

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Technologie provádění reflexních tepelných
izolací a jejich vliv na životní prostředí**

**Reflective Thermal Insulation Technology and
its Impact on the Environment**

2024

Pavel Schindler

Studijní program: B0732P260002 – Stavitelství

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Schindler</u>	Jméno: <u>Pavel</u>	Osobní číslo: <u>502148</u>
Zadávací katedra: <u>K122</u>		
Studijní program: <u>B0732P260002 - Stavitelství</u>		
Studijní obor/specializace: <u>-</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Technologie provádění reflexních tepelných izolací a jejich vliv na životní prostředí</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Reflective thermal insulation technology and its impact on the environment</u>	
Pokyny pro vypracování: Analýza tepelného šíření izolačními vrstvami reflexních izolací Stanovení kritérií porovnání Multikriterární srovnání Vyhodnocení závěr a doporučení	
Seznam doporučené literatury: Tepelné izolace domů a bytů ISBN: 80-7169-851-2 ČSN 73 0550 (730550) Stanovení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí a budov. Měření a kontrola tepelných ztrát budov 4 x E o tepelné izolaci budov ISBN: 80-86769-25-9 Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov ISBN: 80-7169-582-3 (brož.)	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>22.2.2024</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>20.5.2024</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení k zadání

Dle pokynů pro vypracování má být součástí bakalářské práce i multikriteriální porovnání izolanů. Avšak na základě hlubší rešerše odborné literatury a již vypracovaných závěrečných prací se v průběhu zpracování textu po dohodě s doc. Ing. Pavlem Svobodou, CSc. došlo k závěru, že kvalitní multikriteriální porovnání izolanů by při svém objemu a komplexnosti problematiky týkajících se reflexních izolanů neodpovídalo svým rozsahem bakalářské práci. Z toho důvodu nebyla kapitola do práce zařazena, avšak je možné na ni navázat v práci diplomové. Pro zachování kvality a rozsahu práce byla rozšířena kapitola zabývající se technologií provádění izolací.

SCHINDLER Pavel. Praha: *Technologie provádění reflexních tepelných izolací a jejich vliv na životní prostředí*. ČVUT 2024. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 20. 5. 2024

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu doc. Ing. Pavlovi Svobodovi CSc., za odborné rady při vedení mé práce. Děkuji i společnosti SuperFOIL za poskytnutí firemních materiálů a konzultace týkající se poznatků a zkušeností z praxe. Na závěr bych chtěl poděkovat mé rodině, mým nejbližším přátelům a mé přítelkyni za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt

Předložená práce se zabývá tepelně izolačními vlastnostmi reflexních izolací a způsoby jejich provádění. Úvodní část práce je věnována problematice z pohledu energetické účinnosti budov a jejich řešení. V práci dále navazuje kapitola věnována rozdělení a způsobům přenosu tepla. Jádrem bakalářské práce popisuje podrobné způsoby provedení reflexních izolací ve střešní konstrukci, dále pak v podlahách a obvodovém plášti budov. Závěr práce je věnován vlivu reflexních izolantů na životní prostředí.

Klíčová slova

reflexní tepelná izolace, sálání, bariéra proti sálání, emisivita, technologie provedení

Abstract

This thesis deals with the thermal insulation properties of reflective insulations and the methods of their implementation. The introductory part of the thesis is devoted to the problems in terms of energy efficiency of buildings and their solutions. The thesis continues with a section devoted to the distribution and methods of heat transfer. The core of the bachelor thesis describes detailed methods of implementation of reflective insulation in the roof structure, then in floors and building envelope. The thesis concludes with the environmental impact of reflective insulants.

Keywords

reflective thermal insulation, radiant heat, radiant barrier, emissivity, insulation technology

Obsah

1 Úvod do reflexních tepelných izolací.....	11
1.1 Energetická náročnost	11
1.2 Tepelně izolační požadavky v legislativě	14
1.2.1 Obecné tepelně izolační podmínky	14
1.2.2 Navrhování střech	14
1.2.3 Stanovení a výpočty hodnot	15
2 Analýza tepelného šíření v izolačním souvrství.....	16
2.1 Co je to teplená izolace?	16
2.1.1 Kritéria pro výběr teplené izolace	17
2.1.2 Typy tepelných izolantů	17
2.2 Fyzikální principy přenosu tepla	20
2.2.1 Přenos tepla vedením (kondukce)	20
2.2.2 Přenos tepla prouděním (konvekcí)	21
2.2.3 Přenos tepla sáláním (radiací)	22
2.2.4 Shrnutí	27
3 Reflexní tepelné izolace	28
3.1 Historie reflexních teplených izolací	28
3.2 Reflexní tepelné izolace, jejich vlastnosti a jejich rozdělení	28
3.2.1 Oblasti použití	29
3.2.2 Rozdělení dle počtu vrstev	29
3.2.3 Propustnost vodních par	32
3.3 Využití reflexních tepelných izolací	32
4 Montáž reflexních tepelných izolací	34
4.1.1 Montáž reflexně tepelných izolací na šikmé střechy	35
4.1.2 Montáž reflexně tepelných izolací na ploché střechy	47
4.1.3 Montáž reflexně teplených izolací na stěnách a dřevostavbách	48
4.1.4 Montáž reflexně teplených izolací na podlahy	57
4.1.5 Rekapitulace reflexních izolantů	62
4.2 Vliv reflexních izolantů na životní prostředí	63
Závěr	66
Seznam použité literatury	68
Seznam elektronických zdrojů	69
Seznam obrázků	71
Seznam tabulek	73

Úvod

Bakalářská práce se zabývá problematikou reflexních izolací, které v odborné veřejnosti často vyvolávají rozporuplné názory o její účinnosti. Cílem této práce je vysvětlit, jak reflexní izolanty fungují a proč najdou své uplatnění na téměř všech typech konstrukcí. Díky stále se zvyšujícím nárokům na tepelně izolační vlastnosti budovy trh otevírá prostor pro nové efektivní technologie zateplení jako jsou právě reflexní izolace, kdy tvoří atraktivní volbu při dodatečném zateplení u rekonstrukcí budov, především díky jejich mimořádně malé tloušťce a velkému tepelnému odporu a dalších nesporných výhodách, kterým se tato práce bude věnovat.

Nicméně je třeba konstatovat, že v současné době se reflexní izolanty na tuzemském trhu vyskytují ve velmi nízké míře, která může být zapříčiněná vysokou pořizovací cenou, ale také nevědomým o samotné existenci reflexních izolací a způsobech jejich instalace a fungování. Proto se tato závěrečná práce zaměří na realizaci reflexních izolantů ve všech typech konstrukcí, kde se klade nárok na tepelně izolační vlastnosti, jako jsou střešní konstrukce, stěny a stropní konstrukce.

Samotná práce je rozdělena do čtyř kapitol, které mají jako celek tvořit průvodce v rozsáhlé problematice týkající se reflexních izolací. První kapitola se zabývá současným stavem budov z pohledu energetické náročnosti a jejich prostoru pro inovaci. Úvod druhé kapitoly je věnován kritériím při výběru tepelných izolací, následně jde práce více do hloubky a rozebírá způsoby přenosu tepla. V závěru otevírá otázky ohledně neřešené sálavé složky z pohledu tepelně izolační techniky. Třetí kapitola je věnována vlastnostem reflexních tepelných izolantů. Závěrečná kapitola tvoří kostru celé práce, zabývá se samotnou realizací reflexních izolantů na konstrukcích, kde jsou kladeny nároky z pohledu tepelně izolačních požadavků. Závěr kapitoly dále vyhodnocuje vliv izolantů na životní prostředí.

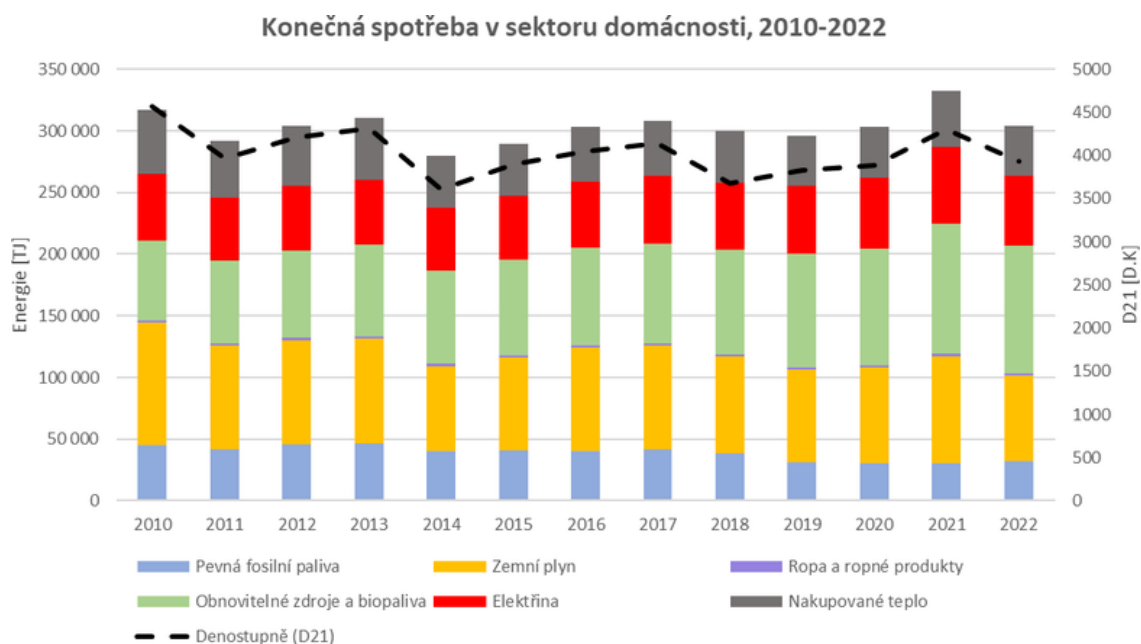
1 Úvod do reflexních tepelných izolací

1.1 Energetická náročnost

V současné době je jedním z hlavních témat ve společnosti otázka energie, jejího dostatek, vhodné nakládání s energetickými zdroji, úspora a minimalizace ztrát spolu s důrazem na šetrné zacházení s přírodními zdroji.

Dle Českého statistického úřadu tvoří vytápění budov největší podíl na spotřebě energie tuzemských domácností. Z dat uvedených ve zprávě Eurostatu z roku 2021 vyplývá, že celková spotřeba paliv a energií na výrobu elektřiny a tepla má sice klesající trend, ten je ale způsoben především modernizací odvětví energetiky v souvislosti s ochranou životního prostředí [18].

Lze konstatovat, že současná doba dbá a vyhledává možnosti, jak s energiemi pracovat efektivněji a hledá možnosti jejich úspor ve všech možných sektorech. Data dále uvádějí, že v českých domácnostech mají stále větší zastoupení obnovitelné zdroje energie, jako jsou například fotovoltaické elektrárny v zastoupení necelých 4 % anebo biomasy v zastoupení téměř 40 % [18].



Obrázek 1: Konečná spotřeba energie v domácnostech. Zdroj: www.czsuo.cz.

Celková energie z obnovitelných zdrojů v roce 2021

	Energie z OZE celkem (GJ)	Podíl na energii z OZE (%)
Biomasa (mimo domácnosti)	58 468 362	26,49%
Biomasa (domácnosti)	87 518 857	39,65%
Vodní elektrárny	8 670 672	3,93%
Bioplyn	24 314 092	11,02%
Biologicky rozl. část TKO	4 016 285	1,82%
Kapalná biopaliva	15 116 988	6,85%
Tepelná čerpadla	11 298 620	5,12%
Solární termální systémy	809 983	0,37%
Větrné elektrárny	2 165 522	0,98%
Fotovoltaické elektrárny	8 337 470	3,78%
Celkem	220 716 852	100,00%

Vývoj podílů obnovitelné energie podle metodiky EUROSTAT – SHARES

	Na spotřebě elektřiny	Na spotřebě v dopravě	Na vytápění a chlazení	Celkem na konečné spotřebě energie
2010	7,52%	5,22%	14,10%	10,51%
2011	10,61%	1,29%	15,39%	10,95%
2012	11,67%	6,25%	16,25%	12,81%
2013	12,78%	6,44%	17,70%	13,93%
2014	13,89%	7,00%	19,52%	15,07%
2015	14,07%	6,54%	19,78%	15,07%
2016	13,61%	6,50%	19,87%	14,92%
2017	13,65%	6,62%	19,72%	14,80%
2018	13,71%	6,56%	20,64%	15,14%
2019	14,05%	7,84%	22,63%	16,24%
2020	14,81%	9,38%	23,53%	17,30%

Pozn.: metodika a výpočet EUROSTAT – převzato z databáze SHARES

*odlišné započítání kritéria udržitelnosti

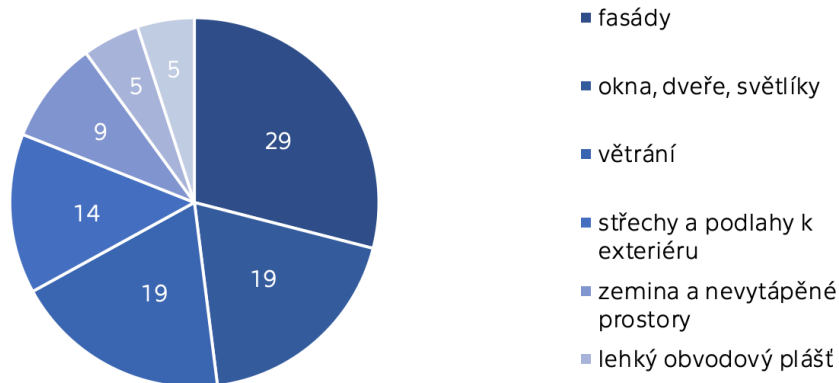
Obrázek 2: Obnovitelné zdroje v roce 2021. Zdroj: www.mpo.cz.

Je zřejmé, že existuje prostor pro úspory jak na straně výrobců energií, tak i tuzemských domácností či podniků. Každá investice do inovace má velký podíl do budoucna, a to jak z pohledu udržitelnosti, tak i finančních zdrojů. Investice se mimo jiné vyznačují dlouhou dobou návratnosti. Vhodnou metrikou pro výpočet návratnosti investice do udržitelnějšího zdroje energií je například výpočet ROI neboli Return on Investment. Jeho výsledky mohou zároveň posloužit jako dobrý indikátor pro volbu mezi několika investičně-inovačními projekty.

Česká republika se nachází v mírném klimatickém pásu a jak již bylo zmíněno největší podíl na spotřebě domácností nese její samotné vytápění. V topné sezoně je s její úsporou neodmyslitelně spjatá tepelná izolace budov. V dnešní době je nutné neopomíjet ani období mimo topnou sezonu, a to měsíce letní. V tomto období dochází ke zvyšování nároků na teplenou pohodu člověka a z toho důvodu roste i spotřeba energie v důsledku chlazení budov. Obecně platí, že starší budovy mají tendenci mít vyšší spotřebu energie na vytápění ve srovnání s novými nebo nedávno rekonstruovanými budovami. Důvodem vyšší spotřeby energií je hned několik. Bakalářská práce se ve své podstatě bude zajímat o ztráty tepelně-technického charakteru, které způsobuje nedostatečná izolace a v mnoha případech i její úplná absence. V druhém případě, tedy domu nikterak neizolovaného může docházet až k 60 % ztrátám tepla skrze podlahu, střechu anebo stěny [11].

