

Fakulta stavební

K123 – Katedra materiálového inženýrství a chemie



Ověření tepelných a vlhkostních charakteristik izolačních materiálů pro kontaktní zateplovací systémy a jejich vyhodnocení

Verification of the thermal and moisture properties
of thermal insulating materials for ETICS

Vypracoval: Bc. Ondřej Pavel

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Materiálové inženýrství

Vedoucí práce: doc. Ing. Alena Vimmrová, Ph.D.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pavel Jméno: Ondřej Osobní číslo: 396014

Zadávající katedra: Materiálového inženýrství a chemie

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Materiálové inženýrství

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Ověření tepelných a vlhkostních charakteristik izolačních materiálů pro kontaktní zateplovací systémy a jejich vyhodnocení

Název diplomové práce anglicky: Verification of the thermal and moisture properties of thermal insulating materials for ETICS

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte rešerši se zaměřením na používané materiály pro zateplovací systémy. Pro vybrané materiály ověřte základní tepelné a vlhkostní parametry. Proveďte výpočet vlivu vlhkosti na izolační účinnost systému. Porovnejte jednotlivé materiály.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Alena Vimmrová, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 5.10. 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1. 2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce



Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

5.10.2016

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr magisterského studia na ČVUT v Praze Fakultě stavební.

Prohlašuji, že na této diplomové práci jsem pracoval samostatně pod odborným vedením doc. Ing. Aleny Vimmrové, Ph.D. a informace jsem čerpal z uvedené literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 8.1.2017


Ondřej Pavel

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Mé velké poděkování patří doc. Ing. Aleně Vimmrové, Ph.D. za pomoc, ochotu a trpělivost, kterou pro vypracování mé diplomové práce obětovala a její výborný přístup. Dále bych rád poděkoval svým rodičům, že mi umožnili studovat, zejména pak tátovi za poskytnutí přístupu k českým technickým normám. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat i všem blízkým za morální a materiálovou podporu, které se mi dostávalo po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Hlavním cílem této diplomové práce je porovnání a zhodnocení vlastností izolačních materiálů pro kontaktní zateplovací systémy. Součástí závěrečné práce je také ověření tepelných a vlhkostních charakteristik měřením na vzorcích vybraných materiálů. Práce se skládá z části teoretické, experimentální a části výpočtové. V teoretické části jsou popsány tepelné izolace a vnější kontaktní zateplovací systémy společně se související problematikou. Experimentální část ověřuje tepelné a vlhkostní charakteristiky, zkoumá vliv vlhkosti na tepelněizolační schopnost materiálů. Výpočtová část kvantifikuje vliv vlhkosti na izolační účinnost systému na referenční obálce budovy.

Klíčová slova

Tepelněizolační materiály, tepelné izolace pro kontaktní zateplovací systémy, vnější kontaktní zateplovací systém, ETICS, tepelné a vlhkostní charakteristiky tepelných izolací

Abstract

The main aim of my master's thesis is to compare and evaluate the properties of insulating materials for ETICS. Part of the thesis is to verify the heat and moisture characteristics by measurements on samples of selected materials. The work consists of theoretical, experimental and computational parts. In the theoretical part, thermal insulations and ETICS are described generally together with related issues. Experimental part verifies the thermal and moisture characteristics, examines the effect of moisture on insulating ability of materials. Calculation part quantifies moisture effect on insulation performance of a reference building envelope.

Keywords

Thermal insulation materials, thermal insulations for external thermal insulation composite systems, ETICS, thermal and moisture characteristics of thermal insulations

Obsah

PROHLÁŠENÍ	3
PODĚKOVÁNÍ	4
ABSTRAKT	5
ABSTRACT	5
ZKRATKY POUŽÍVANÉ V TEXTU	9
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	9
1 ÚVOD	10
2 TEPELNĚIZOLAČNÍ MATERIÁLY	11
2.1 Polystyren.....	11
2.1.1 Výroba.....	12
2.1.2 Vlastnosti a použití.....	12
2.1.3 Extrudovaný polystyren	13
2.2 Minerální vlna	13
2.2.1 Výroba.....	13
2.2.2 Vlastnosti a použití.....	14
2.3 Pěnový polyuretan.....	15
2.3.1 Výroba.....	15
2.3.2 Vlastnosti a použití.....	15
2.4 Fenolická pěna	16
2.4.1 Výroba.....	16
2.4.2 Vlastnosti a použití.....	17
2.5 Pěnové sklo.....	17
2.5.1 Výroba.....	18
2.5.2 Vlastnosti a použití.....	18
2.6 Ostatní	18
2.6.1 Celulóza.....	18
2.6.2 Dřevovláknité desky.....	19
2.6.3 Korek.....	19
2.6.4 Konopí.....	19
2.6.5 Ovčí vlna	20
2.7 Základní charakteristiky tepelných izolací.....	20
2.7.1 Součinitel tepelné vodivosti	20
2.7.2 Tepelný odpor	22
2.7.3 Měrná tepelná kapacita.....	22
2.7.4 Faktor difúzního odporu.....	23
2.7.5 Nasákavost	23
2.7.6 Třída reakce na oheň	23
2.7.7 Teplotní stabilita.....	24
2.7.8 Rozměrová stabilita, teplotní roztažnost	24
2.8 Vliv vlhkosti na tepelněizolační vlastnosti	24
2.8.1 Formy vlhkosti	25

2.8.2	Rozdělení vlhkosti podle jejího zdroje.....	25
3	VNĚJŠÍ KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM.....	26
3.1	Souvrství.....	26
3.1.1	Přípevnění k podkladu.....	26
3.1.2	Tepelněizolační vrstva.....	27
3.1.3	Výztužná vrstva.....	27
3.1.4	Konečná povrchová úprava.....	27
4	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	29
4.1	Cíl práce	29
4.2	Zkoumané materiály	29
4.3	Měřené veličiny a metody jejich měření.....	33
4.3.1	Propustnost vodních par	33
4.3.2	Krátkodobá nasákavost při částečném ponoření	34
4.3.3	Vliv vlhkosti tepelných izolací na jejich tepelnou vodivost	35
4.4	Výsledky měření, diskuze a porovnání.....	38
4.4.1	Propustnost vodních par	38
4.4.2	Krátkodobá nasákavost při částečném ponoření	40
4.4.3	Vliv vlhkosti tepelných izolací na jejich tepelnou vodivost	41
5	VÝPOČTOVÁ ČÁST	50
5.1	Fyzikální vztahy použité při výpočtu	50
5.2	Výpočet a výsledky	51
5.3	Vyhodnocení	52
6	ZÁVĚR.....	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ.....	56
	SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH NOREM.....	57
	SEZNAM TABULEK	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	58

PŘÍLOHA č.1 – Tabulka všech naměřených tepelných charakteristik

PŘÍLOHA č.2 – Manuál k přístroji Isomet 2104

PŘÍLOHA č.3 – Technické listy a prohlášení o vlastnostech zkoumaných materiálů

Zkratky používané v textu

EPS	= pěnový (expandovaný) polystyren
ETICS	= vnější kontaktní zateplovací systém (External Thermal Insulation Composite System)
FP	= fenolická pěna
MV	= minerální vlna
PS	= pěnové sklo
PUR	= polyuretan
XPS	= extrudovaný polystyren

Seznam použitých symbolů

α	součinitel délkové teplotní roztažnosti	$[K^{-1}]$
a	součinitel teplotní vodivosti	$[m^2 \cdot s^{-1}]$
A_p	spodní povrchová plocha zkušebního tělesa	$[m^2]$
c	měrná tepelná kapacita	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
c_p	objemová tepelná kapacita	$[J \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}]$
d	tloušťka	$[m], [mm]$
d_t	teoretická tloušťka tepelné izolace	$[mm]$
D	součinitel difúze vodní páry v materiálu	$[m^2 \cdot s^{-1}]$
δ	součinitel difúzní vodivosti materiálu	$[kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-1}]$
δ_a	součinitel difúzní vodivosti vzduchu	$[kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-1}]$
λ	součinitel tepelné vodivosti	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
λ_m	naměřená hodnota součinitele tepelné vodivosti	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
λ_k	charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
λ_d	deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
λ_u	návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
m	hmotnost	$[kg]$
m_H	hmotnostní vlhkost	$[\%]$
m_0	počáteční hmotnost zkušebního tělesa	$[kg]$
m_{24}	hmotnost zkušebního tělesa po 24 h částečného ponoření	$[kg]$
μ	faktor difúzního odporu	$[-]$
ρ	objemová hmotnost	$[kg \cdot m^{-3}]$
ρ_w	objemová hmotnost materiálu ve vlhkém stavu	$[kg \cdot m^{-3}]$
Q	teplo	$[J]$
R	tepelný odpor	$[m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$
R_d	deklarovaný tepelný odpor	$[m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$
σ_{tah}	pevnost v tahu	$[kPa]$
σ_{tlak}	pevnost v tlaku	$[kPa]$
T	termodynamická teplota	$[K]$
ΔT	přírůstek termodynamické teploty	$[K]$
U_{dry}	součinitel prostupu tepla konstrukce se suchou tep. izolací	$[W/m^2 \cdot K]$
U_{wet}	součinitel prostupu tepla konstrukce s vlhkou tep. izolací	$[W/m^2 \cdot K]$
w_p	krátkodobá nasákavost při částečném ponoření	$[kg \cdot m^{-2}]$
w_l	dlouhodobá nasákavost	$[kg \cdot m^{-2}], [\%]$
φ	relativní vlhkost vzduchu	$[\%]$
Φ	absolutní vlhkost vzduchu	$[g \cdot m^{-3}]$

1. Úvod

V dnešní době se klade co největší důraz na zateplení a celkovou energetickou náročnost budov bez rozdílu toho, jestli se jedná o navrhování novostaveb nebo provádění rekonstrukcí. Chceme dosáhnout tepelné pohody v interiéru a co nejnižších energetických ztrát. Cílem je minimalizovat náklady na energie a zároveň chránit životní prostředí. V souvislosti s tímto trendem rostou tepelně technické požadavky na jednotlivé konstrukce domů. Normové hodnoty součinitele prostupu tepla se u jednotlivých konstrukcí snižují. Jednou z těchto konstrukcí je i obvodový plášť, kde se v případě použití kontaktních zateplovacích systému cílí na kvalitu a tloušťku daného tepelného izolantu. U nízkoenergetických domů není výjimkou tloušťka izolantu přes 200 mm.

S tímto trendem se výrobci v rámci konkurenčního boje snaží dosáhnout nejlepších tepelněizolačních vlastností. Jimi deklarované součinitele prostupu tepla měří v ideálních laboratorních podmínkách. Kde je ale pak v praxi skutečná tepelná vodivost materiálu? Je všeobecně známo, že tepelněizolační vlastnost se s vlhkostí materiálu zhoršuje. Na tepelnou izolaci působí během její životnosti mnoho faktorů, kterými se do materiálu může vlhkost dostat. Tato skutečnost je hlavní motivací pro tuto práci.

Cílem této diplomové práce je seznámit zejména s tepelněizolačními materiály pro kontaktní zateplovací systémy a provést jejich porovnání. Práce se zabývá hlavně tepelně technickými parametry izolantů, proto nás seznámí s tepelně fyzikálními veličinami a jejich měřením. V experimentální části dochází k ověření některých parametrů deklarovaných výrobcem a zjištění vlivu vlhkosti na ně. Výpočtová část zhodnocuje vliv zhoršených tepelně technických vlastností jednotlivých izolantů na tepelnou ztrátu obvodovým pláštěm referenčního objektu.

2. Tepelněizolační materiály

Tepelná izolace je takový materiál, který plní ve stavební konstrukci tepelněizolační funkci. Jelikož tuto funkci v jisté míře plní všechny stavební materiály, tepelněizolační materiál je definovaný jako materiál výrazně omezující šíření tepla. Dle normy musí tepelná izolace splňovat charakteristickou hodnotu součinitele tepelné vodivosti do $0,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Kromě tepelněizolační funkce nás v praxi zajímá několik dalších důležitých vlastností. Jedná se zejména o součinitel difúze pro vodní páru, případně faktor difúzního odporu, dále pak o objemovou hmotnost, pevnost, nasákavost, rozměrovou stabilitu, hořlavost, toxicitu, v neposlední řadě nás zajímá také cena materiálu. Při volbě tepelné izolace musíme podle těchto vlastností určit vhodnost použití v konkrétní situaci. [1]

Tepelné izolace slouží k zateplení celého objektu v širokém spektru stavebních konstrukcí. Zateplují se podlahy, spodní stavba, obvodové stěny, stropy, střechy atp. Nejen z tohoto hlediska nám výrobci poskytují rozsáhlý sortiment výrobků.

2.1 Polystyren

V dnešní době je polystyren jedním nejpoužívanějších izolačních materiálů. Je to hlavně z důvodu cenové dostupnosti v kombinaci s jeho tepelněizolačními parametry a také díky široké škále použití. Vyrábí se ve dvou základních druzích – expandovaný polystyren (EPS) a extrudovaný polystyren (XPS). Tyto typy se liší jak výrobní technologií, tak zejména svými vlastnostmi.



Obr. 1: Expandovaný polystyren [2]

2.1.1 Výroba

Primární surovinou pro výrobu pěnového neboli expandovaného polystyrenu je zpěňovatelný polystyren, který je dodáván do výroby ve formě malých kuliček – tzv. perlí. Vyrábí se polymerací monomeru styrenu a je dodáván výrobcům v různých velikostech od 0,3 mm do 3 mm, v závislosti na konkrétní aplikaci. Tyto perle obsahují zpravidla také 4 - 7 % pentanu, který slouží jako nadouvadlo. Samotný pěnový polystyren pak vzniká předpěněním těchto perlí působením syté vodní páry o teplotě nad 90 °C v předpěňovacích zařízeních. Díky pentanu, který má bod varu 37 °C, se perle během tohoto procesu zvětší na dvacet až padesátinásobek původního objemu. V napěněných granulích vzniká uzavřená buněčná struktura. Výsledné vlastnosti jsou závislé na době působení vodní páry. Sypná hmotnost perlí musí být stejná, jako požadovaná objemová hmotnost vyráběného pěnového polystyrenu.

Po napěnění perlí následuje meziuskladnění v provzdušňovaných silech, kdy dochází ke stabilizaci vzniklých granulí. Dochází ke zchlazení, ve vypěněných perlích vzniká podtlak, který se po čase v silech difúzí vzduchu vyrovnává. Zároveň se odvádí přebytečná vlhkost, perle získávají větší mechanickou pružnost a zlepšuje se jejich zpracovatelnost. Předpěněné granule získávají odpovídající stabilitu. Předpěněné a vyzrálé perle mohou být dále různě zpracovávány na konečné výrobky.

Nejčastějším způsobem je následná výroba bloků a řezání na desky. Předpěněné perle se dále vypěňují v kovových formách tvaru kvádrů, jehož stěny jsou opatřeny tryskami na páru. Dalším působením vodní páry perle změkknou a dále expandují. V uzavřeném prostoru formy dochází k vzájemnému spojení perlí a vytvoření kompaktního bloku. Bloky jsou nakonec rozřezány pomocí horkého odporového drátu na jednotlivé desky o požadované velikosti.

Styren i pentan používané při výrobě pěnového polystyrenu jsou látky běžně se vyskytující v přírodě. Styren se vyskytuje v mnoha potravinách a pentan se vytváří například v zažívacích systémech zvířat nebo při rozkladu rostlinného materiálu působením mikroorganismů. Obě tyto látky se pro průmyslové využití vyrábějí z ropy. [1] [2] [3] [4] [5]

2.1.2 Vlastnosti a použití

Nejdůležitější vlastností expandovaného polystyrenu je nízká tepelná vodivost. Součinitel tepelné vodivosti se pohybuje mezi 0,028-0,045 W·m⁻¹·K⁻¹. Závisí zejména na objemové hmotnosti, která se pohybuje v rozmezí 10-35 kg·m⁻³. Jeho póry, které jsou vyplněné vzduchem, zaujímají z celkové hmoty cca 98 %.

Expandovaný polystyren se označuje zkratkou EPS a číslem, které vyjadřuje napětí v kPa při 10 % stlačení.

Materiál odolává běžnému chemickému namáhání stavebních hmot, cementu, vápnu. Neodolává rozpouštědlům, dehtům, pohonným hmotám, uhlovodíkům apod. Snáší i obvyklé biologické namáhání, tudíž nepodléhá plísním ani hnilobě či biologickým škůdcům.

Z hlediska požární bezpečnosti má polystyren třídu reakce na oheň E. Přestože se do stavebních konstrukcí dodává v samozhášivé podobě a obsahuje tzv. retardéry hoření způsobující, že při odstranění zdroje hoření materiál sám uhasne, je požární odolnost polystyrenu nevýhodou. Při aplikaci fasádního polystyrenu u vyšších budov je jeho použití limitováno např. výškou a nutností provedení požárních pásů z nehořlavých izolantů. Z tohoto důvodu se přistupuje k aplikaci dvou různých typů izolantů, což v praxi může znamenat složitější pracovní postupy a později dokonce případný vznik poruch. [2] [4]

2.1.3 Extrudovaný polystyren

Extrudovaný polystyren označovaný jako XPS se od klasického expandovaného polystyrenu liší způsobem výroby a následně i svými vlastnostmi. Tento typ polystyrenu je dražší než EPS, většinou má lepší tepelněizolační a mechanické vlastnosti, je nenasákavý. Tyto rozdíly jsou způsobeny odlišným výrobním procesem a jinou strukturou materiálu.

Na rozdíl od expandovaného polystyrenu dochází při výrobním procesu k extruzi neboli vytlačování roztaveného polystyrenového granulátu do forem společně s nadouvadly a dalšími přísadami, kde následně během procesu ochlazování tato hmota expanduje. Vzniká izolační tvrdá pěna s uzavřenou homogenní strukturou buněk.

Díky nenasákavosti a větší pevnosti si extrudovaný polystyren našel využití zejména při zateplení spodní stavby a soklů. [6]

2.2 Minerální vlna

Minerální vlna je obecný název pro anorganické tepelněizolační materiály vyrobené z vláken. Minerální vlny lze rozdělit do podskupiny podle toho, z jakých surovin jsou vyráběny, zdali jde o kamennou, skelnou či struskovou vlnu. Výrobní proces je však u těchto materiálů obdobný. Vlna se řadí mezi přírodní a recyklovatelné materiály. [7]

2.2.1 Výroba

Mezi základní vstupní suroviny patří čedič, gabro, diabas, ale i například struska a vápenec. V případě skelné vlny jsou hlavní surovinou skelné střepy. Proces výroby začíná

umístěním těchto surovin do speciálních kopulových tavných pecí, ať už koksových nebo elektrických, kde se pohybuje teplota okolo 1400-1500 °C. Při této teplotě se suroviny taví.

Vzniklá tavenina se vypouští do rozvláknovací komory na protiběžná kola otáčející se rychlostí několika tisíc otáček za minutu. Kotouč rozstříkuje taveninu, vzniká rozvlákněný paprsek. Ten je současně ochlazován a unášen proudem vzduchu do usazovací komory. V průběhu tvorby vláken dochází ke vstřikování pojiv a přísad, které upravují výsledné technické vlastnosti. Jde například o hydrofobizační přísady nebo lubrikační oleje snižující lámavost jednotlivých vláken.

V usazovací komoře se vytváří koberec vlny, který putuje pomocí unášecího pásu přes vytvrzovací komoru ke slisování. Ve vytvrzovací komoře dochází při teplotě 200 °C k plné polymerizaci syntetické pryskyřice a stabilizaci materiálu.

Následuje lisování, které probíhá podle požadované objemové hmotnosti konečného výrobku a současně vytváří potřebnou výslednou tloušťku výrobku. Pomocí pásových výrobních linek vzniká obvykle 4 m široký a nekonečně dlouhý koberec minerální vlny, který lze v dělicí komoře formátovat pomocí okružních pil a jiných řezacích zařízení do požadovaných rozměrů.

Výsledné produkty jsou většinou baleny do smršťovacích fólií a následně expedovány.
[1] [8]



Obr. 2: Minerální vlna Isover TF Profi [9]

2.2.2 Vlastnosti a použití

Tepelné izolace z minerální vlny mají součinitel tepelné vodivosti v rozsahu od 0,035 do 0,076 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$. Objemová hmotnost výsledné minerální vlny se pohybuje od 30 do 200 $kg \cdot m^{-3}$. Minerální vlna je dobře propustná pro vodní páry. Materiál je nehořlavý nebo téměř nehořlavý s třídou reakce na oheň A1, respektive A2, podle konkrétního výrobku, tudíž

výhodný z hlediska požární odolnosti. Snáší vysoké teploty až +700 °C se zachováním svých mechanických vlastností, proto se dají využívat i jako tepelné izolace vysokoteplotních médií. Další významnou vlastností materiálů je odolnost proti obvyklému chemickému a biologickému namáhání.

Při manipulaci s materiálem může docházet k uvolňování drobných vláken, která mohou způsobit v kontaktu s očima, pokožkou nebo dýchacím systémem dočasné mechanické podráždění. Z toho důvodu je doporučeno při zacházení s minerální vlnou používání ochranných pomůcek jako jsou respirátory, ochranné brýle a rukavice.

Minerální vlna může sloužit jako tepelná, akustická či požární izolace. Jako tepelná izolace se nejčastěji používá k zateplení střech, stěn a rozvodů potrubí. [1] [4]

2.3 Pěnový polyuretan

Polyuretan je makromolekulární izolační materiál převážně na organické bázi. Řadí se mezi nejúčinnější tepelné izolace s dobrými tepelně vlhkostními parametry. V praxi se můžeme setkat se dvěma základními typy pěnových polyuretanů, jedná se o měkkou a tvrdou polyuretanovou pěnu. Měkká pěna je známá pod označením molitan. Ve stavebnictví se však používá především tvrdá polyuretanová pěna označovaná zkratkou PUR. [1] [4]

2.3.1 Výroba

Polyuretany se získávají chemickou reakcí mezi vícesytnými alkoholy a izokyanáty za přítomnosti nadouadel, aktivátorů, katalyzátorů, stabilizátorů a mj. také retardérů hoření. Dochází k exotermní adiční reakci, při které dochází k napěnění. Při napěnění dochází k tvorbě buněčné struktury s převážně uzavřenými buňkami. Suroviny pro výrobu polyuretanu se nalévají do forem, v případě sendvičových panelů mezi jednotlivé vrstvy, anebo dochází k volnému vypěnění při konkrétní aplikaci. K vytvrzování dochází pomocí vzdušné vlhkosti. [1] [4]

2.3.2 Vlastnosti a použití

Polyuretan lze vyrábět v širokém rozmezí objemových hmotností, které závisí na podílu nadouadel. Nejčastěji se však polyuretan dodává o objemové hmotnosti 30-60 kg·m⁻³. Jak již bylo zmíněno, polyuretan je jedním z nejvíce efektivních tepelných izolantů. Jeho součinitel tepelné vodivosti je 0,022-0,025 W·m⁻¹·K⁻¹ pro desky a 0,028-0,050 W·m⁻¹·K⁻¹ pro pěny. PUR má dobrou chemickou odolnost, odolává kyselinám, louhům, organickým rozpouštědlům, olejům, bakteriím, plísním, mikroorganismům. Působením UV záření a povětrnostními vlivy polyuretan hnědne a degraduje.

Polyuretan má velmi široké spektrum využití. Polyuretanové desky se používají pro vnější i vnitřní zateplení stěn, zateplení podlah a stropů. Stříkaný polyuretan se aplikuje na střechy a do půdních prostor. V dnešní době se vyrábějí také speciální systémové desky pro zateplení střech, nejčastěji jako nadkroevní tepelná izolace. Ve formě sendvičových panelů se pak provádí například tepelněizolační opláštění skladovacích hal.

Příbuzným materiálem pěnového polyuretanu je polyizokyanurátová pěna (PIR), která má podobné vlastnosti. Rozdíl je ve vytvořených vazbách materiálu, PIR je tvořen kombinací uretanových a izokyanurátových vazeb, kdežto PUR obsahuje především vazby uretanové. [4] [10]

2.4 Fenolická pěna

Fenolická pěna je používána přibližně od 80. let minulého století. Dříve se jednalo o materiál na bázi močovino-formaldehydových pryskyřic. Jednalo se o tepelné izolace prodávané např. pod obchodním názvem Porofen. Porofen se používal mimo jiné jako tepelněizolační vrstva v panelech. Dnes se fenolická pěna používá hlavně díky velmi nízkému součiniteli tepelné vodivosti. [11]



Obr. 3: Desky z fenolické pěny společnosti Kingspan [12]

2.4.1 Výroba

Výroba desek z fenolické pěny probíhá kontinuálním dotvářením tekuté směsi fenol-formaldehydového polymeru. Mezi dva stavitelné válce se vkládá netkaná textilie na bázi skla nebo reflexní hliníková fólie, která tvoří výsledný povrch desky. Mezi textilií, resp. fólií je pak aplikována tekutá fenolická směs.

Vzniklé souvrství je dále unášeno válci, dochází k nabývání a později k vytvrzování hmoty. Napěnění je založeno na podobném principu jako u polyuretanů, proto se často můžeme setkat s výrobcí, kteří vyrábí oba tyto materiály současně. Pro napěnění se využívají plyny na bázi uhlovodíků, propany, butany, hexany atd.

Na konci výrobního procesu vzniká nekonečná tuhá deska určité tloušťky, která je následně katrem řezána na požadovaný plošný rozměr.

2.4.2 Vlastnosti a použití

Fenolická pěna je podobně jako polyuretan jednou z nejúčinnějších tepelných izolací. Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti dosahuje hodnoty až $0,020 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. S použitím fenolické pěny proto dosahujeme nejmenší tloušťky zateplení při splnění potřebných tepelněizolačních parametrů. Požární odolnost je na dobré úrovni. Reakce materiálu na oheň je klasifikována jako třída C, protože je téměř nemožné ji zapálit. Plamen se šíří minimálně se zanedbatelným vznikem kouře a nízkou produkcí toxických plynů. Negativní vlastností fenolických pěn je jejich relativně vysoká nasákavost a vyšší cena.

Fenolická pěna se díky své tepelněizolační schopnosti používá v detailech kontaktních zateplovacích systémů, zejména pak v ostěních a nadpražích oken, kde je často požadována malá tloušťka izolantu ať už z důvodu úzkých rámců či kvůli snaze co nejmenšího omezení míry denního osvětlení. Dále se fenolická pěna používá při zateplení podlah, teras, lodžii, balkónů a střech. [13]

2.5 Pěnové sklo

Pěnové sklo patří ke speciálním tepelně izolačním materiálům. Jedná se o anorganický vysoce pórovitý materiál. Na trhu tepelných izolací se vyznačuje především díky svým specifickým vlastnostem.



Obr. 4: Deska z pěnového skla společnosti Foamglas [14]

2.5.1 Výroba

Způsob výroby spočívá ve využití odpadního skla různé kvality. Nejprve dochází ke třídění skla. Pro výrobu se používá malých střepů, zbytek je odvážen do skláren pro další zpracování. Malé střepy se následně drtí na jemnou mouku, do které se přimíchává uhelný prach. Tato směs se ve formách umísťuje do pecí, kde se taví při teplotě okolo 1000 °C. Uhelne částice oxidují a vzniká CO₂ způsobující vznik bublin v tavenině. Dochází až ke dvacetinásobnému napěnění hmoty a vzniku pórovité pěnové struktury. Na závěr dochází k pozvolnému chladnutí. Velikost produktu je omezena velikostí forem. [11] [15]

2.5.2 Vlastnosti a použití

Tepelněizolační schopnost pěnového skla je podobná běžným tepelným izolacím, součinitel prostupu tepla se pohybuje v rozmezí 0,035-0,055 W·m⁻¹·K⁻¹. Pěnové sklo se vyznačuje vysokou mechanickou pevností (0,6-1,6 MPa), a proto se hodí pro tepelné izolace tlakem namáhaných konstrukcí. Přesto je to materiál křehký a dobře opracovatelný. Je nehořlavé, neumožňuje šíření plamene, tudíž má dobré vlastnosti i z hlediska požární odolnosti. Je odolné vůči mikroorganismům, živočišným škůdcům, ropným produktům, ředidlům a běžným kyselinám s výjimkou fluorovodíku. Pěnové sklo se vyznačuje vysokou stabilitou vlastností. Pěnové sklo neztrácí časem své mechanické a tepelně technické vlastnosti, stejně tak má i vysokou objemovou stabilitu. Materiál má vysokou životnost. Pěnové sklo není propustné pro vodní páry. Jeho kladné vlastnosti jsou však vyváženy jeho vysokou cenou a z tohoto důvodu není úplně konkurenceschopné.

Pěnové sklo se využívá při zateplení střech, stěn, podlah a podhledů. Jeho vysoká pevnost se uplatňuje při přerušení tepelných mostů mezi základovými pasy a zdivem, v drcené podobě se dává také jako podsyp pod základovou desku. [4] [11]

2.6 Ostatní

2.6.1 Celulóza

Tepelná izolace z celulózových vláken vzniká recyklací starého novinového papíru. Výroba spočívá v rozevření a rozvláknění novinového papíru, čímž je získáváno tzv. celulózové vlákno. Vlákno je následně smícháváno s přísadami zajišťujícími odolnost proti hnilobě, požáru a hlodavcům.

Celulóza se používá zejména pro zateplení dřevostaveb, kde je aplikována buď foukáním za sucha nebo formou nástřiků. Foukáním se dopravuje celulóza do stavebních konstrukcí, dutin a špatně přístupných míst. Pro dosažení potřebného zateplení konstrukce je

třeba počítat se sedáním materiálu asi 10 %. Nástřík je tvořen celulózovou izolací smíchanou s vodou či lepidlem. Aplikace nástříkem se provádí při zateplení stěn.

Podle způsobu aplikace se odvíjí i součinitel tepelné vodivosti, který se pohybuje od $0,035-0,042 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Výhodou je nízký difúzní odpor a vyšší měrná tepelná kapacita. [16]

2.6.2 Dřevovláknité desky

Základní surovinou pro výrobu dřevovláknitých desek je měkké dřevo z jehličnatých stromů. V první fázi dochází ke zpracování dřeva na dřevní štěpku, která se následně pomocí vodní páry změkčuje a mezi ocelovými kotouči rozvláknuje. Rozvlákněná surovina se pak lisuje a získává výsledný tvar desek.

Podobně jako celulózová izolace jsou dřevovláknité desky materiálem na přírodní bázi. Jsou tedy ekologicky šetrné. Stejně tak se vyznačují dobrou paropropustností vysokou tepelnou kapacitou a výbornými akustickými vlastnostmi. Tepelná vodivost se pohybuje v rozmezí $0,038-0,050 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Nevýhodou dřevovláknitých desek je značná nasákavost a následné objemové změny. V konstrukcích se používají pro izolaci podlah, střech, stěn a stropů [16]

2.6.3 Korek

Korek se využívá pro tepelné izolace ve formě desek. Základní surovinou pro výrobu korkových desek je kůra z korkového dubu, která se odřezává z živého stromu, na kterém se opět tvoří po čase nová. Kůra se drtí na korkový šrot o velikosti zrn 2-5 mm, které se následně nechávají při $350 \text{ }^\circ\text{C}$ v autoklávu expandovat. Vznikají zrna o velikosti 3-12 mm. Při výrobě desek je expandující korek stlačován do výsledných bloků. Jednotlivá zrna jsou stmelená pryskyřicí uvolněnou ze samotné suroviny.

Jedná se o přírodní materiál, který se zároveň řadí mezi obnovitelné zdroje. Korek vykazuje dobré akustické a tepelně izolační vlastnosti, má vysokou pevnost v tlaku. Je velmi lehký a vysoce pružný. Nevýhodou je jeho vyšší cena, jelikož se musí dovážet.

Používá se pro zateplení stěn, podlah a střech. Aplikuje se ve formě desek nebo podobně jako celulóza formou výplní v dutinách konstrukcí. [13] [16]

2.6.4 Konopí

Konopné izolace jsou vyráběny z pazdeří a vláken konopných rostlin. Podle konkrétních výrobků jsou do nich přidávány další přísady jako bramborový škrob, vodní sklo, uhličitán sodný nebo boritá sůl jako zpomalovač hoření.

Izolace z konopí poskytují dobré akustické a tepelněizolační vlastnosti, současně dobře propouští vodní páry. Jelikož jsou vlákna hořká a neobsahuje proteiny, nepřitahují hlodavce ani hmyz.

