

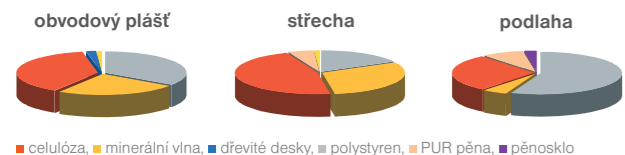
**Izolace z dřevitých vláken, konopí a lnu**

Desky z dřevitých vláken lze považovat za k přírodě šetrný materiál, při jejich výrobě je použito jen minimální množství lepidla. Mezi velkou výhodou patří mimořádně vysoká měrná tepelná kapacita (2100 J/(kg.K)), díky které má izolace větší schopnost zabraňovat přehřívání interiéru v letních měsících. Desky jsou dobře paropropustné a hodnota  $\lambda_D$  se pohybuje v rozmezí 0,038–0,050 W/(m.K). Desky z dřevitých vláken se využívají u dřevostavěb i jako pokladní vrstva pro omítku či další aplikace, jako jsou kročejová izolace či pojistná hydroizolace.



Obr. 7 Izolace z přírodních materiálů mají obdobné využití jako běžné izolace – vkládané do roštu nebo jako fasádní izolace s tenkovrstvým omítkovým systémem. (Foto A. Brotánek)

Podobné vlastnosti jako dřevitá vlákna mají také izolace z technického konopí a lnu.



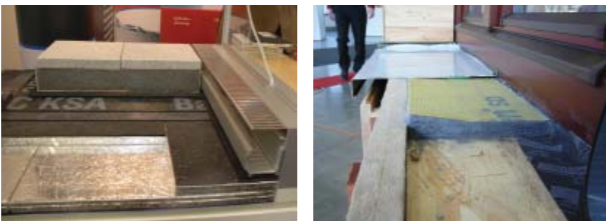
Obr. 8 Porovnání použití jednotlivých druhů izolací v konstrukcích pasivních domů v Německu. (Zdroj: Passivhaus Institut)

**Sláma**

Obilba slaměných balíků jako tepelné izolace v poslední době roste zejména mezi ekologicky smýšlejícími stavebníky. Používá se často v kombinaci s dalšími přírodními materiály, jako jsou hliněné omítky a nepálené cihly. Fyzikální vlastnosti závisí z velké části na kvalitě a objemové hmotnosti slaměných balíků. Obecně je u slámy v porovnání s průmyslovými izolacemi potřeba počítat s vyšší pracností vzhledem k nerovnosti a rozměrově nepravidelnosti balíků a s tím spojeným vycpáváním. Kvalitně slisované slaměné balíky o objemové hmotnosti 90–110 kg/m<sup>3</sup> dosahují hodnoty  $\lambda_D = 0,052$  W/(m.K) při použití kolmo na stělu. Slámu lze použít buď v kombinaci s nosnou stěnou, nebo může sama sláma sloužit jako nosná konstrukce. Izolace má ve spojení s hliněnou omítkou požární odolnost až 90 minut, vyhovuje proto všem typům konstrukcí. Velmi důležité je oddělení balíků od všech zdrojů vlhkosti omítkou nebo obkladem.

**Vakuová izolace – VIP a aerogelová izolace**

Vakuová izolace patří mezi tzv. high-tech izolační materiály. U nás se používá zřídka zejména kvůli vysoké ceně. Dodává se ve formě panelů obalených v metalizované fólii. Plnivo tvoří pyrogenní kyselina. Vnější ochrannou vrstvu fólie může tvořit plast, recyklovaná guma, EPS, plech a jiné. Po započítání vlivu okraje desek a vlivu stárnutí se ve výpočtu počítá s hodnotou  $\lambda_D = 0,008$  W/(m.K). Při těchto hodnotách stačí použít k izolování stěny na úroveň pasivního domu pouze 6 cm tlustý panel. Aerogelová izolace tvoří nanoporézní materiál se základem v silicagelu. Ve stavebnictví se používá aerogel nanesený na tkaninu tloušťky 10 mm. Udávaná tepelná vodivost je  $\lambda_D = 0,014$  W/(m.K).



Obr. 9 Vakuové panely nachází uplatnění zejména při řešení komplikovaných konstrukčních detailů, např. při zaizolování roletového boxu, podlahy na terase, podlahy u rekonstrukci s omezenou světlou výškou apod. V zahraničí i u nás jsou však i realizace, kde byla provedena kompletní izolace domu pomocí systému vakuových panelů – fasáda, střecha, podlaha. Materiál nelze řezat a při aplikaci je nutné důsledně chránit obal před porušením.