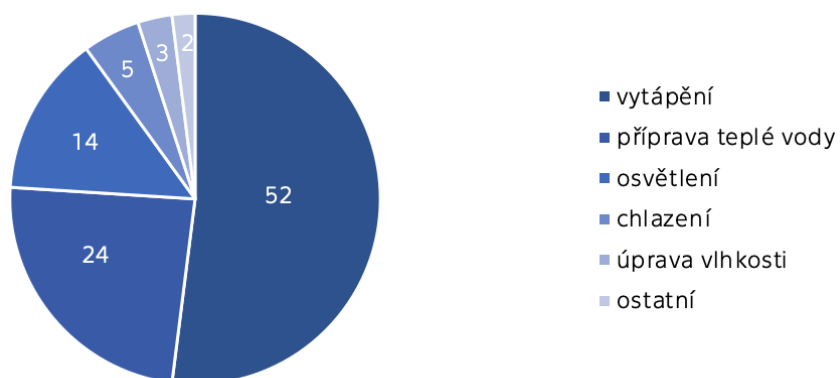
Vyšší úniky tepelné energie vedou k vyšším nákladům na vytápění a vyšším emisím oxidu uhličitého [21]. Proto je vhodné se na minimalizaci těchto úniků zaměřit, čehož lze dosáhnout zlepšením izolace, nebo výměnou starých oken, dveří atd. Jak již bylo zmíněno, starší budovy představují největší potenciál z pohledu úspory energie, jelikož tvoří značnou část stavebního trhu.

Tepelné úniky v % vyjádření



Obrázek 3: Tepelné úniky. Zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ.

Podíl neobnovitelné primární energie dle účelu v % vyjádření



Obrázek 4: Podíl energie dle účelu. Zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ.

Cílem této práce je zaměřit se na **snížení energetické náročnosti novostaveb**, ale i na rekonstrukce starších budov **konkrétním systémem reflexních tepelných izolací**. V druhé řadě **popsat a vysvětlit** jejich využití, vysvětlit jejich **fungování**. Dále také popsat **principy šíření tepla** izolačním souvrstvím. Posledním stěžejním okruhem práce je pak popis jejich **aplikace** v souladu s normou a nastínění současné nálady na stavebním trhu.

1.2 Tepelně izolační požadavky v legislativě

1.2.1 Obecné tepelně izolační podmínky

ČSN 73 0540-1 (730540)

Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
Účinnost: 07/2005 – doposud

ČSN 73 0540-2 (730540)

Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
Účinnost: 11/2011 – doposud

ČSN 73 0540-3 (730540)

Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
Účinnost: 12/2005 – doposud

ČSN 73 0540-4

Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
Účinnost: 07/2005 – doposud

ČSN EN ISO 9288 (730555)

Tepelná izolace – Šíření tepla sáláním – Tepelná izolace – Šíření tepla sáláním – Slovník
Účinnost: 09/2023 – doposud

1.2.2 Navrhování střech

ČSN 73 1901-1

Navrhování střech – základní ustanovení (1.část)
Účinnost: 11/2020 – doposud

ČSN 73 1901-2

Navrhování střech – základní ustanovení (2.část)
Účinnost: 11/2020 – doposud

ČSN 73 1901-3

Navrhování střech – základní ustanovení (3.část)
Účinnost: 11/2020 – doposud

1.2.3 Stanovení a výpočty hodnot

ČSN 72 7010

Stanovení součinitele tepelné vodivosti materiálů v ustáleném tepelném stavu – Společná ustanovení
Účinnost: 06/1989 – doposud

ČSN EN ISO 13786 (730563)

Tepelné chování stavebních dílců – Dynamické tepelné charakteristiky – Výpočtové metody
Účinnost 04/2018 – doposud

ČSN EN ISO 6946 (730558)

Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtové metody
Účinnost: 10/2020 – doposud

ČSN EN ISO 22097 (730341)

Tepelná izolace budov – Reflexní izolační výrobky – Stanovení tepelných vlastností
Účinnost 04/2024 – doposud

2 Analýza tepelného šíření v izolačním souvrství

2.1 Co je to tepelná izolace?

V úvodu práce je vhodné uvést definici tepelné izolace stejně jako definovat typy tepelných izolací a jejich funkce.

Tepelná izolace je výrobek, který se používá ke snížení rychlosti přenosu tepla konstrukcí, zpravidla mezi interiérem a exteriérem. Nad samotným přenosem tepla uvažujeme tak, že teplo vždy uniká a otepluje studené místo. Proto s ohledem na roční období využíváme izolanty, které tomuto prostupu či úniku tepla zabraňují. Hlavním a také základním požadavkem na tepelnou izolaci je, aby v co nejvyšší možné míře zamezila úniku tepla v chladném období z interiéru do exteriéru. Naopak v letním období, kdy se teploty venkovního prostředí pohybují výše, než jsou nároky na teplotu uvnitř budovy se požaduje minimalizace prostupu tepla z exteriéru do interiéru [11].

Funkce tepelných izolací:

- snižování spotřeby energie,
- zajištění tepelného komfortu,
- zvýšení hodnoty nemovitosti,
- ochrana před teplenými mosty.

Teplený most je místo v konstrukci budovy, kde dochází ke zvýšenému prostupu tepelné energie v porovnání s okolím konstrukce. Tento jev je nežádoucí v důsledku možného vzniku plísní a úniku kondenzátu a samozřejmě zhoršení energetické bilance, vhodným využitím tepelného izolantu mu tak můžeme předejít [14].

Nejčastější místa, kde nastávají tepelné mosty jsou:

- rozhraní různých stavebních materiálů (okenní otvory, stropní desky, balkony aj.),
- geometrie, čímž jsou myšleny rohy a kouty, jelikož tyto místa jsou ochlazovány z více stran nastává zde nejvíce úniků tepla, nejideálnější tvar stavební konstrukce je koule, tu je však ze stavebně-technického hlediska obtížné realizovat,
- nosné konstrukční prvky, tedy různé prvky, které mají statický, nebo stavebně-technologický účel, ale svou existencí umožňují cestu pro únik tepla a tvoří tak teplený most, například kotvy pro kontaktní zateplovací systém ETICS, který se v mrazech jako první „probarví“ na omrzlé fasádě.

2.1.1 Kritéria pro výběr tepelné izolace

Dobré tepelně-izolační vlastnosti jsou primární požadavek, na který se při výběru izolantu klade důraz. Otázce izolačních vlastností je věnováno několik následujících stran.

Životnost závisí na typu izolantu, obvykle se udává 50 let, kterou ovšem ovlivňují faktory jako jsou:

- **Kvalita provedení:** nedodržení technologického předpisu dodavatelů izolantů zvyšuje riziko poruch a s tím spojené snížení životnosti izolantů.
- **Povětrnostní vlivy:** izolace vystavené vlhkosti, náhlým změnám teplot, UV záření a mechanickému poškození mají značně zkrácenou životnost.
- **Údržba:** při pravidelné kontrole lze odhalit poruchy způsobené vlivy zmíněnými v bodech výše.
- **Cena tepelného izolantu:** jelikož tvoří při výběru pro investory neopominutelnou položku. Cenu tepelného izolantu ovlivňují faktory jako jsou jeho dostupnost, odolnost proti vlhkosti, hořlavost, materiál, ze kterého je vyroben a samozřejmě jeho tepelně izolační účinnost. Obecně je vhodné se řídit rozsahem, cenou i výkonem.
- **Ekologie:** neboť je v současnosti čím dál tím diskutovanější téma [13]. Dle zprávy vydané Českým statistickým úřadem za rok 2021 tvoří stavební průmysl 17 % odpadů v České republice. Je proto vhodné při výběru izolace přihlížet i na tento parametr. Mezi další důležité faktory z pohledu životního prostředí patří například zdali je materiál vyroben z recyklovatelných materiálů nebo jaké jsou možnosti jeho následné recyklace. Dobré je také přihlídnout na množství odpadu z „prořezů“, uhlíkovou stopu, či dopravu izolantu.

2.1.2 Typy tepelných izolantů

Tato podkapitola je věnována rámcovému seznámení s hlavními typy tepelných izolantů vyskytujících se na tuzemském trhu [4].

Minerální izolační materiály

- Kamenná a skelná vata, vyrábí se z vláken čediče, skla nebo strusky.
- Pěnové sklo.



Obrázek 5: Minerální vlna. Zdroj: www.knaufinsulation.com.



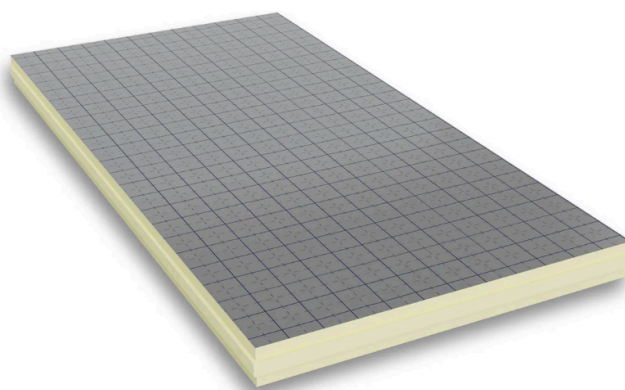
Obrázek 6: Pěnové sklo. Zdroj: www.eshop.zofi.cz.

Syntetické

- Expandovaný polystyren (EPS) je vyráběn plastových polymerů (polystyrénu).
- PIR desky se vyrábí z polyolů a isokyanátů.
- Extrudovaný polystyren (známý jako XPS) vyrábí se z polystyrenu za použití jiné technologie. Díky uzavřené buněčné sestavě je odolný proti vlhkosti.



Obrázek 7: EPS desky. Zdroj: www.isofast.cz.



Obrázek 8: PIR deska. Zdroj: www.jmbonline.cz.

Organické

- Celulózná izolace, které jsou vyrobeny z recyklovaného papíru.
- Dřevovláknité desky, které jsou vyrobeny z dřevěných vláken.
- Konopná izolace, která je vyrobena z konopných stonků.
- Ovčí vlna.



Obrázek 9: Konopná izolace. Zdroj: www.prirodnistavba.cz.



Obrázek 10: Dřevovláknitá izolace. Zdroj: www.abs-portal.cz.

Speciální izolace

- Aerogelové izolace.
- Vakuové izolace.
- Foukané izolace, které se vyrábí z celulózy minerální vlny a polystyrenu.
- Reflexní izolace, tj. souvrství tvořené hliníkovou nebo metalizovanou folií a izolační vrstvou, z PIR, minerální vaty, skelné vaty nebo jiného vzdušného izolačního materiálu.



Obrázek 11: Vakuová izolace. Zdroj: www.izolace-info.cz.

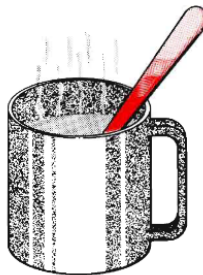
2.2 Fyzikální principy přenosu tepla

Smyslem izolování budov je zajistit požadovaný tepelný stav jejich vnitřního prostředí. Dále také zajištění energetické účinnosti staveb a poskytnutí tepelné pohody člověku v daném ročním období. Samotný stav tepelné pohody závisí na mnoha aspektech jako je například oděv, zdraví, věk, psychický stav atd. Obecně platí, že přenos tepla a udržení stabilní tělesné teploty jsou nezbytné pro dosažení tepelné rovnováhy člověka. Přenos tepelné energie je objektivně komplikovaný fyzikální děj. Obvykle zahrnuje kombinaci různých forem sdílení tepla, které jsou fyzikální teorií rozděleny do tří základních kategorií:

- vedení (kondukcce) – přenos tepla v pevných nebo v tekutých látkách,
- proudění (konvekce) – přenos v tekutých látkách,
- sálání (radiace) – nezávisí na prostředí a šíří se i ve vakuu [9].

2.2.1 Přenos tepla vedením (kondukcce)

Vedení (kondukcce) je nejznámější a nejčastěji používaný způsob přenosu tepla. Tento jev probíhá tak, že molekulové částice kolem svých pozic začnou oscilovat, což následně způsobuje oscilování u okolních částic. Tyto oscilace umožňují, aby se teplo šířilo z oblastí s vyšší teplotou do oblastí s nižší teplotou. Z hlediska tepelné techniky se tento jev uplatňuje hlavně v pevných vrstvách stavebních konstrukcí. Přenos tepla vedením si lze představit například na lžičce, která se ponoří do vařícího čaje a kde se její rukojeť zahřeje díky vedení.



Obrázek 12: Příklad přenosu vedením. Zdroj: www.publi.cz.

Kondukcce je závislá na dvou klíčových faktorech:

- tepelná vodivost,
- tepelná rezistivita.

Tepelná vodivost

Je fyzikální vlastnost, kterou materiál přenáší teplo. Závisí na objemové hmotnosti, pórovitosti a směru tepelného toku. Ve stavebnictví je tento pojem nejvíce spojený s písmenem λ v jednotkách $W/m \cdot K$ (watty na metr-kelvin). Jedná se součinitel tepelné vodivosti, který určuje množství tepla za jednotku času, které projde každým čtverečním metrem desky o tloušťce jeden metr, kde jeden povrch je o 1 kelvin teplejší než druhý. Čím vyšší je její hodnota, tím větší tok tepla proudí tepelnou konstrukcí. Na stavebně izolačních materiálech tedy požadujeme, aby byly špatnými vodiči tepla [17].

Příklady tepelné vodivosti nejběžnějších stavebních materiálů:

- beton (hustý): 1.4 W/mK,
- cihla (exponovaná): 0.84 W/mK,
- cihla (chráněná): 0.62 W/mK,
- dřevo (tvrdé – běžně používané): 0.14 - 0.17 W/mK,
- dřevo (měkké): 0.14 W/mK,
- ocel: 16–80 W/mK,
- pěnové sklo (suché): 0.08 W/mK,
- polystyrenová pěna: 0.032 W/mK,
- polyuretanová pěna (PUR): 0.025 W/mK,
- vzduch o teplotě 20 °C: 0,0257 W/mK,
- vzduch o teplotě 0 °C: 0,0242 W/mK.

Tepelná rezistivita

Tepelná rezistivita, známá jako tepelný odpor, je veličina, která charakterizuje izolační schopnost stavební konstrukce nebo její vrstvy

$$R = d/\lambda$$

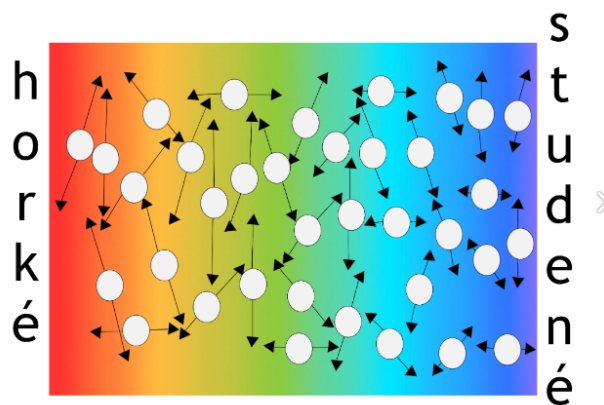
kde:

- d je tloušťka konstrukce nebo její vrstvy v metrech,
- λ je součinitel tepelné vodivosti v jednotkách watty na metr-kelvin.

Tepelný odpor je tedy vyšší pro materiály, které jsou lepšími izolanty, a nižší pro materiály, které teplo vedou lépe. Odpor je jednou z klíčových veličin, které se používají při návrhu a hodnocení tepelně izolačních vlastností stavebních konstrukcí [6].

