**). Tak, aby zmíněný podíl byl co nejmenší.

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



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

Poznámka 1): komentář k Obr. 1. Když si odmyslíme dva zdící materiály (Porotherm a Ytong), zbývají pouze výrobky charakterizované souhrnným názvem „tepelné izolace“. Protože jejich součinitele tepelné vodivosti se vesměs pohybují v hodnotách $\lambda = 0,022-0,060 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, můžeme konstatovat, že číselný zlomek je velice podobný. Rozdílné jsou ovšem akumulací vlastnosti, a to jak široká škála $c=840-2100 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, tak $\rho=8-200 \text{ kg}/\text{m}^3$. Je evidentní, že rozhodující faktor pro určení izolační schopnosti v reálném neustáleném teplotním režimu je právě zde. Proto na levé straně grafu 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 fukaná polyuretanová pěna, lehký výrobek ($\rho=8 \text{ kg}/\text{m}^3$). 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 neobyvatelnými.

Poznámka 2): zmínění tři materiálové konstanty λ , c , ρ jsou základními materiálovými charakteristikami pro všechny numerické metody, které modelují neustálené vedení tepla. Je zřejmé, že izolační vlastnosti pláště budov v reálném asymetrickém prostředí není závislé jen a pouze na součiniteli tepelné vodivosti, jak mnozí rádi konstatují. Bez povědomí o akumulaci materiálů a souvrství, jsou pouhé interpretace součinitele prostupu tepla U zcestné a nemohou věrohodně kvantifikovat celoroční chování konstrukce.

TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ

Tuhé desky Pavatex, které se kladou v ploše na záklop nad krokvemi, se používají v těchto výrobních a typových označení:

- PAVATHERM (obvykle první vrstva)
- ISOLAIR, ISOLAIR UD (obvykle druhá vrstva)
- PAVATHERM-COMBI (alternativa k B))

D) ISOROOF (alternativa k B))

E) PAVATHERM-PLUS (alternativa k B))

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

- PAVAFLEX
- PAVAFLEX PLUS

Kromě tuhých desek je možné navrhnout konstrukci s pružnou (Pavaflex) nebo foukanou izolací. Tato varianta se neobejde bez dalších trámů, falešných krokví, položených na záklopu v místě nosných krokví krovu. Až na ně se poté kladou tuhé desky, v tloušťce alespoň 52 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 ...)

Desky se od sebe nepatrně liší v některých fyzikálních vlastnostech, jak je uvedeno v **Tabulce 1)**.

VLASTNOSTI DESEK PAVATEX					
TYP DESKY		fyzikální vlastnost a hodnota			
NÁZEV	Tloušťky	Součinitel tepelné vodivosti	Objemová hmotnost	Rozměr desky	Krycí rozměr
	mm	W/(m.K)	kg/m ³	mm x mm	mm x mm
ISOLAIR	35 - 60	0,044	200	2500 x 770	2480 x 750
ISOLAIR	80	0,044	200	1800 x 580	1780 x 560
ISOLAIR UD	100	0,044	200	1800 x 580	1780 x 560
ISOLAIR	100 - 160	0,041	145	1800 x 580	1780 x 560
PAVATHERM-COMBI	40 - 80	0,041	145	1800 x 580	1780 x 560
ISOROOF	24	0,047	240	2500 x 770	2480 x 750
ISOROOF	35 - 60	0,046	230	2500 x 770	2480 x 750
PAVATHERM-PLUS	60 - 160	0,043	180	1800 x 580	1780 x 560
PAVATHERM *	40 - 200	0,038	110	1100 x 600	1100 x 600
PAVAFLEX	40 - 240	0,038	50	1220 x 575	1220 x 575
PAVAFLEX PLUS	40 - 240	0,036	60	1220 x 575	1220 x 575

* - Pavatherm tloušťky 140 – 160 – 180 – 200 mm : okraj s přesahem



Tabulka 1) Základní fyzikální a geometrické vlastnosti desek PAVATEX

Předpokládejme na krokvích položený pohledový záklop z dřevěných palubek spojovaných navzájem spojem pero-drážka. Na palubkách je nezbytná **parobrzdná a vzduchotěsná membrána**, jejíž ekvivalentní difúzní tloušťka je minimálně $S_d \geq 2,0$ m (například **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 desek Pavatex. 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, PAVATHERM-COMBI; $\rho=145 \text{ kg/m}^3$ (na záklopu i pod kontralatěmi) v jedné až dvou vrstvách, **Tabulka 1)**
- PAVATHERM; $\rho=110 \text{ kg/m}^3$ (na záklopu) + ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI; $\rho=145 \text{ kg/m}^3$ (pod kontralatěmi), **Tabulka 2)**