Obr. 10 Aerogelové izolace slouží pro řešení problematických detailů, kde není možné použít větší tloušťky izolací, například v místě parapetu nebo žaluziového boxu. Desky lze běžně opracovávat a kotvit.

**Extrudovaný polystyren – XPS**

Na první pohled jiný typ polystyrenu, který je barevně odlišen dle výrobce (modrý, zelený, žlutý, růžový, fialový, atd.) a lišící se od standardního bílého expandovaného polystyrenu jak způsobem výroby, tak i vlastnostmi. Extruzí čili protlačení pěny získá extrudovaný polystyren (XPS) na rozdíl od EPS uzavřenou strukturu bez mezer. To dává XPS velmi dobré parametry, co se týče pevnosti v tlaku (únosnost), minimální nasákavosti a kapilarity s vazbou na stálost hodnoty součinitele tepelné vodivosti, která se pohybuje v intervalu 0,029–0,038 W/(m.K).

**Obecně se rozděluje XPS dle níže uvedených kritérií:**

- dle pevnosti v tlaku (kPa) – XPS 200, 250, 300, 500,
- dle povrchu – hladký, zdrsněný, protlačovaný,
- dle profilu hran – rovný, polodrážka, pero-drážka.

U pasivních domů se díky svým vlastnostem XPS nejčastěji používá při založení betonové desky na izolaci, v inverzní neboli obrácené skladbě ploché střechy (tedy i zelené střechy), dále při izolování základů, suterénu, soklu, podlahy a eliminaci tepelných mostů. Jako všechny pěno-plastické izolace povrchově degraduje UV zářením.



Obr. 11 Díky vysoké únosnosti a nenasákavosti je extrudovaný polystyren ideální pro použití například při založení betonové desky na izolaci. Tím je eliminován tepelný most v patě zdi a tepelná izolace probíhá kolem domu bez přerušení. (Foto DOW Europe, CPD)

**Pěnový polyuretan – PUR**

Polyuretan může být ve formě měkké pěny, která zlidověla pod označením molitan. Ve stavebnictví se ale používá téměř výhradně tvrdá polyuretanová pěna. Jde o účinnou tepelnou izolaci s velmi nízkým součinitelem tepelné vodivosti  $\lambda_D$  až pod hodnoty 0,025 W/(m.K). Aplikuje se buď přímo na místě stříkáním nebo litím, nebo je dodáván ve formě desek či tvarovek. Tvrdý pěnový polyuretan může mít i zvýšenou odolnost vůči tlaku a může být použit pro eliminaci tepelných mostů (např. práh u dveří) či jako kotvící tvarovky. Podobně jako polystyren nesnáší UV záření, a je nutné jej před ním chránit. Je potřeba také zmínit vyšší ener-

getickou náročnost a produkci škodlivin během procesu výroby. Také je diskutabilní obsah izokyanátů jakožto alergenů, které jsou přítomny u většiny materiálů na bázi polyuretanu.

**Pěnové sklo**

Materiál vzniká ztavením směsi skleněného a uhlíkového prášku. V nově vzniklém materiálu, který je vlastnostmi podobný sklu, se vytváří drobné bublinky, jejichž stěny jsou zcela uzavřené. Tím se docílí úplné nehořlavosti, nenasákavosti a parotěsnosti. Ve formě desek se využívá především pro přerušení tepelného mostu, například u paty nosných stěn. Širšímu použití na stavbě brání jeho vysoká cena. Větší využití má pěnosklo v průmyslu, kde se aplikuje na podlahy či střechy s extrémním tlakovým namáháním. Součinitel tepelné vodivosti se pohybuje v závislosti na únosnosti mezi 0,040–0,050 W/(m.K). Při pokládce se desky lepí k napenetrovanému podkladu horkým asfaltem. Dalším produktem je šterk z pěnového skla, který se využívá zejména při zakládání domu na izolaci, což umožňuje dosáhnout celistvé izolační obálky bez tepelných mostů. Výhodou je jeho vysoká únosnost a nenasákavost. Při aplikaci je potřeba počítat s koeficientem ztuhnutí 1,2–1,4, při kterém dosahuje šterk pěnového skla hodnotu  $\lambda_D = 0,075$ –0,085 W/(m.K). Pro pasivní domy tak potřebujeme vrstvu přibližně 500 mm ztuhněného skleněného šterku.



