

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM S VETERINÁRNÍ ORDINACÍ

FAMILY HOUSE WITH VETERINARY SURGERY

SEMINÁRNÍ PRÁCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Martin Švehla

Ing. SYLVA BANTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2019

OBSAH

A	Úvod	3
B	Druhy tepelných izolantů	4
B.1	Čedičová vlna	4
B.2	Minerální vlna	4
B.3	EPS	5
B.4	XPS	6
B.5	PIR	6
B.6	PUR	7
B.7	Pěnosklo	7
B.8	Kombinovaný zateplovací systém Isover Twinner	8
C	Posouzení materiálů	9
C.1	Stěny	9
C.2	Podlaha na zemině	10
C.3	Šikmá střecha	12
D	Závěr	14

A Úvod

Na trhu stavebních materiálů se objevuje spousta tepelně izolačních materiálů. V rámci mé seminární práce bych se rád pokusil o nestranné srovnání jednotlivých tepelných izolací z různých hledisek, ať už tepelně izolačních, tak i cenových a požárních vlastností.

Následně získané informace bych chtěl poté implementovat do mé bakalářské práce.

B Druhy tepelných izolantů

B.1 Čedičová vlna

B.1.1 Výroba

Kamenná minerální izolace je směsí čediče, strusky a diabasu. Vstupní suroviny jsou taveny v kopulových pecích při teplotě 1400–1500 °C. Tavením vzniká tekutá hmota, která z pece vytéká na rozvlákňovací kotouč s rychlostí otáčení 1000 otáček za minutu. Rozstříkáváním taveniny vznikají vlákna, která jsou po ochlazení sbírána v usazovací komoře v podobě koberce. V průběhu vzniku vláken je přidáváno pojivo a hydrofobizační přísady. Následným stlačováním a proplétáním vláken je vlna formována.

Následně materiál prochází při teplotě 200 °C skrz vytvrzovací komoru, ve které vzniká konečný stabilní materiál.

B.1.2 Využití

Čedičová vlna se vyrábí nejčastěji ve formě desek. Vzhledem ke svým vlastnostem je nejčastěji využívána jako akustická izolace do plovoucích podlah, akustických přiček, či do protipožárních konstrukcí.

B.1.3 Výhody

- Dobré tepelně izolační vlastnosti
- Vysoká požární odolnost
- Akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti
- Nízký difúzní odpor
- Dlouhá životnost
- Vodoodpudivost, ekologická a hygienický nezávadnost
- Odolnost vůči škůdcům



B.2 Minerální vlna

B.2.1 Výroba

Základním materiálem pro výrobu minerální vaty jsou oxid křemičitý (SiO_2) a oxid hlinitý (Al_2O_3). Vstupní suroviny se taví při teplotě kolem 1700 °C ve vysokých pecích. Roztavená hmota pokračuje na rozvlákňovač, ve kterém vzniká jemné vlákno z roztaveného materiálu, které se usazuje ve sběrné komoře. Následně probíhá vrstvení

pomocí kyvného systému. Dále se materiál stlačuje na požadovanou tloušťku a vytvrzuje pomocí pojiva, které zajišťuje stálost minerální vlny. Nakonec se vlna upravuje na konečné rozměry, případně se aplikují další vrstvy (papír, hliníková fólie, skelná textilie...)

B.2.2 Využití

Minerální vlna je vhodná pro vkládání ve formě desek do roštů provětrávaných fasád, jako výplň vícevrstvého zdiva. Ve formě pásu nebo foukané izolace se často využívá pro zateplování šikmých střech a podhledů.

B.2.3 Výhody

Dobré tepelně izolační vlastnosti

Vysoká požární odolnost

Akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti

Nízký difúzní odpor

Dlouhá životnost

Vodoodpudivost, ekologická a hygienická nezávadnost

Snadná opracovatelnost



B.3 EPS

B.3.1 Výroba

Základní surovinou je takzvaný zpěňovatelný polystyren ve formě perlí frakce 0,3-2,8 mm, který obsahuje 5-7% pentanu sloužícího jako nadouvacího. Výroba probíhá ve třech stupních.