NADKROKEVNÍ IZOLACE = tloušťka tepelné izolace									
pavatex ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI ($\rho=145 \text{ kg/m}^3$)									
140 mm		160 mm		180 mm		200 mm		220 mm	
U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ 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 ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod	U W/(m ² .K)	ψ hod
0,164	13,4	0,152	14,6	0,141	15,9	0,132	17,1	0,124	18,4

Tabulka 2) Tepelně technické charakteristiky zateplení deskami ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI (obojí $\rho=145 \text{ kg/m}^3$)

Isolair Combi $\lambda=0,041$ $\rho=145$	NADKROKEVNÍ IZOLACE na palubkovém záklopu											
	PAVATHERM ($\lambda= 0,038 \text{ W/(m.K)}$; $\rho = 110 \text{ kg/m}^3$)											
Ploušťka	100 mm		120 mm		140 mm		160 mm		180 mm		200 mm	
mm	U	ψ	U	ψ	U	ψ	U	ψ	U	ψ	U	ψ
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	0,12	17,4				

Tabulka 3) Tepelně technické charakteristiky zateplení deskami PAVATHERM ($\rho=110 \text{ kg/m}^3$) + ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI (obojí $\rho=145 \text{ kg/m}^3$)

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

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

Druhé řešení nadkrokovní izolace nabízí pružná výplňová rohož PAVAFLEX (případně o něco těžší PAVAFLEX PLUS). Ta se musí vkládat do pomocného roštu. Nejjednodušší je varianta dalších „krokví“, které kopírují krokve v interiéru. Svrchu se překryjí tuhou deskou, například ISOLAIR, PAVATHERM COMBI $\rho=145 \text{ kg/m}^3$; (eliminace tepelných mostů). Příklad použití Pavatherm-Combi a tepelně technické vlastnosti zateplení jsou v následující Tabulce 5). Alternativně je možné použít desky ISOLAIR (tloušťky 35-60 mm) desky PAVATHERM-PLUS (tloušťky 60-160 mm), desky ISOROOF (tloušťky 24-60 mm).

pavatex		VIDITELNÉ KROKVE = tloušťka tepelné izolace PAVAFLEX											
		120 mm		140 mm		160 mm		180 mm		200 mm		220 mm	
tloušťka ISOLAIR COMBI mm	U	Ψ	U	Ψ	U	Ψ	U	Ψ	U	Ψ	U	Ψ	
	W/(m ² .K)	hod	W/(m ² .K)	hod	W/(m ² .K)	hod	W/(m ² .K)	hod	W/(m ² .K)	hod	W/(m ² .K)	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 4) Tepelně technické charakteristiky zateplení pružnou izolací PAVAFLEX ($\rho=50 \text{ kg/m}^3$) + ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI (obojí $\rho=145 \text{ kg/m}^3$)

Poznámka 4): v tabulkách 2) až 4) jsou vyhodnoceny dvě stavebně fyzikální vlastnosti střešního pláště

- Součinitel prostupu tepla: $U [W/(m^2.K)]$
- Fázový posun teplotního kmitu: $\Psi [hodina]$

Poznámka 5): výpočet byl proveden programem TEPLO 2014

Poznámka 6): použitím těžší dřevovláknité rohože PAVAFLEX PLUS místo PAVAFLEX se nepatrně prodlouží fázový posun teplotního kmitu a sníží součinitel prostupu tepla (Tabulka 4).