Materiál je nejčastěji dodáván ve formě rolí či desek. Možná je i aplikace vláken bez pojiva formou foukané izolace. Konopnou izolací se zateplují střechy, stropní konstrukce a stěny. Nesmí být ale zatěžována a aplikována tam, kde by mohla přijít do kontaktu s vlhkostí. [13] [17]

2.6.5 Ovčí vlna

Ovčí vlna je známá zejména kvůli svému širokému využití v textilním průmyslu, její využití je možné ale i ve stavebnictví ve formě tepelné izolace. Patří do skupiny obnovitelných zdrojů energie. Jak již název prozrazuje, získává se ze srsti ovcí.

Její specifickou vlastností je schopnost absorbovat vzdušnou vlhkost v míře až 33 % vlastní hmotnosti, aniž by přitom došlo ke ztrátě její tepelněizolační vlastnosti. Dokáže tak regulovat vlhkost v místnosti. Kromě tepelněizolačních vlastností má dobré i zvukové vlastnosti. Díky vlhkosti a obsahu CO₂ je těžce hořlavá. Na druhou stranu je náchylná na biologickou degradaci. Největším nepřítelem jsou moli, kvůli kterým se musí do materiálu přidávat speciální přísady.

Aplikuje se ve formě plstí, rohoží nebo pružných měkkých desek jako izolace stropů, střech a stěn. [15] [16]

2.7 Základní charakteristiky tepelných izolací

Pro výběr správného tepelného izolantu, pro srovnání tepelných izolací obecně, ale i například pro tepelně technické výpočty je nezbytné mít k dispozici alespoň základní fyzikální parametry materiálů. Tyto parametry by měl uvádět každý výrobce pro konkrétní materiál zvlášť. V případech zejména pro potřeby výpočtů, kdy podklady od výrobce nemáme, je možné některé tyto parametry převzít z tabulek uvedených v normě.

2.7.1 Součinitel tepelné vodivosti

Součinitel tepelné vodivosti je jedním z nejdůležitějších a také nejsledovanějších parametrů charakterizující tepelné izolace. Jedná se o údaj, který nám udává schopnost stejnorodého materiálu vést teplo. Je definovaný jako množství tepla, které projde za jednotku času plochou homogenního materiálu o velikosti 1 m² do vzdálenosti 1 m při teplotním rozdílu 1 K.

$$\lambda = - \frac{\vec{q}}{\text{grad } T}$$

λ součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

q hustota ustáleného tepelného toku sdílená vedením stejnorodým materiálem
[$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$]

grad T gradient teploty [$\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$]

Součinitel tepelné vodivosti materiálu závisí v praxi na mnoha faktorech, např. na vlhkosti, objemové hmotnosti (pórovitosti), střední teplotě, tloušťce, struktuře atd.

Při výpočtech rozlišujeme hodnoty součinitele tepelné vodivosti jako je deklarovaná hodnota, charakteristická, návrhová, popř. naměřená hodnota součinitele prostupu tepla. [18]
[19]

➤ Naměřená hodnota součinitele tepelné vodivosti

Naměřená hodnota λ_m je taková hodnota, která se statisticky vyhodnotí ze všech naměřených hodnot získaných dostatečným počtem zkoušek. Je závislá na referenčních podmínkách při měření a na vlhkosti materiálu. Pokud tyto podmínky a vlhkost materiálu určují vlastnost materiálu zabudovaného v konstrukci, může se tato hodnota použít přímo do výpočtu. [18]

➤ Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti

Charakteristická hodnota λ_k je měřena při sorpční vlhkosti materiálu, která je stanovená podmínkami odpovídajícími teplotě vzduchu 23 ± 2 °C a relativní vlhkosti vzduchu 80 ± 3 %. Vlhkost materiálu při těchto podmínkách je označována jako charakteristická hmotnostní vlhkost $u_{23/80}$. Kromě laboratorního měření lze charakteristickou hodnotu získat výpočtem z deklarované hodnoty nebo převzetím z tabulek v normě ČSN 73 0540-3. Charakteristická hodnota slouží jako podklad pro výpočet návrhové hodnoty součinitele tepelné vodivosti. [18]

➤ Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti

Deklarovaná hodnota λ_d je hodnota udávaná výrobcem stanovená na základě příslušné výrobní normy za určitých podmínek. Hodnota je měřena v suchém stavu nebo při neustálené vlhkosti materiálu. Podmínky zkoušení jsou definované střední teplotou $10 \pm 0,3$ °C a vlhkostí zkušebních vzorků. Zkušební tělesa musí být před zkouškou kondicionována podle daných podmínek specifikovaných normou. Pro jednotlivé tepelněizolační materiály se postupuje trochu odlišně, postupy jsou uvedeny v normách ČSN EN 13 162 až ČSN EN 13 171. [18]

➤ Návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti

Návrhová neboli výpočtová hodnota označovaná λ_u se užívá při tepelně technických výpočtech, zajišťuje bezpečný návrh z hlediska tepelné techniky. Návrhovou hodnotu součinitele tepelné vodivosti lze získat z tabulek uvedených v normě ČSN 73 0540-3 nebo výpočtem na základě charakteristického součinitele tepelné vodivosti. Podle způsobu stanovení se návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti může lišit. Přímé určení návrhové hodnoty z tabulek uvedených v normě je rychlejší a jednodušší způsob. Tabulkové hodnoty jsou však výrazně na straně bezpečnosti a hodnoty pro některé materiály nemusí být v tabulkách uvedeny. Návrhová hodnota stanovená výpočtem z hodnoty charakteristické je pak přesnější.

2.7.2 Tepelný odpor

Tepelný odpor je podobně jako tepelná vodivost tepelněizolační vlastnost materiálu, která je již vztažená k tloušťce dané vrstvy materiálu. Vyjadřuje, jakou plochou vrstvy materiálu (případně souvrství) a při jaké změně teplot dojde při tepelném toku 1 W. Čím vyšší tepelný odpor vrstvy, tím větší jsou její tepelněizolační schopnost. [13]

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

Rtepelný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

dtloušťka vrstvy [m]

λ součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

2.7.3 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita vyjadřuje množství tepelné energie, které je potřeba dodat při stálém tlaku a definované vlhkosti k ohřátí 1 kg látky o 1 K. Popisuje schopnost materiálu absorbovat teplo v závislosti na jeho hmotnosti.

Měřením měrné tepelné kapacity materiálů se zabývá vědní obor nazývaný kalorimetrie. Kolik tepla pohltí daný materiál, záleží hlavně na jeho mikrostruktuře a hustotě. Měrnou tepelnou kapacitu může ovlivnit také teplota a vlhkost materiálu.

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

c měrná tepelná kapacita [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Q teplo dodané tělesu [J]

m hmotnost tělesa [kg]

ΔT přírůstek termodynamické teploty tělesa [K]

2.7.4 Faktor difúzního odporu

Faktor difúzního odporu charakterizuje nejen u tepelných izolací materiál z hlediska propustnosti vodních par difúzí. Vyjadřuje poměr difúzního odporu mezi daným materiálem a vzduchem o stejné tloušťce vrstvy při definovaných podmínkách. Prakticky jde o hodnotu udávající, kolikrát má konkrétní materiál horší propustnost vodních par nežli vrstva vzduchu o téže tloušťce.

$$\mu = \frac{\delta_a}{\delta}$$

μfaktor difúzního odporu [-]

δ_asoučinitel difúzní vodivosti vzduchu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$]

δsoučinitel difúzní vodivosti materiálu [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$]

2.7.5 Nasákavost

Přítomnost vlhkosti v materiálu je v zásadě pro jakýkoliv druh tepelněizolačního materiálu nežádoucí. Absorpce vody je vždy spojená se zvýšením tepelné vodivosti materiálu, jelikož tepelná vodivost vody je za normálních podmínek přibližně 20x vyšší než tepelná vodivost vzduchu.

Nasákavost je fyzikální veličina vyjadřující schopnost materiálu pohlcovat vodu. U tepelných izolací je obzvlášť důležitá, protože pokud tepelná izolace ve stavební konstrukci přijde do kontaktu s vodou, dojde k výraznému zhoršení její tepelněizolační schopnosti.

Z pohledu evropských norem rozlišujeme pro tepelněizolační výrobky nasákavost krátkodobou při částečném ponoření a nasákavost dlouhodobou při částečném nebo úplném ponoření.

- krátkodobá nasákavost při částečném ponoření – $w_p \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$
- dlouhodobá nasákavost při částečném ponoření – $w_{lp} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$
- dlouhodobá nasákavost při úplném ponoření – $w_{lt} [\%]$

2.7.6 Třída reakce na oheň

Třída reakce na oheň je klasifikace daného materiálu podle jeho vlivu na vznik a šíření požáru. Jinými slovy nám tato klasifikace říká, zda a jakým způsobem stavební hmoty a výrobky přispívají k šíření požáru. Charakterizuje, jak rychle materiál hoří a kolik tepla při tom uvolňuje. [20]

Třídy reakce na oheň se stanovují na základě zkušebních metod dle příslušných norem. Celkem rozlišujeme sedm tříd – A1, A2, B, C, D, E, F, kde třídy A1, A2 představují nehořlavé výrobky, třídy B až F pak výrobky s postupně rostoucí hořlavostí.

Z pohledu požární bezpečnosti musí být tepelný izolant pro vnější kontaktní systémy alespoň třídy reakce na oheň E. Tento požadavek se týká zejména fasádních polystyrenů, které se dnes dodávají s přidáním retardéry hoření nebo se samozhášivou úpravou. Pro samotný kontaktní zateplovací systém jako celek musí být pak splněna třída reakce na oheň B v ploše a třída reakce na oheň A1 nebo A2 v případě požárních pásů.

2.7.7 Teplotní stabilita

V praxi je odolnost vůči extrémním teplotám důležitá zejména pro tepelněizolační materiály, které přichází do kontaktu s horkým asfaltem, popř. které jsou používány k izolaci horkých potrubí apod.

Kromě toho je rozhodující teplotní stabilita při dlouhodobějším působení vyšších teplot. Mnoho materiálů dokáže vzdorovat vysokým teplotám pouze krátkodobě. Při dlouhodobějším vystavení extrémním teplotám může dojít k deformacím, ke ztrátě materiálových vlastností a celkové degradaci materiálu. Z tohoto důvodu většina výrobců udává limitní teploty, kterým může být materiál vystavován při zachování jeho původních vlastností. [13]

2.7.8 Rozměrová stabilita, teplotní roztažnost

U veškerých materiálů dochází k významným objemovým změnám v důsledku teplotních výkyvů způsobených během střídání ročních období nebo okolnostmi souvisejícími s jejich uplatněním. Tyto rozměrové změny jsou většinou vratné. Tepelné izolace na bázi polymerů mají při rozdílu teplot podstatně větší objemové změny nežli anorganické izolační materiály.

Chování materiálu při změně teplot popisuje jeho koeficient délkové teplotní roztažnosti α [K^{-1}]. Vyjadřuje změnu délky v metrech na metr délky materiálu při změně teploty o 1 K. [13]

2.8 Vliv vlhkosti na tepelněizolační vlastnosti

Obecně je známo, že vlhkost obsažená v pórovitém materiálu zhoršuje jeho tepelněizolační schopnost. Je to dáno vysokým součinitelem tepelné vodivosti vody, který je přibližně 20x větší než u vzduchu. Jelikož se pórovité materiály prakticky v absolutně suchém stavu nevyskytují, vždy v sobě mají nějakou vlhkost, je nutné tento fakt zohledňovat při výrobě materiálů a zejména pak při jejich aplikaci. Zejména pro tepelné izolace je jakákoliv voda

obsažená v materiálu nežádoucí. Voda se do materiálu může dostat různými způsoby a její obsah se v průběhu doby její životnosti mění. [13]

2.8.1 Formy vlhkosti

Voda se v materiálu může vyskytovat v různých podobách jako:

- **voda volná**, která vyplňuje velké póry a dutiny,
- **voda fyzikálně vázaná** přes Van der Waalsovy síly,
- **kapilární voda** obsažená v malých pórech a kapilárách,
- **adsorbovaná voda** pokrývá stěny porézního prostoru,
- **chemicky vázaná voda** je součástí základní mřížky materiálů. [15]

2.8.2 Rozdělení vlhkosti podle jejího zdroje

Vlhkost obsaženou v materiálu rozlišujeme podle zdrojů vlhkosti na:

- **vlhkost výrobní** (technologická vlhkost) danou mokrým technologickým procesem při výrobě či aplikaci materiálu,
- **vlhkost zemní** transportovanou principem kapilárního vztlínání, popř. přímo ze zeminy v důsledku nefunkční hydroizolace,
- **sorpční vlhkost** získávanou z vlhkého vzduchu,
- **srážkovou vodu**,
- **zkondenzovanou vodu** vznikající srážením vodních par v konstrukci v důsledku změn teplot,
- **provozní vlhkost** danou povahou a využitím prostoru (koupelny, chladírny, mokré průmyslové provozy apod.). [15]

3. Vnější kontaktní zateplovací systém

Obecně lze říci, že pro zateplování obvodových plášťů se dnes v zásadě používají dva způsoby zateplení. Prvním a zároveň častějším způsobem je provedení tzv. kontaktního zateplovacího systému. Druhou možností jsou pak provětrávané fasády neboli nekontaktní tepelně izolační systémy. Oba způsoby zateplování mají své výhody a nevýhody.

Vnější kontaktní zateplovací systém, mezinárodně označovaný zkratkou ETICS (External thermal insulation composite system), zahrnuje tepelněizolační skladbu nalepenou přímo na povrch zateplovaného obvodového pláště. Nekontaktní systémy mají mezi fasádní vrstvou a tepelněizolační vrstvou vytvořenou větranou mezeru pro odvod difundujících vodních par. Výhodami ETICS jsou menší tepelné mosty kotvícími prvky, nižší cena a menší tloušťka výsledné obvodové konstrukce. Naopak mezi nevýhody patří horší difúzní vlastnosti. [21]

3.1 Souvrství

Jak již bylo zmíněno, ETICS je souvrství, které je tvořeno jednotlivými materiály. Každý materiál v souvrství, respektive každá vrstva, plní ve skladbě ETICS svou určitou funkci. Pokud chceme zaručit co největší trvanlivost a životnost, musí být tyto materiály vhodně zvolené a musí být mezi sebou kompatibilní. Neméně důležité je pak i správné provedení jednotlivých vrstev podle technologického předpisu výrobce, které je nedílnou součástí certifikovaného systému. Z hlediska dosažení co největší kvality je dnes ETICS dodáván jako jednotný certifikovaný systém obsahující nejméně tyto specifikované součásti:

- **lepící hmotu,**
- **mechanické kotvící prostředky,**
- **tepelněizolační materiál,**
- **základní vrstvu s výztuží,**
- **konečnou povrchovou úpravu.**

3.1.1 **Přípevnění k podkladu**

Vnější kontaktní zateplovací systém je na obvodové konstrukci neustále vystaven různým zatížením. Proto je důležité připevnit ho k zateplovanému podkladu tak, aby během své životnosti nedošlo ke ztrátě mechanické stability nebo vzniku poruch. K podkladu se připevňuje pouze tepelná izolace.

Mezi typické zatížení zateplovacího systému patří:

- vlastní hmotnost – vzniká smykové napětí, jehož velikost závisí na hmotnosti tepelné izolace a ostatních vrstev v systému,

- účinky větru – síly od působení větru způsobují tlakové i tahové účinky závislé na výšce, tvaru, poloze objektu a jeho umístění v zástavbě,
- zatížení vlivem dilatačních pohybů v souvrství – dilatační pohyby jsou způsobeny vlivem změny teploty a vlhkosti, způsobují napětí ve vrstvách.

Dnes jsou kontaktní zateplovací systémy běžně připraveny k podkladu lepením nebo především kombinací lepení s mechanickým kotvením hmoždinkami. Dále existuje připravení kotvicími lištami s bodovým lepením, které může být dokotveno zároveň hmoždinkami.

V praxi si ale většinou mezi způsoby připravení nemůžeme vybírat, jelikož požití jednotlivých způsobů je dáno především stavem podkladu, výškou a polohou budovy. Způsob připravení se volí na základě návrhu a statického posouzení. Na připravení má i vliv použitého zateplovacího systému. Například systém s tepelnou izolací z minerální vlny musí být lepen celoplošně a minerální vlna s podélnou orientací vláken vyžaduje vždy mechanické kotvení hmoždinkami. [17]

3.1.2 Tepelněizolační vrstva

Tepelněizolační vrstva je u kontaktních zateplovacích systémů tvořena deskami z tepelné izolace. Společně s obvodovou konstrukcí stavby plní požadavky na součinitel prostupu tepla, nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce a podílí se na snižování tepelných ztrát celé budovy. Pro zateplování obvodového pláště se používají tepelně izolační desky, které jsou označovány jako fasádní. Nejčastěji se volí tepelná izolace z expandovaného polystyrenu nebo minerálních vláken, ale obecně lze použít i jiné tepelné izolanty jako např. polyuretan, fenolickou pěnu, korkové izolace apod.

3.1.3 Výztužná vrstva

Výztužná vrstva je tvořena stěrkovou hmotou nanesenou na tepelněizolační vrstvu a armovací tkaninou vloženou do stěrkové hmoty. Tato vrstva slouží k zajištění mechanických vlastností, stability a životnosti kontaktního zateplovacího systému. Její hlavní funkcí je zabránit vzniku viditelných trhlin v systému a chránit před mechanickým poškozením.

3.1.4 Konečná povrchová úprava

Provedením konečné povrchové úpravy se má docílit dvou základních funkcí:

- ochranné – povrchová úprava chrání ostatní vrstvy zateplovacího systému před povětrnostními vlivy,
- estetické – dodává obvodovému plášti konečný vzhled (barevnost, struktura)

U kontaktních zateplovacích systémů rozeznáváme dva druhy povrchových úprav – omítky a obklady.

Omítky jsou obecně nejčastější povrchovou úpravou. Při provádění ETICS se hovoří o tzv. tenkovrstvých omítkách, které mají tloušťku do cca 4 mm. Omítky jsou rozhodně neméně důležitou vrstvou v souvrství. Systém ovlivňují nejen svými mechanickými vlastnosti, ale zejména vodotěsností a propustností pro vodní páry. Můžeme je dělit podle objemové hmotnosti, nanášecí tloušťky, zrnitosti, struktury, způsobu aplikace atd. Běžnější je však jejich rozdělení podle použitých pojivových složek. Rozlišujeme omítky akrylátové, silikonové, silikátové a minerální.

Obklady se používají zejména z estetického hlediska. Jedná se zejména keramické obklady nebo obklady na bázi polymerů. Nejčastěji jde o imitaci rezného zdiva či kamene.

4. Experimentální část

Experimentální část ověřuje tepelné a vlhkostní charakteristiky vybraných tepelných izolací, zkoumá vliv vlhkosti prostředí na tepelněizolační vlastnosti materiálů.

V rámci práce byly také provedeny zkoušky propustnosti materiálu pro vodní páry metodami WET-CUP a DRY-CUP, kterými měly být ověřeny difúzní vlastnosti izolací deklarované výrobcem.

Další praktickou částí bylo ověření nasákavosti materiálů. Byla měřena krátkodobá nasákavost za 24 hodin při částečném ponoření na vzorcích vybraných tepelných izolací.

Součástí bylo rovněž zjišťování vlivu vlhkosti tepelných izolací na jejich tepelněizolační parametry. Vzorky materiálů byly postupně uloženy v prostředí s různými relativními vlhkostmi. Na základě jejich přírůstků hmotnosti byl stanovován obsah vlhkosti v materiálu a zároveň byly měřeny jejich tepelné parametry.

4.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je ověřit základní tepelné a vlhkostní parametry u vybraných materiálů a porovnat je s údaji deklarovanými výrobcem. Záměrem je též zjistit chování různých druhů izolantů v prostředí s různou vzdušnou vlhkostí.

4.2 Zkoumané materiály

Pro experimentální část byly vybrány běžné komerčně dostupné tepelné izolace, určené pro kontaktní zateplovací systémy. Testovány byly desky z pěnového polystyrenu, minerální vlny, tvrdé polyuretanové pěny, fenolické pěny a pěnového skla. Pro zkoušky byly použity desky s tloušťkou 100 mm, pokud byly dostupné. V případě polyuretanu a fenolické pěny byly použity desky s tloušťkou 80 mm.

➤ Vybrané materiály v daných tloušťkách

- **pěnový polystyren** – Isover EPS 70F, tl. 100 mm
- **pěnový polystyren s příměsí grafitu** – Isover EPS Greywall Plus, tl. 100 mm
- **minerální vlna s podélným vláknem k rovině desky** – Isover TF Profi tl. 100 mm
- **minerální vlna s kolmým vláknem k rovině desky** – Isover NF 333 tl. 100 mm
- **polyuretanové desky** – TPD – PUR 30/40 tl. 100 mm
- **fenolická pěna** – Kingspan Kooltherm K5 tl. 80 mm
- **pěnové sklo** – Foamglas T4+ tl. 80 mm

Technické listy od výrobců těchto materiálů jsou v Příloze č. 3.



Obr. 5: Zkušební tělesa vybraných materiálů

Přehled vybraných materiálů společně s jejich základními parametry je uveden v tab. 1. Údaje byly převzaty z údajů v technických listech, dodaných výrobcí či prodejci. Technické listy všech testovaných materiálů jsou uvedeny v Příloze č. 3.

Tab. 1: Přehled vybraných tepelných izolací společně s jejich základními parametry udávanými výrobcem

		tloušťka zkoušené desky	objemová hmotnost	součinitel tepelné vodivosti	deklarovaný tepelný odpor	měrná tepelná kapacita	krátkodobá nasákavost	dlouhodobá nasákavost	faktor difúzního odporu	pevnost v tahu kolmo k rovině desky	pevnost v tlaku	reakce na oheň	teplotní odolnost
		d [mm]	ρ [kg/m ³]	λ_d [W/m·K]	R_d [m ² ·K/W]	c [J/kg·K]	w _p [kg/m ²]	w _i	μ [-]	σ_{tah} [kPa]	σ_{tlak} [kPa]	[-]	[°C]
EPS1	Isover EPS 70F fasádní desky z pěnového polystyrenu	100	13,5-18	0,038	2,60	1270 ¹	-	5 %	20-40	100	70 ⁴	E	+80
EPS2	Isover EPS Greywall Plus grafitové fasádní desky se zvýšeným izolačním účinkem	100	13,5-18	0,031	3,25	1270 ¹	-	5 %	20-40	100	-	E	+70
MV1	Isover TF Profi fasádní desky z podélných minerálních vláken	100	140 ¹	0,036	2,75	800	1	3 kg/m ²	1	10	30 ⁴	A1	+200
MV2	Isover NF 333 fasádní desky z kolmých minerálních vláken	100	80 ¹	0,041	2,40	800	1	3 kg/m ²	1	80	-	A1	+200
PUR	TPD-PUR 30/40 tvrdé polyuretanové desky	100	32-35	0,022 ²	-	1500 ¹	1	-	20	150	180	E	-
FP	Kingspan Kooltherm K5 fasádní desky z tvrzené fenolické pěny	80	35	0,020 ³	4,00	1400 ¹	2	-	35	80	100	C	-
PS	Foamglas T4+ desky z pěnového skla	80	115	0,041	-	1000	-	-	∞	150	600	A1	+430

Poznámka: ¹ Hodnota není uváděna přímo výrobcem, byla získána buď z norem nebo přepočtem z jiné hodnoty.

² Jedná se o měřenou hodnotu součinitele tepelné vodivosti.

³ Uvedená hodnota je udávána pro rozmezí tloušťky materiálu d=45-120 mm.

⁴ Napětí v tlaku při 10 % lineární deformaci, resp. při 10 % stlačení.

➤ Orientační cenové porovnání

Pro srovnání vybraných materiálů i z cenového hlediska byly zpracovány dvě referenční skladby (skladba S1, S2), typické pro běžné obvodové konstrukce. Tloušťka tepelné izolace byla volena z dostupných vyráběných tloušťek tak, aby vzájemný rozdíl hodnot součinitele prostupu tepla konstrukcí byl co nejmenší.

Tab. 2: Skladba S1, S2 pro porovnání tepelných izolací

SKLADBA S1	vrstva (od interiéru)		d [mm]	λ [W/m·K]	R_i [m ² ·K/W]
	1	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015
	2	Heluz 25 UNI	250	-	1,180
	3	tepelná izolace	dle konkrétního materiálu		
	4	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015

SKLADBA S2	vrstva (od interiéru)		d [mm]	λ [W/m·K]	R_i [m ² ·K/W]
	1	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015
	2	železobeton	200	1,580	0,127
	3	tepelná izolace	dle konkrétního materiálu		
	4	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015

Tab. 3: Orientační cenové srovnání ve zvolených skladbách obvodové konstrukce S1, S2

		součinitel tepelné vodivosti λ	ekvivalentní tloušťka tepelné izolace d		součinitel prostupu tepla U	cena
		[W/m·K]	skladba	[mm]	[W/m ² ·K]	[Kč/m ²]
EPS1	Isover EPS 70F	≤ 0,039	S1	120	0,224	251
	fasádní desky z pěnového polystyrenu		S2	160	0,226	334
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	≤ 0,031	S1	100	0,217	270
	grafitové fasádní desky se zvýšeným izolačním účinkem		S2	140	0,206	378
MV1	Isover TF Profi	≤ 0,036	S1	100	0,240	440
	fasádní desky z podélných minerálních vláken		S2	140	0,237	616
MV2	Isover NF 333	≤ 0,041	S1	120	0,227	456
	fasádní desky z kolmých minerálních vláken		S2	160	0,236	608
PUR	TPD-PUR 30/40	≤ 0,022	S1	60	0,243	550-640 ¹
	tvrdé polyuretanové desky		S2	90	0,226	710-800 ¹
FP	Kingspan Kooltherm K5	≤ 0,020	S1	60	0,228	513-526 ²
	fasádní desky z tvrzené fenolické pěny		S2	80	0,231	684-701 ²
PS	Foamglas T4+	≤ 0,041	S1	120	0,232	1780 ²
	desky z pěnového skla		S2	160	0,236	2374 ²

Poznámka: Ceny jsou uvedené bez DPH a byly zjištěné k 29.12.2016

¹ Uvedená cena zahrnuje celé souvrství ETICS, přesná cena se odvíjí od zvolené omítky pro daný systém.

² Ceny jsou převzaty od jednotlivých prodejců, výrobce je přímo neudává

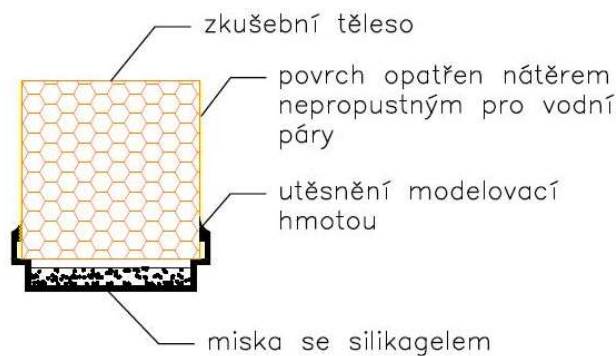
4.3 Měřené veličiny a metody jejich měření

Tato kapitola přibližuje zkoušky a měření prováděné na vybraných tepelných izolacích. Popisuje principy a postupy zjišťování jejich tepelných a vlhkostních parametrů. Informuje o počtu a velikosti zkušebních těles a podmínkách, při kterých byly zkoušky prováděny.

4.3.1 Propustnost vodních par

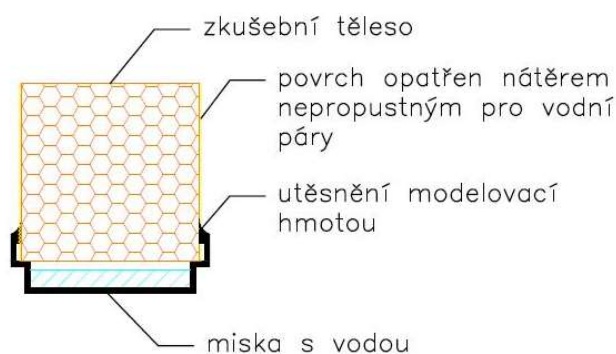
Propustnost vodních par byla měřena na vzorcích o stranách 100×100 mm a výškou vzorku dle tloušťky dané izolace. Každý z vybraných materiálů byl zkoušen v počtu tří vzorků. Ověření difúzních vlastností bylo provedeno dvěma metodami:

- **metoda DRY-CUP** – miska naplněná silikagelem ($\varphi = 2\%$),



Obr. 6: Schéma zkušebního tělesa v misce při metodě DRY-CUP

- **metoda WET-CUP** – miska naplněná vodou ($\varphi = 97\%$).



Obr. 7: Schéma zkušebního tělesa v misce při metodě WET-CUP

Obě metody jsou založené na propouštění vodních par materiálem, při kterém je sledována změna hmotnosti vzorku s miskou v závislosti na čase. Při každé z těchto metod dochází k difundaci vodních par skrze zkoušený vzorek z prostředí o vyšší relativní vlhkosti, resp. z prostředí s vyšším parciálním tlakem vodních par, do prostředí s nižší relativní vlhkostí,

resp. s nižším parciálním tlakem vodních par. U metody DRY-CUP prostupují vodní páry z okolního prostředí vzorkem do misky, u metody WET-CUP je tomu právě naopak.

Příprava zkušebních těles spočívala v umístění vysoušedla nebo vody do misek, které pak byly zaklopeny zkoušeným vzorkem tepelné izolace s dotěsněním plastickou hmotou. Vzorky byly předem připraveny tak, aby byl zajištěn prostup vodních par pouze přes horní a spodní podstavu vzorku. Boční hrany byly opatřeny souvislou nepropustnou vrstvou na bázi silikonového kaučuku u minerální vlny a dvousložkovým epoxidovým lepidlem u ostatních materiálů. Zkušební tělesa byla následně vložena do zkušební komory, kde byla po 24 hodin kondicionována za stálých zkušebních podmínek při teplotě 25 °C a $\phi = 50 \%$. Po 24 hodinách se tělesa zvažila s přesností na setiny gramu. Zkušební tělesa byla takto vážena v pravidelných intervalech do té doby, než se začal výrazně odchylovat přírůstek, respektive úbytek jejich hmotnosti od střední hodnoty.



Obr. 8: Zkušební tělesa jednotlivých tepelných izolací připravená na zkoušky propustnosti vodních par (zleva EPS1, EPS2, MV1, MV2, PUR, FP, PS)

4.3.2 Krátkodobá nasákavost při částečném ponoření

Zkouška byla prováděna na jednom vzorku od každého z vybraných materiálů podle metody A uvedené v normě ČSN EN 1609 dle následujícího postupu. Připravila se zkušební tělesa ve tvaru kvádrů čtvercového průřezu o stranách 200 ± 1 mm, u kterých se vážením stanovila počáteční hmotnost m_0 . Následně byla tělesa vložena do prázdných nádržek s vodou na distanční hranoly a byla zatížena tak, aby zůstala po naplnění nádoby s vodou částečně ponořená. Nádržka se opatrně naplnila vodou tak, aby byla tělesa ponořena 10 ± 2 mm. Po 24 hodinách byla tělesa vyjmuta a umístěna svisle pod 45° na odkapávací mřížku. Po 10 minutách byla zvažena jejich hmotnost m_{24} .