Zpěňovatelný polystyren se předpěňuje působením syté vodní páry v předpěňovačích. Perle během tohoto procesu zvětší svůj objem 20 – 50x. Sypná hmotnost je dána teplotou páry a dobou jejího působení.

Meziuskladnění probíhá ve provzdušňovaných silech. Během chlazení vzniká v perlích podtlak, který má za důsledek citlivost na mechanické poškození, větší mechanická pružnost a zlepšuje se jejich zpracovatelnost. Poté probíhá výroba konečných výrobků.

Pěnový polystyren se nejčastěji používá ve formě desek, bloků, nebo obalů ve formě tvarovek.

Při výrobě EPS se občas přidává grafitový prášek jako přísada. Grafitový prášek má účinek zlepšení izolačních vlastností, tvarovou stabilitu.

B.3.2 Využití

Ve formě desek pro kontaktní zateplení fasád a podlah budov

B.3.3 Výhody

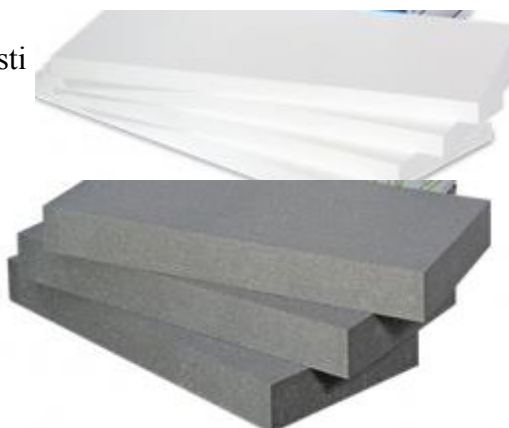
Dobré tepelně izolační vlastnosti

Mechanická odolnost

Nízká hmotnost

Jednoduchá zpracovatelnost

Ekonomická výhodnost



B.4 XPS

B.4.1 Výroba

Vyrábí se vytlačováním taveniny polystyrenu za současného sycení vzpěňovadlem, které po uvolnění tlaku umožní napěnění materiálu.

Výhodou oproti expandovanému polystyrenu je vyšší mechanická odolnost a nenasákavost materiálu.

Vyrábí se především ve formě desek.

B.4.2 Využití

Ve formě desek pro izolaci vysoce zatížených podlah a konstrukcí v kontaktu s vlhkostí například zateplení soklu.

B.4.3 Výhody

Mechanická odolnost

Dobré tepelně izolační vlastnosti

Jednoduchá zpracovatelnost

Nenasákavost



B.5 PIR

B.5.1 Výroba

Materiál tvořený kombinací uretanových a isokyanurátových vazeb. Vzniká vzájemnou exotermní reakcí hmoty.

Oproti PUR vykazuje PIR zvýšenou odolnost proti ohni, lepší izolační vlastnosti, vyšší stabilitu rozměrů a vyšší pevnost v tlaku.

B.5.2 Využití

Ve formě desek jako nadkrokevní izolace plochých i šikmých střech, izolace podlah. Stříkaná pro mezikrokevní izolaci, výplň dutin.

B.5.3 Výhody

Výborné tepelně izolační vlastnosti

Mechanická odolnost



B.6 PUR

B.6.1 Výroba

Polyuretanová pěna je materiál na organické bázi. Vzniká vzájemnou exotermní reakcí hmoty. Výsledný materiál má pouze uretanové vazby. Vznikající pěna se napěňuje a vytváří uzavřenou strukturu.

B.6.2 Využití

Stříkaná pro izolaci dutin, zateplení podhledu. Ve formě nízkoexpanzních PUR se používá jako montážní pěna.