2.2.2 Přenos tepla prouděním (konvekci)

Přenos tepla prouděním patří mezi méně často diskutované způsoby sdílení tepla. Jeho řešení je náročné jak fyzikálně, tak matematicky. Při tomto typu přenosu dochází k přenosu energie v tekutinách a plynech, kdy se část tekutiny či plynu přesouvá a míchá s jinou částí. V tepelné technice to je především proudění vzduchu kolem stavebních konstrukcí. Tento pohyb může být buď způsoben rozdílnou hustotou při přirozené konvekci (příkladem je horký vzduch, který stoupá vzhůru a chladný klesající dolů), nebo nucený, (například ventilátorem). V technické praxi se při simulacích proudění využívá metoda CFD (Computational Fluid Dynamics), která umožňuje modelovat proudění. Nevýhodou je velká výpočetní náročnost, což omezuje velikost modelu. Proto se často modelují pouze určité části a využívají se analogie a podobnosti [9][10].



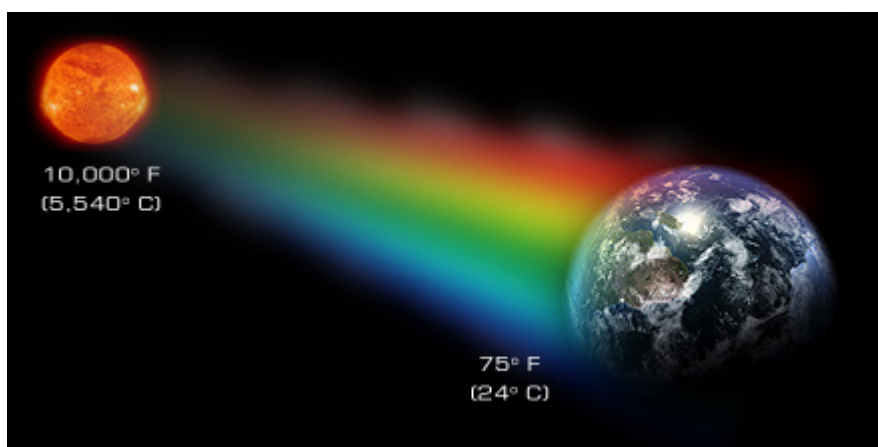
Obrázek 13: Příklad přenosu prouděním. Zdroj: www.publi.cz.

2.2.3 Přenos tepla sáláním (radiací)

Přenos tepla sáláním je fyzikální proces realizovaný pomocí elektromagnetického záření pomocí infračervených vln skrz prostor, kdy látka emituje do prostoru energii. Pro lepší představu radiace lze uvést Slunce a Zemi. Energie vyzařující ze slunce putuje skrz prostor na Zemi a Zem přes noc ohřeje. Kde paprsky na polokouli nedopadají, teplota klesá. Sálání se nejčastěji vyskytuje mezi tělesy. Na rozdíl od přenosu tepla vedením nebo prouděním se sáláním teplo může přenášet i ve vakuu, tedy bez zprostředkování látkovým prostředím [9][10].

2.2.3.1 Přenos energie ze slunce

Slunce, jenž je středem naší sluneční soustavy zároveň představuje 99 % naší sluneční soustavy. Tvoří také podstatu a motor naší planety, jelikož naší planetě dodává energii, teplo, světlo. Stejně množství energie, které lidská populace spotřebuje za celý rok slunce předá naší planetě zhruba za 80 minut záření. Slunce každou vteřinu vyprodukuje asi $3,85 \times 10^{26}$ wattů (W). Pro představu je to množství energie, které Česká republika spotřebuje za 31 let. Z tohoto množství naše planeta zachytí pouze 4×10^{-8} % energie, tato energie se na zemi dostává zhruba 70 % formou elektromagnetického záření, tedy sáláním [7].



Obrázek 14: Přenos elektromagnet. záření ze slunce radiací. Zdroj: www.superfoil.cz.

Faktory, které ovlivňují radiaci (sálání):

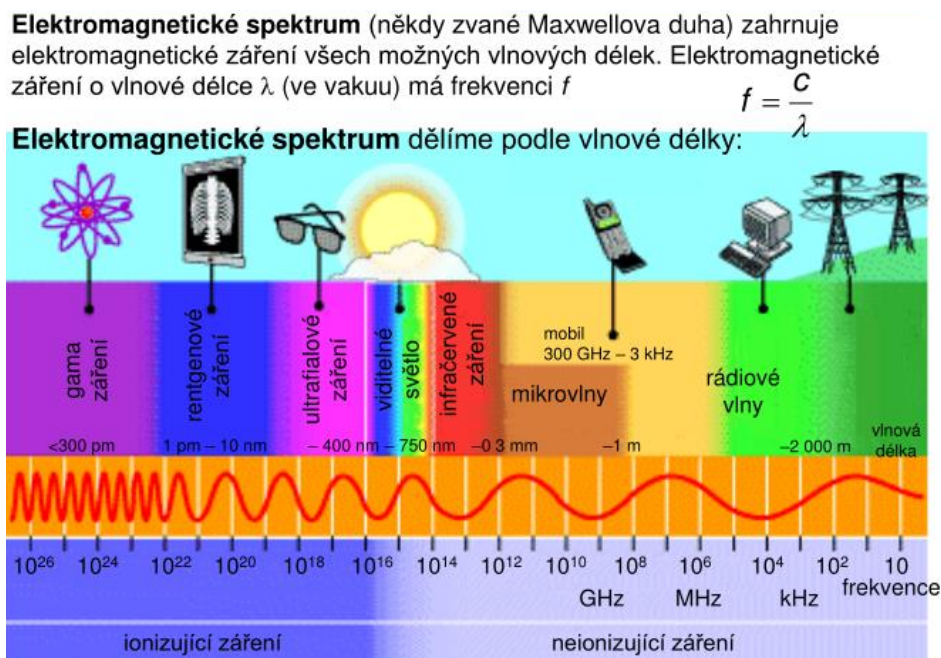
- elektromagnetické záření,
- teplota tělesa,
- barva povrchu,
- plocha povrchu a vzdálenost.

S přenosem energie ze slunce na naši planetu také úzce souvisí pojem **solární konstanta**, která udává průměrný tok slunečního záření dopadajícího na 1 m² kolmé k paprskům ve střední vzdálenosti od slunce. Tato hodnota činí v době slunečního minima 1 360,8 ± 0,5 W/m² [29].

2.2.3.2 Elektromagnetické záření

Jak již bylo zmíněné, přenos sáláním se uskutečňuje díky elektromagnetickému vlnění, které se do okolí šíří pomocí elektromagnetických vln, respektive pomocí příčných a podélných vibrací. Vlny dělíme dle vlnových délek na vlny gama, rentgenové, ultrafialové, viditelné světlo, infračervené světlo a rádiové vlny jako ty nejkratší.

Původ elektromagnetického záření plyne z dodání energie do hmoty a následného vybuzení částic. Když se tyto částice vrátí zpět do nižší energetické hladiny, uvolňují fotonovou emisi. Proto se elektromagnetické vlnění někdy vnímá jako proud částic, konkrétně fotonů. Podrobnější popis elektromagnetického záření a jeho chování poskytuje kvantová fyzika [7][9].



Obrázek 15: Elektromagnetické záření. Zdroj: www.slideserve.com.

2.2.3.3 Teplota tělesa

Každé těleso, jehož absolutní teplota je vyšší než nula kelvinů, vyzařuje elektromagnetickou energii. Vyzářená energie je tím vyšší, čím vyšší je teplota tělesa. Tento jev je popsán v Planckově vyzařovacím zákoně z roku 1900, kdy předpokládal, že vyzařovaná energie není spojitá, ale funguje ve formě kvant. Zákon dále popisuje například vyzařování energie z absolutně černého tělesa, které bude podrobněji rozebráno na následujících stranách [22].

2.2.3.4 Barva povrchu (emisivita)

Různé povrchy mají různou schopnost vyzařovat teplo. Stříbřitě lesklé povrchy vyzařují nejméně tepla, zatímco černé povrchy vyzařují nejvíce. Se schopností vyzařovat teplo je tedy úzce spojen pojem emisivita značený řeckým písmenem ε jenž má bezrozměrné jednotky. Uvádí se v intervalu od 0 do 1, kdy číslo 1 vyjadřuje absolutně černé těleso. Emisivita tedy vymezuje poměr intenzity vyzařování tělesa reálného k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa se stejnou teplotou. Tudíž materiály s vyšší emisivitou jsou vhodné například na akumulaci sluneční energie, ale naopak v případě, kdy sluneční energii chceme odrážet se využívají nízko emisivní materiály. To je užíváno v běžném životě, například tehdy když se v létě na tmavé přístrojové desky automobilů dávají stříbřitě lesklé fólie, nebo ve zdravotnictví, kde lesklá fólie s nízkým emisivním faktorem slouží k zabránění ztrátě tepla sáláním podcházeným pacientům. V neposlední řadě například u termosek, kdy stříbřitý povrch s nízkým faktorem emisivity slouží k zabránění sálání [9].

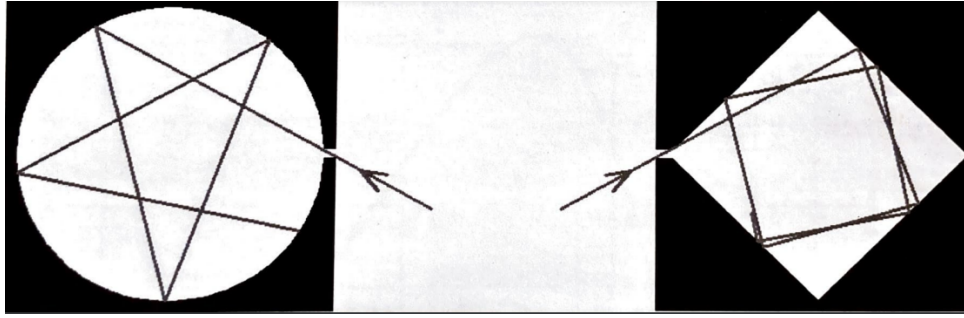
Vztah pro výpočet emisivity:

$$\varepsilon = \frac{M}{M_b} = \frac{C \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4}{C_b \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4} = \frac{c}{c_b} \leq 1$$

kde:

- E je emisivita,
- M intenzita vyzařování šedého zářiče [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$],
- M_b intenzita vyzařování černého zářiče,
- T termodynamická teplota [K],
- C sálavost pro šedý zářič [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$],
- C_b sálavost černého zářiče = 5,67 [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$].

Absolutně černé těleso je ideální pojem tělesa, které pohltí elektromagnetické záření ve všech vlnových délkách. Lze si jej představit jako otvor v tělese, do něhož vnikne záření a postupně je stěnami v dutině pohlceno. Veškeré záření tedy zůstává v dutině tělesa [9].



Obrázek 16: Představa absolutně černého tělesa. Zdroj: Plášek, Šikula [9].

2.2.3.5 Plocha povrchu tělesa a vzdálenost

Energie vyzařovaná sáláním je přímo úměrná povrchu vyzařujícího tělesa. Čím větší je povrch, tím více tepla vyzařuje. Energii předanou mezi dvěma tělesy ovlivňuje i vzdálenost, kdy se při větší vzdálenosti přenáší méně tepla. Tento jev lze uvést na příkladu mezi Zemí a Sluncem, kdy nepřeměnná elektromagnetická složka tvoří asi 45 % celkového slunečního záření. Množství sálavé složky se mění se vzdáleností od slunce na Venuši panují vyšší teploty vlivem sálání než na Neptunu [7][9].

2.2.3.6 Další důležité pojmy ve spojení s přenosem tepla

Fázový posun teplotního kmitu vyjadřuje čas, za který se změna teploty na vnějším povrchu konstrukce projeví na straně interiéru. Jedná se o vlastnost konstrukce ovlivňující působení extrémních teplot vyvolaných slunečním zářením, které ohřívá povrch obvodového pláště objektu.

V praxi se setkáváme i s blízkými pojmy typu teplotní spád či teplotní setrvačnost, které se týkají stejné problematiky obdobně jako teplotní útlum. Teplotní útlum je poměr kolísání vnější teploty vůči kolísání teploty vnitřní. Například pokud vnější teplota přes den kolísá mezi 10 a 30 °C a vnitřní teplota mezi 18 a 22 °C, pak kolísání vnější teploty z 10 °C na 30 °C činí 20 °C a kolísání vnitřní teploty činí 4 °C. Teplotní útlum, jako poměr těchto dvou hodnot, pak u tohoto příkladu činí $20/4 = 5$. Kolísání teplot je tedy tlumeno na pětinu, tj. 20 %.

Tento pojem je velmi důležitý především v klimatických oblastech, kde jsou značné výkyvy teplot mezi dnem a nocí. V posledních letech se velmi teplé dny během léta začínají stále více objevovat i v České republice, proto pro zachování tepelné pohody v interiéru neustále vzrůstá i důležitost použití tepelných izolací jak u novostaveb, tak u rekonstrukcí [28].

Měrná tepelná kapacita značí se symbolem c , její jednotkou je joule na kilogram $[J/(kg \cdot K)]$. Udává, kolik tepla je potřeba dodat danému množství látky, aby se jeho teplota zvýšila o jeden stupeň kelvina, jelikož každý materiál na zemi má jinou schopnost ukládat teplo. Například pro ohřátí 1 kg vody o jeden stupeň je třeba mnohonásobně více energie než pro zahřátí 1 kg železa [24].

Vypočítá se podle vzorce:

$$c = Q / (m * \Delta T)$$

kde:

c je měrná tepelná kapacita [J/(kg·K)],

Q je dodané teplo [J],

m je hmotnost látky [kg],

ΔT je změna teploty [K] nebo [°C].

Příklady hodnot:

látka	[J/(kg·K)]
voda	4,18
vzduch	1
suché dřevo	1,45
železo	0,45
měď	0,38
hliník	0,9
zlato	0,13
expandovaný polystyrén	1,45
skelná vata	0,89

Tabulka 1: Tabulka hodnoty měrné tepelné kapacity. Zdroj: vlastní zpracování.

Stanovení tepelné účinnosti dle ČSN EN ISO 6946

V kapitole 2.1 byly shrnuty a vysvětleny principy a pojmy o způsobech šíření tepla ve stavitelství. V následující kapitole je okrajově popsán zjednodušený postup při výpočtu součinitele prostupu tepla a tepelného odporu dle normy ČSN 6946.

2.2.3.7 Zjednodušená metoda výpočtu součinitele prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_{TOT}}$$

kde:

U součinitel prostupu tepla ve [W/(m²·K)],

R_{TOT} odpor při prostupu tepla [m²·K·W⁻¹].

Tepelný odpor

Teplený odpor konstrukce se stanoví ze vztahu:

$$R_{C:op} = \frac{1}{U} - R_{si} - R_{se}$$

kde je:

- $R_{C:op}$ tepelný odpor prvku v $m^2 \cdot K/W$,
- R_{si} vnitřní odpor při přestupu tepla v $m^2 \cdot K/W$,
- R_{se} venkovní odpor při přestupu tepla, v $m^2 \cdot K/W$,
- U součinitel prostupu tepla ve $W/m^2 \cdot K$.

Poznámka: $R_{C:op}$ je teplená odpor prvku od povrchu k povrchu, bez odporů při přestupu tepla.