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
- montáž jedním typem vrutů

NEVÝHODY :

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

VÝHODY :

- kratší vruty ve dvojnásobném provedení (pomocné krokve do nosných krokví, kontralatě přes Pavatex do pomocných krokví)
- menší zatížení střechy

NEVÝHODY :

- tepelné mosty v místě pomocných krokví
- 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
- montáž dvěma typy vrutů

Materiálové uspořádání - vícevrstvé kladení tuhých desek

- A) Nejlehčí a energeticky nejúspornější varianta (největší tepelný odpor) je souvrství dvou materiálů (**Tabulka 3**):
- **PAVATHERM** na záklop (160-200 mm)
 - **ISOROOF** nebo **ISOLAIR** ve druhé vrstvě, stačí tl. 20-35 mm
- B) O něco těžší a tím i větší akumulaci lze získat použitím dvou materiálů s většími tloušťkami desky Pavatherm-Combi a Isolair (**Tabulka 4**):
- **PAVATHERM** na záklop
 - **PAVATHERM-COMBI, ISOLAIR** ve druhé vrstvě, tl. min 60 mm
 - **Nejvhodnější souvrství z pohledu CENA x VÝKON**
- C) Ještě těžší konstrukci a tím i větší akumulaci lze získat použitím jednoho materiálu s většími tloušťkami desky Isolair a Pavatherm-Combi (**Tabulka 2**):
- **ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI** v tloušťkách do 160 mm

***POZNÁMKA 7):** ve variantách A) a B) je možné na základní vrstvu Pavatherm použít tuhou nadkrokovní izolační desku PAVATHERM-PLUS (místo Isolair a Isorooft).*

***POZNÁMKA 8):** variantu C) je možné kombinovat libovolně z výrobků Pavatherm-Combi, Isolair, Pavatherm-Plus*

KLADENÍ DESEK

Desky PAVATHERM (rozměr 110x60 cm) se pokládají na záklop od okapu směrem ke hřebeni, obvykle delší stranou kolmo na krokve. Tloušťky do 120 mm mají tupý spoj (na sraz), větší tloušťky 140 - 200 mm mají přesazený okraj, je proto nutné jeden „zub“ podél okrajů střechy oříznout. Další vrstva desek ISOLAIR, PAVATHERM-COMBI, (alt. PAVATHERM-PLUS) se klade opět delší stranou kolmo na krokve, perem nahoru ke hřebeni, drážkou dolu k okapu. Svislé styčné spáry (ve směru krokví) by měly být v obou vrstvách na vazbu o 250-300 mm. Všechny spoje horní vrstvy v ploše střechy jsou uzavřeny celoobvodovým zámekem „pero-drážka“. Spáry se nelepí!

Pružná rohož PAVAFLEX mezi pomocnými krokviemi + tuhá deska

Pružná výplňová rohož se vkládá mezi pomocné krokve. Ideální světlá vzdálenost mezi krokviemi je 565 mm (rozměr rohože Pavaflex je 575X1220 mm). Následující tuhá deska Pavatherm-Combi, (Isolair, Isorooft, Pavatherm-Plus, Swisstherm-Combi) se pokládá na vložené krokve stejným způsobem, jako na běžné krokve krovu.

Názorný příklad tepelně-technických vlastností rohože PAVAFLEX a PAVATHERM-COMBI ve více variantách tlouštěk je uveden v Tabulce 4). Do výpočtu součinitele prostupu tepla U jsou zahrnuty vložené KVH profily šířky 60 mm osově od sebe vzdálené 625 mm.

***POZNÁMKA 9):** Tepelné mosty vznikající v místě vložných krokví 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 na krokve, druhý pomocný rošt ve směru krokví. Tím se podstatně zmenší tepelné mosty, které se z původních „liniových“ v celé tloušťku Pavatexu změny na „bodové“ v místě křížení pomocných roštů.*

POZNÁMKA 10): Praktické zkušenosti ukazují, že projektanti a realizační firmy upřednostňují dvě vrstvy tuhých desek před pružnou rohoží Pavaflex.

POJISTNÁ KONTAKTNÍ DIFÚZNÍ HYDROIZOLACE

Všechny použitelné desky Pavatex (Isoliar, Pavatherm-Combi, Pavatherm-Plus, Isoroof), které uzavírají střechu pod kontralatěmi, jsou dostatečně hydrofobizované. Odolávají povětrnostním vlivům až po dobu tří měsíců. Z toho důvodu pojistná hydroizolace není bezpodmínečně nutná. Je jen doporučená, ovšem musí se použít vždy, pokud je sklon střechy menší než 30°. V tom případě se celá plocha střechy po zateplení zakryje pojistnou kontaktní difúzní hydroizolací. Požadovaná ekvivalentní difúzní tloušťka $S_d=0,02-0,05$ m. Folií je nutné ve všech spojích slepit, nebo použít výrobek s integrovanou lepicí páskou. V případě střech s větším sklonem bez difúzní fólie záleží na úvaze projektanta, jakým způsobem navrhne detail 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 zámekem pero-drážka.