B.6.3 Výhody

Snadná zpracovatelnost

Nabývání objemu (malé objemy přepravovaných látek)

B.7 Pěnosklo

B.7.1 Výroba

Pěnové sklo se vyrábí ze směsi surovin pro sklářskou výrobu (SiO_2 , vápenec, soda, potaš) a recyklovaného skla. Roztavený materiál vytéká v podobě duté trubice. Po vychlazení se trubice melou na jemný prášek s příměsí uhlíkového prášku.

Prachová směs ve formách prochází pěnící pecí a vznikají izolační blok s hermeticky uzavřenými skleněnými buňkami

Desky se obvykle celoplošně kladou do horkého asfaltu, čímž vzniká stoprocentně nenasákavý materiál s vysokou pevností a dobrými izolačními vlastnostmi.

B.7.2 Využití

Ve formě desek pro zateplení vysoce zatížených podlah, pojízdné stropní konstrukce, kompaktní střešní konstrukce, izolace pro eliminaci tepelných mostů, spádové klíny pro ploché střechy.

Ve formě drti pro izolační podsypy při obráceném zakládání (zakládání na tepelné izolaci).

Izolace potrubí, nadrží.

B.7.3 Výhody

Vysoká mechanická pevnost

Parotěsná konstrukce (po zalití asfaltem)

Nenasákavost

Nízká hmotnost

Dobré tepelně technické vlastnosti



B.8 Kombinovaný zateplovací systém Isover Twinner

B.8.1 Výroba

Kombinovaný zateplovací systém Isover Twinner se vyrábí sloučením desek grafitového expandovaného polystyrenu a čedičové vaty. Hlavní tělo izolace je tvořeno EPS, které dodává materiálu požadované tepelně izolační vlastnosti. Polystyren je z vnější strany opláštěn 30 mm minerální vaty, čímž materiál získává požadované protipožární vlastnosti (samotné EPS spadá do třídy E – hořlavé stavební výrobky – samozhášivé, kombinovaný systém spadá do třídy B – uvolňují malé množství tepla).

B.8.2 Využití

Ve formě desek pro izolaci stěn. Zateplovací systém splňuje zkoušky dle ISO 13785 - 1 a ISO 13785-2 a vyhovuje požadavkům ČSN 730810:2016 pro použití bez požárně dělících pásů MW.

B.8.3 Výhody

Dobré tepelně technické vlastnosti

Ochrana šedého EPS proti slunci

Požární bezpečnost



C Posouzení materiálů

C.1 Stěny

C.1.1 Vstupní hodnoty

Pro srovnání bude použita výchozí konstrukce:

Materiál	d[m]	$\lambda_D[W \cdot m^{-1} \cdot K^2]$	c[J*kg ⁻¹ *K ⁻¹]
Vnitřní štuk	0,0025	0,556	850
Jádrová omítka	0,0150	0,494	850
Vápenopísková cihla	0,2400	0,370	1000
Lepidlo	0,0050	0,556	850
TEPELNÁ IZOLACE	0,2000	XXX	XXX
Lepidlo	0,0050	0,556	850
Akrylátová omítka	0,0025	0,762	850

Tepelní izolace:

Isover Greywall EPS	0,200	0,032	1270
Isover TF PROFI ČV	0,200	0,036	800
Isover Twinner EPS+ČV	0,200	0,032	800

C.1.2 Vyhodnocení

Tepelná izolace	U[W*m ⁻² *K ²]	Cena bez DPH [Kč/m ²]	Požární třída
Isover Greywall EPS	0,164	498	E
Isover TF PROFI ČV	0,187	980	A1
Isover Twinner EPS+ČV	0,164	830	B

Z hlediska tepelné techniky vychází nejlépe kontaktní zateplení z EPS Isover Greywall současně s kombinovaným zateplovacím systémem Isover Twinner. Abychom se s čedičovou vatou Isover TF Profi dostali na stejnou hodnotu součinitele prostupu tepla, museli bychom volit tloušťku materiálu 240 mm ($U=0,162 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^2$). To by přineslo nárůst ceny o dalších 196 Kč/m² stěny.