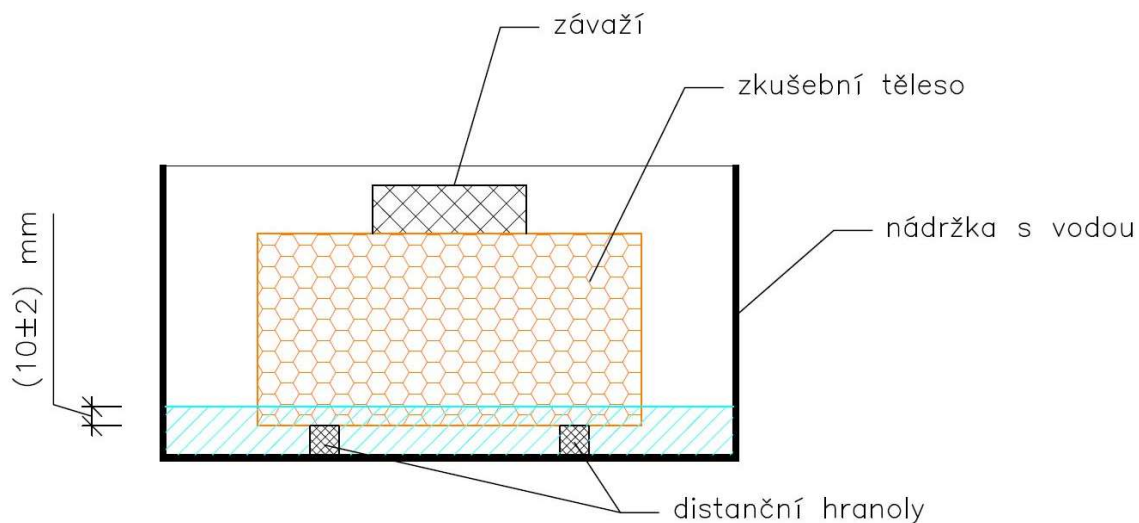
Jejich krátkodobá nasákavost při částečném ponoření byla vypočtena podle následujícího vztahu:

$$w_p = \frac{m_{24} - m_0}{A_p} \quad \left[\frac{kg}{m^2} \right]$$

m_{24} hmotnost zkušební tělesa po 24 h částečného ponoření [kg]

m_0 počáteční hmotnost zkušební tělesa [kg]

A_p spodní povrchová plocha zkušební tělesa [m^2]



Obr. 9: Schéma zkušebního zařízení pro částečné ponoření

4.3.3 Vliv vlhkosti tepelných izolací na jejich tepelnou vodivost

Pro tento experiment byly připraveny tři vzorky od každé z vybraných tepelných izolací o stranách 100 × 100 mm. Tyto vzorky byly nejprve vysušeny při cca 50 °C v sušící komoře, poté byly postupně vkládány do exsikátorů, ve kterých byla pomocí nasycených roztoků solí vytvořena určitá vlhkost. Takto byly vzorky vystavovány různě vlhkým prostředí (viz tab. 4) a po dosažení rovnovážného vlhkostního stavu jim byly při dosažené vlhkosti měřeny tepelné fyzikální parametry pomocí přístroje Isomet. Na závěr byly vzorky úplně ponořeny do vody na 7 dní a následně vysušeny, aby se zjistilo, zdali dojde ke zhoršení jejich vlastností po plném nasycení vodou.

➤ Přístroj Isomet

Přístroj Isomet je přenosný měřicí přístroj pro přímé měření tepelně fyzikálních vlastností široké škály izotropních materiálů. Je vybaven dvěma základními vyměnitelnými sondami, jehlovou pro sypké, vláknité a měkké materiály, plošnou sondou pro pevné a tvrdé materiály. Tyto sondy měří součinitel tepelné vodivosti, měrnou objemovou kapacitu a teplotu.

Přístroj využívá nestacionárního vedení tepla, dynamickou metodu, která umožňuje dobu měření řádově desítky minut.



Obr. 10: Přístroj Isomet 2104 s jehlovou a plošnou sondou použitý při měření

Isomet je řízen mikroprocesorem. Principem měření přístroje je analýza odezvy teploty materiálu na impulzy tepelných toků. Tepelný tok je vytvářen ohřívajícím se rezistorem umístěným uvnitř sondy, která je v přímém kontaktu s testovaným vzorkem. Teplota rezistoru je snímána polovodičovým snímačem. Vyhodnocení tepelné vodivosti a tepelné kapacity je založeno na záznamu teploty v závislosti na čase.

Průběh teploty jako funkce času se v diskrétních bodech vzorkuje a těmito hodnotami jsou prokládány regresivní polynomy metodou nejmenšího součtu kvadratických odchylek. Pomocí koeficientů těchto polynomů je počítán součinitel tepelné vodivosti, měrná objemová kapacita a teplota.

Přesnost přístroje při měření tepelné vodivosti materiálu je 5 % + 0,003 W/m·K. [22]
[23]

➤ Pomocí přístroje Isomet 2104 lze získat u měřených materiálů tyto parametry:

- Součinitel tepelné vodivosti λ [W·m⁻¹·K⁻¹]
- Součinitel teplotní vodivosti..... a [m²·s⁻¹]
- Objemová tepelná kapacita..... c_p [J·m⁻³·K⁻¹]
- Teplota..... T [°C]

➤ Stavy prostředí

Jak již bylo zmíněno, zkušební tělesa byla vystavována různě vlhkým prostředím. V tab. 4 je uveden přehled jednotlivých stavů prostředí společně s názvy solí, jimiž byly připravovány nasycené roztoky simulující různá prostředí v exsikátorech.

Tab. 4: Přehled jednotlivých stavů prostředí, kterým byly vystavovány vzorky

STAV	POPIS	ABSOLUTNÍ VLHKOST PROSTŘEDÍ	ROZTOK SOLI
①	suché vzorky	-	-
②	vlhké prostředí: $\varphi = 55 \%$, $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Phi = 9,5 \text{ g/m}^3$	dusičnan vápenatý $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
③	vlhké prostředí: $\varphi = 75 \%$, $T = 23 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Phi = 15,4 \text{ g/m}^3$	chlorid sodný NaCl
④	vlhké prostředí: $\varphi = 90 \%$, $T = 21 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Phi = 16,5 \text{ g/m}^3$	uhličitan sodný $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
⑤	vlhké prostředí: $\varphi = 98 \%$, $T = 24 \text{ }^\circ\text{C}$	$\Phi = 21,3 \text{ g/m}^3$	bez soli (čistá H_2O)
⑥	vzorky ponořené do vody	-	-
⑦	vysušené vzorky	-	-



Obr. 11: Vzorky tepelných izolací umístěné v exsikátorech v různě vlhkých prostředích

4.4 Výsledky měření, diskuze a porovnání

V této kapitole jsou uvedeny veškeré naměřené parametry v rámci experimentální práce. Zjištěné vlastnosti materiálů jsou okomentovány a společně s parametry jsou porovnány s deklarovanými hodnotami výrobců.

4.4.1 Propustnost vodních par

Následující tab. 5 a tab. 6 uvádí vypočtené parametry charakterizující propustnost vodních par materiálu z jednotlivě naměřených úbytků, respektive přírůstků hmotností vzorků zjištěných metodami DRY-CUP a WET-CUP. Tabulky rovněž porovnávají průměrný naměřený faktor difúzního odporu s hodnotou deklarovanou výrobcem.

Tab. 5: Faktor difúzního odporu stanovený metodou DRY-CUP

	označení vzorku	δ	D	faktor difúzního odporu μ			
				jednotlivý	průměrný	deklarovaný	
		[s]	[m ² ·s ⁻¹]	[-]	[-]	[-]	
EPS1	Isover EPS 70F	EPS_01	1,8E-11	2,48E-06	9,3	13,1	20-40
		EPS_02	7,8E-12	1,07E-06	21,5		
		EPS_03	1,98E-11	2,72E-06	8,5		
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	EPS_04	1,61E-11	2,21E-06	10,4	10,5	20-40
		EPS_05	1,58E-11	2,17E-06	10,6		
		EPS_06	1,61E-11	2,21E-06	10,4		
MV1	Isover TF PROFI	MV_01	1,33E-10	1,83E-05	1,3	1,3	1
		MV_02	1,36E-10	1,87E-05	1,2		
		MV_03	1,31E-10	1,81E-05	1,3		
MV2	Isover NF 333	MV_04	1,26E-10	1,73E-05	1,3	1,3	1
		MV_05	1,36E-10	1,87E-05	1,2		
		MV_06	1,37E-10	1,88E-05	1,2		
PUR	TPD-PUR 30/40	PUR_01	1,33E-11	1,83E-06	12,6	12,6	20
		PUR_02	1,25E-11	1,73E-06	13,3		
		PUR_03	1,42E-11	1,95E-06	11,8		
FP	Kingspan Kooltherm K5	FP_01	5,05E-12	6,94E-07	33,1	24,7	35
		FP_02	9,8E-12	1,35E-06	17,1		
		FP_03	7,02E-12	9,65E-07	23,8		
PS	Foamglas T4+	PS_01	4,32E-12	5,94E-07	38,7	42,7	∞
		PS_02	2,55E-12	3,51E-07	65,5		
		PS_03	6,96E-12	9,57E-07	24,0		

Tab. 6: Faktor difúzního odporu stanovený metodou WET-CUP

	označení vzorku	δ [s]	D [m ² ·s ⁻¹]	faktor difúzního odporu μ			
				jednotlivý	průměrný	deklarovaný	
				[-]	[-]	[-]	
EPS1	Isover EPS 70F	EPS_01	1,86E-11	2,35E-06	9,8	14,4	20-40
		EPS_02	9,15E-12	1,15E-06	20,0		
		EPS_03	1,36E-11	1,71E-06	13,5		
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	EPS_04	1,71E-11	2,15E-06	10,7	13,2	20-40
		EPS_05	1,33E-11	1,68E-06	13,7		
		EPS_06	1,21E-11	1,52E-06	15,1		
MV1	Isover TF PROFI	MV_01	1,6E-10	2,02E-05	1,1	1,2	1
		MV_02	1,56E-10	1,96E-05	1,2		
		MV_03	1,6E-10	2,01E-05	1,1		
MV2	Isover NF 333	MV_04	1,54E-10	1,93E-05	1,2	1,1	1
		MV_05	1,62E-10	2,04E-05	1,1		
		MV_06	1,69E-10	2,13E-05	1,1		
PUR	TPD-PUR 30/40	PUR_01	7,38E-12	9,3E-07	24,7	22,7	20
		PUR_02	8,69E-12	1,09E-06	21,0		
		PUR_03	8,19E-12	1,03E-06	22,3		
FP	Kingspan Kooltherm K5	FP_01	9,19E-12	1,16E-06	19,9	22,5	35
		FP_02	6,97E-12	8,79E-07	26,2		
		FP_03	8,47E-12	1,07E-06	21,6		
PS	Foamglas T4+	PS_01	6,05E-12	7,63E-07	30,2	34,8	∞
		PS_02	5,32E-12	6,7E-07	34,3		
		PS_03	4,58E-12	5,77E-07	39,8		

Pro každý materiál byla pro zkoušku propustnosti vodních par zhotovena tři zkušební tělesa, na kterých se prováděla následná měření. Výsledné naměřené parametry u jednotlivých materiálů mají poměrně velký rozptyl. V tabulkách jsou uvedeny také průměrné hodnoty, získané ze tří vzorků jednoho materiálu.

Hlavními příčinami tohoto rozptylu mohlo být:

- nedostatečné zajištění parotěsnosti mezi zkoumaným vzorkem a miskou,
- nedostatečné zajištění parotěsnosti bočních stran vzorku,
- odlišné prostředí pod vzorkem při zkoušce oproti prostředí pod vzorkem uvažovanému ve výpočtu,
- možná kondenzace vodních par na spodní ploše vzorku a následný nežádoucí transport kapalné vody vzorkem v případě metody WET-CUP.

Větší přesnosti při měření by mohlo být dosaženo těmito opatřeními:

- použití více zkušebních těles,
- zkušební tělesa s většími rozměry podstav,
- dokonalejší utěsnění ve styku tělesa s miskou,
- přesné monitorování podmínek prostředí v misce pod vzorkem.

Vzhledem k rozsahu této práce a času, který byl pro ni vymezen, nebylo možné tato opatření zrealizovat, a proto je nutno naměřené hodnoty brát pouze jako orientační. V tabulkách jsou pro porovnání zároveň uvedeny hodnoty faktoru difúzního odporu deklarované výrobcí tepelných izolací. Podle naměřených hodnot lze rozpoznat difúzní otevřenost, respektive uzavřenost zkoumaných materiálů.

Difúzně nejotevřenějším materiálem je jednoznačně minerální vlna, její difúzní vlastnosti se blíží vlastnostem samotného vzduchu, a to pro oba směry uspořádání vláken. Naopak difúzně nejuzavřenějším materiálem je pěnové sklo, což deklaruje i výrobce udávanou hodnotou $\mu=\infty$. Podstatně nižší hodnoty difúzního odporu pěnového skla, které byly naměřeny, byly způsobeny nedokonalým utěsněním obvodu vzorků, které vzhledem k povrchu vzorku nebylo možno zcela dotěsnit. V případě obou typů pěnového polystyrenu jsou naměřené hodnoty nižší než hodnoty, udávané výrobcem. Částečně to opět může být způsobeno nedokonalým utěsněním obvodu vzorků a také tím, že výrobci raději udávají vyšší hodnoty, aby předešli případným sporům. V případě tvrdého polyuretanu jsou naměřené hodnoty metodou WET-CUP mírně vyšší než hodnoty udané výrobcem, ale vzhledem k velkému rozdílu oproti metodě DRY-CUP je tato hodnota pravděpodobně způsobena chybou měření.

4.4.2 Krátkodobá nasákavost při částečném ponoření

Tab. 7: Přehled naměřených nasákavostí

		m_0	m_{24}	w_p	deklarovaná w_p
		[g]	[g]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
EPS1	Isover EPS 70F	58,66	60,2	0,04	-
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	76,37	78,8	0,06	-
MV1	Isover TF Profi	381,47	388,8	0,18	1
MV2	Isover NF 333	346,99	356,0	0,23	1
PUR	TPD – PUR 30/40	132,67	138,0	0,13	1
FP	Kingspan Kooltherm K5	125,14	179,2	1,35	2
PS	Foamglas T4+	397,46	411,6	0,35	0,5

Stanovení krátkodobé nasákavosti při částečném ponoření bylo provedeno podle postupu popsaného v normě ČSN EN 1609. Experiment probíhal pouze na jednom vzorku od každého materiálu.

V tab. 7 jsou uvedeny hodnoty počátečních hmotností m_0 a hmotnosti zkušebních těles m_{24} po 24 hodinách částečného ponoření. Z těchto hodnot byla vypočtena krátkodobá nasákavost w_p . V tabulce jsou pro srovnání uvedeny i deklarované hodnoty výrobcem. Tyto hodnoty jsou vždy na straně bezpečnosti, jelikož nasákavost výrobků se v určitém rozmezí může lišit v závislosti na jejich objemové hmotnosti. Jednotlivé výrobky dodávané výrobcem by tento parametr ale neměly překročit.

Z naměřených hodnot lze usoudit, že krátkodobá nasákavost pěnového polystyrenu je zanedbatelná. Z tohoto důvodu výrobci těchto tepelných izolací hodnotu krátkodobé nasákavosti nemusí uvádět. Nejnásákavějším materiálem ze zkoumaných tepelných izolací je fenolická pěna, která výrazně svou hodnotou nasákavosti převyšuje nasákavost ostatních materiálů. Ani zde však nasákavost nedosáhla hodnoty udávané výrobcem. Relativně vysokou nasákavost vykazuje i pěnové sklo. Vyšší hodnota se ale dá přisuzovat pouze otevřeným pórům na povrchu materiálu, jelikož je udáváno, že pěnové sklo má nulovou hydroskopičnost a kapilaritu. Zjištěné parametry krátkodobé nasákavosti u minerální vlny potvrzují hydrofobizaci vláken. Stejně tak je logické, že minerální vlna s kolmým vláknem vykazuje vyšší krátkodobou nasákavost oproti minerální vlně s podélným vláknem. Orientace vláken má obecně výrazný vliv na transport vody v materiálu.

4.4.3 Vliv vlhkosti tepelných izolací na jejich tepelnou vodivost

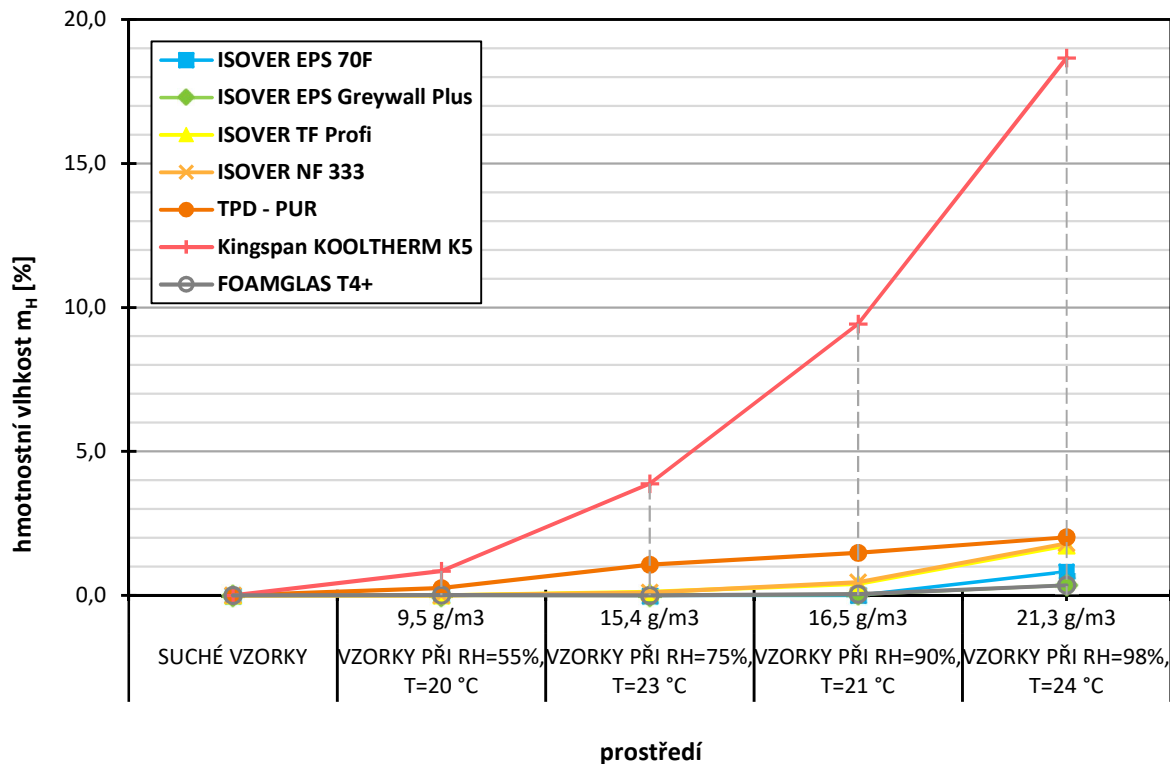
Tepelná vodivost vzduchu je přibližně dvacetkrát menší nežli tepelná vodivost vody, tudíž je zřejmé, že i tepelná vodivost suchých materiálů s pórovitou strukturou bude nižší než u materiálů s obsahem vlhkosti. Výrobci tepelněizolačních materiálů udávají pouze deklarovanou hodnotu součinitele tepelné vodivosti v jednom určitém stavu, která má sloužit zejména pro porovnání materiálů mezi sebou. Tato hodnota ve své podstatě ale nevyovídá o vlastnostech materiálu při zabudování do konstrukce. Právě v praxi působí na materiály z různých zdrojů vlhkost, která může tepelněizolační schopnost materiálů zhoršovat. Z tohoto důvodu je předmětem experimentální části také zjištění vlivu vlhkosti tepelných izolací na jejich tepelnou vodivost.

Jak již bylo popsáno výše (viz bod 4.3.3), jednotlivé materiály byly vystaveny různě vlhkým prostředím a po ustálení jejich hmotností byly měřeny hodnoty součinitele tepelné vodivosti.

Nestacionární metoda stanovení součinitele tepelné vodivosti pomocí přístroje Isomet vykazuje hodnoty s určitou přesností. Naměřené hodnoty λ_m se mohou od skutečnosti poněkud lišit. Z hlediska tohoto experimentu ale absolutní přesnost hodnot není tak důležitá, protože výsledky měření slouží zejména pro pochopení chování vybraných materiálů v různě vlhkém prostředí a k následnému porovnání jednotlivých materiálů mezi sebou. Měření probíhalo celkem na třech vzorcích od každého materiálu, hodnoty uvedené v tab. 8 až tab. 10 jsou již průměrnou hodnotou z naměřených hodnot jednotlivých vzorků.

Tab. 8: Vývoj průměrných vlhkostí materiálů při uložení za daných podmínek vlhkosti prostředí

		HMOTNOSTNÍ VLHKOST m_H [%]						
		SUCHÉ VZORKY	$\varphi = 55\%$, $T=20\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 9,5\text{ g/m}^3$	$\varphi = 75\%$, $T=23\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 15,4\text{ g/m}^3$	$\varphi = 90\%$, $T=21\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 16,5\text{ g/m}^3$	$\varphi = 98\%$, $T=24\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 21,3\text{ g/m}^3$	PLNĚ NASYCENÉ VZORKY	VYSUŠENÉ VZORKY
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
EPS1	Isover EPS 70F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	123,5	-0,5
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	175,2	-0,5
MV1	Isover TF Profi	0,0	0,0	0,1	0,4	1,7	142,6	-0,4
MV2	Isover NF 333	0,0	0,0	0,1	0,5	1,8	421,8	-0,6
PUR	TPD – PUR 30/40	0,0	0,3	1,1	1,5	2,0	77,6	-0,5
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,0	0,8	3,9	9,4	18,7	242,8	-3,6
PS	Foamglas T4+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	18,0	0,0



Obr. 12: Absorpce vzdušné vlhkosti materiálů při určitém prostředí

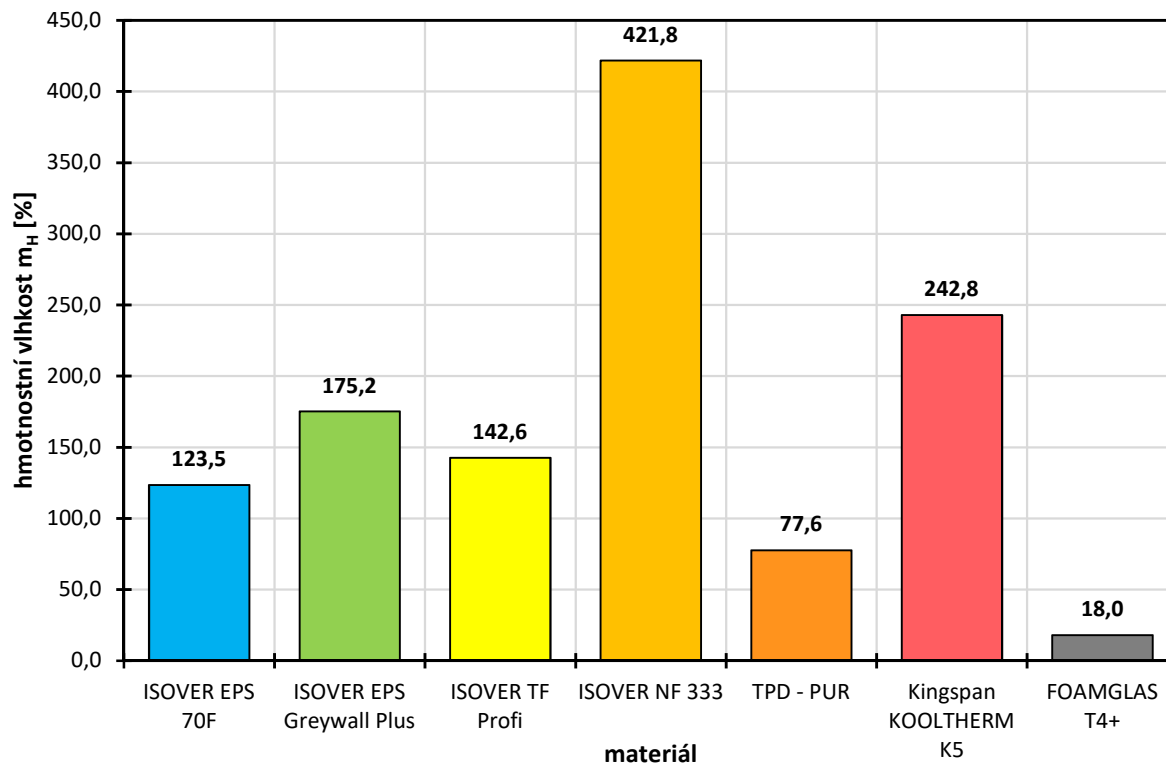
V tab. 8 jsou uvedeny hodnoty hmotnostních vlhkostí m_H jednotlivých tepelných izolací v závislosti na prostředí, kterému byly vzorky vystaveny. Tabulka popisuje jednotlivé materiály z hlediska absorpce vzdušné vlhkosti a absorpce vody při ponoření. Znázornění absorpce u jednotlivých materiálů je na obr. 12, kde je mezi nimi viditelné srovnání.

Absorpce vzdušné vlhkosti se nejvíce projevila u fenolické pěny, u které došlo k nárůstu hmotnostní vlhkosti již v prostředí s nejnižší absolutní vlhkostí ($9,5 \text{ g/m}^3$). S dalším nárůstem vlhkosti prostředí vlhkost fenolické pěny dále prudce stoupala. Poměrně výrazná absorpce vlhkosti byla zjištěna i u vzorků z tvrdého polyuretanu. Naopak materiály z minerálních vláken s ohledem na vláknitou strukturu překvapily relativně nízkou absorpcí v porovnání s polyuretanem a fenolickou pěnou. Nižší pohltivost vlhkosti lze v tomto případě opět přisuzovat hydrofobní úpravě materiálů. Z grafu je zřejmé, že orientace vláken minerální vlny nemá vliv na absorpci vzdušné vlhkosti. Hodnoty hmotnostních vlhkostí a jejich průběh v závislosti na prostředí je pro minerální vlnu s rozdílnou orientací vláken téměř totožný.

Podle hmotnostní vlhkosti nasycených vzorků vodou lze pozorovat nasákavost jednotlivých materiálů při úplném ponoření do vody po 7 dnech.

Pro zajímavost jsou v tab. 8 uvedeny i změny naměřené hmotnosti materiálu, opět vysušeného po předchozím plném nasycení vodou. Záporné hodnoty hmotnostních procent poukazují na úbytek hmotnosti materiálu. Vzhledem k hodnotám v řádech desetin procenta

se pravděpodobně jedná pouze o úbytek materiálu v důsledku mechanického poškození při manipulaci. V případě fenolické pěny je úbytek výraznější, zde se zřejmě jedná o vyplavení některých složek z materiálu – pravděpodobně nezreagovaného fenolu.



Obr. 13: Hmotnostní vlhkosti materiálů po úplném ponoření

Tab. 9: Závislost součinitele tepelné vodivosti λ_m na hmotnostní vlhkosti m_H

		Isover EPS 70F						
EPS1	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	123,5	-0,5
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,038	0,038	0,038	0,038	0,039	0,039	0,039

		Isover EPS Greywall Plus						
EPS2	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	175,2	-0,5
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,037	0,036	0,034	0,035	0,037	0,045	0,038

		Isover TF Profi						
MV1	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,0	0,1	0,4	1,7	142,6	-0,4
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,040	0,039	0,041	0,042	0,050	0,076	0,040

		Isover NF 333						
MV2	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,0	0,1	0,5	1,8	421,8	-0,6
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,041	0,040	0,043	0,046	0,053	(-)*	0,042

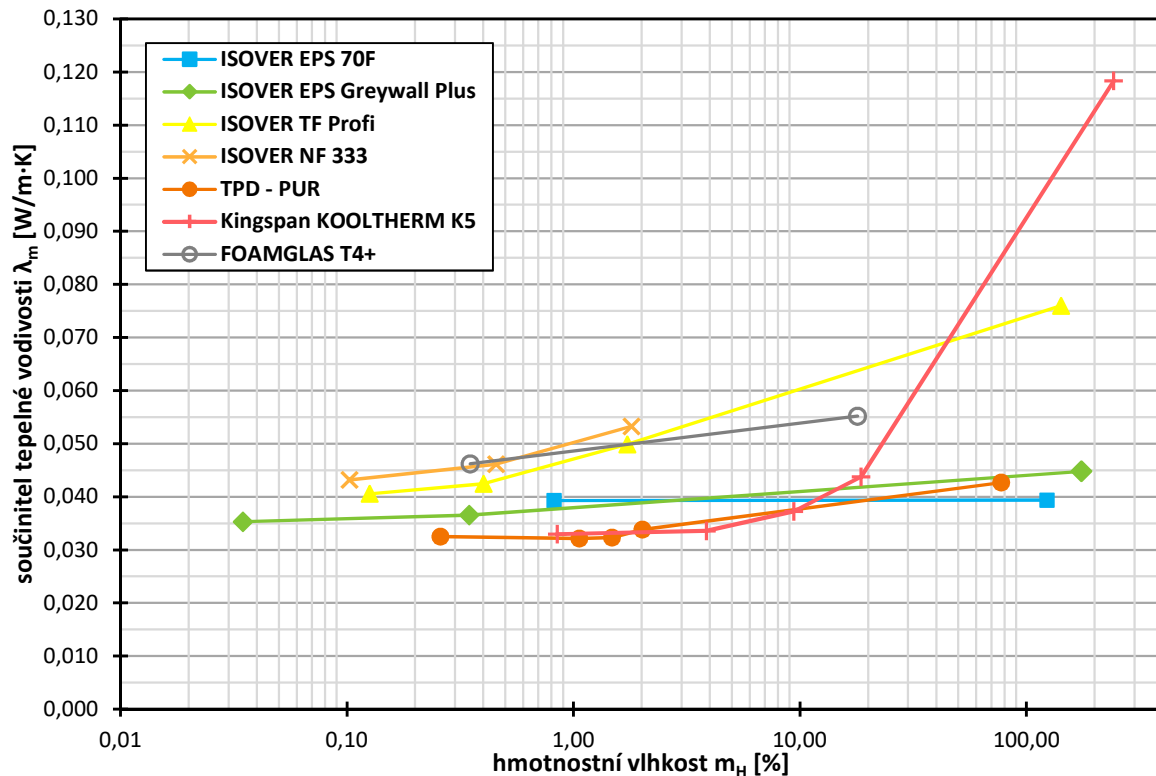
		TPD – PUR 30/40						
PUR	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,3	1,1	1,5	2,0	77,6	-0,5
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,032	0,033	0,032	0,032	0,034	0,043	0,034

		Kingspan KOOLTHERM K5						
FP	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,8	3,9	9,4	18,7	242,8	-3,6
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,032	0,033	0,034	0,037	0,044	0,118	0,034

		Foamglas T4+						
PS	stav	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	hmotnostní vlhkost m_H [%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	18,0	0,0
	součinitel tepelné vodivosti λ_m [W/m·K]	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,055	0,046

Poznámka:

* Hodnotu pomocí přístroje Isomet s dostupnými sondami nebylo možné změřit.



Obr. 14: Závislost součinitele tepelné vodivosti λ_m na hmotnostní vlhkosti materiálu m_H

V tab. 9 jsou uvedené průměrné hodnoty hmotnostních vlhkostí materiálu a k nim příslušící naměřené hodnoty součinitele tepelné vodivosti při jednotlivých vlhkostních stavech. Je celkem logické, že při vzrůstající vlhkosti materiálu dochází ke zvýšení tepelné vodivosti, a tudíž ke zhoršení tepelněizolační schopnosti. Ojedinele byl naměřen u některých materiálů pokles tepelné vodivosti i při nárůstu vlhkosti, tyto odchylky jsou způsobeny přesností měřícího přístroje.

Na obr. 14 je pak znázorněna závislost tepelné vodivosti na vlhkosti materiálu porovnání. Pro názornost jsou hodnoty proloženy lineární spojnici, musíme ale počítat s tím, že skutečný průběh chování materiálů bude odlišný. V praxi se dá předpokládat exponenciální průběh hodnot tepelné vodivosti s přibývajícím vlhkostí, pro přesnější vykreslení by bylo nutné provést více zkoušek na více vzorcích, případně volit přesnější metody měření.

Z tohoto experimentu nejlépe vyšel expandovaný polystyren, který si i přes výrazný obsah vlhkosti po ponoření vzorků do vody nejlépe zachoval svou tepelněizolační schopnost. K nejvýraznějšímu nárůstu naměřených hodnot tepelné vodivosti došlo v případě fenolické pěny a minerální vlny s podélným vláknem. Hodnotu součinitele tepelné vodivosti

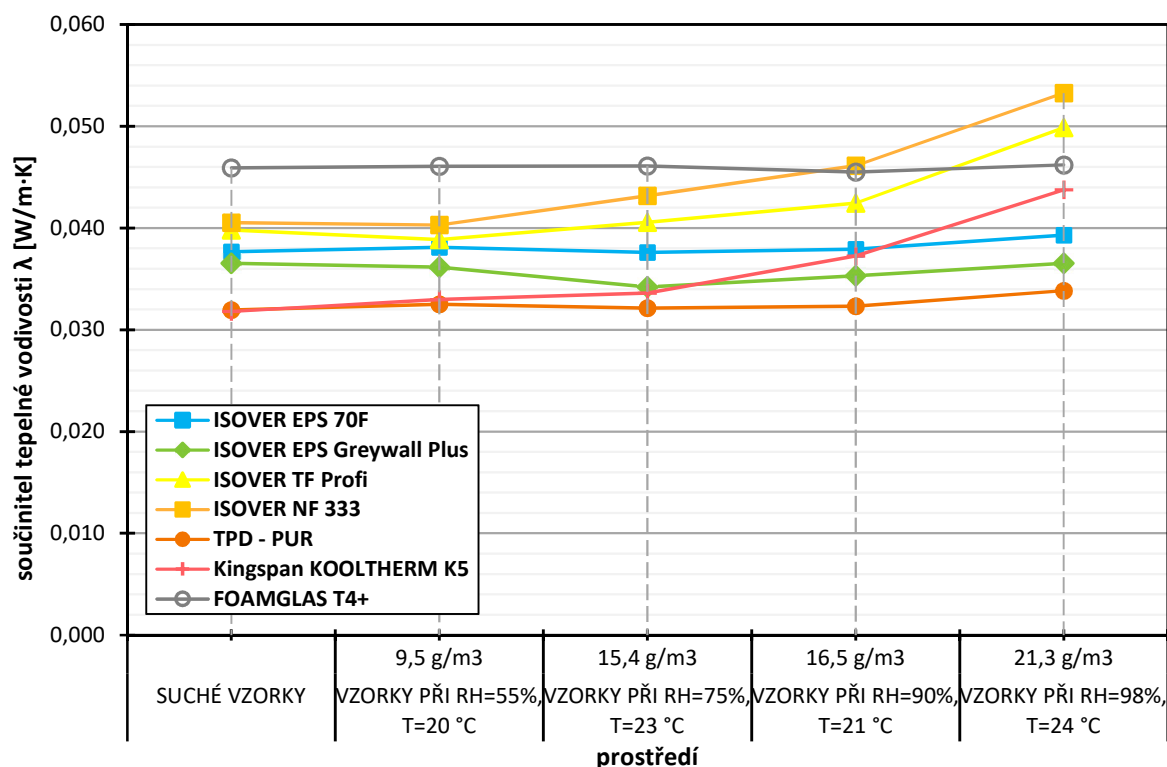
u nasycených vzorků minerální vlny s kolmými vlákny se nepodařilo přístrojem Isomet naměřit ani jednou z dostupných sond.