KOTVENÍ DESEK - KONTRALATĚ A VRUTY

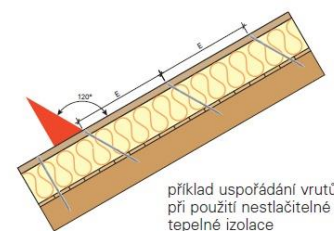
Pro sklon střechy 25° a více se obvykle používají kontralatě výšky 40 mm, které vytvářejí mezi dřevovláknitou deskou a střešní krytinou provětrávanou vzduchovou mezeru. Výška kontralatí na střeše o menším spádu se musí určit podle skutečného sklonu a délky střechy. Kontralatě fixují celou vrstvu nadkroevní izolace a střešní krytinu do nosné střešní konstrukce. Šroubují se samořeznými vruty do dřeva.

POZNÁMKA 11): 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).

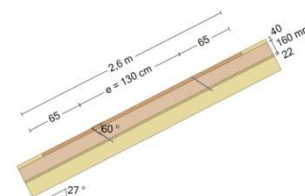
Vruty SFS Twin UD & HT-T-FH-PT

Do střešních konstrukcí s dřevovláknitou izolací nad krokvemi jsou speciálně vyvinuty 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:

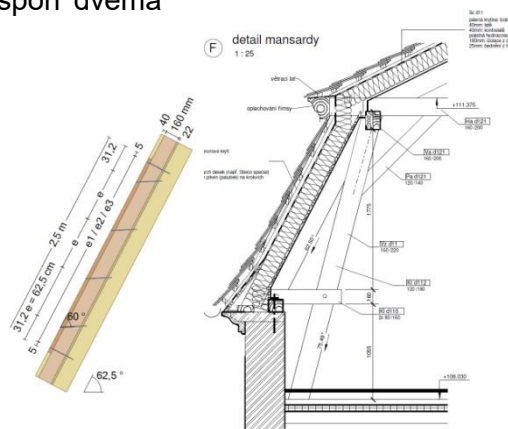
- kotvení se provádí dvěma typy vrutů:
 - šikmé vruty se záпустnou hlavou a dvojitým závitem TWIN UD (svislé zatížení, vlastní tíha střešní krytiny + tíha sněhu)
 - kolmé vruty s plochou hlavou HT-T-FH-PT (tahové síly, sání větru)
- úhel sklonu šikmých vrutů od roviny střechy je 60°; měrka úhlu je součástí balení každé krabice



Obr. 2): schéma uspořádání šikmých vrutů Twin UD



- každá jedna kontralat' musí být připevněna alespoň dvěma šikmými vruty TWIN UD
- každý jeden kus kontralaty musí být připevněn na každém konci kolným vrutem ve vzdálenosti 50 mm od konce s předvrtáním kontralaty nebo 150-200 mm bez předvrtání kontralaty
- maximální povolená vzdálenost šikmých vrutů (protokol ETA) po délce krokve je 1,75 m
- každá krabice s vruty obsahuje 1 bit
- krokve se pro oba typy vrutů nepředvrtávají







Vruty lze použít pro všechny typy šikmých střech: sedlové valbové, pultové, stejně tak i pro kotvení laťového roštu pro obklad u provětrávané fasády. Orientační doporučené délky vrutů jsou v Tabulce 5).

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

Rozdílný počet vrutů na mansardové střeše, kde jedinou odlišností jsou dva různé sklony střechy, je zřejmý z Obr. 3).

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.