Z hlediska cenového nejlépe vychází fasádní EPS, který se dostává na téměř poloviční cenu za m² oproti samotné čedičové vatě. Oproti kombinovanému systému je

čisté EPS o 40% levnější. Pokud vezmeme v potaz stejné tepelné technické vlastnosti, čedičová vata se ještě prodraží na bezmála 1200 Kč/m² bez DPH.

Z požárního hlediska vychází nejlépe čedičová vata, která spadá do třídy A1 nehořlavé. Isover Twinner spadá do třídy B, avšak i při tloušťce 300 mm je splněn požadavek normy ČSN 730810:2016 a není nutné použít požární pásy z MW. Fasádní EPS je z hlediska požární bezpečnosti nevyhovující. Obecně při tloušťkách větších než 180 mm tvoří fasáda z EPS požárně otevřený prostor, tudíž jsou větší odstupové vzdálenosti. U budov vyšších než 12 m je dále nutno zřizovat požární pásy z MW, čímž dochází ke zhoršení tepelné technických vlastností obálky budovy.

C.1.3 Závěr

Pro malé stavby o jednom požárním úseku s velkým prostorem je nejvhodnější použít fasádní polystyren u kterého při dodržení stejných požadavků dojde k úspoře financí o 40 % oproti kombinovanému, nebo více než dvojnásobnému oproti čedičové vatě.

Pro rozsáhlejší objekty z hlediska požárních úseků, kde by nastávala povinnost řešit požární pásy v EPS je výhodnější aplikovat kombinovaný zateplovací systém, čímž požární pásy odpadnou a nedojde k narušení tepelné obálky. Úspora ceny oproti čedičové vatě je na 30 % při dodržení stejného součinitele prostupu tepla.

C.2 Podlaha na zemině

C.2.1 Vstupní hodnoty

Pro srovnání bude použita výchozí konstrukce:

Materiál	d[m]	$\lambda_D[W \cdot m^{-1} \cdot K^2]$	$c[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
Laminátová podlaha	0,0100	0,164	1050
Mirelon pěnový PE	0,0030	0,046	970
PE fólie	0,0002	0,350	1470
Cementový potěr	0,0400	0,1263	850
PE fólie	0,0002	0,350	1470
TEPELNÁ IZOLACE	0,1800	XXX	XXX
Glastek AL 40	0,0040	0,210	1470
Glastek 40 Special	0,0040	0,210	1470

Tepelná izolace:

Isover Styrodur 3000 CS	0,180	0,033	2060
Isover EPS Perimetr	0,180	0,036	800
Foamglas Tapered T3+	0,180	0,036	1000

C.2.2 Vyhodnocení

Tepelná izolace	U[W*m ⁻² *K ²]	Cena bez DPH [Kč/m ²]	Pevnost [kPa]
Isover Styrodur 3035 CS	0,197	647	300
Isover EPS Perimetr	0,201	693	200
Foamglas Tapered T3+	0,201	2005	500

Hodnoty součinitele prostupu tepla vychází u XPS Styrodur, EPS Perimetr a pěnového skla stejně. Oba materiály mají hodně podobné vlastnosti z hlediska tepelné techniky.

Z cenového hlediska je nejvýhodnější XPS Styrodur, cenový rozdíl za m² je ovšem oproti EPS Perimetr minimální. Pěnové sklo je z daných materiálů nejdražší. Cena se pohybuje na trojnásobné hodnotě oproti XPS

Z hlediska pevnosti je nejvýhodnější pěnové sklo. To má také výhodu ve 100 % nenasákavosti a parotěsnosti. Pevnost pěnového skla je až 2,5x větší než pevnost polystyrenů.

C.2.3 Závěr

Při použití EPS nebo XPS zákazník nepozná skoro žádné rozdíly. Jejich vlastnosti jsou prakticky stejné.

