

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Optimalizace výběru podlahového
souvrství s vytápěnou podlahou**

Tereza Jakubů

2018

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Jakubů</u>	Jméno: <u>Tereza</u>	Osobní číslo: <u>439079</u>
Zadávací katedra: <u>k-122 katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>SI - stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>L - Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Optimalizace výběru podlahového souvrství s vytápěnou podlahou</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Optimization the choice of floor layer with a heated floor</u>	
Pokyny pro vypracování: - druhy podlahového vytápění - skladby jednotlivých souvrství (jejich návrh a posouzení) - multikriteriální porovnání jednotlivých variant (cena , doba výstavby, životnost, recyklovatelnost atd.) - připravenost oběktu, podkladu	
Seznam doporučené literatury: -Teplovodní a elektrické podlahové vytápění - Dušan Peráš, Daniela Koudelková, Karel Kabele -Podlahové vytápění - Jaroslav Dufka -Podlahy - nakladatelství Jan Vašut s.r.o. -Moderní podlahy - Jan Werner	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>22.2.2018</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>27.5.2018</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
..... Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

..... Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)
--------------------------------	------------------------------

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 27.5.2018

.....

Tereza Jakubů

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D. za čas, rady a vedení při zpracování bakalářské práce. Další poděkování patří mé rodině a přítelovi, kteří mě velice podporovali po celou dobu studia.

Optimalizace výběru podlahového souvrství s vytápěnou podlahou:

V této bakalářské práci se autor zabývá výběrem nejvhodnějšího podlahového souvrství s vytápěnou podlahou pro investora. V práci je nejprve obecně popsáno několik druhů podlahového vytápění. Autor pak popisuje jednotlivé varianty souvrství, které by mohly být investorovi nabídnuty, a z nich pak pomocí hodnotícího systému vybírá pro investora tu nejvhodnější.

Klíčová slova:

podlahové vytápění, podlahové souvrství, hodnocení, topná rohož, topný kabel, teplovodní podlahové vytápění

Optimization the choice of floor layer with a heated floor:

In this bachelor thesis the author deals with the selection of the most suitable flooring layer with a heated floor for the investor. In the work, there are described several types of floor heating, firstly in general. The author then describes the various types of layer that could be offered to the investor, and then, using the rating system, they choose the most suitable for the investor.

Keywords:

floor heating, flooring layer, rating, heating mat, heating cable, warm water floor heating

Obsah

Úvod	9
1. Historie podlahového vytápění.....	10
3. Dělení podlahového vytápění	14
3.1. Konvekční podlahové soustavy	14
3.2. Sálavé podlahové soustavy	14
3.2.1. Elektrické podlahové vytápění.....	14
3.2.1.1. Vytápění topnými rohožemi.....	15
3.2.1.2. Vytápění topnými fóliemi	17
3.2.1.3. Vytápění topnými kabely	18
3.2.2. Teplovodní podlahové vytápění	19
4. Výhody a nevýhody podlahového vytápění.....	22
4.1. Výhody podlahového vytápění.....	22
4.2. Nevýhody podlahového vytápění	23
5. Popis objektu a referenční místnosti.....	24
6. Návrhy podlahového souvrství.....	26
6.1. Návrh podlahového souvrství s topnou rohoží.....	26
6.2. Návrh podlahového souvrství s topným kabelem	27
6.3. Návrh podlahového souvrství s plastovým teplovodním vytápění... 27	
6.4. Návrh podlahového souvrství s měděným teplovodním vytápění ... 28	
7. Nastavení kritérií pro vyhodnocení variant.....	30
7.1. Hodnocení dle pořizovací ceny.....	30
7.2. Hodnocení dle provozní ceny	33
7.3. Hodnocení dle doby výstavby	35
7.4. Hodnocení dle součinitele prostupu tepla	36
7.5. Hodnocení dle životnosti.....	37
7.6. Hodnocení dle opravitelnosti.....	38