Z hodnot lze také vyvodit, že u materiálů, které přišly do kontaktu s vodou, nedochází po jejich vysušení k výraznému či vůbec žádnému zhoršení tepelněizolačních vlastností. Naměřené hodnoty součinitele tepelné vodivosti se jen u některých izolací nepatrně liší oproti hodnotám původního suchého vzorku dodaného od výrobce.

Tab. 10: Naměřené průměrné hodnoty součinitele tepelné vodivosti při vlhkostních stavech, dosažených v prostředí s různou vlhkostí

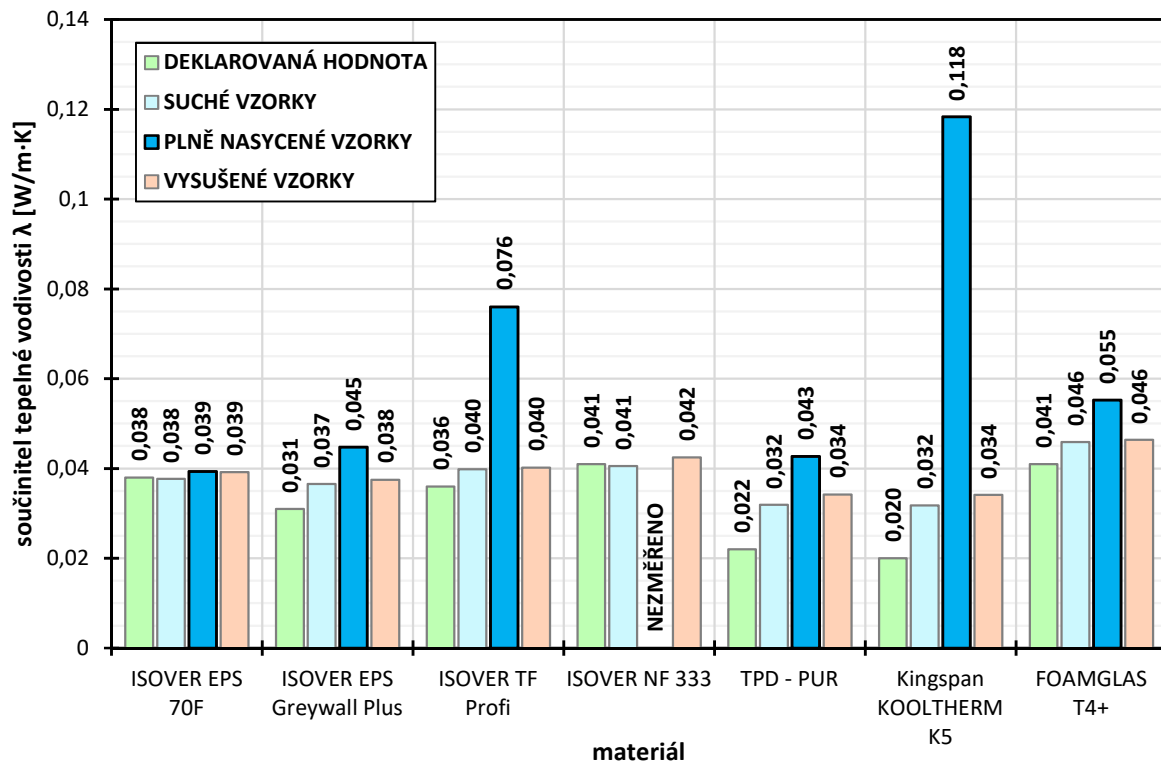
		DEKLAROVANÝ SOUČINTEL TEPELNÉ VODIVOSTI λ_d [W/m·K]	MĚŘENÝ SOUČINTEL TEPELNÉ VODIVOSTI PŘI DANÝCH PODMÍNKÁCH λ_m [W/m·K]						
			SUCHÉ VZORKY	$\varphi = 55\%$, $T=20\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 9,5\text{ g/m}^3$	$\varphi = 75\%$, $T=23\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 15,4\text{ g/m}^3$	$\varphi = 90\%$, $T=21\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 16,5\text{ g/m}^3$	$\varphi = 98\%$, $T=24\text{ }^\circ\text{C}$, $\Phi = 21,3\text{ g/m}^3$	PLNĚ NASYCENÉ VZORKY	VYSUŠENÉ VZORKY
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
EPS1	Isover EPS 70F	0,039	0,038	0,038	0,038	0,038	0,039	0,039	0,039
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,031	0,037	0,036	0,034	0,035	0,037	0,045	0,038
MV1	Isover TF Profi	0,036	0,040	0,039	0,041	0,042	0,050	0,076	0,040
MV2	Isover NF 333	0,041	0,041	0,040	0,043	0,046	0,053	-	0,042
PUR	TPD – PUR 30/40	0,022	0,032	0,033	0,032	0,032	0,034	0,043	0,034
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,020	0,032	0,033	0,034	0,037	0,044	0,118	0,034
PS	Foamglas T4+	0,041	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,055	0,046

V tab. 10 jsou porovnány naměřené průměrné hodnoty součinitelů tepelné vodivosti vzorků materiálů vystaveným jednotlivým prostředím s hodnotami součinitele tepelné vodivosti deklarovanými výrobcem. Závislost součinitele tepelné vodivosti materiálu na konkrétním prostředí je následně zobrazena na obr. 15. Obr. 16 srovnává hodnoty naměřené na původních suchých vzorcích, hodnoty naměřené u nasycených vzorků vodou a hodnoty naměřené následně na vysušených vzorcích.



Obr. 15: Závislost součinitele tepelné vodivosti na vlhkosti prostředí

Z grafu (obr. 15) je zřejmé, že polystyren a pěnové sklo si nejlépe zachovávají své tepelněizolační vlastnosti i při vysoké vlhkosti prostředí. Jedná se o materiály s uzavřenou a pro vodu nepropustnou vnitřní buněčnou strukturou, do které nepronikají vodní páry nebo pronikají jen v omezené míře. Naopak zejména u fenolické pěny dochází k výraznému nárůstu tepelné vodivosti při zvýšené vzdušné vlhkosti, což je důsledek její vysoké absorpce vodních par do vnitřní struktury materiálu. Vysoká absorpce vlhkosti a nasákavost oproti ostatním materiálům může být u fenolické pěny zapříčiněna existencí nanometrických pórů ve hmotě, obklopující větší póry. [24].



Obr. 16: Tepelné vodivosti materiálů při nasyceném stavu vodou a jejich porovnání s deklarovanými hodnotami, hodnotami naměřenými na původních suchých vzorcích a vzorcích následně vysušených

Na obr. 16 lze vidět porovnání deklarovaných hodnot tepelných vodivostí a naměřených hodnot tepelných vodivostí při jednotlivých stavech materiálů. Jak již bylo zmíněno, expandovaný polystyren a pěnové sklo vykazují nejmenší rozdíly tepelné vodivosti mezi jednotlivými stavy materiálu. Dle obsahů vlhkostí v materiálech uvedených v tab. 8, zejména pak na základě nejvyšší vlhkostní hmotnosti minerální vlny s kolmým vláknem, lze usuzovat, že hodnota tepelné vodivosti tohoto materiálu, kterou se nepodařilo změřit, by byla při vodou nasyceném stavu logicky nejvyšší.

U některých materiálů jsou zřetelné menší či větší rozdíly mezi deklarovanou a naměřenou hodnotou tepelné vodivosti, tuto skutečnost lze přisuzovat přesnosti použitého měřicího přístroje. V případě polyuretanových desek a pěnového skla, kde je rozdíl opravdu výrazný, mohou vznikat pochybnosti o tom, jak a za jakých podmínek výrobce deklarované hodnoty získal.

5. Výpočtová část

Výpočtová část slouží k porovnání tepelně technických parametrů referenční obvodové konstrukce zateplené zkoumanými materiály v suchém a vlhkém stavu. Dochází ke zhodnocení vlivu vlhkosti obsažené v tepelných izolacích na izolační účinnost systému.

Pro výpočet byly vybrány dvě typické skladby pro obvodovou konstrukci S1 a S2.

Tab. 11: Skladba S1, S2 pro porovnání tepelných izolací (dtto tab. 2, str. 32)

SKLADBA S1	vrstva (od interiéru)		d [mm]	λ [W/m·K]	R_i [m ² ·K/W]
	1	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015
	2	Heluz 25 UNI	250	-	1,180
	3	tepelná izolace	dle konkrétního materiálu		
	4	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015

SKLADBA S2	vrstva (od interiéru)		d [mm]	λ [W/m·K]	R_i [m ² ·K/W]
	1	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015
	2	železobeton	200	1,580	0,127
	3	tepelná izolace	dle konkrétního materiálu		
	4	vápenocementová omítka	15	0,990	0,015

5.1 Fyzikální vztahy použité při výpočtu

Pro zmíněné porovnání tepelně technických parametrů referenční obvodové konstrukce byly použity následující vztahy:

- *tepelný odpor vrstvy konstrukce* $R_i = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$,
- *tepelný odpor obvodové konstrukce* $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$,
- *součinitel prostupu tepla konstrukce* $U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$.

Při výpočtu součinitele prostupu tepla musí být kromě tepelného odporu konstrukce zahrnuty i hodnoty tepelného odporu při přestupu tepla, které jsou pro danou obvodovou konstrukci následující:

- na vnitřním povrchu konstrukce: $R_{si} = 0,04 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- na vnějším povrchu konstrukce: $R_{se} = 0,13 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

5.2 Výpočet a výsledky

Výpočet byl proveden pomocí výše uvedených vztahů pomocí tabulkového softwarového programu. Nejprve byla vypočítána minimální teoretická tloušťka tepelného izolantu d_t , při které skladba splňuje normou doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla se změřenou hodnotou tepelné vodivosti izolantu v suchém stavu uvedenou v tab. 10. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tab. 12 a tab. 14.

V druhé fázi byl vypočítán teoretický součinitel prostupu tepla pro naměřené hodnoty tepelné vodivosti izolací ve vlhkém stavu při stejné teoretické tloušťce, která byla vypočítána v předchozím kroku pro suchý materiál (tab. 13 a tab. 15). Hodnoty tepelné vodivosti pro vlhkou tepelnou izolaci byly převzaty z tab. 10 (str. 47) pro nejméně příznivý vlhkostní stav materiálu naměřený při absolutní vlhkosti vzduchu $\Phi = 21,3 \text{ g/m}^3$ ($\varphi = 98 \%$, $T = 24 \text{ }^\circ\text{C}$).

Vypočtené hodnoty součinitelů prostupu tepla pro suchý a vlhký stav jsou porovnány v tab. 15 a tab. 16.

Tab. 12: Suchý stav tepelné izolace (skladba S1)

		λ_m	d_t	$R_{3, \text{dry}}$	U_{dry}
		[W/m·K]	[mm]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
EPS1	Isover EPS 70F	0,038	100	2,620	0,250
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,037	97	2,620	0,250
MV1	Isover TF Profi	0,040	105	2,620	0,250
MV2	Isover NF 333	0,041	107	2,620	0,250
PUR	TPD – PUR 30/40	0,032	84	2,620	0,250
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,032	84	2,620	0,250
PS	Foamglas T4+	0,046	121	2,620	0,250

Tab. 13: Vlhký stav tepelné izolace (skladba S1)

		λ_m	d_t	$R_{3, \text{wet}}$	U_{wet}
		[W/m·K]	[mm]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
EPS1	Isover EPS 70F	0,039	100	2,553	0,254
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,037	97	2,620	0,250
MV1	Isover TF Profi	0,050	105	2,096	0,288
MV2	Isover NF 333	0,053	107	2,027	0,294
PUR	TPD – PUR 30/40	0,034	84	2,466	0,260
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,044	84	1,905	0,304
PS	Foamglas T4+	0,046	121	2,620	0,250

Tab. 14: Suchý stav tepelné izolace (skladba S2)

		λ_m	d_t	$R_{3, \text{wet}}$	U_{wet}
		[W/m·K]	[mm]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
EPS1	Isover EPS 70F	0,038	140	3,673	0,250
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,037	136	3,673	0,250
MV1	Isover TF Profi	0,040	147	3,673	0,250
MV2	Isover NF 333	0,041	151	3,673	0,250
PUR	TPD – PUR 30/40	0,032	118	3,673	0,250
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,032	118	3,673	0,250
PS	Foamglas T4+	0,046	169	3,673	0,250

Tab. 15: Vlhký stav tepelné izolace (skladba S2)

		λ_m	d_t	$R_{3, \text{wet}}$	U_{wet}
		[W/m·K]	[mm]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
EPS1	Isover EPS 70F	0,039	140	3,579	0,256
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,037	136	3,673	0,250
MV1	Isover TF Profi	0,050	147	2,938	0,306
MV2	Isover NF 333	0,053	151	2,841	0,316
PUR	TPD – PUR 30/40	0,034	118	3,457	0,264
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,044	118	2,671	0,334
PS	Foamglas T4+	0,046	169	3,673	0,250

5.3 Vyhodnocení

Pro zhodnocení vlivu vlhkého tepelného izolantu s jeho zhoršenými tepelněizolačními vlastnostmi na celkovou účinnost systému byly sestaveny následující tabulky (tab. 16, tab. 17). V tabulkách jsou převzaty hodnoty součinitele prostupu tepla z tab. 12 až tab. 15, vypočítané pro skladby S1 a S2 s použitím jednotlivých tepelných izolací v suchém a vlhkém stavu. Zhoršení tepelných vlastností skladby v důsledku vlhkého izolantu je vyjádřeno v procentech součinitele prostupu tepla.

Tab. 16: Porovnání hodnot U_{dry} a U_{wet} , vliv vlhké tepelné izolace na skladbu S1

		U_{dry}	U_{wet}	vliv vlhkého izolantu na skladbu S1
		[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	
EPS1	Isover EPS 70F	0,250	0,254	2 %
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,250	0,250	0 %
MV1	Isover TF Profi	0,250	0,288	15 %
MV2	Isover NF 333	0,250	0,294	17 %
PUR	TPD – PUR 30/40	0,250	0,260	4 %
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,250	0,304	22 %
PS	Foamglas T4+	0,250	0,250	0 %

Tab. 17: Porovnání hodnot U_{dry} a U_{wet} , vliv vlhké tepelné izolace na skladbu S2

		U_{dry}	U_{wet}	vliv vlhkého izolantu na skladbu S2
		[W/m ² ·K]	[W/m ² ·K]	
EPS1	Isover EPS 70F	0,250	0,256	2 %
EPS2	Isover EPS Greywall Plus	0,250	0,250	0 %
MV1	Isover TF Profi	0,250	0,306	22 %
MV2	Isover NF 333	0,250	0,316	26 %
PUR	TPD – PUR 30/40	0,250	0,264	6 %
FP	Kingspan Kooltherm K5	0,250	0,334	33 %
PS	Foamglas T4+	0,250	0,250	0 %

Z uvedených hodnot je patrné zhoršení součinitele prostupu tepla konstrukce ve skladbách S1 a S2 vlivem uvažovaného vlhkého izolantu zabudovaného ve skladbě. Největší vliv vlhkosti na izolační účinnost konstrukce se projevil u fenolické pěny (až 33 % zhoršení v případě skladby S2). Výrazné zhoršení tepelných vlastností skladby vykazují i oba druhy minerální vlny (až 26%). Oproti těmto materiálům se vliv vlhkosti na tepelněizolační účinnost systému u polystyrenu, polyuretanu a pěnového skla dá považovat za zanedbatelný (zhoršení pouze o jednotky procent).

Z porovnání hodnot v tab. 16 a tab. 17 je zřejmé, že čím větší podíl má tepelná izolace na celkovém zateplení konstrukce, tím více se projeví její tepelněizolační vlastnosti, tudíž i zhoršení izolační schopnosti vlivem vlhkosti materiálu.

6. Závěr

Na úvod diplomové práce byl čtenář seznámen s trendem kontaktního zateplování a problematikou tepelných izolací. Současně byly stanoveny základní cíle práce. Dále pak práce seznámila s nejpoužívanějšími i méně známými tepelněizolačními materiály, s jejich výrobou, vlastnostmi a použitím. Zároveň byly čtenáři přiblíženy základní sledované parametry u tepelných izolací. V rámci rešerše byl představen také systém ETICS společně s jeho hlavními komponenty.

Při experimentální části byly ověřeny některé vlastnosti vybraných tepelných izolací. Zároveň bylo zjištěno jejich přibližné chování v různě vlhkém prostředí. Každý materiál má své výhody a nevýhody, a proto je důležité je při jejich volbě mezi sebou porovnat a zvážit, který je při konkrétní aplikaci z hlediska vlastností vhodný více či méně.

Pěnový polystyren se ukázal být výhodný z hlediska nízké nasákavosti, zároveň si nejlépe zachoval své tepelněizolační schopnosti při různých vlhkostech prostředí. Minerální vlna byla potvrzena jako difúzně nejotevřenější materiál. Zároveň u ní byla zjištěna vyšší navlhavost a nasákavost, která je doprovázena zvýšenou tepelnou vodivostí izolace. Při částečném ponoření do vody byl znatelný vliv hydrofobizace vláken materiálu, jelikož nedocházelo k viditelnému vzlínání a nasakování materiálu nad úroveň hladiny vody. Při úplném ponoření do vody se výrazně projevil vliv orientace vláken minerální vlny, jelikož hmotnostní vlhkost při úplném nasycení vodou byla u minerální vlny s kolmou orientací vláken přibližně třikrát větší než u minerální vlny s podélnou orientací vláken. U polyuretanu společně s fenolickou pěnou byla naměřena v suchém stavu nejnižší tepelná vodivost. Polyuretan má poměrně nízkou nasákavost, zejména pak při úplném ponoření. Podle provedeného měření si docela dobře zachovává tepelněizolační schopnost i při obsahu vlhkosti v materiálu. Fenolická pěna je ze všech materiálů nejvíce náchylná na vzdušnou vlhkost, a dochází u ní k výraznému nežádoucímu zvýšení tepelné vodivosti. Tato skutečnost může být riziková zejména při zateplení některých detailů, kde snížení tepelněizolační schopnosti materiálu může vést k nízkým povrchovým teplotám v interiéru a následnému vzniku plísní vlivem kondenzace vodních par. Pěnové sklo je ze zkoumaných materiálů difúzně nejuzavřenější, výrobce udává, že je vodním parám nepropustné. Ani vysoká vzdušná vlhkost tepelněizolační vlastnosti pěnového skla nezhoršila. Naměřená hmotnostní vlhkost po úplném ponoření materiálu do vody se dá přisuzovat pouze zaplnění otevřených pórů na povrchu materiálu. Pěnové sklo se vyznačuje velkou pevností v tlaku, což však platí pouze při jeho plošném zatížení. Při manipulaci se totiž ukázalo být velice křehké.

Bylo také zjištěno, že po úplném vysušení vzorků nasycených vodou dochází k obnovení původní tepelněizolační schopnosti materiálu. Tepelná vodivost po vysušení nabývá téměř původních nebo zcela stejných hodnot jako před namočením. Lze tedy konstatovat, že zkoušené tepelné izolace si zachovávají v suchém stavu své tepelněizolační vlastnosti i přesto, že projdou fází plného nasycení vodou. Předpokladem je však zachování struktury materiálu, která může být například mechanicky poškozena. Zároveň je nutné vzít v úvahu, že v praxi k úplnému vysušení materiálu většinou nedojde, jelikož zajištění podmínek pro úplné vysušení je v praxi téměř nemožné. Vzhledem k hysterezi sorpční křivky u většiny materiálů bude tedy ustálená vlhkost materiálu při desorpci po plném nasycení vodou vyšší než vlhkost, dosažená v materiálu sorpcí ze suchého stavu.

Z porovnání naměřených a deklarovaných hodnot lze usoudit, že parametry udávané výrobcem jsou téměř vždy na straně bezpečnosti. Výjimkou je součinitel tepelné vodivosti, jehož hodnoty deklarované výrobcem jsou u některých materiálů velmi nízké a s vysokou pravděpodobností neodpovídají skutečným parametrům materiálu. V případě fenolické pěny výrobce uvádí tři hodnoty tepelné vodivosti pro různé tloušťky tepelné izolace, což je vzhledem k této charakteristice, která by měla být pro daný materiál konstantní, velmi zvláštní.

Výpočetní část kvantifikovala vliv vlhkostí zhoršených tepelněizolačních vlastností materiálů na celkové tepelné parametry obvodové konstrukce. Vzdušná vlhkost má zásadní vliv na izolační funkci v případě tepelné izolace z fenolické pěny a minerální vlny, méně výrazný vliv byl zjištěn u polyuretanových desek a pěnového polystyrenu. Pěnové sklo z tepelněizolačního hlediska na vzdušnou vlhkost nereaguje.

Z uvedených skutečností je zřejmé, že je nutno vždy zvážit vhodnost použití daného materiálu pro každý konkrétní případ zvlášť.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] ŠUBRT, Roman. *Tepelné izolace domů a bytů*. 2. rozš. vyd. Praha: Grada, 1999. Profi. ISBN 80-716-9851-2.
- [2] *Vlastnosti expandovaného pěnového polystyrenu (EPS)* [online]. b.r. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/8482-vlastnosti-expandovaneho-penoveho-polystyrenu-eps>
- [3] GALLAUZIAUX, Thierry a David FEDULLO. *Le grand livre de l'isolation*. 3e éd. Paris: Eyrolles, 2011. ISBN 978-221-2132-694.
- [4] NOVOTNÝ, Marek. *Tepelné izolace a stavební tepelná technika*. Vyd. 1. Praha: ABF, 1994. Stavby a rekonstrukce. ISBN 80-901-6080-8.
- [5] *Výroba pěnového polystyrenu* [online]. 2016 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/aktuality/vyroba-penoveho-polystyrenu>
- [6] *What is the difference between XPS and EPS?* [online]. b.r. [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.kingspaninsulation.ae/knowledge-base/faqs/what-is-the-difference-between-xps-and-eps/>
- [7] ŠIROK, B., B. BLAGOJEVIČ a P. BULLEN. *Mineral wool: production and properties*. 1. publ. Cambridge, England: Woodhead, 2008. ISBN 978-184-5694-067.
- [8] *Proces výroby a složení kamenné vlny* [online]. b.r. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/kamenna-vlna/kamenna-vlna-stalost/kamenna-vlna-vyroba>
- [9] *Isover: Katalogy, ceníky a dokumentace k produktům ke stažení* [online]. b.r. [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/dokumenty>
- [10] *Co je to PIR?* [online]. b.r. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.puren.cz/cz/co-je-to-pir>
- [11] SVOBODA, Luboš a Zdeněk TOBOLKA. *Stavební izolace*. 1. vyd. Praha: Český svaz stavebních inženýrů, 1997. Technická knihnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 80-238-3913-6.
- [12] *Fenolická pěna a PIR od společnosti Kingspan Izolace na českých stavbách* [online]. 2014 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/11693-fenolicka-pena-a-pir-od-spolecnosti-kingspan-izolace-na-ceskych-stavbach>
- [13] PFUNDSTEIN, Margit, Gellert ROLAND, Martin H. SPITZNER a Alexander RUDOLPHI. *Insulating materials: principles, materials, applications*. 1st ed. Munich: Edition Detail, 2008. ISBN 37-643-8654-1.
- [14] *Foamglas Slabs* [online]. 2016 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: http://uk.foamglas.com/en/building/products/product_overview/foamglas_slabs/#1-1-1
- [15] SVOBODA, Luboš. *Stavební hmoty*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Bratislava: Jaga, 2007. ISBN 978-80-8076-057-1.
- [16] HAMERNÍK, Ivo. *Pasivní domy* [online]. 2015 [cit. 2016-11-20]. ISBN 978-80-88058-11-3. Dostupné z: <https://publi.cz/books/92/Cover.html>
- [17] ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Profi. ISBN 80-247-0224-X.
- [18] *Součinitel tepelné vodivosti* [online]. b.r. [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/311-soucinitel-tepelne-vodivosti>

- [19] ŠÍPKOVÁ, Veronika, Šárka KORBELOVÁ a Jiří LABUDEK. *Stavební tepelné izolace pro svislé konstrukce*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3661-4.
- [20] *Reakce na oheň* [online]. b.r. [cit. 2016-11-27]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/kamenna-vlna/pozarni-bezpecnost/ohen/reakce-na-ohen>
- [21] ŠUBRT, Roman. *Zateplování*. 1. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN 978-80-7366-138-0.
- [22] *Uživatelský manuál: Přístroj ISOMET model 2104*. Applied Precision, b.r..
- [23] BAŽANTOVÁ, Zdenka, Luboš SVOBODA, Alena VIMMROVÁ a Zdeněk TOBOLKA. *Nauka o materiálech 10: Zkušební metody*. Vydání 1. Praha: České vysoké učení technické, 2000. ISBN 80-010-2266-8.
- [24] LEI, S., Q. GUO, D. ZHANG, J. SHI, L. LIU a X. WEI. *Journal of Applied Polymer Science: Preparation and properties of the phenolic foams with controllable nanometer pore structure*. 2010. 117: 3545–3550. doi:10.1002/app.32280.

Seznam souvisejících norem

- ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov: Část 1: Terminologie*. Praha: Český normalizační institut, červen 2005.
- ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov: Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, říjen 2011
- ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov: Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Český normalizační institut, listopad 2005.
- ČSN 73 0540-4. *Tepelná ochrana budov: Část 4: Výpočtové metody*. Praha: Český normalizační institut, červen 2005.
- ČSN 73 2901. *Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS)*. Praha: Český normalizační institut, duben 2005.
- ČSN EN 1609. *Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Stanovení krátkodobé nasákavosti při částečném ponoření*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, září 2013.
- ČSN EN 12086. *Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Stanovení propustnosti vodní páry*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, září 2013.
- ČSN EN 12087. *Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Stanovení dlouhodobé nasákavosti při ponoření*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, září 2013.
- ČSN EN 13501-1 + A1. *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, únor 2010.
- ČSN EN 13162 + A1. *Tepelněizolační výrobky pro budovy – Průmyslově vyráběné výrobky z minerální vlny (MW) – Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, květen 2016.

- ČSN EN 13163 + A1. *Tepelněizolační výrobky pro budovy – Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového polystyrenu (EPS) – Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, květen 2016.
- ČSN EN 13165 + A1. *Tepelněizolační výrobky pro budovy – Průmyslově vyráběné výrobky z tvrdé polyurethanové pěny (PU) – Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, prosinec 2016.
- ČSN EN 13166 + A1. *Tepelněizolační výrobky pro budovy – Průmyslově vyráběné výrobky z fenolické pěny (PF) – Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, květen 2016.
- ČSN EN 13167 + A1. *Tepelněizolační výrobky pro budovy – Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového skla () – Specifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, květen 2016.

Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled vybraných tepelných izolací společně s jejich základními parametry udávanými výrobcí.....	31
Tab. 2: Skladba S1, S2 pro porovnání tepelných izolací	32
Tab. 3: Orientační cenové srovnání ve zvolených skladbách obvodové konstrukce S1, S2....	32
Tab. 4: Přehled jednotlivých stavů prostředí, kterým byly vystavovány vzorky.....	37
Tab. 5: Faktor difúzního odporu stanovený metodou DRY-CUP.....	38
Tab. 6: Faktor difúzního odporu stanovený metodou WET-CUP	39
Tab. 7: Přehled naměřených nasákavostí	40
Tab. 8: Vývoj průměrných vlhkostí materiálů při uložení za daných podmínek vlhkosti prostředí.....	42
Tab. 9: Závislost součinitele tepelné vodivosti λ_m na hmotnostní vlhkosti m_H	45
Tab. 10: Naměřené průměrné hodnoty součinitele tepelné vodivosti při vlhkostních stavech, dosažených v prostředí s různou vlhkostí	47
Tab. 11: Skladba S1, S2 pro porovnání tepelných izolací (dtto tab. 2, str. 32).....	50
Tab. 12: Suchý stav tepelné izolace (skladba S1)	51
Tab. 13: Vlhký stav tepelné izolace (skladba S1)	51
Tab. 14: Suchý stav tepelné izolace (skladba S2)	52
Tab. 15: Vlhký stav tepelné izolace (skladba S2)	52
Tab. 16: Porovnání hodnot U_{dry} a U_{wet} , vliv vlhké tepelné izolace na skladbu S1.....	53
Tab. 17: Porovnání hodnot U_{dry} a U_{wet} , vliv vlhké tepelné izolace na skladbu S2.....	53

Seznam obrázků

Obr. 1: Expandovaný polystyren [2].....	11
Obr. 2: Minerální vlna Isover TF Profi [9].....	14
Obr. 3: Desky z fenolické pěny společnosti Kingspan [12].....	16
Obr. 4: Deska z pěnového skla společnosti Foamglas [14].....	17
Obr. 5: Zkušební tělesa vybraných materiálů.....	30
Obr. 6: Schéma zkušebního tělesa v misce při metodě DRY-CUP.....	33
Obr. 7: Schéma zkušebního tělesa v misce při metodě WET-CUP	33

Obr. 8: Zkušební tělesa jednotlivých tepelných izolací připravená na zkoušky propustnosti vodních par (zleva EPS1, EPS2, MV1, MV2, PUR, FP, PS)	34
Obr. 9: Schéma zkušebního zařízení pro částečné ponoření	35
Obr. 10: Přístroj Isomet 2104 s jehlovou a plošnou sondou použitý při měření	36
Obr. 11: Vzorky tepelných izolací umístěné v exsikátorech v různě vlhkých prostředích	37
Obr. 12: Absorpce vzdušné vlhkosti materiálů při určitém prostředí	43
Obr. 13: Hmotnostní vlhkosti materiálů po úplném ponoření	44
Obr. 14: Závislost součinitele tepelné vodivosti λ_m na hmotnostní vlhkosti materiálu m_H	46
Obr. 15: Závislost součinitele tepelné vodivosti na vlhkosti prostředí	48
Obr. 16: Tepelné vodivosti materiálů při nasyceném stavu vodou a jejich porovnání s deklarovanými hodnotami, hodnotami naměřenými na původních suchých vzorcích a vzorcích následně vysušených	49

Příloha č.1

Tabulka všech naměřených tepelných charakteristik

materiál	vzorek	rozměr vzorku			SUCHÉ VZORKY						
		a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti	
		[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m ³]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [J/m ³ K] ($\times 10^6$)	a [m ² /s] ($\times 10^6$)	
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	14,77	14,8	0,0	0,0380	0,047	0,800
		EPS_02	100	100	100	14,58	14,6	0,0	0,0383	0,047	0,815
		EPS_03	100	100	100	14,50	14,5	0,0	0,0367	0,049	0,743
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	18,57	18,6	0,0	0,0381	0,052	0,736
		EPS_05	100	100	100	19,93	19,9	0,0	0,0369	0,051	0,729
		EPS_06	100	100	100	19,77	19,8	0,0	0,0346	0,050	0,686
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	98,73	98,7	0,0	0,0406	0,107	0,379
		MV_02	100	100	100	92,55	92,6	0,0	0,0401	0,115	0,348
		MV_03	100	100	100	91,75	91,8	0,0	0,0387	0,112	0,347
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	93,81	93,8	0,0	0,0418	0,106	0,394
		MV_05	100	100	100	86,36	86,4	0,0	0,0401	0,101	0,397
		MV_06	100	100	100	80,73	80,7	0,0	0,0397	0,093	0,427
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	36,24	36,2	0,0	0,0316	0,062	0,508
		PUR_02	100	100	100	35,60	35,6	0,0	0,0330	0,071	0,464
		PUR_03	100	100	100	36,15	36,2	0,0	0,0312	0,065	0,480
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	30,36	38,0	0,0	0,0325	0,107	0,302
		FP_02	100	100	80	30,25	37,8	0,0	0,0326	0,115	0,284
		FP_03	100	100	80	30,19	37,7	0,0	0,0303	0,100	0,302
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	96,84	121,1	0,0	0,0456	0,123	0,370
		PS_02	100	100	80	99,16	124,0	0,0	0,0455	0,123	0,371
		PS_03	100	100	80	99,81	124,8	0,0	0,0466	0,132	0,352

materiál	vzorek	rozměr vzorku			PROSTŘEDÍ: $\phi=9,5 \text{ g/m}^3$ ($\phi=53\%$, $T=20^\circ\text{C}$)						
		a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti	
		[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m^3]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [$\text{J/m}^3\text{K}$] ($\times 10^6$)	a [m^2/s] ($\times 10^6$)	
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	14,77	14,8	0,0	0,0377	0,047	0,079
		EPS_02	100	100	100	14,59	14,6	0,1	0,0385	0,051	0,748
		EPS_03	100	100	100	14,50	14,5	0,0	0,0381	0,053	0,717
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	18,57	18,6	0,0	0,0364	0,063	0,583
		EPS_05	100	100	100	19,93	19,9	0,0	0,0361	0,062	0,585
		EPS_06	100	100	100	19,76	19,8	-0,1	0,0360	0,062	0,579
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	98,73	98,7	0,0	0,0389	0,106	0,368
		MV_02	100	100	100	92,54	92,5	0,0	0,0386	0,109	0,352
		MV_03	100	100	100	91,74	91,7	0,0	0,0391	0,114	0,342
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	93,77	93,8	0,0	0,0413	0,111	0,374
		MV_05	100	100	100	86,35	86,4	0,0	0,0397	0,102	0,391
		MV_06	100	100	100	80,68	80,7	-0,1	0,0399	0,096	0,414
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	36,35	36,4	0,3	0,0320	0,071	0,452
		PUR_02	100	100	100	35,69	35,7	0,3	0,0338	0,077	0,437
		PUR_03	100	100	100	36,23	36,2	0,2	0,0317	0,069	0,461
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	30,53	38,2	0,6	0,0331	0,105	0,315
		FP_02	100	100	80	30,41	38,0	0,5	0,0343	0,118	0,291
		FP_03	100	100	80	30,63	38,3	1,5	0,0315	0,105	0,298
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	96,87	121,1	0,0	0,0460	0,125	0,367
		PS_02	100	100	80	99,16	124,0	0,0	0,0458	0,124	0,370
		PS_03	100	100	80	99,81	124,8	0,0	0,0464	0,125	0,363

materiál		vzorek	rozměr vzorku			PROSTŘEDÍ: $\Phi=15,4 \text{ g/m}^3$ ($\varphi=75\%$, $T=23^\circ\text{C}$)					
			a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti
			[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m^3]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [$\text{J/m}^3\text{K}$] ($\times 10^6$)	a [m^2/s] ($\times 10^6$)
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	14,76	14,8	-0,1	0,0374	0,052	0,716
		EPS_02	100	100	100	14,58	14,6	0,0	0,0376	0,051	0,740
		EPS_03	100	100	100	14,51	14,5	0,1	0,0378	0,052	0,728
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	18,56	18,6	-0,1	0,0345	0,056	0,614
		EPS_05	100	100	100	19,92	19,9	-0,1	0,0341	0,053	0,647
		EPS_06	100	100	100	19,77	19,8	0,0	0,0340	0,050	0,682
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	98,89	98,9	0,2	0,0406	0,114	0,357
		MV_02	100	100	100	92,66	92,7	0,1	0,0392	0,112	0,349
		MV_03	100	100	100	91,84	91,8	0,1	0,0419	0,122	0,344
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	93,92	93,9	0,1	0,0454	0,116	0,392
		MV_05	100	100	100	86,45	86,5	0,1	0,0428	0,108	0,395
		MV_06	100	100	100	80,80	80,8	0,1	0,0413	0,104	0,399
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	36,59	36,6	1,0	0,0317	0,065	0,485
		PUR_02	100	100	100	35,94	35,9	1,0	0,0331	0,071	0,464
		PUR_03	100	100	100	36,61	36,6	1,3	0,0316	0,068	0,467
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	31,55	39,4	3,9	0,0334	0,106	0,315
		FP_02	100	100	80	31,36	39,2	3,7	0,0344	0,115	0,300
		FP_03	100	100	80	31,41	39,3	4,0	0,0330	0,119	0,278
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	96,84	121,1	0,0	0,0453	0,120	0,376
		PS_02	100	100	80	99,14	123,9	0,0	0,0462	0,122	0,378
		PS_03	100	100	80	99,80	124,8	0,0	0,0468	0,130	0,360

materiál	vzorek	rozměr vzorku			PROSTŘEDÍ: $\Phi=16,5 \text{ g/m}^3$ ($\varphi=90\%$, $T=21^\circ\text{C}$)						
		a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti	
		[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m^3]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [$\text{J/m}^3\text{K}$] ($\times 10^6$)	a [m^2/s] ($\times 10^6$)	
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	14,75	14,8	-0,1	0,0375	0,060	0,628
		EPS_02	100	100	100	14,59	14,6	0,1	0,0383	0,062	0,616
		EPS_03	100	100	100	14,51	14,5	0,1	0,0380	0,060	0,623
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	18,58	18,6	0,1	0,0350	0,064	0,560
		EPS_05	100	100	100	19,93	19,9	0,0	0,0354	0,065	0,544
		EPS_06	100	100	100	19,78	19,8	0,1	0,0355	0,069	0,517
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	99,14	99,1	0,4	0,0426	0,145	0,293
		MV_02	100	100	100	92,92	92,9	0,4	0,0413	0,147	0,281
		MV_03	100	100	100	92,11	92,1	0,4	0,0434	0,151	0,287
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	94,29	94,3	0,5	0,0471	0,148	0,319
		MV_05	100	100	100	86,76	86,8	0,5	0,0442	0,138	0,319
		MV_06	100	100	100	81,05	81,1	0,4	0,0471	0,137	0,343
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	36,78	36,8	1,5	0,0318	0,069	0,459
		PUR_02	100	100	100	36,10	36,1	1,4	0,0332	0,076	0,436
		PUR_03	100	100	100	36,71	36,7	1,5	0,0320	0,071	0,448
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	33,35	41,7	9,8	0,0380	0,136	0,280
		FP_02	100	100	80	33,10	41,4	9,4	0,0379	0,138	0,275
		FP_03	100	100	80	32,91	41,1	9,0	0,0359	0,132	0,271
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	96,97	121,2	0,1	0,0448	0,122	0,368
		PS_02	100	100	80	99,17	124,0	0,0	0,0453	0,123	0,367
		PS_03	100	100	80	99,81	124,8	0,0	0,0464	0,136	0,341

materiál		vzorek	rozměr vzorku			PROSTŘEDÍ: $\Phi=21,3 \text{ g/m}^3$ ($\varphi=98\%$, $T=24^\circ\text{C}$)					
			a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti
			[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m^3]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [$\text{J/m}^3\text{K}$] ($\times 10^6$)	a [m^2/s] ($\times 10^6$)
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	14,85	14,9	0,5	0,0387	0,063	0,618
		EPS_02	100	100	100	14,64	14,6	0,4	0,0380	0,069	0,502
		EPS_03	100	100	100	14,72	14,7	1,5	0,0412	0,079	0,520
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	18,66	18,7	0,5	0,0377	0,083	0,456
		EPS_05	100	100	100	19,95	20,0	0,1	0,0360	0,069	0,520
		EPS_06	100	100	100	19,86	19,9	0,5	0,0359	0,068	0,531
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	100,44	100,4	1,7	0,0481	0,166	0,290
		MV_02	100	100	100	94,13	94,1	1,7	0,0521	0,168	0,310
		MV_03	100	100	100	93,37	93,4	1,8	0,0494	0,165	0,304
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	95,77	95,8	2,1	0,0536	0,176	0,304
		MV_05	100	100	100	87,82	87,8	1,7	0,0523	0,153	0,343
		MV_06	100	100	100	82,06	82,1	1,6	0,0539	0,155	0,347
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	36,98	37,0	2,0	0,0329	0,083	0,397
		PUR_02	100	100	100	36,32	36,3	2,0	0,0349	0,091	0,386
		PUR_03	100	100	100	36,87	36,9	2,0	0,0337	0,089	0,379
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	35,75	44,7	17,8	0,0437	0,172	0,254
		FP_02	100	100	80	35,55	44,4	17,5	0,0442	0,177	0,250
		FP_03	100	100	80	36,45	45,6	20,7	0,0434	0,184	0,236
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	97,40	121,8	0,6	0,0462	0,122	0,378
		PS_02	100	100	80	99,39	124,2	0,2	0,0458	0,124	0,376
		PS_03	100	100	80	100,05	125,1	0,2	0,0466	0,130	0,378

materiál	vzorek	rozměr vzorku			PLNĚ NASYČENÉ VZORKY VODOU						
		a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti	
		[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m ³]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [J/m ³ K] ($\times 10^6$)	a [m ² /s] ($\times 10^6$)	
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	32,65	32,7	121,1	0,0387	0,202	0,192
		EPS_02	100	100	100	31,66	31,7	117,1	0,0391	0,279	0,140
		EPS_03	100	100	100	33,68	33,7	132,3	0,0403	0,290	0,165
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	48,35	48,4	160,4	0,0429	0,539	0,080
		EPS_05	100	100	100	57,25	57,3	187,3	0,0469	0,755	0,062
		EPS_06	100	100	100	54,98	55,0	178,1	0,0445	0,620	0,071
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	300,68	300,7	204,5	0,0697	1,580	0,044
		MV_02	100	100	100	188,47	188,5	103,6	0,0641	1,580	0,041
		MV_03	100	100	100	201,50	201,5	119,6	0,0942	1,640	0,057
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	423,57	423,6	351,5	-	-	-
		MV_05	100	100	100	434,84	434,8	403,5	-	-	-
		MV_06	100	100	100	492,76	492,8	510,4	-	-	-
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	65,52	65,5	80,8	0,0389	0,596	0,065
		PUR_02	100	100	100	62,90	62,9	76,7	0,0452	1,060	0,042
		PUR_03	100	100	100	63,39	63,4	75,4	0,0439	0,895	0,046
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	106,92	133,7	252,2	0,1230	1,660	0,074
		FP_02	100	100	80	101,36	126,7	235,1	0,1090	1,630	0,067
		FP_03	100	100	80	103,02	128,8	241,2	0,1230	1,680	0,073
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	108,66	135,8	12,2	0,0511	0,851	0,060
		PS_02	100	100	80	117,76	147,2	18,8	0,0540	0,986	0,055
		PS_03	100	100	80	122,70	153,4	22,9	0,0605	1,120	0,054

Poznámka:

U plně nasycených vzorků se tepelné charakteristiky pomocí přístroje Isomet s dostupnými sondami nepodařilo naměřit.

materiál	vzorek	rozměr vzorku			VYSUŠENÉ VZORKY						
		a	b	c	hmotnost	objemová hmotnost	hmotnostní vlhkost	tepelná vodivost	měrná objemová tepelná kapacita	součinitel teplotní vodivosti	
		[mm]			m [g]	ρ_w [kg/m ³]	m_H [% hmot.]	λ [W/mK]	c_p [J/m ³ K] ($\times 10^6$)	a [m ² /s] ($\times 10^6$)	
EPS1	ISOVER EPS 70F	EPS_01	100	100	100	14,72	14,7	-0,3	0,0393	0,070	0,564
		EPS_02	100	100	100	14,50	14,5	-0,5	0,0394	0,069	0,574
		EPS_03	100	100	100	14,43	14,4	-0,5	0,0389	0,075	0,552
EPS2	ISOVER EPS Greywall Plus	EPS_04	100	100	100	18,50	18,5	-0,4	0,0364	0,076	0,478
		EPS_05	100	100	100	19,84	19,8	-0,5	0,0389	0,092	0,423
		EPS_06	100	100	100	19,62	19,6	-0,8	0,0372	0,078	0,478
MV1	ISOVER TF Profi	MV_01	100	100	100	98,45	98,5	-0,3	0,0401	0,130	0,309
		MV_02	100	100	100	92,23	92,2	-0,3	0,0403	0,136	0,296
		MV_03	100	100	100	91,32	91,3	-0,5	0,0402	0,132	0,304
MV2	ISOVER NF 333	MV_04	100	100	100	93,22	93,2	-0,6	0,0430	0,137	0,315
		MV_05	100	100	100	86,03	86,0	-0,4	0,0419	0,123	0,340
		MV_06	100	100	100	80,11	80,1	-0,8	0,0425	0,119	0,358
PUR	TPD - PUR	PUR_01	100	100	100	36,13	36,1	-0,3	0,0354	0,077	0,458
		PUR_02	100	100	100	35,45	35,5	-0,4	0,0343	0,088	0,390
		PUR_03	100	100	100	35,91	35,9	-0,7	0,0328	0,083	0,397
FP	Kingspan KOOLTHERM K5	FP_01	100	100	80	29,29	36,6	-3,5	0,0340	0,126	0,270
		FP_02	100	100	80	29,13	36,4	-3,7	0,0349	0,133	0,263
		FP_03	100	100	80	29,14	36,4	-3,5	0,0335	0,125	0,267
PS	FOAMGLAS T4+	PS_01	100	100	80	96,80	121,0	0,0	0,0468	0,141	0,331
		PS_02	100	100	80	99,14	123,9	0,0	0,0466	0,130	0,352
		PS_03	100	100	80	99,80	124,8	0,0	0,0458	0,123	0,370

Příloha č.2
Manuál k přístroji Isomet 2104

user's guide



ISOMET

HEAT TRANSFER ANALYZER

model 2104

ISOMET Model 2104
Heat Transfer Analyzer

Multifunction instrument for measurement of

Thermal conductivity (λ)	[W m ⁻¹ K ⁻¹]
Thermal diffusivity (α)	[m ² s ⁻¹]
Volume heat capacity ($c\rho$)	[J m ⁻³ K ⁻¹]
Temperature	[°C]

BASIC CHARACTERISTICS

ISOMET 2104 is a portable measuring instrument for direct measurement of thermophysical properties of a wide range of isotropic materials. It is equipped with various types of optional probes: needle probes are for porous, fibrous or soft materials, surface probes for hard materials. It applies a dynamic measurement method which reduces the time of thermal conductivity measurements to cca 8 -16 minutes. Built-in menu system on 4 line alphanumeric display enables effective interactive communication with the device including periodical recalibrations of measurement probes, by means of reference materials. Measurement data can be stored into the internal memory. Content of the memory is accessible through the display or it can be transferred into a PC by serial interface RS 232. Internal rechargeable batteries enable to perform in-situ measurements where mains supply is not accessible.

APPLICATIONS

Civil engineering

- Measurement of thermophysical properties of building and construction materials,
- Optimization of production technology of thermal insulating materials,
- Check of thermal isolation of building, pipelines, etc.

Chemical industry

- Measurement of thermophysical properties of chemical substances, agents, lubricant greases, plastics, suspensions, rubber, etc.

Woodworking industry

- Measurement of thermophysical properties of wood,
- Moisture measurement and drying process optimization,

Textile industry

- Optimization of textile thermal contact comfort,
- Textile composition and surface adjustment,
- Evaluation of floor tiles and carpets,

Geological investigations

- Indoor and outdoor analysis of soils, sands, rocks etc.
- Soil homogeneity investigation

SPECIFICATIONS

Measurement Ranges:

	Thermal Conductivity	Volume Heat Capacity	Temperature
Needle Probe API 210422	0.015-0.20 W/m.K	$4.0 \times 10^4 - 1.5 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Needle Probe API 210402	0.035-0.20 W/m.K	$4.0 \times 10^4 - 1.5 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Needle Probe API 210403	0.20-1.0 W/m.K	$1.5 \times 10^6 - 4.0 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Needle Probe API 210404	1.0-2.0 W/m.K	$1.5 \times 10^6 - 4.0 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-20°C - +70°C
Surface Probe API 210411	0.04-0.30 W/m.K	$4.0 \times 10^4 - 1.5 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-15°C - +50°C
Surface Probe API 210412	0.30-2.0 W/m.K	$1.5 \times 10^6 - 4.0 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-15°C - +50°C
Surface Probe API 210413	2.0-6.0 W/m.K	$1.5 \times 10^6 - 4.0 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	-15°C - +50°C

Accuracy:

	Measurement Range	Accuracy
Thermal Conductivity:	0.015-0.050 W/m.K	5 % of reading + $0.003 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
	0.050 – 0.70 W/m.K	5 % of reading + $0.001 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
	0.70 - 6.0 W/m.K	10 % of reading
Volume Heat Capacity:	$4.0 \times 10^4 - 4.0 \times 10^6$ $\text{Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$	15 % of reading + $1 \times 10^3 \text{ Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$
Temperature:	-20°C - +70°	1°C

Measurement Reproducibility:

Thermal Conductivity:	Needle Probe API 210422	3 % of reading + $0.003 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
	Other probes	3 % of reading + $0.001 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
Volume Heat Capacity:		3 % of reading + $1 \times 10^3 \text{ Jm}^{-3}\text{K}^{-1}$

Operating Temperature Range
of Basic Device

0 .. 40 °C

Internal Memory Capacity

1000 measurement records

Power Supply

12V DC or internal NiCd rechargeable
batteries

Accumulator capacity

approx. 4 hours (depends on tested
material)

Communications	serial link RS 232
Dimensions	310 x 300 x 110 mm
Weight	4.5 kg

PRINCIPLE OF OPERATION

Measurement is based on analysis of the temperature response of the analyzed material to heat flow impulses. Heat flow is excited by electrical heating of resistor heater inserted into the probe which is in direct heat contact with the tested specimen. Evaluation of thermal conductivity and volume heat capacity is based on periodically sampled temperature records as function of time, provided that heat propagation occurs in unlimited medium.

Measurement Probes

The broad measurement range of the ISOMET allows to measure variety of materials with extremely different mechanical properties. It is possible to measure solid materials ranging from soft foams to hard rocks, liquids, suspensions etc. In order to obtain the best measurement accuracy on specific materials two general probe types were developed:

- a/ Needle probes
- b/ Surface probes

a/ Needle probes can be utilized for solid soft materials where it is possible simply to stick the needle of the probe into the measured material or it is possible to bore precise aperture for the needle. Measurement accuracy using the needle probes is not degraded even for the best low-conducting polyurethan foams but it might be significantly affected in harder materials by inaccuracy of the aperture. Expected minimal material thickness surrounding the needle probe is from 10 mm to 15 mm depending on the material's thermal diffusivity (conductivity). The sensor part of the probe begins 15 mm from the probe tip and is 50 mm long. Needle part of the probe should be fully inserted into measured material up to its handle in order to obtain the best measurement accuracy but 80 mm insertion depth is acceptable in most cases.

Needle probes are calibrated without any thermal contact improving means for soft porous materials. For hard solid non-porous materials where apertures for probe are bored silicon oil is used to fill the hole.

b/ Surface probes are intended to use for measurement on solid and hard materials. Flat surface of at least 60 mm diameter is satisfactory for the probe. Demand for the accuracy of the surface flatness increases with increasing thermal conductivity value

of the tested material. The expected minimal thickness of evaluated material is ranging from 10 mm to 15 mm depending on its diffusivity (conductivity).

Surface probes, in principle, can be utilized also for extremely low conductive foams. However, the properties of the surface layer of materials may significantly differ from the properties of the inner structure (especially in case of low-conductive gas filled foams, due to filling gas diffusion).

Surface probes are calibrated without any thermal contact improving means.

Accuracy Influencing Factors

Measurement of thermophysical properties by ISOMET can be, like all other measurements, influenced by conditions of measurement.

Following influencing factors might have the most significant effect on measurement:

- Quality of the thermal contact of the measurement probe and measured object
- Temperature fluctuations and drift
- Finite dimensions of the measured material sample
- Non-homogeneity of the measured material sample
- Anisotropy of the measured material sample
- Humidity of the measured material sample.

POWER SUPPLY

ISOMET 2104 is powered by means of internal rechargeable batteries or from mains via 12VDC power supply. 12VDC power supply delivered by the manufacturer optimally charges internal batteries avoiding their overcharge. ISOMET is charging on, when it turned on (rear panel "Power" switch is in position "1"). If it is possible, use ISOMET from mains using 12VDC power supply, but from times to times batteries should be discharged to avoid capacity reduction due to memory effect.

When ISOMET is powered from internal rechargeable batteries, turn the LED backlight OFF (from main menu by the key [F7]) to reduce power consumption. The LED backlight is turned off automatically, when battery voltage is lower than the LED limit voltage, set in Service menu (accessible from main menu by pressing keys [F6],[F5] and [F4] sequentially).

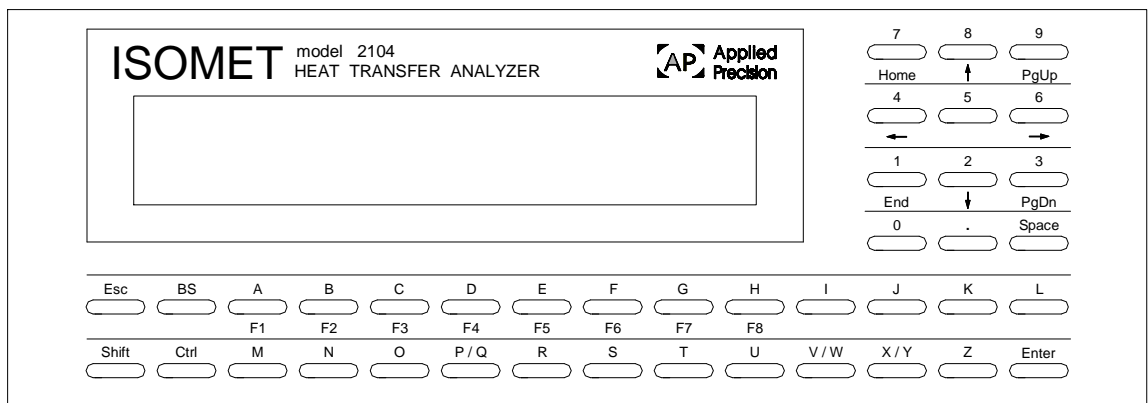


Fig. 1 ISOMET 2104 - Front Panel

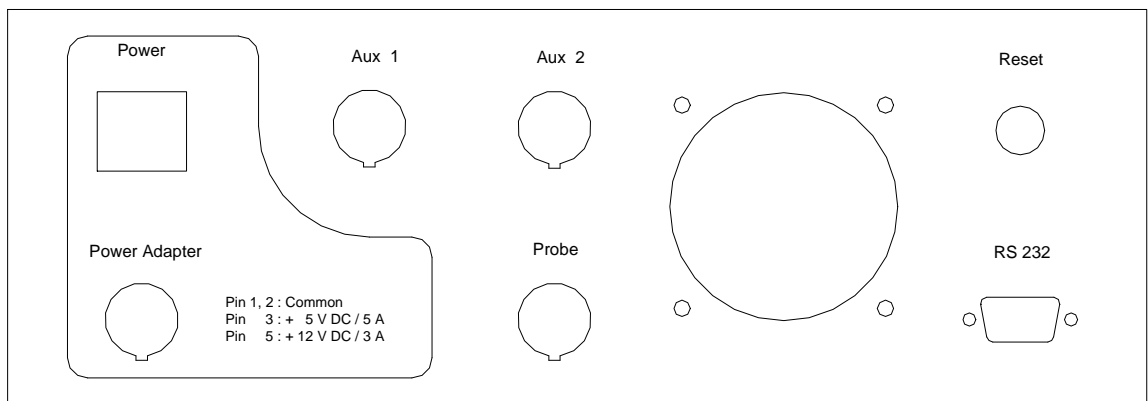


Fig. 2 ISOMET 2104 - Rear panel

BASIC OPERATIONS

Conventions:

Displayed results, settings etc. on the ISOMET's display will be denoted by bold characters as shown in main MENU.

ISOMET's key will be noted by respective key symbol in brackets. For example [F1] means the function key F1.

Arrangement of the front panel and rear panel controls are on figure 1 and 2. Front panel contains the system keyboard and display. On the rear panel is the power ON/OFF switch, resetting button, power socket and connector for the measurement probe and RS232 interface.

Basic operations with the instrument are done via front panel keyboard and display by means of multi-level MENU system. Front panel keyboard keys are:

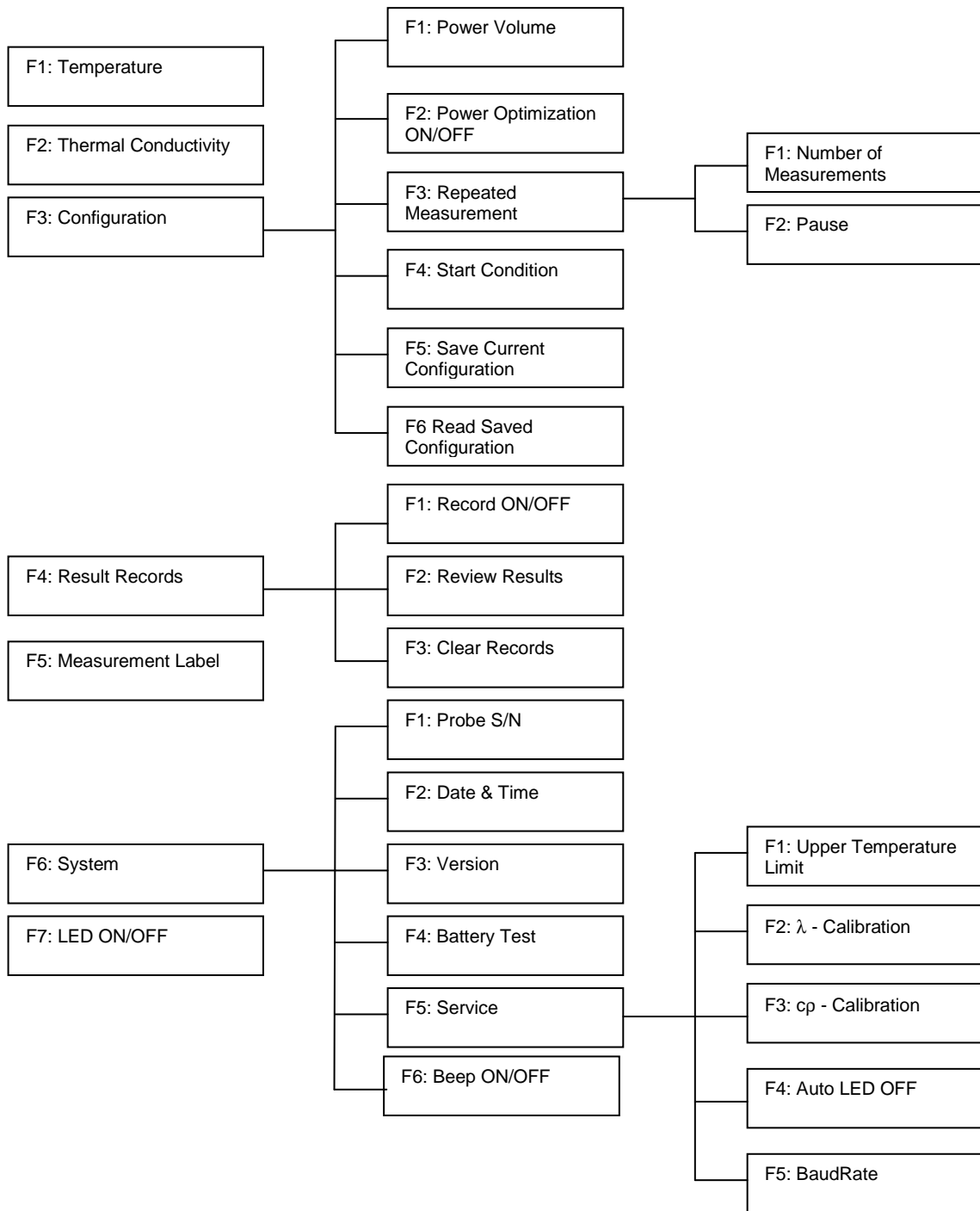
[A]...[Z], [0]...[9]	-alphanumeric keys to enter strings (measurement label) or numerals <i>Note: to enter second characters ([Q], [W] and [Y]) press the selected key twice</i>
[Esc]	-Returns to higher MENU level -Interrupts executed procedure (excepting thermal conductivity measurement)
[Ctrl]+[S]	-Interrupts thermal conductivity measurement
[ENTER]	- Inputs written numerals and strings - Skips "Preparing" procedure
[BS]	- Backspace, editing key, deletes previous character
[Shift]	- Editing key, upper case switch
[V]	- Arrow Down, rolls menu items or result records down
[PgDn]	- Page Down, rolls result records down (by 10 record)
[^]	- Arrow Up rolls menu items or result records up
[PgUp]	- Page Up, rolls result records up (by 10 records)
[HOME]	- moves menu items or result records to the first position
[END]	- moves menu items or result records to the last position

The structure of the menu system is on figure 3.

At one level of the MENU there are up to eight commands available, but only four of them are displayed at the same time. Menu items can be rolled up and down by means of [Home], [End] and arrow up and down keys. Execution of any MENU command or calling a submenu is activated by pressing the respective function key.

For example [F1] in the main MENU starts the temperature measurement.

Fig. 3 MENU STRUCTURE



MAIN MENU

MAIN MENU is displayed after initialization (switching on by power ON/OFF switch or pressing the rear panel RESET button) of the instrument. It consists of executable items and sub-menu items. Executable items, if activated, start execution of respective procedure. Sub-menu items call respective lower menu level.

Executable items of the main menu are:

F1 -Temperature - Measurement of temperature,

F2 -Thermal Conductivity - Measurement of thermal conductivity and volume heat capacity

F5 -Measurement label -Enables to enter a 16 character label for the measurement

F7- LED ON/OFF -turns the LED backlight ON or OFF

Sub-menu items of the main menu are:

F3-Configuration

F4-Result Records

F6- System

EXECUTABLE MAIN MENU ITEMS

F1-Temperature. [F1] starts periodical temperature measurement. The last measured value is displayed as follows:

Probe S/N: nnnnnnnn

Temperature:

* **TT.TT °C**

Esc: Abort

where

nnnnnnnn is the serial number of the measurement probe,

TT.TT is the temperature,

blinking "*" character visualizes the sampling rate.

Temperature measurement is important for observation of measured material's state because its temperature equilibrium is the most significant condition for accurate measurement of thermophysical properties.

F2-Thermal Conductivity. [F2] starts the procedure of thermal conductivity measurement. Measurement is executed according to the preset configuration. The first step of the measurement procedure is the measurement preparation. Preparation

means waiting for the temperature equilibrium, while the following information is on the display.

PREPARING...

Temperature: TT.TT°C

Slope: x.xxxxx K/s

Enter: Skip Preparing

where TT.TT is the last measured temperature value x.xxxxx is the slope, the derivative of the temperature as a function of time. The device remains in the prepare state until the temperature steady state condition, preset in configuration MENU, is fulfilled. The operator can any time skip the prepare procedure by pressing the [Enter] key.

Measurement continues by optimization procedure to find optimal level of power, which has to be dissipated in the probe.

The device displays the following message:

OPTIMIZATION

The optimization procedure lasts few seconds. Determined optimal power value is given in terms of percentage of the maximum power available for the actual probe.

Remark 1:

It is important to have stable thermal condition during optimization. Unsteady ambient temperature can significantly affect the determined optimal power value.

After finishing the optimization procedure the device repeats the PREPARE procedure in order to eliminate the negative influence of the transient effects caused by the thermal impulse of the OPTIMIZATION procedure.

The start of the measurement itself is indicated by the message:

Measurement in Progress

nn/NN

Label:

Temperature: TT.TT°C

Heater: HH%

PP%complete

where:

nn is the measurement number

NN is the number of measurement, selected by the operator

TT.TT°C is the probe temperature

HH is the power of the heater

the blinking message "in Progress" and increasing percentage value visualizes the progression of the measurement.