Použití pěnového skla je výrazně finančně náročné. Proto se pěnové sklo hodí jen do míst s vysokým zatížením, případně do míst s nutností nízké skladby konstrukce (možná absence roznášecí vrstvy).

C.3 Šikmá střecha

C.3.1 Vstupní hodnoty

Konstrukce 1 – Zateplení pod a mezi:

Materiál	d[m]	$\lambda_D[W*m^{-1}*K^2]$	$c[J*kg^{-1}*K^{-1}]$
SDK na AL rošt	0,0125	0,210	1060
Parotěsná fólie	0,0002	0,350	1470
Tepelná izolace mezi	0,0200	XXX	XXX
Tepelná izolace pod	0,0200	XXX	XXX

Konstrukce 2 – Zateplení nad krokviemi

SDK na AL rošt	0,0125	0,210	1060
Parotěsná fólie	0,0002	0,350	1470
Tepelná izolace nad	XXX	XXX	XXX

Tepelná izolace: Konstrukce 1

Isover Unirol PLUS	0,2+0,2	0,039+0,059	840
PUREX lehká	0,2+0,2	0,034	800

Tepelná izolace: Konstrukce 2

UNILIN Sarking PIR	0,240	0,022	1500
--------------------	-------	-------	------

C.3.2 Vyhodnocení

Tepelná izolace	$U[W*m^{-2}*K^2]$	Cena bez DPH [Kč/m ²]
Isover Unirol PLUS	0,125	590
PUREX lehká	0,118	960
PAMASarking PIR	0,114	900

Hodnoty součinitele tepelného prostupu vychází nejlépe u nadkroevní izolace z panelů PIR, kde je možnost ušetřit až 40% mocnosti tepelné izolace. PUR pěna a skelná vata vychází tepelně podobně.

Po stránce cenové vychází nejlépe skelná vata, kde je úspora za m² okolo 35 % ceny.

C.3.3 Závěr

Pro zateplení krovu nejlepší nadkroevní izolace z PIR desek. Mezi ně patří menší mocnost izolace, přesunutí izolace ven z objektu, což má za příčinu zvětšení podkrovního prostoru a možnost absence zavěšeného podhledu. Nevýhodou pro jeho použití je cena a zvednutí stropní konstrukce.

Z hlediska cenového vychází nejlépe skelná vata, na úkor nutnosti podhledu a zmenšení podkrovního prostoru.

D Závěr

Po promyšlení všech pro a proti jsem dospěl k názoru, že zateplení obvodových stěn bude nejlepší vyřešit pomocí kombinovaného systému Isover Twinner. Rozhodl jsem se k tomu především z hlediska stejných tepelně technických vlastností jako čistého fasádního EPS a vyšší požární odolnosti materiálu s čímž souvisí absence nutnosti požárních pásů z MW či otevřených požárních ploch. Materiál navíc oproti čedičové vlně vychází o poznání levněji.

Pro zateplení spodní stavby a zelené střechy jsem se rozhodl použít XPS Styrodur kvůli jeho lepším pevnostním vlastnostem. Na plochou střechu pod terasou jsem se i přes vysokou pořizovací cenu rozhodl pro použití pěnového skla z důvodů možnosti absence roznášecí vrstvy a tím snížením schodu mezi podlahou 2NP a terasou a velkým bodovým zatížením, které bude způsobeno od velkoformátové betonové dlažby na rektifikačních tercích.

Pro zateplení šikmé střechy jsem se rozhodl pro skelnou vatu. Vzhledem, že nosná konstrukce krovu je řešena pomocí dřevěných vazníků, odpadla možnost pohledového krovu v posledním podlaží. Aplikace PUR pěny by vzhledem ke stejným vlastnostem neměla vzhledem k vyšší ceně smysl.

K posudkům byly použity především tepelné izolanty firmy Isover z důvodu konkurenčních bojů ohledně ceny.

V Brně dne 20. 5. 2019

Martin Švehla
autor práce