7.7. Hodnocení dle recyklovatelnosti	40
7.8. Hodnocení dle světlé výšky místnosti	41
8. Celkové vyhodnocení variant.....	43
Závěr.....	45
Zdroje a použitá literatura	46
Použité tištěné dokumenty	46
Použité elektronické dokumenty	46
Seznam obrázků.....	49
Seznam tabulek	50
příloha 1, výstup z programu teplo pro S1	51
příloha 2, výstup z programu teplo pro S2	53
příloha 3, výstup z programu teplo pro S3	55
příloha 4, výstup z programu teplo pro S4	58

Úvod

V dnešní době má investor hlavní slovo při navrhování objektu, protože bude tento objekt on sám nejen využívat, ale také financovat. Pro to, aby se investor mohl rozhodnout podle svého nejlepšího uvážení, musí mu být tato možnost dána. Protože investor nemá odborné vzdělání v oboru stavebnictví, bude se rozhodovat dle výsledků této práce.

V této práci bude nejprve popsáno obecně několik druhů podlahového vytápění, aby si mohl investor udělat obecný přehled o dané problematice.

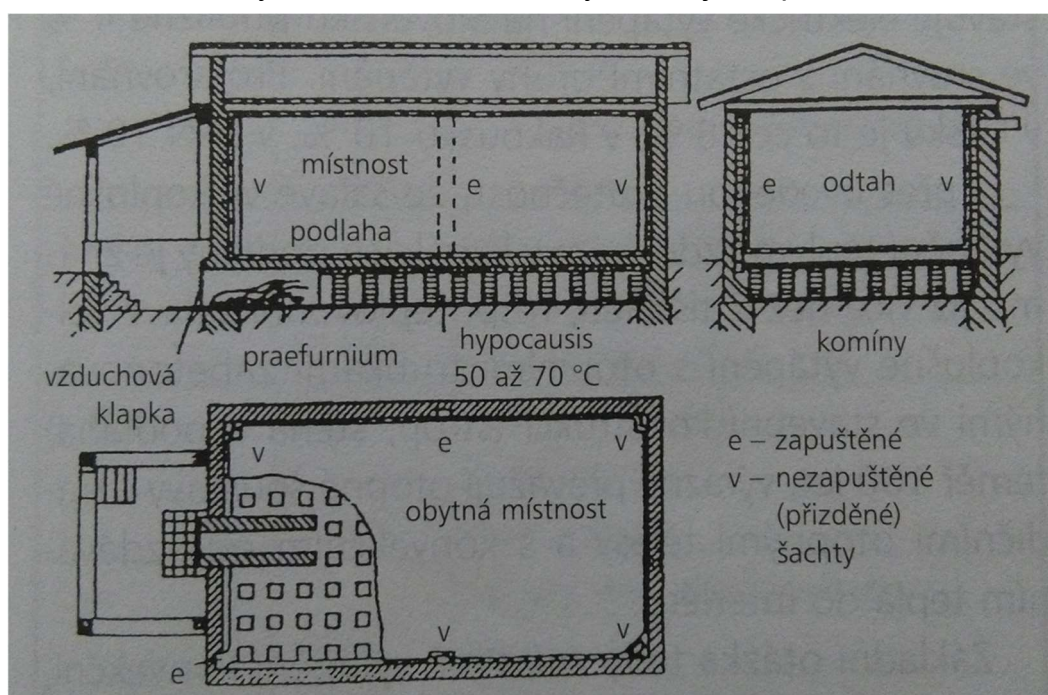
V další části práce již budou navrženy čtyři varianty, které budou dále hodnoceny dle různých kritérií.

Pro investora bude také zpracován rozdíl mezi jednotlivými zdroji tepla a jejich hodnocení.

V závěru práce bude investorovi navržena nejvýhodnější varianta, ukázán směr, kterým by se měl ubírat při výběru celého souvrství, a také zdroje pro možné vytápění.

1. Historie podlahového vytápění

Podlahové vytápění je technologie, kterou můžeme poprvé datovat zhruba do roku 80 př.n.l.. Hypocaustum (viz. obrázek 1), pocházející ze starého Říma bylo „ohniště bez roštu, na spalování dřeva, dřevěného uhlí, umístěno mimo vytápěné místnosti, pod domem.“¹ Spaliny z ohně, které prudily pod celým domem pomocí dutin, tak ohřívaly nejprve podlahu, ta pak ohřívala vzduch v místnosti. Odvod spalin byl vyřešen pomocí jedné či více šachet v obvodových stěnách, které ústily do vnějšího prostředí.