Tepelný odpor homogenních vrstev

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

kde je:

- $R_{C:op}$ tepelný odpor prvku v $m^2 \cdot K/W$,
- d tloušťka materiálové vrstvy v prvku v m (metr),
- λ návrhová tepelná vodivost materiálu ve $W/(m \cdot K)$ [16].

2.2.4 Shrnutí

Dle dosavadních poznatků a postřehů lze tvrdit, že současný způsob nad uvažováním o návrhu tepelné izolace z pohledu součinitele tepelné vodivosti není dostatečný, jelikož při svém návrhu dostatečně nepracuje s jednou ze tří základních složek sdílení tepla, kterou je sálání, jenž v praxi tvoří nezanedbatelnou část přenosu tepla v konstrukcích vystavených zdrojům tepla jako například již zmíněný sluneční svit anebo naopak zdrojům chladu v zimním období například vrstva sněhu.

Výpočet by měl brát v potaz vlastnosti materiálu, jako je teplota jejich povrchu a jejich emisivita. V létě, kdy je střešní konstrukce vystavena přímému vlivu slunečního záření je teplota povrchu střechy s vysokým emisivním faktorem bezpochyby vyšší než teplota vzduchu v exteriéru. Tudíž střecha začne formou elektromagnetického záření sálat teplo, prohřívát skladbu střešního souvrství a tím přehřívát interiér. Podobná situace nastává i v zimním období, kdy tok tepelné energie nastává akorát z opačné strany, a to z interiéru.

Tento jev nazýváme **temoreflexe** a klasické tepelné izolace tomuto jevu neumí účinně zabránit, proto se tato práce bude věnovat reflexním izolacím, které těmto situacím umí efektivně předcházet, jelikož slouží jako sálavá bariéra.

3 Reflexní tepelné izolace

3.1 Historie reflexních tepelných izolací

První zmínky o reflexních izolacích sahají až do roku 1929, tedy sedm let předtím, než byla vytvořena první skelná vata, a deset let před tím, než Eduard Simon objevil expandovaný polystyren. Architekt Robert Krafft a inženýr Friedrich Förster vyvinuli první systém montovaných domů z měděných panelů „Kupferhaus“. Tyto domy měly v obvodových stěnách 12 cm dutiny, do kterých bylo instalováno 8 hliníkových fólií oddělených 1,5 cm vzduchovými mezerami [22] [23].

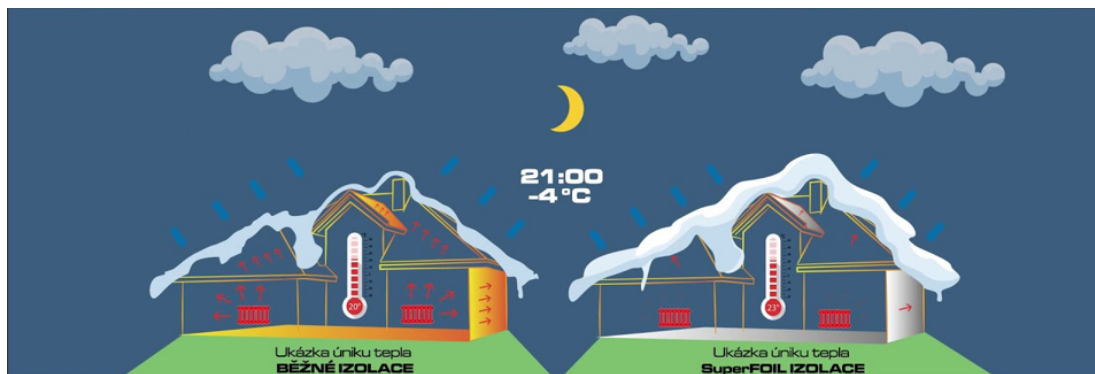
Pokud bychom tuto strukturu analyzovali podle normy ČSN EN 673 +A1 (701024), která se používá pro výpočet součinitele prostupu tepla zasklením a umí správně zohlednit sálání, vychází součinitel prostupu tepla (U) na $0,12 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Podobnou úroveň tepelné izolace by vyžadovalo ekvivalentu asi 33 cm minerální vlny nebo polystyrenu. Přestože výpočty ukazují stejnou úroveň izolace, v praxi se to může lišit, zejména v létě. První systémy reflexních tepelných izolací se na tuzemském trhu začaly objevovat v druhé polovině 90. let [19].



Obrázek 17: Dům od arch. Kraffta a Ing. Forsterema. Zdroj: www.wikipedia.org.

3.2 Reflexní tepelné izolace, jejich vlastnosti a jejich rozdělení

Reflexní tepelné izolace na tuzemském trhu nevyskytují dlouze, nicméně jejich nejsilnější vlastnost tkví v jejich tepelně izolačních vlastnostech, kdy izolují před všemi třemi způsoby přenosy tepla: vedením, prouděním i sáláním (podrobněji v kapitole 2.1). Největší předností této izolace je využívání sálavé složky při přenosu tepla ve vzduchové mezeře konstrukce, kde sálání převažuje nad vedením a prouděním tepla. Její podíl na celkovém prostupu tepla činí v mezeře od 5 mm a výš od 92 % do 99,7 %, přiznává norma. Izolace funguje na principu odrazu tepla zpět do prostoru, odkud pochází, zatímco tradiční izolace fungují na principu zadržování tepla ve své struktuře [25].



Obrázek 18: Princip fungování reflexní izolace SuperFOIL. Zdroj: www.superfoil.cz.

Reflexní tepelné izolace dělíme dle:

- oblast použití,
- počtu vrstev,
- propustnosti vodních par.

3.2.1 Oblasti použití

- Střešní konstrukce,
- podlahové konstrukce,
- stěnové konstrukce,
- izolace potrubí a vzduchotechniky.

Reflexní tepelné izolace mají podobně jako tradiční izolační materiály široké možnosti využití. Lze je využít jako hlavní tepelné izolace, nebo je kombinovat s ostatními typy izolací proti vedení a proudění jako je expandovaný polystyren, minerální vata apod. Rovněž jsou vhodné pro kombinaci s nejrůznějšími stavebními materiály, jako beton, dřevo či zdivo keramické nebo pórobetonové zdivo. Nejdůležitější pro funkčnost reflexních izolací je však dodržet kolem reflexního souvrství vzduchovou mezeru, protože jak jsme se již dozvěděli v předešlých kapitolách přenos tepla sáláním se přenáší volným prostorem, tj. vzduchem. Při nedodržení těchto doporučení účinnost izolací značně klesá [1].

3.2.2 Rozdělení dle počtu vrstev

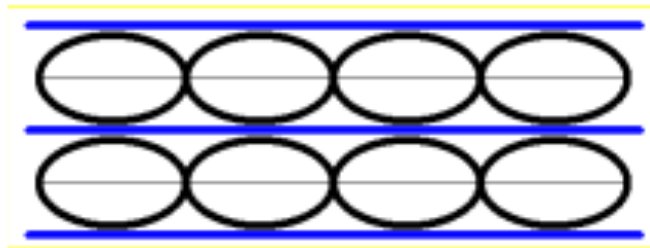
Vícevrstvé reflexní izolace

Jak již z názvu vyplývá, fólie je tvořena hned z několika vrstev naskládaných na sebe, kde každá část má svoji nepostradatelnou funkci.

1. **Reflexní vrstva** tvoří rub a líc souvrství. Tato vrstva musí být z nízkoemisivních materiálů jako je hliník, kdy funkcí této vrstvy je odražení tepla.

2. **Izolační jádro** slouží proti přenosu tepla vedením a prouděním, rovněž je požadavek, aby byl izolant co nejvzdušnější kvůli přenosu sáláním, proto se dělají z materiálu jako je PET (recyklace patlaví), polyuretan, polyetylen, PIR pěna, či minerální vlna.
3. **Ochranná vrstva**, která může mít mnoho funkcí, dle použití, jako je poškození proti mechanickému opotřebení, vlhkost a UV záření

Jejich využití je vhodné zejména do míst, kde jsou vyšší tepelně izolační nároky, jako je střecha či stěna [25].



Obrázek 19: Schéma uspořádání vícevrstvé reflexní fólie. Zdroj: www.iopscience.org.



Obrázek 20: Role vícevrstvé reflexní izolace. Zdroj: www.superfoil.com.



Obrázek 21: Detail vícevrstvé reflexní tepelné izolace. Zdroj: www.izolace-info.cz.

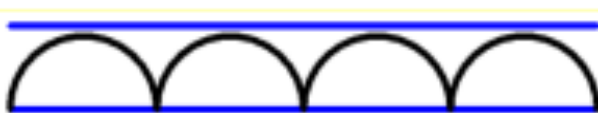


Obrázek 22: Paropropustná vícevrstvá izolace. Zdroj: interní foto firmy SuperFOIL.

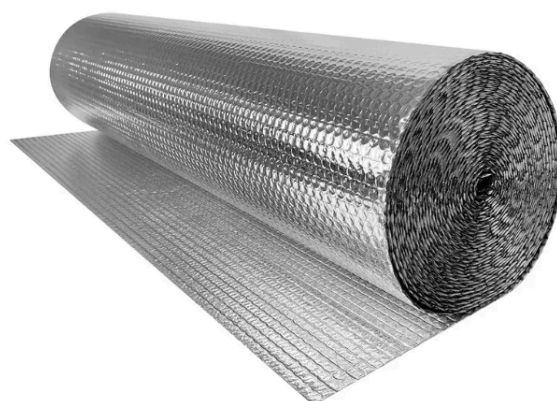
Jednovrstvé reflexní izolace

Podobně jako vícevrstvé fólie využívají reflexní vrstvy z hliníku pro odražení tepelné energie, tyto vrstvy jsou spojeny pouze vrstvou bublinek z polyethylenu. Jejich výhodou je nízká váha, kterou výrobci uvádějí do 500 g na m², dle příslušného typu izolace.

Jejich nevýhodou je nižší tepelný odpor kde například SuperFOIL deklaruje od $R = 0,138$ (m²·K/W). Jejich hlavní použití je obložení potrubí, či izolace podlah [27].



Obrázek 23: Schéma uspořádání jednovrstvé reflexní fólie s bublinkami. Zdroj: www.iopscience.iop.org.



Obrázek 24: Příklad jednovrstvé bublinkové reflexní izolace. Zdroj: www.levnestavebniny.cz.

3.2.3 Propustnost vodních par

Parotěsné reflexní izolace, dále RTI, mohou být jednovrstvé či vícevrstvé. Jejich souvrství se skládá z reflexní fólie, jádra a parotěsné vrstvy, kterou tvoří klasická reflexní fólie posílena o PE laminaci. Toto souvrství tak tvoří parotěsné souvrství, které rovněž slouží jako izolace proti vedení a izolace proti sálání [26].

Paropropustné RTI tvoří reflexní fólie s izolačním jádrem a přidanou paropropustnou membránou, čímž umožňují prostup vodních par a zabraňují tak jejich kondenzaci a tím i případné tvorbě plísní. Paropropustné RTI tedy používáme tam, kde riziko zvýšené vlhkosti jako je vnější líc střešních či stěnových konstrukcí.

3.3 Využití reflexních tepelných izolací

Předešlá kapitola 3.2 je věnována rozdělení a použití RTI. Aktuální oddíl je věnován shrnutí jejich vlastností a vyhozením závěrů i zmínce o jejich nejdůležitějších obecně platných předpokladech, včetně výčtu funkcí, které reflexní souvrství může zastávat.

RTI se skládají z několika, vrstev, kde jako celek mohou zastávat mnoho funkcí v jedné vrstvě a to jako:

- **Tepelná izolace:** tepelný odpor dle jednotlivých druhů RTI, běžně od $R = 1,9$ do $3,47$ ($m^2 \cdot K/W$) dle prohlášení o vlastnostech společnosti SuperFOIL.
- **Pojistná izolace hydroizolace:** při použití RTI s ochranou vrstvou proti UV a mechanickému opotřebení lze tento systém rovněž použít dle výrobců jako pojistnou hydroizolaci.
- **Akustická izolace:** jelikož RTI dokážou odrážet elektromagnetické vlny, dokáží v částečné formě odrážet i vlny zvukové, což zamezuje šíření hluku konstrukcí a vede tak u tlumení hluku z exteriéru do interiéru, akustické vlastnosti RTI ovlivňuje tloušťka a materiál jejich jádra, jenž odolává vibracím a snižuje tak šíření hluku.
- **Parotěsná fólie:** v kapitole 3.2.3 je zmíněno, že při přidání laminace dojde k vytvoření parotěsného reflexního souvrství, které je schopné zabránit prostupům vodních par skrz reflexně izolační souvrství.
- **Protipožární odolnost/nehořlavost** [25] [27].

Norma ČSN EN 13501-1+A1: slouží ke klasifikaci hořlavosti stavebních materiálů dle sedmi tříd následovně:

Třída	Označení	Popis
A1	Nehořlavé	Materiály, které nehoří a nepřispívají k rozvoji požáru.
A2	Nehořlavé	Materiály, které nehoří a nepřispívají k rozvoji požáru, ale s mírně hořlavým povrchem.
B	Těžce hořlavé	Materiály, které se vznítí obtížně a s nízkým šířením plamene.
C	Hořlavé	Materiály, které se snadno vznítí a šíří plamen.
D	Lehce hořlavé	Materiály, které se snadno vznítí a hoří s velkým vývinem tepla a kouře.
E	Velmi hořlavé	Materiály, které se snadno vznítí a hoří s extrémním vývinem tepla a kouře.
F	Nezkoušené	Materiály, které nebyly testovány dle normy ČSN EN 13501-1+A1.

Tabulka 2: Tabulka dle ČSN EN 13501-1+A1. Zdroj: vlastní zpracování.

Dalším důležitým pojmem je schopnost materiálu šířit oheň, které je dle normy ČSN EN 13501-1+A1 rozděleno dle čtyř tříd následovně:

Třída	Označení	Popis
1	Nehořlavé	Materiály, které nehoří a nešíří plamen.
2	Těžce hořlavé	Materiály, které se vznítí obtížně a šíří plamen pomalu.
3	Hořlavé	Materiály, které se snadno vznítí a šíří plamen střední rychlostí.
4	Velmi hořlavé	Materiály, které se snadno vznítí a šíří plamen rychle.

Tabulka 3: Tabulka dle normy ČSN EN 13501-1+A1. Zdroj: vlastní zpracování.

Dle požadavků výrobci nabízejí RTI od třídy „E“ do třídy A1 se schopností šířit oheň třídy 1 [27].

4 Montáž reflexních tepelných izolací

Jak již tato práce zmínila RTI má několik oblastí použití, těmi hlavními jsou střecha, stěna a podlaha. Ovšem před samotnou montáží by měla proběhnout rozvaha dle kapitoly 2.1.1. Po jejím absolvování a upřednostnění výběru reflexních izolací, před jinými typy izolantů, je vhodné kontaktovat odborníka, který dle typu konstrukce a požadavků navrhne nejlepší typ RTI. Jelikož je technologie termoreflexních izolací nová, nemá odborná, a hlavně ani běžná, uživatelská společnost správný vhled do principu fungování této technologie. Mohla by tak nastat nesprávná aplikace RTI a tím i nefunkčnost celého tepelného souvrství.

Samotná montáž izolantu je dle distributorů izolací velmi snadná, a zvládne jí každý nejen díky její malé tloušťce, ale také díky její hmotnosti činící v průměru 1,5 kg/m².