Obr. 12 Šterk z pěnového skla je často používán při zakládání betonové desky na izolaci. Na ztuhněnou vrstvu pěnoskla se následně provede armovaná železobetonová deska. (Foto: Kalksandstein)

**Tvrzená termoplastická pěna na bázi EPS**

Materiál s hustotou 100–400 kg/m<sup>3</sup> na bázi polymeru polystyrenu zolační podklad s velkou pevností. Lze díky vysoké pevnosti využít pro uložení vysoce zatěžovaných stavebních dílů v úrovni izolace (např. betonové prefabrikáty, schody, ocelové konzoly atd.), které musí být uloženy na úroveň izolace bez jejího přerušení. Dále se z materiálu vyrábějí prvky k montáži bez tepelných mostů ve všech vnějších izolovaných částech budov (např. zábradlí, příštiešky, okna, fasádní prvky atd.).

**ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ IZOLACÍ**

V tabulce je porovnání nejčastěji používaných tepelných izolací v pasivních domech, které jsou běžně k dostání na českém trhu. Pro porovnání ekologické stopy materiálů je uvedena i hodnota svázané primární energie (PEI), tzv. „šedá energie“. Je to množství spotřebované primární energie vynaložené ke získání suroviny, výrobě a dopravě materiálu v MJ/kg (1 MJ = cca. 0,27 kWh). Jde o jeden z faktorů ekologického hodnocení materiálů, které stále více nabývá na důležitosti. Další hodnoty jako emise CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> nejsou v tabulce uvedeny.

typ izolace	součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D$	faktor difuzního odporu $\mu_n$	doporučená tloušťka izolace **
	[W/(m.K)]	[-]	[mm]
cihla děrovaná	0,090	9	750
expandovaný polystyren EPS	0,031–0,040	40–100	300
extrudovaný polystyren XPS	0,029–0,038	100–200	280
pěnový polyuretan PUR	0,024–0,028	180–200	220
minerální vlna	0,030–0,042	1–3	300
pěnové sklo	0,040–0,050	70 000	
pěnové sklo šterk	0,075–0,090	1	
vakuová izolace	0,008	> 100 000	60
celulóza	0,037–0,042	1–2	320
dřevité desky	0,038–0,046	5	330
desky na bázi konopí	0,040	1–4	320
sláma	cca 0,050–0,060	2–3	400

\*) Hodnota součinitele tepelné vodivosti se mění s různou objemovou hmotností a tloušťkou. Uváděné hodnoty nejsou návrhové, ale deklarované. Dle typu izolantu a jeho použití v konstrukci je potřeba započítat vliv vlhkosti, která vede ke zhoršení tepelné izolačních vlastností zejména nasákavých materiálů.

\*\*) Tloušťka izolace při vnějším zateplení masivní stavby na úroveň běžnou u pasivních domů –  $U = 0,12$  W/(m<sup>2</sup>.K). Nosnou vrstvu tvoří vápenopískové cihly tloušťky 175 mm (neuvažován vliv omítek). Pro zjednodušení a přehlednost je tato skladba uvažována i u materiálů, které se častěji používají u dřevostavěb.

**ZÁVĚR**

Při výběru tepelné izolace do skladby konstrukce je nutné pečlivě uvážit požadované vlastnosti izolace, které se u jednotlivých typů zásadně liší. Kritériem výběru kromě fyzikálních vlastností a ceny může být také ekologické hledisko. Správná funkce izolace závisí na promyšleném návrhu řešení konstrukce a také na precizním zabudování a kontrole na stavbě.

☎ poradna@pasivnidomy.cz | +420 773 071 444 | www.pasivnidomy.cz

finanční podpora



Vydalo: Centrum pasivního domu  
Údolní 33, 602 00 Brno  
Autor textů: Jiří Čihlák, Juraj Hazucha  
© 2013 Centrum pasivního domu

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu podpory úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2012 – Program EFEKT.



Obr. 1 Zcela zbytečná je také debata nad návratností investice do silnější vrstvy izolace. Náklady na navýšení tloušťky jsou totiž většinou podstatně menší než náklady spojené s její aplikací. Návratnost investice do silnějšího zateplení domu je maximálně v řádu několika let. Ceny energie však zcela jistě porostou a úměrně tomu se bude i snižovat návratnost. Vnější zateplovací systém také podstatně prodlužuje životnost konstrukce. Mírně vyšší počáteční investice je tedy i z tohoto pohledu velmi výhodná. (Foto A. Brotánek)