After the measurement procedure finishes, the following message is displayed:

Label: xxxxxxxxxx
 λ : L.LLL W/m.K
 $c\rho$: C.CCC E+6 J/m³.K
a: AA.AA E-6 m²/s **Esc: Exit**

where:

xxxxxx	is the measurement label	
L.LLL	is the thermal conductivity	[Wm-1K-1]
C.CCC	is the volume heat capacity	[J.m-3.K-1]
AA.AA	is the thermal diffusivity	[m.2s-1]

If more than one measurement is selected then this message is displayed only for a period of 5 seconds and then the measurement continues.

The further program step is activated by pressing [ESC].

If the measured value of volume heat capacity ($c\rho$) is out of range specified in "SPECIFICATIONS" section of this guide, three dashes " --- " appear on the display instead of numeric value.

Measured value of thermal conductivity (λ) is displayed even in cases, when the value is out of range of the measurement probe. These thermal conductivity values can have larger error than specified in section "SPECIFICATONS".

Thermal diffusivity (a) is evaluated as $a = \lambda / c\rho$ from measured values of thermal conductivity (λ) and volume heat capacity ($c\rho$). Therefore thermal diffusivity values are valid when both measured values (λ and $c\rho$) are in measurement range of the measurement probe.

Remark 1:

Measurement can be interrupted by pressing the keys [Ctrl] and [S] simultaneously.

Remark 2: Turning LED backlight ON or OFF (key [F7]), during the measurement process, can cause additional error.

Remark 3:

If the temperature of the probe crosses the upper temperature limit during the measurement procedure, the measurement is aborted and the following message is displayed:

Temperature limit TT.TT°C exceeded

*where TT.TT is the temperature limit. It's default value is 75.0°C. It can be changed by the operator in the **Service Menu**, which is accessible from the **Main Menu** by pressing [F6], [F5] and [F1] sequentially.*

This error can occur if temperature of the measured material is initially out of range of the used probe or it is very near to the limits. Another reason for this error may be high measurement power by the operator manually in case of probes API210402 and API210411.

F5 - Measurement Label. Each measurement stored into the internal memory can be labeled by 16 character string. It is useful for easy orientation in results, when repeated measurement on different specimens were performed. After activating this command the following message is displayed

Measurement with "Optimized Power" or "Fixed Power Volume"

Measurement Label: Sample01

Enter: OK - Esc: Cancel

The default label is "Sample01". The new label, typed using alphanumerical keys, can be entered by [Enter] key. The previous label can be left by pressing the [Esc] key.

F7 - LED ON/OFF Turns the LED backlight ON or OFF.

CONFIGURATION MENU

The CONFIGURATION MENU enables the operator to preset the conditions of further measurements of the thermophysical properties of materials. The configuration menu items are:

F1 Power Volume

F2 Power Optimization ON/OFF

F3-Repeated Measurement (submenu item)

F4 Start Condition

F5 Save Current Configuration

F6 Read Saved Configuration

Activating the CONFIGURATION MENU items the operator may set parameters characterizing the measurement procedure..

There is a connection between the first two commands in the Configuration Menu, which are activated by the keys [F1] and [F2]. The heater of the probe heats the measured material. The optimum power dissipated in the probe is different for various materials and probe types. For this reason the power volume is selectable in relative scale characterized by levels 0..100%. The level 1 means the minimum power and 100 is the maximum power available for the probe.

In default state (after initialization) ISOMET automatically tests the material and calculates the power for optimum temperature rise (which is 10K), but there is a possibility to control the power level directly by the operator without optimization procedure. Measurement with fixed power can be useful for certain laboratory measurements where stable power level is important.

F2-Power Optimization ON /OFF

After activating this command the following message is displayed:

Measurement Label: Sample01

Optimized Power: Yes

PgUp/PgDn: Modify Enter: OK Esc: Cancel

Keys [PgUp] and [PgDn] modify the Yes/No input. Key [Enter] confirms the actual value and further measurements are performed with power optimization or without according to this selection.

F1-Power Volume.

It allows to enter the power value, when measurement without optimization is performed.

After activating this command the following message is displayed:

Measurement Label: Sample01

Power (%): xx

Enter: OK - Esc: Cancel

xx- is the power volume in relative percentage scale.

Entered data input is confirmed by pressing [ENTER]

Further measurements are performed without optimization and the preset power volume will be used for all further measurements.

F4-Start Condition. This command presets the actual temperature stability condition as the derivative of the temperature as a function of time (slope) for the PREPARING procedure.

After activating the following message is displayed.

Measurement label: Sample01
Start Condition (K/s): n.nnnnn
Enter: OK - Esc: Cancel

where n.nnnn is the selected value for start condition as described above.
The typed number is entered by [ENTER] key.

F5 Save Current Configuration This command saves current measurement configuration.

F6 Read Saved Configuration This command reads the last saved measurement configuration.

REPEATED MEASUREMENT MENU

Repeated Measurement Menu configures measurement procedure, when more than one measurement has to be performed automatically.

F1-Number of Measurements Enables to enter the number of measurements.

F2 - Pause Enables to enter waiting between measurements

RESULT RECORDS MENU

ISOMET can store 1000 measurement records into his internal memory. Records are stored as separate items containing measured results in following order:

Label,
Probe Serial Number
Thermal conductivity,
Volume heat capacity,
Date
Start Time
End Time
Start Temperature.
Maximum Temperature

Stored items can be reviewed through **Result Records Menu**, which has the following functions:

F1 Record ON/OFF - Enables or disables to save measurement records

F2 Review Results - Displays saved result records

F3 Clear Records - Clears result records

SYSTEM MENU

F1 Probe S/N - Displays probe serial number

F2 Date & Time - Displays date and time and enables to change the system date or time by typing the new data. (Isomet keyboard does not have key for comma [:] to divide hours from minutes and minutes from seconds, use full stop, period [.] instead.

F3 Version - System information

F4 Battery Test - Displays Battery Voltage

F5 Service - Submenu item

SERVICE MENU

F1 Upper Temperature Limit - Enables to change the upper temperature limit from 0°C to 80°C. Upper temperature limit is the value of temperature at which the system switches off the heater and aborts measurement. Its default value is 75°C.

λ and cp Calibration

Measurement probes were calibrated at the manufacturer with reference materials tested by guarded hot plate apparatus according to the ISO 8302.

Due to the stability of probes, frequent calibration of probes is not necessary. If the user decides to recalibrate a measurement probe, calibration can be performed at the manufacturer or it can be performed by the user. Commands [F2] and [F3] of the Service Menu enables to perform probe calibration by the user. Accidental entering into the calibration procedure is guarded by requiring the password. The password is "2104".

F2 λ Calibration - Calibration of thermal conductivity values of a measurement probe requires two reference materials with tested thermal conductivity values close to the limit values of the probe range. After entering the password, "2104", the following message will be displayed:

λ Calibration

Number of Cal Points 2-8: (blinking cursor)

Enter: OK - Esc:Cancel

Number from 2 to 8 entered into the system means, how many measurement will be performed during the calibration. The calibrated probe should be prepared for thermal conductivity measurement of the reference material. Before each measurement the system will require the thermal conductivity of the applied reference material by displaying the message:

Probe Calibration - Point n/N

λ of reference (W/m.K):

Enter: OK - Esc: Cancel

where N is the number of calibration points and n is the consecutive number of measurement.

After entering the thermal conductivity value of the reference one measurement on the specified reference material will be performed.

After the last measurement, when $n=N$, the following message will be displayed:

λ Calibration

Rewrite Probe Coefs: Yes/No

PgUp/PgDn: Modify Enter: OK - Esc:Cancel

Keys [PgUp] and [PgDn] modify the Yes/No input. Key [Enter] confirms the actual value. If "Yes" is entered then, probe calibration coefficients are to be rewritten according to the result of the calibration. If "No" is entered, probe calibration coefficients will not be changed.

F3 $c\rho$ Calibration - Calibration of the volume heat capacity values of a measurement probe requires two reference materials with tested volume heat capacity values close to the limit values of the probe range. After entering the password, "2104", the following message will be displayed:

$c\rho$ Calibration

Number of Cal Points 2-8: (blinking cursor)

Enter: OK - Esc:Cancel

Number from 2 to 8 entered into the system means, how many measurement will be performed during the calibration. Calibrated probe should be prepared for volume heat capacity measurement of the reference material. Before each measurement the system will require the volume heat capacity of the reference material by displaying the message:

Probe Calibration - Point n/N

$c\rho$ of reference (E+6 J/m³.K):

Enter: OK - Esc: Cancel

After entering the volume heat capacity value one measurement on the specified reference material will be performed.

After the last measurement, when $n=N$, the following message will be displayed:

$c\rho$ Calibration

Rewrite Probe Coefs: Yes/No

PgUp/PgDn: Modify Enter: OK - Esc:Cancel

Keys [PgUp] and [PgDn] modify the Yes/No input. Key [Enter] confirms the actual value. If "Yes" is entered then, probe calibration coefficients are to be rewritten according to the results of the calibration. If "No" is entered, probe calibration coefficients will not be changed.

F4 Auto LED Off - Enters the battery voltage, at which the LED backlight will be turned off automatically.

F5 BaudRate - Enables to enter the baud rate of the serial communication port.

F6 Beep ON/OFF - Enables to switch off or on audible indicator - beeper.

READING RESULTS FROM INTERNAL MEMORY

ISOMET2104 can communicate with IBM compatible PC via RS 232 serial communication port and transfer results into the selected text file. Data exchange is executed by means of the program ISOHIS2.EXE.

Remark:

All resident drivers active on the designed serial port, for example mouse driver, must be disabled in order to prevent any interference.

Data transfer procedure:

- 1) Connect ISOMET2104 to one of the standard serial communication ports COM1 or COM2 of your PC. The connection must be done via 9 pin serial interface cable supplied with the instrument ISOMET2104.
- 2) Turn on the ISOMET 2104 by the power switch on the rear panel (state "1"). Initialization of the instrument takes approximately 17 seconds. After this the Main Menu is selected.
- 3) Select the Main Menu on the ISOMET 2104, if it is not selected.
- 4) Run the programme "ISOHIS2.exe". If "ISOHIS2.exe" is activated, the procedure for reading results can be called by pressing [F9] on the PC or through the menu bar by pressing [Alt][I] simultaneously and by selecting the Read results item. After that the program asks you to specify the file name, where results are to be written. Result records are written into the selected file as a text file and can be opened in any editor or table processor. After entering the file name dialog box for specifying serial communication port COM1 or COM2 and the baud rate will be displayed. In default state the baud rate 19200 is selected in the device ISOMET2104 and in the programme ISOHIS2 too. For most of the PCs this baud rate is convenient and it is not necessary to change this value. In case of communication problems this value can be decreased, but the same baudrate must be selected in the device ISOMET 2104 too (in Service Menu press [F5]). After selecting the communication port, by pressing [Enter] in the dialog box, data transfer starts from Isomet memory to the selected file. When data transfer is complete, the data are displayed on the PC's monitor. You can roll up and down the result record by arrow keys or the keys [PgUp] and [PgDn]. The window for the review of results is closed by pressing [Alt][F3] simultaneously. Program ISOHIS2 is exited by pressing [Alt][X] simultaneously or through the menu bar by pressing [Alt][I] and selecting the Exit item.

APPENDIX A

MAKING YOUR FIRST MEASUREMENT OF THERMAL CONDUCTIVITY AND VOLUME HEAT CAPACITY WITH ISOMET MODEL 2104

- 1) Make sure the ISOMET is turned off, which means that the "Power" switch on the rear panel is in state "0".
- 2) Insert needle probe into the specimen (or place surface probe on the specimen's surface, if you intend to use surface probe).
- 3) Insert measurement probe plug into the socket, marked as "Probe", on the ISOMET rear panel.
- 4) Insert the 12VDC power supply plug into the socket marked as "Power Input", on the ISOMET rear panel (If you intend to use internal batteries, this step is omitted.).
- 5) Turn on the instrument by the power switch on the rear panel (state "1").

Remark

It is not recommended to insert measurement probe, power or serial communication cable plugs into the respective sockets, when ISOMET is switched on.

- 6) Initialization of the instrument takes approximately 17 seconds. After this the first 4 items of the MainMenu are displayed. You can roll up and down by the arrow keys and [PgUp],[PgDn] keys to display further items or select any item from the Main Menu, for example turning the LED backlight on and off by pressing [F7].
- 7) You can monitor the sample temperature (its thermal equilibrium) by pressing [F1]. By pressing [Esc] you return to the Main Menu.
- 8) If repeated measurements are to be performed, press [F3],[F3] and [F1] sequentially and enter the number of measurement. By pressing [Esc] twice, you will return to the Main Menu.
- 9) Thermal conductivity and volume heat capacity measurement is started by pressing the key [F2].
- 10) Measurement can be aborted any time by pressing the keys [Ctrl] and [S] simultaneously.

IMPORTANT

- 11) **Do not switch off the instrument, when any measurement (temperature, thermal conductivity or battery test) is in progress.**

Příloha č.3

Technické listy a prohlášení o vlastnostech zkoumaných materiálů

Isover EPS 70F

fasádní desky z pěnového polystyrenu



Kód značení: EPS-EN13163-T1-L2-W2-S2-P3-BS115-CS(10)70-DS (N)2-DS(70,-)1-TR100-MU40-WL(T)5

CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

EPS (pěnový polystyren) je lehká a tuhá organická pěna, která se široce používá v evropském stavebnictví, zejména jako tepelná izolace. Bílé izolační desky si v průběhu 50 let používání získaly na stavbách pro své výborné užitné vlastnosti pevné místo. Izolační desky EPS Isover jsou vyrobeny pomocí nejnovějších technologií bez obsahu CFC a HCFC (známé jako freony). Moderní technologie zajišťuje stálou kvalitu a minimální energetickou náročnost výroby, což deskám zajišťuje výborný poměr cena/výkon. Veškeré desky EPS Isover se vyrábějí v samozhášivém provedení se zvýšenou požární bezpečností.*

POUŽITÍ

Izolační desky Isover EPS 70F jsou určeny zejména pro fasádní zateplovací systémy ETICS a ostatní aplikace bez významných požadavků na zatížení tlakem (podlahy apod.). Desky jsou vhodné pro izolační vrstvy energeticky úsporných staveb (nízkoenergetické a pasivní domy) s běžnými tloušťkami izolace 200-500 mm. Zároveň se EPS 70F používá pro kvalitní zateplení stávajících staveb, např. v rámci programu Zelená úsporám.

ROZMĚRY, IZOLAČNÍ VLASTNOSTI

	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Balení			Deklarovaný tepelný odpor R_D (m ² ·K·W ⁻¹)
			ks	m ²	m ³	
Isover EPS 70F	10	1000 x 500	50	25,0	0,250	0,25
Isover EPS 70F	20	1000 x 500	25	12,5	0,250	0,50
Isover EPS 70F	30	1000 x 500	16	8,0	0,240	0,75
Isover EPS 70F	40	1000 x 500	12	6,0	0,240	1,00
Isover EPS 70F	50	1000 x 500	10	5,0	0,250	1,30
Isover EPS 70F	60	1000 x 500	8	4,0	0,240	1,55
Isover EPS 70F	70	1000 x 500	7	3,5	0,245	1,80
Isover EPS 70F	80	1000 x 500	6	3,0	0,240	2,05
Isover EPS 70F	90	1000 x 500	5	2,5	0,225	2,35
Isover EPS 70F	100	1000 x 500	5	2,5	0,250	2,60
Isover EPS 70F	120	1000 x 500	4	2,0	0,240	3,10
Isover EPS 70F	140	1000 x 500	3	1,5	0,210	3,65
Isover EPS 70F	150	1000 x 500	3	1,5	0,225	3,90
Isover EPS 70F	160	1000 x 500	3	1,5	0,240	4,15
Isover EPS 70F	180	1000 x 500	2	1,0	0,180	4,70
Isover EPS 70F	200	1000 x 500	2	1,0	0,200	5,20

Po dohodě lze dodat výrobky i v jiných tloušťkách.

HRANY

Desky jsou standardně opatřeny rovnou hranou, za příplatek je možno vytvoření polodrážky (do max. tl. 240 mm, krycí rozměry se zmenší o rozměr polodrážky, tj. 15 mm).

ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota	Norma
Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti λ_D (stanovený na základě série měřených hodnot podle ČSN EN 12667)	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,039	ČSN EN 13163
Charakteristický součinitel tepelné vodivosti λ_{k10}	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,038	-
Objemová hmotnost	kg·m ⁻³	13,5-18**	ČSN EN 1602
Dlouhodobá nasákavost při úplném ponoření WL(T)	%	5	ČSN EN 12 087
Pevnost v tahu kolmo k rovině desky TR	kPa	100	ČSN EN 1607
Pevnost (napětí) v tlaku při 10% lin. def. CS(10)	kPa	70	ČSN EN 826
Trvalá zatížitelnost (při 2% lin. def.)	kg·m ⁻²	1200	-
Třída reakce na oheň	-	E***	ČSN EN 13 501-1
Tepelná odolnost dlouhodobě	°C	80	-
Faktor difuzního odporu (μ) MU	-	20-40	ČSN EN 12 086

SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

■ Prohlášení o vlastnostech CZ0004-008 (www.isover.cz/DOP)

* Samozhášivost EPS je zajištěna pomocí retardéru hoření hexabromcyklododekan HBCD. Podrobné informace viz technický informační list na <http://www.isover.cz/data/files/technicky-informacni-list-isover-eps-429-609.pdf>.

** Objemová hmotnost je pouze orientační a je určena především pro potřeby statiky a výpočtu požárního zatížení.

*** Pro požární bezpečnost staveb je rozhodující zařazení celých konstrukcí a systémů, EPS se nepoužívá bez nehořlavých krycích vrstev.

Pozn.: Konkrétní aplikace musí splňovat obecné požadavky technických podkladů Saint-Gobain Isover CZ s.r.o., platných technických norem a konkrétního projektu.

1. 7. 2014 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje aktualizovat.

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

č. CZ0004-008


1	Jedinečný identifikační kód typu výrobku:	E01 02
2	Výrobek/výrobky:	Isover EPS 70 F
3	Zamýšlené/zamýšlená použití:	Tepelná izolace budov
4	Výrobce:	Saint - Gobain Construction Product CZ a.s. Počernická 272/96; 108 03 Praha 10 Česká republika IČO: 25029673, DIČ: CZ 25029673
5	Zplnomocněný zástupce:	není relevantní
6	Systém/systémy POSV:	Systém 3
7	Oznámený subjekt/oznámené subjekty:	1390 Centrum stavebního inženýrství a.s. Praha
8	Harmonizovaná norma:	ČSN EN 13 163: 2012

Základní charakteristiky	Vlastnost	Zkratka	Jednotka	Deklarované vlastnosti
Reakce na oheň	Reakce na oheň	RtF	Euroclass	E
Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	-	-	NPD
Index zvukové pohltivosti	Zvuková pohltivost	-	-	NPD
Index kročejové neprůzvučnosti (u podlah)	Dynamická tuhost	s'	MN/m ³	NPD
	Tloušťka	d _L	mm	NPD
	Stlačitelnost	c	mm	NPD
Index vzduchové neprůzvučnosti	Odpor proti proudění vzduchu	s'	MN/m ³	NPD
Hoření postupujícím žhnutím	Hoření postupujícím žhnutím			NPD
Tepelný odpor	Tepelný odpor	R _D	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ _D	W/m K	0,039
	Tloušťka	d _N	mm	10-500
Propustnost vody	Nasákavost při částečném ponoření	W _{Ip}	kg/m ²	NPD
	Nasákavost při úplném ponoření	W _{It}	%	5
Propustnost vodní páry	Propustnost vodní páry	Z	m ² .h.Pa/mg	20-40
Pevnost v tlaku	Napětí v tlaku při 10% deformaci	CS	kPa	70
	Deformace při určeném napětí v tlaku a teplotních podmínkách	DLT (5)	%	NPD
Stálost reakce na oheň při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Stálost charakteristik	RtF	Euroclass	NPD
Stálost tepelného odporu při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Tepelný odpor	R	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ	W/m K	0,039
	Stálost charakteristik	-	-	NPD
Pevnost v tahu/ohybu	Pevnost v ohybu	BS	kPa	115
	Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	TR	kPa	100
Stálost pevnosti v tlaku při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Dotvarování tlakem	Xct, Xt	mm	NPD
	Dlouhodobé zmenšení tloušťky	-	-	NPD
	Odolnost při střídavém zmrazování a rozmrazování	FTCI	-	NPD

a) Parametr R je platný pro tloušťku výrobku, rozsah tlouštěk a tepelných odporů - viz technické listy na webu www.isoover.cz

Vlastnosti výše uvedeného výrobku jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Toto prohlášení o vlastnostech se v souladu s nařízením (EU) č. 305/2011 vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného výše.

Ing. Aleš Krpata
Jméno
Business Unit EPS Manager
Funkce



Podpis

10.03.2015
Datum
Český Brod
Místo

ISOVER
SAINT-GOBAIN
e-mail: info@isoover.cz, www.isoover.cz

Isover EPS GreyWall Plus

grafitové fasádní desky se zvýšeným izolačním účinkem



Kód značení: EPS-EN13163-T1-L2-W2-S2-P3-BS115-DS (N)2-DS(70,-)1-TR100-MU40-WL(T)5

CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Izolační desky GreyWall Plus jsou nejnovějším typem EPS desek využívající nanotechnologie pro profesionální zateplení. Miliony buněk izolantu se stopovou přísadou grafitu účinně odrážejí teplo zpět k jeho zdroji a podstatně tak zlepšují izolační vlastnosti. Izolační desky GreyWall Plus jsou vyrobeny pomocí nejnovějších technologií bez obsahu CFC a HCFC (známé jako freony). Moderní technologie zajišťuje stálou kvalitu a minimální energetickou náročnost výroby, což deskám zajišťuje výborný poměr cena/výkon. Veškeré desky EPS Isover se vyrábějí v samozhášivém provedení se zvýšenou požární bezpečností.*

POUŽITÍ

Izolační desky Isover GreyWall Plus jsou určeny zejména pro fasádní zateplovací systémy ETICS s nejvyššími nároky na účinnost izolace tj. pro izolační vrstvy energeticky úsporných staveb (nizkoenergetické a pasivní domy) s běžnými tloušťkami izolace 200-500 mm. Zároveň se izolanty GreyWall Plus používají pro kvalitní zateplení stávajících staveb. Při aplikaci je nutno dodržet technologický postup konkrétního systému, včetně např. stínění sítěmi, nebo použití konkrétních lepidel a tmelů.

BALENÍ, TRANSPORT, SKLADOVÁNÍ

Izolační desky EPS Isover rozměru 1000x500 mm jsou baleny do PE folie v balících max. výšky 500 mm. Nestandardní rozměry např. 1000x2000 mm, 1000x2500 mm jsou páskovány. Desky musí být dopravovány a skladovány za podmínek vylučujících jejich znehodnocení. Neskladovat na přímém slunci (teplotní stabilita max. 70°C).

PŘEDNOSTI

- vynikající tepelně izolační vlastnosti
- výborné mechanické vlastnosti
- vhodné i pro ETICS tl. 200-350mm
- minimální hmotnost
- jednoduchá zpracovatelnost
- dlouhá životnost
- ekologická a zdravotní nezávadnost
- trvalá odolnost proti vlhkosti
- biologická neutralita
- ekonomická výhodnost

ROZMĚRY, IZOLAČNÍ VLASTNOSTI

	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Balení			Deklarovaný tepelný odpor R_D (m ² ·K·W ⁻¹)
			ks	m ²	m ³	
Isover EPS GreyWall Plus	20	1000 x 500	25	12,5	0,250	0,65
Isover EPS GreyWall Plus	30	1000 x 500	16	8,0	0,240	0,95
Isover EPS GreyWall Plus	40	1000 x 500	12	6,0	0,240	1,30
Isover EPS GreyWall Plus	50	1000 x 500	10	5,0	0,250	1,65
Isover EPS GreyWall Plus	60	1000 x 500	8	4,0	0,240	1,95
Isover EPS GreyWall Plus	70	1000 x 500	7	3,5	0,245	2,25
Isover EPS GreyWall Plus	80	1000 x 500	6	3,0	0,240	2,60
Isover EPS GreyWall Plus	90	1000 x 500	5	2,5	0,225	2,90
Isover EPS GreyWall Plus	100	1000 x 500	5	2,5	0,250	3,25
Isover EPS GreyWall Plus	120	1000 x 500	4	2,0	0,240	3,90
Isover EPS GreyWall Plus	140	1000 x 500	3	1,5	0,210	4,55
Isover EPS GreyWall Plus	150	1000 x 500	3	1,5	0,225	4,85
Isover EPS GreyWall Plus	160	1000 x 500	3	1,5	0,240	5,20
Isover EPS GreyWall Plus	180	1000 x 500	2	1,0	0,180	5,85
Isover EPS GreyWall Plus	200	1000 x 500	2	1,0	0,200	6,50
Isover EPS GreyWall Plus	220	1000 x 500	2	1,0	0,220	7,15
Isover EPS GreyWall Plus	240	1000 x 500	2	1,0	0,240	7,80
Isover EPS GreyWall Plus	260	1000 x 500	1	0,5	0,130	8,45
Isover EPS GreyWall Plus	280	1000 x 500	1	0,5	0,140	9,10
Isover EPS GreyWall Plus	300	1000 x 500	1	0,5	0,150	9,75

Po dohodě lze dodat výrobky i v jiných tloušťkách.

HRANY

Desky jsou standardně opatřeny rovnou hranou, za příplatek je možno vytvoření polodrážky (do max. tl. 240 mm, krycí rozměry se zmenší o rozměr polodrážky, tj. 15 mm).

ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota	Norma
Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti λ_D (stanovený na základě série měřených hodnot podle ČSN EN 12667)	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	0,031	ČSN EN 13163
Objemová hmotnost	kg·m ⁻³	13,5-18**	ČSN EN 1602
Dlouhodobá nasákavost při úplném ponoření WL(T)	%	5	ČSN EN 12 087
Pevnost v tahu kolmo k rovině desky TR	kPa	100	ČSN EN 826
Třída reakce na oheň	-	E***	ČSN EN 13 501-1
Tepelná odolnost dlouhodobě	°C	70	-
Faktor difúzního odporu (μ) MU	-	20-40	ČSN EN 12 086

SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

- Prohlášení o vlastnostech CZ0004-016

* Samozhášivost EPS Isover je zajištěna pomocí retardéru hoření hexabromcyklododekan - HBCD. Použití tohoto retardéru hoření nevyžaduje stanovení pravidel bezpečného použití, podrobné technické parametry jsou k dispozici na www.isoover.cz.

** Objemová hmotnost je pouze orientační a je určena především pro potřeby statiky a výpočtu požárního zatížení.

*** Pro požární bezpečnost staveb je rozhodující zatřídění celých konstrukcí a systémů, EPS se nepoužívá bez nehořlavých krycích vrstev.

Pozn.: Konkrétní aplikace musí splňovat obecné požadavky technických podkladů Isover, platných technických norem a konkrétního projektu.

1. 7. 2014 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje aktualizovat.

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

č. CZ0004-016


1	Jedinečný identifikační kód typu výrobku:	E02 02
2	Výrobek/výrobky:	Isover EPS GreyWall Plus
3	Zamýšlené/zamýšlená použití:	Tepelná izolace budov
4	Výrobce:	Saint - Gobain Construction Product CZ a.s. Počernická 272/96; 108 03 Praha 10 Česká republika IČO: 25029673, DIČ: CZ 25029673
5	Zplnomocněný zástupce:	není relevantní
6	Systém/systémy POSV:	Systém 3
7	Oznámený subjekt/oznámené subjekty:	1390 Centrum stavebního inženýrství a.s. Praha
8	Harmonizovaná norma:	ČSN EN 13 163: 2012

Základní charakteristiky	Vlastnost	Zkratka	Jednotka	Deklarované vlastnosti
Reakce na oheň	Reakce na oheň	RtF	Euroclass	E
Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	-	-	NPD
Index zvukové pohltivosti	Zvuková pohltivost	-	-	NPD
Index kročejové neprůzvučnosti (u podlah)	Dynamická tuhost	s'	MN/m ³	NPD
	Tloušťka	d _L	mm	NPD
	Stlačitelnost	c	mm	NPD
Index vzduchové neprůzvučnosti	Odpor proti proudění vzduchu	s'	MN/m ³	NPD
Hoření postupujícím žhnutím	Hoření postupujícím žhnutím			NPD
Tepelný odpor	Tepelný odpor	R _D	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ _D	W/m K	0,031
	Tloušťka	d _N	mm	10-500
Propustnost vody	Nasákavost při částečném ponoření	W _{Ip}	kg/m ²	NPD
	Nasákavost při úplném ponoření	W _{It}	%	5
Propustnost vodní páry	Propustnost vodní páry	Z	m ² .h.Pa/mg	20-40
Pevnost v tlaku	Napětí v tlaku při 10% deformaci	CS	kPa	NPD
	Deformace při určeném napětí v tlaku a teplotních podmínkách	DLT (5)	%	NPD
Stálost reakce na oheň při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Stálost charakteristik	RtF	Euroclass	NPD
Stálost tepelného odporu při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Tepelný odpor	R	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ	W/m K	0,031
	Stálost charakteristik	-	-	NPD
Pevnost v tahu/ohybu	Pevnost v ohybu	BS	kPa	115
	Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	TR	kPa	100
Stálost pevnosti v tlaku při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Dotvarování tlakem	Xct, Xt	mm	NPD
	Dlouhodobé zmenšení tloušťky	-	-	NPD
	Odolnost při střídavém zmrazování a rozmrazování	FTCI	-	NPD

a) Parametr R je platný pro tloušťku výrobku, rozsah tlouštěk a tepelných odporů - viz technické listy na webu www.isoover.cz

Vlastnosti výše uvedeného výrobku jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Toto prohlášení o vlastnostech se v souladu s nařízením (EU) č. 305/2011 vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného výše.

Ing. Aleš Krpata
Jméno
Business Unit EPS Manager
Funkce


Podpis

10.03.2015
Datum
Český Brod
Místo

ISOVER
SAINT-GOBAIN
e-mail: info@isoover.cz, www.isoover.cz

Isover TF PROFI

Minerální izolace z kamenných vláken



Kód specifikace: MW - EN 13162 - T5 - DS(TH) - CS(10)30 - TR10 - WS - WL(P) - MU1

CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Izolační fasádní desky z podélných minerálních vláken. Výroba je založena na metodě rozvláknování taveniny směsi hornin a dalších přísad. Vytvořená minerální vlákna se v rámci výrobní linky zpracují do finálního tvaru desek. Vlákna jsou po celém povrchu hydrofobizována a mají převážně podélnou orientaci k rovině stěny. Desky je nutné v konstrukci chránit vhodným způsobem (vrstvy kontaktního zateplovacího systému).

POUŽITÍ

Fasádní desky s podélným vláknem Isover TF Profi jsou vhodné do vnějších kontaktních zateplovacích systémů, kde se lepí a mechanicky kotví na dostatečně soudržný a pevný podklad stěny. Na desky se nanáší další vrstvy systému: tmel, vyztužná mřížka, penetrace, omítkovina, nátěr. Lepení může být provedeno nanášením lepidla po obvodu desky a do terčů ve středu desky. Obvyklý počet kotev je 5 až 6 ks/m², přesný počet kotev určí vždy projektant. Rozmístění kotev se provede podle doporučení výrobce zvoleného certifikovaného zateplovacího systému. Výrobek lze použít i do systémů se zápusnou montáží.

BALENÍ, TRANSPORT, SKLADOVÁNÍ

Izolační desky jsou baleny do PE fólie do volných balíků, nebo jako balíky na paletě. Isover TF PROFI je standardně dodáván na paletách (EPS prokladech). Materiál musí být přepravován a skladován za podmínek vylučujících jeho navlhnutí nebo jiné znehodnocení.

PŘEDNOSTI

- výborné tepelně izolační vlastnosti ($\lambda_D = 0,036 \text{ W/mK}$)
- vysoká protipožární odolnost
- výborné akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti
- nízký difuzní odpor - snadná propustnost pro vodní páru
- ekologická a hygienická nezávadnost
- vodoodpudivost - izolační materiály jsou hydrofobizované
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu
- snadná opracovatelnost - výrobky lze řezat, vrtat, lepit, atd.