Důležité je dodržet vzduchovou mezeru kolem izolantu z obou stran, a to za použití dřevěných střešních latí či sádrokartonových profilů.

Izolaci se skládá mimo přímý dosah povětrnostních vlivů a přímému svitu slunečních paprsků, z ochranného obalu se izolace vyndává bezprostředně před její instalací [27].

Pro její montáž je zapotřebí:

- minimálně dvou montážníků,
- střešních latí a spojovacího materiálu (pro vytvoření vzduchové mezery z obou stran),
- role termoreflexního izolantu,
- hliníková páska pro utěsnění spár mezi jednotlivými pásy tepelného izolantu,
- řezací nůž, nebo nůžky na dělení izolantu,
- spojovací materiál, nejlépe sponkovací pistoli, s nerezovými sponkami pro přidělení izolantu k podkladu (lať, krokve, trám, aj.),
- pro manipulaci dále není nutné používat speciálních ochranných pomůcek jako jsou ochranné brýle nebo ochrana dýchacích cest, přesto je však žádoucí pamatovat na obecné zásady Bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, BOZP.

Následující kapitola s označením 4.1. se bude podrobně věnovat instalaci tepelného izolantu. Dle předchozí kapitoly víme, že izolace se dělí dle typu použití na:

- šikmé střechy,
- ploché střechy,
- stěny,
- podlahy.

4.1.1 Montáž reflexně tepelných izolací na šikmé střechy

Směr pokládky izolantu závisí na charakteru střešní konstrukce skladbě střešního souvrství, nicméně při dodržení všech technologických požadavků lze izolační pásy pokládat horizontálně i vertikálně. Výjimkou jsou par propustné typy reflexních tepelných izolací, které se používají jako nad krokevní izolace, kde směr pokládky probíhá kolmo ke krovům.

Reflexní tepelnou izolaci lze použít jako:

- nad krokevní izolaci,
- pod krokevní izolaci,
- kombinací nad i pod krokevními, tzv. DUET.

4.1.1.1 Nad krokevní reflexní izolace

Zastává funkce pojistné hydroizolace, tepelné izolace (izoluje proti vedení a proudění) sálavé bariéry (izoluje proti přenosu tepla sáláním). Odpor reflexního souvrství se pohybuje od 2,22 do 3,67 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). Instalace je rychlejší než při použití tradičních tepelných izolantů, výhodou je, že se montuje par propustná hydroizolační vrstva a tepelná izolace v jednom kroku. Nastane tak úspora času a konstrukční výšky souvrství.

Montáž nad krokevní izolace lze rozdělit do následujících kroků:

1. vytvoření vzduchové mezery pod tepelným izolantem,
2. instalace reflexního izolantu,
3. spoje reflexních izolantů,
4. vytvoření vzduchové mezery nad tepelným izolantem.

Při návrhu nad krokevního izolantu je třeba brát v potaz, že tepelný izolant zároveň slouží jako doplňková hydroizolační vrstva. V současnosti máme šesti tříd těsnosti. Soudobá legislativa týkající se reflexních tepelných izolací jako DHV zatím nepočítá, avšak změna je v procesu schvalování.

Tabulka 2.1: Konstrukční typy a třídy těsnosti doplňkových hydroizolačních vrstev

Konstrukční typ	Charakteristika	Materiál	Průběh u kontralatí	Provedení spojů	Třída
1	DHV na podkladu - na celoplošném bednění				
1.1	DHV je vodotěsná, s utěsněnými přesahy a položená přes kontralatě	<ul style="list-style-type: none"> • fólie syntetické těžké ¹⁾ • asfaltové pásy těžké ²⁾ 	přes	<ul style="list-style-type: none"> • svažené • slepené 	1
1.2	DHV je těsná proti volně stékající vodě, s utěsněnými přesahy a s utěsněním perforace v místě kontralatí	<ul style="list-style-type: none"> • fólie syntetické těžké ¹⁾ • asfaltové pásy těžké ²⁾ • fólie lehkého typu ³⁾ s příslušenstvím ⁴⁾ 	pod s utěsněním	<ul style="list-style-type: none"> • svažené • slepené 	2
2	DHV na podkladu - na rozměrově a tvarově stálé tepelné izolaci nebo na celoplošném bednění				
2.1	DHV s utěsněnými přesahy a s utěsněním perforace v místě kontralatí	<ul style="list-style-type: none"> • fólie lehkého typu ⁵⁾ s příslušenstvím ⁴⁾ • desky ⁶⁾ s příslušenstvím ⁴⁾ 	pod s utěsněním	<ul style="list-style-type: none"> • svažené • slepené ⁷⁾ 	3
2.2	DHV s utěsněnými přesahy	<ul style="list-style-type: none"> • fólie lehkého typu ⁵⁾ • desky ⁶⁾ 	pod	<ul style="list-style-type: none"> • svažené • slepené ⁷⁾ 	4
2.3	DHV z asfaltových pásů s přesahy bez utěsnění	<ul style="list-style-type: none"> • asfaltové pásy lehké ⁸⁾ 	pod	<ul style="list-style-type: none"> • přesah volný, bez utěsnění • v případě bednění - přibité 	4
2.4	DHV s přesahy bez utěsnění nebo do drážek	<ul style="list-style-type: none"> • fólie lehkého typu ⁵⁾ • desky ⁶⁾ 	pod	<ul style="list-style-type: none"> • přesah volný, bez utěsnění • do drážky 	5
3	DHV nad vzduchovou vrstvou				
3.3	DHV s prověšením nebo bez prověšení	<ul style="list-style-type: none"> • fólie lehkého typu ⁵⁾ 	pod	<ul style="list-style-type: none"> • přesah volný, bez utěsnění 	6
¹⁾ Fólie syntetické umožňující vytvořit homogenní spoj svažením nebo slepením. ²⁾ Asfaltové pásy umožňující vytvořit homogenní spoj svažením nebo slepením. ³⁾ Fólie lehké typu - jednovrstvé a vícevrstvé střešní fólie na bázi PE, PP, PU apod. umožňující vytvořit homogenní spoj svažením nebo slepením. ⁴⁾ Příslušenství, které umožní utěsnění perforace po hřebíku v místě kontralatí. ⁵⁾ Fólie lehkého typu - jednovrstvé a vícevrstvé střešní fólie na bázi PE, PP, PU apod. ⁶⁾ Desky - dřevotřískové, dřevocementové a jiné vhodné desky pro vytvoření DHV. ⁷⁾ Slepění pomocí oboustranně lepicí pásky nebo integrovaných samolepicích proužků. ⁸⁾ Asfaltové pásy neumožňující vytvořit homogenní spoj svažením nebo slepením.					

Obrázek 25: Tabulka konstrukčních tříd těsnosti hydroizolačních vrstev. Zdroj: www.ckiat.cz.

Vytvoření vzduchové mezery pod reflexním izolantem

Před samotnou instalací reflexního izolantu je zapotřebí vytvořit **vzduchovou mezeru**, která se zajistit dvěma způsoby:

- Střešní latě (o hraně 40 x 60 nebo 40 x 50 mm), se kladou v osové vzdálenosti 500 až 1 200 mm dle charakteru střechy, ve směru rovnoběžně krokvi. Připevňují se přímo ke krokví, nebo v případě dřevěného bednění, k palubkám, či OSB deskám. V krajních případech lze umístit střešní latě v osové vzdálenosti až 1 500 mm. Roste zde ale riziko provisnutí reflexní izolace a tím tedy ztráta účinnosti izolantu v důsledku absence vzduchové mezery. V těchto případech je vhodné kontaktovat odborníka.
- Reflexní izolace se připevní přímo na horní hranu krokví, opět je nutné dbát na tloušťku **vzduchové mezery**, která činí minimálně 4 cm. Té se docílí ztenčením mezi krokví izolace. Při této variantě tedy vzniká úspora **střešních latí**, jelikož pro vytvoření vzduchové mezery **nejsou zapotřebí** [27].



Obrázek 26: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem. Zdroj: interní podklady společnosti SuperFOIL.

Instalace reflexního izolantu

Po vytvoření vzduchové mezery následuje instalace. Pásky reflexního izolantu se pokládají **matnou stranou směrem nahoru**. Směr pokládky je kolmo ke krokším, přesněji tedy horizontálně vzestupný. Směr pokládky je volen dle důvodu těsnosti a technologicko-praktických důvodů. Izolant se připevní ke krokším/střešním **pomocí sponkovací pistole o velikosti spon 40 mm** z galvanizovaných či nerezových sponek, v pravidelné rozteči 50 až 100 mm, které se doporučuje překrýt šroubotěsnou páskou z důvodu těsnosti.

Reflexní izolace se dělí řemeslným nožem, nebo nůžkami. Při použití tupých spojů se uřízne materiál přibližně o 5 mm delší. Jednotlivé pásy izolantu se **překrývají o 100 mm**. Při instalaci je rovněž důležité dbát na to, aby hliníková reflexní vrstva nebyla ve styku s olovem a mědí, v důsledku chemické reakce.

Spoje reflexních izolantů

Veškeré spoje mezi jednotlivými pruhy se utěšňují systémovou hliníkovou, nebo butlovou páskou o minimální šířce 100 mm. Dále se utěšňují veškeré spoje mezi izolantem a ostatními stavebními materiály/konstrukcemi, jako jsou:

- průchody potrubí,
- rámy střešních oken,
- styk se stěnami,
- zakrytí okrajů u nevětraných vzduchových mezer,
- okolí okapů,
- okolí konstrukcí krovů (pozednice, kroky, sloupky, kleštiny).

Zároveň je nezbytné dbát na vodotěsnosti všech spojů, jelikož reflexní izolant zde zastává i funkci pojistné hydroizolační vrstvy. Veškeré spoje izolantu je třeba překontrolovat, jelikož se jedná o doplňkovou hydroizolační vrstvu. Při nedokonalém spojení může vzniknout netěsnost, následné průsaky vody a tím porucha celé konstrukce.



Obrázek 27: Detail utěsnění izolantu za pozednicí z exteriéru. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 28: Detail utěsnění izolantu za pozednicí z exteriéru. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 29: Nad krokevní izolant z interiéru, včetně utěsnění spojů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

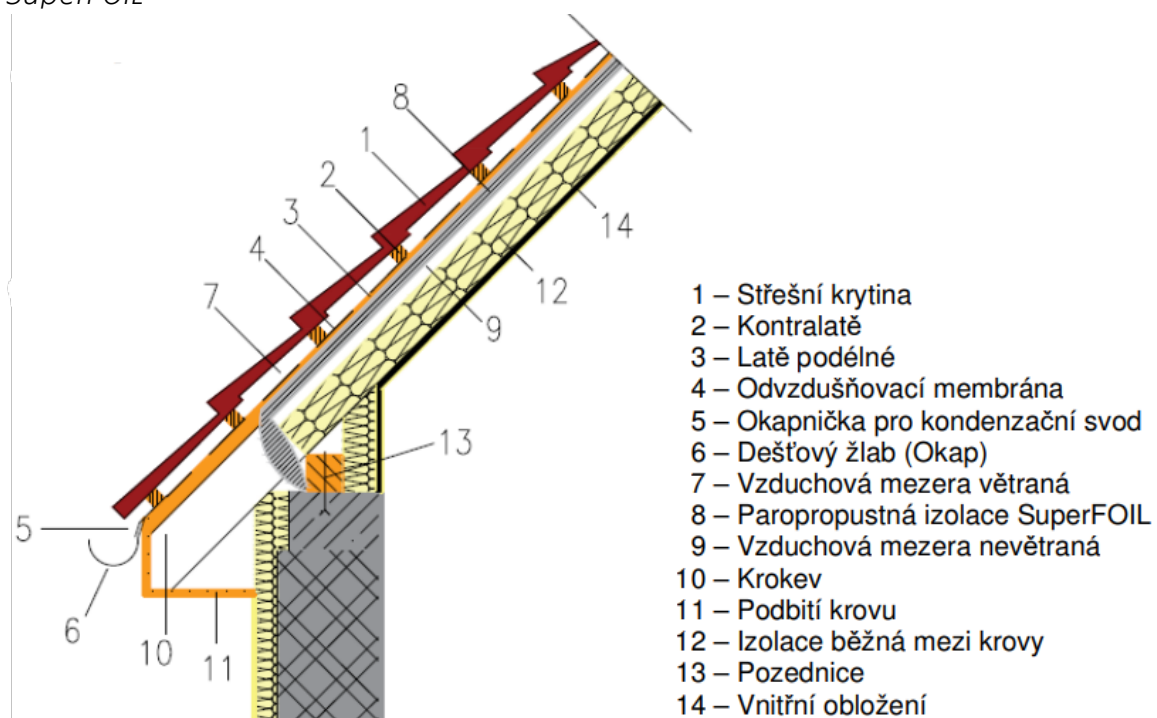
Vytvoření vzduchové mezery nad tepleným izolantem

Po úspěšné instalaci izolace a utěsnění všech spojů následuje vytvoření vzduchové mezery nad izolantem pomocí kontralatí. Ty se připevní rovnoběžně s krokviemi a prokotví se skrz tepelnou izolaci. Další skladby závisí na typu střešní krytiny. Reflexní tepelné izolanty lze kombinovat se všemi druhy krytin jako například pálené nebo betonové tašky, vláknocementové šablony, plechové krytiny a jiné. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat při instalaci měděné střešky, které díky své chemické reakci s hliníkovou reflexní vrstvou tepelnou izolaci silně degradují. Je proto třeba dbát, aby krytina nebyla v přímém kontaktu s hliníkovou reflexní vrstvou.

Po vytvoření vzduchové mezery nad izolantem se doporučuje provést kontrolu těsnosti všech spojů, jelikož reflexní izolace rovněž slouží jako pojistná hydroizolace [27].



Obrázek 30: Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL



Obrázek 31: Detail provedení nad krokevní izolace v místě pozednice. Zdroj: firemní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 32: Ukončení paropropustné izolace okolo vikýře. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

4.1.1.2 Pod krokevní reflexní izolace

Pod krokevní reflexní izolace zastává funkci tepelné izolace a zároveň plní funkci parozábrany. Lze ji využít jako hlavní, či jako doplňkovou tepelně-izolační vrstvu.

Parotěsné reflexní izolace mají tepelný odpor od 1,90 do 3,47 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). Instalují se rychleji než tradiční izolanty, jelikož se tepelně izolační a parotěsná vrstva instaluje v jednom kroku, je zde tedy úspora z hlediska realizace, ale také úspora z hlediska světlé výšky krovu [26].

Instalace pod krokevní reflexní izolace lze rozdělit do následujících kroků:

1. vytvoření vzduchové mezery nad izolantem,
2. instalace reflexního izolantu,
3. spoje reflexních izolantů,
4. vytvoření vzduchové mezery pod izolantem.

Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem

Reflexní tepelný izolant se upevňuje přímo na krokve, při využití RTI jako jediného izolantu je tak tedy mezera zajištěna, protože mezi krokevní prostor je prázdný. Při využití mezi krokevní izolace je mezeru třeba vytvořit pomocí **provázání drátku** mezi krokvi. Drátek, se zafixuje za hřebíky připevněné na svislou stranu krokve. Provázaný drát tak drží mezi krokevní izolací a vytváří tak vzduchovou mezeru mezi krokevní izolací a reflexní izolací, která je připevněná za spodní hranu krokve. Je třeba dbát, aby drát byl provázan **dostatečně hustě** nedocházelo tak kontaktu jednotlivých izolantů.