Obr. 3) Sklon střešního pláště ovlivňuje počet vrutů a jejich vzájemnou osovou vzdálenost

typ označení/rozměry v mm	průměr závitů d (mm)	délka L (mm)	tloušťka tepelné izolace při výšce kontralaty (mm)			tloušťka záklopu (mm)	počet kusů v balení	materiál/certifikát	
			40	60	80				
UD	7,5	x ...							
označení vychází z pojmu UnterDach									
									
UD-7,5 x 170	170	50	-	-	19	50	  ETA 12/00361		
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 kontralaty.									
bit T40-70-HEX1/4"						1			



Tabulka 5) Doporučené orientační délky vrutů Twin UD do šikmých střech s nadkroevní 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 (kdekoli v ploše střechy) širší než 4-5 mm je vhodné vyplnit nízkoexpanzní PUR pěnou (je nutné, pokud není použita pojistná hydroizolace).

Požadavek na pojistnou hydroizolaci: 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 spojkách slepit.

PRAKTICKÁ DOPORUČENÍ

Obvod střechy na tloušťku izolace Pavatex je vhodné ochránit KVH hranolem šířky 60 mm, výška dle tloušťky souvrství Pavatex, Obr. 3). Spodní hranol u okapu je možné připevnit pomocí zavětrovací děrované pásky do plochy střechy v místě krokví. Tím se zabezpečí kompletní střešní plášť proti sesunutí. Diagonálně umístěné zavětrovací pásky nad záklopem pod deskami ztužují střechu ve své rovině.



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

Následující fotodokumentace je konstrukce zateplení pultové střechy se sklonem 12°.



Foto 2, 3) Celoobvodový střešní rám na pultové střeše, připevnění pomocí zavětrovacích pásek do krokví



Foto 4, 5) Klázení desek ve třech vrstvách na sebe (desky Hofatex UD, 3x100 = 300 mm), spoje všech desek „na vazbu“. Diagonální vyztužení střechy v tomto případě ztužuje pultovou střechu v rovině střechy



Foto 6, 7) Uložení kontralatí, šroubování samořeznými stavebními vruty RAPI-TEC HBS, 460 mm

Foto 8, 9) Detail souvrství Pavaflex 100 mm + Pavatherm-Combi 80 mm

Rekonstrukce staršího krovu rodinného domu dokumentuje následující soubor fotografií 10) – 15). Na zateplení jsou použity desky Isolair 2x120 mm, celkem 240 mm teplé izolace. Vrutky 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 kontralatě délky 4,0 m je 150 cm, na Foto 13).



Foto 10, 11) Pohled z půdy na krokve s ponecháním původních nepoškozených prvků



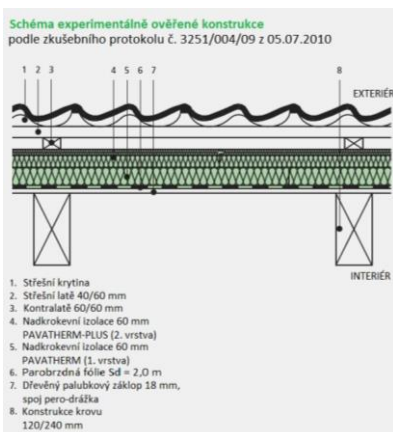
Foto 12, 13) Staveništní příprava vrutů Twin UD 440 mm do kontralatí a jejich šroubování na střeše



Foto 14, 15) Zateplená část střechy směrem do ulice. Detail v řezu, zřetelné jsou dvě desky tl. 120 mm položené na sobě

POŽÁRNÍ ODOLNOST KONSTRUKCE REI 45 (i→o)