ROZMĚRY, IZOLAČNÍ VLASTNOSTI

Označení	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Deklarovaný tepelný odpor R_D pro $\lambda_D 0,036 \text{ (m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1})$
Isover TF PROFI 3	30	1000 x 600	0,80
Isover TF PROFI 4	40	1000 x 600	1,10
Isover TF PROFI 5	50	1000 x 600	1,35
Isover TF PROFI 6	60	1000 x 600	1,65
Isover TF PROFI 7	70*	1000 x 600	1,90
Isover TF PROFI 8	80	1000 x 600	2,20
Isover TF PROFI 10	100	1000 x 600	2,75
Isover TF PROFI 12	120	1000 x 600	3,30
Isover TF PROFI 14	140	1000 x 600	3,85
Isover TF PROFI 15	150	1000 x 600	4,15
Isover TF PROFI 16	160	1000 x 600	4,40
Isover TF PROFI 18	180	1000 x 600	5,00
Isover TF PROFI 20	200	1000 x 600	5,55
Isover TF PROFI 22	220*	1000 x 600	6,10
Isover TF PROFI 24	240*	1000 x 600	6,65
Isover TF PROFI 26	260*	1000 x 600	7,20
Isover TF PROFI 28	280*	1000 x 600	7,75
Isover TF PROFI 30	300*	1000 x 600	8,30

Třída tolerance tloušťky T5 odpovídá povolené toleranci dle ČSN EN 13162: -1% nebo -1mm, přičemž rozhodující je vyšší číselná hodnota, a +3mm. Po konzultaci s výrobcem lze dodat i v rozměru 500 x 1000 mm. * Dodání nutno konzultovat s výrobcem.

TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota	Norma
TEPELNÉ VLASTNOSTI			
Soubor podmínek pro deklarované hodnoty $l(10^\circ\text{C})$ a (u_{dry})	-	-	ČSN EN ISO 10456
Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti λ_D (stanovený na základě série měřených hodnot podle ČSN EN 12667)	$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$	0,036	ČSN EN 13162
Měrná tepelná kapacita c_d	$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$	800	ČSN 73 0540-3
MECHANICKÉ VLASTNOSTI			
Napětí v tlaku při 10% stlačení (σ_{10}) CS(10)	kPa	≥ 30	ČSN EN 826
Pevnost v tahu kolmo k desce (σ_{tm}) TR	kPa	≥ 10	ČSN EN 1607
Nejvyšší hodnota zatížení	kNm^{-3}	1,4	ČSN EN 1991-1-1 ČSN EN 1990
Rozměrová stabilita při teplotě $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ a rel. vlhkosti $(90 \pm 5)\%$ DS(TH)	%	≤ 1	ČSN EN 1604
PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI			
Reakce na oheň	-	A1	ČSN EN 13501-1
Maximální teplota použití	$^\circ\text{C}$	200	-
Bod tání t_i	$^\circ\text{C}$	≥ 1000	DIN 4102 díl 17
AKUSTICKÉ VLASTNOSTI			
Dynamická tuhost s'	mm	100 120* 140* 150* 160 180* 200*	
	MPa/M	9,2 9,2 9,3 9,3 9,3 9,3 9,4	EN 29052-1
Měrný odpor proti proudění vzduchu r	kPa s/m^2	23,8 23,0 22,2 21,8 21,4 20,6 19,8	ČSN EN 29053
OSTATNÍ VLASTNOSTI			
Propustnost pro vodní páru Faktor difuzního odporu (μ) MU	-	1	ČSN EN 12086
Nasákavost krátkodobá/dlouhodobá WS / WL(P)	kgm^{-2}	1/3	ČSN EN 1609 ČSN EN 12087

*Hodnoty získané interpolací a extrapolací měřených hodnot.

Splňuje požadavky normy ČSN EN 13500 jako MW izolace užívaná v ETICS. Splňuje požadavky ETAG 004 a také TP CZB 05-2007 Kvalitativní třída A.

SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

- Osvědčení o stálosti vlastností 1390-CPR-312/11/P
- Prohlášení o vlastnostech CZ0001-022 (www.isover.cz/DOP)

1. 9. 2015 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje měnit.

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

č. CZ0001-022

1 Jedinečný identifikační kód typu výrobku S01 04

2 Typ, série nebo sériové číslo nebo jakýkoli jiný prvek umožňující identifikaci stavebních výrobků podle čl. 11 odst. 4 **Isover TF PROFI**

3 Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce Tepelná izolace budov

4 Jméno, firma nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce podle čl. 11 odst. 5: Saint - Gobain Construction Product CZ a.s.
Počernická 272/96; 108 03 Praha 10
Česká republika
IČO: 25029673, DIČ: CZ 25029673

5 Případně jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce, jehož plná moc se vztahuje na úkoly uvedené v čl. 12 odst. 2 není relevantní

6 Systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků, jak je uvedeno v příloze V. AVCP Systém 1
Systém 3

7 V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma (jméno a případně identifikační číslo oznámeného subjektu).
Centrum stavebního inženýrství a.s. Praha, Oznámený subjekt č. 1390 provedl určení typu výrobku, počáteční inspekci ve výrobním závodě a řízení výroby podle systému 1, průběžný dohled, posuzování a hodnocení systému řízení výroby a vydal certifikát shody.
Akreditované zkušební laboratoře Oznámeného subjektu č. 1390 vypracovaly protokoly o zkoušce pro jiné příslušné deklarované vlastnosti.

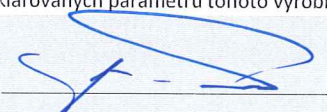
8 Harmonizovaná norma ČSN EN 13 162:2012

Základní charakteristiky	Vlastnost	Zkratka	Jednotka	Deklarované vlastnosti
Reakce na oheň	Reakce na oheň	RtF	Euroclass	A1
Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	-	-	NPD
Index zvukové pohltivosti	Zvuková pohltivost	-	-	NPD
Index kročejové neprůzvučnosti (u podlah)	Dynamická tuhost	s'	MN/m ³	NPD
	Tloušťka	d _L	mm	30-300
	Stlačitelnost	c	mm	NPD
	Odpor proti proudění vzduchu	AF _r	kPa.s/m ²	NPD
Index vzduchové neprůzvučnosti	Odpor proti proudění vzduchu	AF _r	kPa.s/m ²	NPD
Hoření postupujícím žnutím	Hoření postupujícím žnutím	-	-	NPD
Tepelný odpor	Tepelný odpor	R _D	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ _D	W/m K	0,036
	Tloušťka	d _N	mm	NPD
	Třída tolerance tloušťky	T	Class	T5
Propustnost vody	Krátkodobá nasákavost	W _p	kg/m ²	1
	Dlouhodobá nasákavost	W _{ip}	kg/m ²	3
Propustnost vodní páry	Propustnost vodní páry	μ	-	1
Pevnost v tlaku	Napětí v tlaku nebo pevnost v tlaku	CS	kPa	NPD
	Bodové zatížení	F _p	N	NPD
Stálost reakce na oheň při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Reakce na oheň	RtF	Euroclass	A1
Stálost tepelného odporu při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Tepelný odpor	R	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ	W/m K	0,036
	Stálost charakteristik	d	mm	NPD
Pevnost v tahu/ohybu	Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	TR	kPa	10
Stálost pevnosti v tlaku při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Dotvarování tlakem	Xct, Xt	mm	NPD

a) Parametr R je platný pro tloušťku výrobku, rozsah tlouštěk a tepelných odporů - viz technické listy na webu www.isoover.cz

9 Údaj výrobku uvedený v bodech 1 a 2 je v souladu s deklarovaným údajem v bodě 8. Deklarace řezaných výrobků Fasádní minerální zátka je odvozena z deklarovaných parametrů tohoto výrobku.

Jiří Šulák
Jméno
Ředitel závodu
Funkce


Podpis

Častolovice
Místo
10.07.2014
Datum

ISOVER
SAINT-GOBAIN

e-mail: info@isoover.cz, www.isoover.cz

Isover NF 333

Minerální izolace z kamenných vláken



Kód specifikace: MW - EN 13162 - T5 - DS(TH) - TR80 - WS - WL(P) - MU1

CHARAKTERISTIKA VÝROBKU

Izolační fasádní desky z kolmých minerálních vláken. Výroba je založena na metodě rozvláknování taveniny směsi horniny a dalších přísad. Vytvořená minerální vlákna se v rámci výrobní linky zpracují do finálního tvaru desek. Vláknata jsou po celém povrchu hydrofobizována a mají převážně kolmou orientaci k rovině stěny. Desky je nutné v konstrukci chránit vhodným způsobem (vrstvy kontaktního zateplovacího systému).

POUŽITÍ

Fasádní desky s kolmým vláknem Isover NF 333 jsou vhodné do vnějších kontaktních zateplovacích systémů, kde se plnoplošně lepí na dostatečně rovinný a únosný podklad. Na izolační desky se dále nanášejí vrstvy kontaktních zateplovacích systémů: tmel, výztužná mřížka, penetrace, omítkovina, nátěr. Menší rozměry desek a struktura z kolmého vlákna umožňují přizpůsobení zakřivenému podkladu. Kolmá orientace vláken dává dále možnost přebroušení nerovností povrchu se zachováním hladkosti povrchu desek. Díky celoplošnému lepení jsou menší nároky na mechanické kotvení. Rozmístění kotev se provede podle doporučení výrobce zvoleného certifikovaného zateplovacího systému.

BALENÍ, TRANSPORT, SKLADOVÁNÍ

Izolační desky jsou baleny do PE fólie do volných balíků, nebo jako balíky na paletě. Isover NF 333 je standardně dodáván na paletách. Tloušťky 260, 280 a 300 jsou dostupné pouze jako volné desky na paletě. Materiál musí být přepravován a skladován za podmínek vylučujících jeho navlhnutí nebo jiné znehodnocení.

PŘEDNOSTI

- rozměr desky 1000 x 333 umožňuje až o 40% rychlejší aplikaci než u běžné lamely a nižší spotřebu kotev
- vysoká pevnost v tahu umožňuje použití také na zateplení stropů a fasád s těžkým obkladem
- vyšší přizpůsobivost zaoblenému povrchu - desky lze ohýbat
- menší nároky na mechanické kotvení
- velmi dobré tepelné izolační schopnosti
- vysoká protipožární odolnost
- výborné akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti
- nízký difuzní odpor - snadná propustnost pro vodní páru
- snadná opracovatelnost - materiál lze brousit, řezat, vrtat, lepit atd.
- ekologická a hygienická nezávadnost
- vodoodpudivost - materiál je hydrofobizovaný
- dlouhá životnost
- odolnost proti dřevokazným škůdcům, hlodavcům a hmyzu

ROZMĚRY, IZOLAČNÍ VLASTNOSTI

Označení	Tloušťka (mm)	Rozměry (mm)	Deklarovaný tepelný odpor R_D ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
Isover NF 333 2	20	1000 x 333	0,45
Isover NF 333 3	30	1000 x 333	0,70
Isover NF 333 4	40	1000 x 333	0,95
Isover NF 333 5	50	1000 x 333	1,20
Isover NF 333 6	60	1000 x 333	1,45
Isover NF 333 7	70*	1000 x 333	1,70
Isover NF 333 8	80	1000 x 333	1,95
Isover NF 333 10	100	1000 x 333	2,40
Isover NF 333 12	120	1000 x 333	2,90
Isover NF 333 14	140	1000 x 333	3,40
Isover NF 333 15	150	1000 x 333	3,65
Isover NF 333 16	160	1000 x 333	3,90
Isover NF 333 18	180	1000 x 333	4,35
Isover NF 333 20	200	1000 x 333	4,85
Isover NF 333 22	220*	1000 x 333	5,35
Isover NF 333 24	240*	1000 x 333	5,85
Isover NF 333 26	260*	1000 x 333	6,30
Isover NF 333 28	280*	1000 x 333	6,80
Isover NF 333 30	300*	1000 x 333	7,30

Třída tolerance tloušťky T5 odpovídá povolené toleranci dle ČSN EN 13162: -1% nebo -1mm, přičemž rozhodující je vyšší číselná hodnota, a +3mm.

* Dodání nutno konzultovat s výrobcem.

TECHNICKÉ PARAMETRY

Parametr	Jednotka	Hodnota	Norma
TEPELNÉ VLASTNOSTI			
Soubor podmínek pro deklarované hodnoty $l(10^\circ C)$ a (u_{diff})	-	-	ČSN EN ISO 10456
Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti λ_D (stanovený na základě série měřených hodnot podle ČSN EN 12667)	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	0,041	ČSN EN 13162
Měrná tepelná kapacita c_d	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	800	ČSN 73 0540-3
MECHANICKÉ VLASTNOSTI			
Pevnost v tahu kolmo k desce (σ_{mT}) TR	kPa	≥ 80	ČSN EN 1607
Charakteristická hodnota zatížení	$kN \cdot m^{-3}$	0,88	ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1990
Rozměrová stabilita při teplotě $(70 \pm 2)^\circ C$ a rel. vlhkosti $(90 \pm 5) \% DS(TH)$	%	≤ 1	ČSN EN 1604
PROTIPOŽÁRNÍ VLASTNOSTI			
Reakce na oheň	-	A1	ČSN EN 13501-1
Maximální teplota použití	$^\circ C$	200	-
Bod tání t_f	$^\circ C$	≥ 1000	DIN 4102 díl 17
AKUSTICKÉ VLASTNOSTI			
Dynamická tuhost s'	mm	100 120* 140* 150* 160 180* 200*	
	MPa/M	81,5 73,4 65,4 61,3 57,3 49,2 41,2	EN 29052-1
Měrný odpor proti proudění vzduchu r	$kPa \cdot s/m^2$	11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5	ČSN EN 29053
OSTATNÍ VLASTNOSTI			
Propustnost pro vodní páru Faktor difuzního odporu (μ) MU	-	1	ČSN EN 12086
Nasákavost krátkodobá/dlouhodobá WS / WL(P)	$kg \cdot m^{-2}$	1/3	ČSN EN 1609, ČSN EN 12087

*Hodnoty získané interpolací a extrapolací měřených hodnot.

Splňuje požadavky normy ČSN EN 13500 jako MW izolace užívaná v ETICS. Splňuje požadavky ETAG 004 a také TP CZB 05-2007 Kvalitativní třída A.

SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY

- Osvědčení o stálosti vlastností 1390-CPR-312/11/P
- Prohlášení o vlastnostech CZ0001-023 (www.isovert.cz/DOP)

1. 9. 2015 Uvedené informace jsou platné v době vydání technického listu. Výrobce si vyhrazuje právo tyto údaje měnit.

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

č. CZ0001-023

1	Jedinečný identifikační kód typu výrobku	S01 04
2	Typ, série nebo sériové číslo nebo jakýkoli jiný prvek umožňující identifikaci stavebních výrobků podle čl. 11 odst. 4	Isover NF 333 Isover NF 333V Fasoterm
3	Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce	Tepelná izolace budov
4	Jméno, firma nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce podle čl. 11 odst. 5:	Saint - Gobain Construction Product CZ a.s. Počernická 272/96; 108 03 Praha 10 Česká republika IČO: 25029673, DIČ: CZ 25029673
5	Případně jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce, jehož plná moc se vztahuje na úkoly uvedené v čl. 12 odst. 2	není relevantní
6	Systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků, jak je uvedeno v příloze V.	AVCP Systém 1 Systém 3
7	V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma (jméno a případně identifikační číslo oznámeného subjektu). Centrum stavebního inženýrství a.s. Praha, Oznámený subjekt č. 1390 provedl určení typu výrobku, počáteční inspekci ve výrobním závodě a řízení výroby podle systému 1, průběžný dohled, posuzování a hodnocení systému řízení výroby a vydal certifikát shody. Akreditované zkušební laboratoře Oznámeného subjektu č. 1390 vypracovaly protokoly o zkoušce pro jiné příslušné deklarované vlastnosti.	


8 Harmonizovaná norma

ČSN EN 13 162:2012

Základní charakteristiky	Vlastnost	Zkratka	Jednotka	Deklarované vlastnosti
Reakce na oheň	Reakce na oheň	RtF	Euroclass	A1
Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	Uvolňování nebezpečných látek do vnitřního prostředí	-	-	NPD
Index zvukové pohltivosti	Zvuková pohltivost	-	-	NPD
Index kročejové neprůzvučnosti (u podlah)	Dynamická tuhost	s'	MN/m ³	NPD
	Tloušťka	d _L	mm	20-300 50-200 (NF 333 V)
	Stlačitelnost	c	mm	NPD
	Odpor proti proudění vzduchu	AF _r	kPa.s/m ²	NPD
Index vzduchové neprůzvučnosti	Odpor proti proudění vzduchu	AF _r	kPa.s/m ²	NPD
Hoření postupujícím žhnutím	Hoření postupujícím žhnutím	-	-	NPD
Tepelný odpor	Tepelný odpor	R _D	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ _D	W/m K	0,041
	Tloušťka	d _N	mm	NPD
	Třída tolerance tloušťky	T	Class	T5
Propustnost vody	Krátkodobá nasákavost	W _p	kg/m ²	1
	Dlouhodobá nasákavost	W _{lp}	kg/m ²	3
Propustnost vodní páry	Propustnost vodní páry	μ	-	1
Pevnost v tlaku	Napětí v tlaku nebo pevnost v tlaku	CS	kPa	NPD
	Bodové zatížení	F _p	N	NPD
Stálost reakce na oheň při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Reakce na oheň	RtF	Euroclass	A1
	Tepelný odpor	R	m ² K/W	a)
	Součinitel tepelné vodivosti	λ	W/m K	0,041
Stálost tepelného odporu při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Stálost charakteristik	d	mm	NPD
Pevnost v tahu/ohybu	Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	TR	kPa	80
Stálost pevnosti v tlaku při působení tepla, vlivu počasí, stárnutí / degradaci	Dotvarování tlakem	Xct, Xt	mm	NPD

a) Parametr R je platný pro tloušťku výrobku, rozsah tloušťek a tepelných odporů - viz technické listy na webu www.isoover.cz

9 Údaj výrobku uvedený v bodech 1 a 2 je v souladu s deklarovaným údajem v bodě 8.

<p>Jiří Šulák Jméno Ředitel závodu Funkce</p>	 <p>Podpis</p>	<p>Častolovice Místo 10.07.2014 Datum</p>	<p>ISOVER SAINT-GOBAIN</p> <p>e-mail: info@isoover.cz, www.isoover.cz</p>
---	---	---	---

Technický list

TPD – PUR 30/40(tvrde polyuretanové desky pro stavebnictví)

Podle předepsaných receptur se vstupní kapalné složky A a B mísí ve speciálních k tomu určených strojích a po napuštění do formy směs expanduje do formou definovaného bloku s požadovanou objemovou hmotností. Objemovou hmotnost je možné řídit použitou recepturou. Po vyzrání a stabilizaci se bloky formátují a následně dělí na číslicově řízené pile na desky potřebné síly. Tyto nejsou nikterak omezeny odstupňovanou řadou, nýbrž je možné tloušťku volit od 5mm po 1 mm výše.

Co je PUR pěna

Polyuretanová pěna je makro molekulární materiál převážně na organické bázi. Vzniká vzájemnou exotermní reakcí polyadici diphenyldiisocyanátu a směsí vícesytných polyester a polyester alkoholů, aktivátorů, katalyzátorů, stabilizátorů, retardérů hoření, vody a pomocných nadouadel. Vznikající polyuretanová hmota se napěňuje a vytváří uzavřenou mikroskopickou buněčnou strukturu, díky které má výsledná PUR pěna výborné tepelně izolační a hydroizolační vlastnosti PUR pěny vyráběné v současnosti již neobsahují freony.

Vlastnosti polyuretanu

Součinitel tepelné vodivosti λ je u polyuretanu velmi nízký, nejnižší ze všech užívaných izolantů. Sorpční rovnováha vzhledem ke struktuře s uzavřenými buňkami je velmi nízká. Tato vlastnost je také jednou z podmínek k zajištění nepropustnosti pro vodu.

Difúze vodních par

PUR pěna se vyznačuje nízkým faktorem difúzního odporu s hodnotou $\mu \leq 20$ což znamená, že izolační vrstva výborně propouští tlaky vodních par zevnitř objektu.

Toxicita

Polyuretan je po vytvrzení jako pěna zcela neškodný a zdravotně nezávadný. Nedochozí k odpařování jakýchkoliv škodlivin, hlavní hygienik schválil tuto izolaci i do prostorů pro nepřímý styk s potravinami kde jsou zvláště přísné požadavky. Polyuretan není napadán plísněmi ani hmyzem, není napadán hlodavci a má trvalou odolnost proti hnilobě.

Při manipulaci s polyuretanovými deskami, zvláště při jejich řezání používejte OPP – ochranné pracovní brýle a respirační roušku.

Hořlavost

Běžně se používají samozhášivé typy polyuretanové pěny. Pro použití PUR ve stavbách existují pouze omezení, daná stavebními předpisy a požárně technickou normou. Vzhledem k malé hmotnosti PUR jako izolantu nedochází k podstatnému zvýšení požárního zatížení.

Závěrem lze říci, že pro své vlastnosti se polyuretan přímo nabízí pro použití ve stavebnictví jako vynikající izolační materiál při zateplování pláštěů budov, izolace podkroví střech, půdních vestaveb a podobně.

Technické parametry tvrdé PUR desky			
Rozměr desky	mm	1000x600	
Měrná hmotnost	Kg/m ³	32-35	
Pevnost v tlaku	MPa	0,18	ČSN EN 13165 ed.2
Pevnost v tahu	MPa	0,15	ČSN EN 13165 ed.2
Pevnost v ohybu	MPa	0,30	ČSN EN 13165 ed.2
Součinitel tepelné vodivosti λ - měřená hodnota	W/m.K	0,022	ČSN EN 12 667
Odpor difúze vodních par μ - pro měrnou hmotnost 30 - 35 kg/m ³		≤ 20	
Nasákavost (při 20°C) po 24 hod.	Kg/m ² /24 hod.	$\leq 1,0$	ETAG 004
Obrysová stabilita (-30°C)	objem %	0,0 až 0,2	
Teplotní rozsah	°C	-200 až +140	
Třída reakce na oheň		E	ČSN EN 13 501-1+A1:2010

PRVNÍ POMOC:

Projeví-li se zdravotní potíže nebo v případě pochybností uvědomte lékaře.

Při nadýchání přemístěte postiženého na čerstvý vzduch, při dechových potížích přivolat lékařskou pomoc.

Při styku s kůží pokožku omyjte čistou vodou a mýdlem. Podrážděná místa ošetřete reparačním krémem.

Při zasažení očí, ihned promývejte při rozevřených očních víčkách proudem čisté vody po dobu 15 min. a následně vyhledejte lékařskou pomoc.

Při požití vypláchněte ústa vodou, vypijte 0,5 litru vody a vyhledejte lékařskou pomoc. Nevyvolávejte zvracení.

Přípravek může vyvolat alergickou reakci při styku s kůží. Pokud příznaky jakéhokoliv zasažení (podráždění) vyvolaného kontaktem s výrobkem neodezní po poskytnutí první pomoci, vyhledejte lékařskou pomoc.

Skladujte mimo dosah dětí!

BEZPEČNOST A HYGIENICKÉ PŘEDPISY: Výstražný symbol: **Xi dráždivý**

R37/38
R41
R43
S2
S22
S24
S25
S26
S36/37/39
S46

Dráždí dýchací orgány a kůži.
Nebezpečí vážného poškození očí.
Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží.
Uchovávejte mimo dosah dětí.,
Nevdechujte prach.
Zamezte styku s kůží.
Zamezte styku s očima.
Při zasažení oka okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.
Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení.



SKLADOVÁNÍ: Výrobek skladujte v suchu v originálním balení – chraňte před poškozením, působením vody a slunečního záření.

EXPEDICE: Polyuretanové desky jsou dodávány v rozměrech 600 x 1000 mm, krytých fólií.

KVALITA: Kvalita je trvale kontrolována v našich laboratořích. Prokazování shody výrobku je zajištěno TZÚS Praha, pobočka Předměřice nad Labem. Ve výrobě je provozován systém řízení výroby a uplatňován certifikovaný systém managementu jakosti podle ISO 9001.

PLATNOST: Od 1.10 2013

Jelikož použití a zpracování výrobku nepodléhá našemu přímému vlivu, neodpovídáme za škody způsobené jeho chybným použitím. Vyhrazujeme si právo provést změny, které jsou výsledkem technického pokroku.

PLATNOST: Od 1.4 2012

Jelikož použití a zpracování výrobku nepodléhá našemu přímému vlivu, neodpovídáme za škody způsobené jeho chybným použitím. Vyhrazujeme si právo provést změny, které jsou výsledkem technického pokroku.

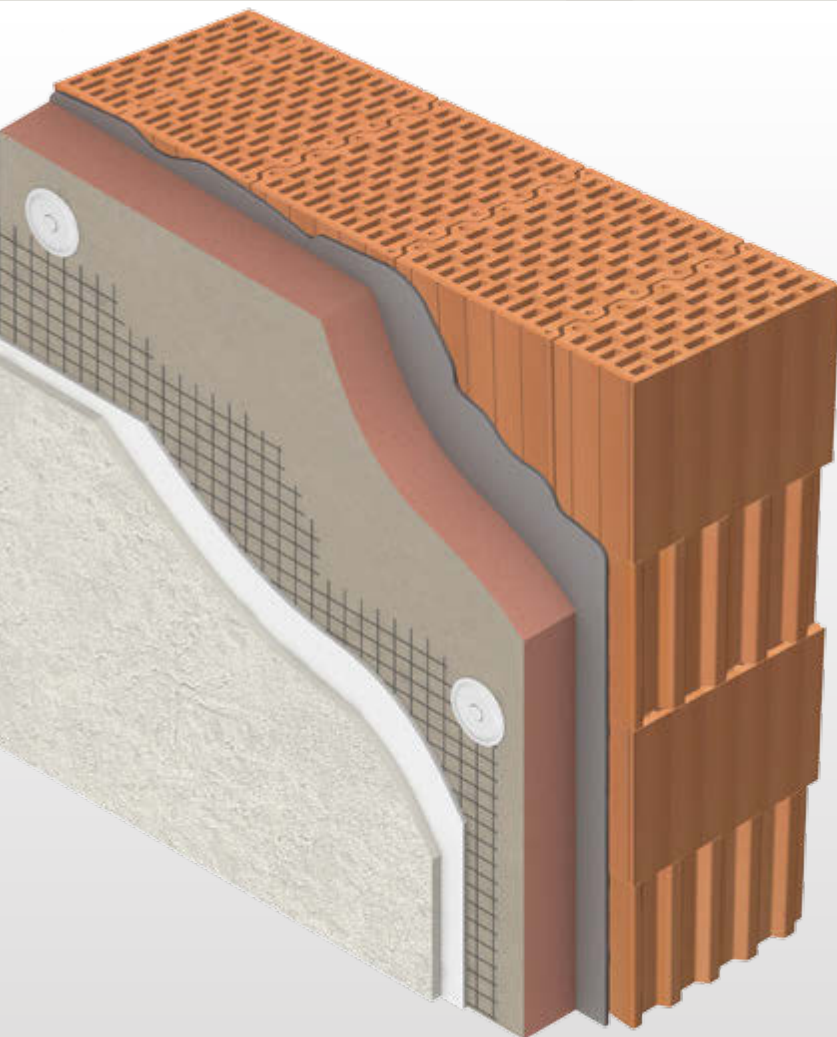
Prohlášení o vlastnostech rady (EU) č.305/2011
PCC_560_01

1	Identifikační kód typu produktu	PUR-EN 13165-T2-DS(70,90)4-CS(10/Y)150-TR150-WL(T)3-WL(P)0,5-WS(P)0,5-MU(20) $\Lambda=0,0218 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	
2	Číslo typu, šarže	TPD-PUR 30/40 tvrdé polyuretanové stavební desky, číslo šarže: viz etiketa PUR-EN 13165-T2-CS	
3	Účel použití	Tepelně-izolační produkt pro budovy; tepelná izolace pro svislé konstrukce	
4	Obchodní název Kontaktní adresa výrobce	TPD-PUR 30/40 tvrdé polyuretanové stavební desky PCC MORAVA-CHEM, s.r.o, Leoše Janáčka 798/20, 737 01 Český Těšín Mail: c.tesin@pcc.eu	
5	Kontaktní adresa zmocněnce	jako č. 4	
6	Systém pro hodnocení a ověření stálosti výkonu	Systém 3	
7	Notifikovaný orgán a osvědčení o shodě	Protokol o počáteční zkoušce typu výrobku č. 050-019922, protokol o určení typu výrobku č. 1020-CPR-050019923, autorizovanou osobou, oznámený subjekt 1020, pobočka 0500-Předměřice nad Labem	
8	Prohlášení o výkonu ve vztahu k Evropskému Technickému Hodnocení (ETB)	Není relevantní	
9	Definovaný výkon		
	Důležité ukazatele	Výkon	Harmonizovaná techn. specifikace
	Tepelná vodivost	$\Lambda= 0,0218 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	EN 13165:2008
	Pevnost v tlaku	CS(10/Y)150; > 150 kPa	EN 13165 ed.2
	Stabilita rozměrů při definovaných podmínkách teploty a vlhkosti	DS(70,90)4; < 2 %	EN 13165 ed.2
	Chování při hoření	Třída reakce na oheň - E	EN 13501-1+A1:2010
	Emise obsahových látek do vnitřního prostoru	-	
10	<p>Výkon produktu odpovídá prohlášení o výkonu dle čísla 9. Odpovědný za vystavení tohoto prohlášení o výkonu je uvedený výrobce dle čísla 4. Podpis za výrobce a jménem výrobce:</p> <p>(jméno a funkce): Ing. Stanislav Pilch jednatel</p> <p>(místo a datum vystavení) (podpis): Český Těšín 16. 12. 2013</p> 		



Kooltherm® K5

VYSOCE ÚČINNÁ TEPELNÁ IZOLACE
PRO VNĚJŠÍ KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉMY



- Deska z tuhé pěny s hodnotou λ již od 0,020 W/m·K
- Výborné tepelně izolační vlastnosti
- Ekologický materiál bez negativního vlivu na životní prostředí (neobsahuje CFC/HCFC)
- Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla (U) splněna při minimální tloušťce desky
- Splňuje nejpřísnější požadavky kladené na izolační materiály určené pro energeticky úsporné stavebnictví
- Požární třída; Třída reakce na oheň B-s1, d0 v aplikaci
- Bez nutnosti nákladných stavebních úprav
- S možností dodatečného zateplení budov s malým přesahem střechy
- Ideální pro novostavby i rekonstrukce
- Nízká hmotnost, jednoduché zpracování a rychlá montáž
- Trvalá tepelná účinnost

Fibrefree
Core



Kingspan®

*Energeticky efektivní budovy –
redukované emise CO₂*

Úvod

Kingspan Insulation

Společnost Kingspan Insulation vyrábí a prodává po celém světě izolační desky s vysokou kvalitou pro obytné budovy i komerční prostory. Naše izolační desky mají nejvyšší tepelnou účinnost na čtvereční metr ve srovnání s jinými (tradičními) izolačními materiály, jsou trvanlivé, ekologické a snadno se zpracovávají. Použití těchto výrobků je nejsnadnějším způsobem jak splnit požadavky stavební vyhlášky a budoucí požadavky na výstavbu!

Kingspan Insulation nabízí široký sortiment nejmodernějších výrobků:

- **Kooltherm®**
- **Therma™**
- **OPTIM-R™**
- **Selthaan®**

Naše výrobky jsou vhodné pro různé typy použití:

- Konstrukce se vzduchovou mezerou
- Kontaktní zateplení fasády
- Zateplení sendvičových obvodových stěn
- Zateplení plochých střech
- Zateplení šikmých střech
- Zateplení podlahy
- Rámové konstrukce
- Zateplení zemědělských hal a stájí
- Klimatizační technika



Proč izolovat?

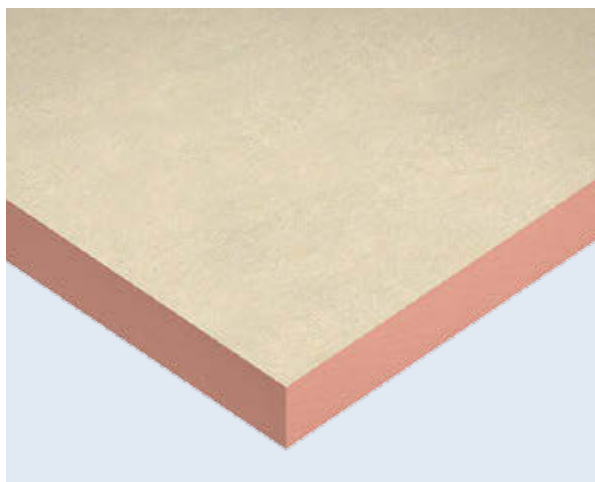
Více než třetina celkových emisí CO₂ vzniká v důsledku potřeby udržení teploty v budovách. Proto jsou požadavky pro energetické úspory obytných a užitkových staveb velice náročné. To vše vyžaduje nové metody výstavby a úprav i stále dokonalejší materiály.

Dobrá tepelná izolace se rychle vrátí!