Obrázek 33: Provázání drátku k vytvoření vzduchové mezery. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Instalace reflexního izolantu

Instalace se doporučuje vertikálně sestupná, tedy od hřebene střechy rovnoběžně s krokviemi, z důvodu efektivity a rychlosti instalace. Jednotlivé pruhy reflexního izolantu se **připevňují** sponkovací pistolí o **velikosti spon 40 mm v rozteči 50 až 100 mm**, které se doporučuje přelepit šroubotěsnou páskou.

Ukončení izolantu v oblasti pozednice či stěny by mělo být co nejbližší k vnějšímu líci konstrukce, aby se zamezilo tepelným mostům a v maximální možné míře se omezil přenos tepla sáláním. Reflexní hliníková nesmí být v kontaktu s olovenými a hliníkovými materiály [27].



Obrázek 34: Instalace vertikálním směrem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Spoje reflexních izolanů

Spoje jednotlivých pásů reflexního izolantu se **překrývají o 100 mm**. Veškeré spoje se utěšňují **hliníkovou páskou**. Při instalaci je důležité dbát na parotěsnost všech spojů, včetně kontaktu s obvodovými stěnami, průchody TZB zařízení, osazení svítidel a jiné. V případě špatné těsnosti spojů může dojít ve střešním souvrství ke kondenzaci vodních par.

Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem

Po instalaci a přikotvení reflexního izolantu a utěsnění veškerých spojů je za potřebí vytvořit vzduchovou mezeru pod izolantem, aby byla zajištěna maximální efektivita bariéry proti sálání. Ta se zajistí montáží latí (o hraně 40 x 60 nebo 40 x 50 mm) v podélném směru, které rovněž mohou sloužit jako nosná konstrukce pro podhled krovu. Pro vytvoření vzduchové mezery jde rovněž použít systémové pozinkované ocelové profily na sádkartonové konstrukce.



Obrázek 35: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem pomocí UV profilů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 36: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem pomocí UV profilů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



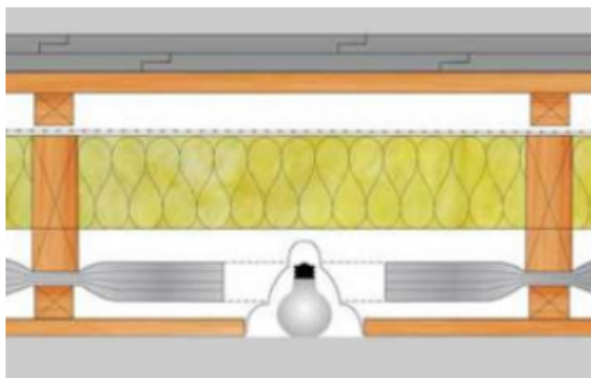
Obrázek 37: Vytvoření vzduchové mezery pomocí střešních latí. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

4.1.1.3 Způsob DUET

Varianta DUET je kombinací nad krokevní a pod krokevní reflexní izolace. Jejichž podrobná instalace je rozepsaná v kapitolách 4.1.1.1 a 4.1.1.2. Nad krokevní vrstva zastává funkci reflexní izolace a zároveň slouží jako pojistná hydroizolace. Pod krokevní vrstva zastává úlohu rovněž jako reflexní izolant a zároveň parotěsná fólie. Způsob DUET tvoří synergii v procesu útlumu přenosu tepla všech forem.

Detaily

- Kouřovod, nesmí se jej dotýkat reflexní tepelný izolant, je třeba kolem kouřovodu vytvořit 8 až 10 cm protipožární izolace, reflexní pásku k němu oříznout a utěsni páskou.
- Je třeba správně opracovat detail zápusného bodového svítidla.



Obrázek 38: Detail zápusného bodového svítidla. Zdroj: www.superfoil.cz.

4.1.2 Montáž reflexně tepelných izolací na ploché střechy

Termoreflexní izolace se rovněž používá jako sálová bariéra do plochých střech. Jejich montáž a využití jednotlivých vrstev se příliš neodlišují od principů využívaných při způsobu montáže v šikmých střechách. Přesto tato kapitola zmíní ty nejdůležitější pravidla.

Reflexní izolace v ploché střeše se dělí podle místa, kde se v souvrství nachází:

- nad trámem,
- pod trámem,
- oba způsoby, řešení DUET.

4.1.2.1 Reflexní izolant nad trámem

Na realizaci ploché střechy se používají stejné typy reflexních izolací jako na střechy šikmé. Jejich tepelný odpor odpovídá $R = 2,22$ do $3,67$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$). Izolační, par propustná vrstva může být jako hlavní, nebo pro dosažení ještě lepší hodnoty celkového odporu střešní konstrukce je možné doplnit o tradiční tepelné izolace. Opět je třeba následovat kroky z předešlých kapitol jako je 4.1.1.1, kdy pro správné fungování sálové bariéry, jakožto reflexní izolace je zapotřebí vytvořit vzduchovou mezeru nad i pod izolantem. Za předpokladu využití tradiční izolace pod reflexní izolant se vzduchové mezery docílí tak, že se tradiční izolace nedá na celou výšku trámu, ale vynechá se tak, aby tradiční izolant nelícoval s horní hranou trámu, ale zhruba 5 centimetrů pod ní. V případě nevyužití tradičních izolantů je mezera zajištěna díky vzduchovému prostoru mezi trámy. Reflexní izolant se instaluje na trámy matnou stranou nahoru, kdy se připeňuje sponkovací pistolí se sponami **minimálně 40 milimetrů dlouhými v rozteči maximálně 100 mm**.

Je třeba dbát, aby se jednotlivé pruhy izolantu překrývali o 100 mm. A všechny spoje mezi jednotlivými pásy a dalšími konstrukcemi a prostupy byly patřičně utěsněny systémovou hliníkovou páskou [19].



Obrázek 39: Montáž vícevrstvé reflexní izolace. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

4.1.2.2 Reflexní izolant pod trámem

Způsob umístění reflexní parotěsné izolace pod trám ploché střechy je shodný tomu, který byl již popsán v kapitole 4.1.1.2. Používají se stejné typy izolantů a je opět důležité dbát na vytvoření vzduchových mezer nad i pod izolantem. Všechny spoje musí být utěsněné systémovou páskou, aby se zamezilo prostupu vodních par a případné kondenzaci v nevětrané mezeře střešního souvrství.

4.1.2.3 Způsob DUET

Je kombinací obou již zmíněných vrstev, a to nad trámové par propustné reflexní izolace a pod krokevní parotěsné izolace, jejichž součinností se zajistí dobré fungování střešního souvrství bez vodního kondenzátu, minimalizace přenosu tepla sáláním o řádové hodnoty a rovněž minimalizace přenosu tepla ostatními dvěma složkami přenosu tepla jako je vedení a proudění.

4.1.3 Montáž reflexně teplených izolací na stěnách a dřevostavbách

Reflexní tepelné izolanty mají své uplatnění i ve svislých konstrukcích, dají se kombinovat se zděnými i dřevěnými konstrukcemi uvnitř i vně budovy, jako hlavní, či doplňková tepelná izolace, která izoluje před třemi způsoby přenosu tepla, jako je sálání, vedení a proudění.

Montáž tepelného izolantu můžeme rozdělit do tří částí:

- zateplení z exteriéru,
- zateplení z interiéru,
- kombinací exteriéru a interiéru DUET.

4.1.3.1 Zateplení reflexní izolací z exteriéru

Na zateplování fasády lze použít jakýkoliv reflexní izolant dle požadavků, parotěsné i polopropustné, ovšem při použití parotěsných RTI musí být zajištěno odvětrání vzduchové mezery mezi stěnou a izolací, nebo zajistit svod kondenzačních par. Odpor tepelného izolantu se pohybuje mezi $R = 2,53$ do $3,98$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) dle typu izolantu [27].

Postup realizace je rozdělen dle činností následovně:

1. vytvoření vzduchové mezery nad izolantem,
2. instalace reflexního izolantu,
3. spoje reflexních izolantů,
4. vytvoření vzduchové mezery nad izolantem.

Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem

Vzduchová mezera pod reflexním izolantem je nezbytná pro aktivaci jeho vlastností. Vytvoří se za pomoci latí o hraně 40×60 nebo 40×50 mm dle typu vybrané izolace. Latě se do zdiva kotví vruty o minimálním průměru 8 mm a délce 100 mm. Nejprve se montují latě ve vodorovném směru kolem spodní a horní hrany fasády, kolem oken, dveří a dalších místech stěny, kde dochází k ukončení. Následně probíhá montáž latí ve svislém směru v osové vzdálenosti 600 až 700 mm. V průběhu instalace je třeba dbát na dobré rovinnosti v podélném příčném i svislém směru.



Obrázek 40: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Montáž reflexního izolantu

Instalace probíhá horizontálním směrem a začíná od nejnižšího místa. Izolant se připevňuje klatím matnou stranou nahoru, pomocí sponkovací pistole, se sponami velikosti **40 mm v maximální rozteči 100 mm**. Dělení probíhá řemeslným nožem, nebo nůžkami. Po ukotvení prvního nejspodnějšího pásu probíhá odstranění ochranné lepicí pásky a montáž dalších pásu, které se na něj přilepí.

Je nutné dbát na minimální překrytí jednotlivých pásu, které je dosaženo právě lepicí vrstvou, jelikož se nachází 100 mm od vnější hrany. Při instalaci je rovněž důležité dbát na to, aby hliníková reflexní vrstva nebyla ve styku s olovem a mědí, z důvodu možné chemické reakce.



Obrázek 41: Montáž prvního reflexního pásu izolantu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 42: Montáž druhého reflexního pásu izolantu Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Spoje reflexních izolanů

Spony, které jsou přikotveny do latí je třeba přelepit šroubotěsnou páskou. Veškeré spoje se mezi pásy izolantu a styky s ostatními konstrukcemi jako jsou rohy kouty a jiné se přelepují systémovou hliníkovou páskou.

Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem

Pro správné fungování reflexního izolantu, jako sálavé bariéry je nutné vytvořit vzduchovou mezeru i nad ním. Ta se vytvoří pomocí kontralatí o hraně 40 x 60 mm, které se připevní na izolaci ve vodorovném směru, rozteč se volí dle druhu použité fasády.



Obrázek 43: Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 44: Finální úprava povrchu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

4.1.3.2 Zateplení reflexní izolací v interiéru

Termoreflexní fólie se dají rovněž použít jako izolant interiérové strany konstrukce. Volí se ovšem izolanty s parotěsnou vrstvou, aby se zamezilo průchodu vodních par skrz souvrství a následné kondenzaci. V případě dřevostaveb i fólie s vyšší protipožární odolností [15]. Výrobci udávají odpor $R =$ od 2,47 do 4,88 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) dle typu izolantu [27].

Kroky průběhu montáže izolantu v interiéru se dělí na:

1. vytvoření vzduchové mezery mezi stěnou a izolací,
2. montáž izolace,
3. ošetření spojů izolace,
4. vytvoření vzduchové mezery mezi izolací a vnitřním povrchem.

Vytvoření vzduchové mezery mezi stěnou a izolací

Pro vytvoření vzduchové mezery mezi stěnou a izolantem se použijí dřevěné latě o hraně 40 x 60 nebo 40 x 50 mm dle typu vybrané izolace. Latě se nejprve instalují ve vodorovném směru u spodní a horní hrany stěny, následně kolem ostění okenních a dveřních otvorů pomocí vrtů a hmoždinek. Minimální parametry vrtu jsou 8 x 100 mm. Po instalaci latí v krajích plochy se instalují latě v rozteči 600 až 700 milimetrů ve směru vertikálním, latě se rovněž umisťují do rohů a koutů.

Montáž izolace

Po vytvoření vzduchové mezery následuje samotná montáž reflexní izolace. Instalace probíhá v horizontálním směru od nejnižšího místa. Izolant se pomocí sponkovací pistole se sponami o velikosti 40 mm připevňuje k latím v pravidelné rozteči o maximální vzdálenosti 100 mm. Termoreflexní izolant se dělí pomocí systémových nůžek, nebo za použití řemeslného nože a následně probíhá instalace pásů dalších. Jednotlivé překrytí pásu činí 100 mm z důvodu celistvosti a soudržnosti celého souvrství. V případě tupých spojů je nutné izolant uříznout o 5 mm delší a zatlačit ho do sousedního materiálu. Tento spoj se používá například v koutech, v páse instalovaným na podlaze a stropu [27].



Obrázek 45: Montáž reflexního izolantu v interiéru. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Ošetření spojů izolace

Netěsnosti v místě spon, které jsou ukotveny do dřevěných latí se ošetřují pomocí šroubotěsné pásky. Veškeré spoje mezi jednotlivými pásy, styk se stropní deskou, podlahou, rohy, kouty, průchody potrubí, kabelů a jiné se ošetřují pomocí systémové hliníkové pásky. Je nutné dbát na těsnost veškerých spojů, jinak hrozí nebezpečí průchodu vodních par, kondenzace v souvrství a plíseň [27].

Vytvoření vzduchové mezery mezi izolací a vnitřním povrchem

Pro správné fungování reflexního izolantu je zapotřebí vytvořit vzduchovou mezeru nad jeho povrchem. Mezera se vytvoří za použití dřevěných latí, nebo sádkokartonářských UV profilů, které se instalují ve vodorovném směru v roztečích dle požadavků daného povrchu, obvykle 625 mm.

Kombinací exteriéru a interiéru DUET

Při použití paropropustné na vnější straně a parotěsné reflexní izolace na straně vnitřní vzniká řešení DUET, které díky svým vlastnostem tvoří ideální prostředí, které izoluje proti všem druhům přenosu tepla. Jejich podrobný průvodce instalací je zmíněn v kapitolách 4.1.3.1 a 4.1.3.2.

4.1.4 Montáž reflexně tepelných izolací na podlahy

Sálavé bariéry mají své zastoupení i v podlahových konstrukcích. Již ze stavební fyziky víme, že teplo se nešíří pouze směrem nahoru, ale šíří se všemi směry a snaží se uniknout tím, že ohřeje chladné místo [1]. Při dobře zateplených stěnách a střešní konstrukci nejchladnější místo může být právě podlaha, kterou tepelný odpor vícevrstvé parotěsné izolace je $R = 0,8 \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$. Při tloušťce 6 milimetrů ji lze tedy využít v místech, kde běžné tradiční tepelné izolanty nemohou být využity díky své konstrukční výšce. Výrobce udává kročejovou neprůzvučnost $L_{n,w}$ = dle odhadu až na 22 dB. Tuto informaci ale není možné ověřit, nicméně akustické vlastnosti nejsou předmětem této práce a dle normy ČSN 73 0532 (730532) platné od ledna 2021 lze tuto izolaci použít pro všechny typy místností.

Při instalaci reflexních tepelných izolací bylo řečeno, že pro maximální efektivitu tepelného izolantu je zapotřebí vzduchové mezery. V případě reflexních izolantů v podlahách probíhá izolování odlišným způsobem. Izolace se pokládá pod betonovou mazaninu, či anhydrit, cemflow a jiné materiály, které mají velikou tepelnou jímavost. Tato konstrukce funguje jako **studený můstek**, tj. místo, které je chladné a teplo se ním snaží uniknout. Reflexní izolace tomuto procesu brání odráží teplo zpět do vrstvy nad ním (beton, anhydrit, cemflow aj.) zabraňuje tak tedy unik tepla skrz izolant [14].