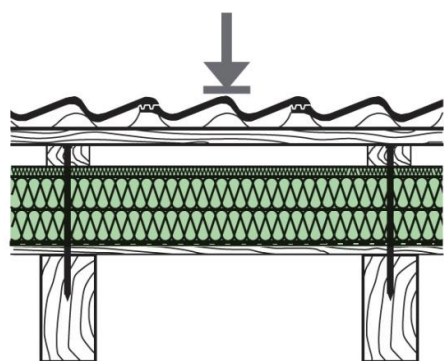
Experimentální ověření



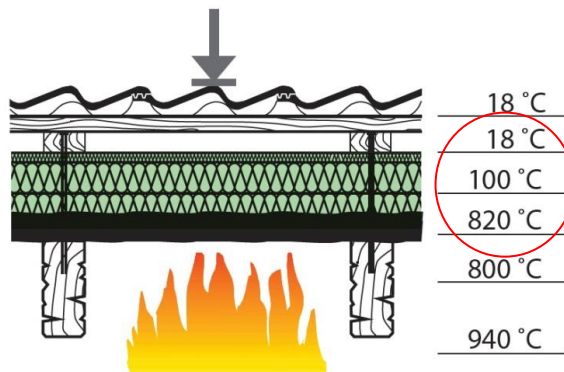
Mnohé testy a experimentální ověřování v notifikovaných zkušebnách (ať už českých, tak i zahraničních) prokazují velice dobré požární odolnosti celých konstrukcí. I když jsou dřevovláknité izolace klasifikovány jako normální hořlavé stavební materiály, (klasifikace podle EN 13501-1; třída reakce na oheň 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 desek, které téměř úplně zabraňují po zkušební dobu přenosu tepla. Je to dokumentováno zkouškou a měřením teplot na rozhraní jednotlivých materiálů, (Obr.4). 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. 5) označen červeným kroužkem.



Obr. 4) Nadkroevní izolace PAVATHERM 60 mm + PAVATHERM-PLUS 60 mm



Obr. 5) rozložení teplot v nadkroevní 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 12): Dřevěné krokve byly nadimenzovány v souladu s DIN 4102-4 pro REI 45, aby zachovaly celistvost konstrukce po celou dobu zkoušky.



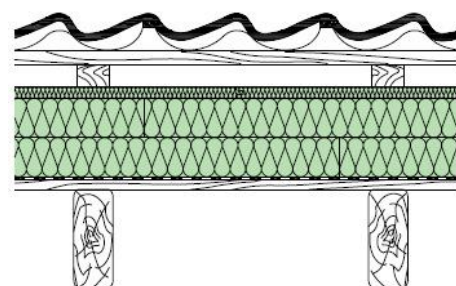
VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST $R_w = 51$ dB

Střecha – ověřená vzduchová neprůzvučnost



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 absorbují zvuk lépe než lehké konstrukce.

Desky Pavatex s objemovou hmotností 130-240 kg/m³ 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.



22 mm
160 mm

19 mm
80 x 220 mm

Střešní betonová krytina

Latě 30/50 mm

Kontralatě 40/80 mm

Deska ISOLAIR 22 mm

Deska PAVATHERM 160 mm

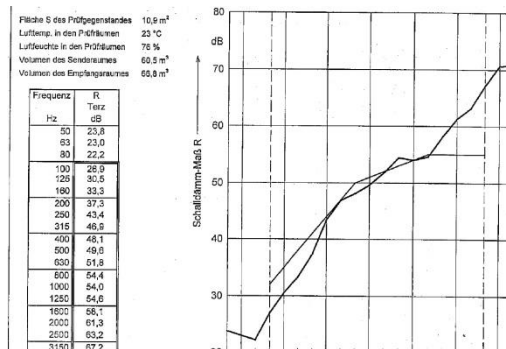
Parobrzdná membrána $S_d = 2,0$ m

Palubkový záklop pero-drážka 19 mm

Nosná konstrukce střechy 80x220 mm

Obr. 6) Schéma a popis experimentálně ověřované konstrukce

Vedle ostatních konstrukcí (stěny, příčky, stropy) jsou čím dál tím větší požadavky kladeny 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. Vlákniatá struktura společně s vysokou hustotou materiálu má pozitivní vliv na zvukově izolační účinek celé střechy.



Obr. 7) ukázka naměřených hodnot vzduchové neprůzvučnosti, zdroj Pavatex SA

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 10).

Poznámka 13): 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 14): 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.



Kontakty:

Technické řešení

Dřevovláknité desky a rohože PAVATEX

Difúzní ekologická izolace Knauf Insulation „diffu“

Difúzní minerální izolace Rotaflex Super Diffu 37

Tenkvrstvé omítky

www.insowool.cz

www.insowool.cz

www.insowool.cz

www.insowool.cz

www.termoholding.cz

www.jub.cz

www.weber-terranova.cz

Kotevní prvky a spony, půjčení sponkovačky

Stavební vruty HPM-TEC

Vruty pro nadkroevní zateplení SFS

www.insowool.cz

www.hpmttec.cz

www.insowool.cz

Objednávky materiálů:

objednavky@insowool.cz

tel. : 773 831 667

Technická podpora :

holub@insowool.cz

tel. : 734 309 367

Za Insowool s.r.o.

Ing. Ivo Holub

Vydání 07 / 2019

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