Stoupající ceny energie a velké teplotní rozdíly v našich klimatických podmínkách v průběhu roku způsobují nárůst nákladů na udržení optimálního prostředí v budovách.

Je velmi náročné s omezenými prostředky dosáhnout a udržet konstantní teploty uvnitř budov a maximálně optimalizovat vnitřní klima.

Podrobné údaje o výrobku



Popis

Venkovní fasádní deska **Kingspan Kooltherm® K5** je tepelně izolační deska z tuhé pěny. Jádrem desek tvoří tuhá fenolická pěna s uzavřenou buněčnou strukturou. Desky jsou na obou stranách opatřeny povrchovou úpravou na bázi skleněné tkaniny, která je s jádrem desky spojena během výrobního procesu.

Jádro desek

Jádro desky **Kingspan Kooltherm® K5** je tvořeno tuhou fenolickou pěnou, tepelně izolačním materiálem s vynikajícími vlastnostmi, materiál neobsahuje chlorované a fluorované uhlovodíky (CFC) a hydrochlorované a fluorované uhlovodíky (HCFC). Objemová hmotnost jádra desky je 35 kg/m³.

Standardní rozměr

Venkovní fasádní deska **Kingspan Kooltherm® K5** je standardně k dostání s rovnými stranami v rozměrech 1200 × 400 mm. U desek o tloušťce větší než 140 mm pak s polodrážkou.

* Pro odlišné rozměry a úpravu okrajů se můžete obrátit na náš zákaznický servis.

Technické údaje

Vlastnost	Hodnota
Třída reakce na oheň (ČSN EN 13501-1)	B-s1, d0 (v aplikaci)
Objemová hmotnost	cca. 35 kg/m ³
Pevnost v tlaku při 10% deformaci (ČSN EN 826)	≥ 100 kPa
Rozměrová stabilita 48 hod. 70°C a 90% RV (délka a šířka)	≤ 1,5 %
Rozměrová stabilita 48 hod., -20°C / +70°C (délka a šířka)	≤ 1,5 %
Difúzní odpor (μ)	35
Uzavřené buňky	Min. 90 %

Tepelné vlastnosti

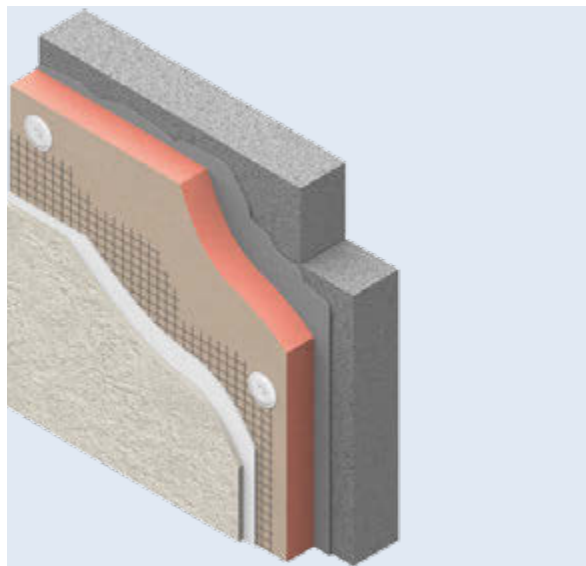
Koeficient tepelné vodivosti

Tloušťka izolace (mm)	Hodnota λ _D (W/m·K) (ČSN EN 13166)
< 45	0,021
45 – 120	0,020
> 120	0,021

Tepelný odpor

Tloušťka izolace (mm)	Hodnota R _D (m ² ·K/W)
20	0,95
30	1,40
40	1,90
50	2,50
60	3,00
70	3,50
80	4,00
90	4,50
100	5,00
120	6,00
140	6,65
160	7,60
180	8,55
200	9,50

Příklad – detail



Certifikace

Veškeré výrobky sortimentu **Kingspan Kooltherm®** jsou vyráběny dle požadavků normy ČSN EN 13166: 2009 a to tak, aby vyhovovaly nejvyšším možným požadavkům kvality. Společnost Kingspan splňuje veškeré podmínky opravňující označovat desky **Kingspan Kooltherm® K5** značkou CE a k vydání ES Prohlášení o vlastnostech.

● značení CE 

Použití

Úvod

Desky *Kingspan Kooltherm® K5* se používají k vytvoření tepelně izolační vrstvy ve vnějších kontaktních zateplovacích systémech. Materiál je vhodný pro tepelnou izolaci novostaveb i rekonstrukcí. Při použití je třeba postupovat v souladu s platnými montážními návody a stavebními předpisy. Venkovní fasádní deska *Kingspan Kooltherm® K5* je součástí celkového fasádního systému. Pro bližší informace a údaje týkající se rozpočtu se obraťte na dodavatele systému.



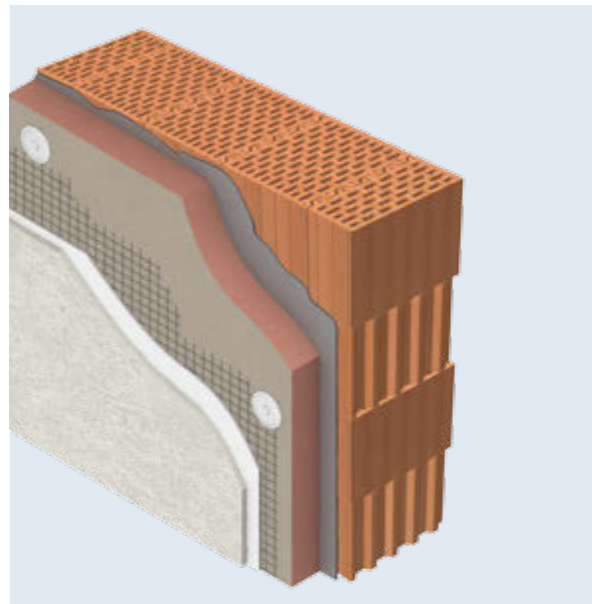
Potřebná tloušťka izolace pro $R = 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

<i>Kingspan Kooltherm®</i> ¹	Pěna PIR ¹	Minerální vlna ²	Polystyrén ²
λ_D 0,020 W/m·K	λ_D 0,022 W/m·K	λ_D 0,035 W/m·K	λ_D 0,038 W/m·K

¹ Hodnota lambda nejprodávanejší varianty výrobku
² Tato hodnota lambda je průměr hodnot, které jsou k dispozici v uvedené skupině výrobků

Tepelné odpory

Venkovní fasádní konstrukce s cihlou Porotherm



Hodnoty Součinitele prostupu tepla (U) při použití různých tlouštěk venkovní fasádní desky *Kingspan Kooltherm® K5*

Tloušťka izolace	U_N [W/(m ² ·K)]	U_{rec} [W/(m ² ·K)]	$U^{(1)}$ [W/(m ² ·K)]	$U^{(2)}$ [W/(m ² ·K)]
20 mm	0,30	0,25	0,26	0,26
30 mm	0,30	0,25	0,23	0,20
40 mm	0,30	0,25	0,21	0,18
50 mm	0,30	0,25	0,19	0,17
60 mm	0,30	0,25	0,17	0,16
70 mm	0,30	0,25	0,16	0,15
80 mm	0,30	0,25	0,15	0,14
90 mm	0,30	0,25	0,14	0,13
100 mm	0,30	0,25	0,13	0,12
120 mm	0,30	0,25	0,12	0,11
140 mm	0,30	0,25	0,11	0,10
160 mm	0,30	0,25	0,10	0,09
180 mm	0,30	0,25	0,09	0,09
200 mm	0,30	0,25	0,09	0,08

Hodnoty U jsou vypočteny dle normy ČSN 73 0540-2, přičemž jako základ slouží následující detaily.

U_N požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

U_{rec} doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

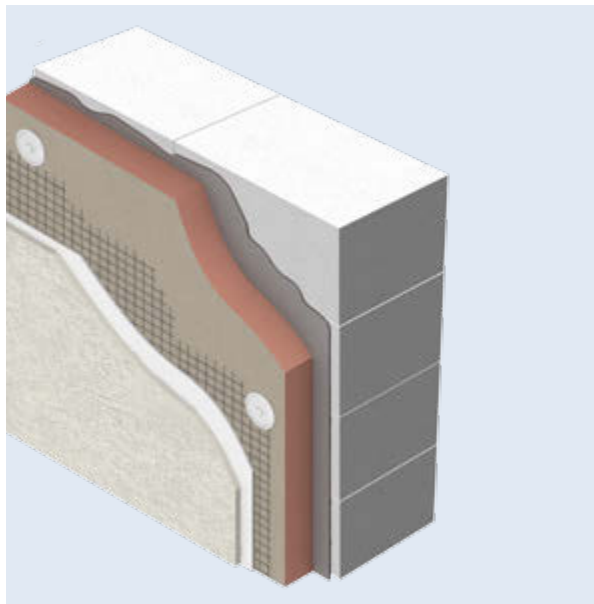
$U^{(1)}$ vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

$U^{(2)}$ Konstrukce s cihlou Porotherm o tloušťce 365 mm

$U^{(2)}$ Konstrukce s cihlou Porotherm o tloušťce 400 mm

Tepelné odpory

Venkovní fasádní konstrukce s tvárnici Ytong



Hodnoty Součinitele prostupu tepla (U) při použití různých tloušťek venkovní fasádní desky Kingspan **Kooltherm**® K5

Tloušťka izolace	U_N [W/(m ² ·K)]	U_{rec} [W/(m ² ·K)]	$U^{(1)}$ [W/(m ² ·K)]	$U^{(2)}$ [W/(m ² ·K)]
20 mm	0,30	0,25	0,24	0,21
30 mm	0,30	0,25	0,22	0,19
40 mm	0,30	0,25	0,20	0,17
50 mm	0,30	0,25	0,18	0,16
60 mm	0,30	0,25	0,16	0,14
70 mm	0,30	0,25	0,15	0,13
80 mm	0,30	0,25	0,14	0,13
90 mm	0,30	0,25	0,13	0,12
100 mm	0,30	0,25	0,12	0,11
120 mm	0,30	0,25	0,11	0,10
140 mm	0,30	0,25	0,10	0,09
160 mm	0,30	0,25	0,09	0,09
180 mm	0,30	0,25	0,09	0,08
200 mm	0,30	0,25	0,08	0,07

Hodnoty U jsou vypočteny dle normy ČSN 73 0540-2, přičemž jako základ slouží následující detaily.

U_N požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

U_{rec} doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

U vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

$U^{(1)}$ Konstrukce s tvárnici Ytong o tloušťce 300 mm

$U^{(2)}$ Konstrukce s tvárnici Ytong o tloušťce 375 mm

Otázky týkající se technického návrhu

Na oddělení našeho technického servisu se můžete obrátit s otázkami týkajícími se podrobností pasivního domu, technických doporučení, výpočtů R_C , výpočtů rosného bodu a doporučení pro zpracování.

Adresa pro korespondenci je uvedena na zadní straně brožury.

Více informací a údaje o našem servisu naleznete na stránkách:

www.kingspaninsulation.cz

Předpisy pro zpracování

Doprava

Izolační desky *Kingspan Kooltherm*[®] je třeba dopravovat za sucha.

Skladování

Izolační desky *Kingspan Kooltherm*[®] nejsou vhodné pro dlouhodobé venkovní skladování. Je třeba je skladovat za sucha, v rovné poloze a s dostatečnou podporou. Izolační desky doporučujeme skladovat tak, aby se nedotýkaly podkladu a byly zakryté vodotěsnou fólií nebo plachtou. Na desku neumistujte žádnou zátěž. Poškozené desky by se neměly používat!

Úprava na požadovaný rozměr

Izolační desky *Kingspan Kooltherm*[®] je možné snadno upravit na požadovaný rozměr například řezáním ruční pilou s jemnými zuby, ostrým nožem nebo na cirkulárce. Doporučujeme provádět úpravu co nejpřesněji tak, aby hrany byly rovné a byl tak zajištěn dostatečně těsný sraz desek a tím i souvislá tepelně izolační vrstva.

Zdraví a bezpečnost

Veškeré výrobky *Kingspan Kooltherm*[®] jsou chemicky neškodné pro životní prostředí a při použití bezpečné. Na žádost vám zašleme bezpečnostní informační list našich výrobků. Přesto je při používání výrobku potřeba zajistit dostatečné větrání uzavřeného prostoru.

Doporučení pro instalaci desek – ochrana před klimatickými vlivy

Izolační desky se zpracovávají za sucha a je třeba provést taková opatření, aby před, v průběhu a po použití bylo vyloučeno vniknutí vlhkosti.

Při přerušení práce musí být provedená izolační vrstva chráněna proti povětrnostním vlivům. Zpravidla postačí zakrytí například plachtou nebo fólií.

Před instalací izolačních desek *Kingspan Kooltherm*[®] je třeba očistit a vysušit podklad. Podklad musí být rovný, případné nerovnosti je třeba odstranit.

Upevnění

Izolační desky *Kingspan Kooltherm*[®] se instalují ručně a je třeba je vždy přikotvit hmoždinkami. Ohledně počtu upevňovacích prvků a jejich umístění doporučujeme prostudovat zpracovací směrnice dodavatele kontaktního zateplovacího systému.

Důležité

Účinek tepelně izolační vrstvy je silně ovlivňován péčí, která se věnuje provedení. Vzájemná spojení je třeba provést pečlivě. Spojení s okolními konstrukcemi je třeba provést tak, aby se zabránilo vniknutí vody a tvorbě trhlin na úrovni napěťových polí. Utěsněte spoje se stavebními díly páskou *compriband*.

Broušení

Desku *Kingspan Kooltherm*[®] K5 nelze brousit. Aby se získal dokonale rovný podklad, použijte silnovrstvou lepicí maltu. Případné nerovnosti v izolovaném podkladu je třeba vyrovnat maltou.

Obecná pravidla pro provádění a použití

- Deska pro venkovní fasády *Kingspan Kooltherm*[®] K5 se zpracovává pouze v systémech, které jsou pro tento účel testovány a certifikovány
- Ohledně předpisů pro zpracování a podmínkám použití se spojte s příslušným dodavatelem systému
- Další informace získáte na oddělení našeho technického servisu



Kontaktní údaje

Zákaznický servis

S dotazy týkajícími se nabídek, zakázek, dokumentace a vzorkového materiálu se spojte s naším prodejním oddělením. Zastihnete nás v pracovní dny od 8.30 do 17.00 hod prostřednictvím kontaktního e-mailu: info@kingspaninsulation.cz

Prodejní kancelář

Kingspan Izolace
Business Center Rokytka
Sokolovská 270/201
Česká republika
Tel.: 00420 266 711 583

Technický servis

Kingspan Insulation poskytuje zdarma technický servis a poradenství. Můžete se na nás obrátit v otázkách týkajících se našich výrobků a jejich použití. Dále i s dotazy týkajícími se technických informací, doporučení pro zpracování a způsobu montáže.

Náš technický servis je k dispozici v pracovní dny od 8.30 do 17.00 hod. prostřednictvím kontaktního e-mailu: technical@kingspaninsulation.cz

Fyzikální a chemické vlastnosti výrobků Kingspan Insulation B.V. představují průměrné hodnoty zjištěné obecně přijatými testovacími metodami a řídí se normovými výrobními tolerancemi. Firma Kingspan Insulation B.V. si vyhrazuje právo měnit specifikace výrobků bez předchozího oznámení. Informace, technické údaje, předpisy týkající se upevňování atd., které jsou uvedeny v příslušné dokumentaci, jsou poskytovány v dobré víře a jsou v souladu s použitím doporučeným firmou Kingspan Insulation B.V. Z obrázků v tomto dokumentu nelze odvozovat žádná práva. Vyobrazení slouží pro poskytnutí globální představy o vnějším vzhledu výrobků a ukazují jednu z mnoha možností použití. Firma Kingspan Insulation B.V. nezaručuje, že zobrazené aplikace jsou povoleny podle platných (místních) předpisů. Ověřte si doporučení pro použití se skutečnými potřebami, platnými specifikacemi a předpisy. Pro každé jiné použití nebo podmínky při použití našich izolačních materiálů jste povinni opatřit si informace u firmy Kingspan Insulation B.V. Kontaktujte naše technické oddělení, liší-li se použití nebo podmínky od použití uvedeného v dokumentaci. Zkontrolujte u našeho marketingového oddělení, zda dokumentace, kterou používáte, je poslední vydanou verzí.



Kingspan Insulation B.V.
Lorentzstraat 1, 7102 JH Winterswijk, Nizozemsko
Poštovní schránka 198, 7100 AD Winterswijk, Nizozemsko
www.kingspaninsulation.cz

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

Kooltherm® K5

1003.CPR.2013.K5.001

1.	Jedinečný identifikační kód typu výrobku	Kooltherm® K5
2.	Typ, série nebo sériové číslo, nebo jakýkoli jiný prvek umožňující identifikaci stavebních výrobků podle čl. 11 odst. 4	Viz výrobní štítek a označení na deskách
3.	Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce	Tepelně izolační výrobky pro stavebnictví
4.	Jméno, firma nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce podle čl. 11 odst. 5	Kingspan Insulation BV Lingewei 8 4004 LL, Tiel Nizozemsko
5.	Případně jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce, jehož plná moc se vztahuje na úkoly uvedené v čl. 12 odst. 2	Není relevantní
6.	Systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků, jak je uvedeno v příloze V	Systému 1; Reakce na oheň Systému 3; Všechny ostatní vlastnosti
7.	V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma	EN 13166:2012 Oznámený subjekt pro osvědčení FIW München (No. 0751) provedl určení typu výrobku na základě zkoušky typu, počáteční inspekce ve výrobním závodě a řízení výroby, průběžného dozoru, posouzení a hodnocení řízení výroby podle systému 1 a vydal osvědčení o stálosti vlastností pro Reakce na oheň (No. K1-0751-CPD-282.0-01) Oznámená zkušební laboratoř FIW München (No. 0751) určí typ výrobku na základě zkoušky typu podle systému 3 pro všechny ostatní ukazatele
8.	V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, pro který bylo vydáno evropské technické posouzení	Není relevantní

9. Vlastnosti uvedené v prohlášení

Základní charakteristiky	Vlastnost		Harmonizované technické specifikace	
Tepelný odpor	Tepelný odpor R_D ((m ² .K)/W)	d _N 30mm	1.40	EN 12667 EN 12939
		d _N 40mm	1.90	
d _N 50mm		2.50		
d _N 60mm		3.00		
d _N 70mm		3.50		
d _N 80mm		4.00		
d _N 90mm		4.50		
d _N 100mm		5.00		
d _N 120mm		6.00		
d _N 140mm		6.65		
		d _N 150mm	7.10	
	Součinitele tepelné vodivosti λ_D (W/(m.K))	d _N 15-44mm	0.021	EN 13166: 2012
		d _N 45-120mm	0.020	
		d _N 121-159mm	0.021	
Tolerance tloušťky	d _N < 50mm d _N 50-100mm d _N > 100mm	T1; ±2,0mm T1; -2,0 +3,0mm T1; -2,0 +5,0mm	EN 823	
Reakce na oheň		RtF C-s2,d0	EN 13501-1	
Reakce na oheň při zkoušce v aplikaci		NPD	EN 15715	
Napětí v tlaku		CS(Y)100	EN 826	
Pevnost v tahu	Kolmo k rovině desky	TR80	EN 1607	
Rozměrová stabilita za určených podmínek teploty a vlhkosti	48 h, 70 °C	DS(70,-)	EN 1604	
	48 h, 70 °C, 90 % R.H.	DS(70,90)		
	48 h, -20 °C	DS(-20,-)		
Propustnost vody	Krátkodobá nasákavost	WS2	EN 1609	
	Objem uzavřených buněk	CV	EN ISO 4590	
Objemová hmotnost		AD35	EN 1602	

Všechny ostatní základní vlastnosti podle EN 13166:2012 ZA.1; NPD

Pokud byla použita podle článku 37 nebo 38 specifická technická dokumentace, požadavky, které výrobek splňuje:

Není relevantní

10. 10. Vlastnost výrobku uvedená v bodě 1 a 2 je ve shodě s vlastností uvedenou v bodě 9.

Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného v bodě 4.

Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

H. Jacobs,
Managing Director Continental Europe



Tiel, Nizozemsko, 1.července 2013

FOAMGLAS® T4+

Strana: 1

Datum: 01.04.2014

Supersedes: 01.11.13

www.foamglas.com



FOAMGLAS® T4+

Způsob dodání (obsah balení)

délka x šířka [mm]	600 x 450							
tloušťka [mm]	40	50	60	70	80	90	100	110
počet bloků v balení	12	10	8	7	6	6	5	5
metr čtvereční [m ²]	3,24	2,70	2,16	1,89	1,62	1,62	1,35	1,35

délka x šířka [mm]	600 x 450							
tloušťka [mm]	120	130	140	150	160	170	180	
počet bloků v balení	4	4	4	3	3	3	3	
metr čtvereční [m ²]	1,08	1,08	1,08	0,81	0,81	0,81	0,81	

Jiné formáty lze dodat na vyžádání.

Obecné vlastnosti pěnového skla FOAMGLAS®

Popis

: Izolace FOAMGLAS® je vyrobena z vybraného recyklovaného skla ($\geq 60\%$) a dalších běžně se vyskytujících přírodních surovin (písek, vápenec, vápno...). Izolace je zcela anorganická, neobsahuje žádné látky poškozující ozónovou vrstvu ani protipožární aditiva nebo pojiva.

Neobsahuje žádné organické ani těžké látky.

Reakce na oheň (EN 13501-1)

: Materiál vyhovuje hodnocení Euroclass A1, nehořlavé, bez toxických spalin

Provozní teplotní limity

: od -265°C do $+430^{\circ}\text{C}$

Faktor difúzního odporu (EN ISO 10456)

: $\mu = \infty$

Hydroskopičnost

: nulová

Kapilarita

: nulová

Bod tání (DIN 4102-17)

: $>1000^{\circ}\text{C}$

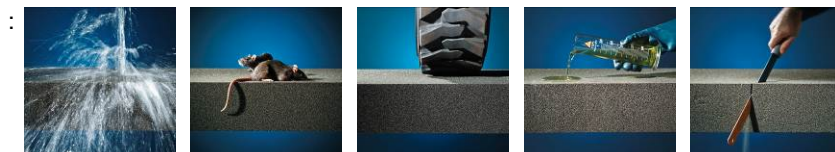
Součinitel teplotní roztažnosti (EN 13471)

: $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Měrné teplo (EN ISO 10456)

: $1000 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

Vlastnosti FOAMGLAS®



Vodotěsná

Biologicky odolná

Vysoce pevná v tlaku

Kyselinovzdorná/chemicky odolná

Snadno opracovatelná



Nehořlavá



Neprodyšná pro vodní páru



Tvarově stálá



Ekologická



Chrání proti radonu

FOAMGLAS® T4+

Strana: 2

Datum: 01.04.2014

Supersedes: 01.11.13

www.foamglas.com

1. Vlastnosti výrobku podle EN 13167 ¹⁾

Objemová hmotnost (± 10%) (EN 1602)	: 115 kg/m ³
Tloušťky (EN 823) ± 2 mm	: od 40 do 180 mm
Délka (EN 822) ± 2 mm	: 600 mm (poloviční bloky 300 mm na vyžádání)
Šířka (EN 822) ± 2 mm	: 450 mm
Součinitel tepelné vodivosti (EN ISO 10456)	: $\lambda_D \leq 0,041$ W/(m·K)
Reakce na oheň (EN 13501-1)	: Euroclass A1
Bodové zatížení (EN 12430)	: PL \leq 1,5 mm (Point load)
Pevnost v tlaku (EN 826-A)	: CS \geq 600 kPa (Compressive strength)
Pevnost v ohybu (EN 12089)	: BS \geq 450 kPa (Bending strength)
Pevnost v tahu (EN 1607)	: TR \geq 150 kPa (Tensile strength)

¹⁾ Označení CE zajišťuje shodu se základními povinnými požadavky Směrnice stavebních výrobků tak, jak je uvedeno v EN 13167.

V rámci certifikace CEN Keymark jsou všechny uvedené vlastnosti ověřeny oprávněnou, notifikovanou a akreditovanou třetí stranou.



2. Doplnkové vlastnosti výrobku

Teplotní prostupnost při 0°C	: $4,2 \times 10^{-7}$ m ² /sec
Soulad výrobku s	: BS EN 13167 : 2001
BRE Green Guide Hodnocení	: A
Certifikát natureplus	: 0406-1101-101-1
Zahrnuto v Green Spec®	: ano

3. Oblasti použití


Tepelné izolace pro:

- Ploché střechy
- Fasády
- Středně zatížené podlahy
- Střechy s plechovými nebo speciálními krytinami
- Vnitřní izolace (stěny, podlahy, podhledy)

	EU 'CPR' 305/2011 & EN 13167 EN 14305 CPR = Construction Product Regulation	
	CPR-2014- DOP n° 100010015 CZ: PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH DE: LEISTUNGSERKLÄRUNG SK: VYHLÁŠENIE O PARAMETROCH PL: DEKLARACJA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH	
Language: CZ/DE/SK/PL		

This declaration of performance is issued under the sole responsibility of the manufacturer identified in point 4.

1. Jedinečný identifikační kód typu výrobku / Eindeutiger Kenncode des Produkttyps / Jedinečný identifikačný kód typu výrobku / Niepowtarzalny kod identyfikacyjny typu wyrobu:	FOAMGLAS®T4+																
2. Typ, série nebo sériové číslo nebo jakýkoli jiný prvek umožňující identifikaci stavebních výrobků podle čl. 11 odst. 4 / Typen-, Chargen- oder Seriennummer oder ein anderes Kennzeichen zur Identifikation des Bauprodukts gemäß Artikel 11 Absatz 4 / Typ, číslo výrobné dávky alebo sériové číslo, alebo akýkoľvek iný prvok umožňujúci identifikáciu stavebného výrobku, ako sa vyžaduje podľa článku 11 ods. 4 / Numer typu, partii lub serii lub jakikolwiek inny element umożliwiający identyfikację wyrobu budowlanego, wymagany zgodnie z art. 11 ust. 4:	Cellular glass - slabs																
3. Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce / Vom Hersteller vorgesehener Verwendungszweck oder vorgesehene Verwendungszwecke des Bauprodukts gemäß der anwendbaren harmonisierten technischen Spezifikation / Zamýšľané použitie stavebného výrobku, ktoré uvádza výrobca, v súlade s uplatniteľnou harmonizovanou technickou špecifikáciou / Przewidziane przez producenta zamierzone zastosowanie lub zastosowania wyrobu budowlanego zgodnie z mającą zastosowanie zharmonizowaną specyfikacją techniczną:	Thermal insulation for buildings Thermal insulation for industrial installations																
4. Jméno, firma nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce podle čl. 11 odst. 5 / Name, eingetragener Handelsname oder eingetragene Marke und Kontaktschrift des Herstellers gemäß Artikel 11 Absatz 5 / Meno, registrované obchodné meno alebo registrovaná ochranná známka a kontaktná adresa výrobcu, ako sa vyžaduje podľa článku 11 ods. 5 / Nazwa, zastrzeżona nazwa handlowa lub zastrzeżony znak towarowy oraz adres kontaktowy producenta, wymagany zgodnie z art. 11 ust. 5:	PCE-Pittsburgh Corning Europe NV/SA Albertkade 1 B3980 Tessenderlo BELGIUM www.foamglas.com quality-compliance@foamglas.com																
5. Případně jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce, jehož plná moc se vztahuje na úkoly uvedené v čl. 12 odst. 2 / Gegebenenfalls Name und Kontaktschrift des Bevollmächtigten, der mit den Aufgaben gemäß Artikel 12 Absatz 2 beauftragt ist / V prípade potreby meno a kontaktná adresa splnomocneného zástupcu, ktorého splnomocnenie zahŕňa úlohy vymedzené v článku 12 ods. 2 / W stosownych przypadkach nazwa i adres kontaktowy upoważnionego przedstawiciela, którego pełnomocnictwo obejmuje zadania określone w art. 12 ust. 2:	none																
6. System nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků, jak je uvedeno v příloze V / System oder Systeme zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit des Bauprodukts gemäß Anhang V / System alebo systémy posudzovania a overovania nemennosti parametrov stavebného výrobku, ako sa uvádzajú v prílohe V / System lub systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych wyrobu budowlanego określone w załączniku V:	AVCP-system 3																
7. V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma: provedl ... podle systému ... a vydal ... Im Falle der Leistungserklärung, die ein Bauprodukt betrifft, das von einer harmonisierten Norm erfasst wird: hat ... nach dem System ... vorgenommen und Folgendes ausgestellt ... <i>V prípade vyhlásenia o parametroch týkajúceho sa stavebného výrobku, na ktorý sa vzťahuje harmonizovaná norma: vykonal ... v systéme ... a vydala ...</i> <i>W przypadku deklaracji właściwości użytkowych dotyczącej wyrobu budowlanego objętego normą zharmonizowaną: przeprowadził(-a/-o) ... w systemie ... i wydał(-a/-o) ...</i>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">EN 13167</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">AVCP-system 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">EN 14305</td> <td style="text-align: center;">nando.xyz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Thermal conductivity</td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">BBRI (EU-not n° 1136) FIW (EU-not n° 751)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Fire reaction</td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">WFGRT (EU-not n° 1173)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Compressive strength</td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">BBRI (EU-not n° 1136)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	EN 13167	AVCP-system 3	EN 14305	nando.xyz	Thermal conductivity	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">BBRI (EU-not n° 1136) FIW (EU-not n° 751)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table>	BBRI (EU-not n° 1136) FIW (EU-not n° 751)	2003	Fire reaction	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">WFGRT (EU-not n° 1173)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table>	WFGRT (EU-not n° 1173)	2003	Compressive strength	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">BBRI (EU-not n° 1136)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table>	BBRI (EU-not n° 1136)	2003
EN 13167	AVCP-system 3																
EN 14305	nando.xyz																
Thermal conductivity	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">BBRI (EU-not n° 1136) FIW (EU-not n° 751)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table>	BBRI (EU-not n° 1136) FIW (EU-not n° 751)	2003														
BBRI (EU-not n° 1136) FIW (EU-not n° 751)	2003																
Fire reaction	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">WFGRT (EU-not n° 1173)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table>	WFGRT (EU-not n° 1173)	2003														
WFGRT (EU-not n° 1173)	2003																
Compressive strength	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">BBRI (EU-not n° 1136)</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">2003</td> </tr> </table>	BBRI (EU-not n° 1136)	2003														
BBRI (EU-not n° 1136)	2003																
8. PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH / LEISTUNGSERKLÄRUNG / VYHLÁŠENIE O PARAMETROCH / DEKLARACJA WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH																	
Thickness (EN 823) ± 2 mm	from 40 to 180 mm	Compressive strength (EN 826 annexe A)	CS ≥ 600 kPa														
Length (EN 822) ± 2 mm	600 mm	Point load (EN 12430)	PL ≤ 1,5 mm														
Width (EN 822) ± 2 mm	450 mm	Bending strength (EN 12089)	BS ≥ 450 kPa														
Squareness (EN 824)	Sb ± 5mm/m; Sd ± 2mm	Tensile strength (EN 1607)	TR ≥ 150 kPa														
Flatness (EN825)	Smax ± 5mm	Compressive Creep (EN 1606)	CC (1,5/1/50) 225														
Reaction to fire (EN 13501-1)	Euroclass A1	Water absorption (EN1609 & EN12087)	≤ 0,5 kg/m²														
Thermal conductivity 10°C (EN 13167)	λD ≤ 0.041 W/(m·K)	Dimensional Stability (EN 1603)	Δεl,b ≤ 0,5% / Δεd ≤ 1%														
Thermal conductivity -160°C (EN 14305)	λD ≤ 0.021 W/(m·K)	Water Vapour resistance (EN12086)	∞ (infinite)														
Thermal conductivity - 80°C (EN 14305)	λD ≤ 0.029 W/(m·K)	Dangerous substances & glowing combustion	NPD														
Thermal conductivity 0°C (EN 14305)	λD ≤ 0.040 W/(m·K)	Trace quantities of water soluble chloride (EN 13468)	≤ 2 mg/kg														
Thermal conductivity +100°C (EN 14305)	λD ≤ 0.057 W/(m·K)	Min / Max Temperature range	-265°C / +430°C														
Thermal conductivity +220°C (EN 14305)	λD ≤ 0.085 W/(m·K)																
The performance of the product identified in points 1 and 2 is in conformity with the declared performance in point 8.																	

Signed for and on behalf of the manufacturer	Name & function: P. Vitse, Dir. Standardisation & Technical Approvals, Quality Manager Europe signature:  Place and date of issue: 01/01/2014 Tessenderlo, Belgium
	Previous version: 24/07/2013