Použití reflexně tepelných izolací v podlahách:

- pod lité a anhydritové roznášecí vrstvy,
- pod roznášecí vrstvy dřevěné nebo na bázi dřeva,
- pod duté podlahy.

4.1.4.1 Instalace reflexní tepelné izolace pod lité beton a anhydrit

Reflexní tepelné izolanty lze využít pod roznášecí vrstvy podlah, jako anhydrity nebo betonové potěry. Díky svým vlastnostem se izolant instaluje na podklad, který je čistý a hladký bez ostrých výstupků. Pokládka probíhá od nejvzdálenějšího rohu při vstupu do místnosti, instaluje se **s přesahem** 100 mm na stěnu **průhlednou** vrstvou směrem **nahoru**. Ochranná vrstva má funkci separace mezi reflexní vrstvou z hliníku vrstvou a roznášecí vrstvou.

Jednotlivé pásy izolantu jsou podélně spojeny pomocí tupých spojů. Při instalaci je doporučeno dbát na podélný kontakt mezi jednotlivými izolačními pásy z důvodu jeho tepelné účinnosti. Samotný izolant se dělí pomocí systémových nůžek nebo řemeslným nožem.

Tupé kontaktní spoje a ostatní rohové a koutové spoje se následně přelepí systémovou **hliníkovou páskou**. Po dokončení instalace je vhodné provést kontrolu těsnosti všech spojů zejména v místech napojení jednotlivých pásů a průchodů vedení TZB a jiné. Těsnost spojů a prostupů je důležitá zejména z důvodu pozdější betonáže, kdy při využití samonivelačních anhydritových směsí mohou netěsníci spoji nastat úniky směsí. Reflexní tepelné izolace lze rovněž využít jako izolant pod podlahové vytápění v kombinaci se systémovými nopovými deskami nebo za použití T lišty.



Obrázek 46: Přelepení spojů hliníkovou páskou. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 47: Realizace reflexní tepelné izolace pod podlahové vytápění. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

4.1.4.2 Instalace reflexního izolantu pod roznášecí vrstvy dřevěné nebo na dřevěné bázi

Reflexní tepelné izolace nabízejí množnost využití i pod lehkými nášlapnými vrstvami ze dřeva, nebo materiálů na bázi dřeva. Izolant pro svou tloušťku 6 milimetrů a tepelný odpor $R = 0,8 \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$ nabízí ideální řešení při dodatečném zateplení u rekonstrukci, kde není prostor pro skladby podlah o veliké tloušťce kvůli světlé výšce místnosti.

Izolant se instaluje na čistou plochu a rovný podklad o maximální odchylce 2 mm na m². Pokládá se od nejbližšího rohu v přístupu do místnosti. Při instalaci je nutné dodržet maximální přesah izolantu na stěnu činící 100 mm. Jednotlivé podélné spoje izolantu jsou sraženy tupým spojem, který je následně přelepen systémovou páskou, dále je nutné **utěsnit** veškeré spoje prostupující izolantem. Po veškerém přelepení páskou proběhne kontrola těsnosti všech spojů, jelikož se jedná o izolant s parotěsníci vlastnostmi.

Následně proběhne etapa **vytvoření vzduchové mezery nad izolantem**, která se vytvoří pomocí latí o minimální výšce 20 mm. Latě se kladou v osové vzdálenosti 625 mm. Kotví se pomocí vrutů příslušné délky (v praxi délka vrutu je 1,5násobek tloušťky latě) skrz izolant do předem připravených hmoždinek.

Po vytvoření vzduchové mezery se proběhne záklop z OSB desek minimální tloušťky 18 mm. Podélná spára desek by měla být kolmá k latím, aby se zlepšila tuhost konstrukce, poté proběhne montáž nášlapné vrstvy dle návrhu [5] [12].

V případě, že izolant přesahující na stěnu vyčnívá konstrukci je třeba jej oddělit pomocí stavebního nože, následně je nutné spoj opět přelepit systémovou páskou šířky 100 mm.

4.1.4.3 Instalace reflexních tepelných izolantů v dutých podlahových konstrukcích

Při rekonstrukcích se lze setkat se stropy se zapuštěným záklopem. Nosnou část těchto stropů tvoří dřevěné trámy a zapuštěný záklop [12]. Pro tento typ stropních konstrukcí, díky vzdušné duté vrstvě, lze rovněž použít reflexní tepelné izolanty. U tohoto typu stropů lze využít **jakékoliv parotěsné** reflexní izolace. Jelikož při instalaci dojde k vytvoření **vzduchové mezery** pod izolantem i nad ním.

Instalace izolantu se dělí dle následujících kroků:

1. vytvoření vzduchové mezery pod izolantem,
2. montáž tepelného izolantu,
3. utěsnění spojů,
4. vytvoření vzduchové mezery nad izolantem.

Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem

Před instalací je třeba připravit podklad, povrch trámu a zapuštěného záklopu, který rovněž musí být bez nečistot, plísní a ostrých hran, které by izolaci mohly později poškodit.

Nejprve proběhne vytvoření vzduchové mezery za pomoci dřevěných latí, o minimální tloušťce 20 mm, které se pomocí vrutů patřičné délky (délka vrutů 1,5násobek tloušťky latě) přikotví na prkna zapuštěného záklopu, latě se pokládají ve směru rovnoběžně s trámy v osové vzdálenosti maximálně 500 mm [27].

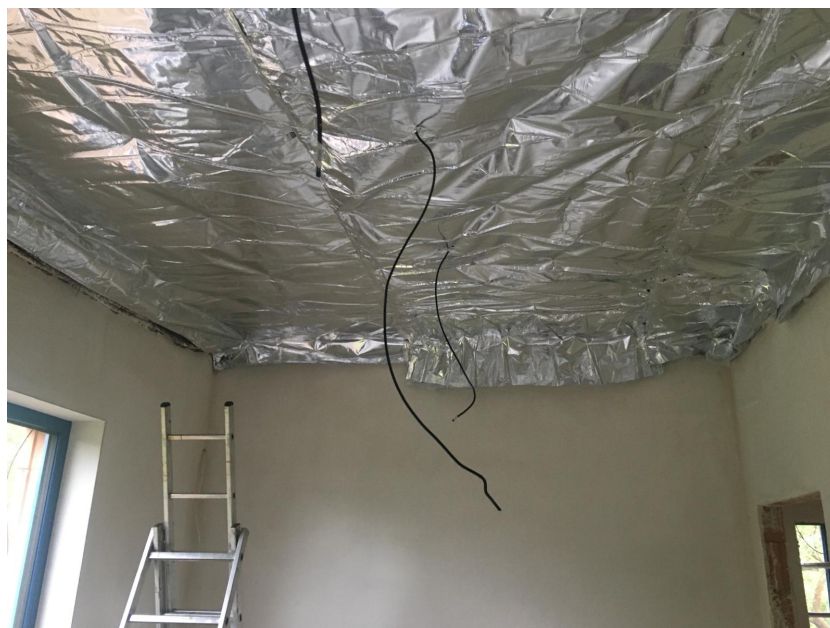


Obrázek 48: Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem (pod stropní deskou). Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Montáž reflexního tepelného izolantu

Po vytvoření vzduchové mezery může proběhnout instalace reflexního izolantu, které se pokládají přímo na trám a latě, jež jsou přikotveny k záklopu. Pokládka izolantu probíhá v kolmém směru k trámům.

Pokládka začíná od rohu místnosti, izolant se vytáhne s přesahem maximálně 100 mm na stěnu a postupně se odrolování izolantu v kolmém směru k nosným trámům. Spoje položených pásů jsou řešeny **tupým spojem**, spáry mezi tupými spoji by měly být co nejmenší, aby se minimalizovaly tepelné ztráty. Izolant se dělí pomocí systémových nůžek, nebo stavebního nože. Izolant se připevňuje k latím a k trámům pomocí sponkovací pistole o **velikosti spon 40 mm** v maximální **rozteči 100 mm**.



Obrázek 49: Montáž reflexního izolantu pod stropní desku. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Utěsnění spojů

Veškeré tupé spoje, spoje mezi stěnou a reflexním izolantem i prostupy instalací je třeba utěsnit systémovou hliníkovou páskou. Spony, s jejichž pomocí je přikotvena izolace k podkladu je třeba přelepít šroubotěsnou lepicí páskou. Po zalepení všech kritických míst musí proběhnout kontrola těsnosti spojů. Jedná se o parotěsnou vrstvu, kdy při netěsnostech může dojít k průniku vodních par, kondenzaci a následnému vzniku plísní.



Obrázek 50: Utěsnění spojů v pohledu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.



Obrázek 51: Utěsnění kolem prostupů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem

Posledním krokem při instalaci reflexních izolace je vytvoření vzduchové mezery. Vytvoří pomocí OSB desek, které se přikotví skrz izolant do trámu, minimální tloušťku desek je třeba zvolit dle rozpětí trámů kdy následně proběhne pokládka nášlapné vrstvy dle návrhu.

4.1.5 Rekapitulace reflexních izolantů

Tato kapitola má za účel bodově shrnout důležité vlastnosti z realizace reflexně tepelných izolací.

Obecné body:

- Reflexní izolanty mohou tvořit **hlavní tepelně izolační vrstvu**, nebo mohou sloužit jako **doplňková** izolace v kombinaci s tradičními tepelnými izolanty. Jejich primární vlastnost je sloužit jako **sálavá bariéra**, kdy tuto vlastnost ostatní tradiční izolace nemají.
- Jsou tenké, přesto mají dobré tepelně izolační vlastnosti (u šikmých střeš R = až 4,42 m²·K/W).
- Díky své tloušťce jsou **skladné**, proto je jejich doprava na stavbu **nenáročná**.
- Při realizaci je nutné dbát obecně platných zásad, jinak izolant ztrácí své vlastnosti.
- Izolant je v porovnání s tradičními izolanty **dražší** (dle jednotlivých typů RTI).

Důležité body z pohledu realizace:

- Pro správné fungování reflexní izolace je zapotřebí vytvořit **vzduchovou mezeru** o minimální tloušťce 20 mm nad i pod izolantem.
- Reflexní hliníková vrstva se **nesmí** dostat do kontaktu s **mědí** či jeho slitinami, z důvodu chemické reakce.
- S izolantem se snadno manipuluje

- Parotěsná fólie se pokládá **matnou** stěnou nahoru.
- Parotěsná podlahová fólie se pokládá **průhlednou** stranou nahoru.
- Pásy se upevňují nerezovými sponami velikosti 40 mm v rozteči maximálně 100 mm, jejich spoje se utěsňují šroubotěsnou páskou.
- Veškeré ostatní spoje se utěsňují systémovou hliníkovou páskou.

4.2 Vliv reflexních izolantů na životní prostředí

Zlepšení kvality ovzduší, udržitelný rozvoj, lidské zdraví, změny klimatu, to jsou jedny z hlavních důvodů, proč je téma životního prostředí ve společnosti stále hlasitější. Tato kapitola má za účel rozebrat prvky, jenž mají negativní vliv na životní prostředí. Uvede, jaký vliv na něj má stavební průmysl a rozebere, jaký je pozitivní přínos reflexních izolantů.

Dobrá úroveň životního prostředí má zásadní vliv na kvalitu života na zemi, která je stále více ohrožena v důsledku mnoha vlivů. Tím nejzásadnějším je zvyšující se produkce oxidu uhličitého, jenž je jedním z převládajících prvků tvořící skleníkové plyny.

Skleníkové plyny jsou součástí atmosféry a mají schopnost absorbovat infračervené záření neboli teplo, které je vysíláno Zemí. Tento proces vede k fenoménu známému jako skleníkový efekt, při kterém je teplo udržováno v atmosféře, což má za následek globální oteplování planety [30].

Všechny skleníkové plyny:

- Methan, který vzniká rozkladem organické hmoty a chovem dobytka.
- Oxid dusný, který je primárně produkován v zemědělství používáním hnojiv.
- Freony, které se nachází v klimatizacích, sprejích a dříve měly své využití v chladničkách.

Oxid uhličitý, který tvoří zhruba 70 % veškerých skleníkových plynů. Stavebního průmyslu se týkají především emise oxidu uhličitého, v omezeném množství pak například metanové emise (využití ovčí vlny jako tepelného izolantu) [20].

Příčiny vzniku emisí oxidu uhličitého:

- Spalováním fosilních paliv, jenž je zdaleka největší zdroj emisí oxidu uhličitého. Fosilní paliva, jako je uhlí, ropa a zemní plyn, se spalují při výrobě energie, vytápění budov a pohonu vozidel.
- Odlesňováním, kdy stromy pohlcují oxid uhličitý a ukládají ho do biomasy (listy, kořeny).
- Průmyslové procesy, výroba cementu, oceli a dalších průmyslových materiálů, která taktéž uvolňuje do atmosféry oxid uhličitý [2].

Stavitelství se přímo podílí na všech těchto příčinách vzniku nemalým podílem. Některé zdroje uvádějí až jednu čtvrtinu, nicméně tyto data je těžké ověřit, jelikož výsledek závisí na metodologii dat [8].

Přínosy tepelných izolantů

Konkrétně reflexní izolanty, které jsou předmětem této kapitoly mohou přispět ke snížení emisí oxidu uhličitého a celkově tak menšího dopadu následujícími body:

- snížení emisí dopravou,
- snížení emisí na vytápění,
- zlepšením životnosti stavby,
- minimalizací odpadů při realizaci,
- recyklovatelností.

Snížení emisí dopravou

Reflexní izolanty se přepravují snadno. Díky jejich skladnosti je možné dopravit středně velký objem izolantu činící 500 m² užitkovým vozem, tudíž i pro velké objemy zakázek lze zavést veškerý materiál najednou nákladním automobilem. Proběhnou tak úspory finanční ale především emisní. Rozměrové a váhové specifikace izolantu závisí na typu, běžně mají izolanty okolo 6 kg na roli s výměrou 12 m². Tyto specifikace však závisí na jednotlivém typu izolantu.



Obrázek 52: Izolant na podvalu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.

Snížení emisí na vytápění, zlepšení životnosti stavby

Izolanty díky své tepelné účinnosti izolují před všemi známými způsoby transportu tepla, vedením, sáláním i prouděním. Díky sálavé bariéře zabraňují pronikání tepla v průběhu ročních období a redukuje tak náklady na vytápění i chlazení, čímž se rovněž snižují emise oxidu uhličitého. Termoreflexní izolace rovněž chrání budovu před přehříváním a mrazem v zimním období, pomáhá tak prodloužit životnost budovy a snižuje míru údržby a oprav.

Výroba, recyklace, udržitelnost

Velkou předností reflexních izolantů je jejich celková udržitelnost. Jak již tato práce zmínila, souvrství reflexního izolantu je tvořeno z reflexní vrstvy a izolačního jádra, kdy tyto vrstvy se naskládají na sebe a vytvoří tak souvrství.

Reflexní vrstva

Je tvořena z tenké hliníkové vrstvy. Samotný hliník, který se získá primárně těžbou bauxitu se v něm vyskytuje pouze jako sloučenina, která se musí extrahovat. Výroba hliníku je tedy velmi energeticky náročný proces [4]. IEA uvádí, že v roce 2022 zhruba 3 % světových průmyslových emisí byly vyprodukovány právě při výrobě hliníku. Nicméně technologický pokrok a investice do čisté energie mohou tuto hodnotu snížit. Alternativu nabízí také použití nízkoemisního hliníku, který produkuje až o 40 % méně emisí než tradiční metody.

Izolační jádro

Jádro reflexního izolantu může být vytvořeno z široké škály materiálu. Jedním z nich, jsou minerální vaty, které se vyrábí z písku a skla, tím hlavním jsou ale PET lahve. Výrobce reflexních izolantů SuperFOIL uvádí, že jednu roli jejich tepelné izolace o výměře 12 m² se ze skládky recykluje 450 lahví. To v celkovém množství to tvoří ročně až 80 milionů znovuvyužitelných PET láhví.

Udržitelnost

Vícevrstvé reflexní izolanty jsou složeny z reflexní vrstvy a jádra. Tuto složku ze 40 % tvoří již recyklované materiály jako jsou PET lahve, kdy je jejich udávaná životnost 50 a více let. Díky své energetické účinnosti snižují emise skleníkových plynů a přispívají tak k čistšímu ovzduší a energeticky účinnějším budovám. Rovněž neobsahují žádné zdraví škodlivé látky [21].

Dalšími požadavky z pohledu udržitelnosti je množství odpadu vyprodukovaného v průběhu realizace, které u izolantů tvoří minimální podíl díky své poddajnosti a ohebnosti tak vzniká minimum odpadů. Materiál je rovněž možné na sebe navazovat. Dále je pak třeba zmínit recyklaci na konci životnosti materiálu. Izolant je díky vzduchovým mezerám separován, jeho demontáž je tak snadná a reflexní izolace jsou plně recyklovatelné, z důvodu vrstev, které se dají od sebe oddělit a plně recyklovat. Hliníková a tepelná vrstva PET izolantu tak najde své využití i v pozdější fázi [27].

Závěr

Bakalářská práce se ve své úvodní části věnovala shrnutí základních informací potřebných pro vhled do problematiky izolačních materiálů. Jelikož stavitelství není jen o developmentu nových objektů, je zřejmé a neopomenutelné, že i na starých budovách je třeba provést změny z hlediska tepelně-technické účinnosti tak, aby nastaly úspory na straně spotřeby paliv potřebných pro výrobu energií a tím se přispělo k celkovému snížení uhlíkové stopy.

Tento problém otevírá dveře pro vstup nových tepelně izolačních systémů jako jsou právě reflexní izolace. Ty i přes své vyšší pořizovací náklady umožňují v dlouhodobém horizontu efektivní tepelně-technické řešení u rekonstrukcí starých budov, které jsou jinak limitovány svým dispozičním a stavebně-konstrukčním řešením.

Reflexní izolanty poskytují ochranu před všemi třemi způsoby přestupu tepla, jako je vedení, sálání a proudění, na rozdíl od tradičních izolantů, které se na českém trhu v tomto okamžiku upřednostňují. Veškerou ochranu před těmito vlivy poskytují reflexní izolanty už od tloušťky několika centimetrů a váhy pár kilogramů na metr čtvereční, které i přesto splňují nejpřísnější nároky současné legislativy, která se k těmto systémům obrací spíše zády.

Hlavní část této práce je věnována rozdělení a realizaci reflexních izolantů.

Existuje několik typů reflexních izolantů, tato práce se však zaměřila primárně na produkty společnosti SuperFOIL, která nabízí několik typů reflexních izolantů, jako jsou jednovrstvé a vícevrstvé termoreflexní fólie. Jejich vrchní vrstvu tvoří nízkoemisivní povrch odrážející infračervené elektromagnetické záření a omezující tak přenos sálavé složky. Dále je pak souvrství tvořeno jádrem, které je formováno vzdušnými izolanty zabraňujícími přenosu vedením a prouděním, kdy díky své vzdušnosti umožňují další přenos tepla sáláním. Izolace jsou dále rozděleny dle typu jejich vlastností jako jsou parotěsnící vlastnosti nebo naopak difúzní fólie, které umožňují prostup vodních par z interiéru, ale neumožňují prostup vody z exteriéru.

Z pohledu realizační části se práce věnovala instalaci reflexního izolantu v šikmých střeších, plochých střeších a podlahách, kdy z hlediska realizace je třeba pro správné fungování sálavé bariery vytvořit vzduchové mezery nad i pod izolantem. V případě použití ze strany do interiéru se nabízí možnost použití UV sádrokartonářských profilů. Dále je potřeba dbát na těsnosti spojů jednotlivých pásů reflexního izolantu, které probíhá za použití hliníkové systémové pásky. Podmínku dodržení vzduchové mezery obcházejí tenké podlahové izolace, které ovšem najdou své využití i ve střeších a stěnách o tloušťce 6 mm které fungují na principu studených můstek, kdy teplo které se snaží uniknout skrz konstrukce reflexní izolant odráží teplo zpět do vrstvy nad ním.

Konec bakalářské práce se věnuje reflexním izolacím z pohledu udržitelnosti a vlivu na životní prostředí, kdy zvýrazňuje izolant společnosti SuperFOIL, který je ze 40 % vyrobený z recyklovaných materiálů jako jsou PET lahve a tím přispívá k jejich znovuvyužití. Navíc na konci jejich životnosti umožňuje izolanty opět recyklovat díky jejich vrstvám, které jsou možné roztřídit a znovu použít.

Seznam použité literatury

- [1] BAŠTA, Jiří, 2010. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [2] BRANIŠ, Martin a HŮNOVÁ, Iva, 2009. *Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1598-1.
- [3] CAJTHAML, Tomáš, FROUZ, Jan a MOLDAN, Bedřich, 2022. *Environmentální výzkum a hrozby 21. století*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-4954-2.
- [4] KOLÁŘ, Karel a REITERMAN, Pavel, 2012. *Stavební materiály: pro SPŠ stavební*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4070-6.
- [5] KOPTA, Pavel a JANOUŠKOVÁ, Jana, 2012. *Šikmé střechy*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3484-2.
- [6] KUČERA, Václav, 2009. *Architektura inženýrských staveb*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2504-8.
- [7] MATUŠKA, Tomáš, 2013. *Solární zařízení v příkladech*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3525-2.
- [8] MOLDAN, Bedřich, 2021. *Životní prostředí v globální perspektivě. 2.*, aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-4967-2.
- [9] PLÁŠEK, Josef a ŠIKULA, Ondřej, 2012. *Modelování tepelného sálání v budovách*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. ISBN 978-80-214-4383-9.
- [10] ŘEHÁNEK, Jaroslav a JANOUŠ, Antonín, 1985. *Tepelné ztráty budov a možnosti jejich zmenšování*. Praha: SNTL.
- [11] ŘEHÁNEK, Jaroslav, 2004. *4 x E o tepelné izolaci budov: energetika : environment : ekonomika : efektivnost*. Praha: Informační centrum ČKAIT. ISBN 80-86769-25-9.
- [12] STRAKA, Bohumil, 2013. *Konstrukce šikmých střech*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4205-2.
- [13] ŠUBRT, Roman, 1999. *Tepelné izolace domů a bytů. 2.*, aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada. ISBN 80-7169-851-2.
- [14] ŠUBRT, Roman, 2011. *Tepelné mosty: pro nízkoenergetické a pasivní domy: 85 prověřených a spočítaných stavebních detailů*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4059-1.
- [15] VAVERKA, Jiří, 2008. *Dřevostavby pro bydlení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2205-4.

Seznam elektronických zdrojů

[16] ČSN EN ISO 6946, 2020. *Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtové metoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 730558.

[17] DESIGNINGBUILDINGS, 2023. *Thermal conductivity*. In: Designingbuildings.co.uk [online]. Dostupné z: https://www.designingbuildings.co.uk/w/Thermal_conductivity. [cit. 2024-05-12].

[18] EUROSTAT, 2021. *Energy statistics – an overview*. In: ec.europa.eu [online]. Dostupné [z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/29046.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/29046.pdf). [cit. 2024-04-10].

[19] FACHMANI, 2019. *Reflexní izolace: měřením na VUT potvrzena tepelná vodivost*. In: Fachmani.cz [online]. Dostupné z: <https://fachmani.cz/clanek-116303-reflexni-izolace-jako-prelomova-technologie>. [cit. 2024-05-14].

[20] FAKTA O KLIMATU, 2023. *Vývoj světových emisí CO₂*. In: Faktaoklimatu.cz [online]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-co2-svet-vyvoj>. [cit. 2024-05-15].

[21] FAKTA O KLIMATU, 2023. *Emise skleníkových plynů*. In: Faktaoklimatu.cz [online]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-co2-svet-vyvoj>. [cit. 2024-05-15].

[22] IZOLACE-INFO, 2020. *Historie tepelných izolací*. In: Izolace-Info.cz [online]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/katalog/vlaknite-izolace/skelna-vata/rotaflex/>. [cit. 2024-05-03].

[23] SAMOSEBOU, 2020. *Encyklopedie plastů: polystyreny (PS)*. In: Samosebou.cz [online]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2020/09/04/encyklopedie-plastu-polystyreny-ps/>. [cit. 2024-05-05].

[24] STAVBAHOBBY, 2020. *Měrná tepelná kapacita*. In: Stavbahobby.cz [online]. Dostupné z: <https://www.stavbahobby.cz/clanky/merna-tepelna-kapacita-k-cemu-slouzi-a-jak-se-vypocita/>. [cit. 2024-05-05].

[25] STAVEBNICTVI3000, 2021. *Termoreflexní izolace a fólie – princip jejich účinnosti*. In: Stavebnictvi3000.cz [online]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/termoreflexni-izolace-a-folie-princip-jejich-ucinnosti>. [cit. 2024-05-08].

[26] SUPERFOIL, 2024. *Parotěsná izolace*. In: SuperFOIL.cz [online]. Dostupné z: <https://www.superfoil.cz/produkty>. [cit. 2024-05-03].

[27] SUPERFOIL, 2021. *Kompletní průvodce pro stavitele*. In: SuperFOIL.cz [online]. Dostupné z: <https://www.superfoil.cz/stazeni/instalace/ekniha.pdf>. [cit. 2024-05-08].

[28] TZN INFO, 2017. *Fázový posun teplotního kmitu*. In: TZBINFO.cz [online]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/16228-fazovy-posun-teplotniho-kmitu.pdf> [cit. 2024-05-12].

[29] WIKIPEDIA, 2023. *Sluneční konstanta*. In: San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_konstanta. [cit. 2024-05-01].

[30] WIKIPEDIA, 2024. *Skleníkové plyny*. In: San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sklen%C3%ADkov%C3%A9_plyny. [cit. 2024-05-10].

Seznam obrázků

Obrázek 1: Konečná spotřeba energie v domácnostech. Zdroj: www.czsu.cz	11
Obrázek 2: Obnovitelné zdroje v roce 2021. Zdroj: www.mpo.cz	12
Obrázek 3: Tepelné úniky. Zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ.....	13
Obrázek 4: Podíl energie dle účelu. Zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ.....	13
Obrázek 5: Minerální vlna. Zdroj: www.knaufinsulation.com	17
Obrázek 6: Pěnové sklo. Zdroj: www.eshop.zofi.cz	18
Obrázek 7: EPS desky. Zdroj: www.isofast.cz	18
Obrázek 8: PIR deska. Zdroj: www.jmbonline.cz	18
Obrázek 9: Konopná izolace. Zdroj: www.prirodnistavba.cz	19
Obrázek 10: Dřevovláknitá izolace. Zdroj: www.abs-portal.cz	19
Obrázek 11: Vakuová izolace. Zdroj: www.izolace-info.cz	19
Obrázek 12: Příklad přenosu vedením. Zdroj: www.publi.cz	20
Obrázek 13: Příklad přenosu prouděním. Zdroj: www.publi.cz	22
Obrázek 14: Přenos elektromagnet. záření ze slunce radiací. Zdroj: www.superfoil.cz	22
Obrázek 15: Elektromagnetické záření. Zdroj: www.slideserve.com	23
Obrázek 16: Představa absolutně černého tělesa. Zdroj: Plášek, Šikula [9].....	25
Obrázek 17: Dům od arch. Kraffta a Ing. Forsterema. Zdroj: www.wikipedia.org	28
Obrázek 18: Princip fungování reflexní izolace SuperFOIL. Zdroj: www.superfoil.cz	29
Obrázek 19: Schéma uspořádání vícevrstvé reflexní fólie. Zdroj: www.iopscience.org	30
Obrázek 20: Role vícevrstvé reflexní izolace. Zdroj: www.superfoil.com	30
Obrázek 21: Detail vícevrstvé reflexní tepelné izolace. Zdroj: www.izolace-info.cz	30
Obrázek 22: Paropropustná vícevrstvá izolace. Zdroj: interní foto firmy SuperFOIL.	31
Obrázek 23: Schéma uspořádání jednovrstvé reflexní fólie s bublinkami. Zdroj: www.iopscience.iop.org	31
Obrázek 24: Příklad jednovrstvé bublinkové reflexní izolace. Zdroj: www.levnestavebniny.cz	31
Obrázek 25: Tabulka konstrukčních tříd těsnosti hydroizolačních vrstev. Zdroj: www.ckiat.cz	36
Obrázek 26: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem. Zdroj: interní podklady společnosti SuperFOIL.	37
Obrázek 27: Detail utěsnění izolantu za pozednicí z exteriéru. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	38
Obrázek 28: Detail utěsnění izolantu za pozednicí z exteriéru. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	39
Obrázek 29: Nad krokevní izolant z interiéru, včetně utěsnění spojů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	40
Obrázek 30: Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.....	41
Obrázek 31: Detail provedení nad krokevní izolace v místě pozednice. Zdroj: firemní podklady firmy SuperFOIL.	41
Obrázek 32: Ukončení paropropustné izolace okolo vikýře. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	42
Obrázek 33: Provázání drátku k vytvoření vzduchové mezery. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	43

Obrázek 34: Instalace vertikálním směrem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	44
Obrázek 35: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem pomocí UV profilů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	45
Obrázek 36: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem pomocí UV profilů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	45
Obrázek 37: Vytvoření vzduchové mezery pomocí střešních latí. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	46
Obrázek 38: Detail zápusného bodového svítidla. Zdroj: www.superfoil.cz	47
Obrázek 39: Montáž vícevrstvé reflexní izolace. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	48
Obrázek 40: Vytvoření vzduchové mezery pod izolantem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	50
Obrázek 41: Montáž prvního reflexního pásu izolantu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	51
Obrázek 42: Montáž druhého reflexního pásu izolantu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	52
Obrázek 43: Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	53
Obrázek 44: Finální úprava povrchu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	54
Obrázek 45: Montáž reflexního izolantu v interiéru. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	56
Obrázek 46: Přelepení spojů hliníkovou páskou. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	58
Obrázek 47: Realizace reflexní tepelné izolace pod podlahové vytápění. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	58
Obrázek 48: Vytvoření vzduchové mezery nad izolantem (pod stropní deskou). Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	60
Obrázek 49: Montáž reflexního izolantu pod stropní desku. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	61
Obrázek 50: Utěsnění spojů v podhledu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	61
Obrázek 51: Utěsnění kolem prostupů. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	62
Obrázek 52: Izolant na podvalu. Zdroj: interní podklady firmy SuperFOIL.	64

Seznam tabulek

Tabulka 1: Tabulka hodnoty měrné tepelné kapacity. Zdroj: vlastní zpracování.	26
Tabulka 2: Tabulka dle ČSN EN 13501-1+A1. Zdroj: vlastní zpracování.....	33
Tabulka 3: Tabulka dle normy ČSN EN 13501-1+A1. Zdroj: vlastní zpracování.....	33