Obrázek 1, Hypocaustum [3]

Kanálkové vytápění bylo jen vylepšení Hypocausta a spočívalo v rozvedení soustavy kanálků pod podlahou. Za další historický typ podlahového vytápění můžeme považovat Ondol. Tento způsob vytápění pochází z Koreje. Kamna na vaření jsou umístěna pod podlahou, a přebytečné teplo a kouř se začal používat pro vytápění. Pro lepší fungování tohoto systému se kuchyně umísťovaly do nižší úrovně než ostatní místnosti, aby bylo zajištěno, že kouř projde skrz kanálky do všech místností. Ondol pochází přibližně z období 0 n.l.. U těchto způsobů vytápění je však teplonosným médiem vzduch.

¹ Petráš D., Koudelková D., Teplovodní a elektrické podlahové vytápění, s. 15

První teplovodní vytápění se objevuje ve Francii v 18. st., nejedná se však o vytápění podlahové, to přichází na trh až v roce 1907 a to když Angličan Barker nechal zabetonovat otopnou soustavu do desek, které se poté připevnilly na povrch zdiva. V roce 1926 už nechal otopnou soustavu zabetonovat přímo do konstrukce.

„V roce 1935 si dal Holanďan Van Dooren patentovat využití sálavých otopných trubek ve stropu současně jako výztužného prvku stavební konstrukce.“²

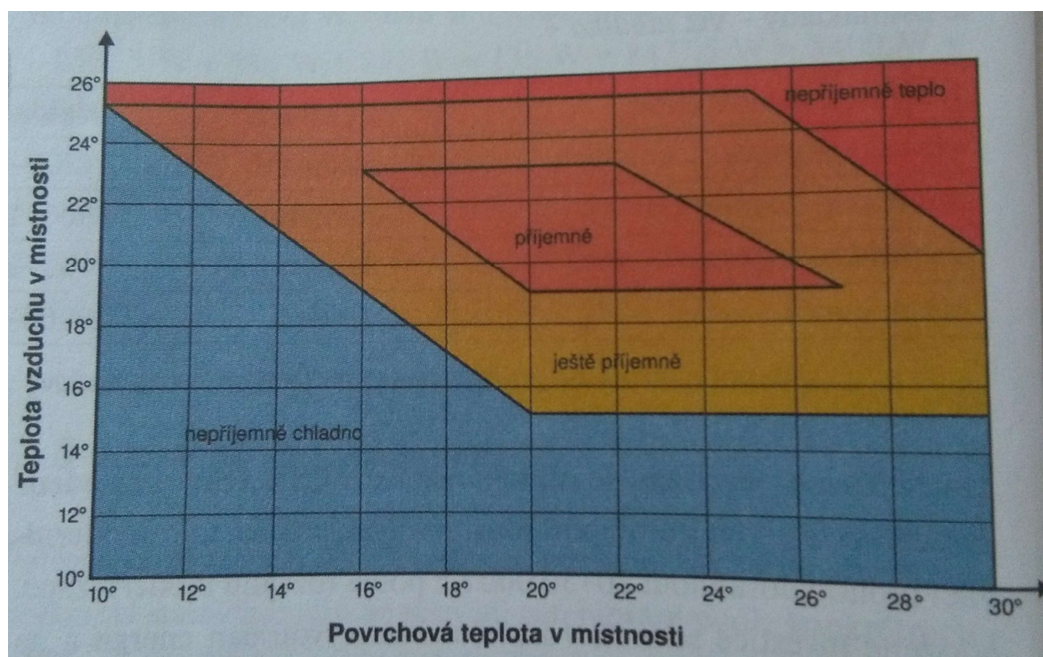
Elektrické podlahové vytápění nemá takovou tradici. Rozvoj elektrického vytápění můžeme datovat do doby po 2. světové válce.

² Petráš D., Koudelková D., Teplovodní a elektrické podlahové vytápění, s. 15

2. Vliv podlahového vytápění na člověka

Podlahové vytápění má vliv především na tepelnou pohodu člověka. Tepelnou pohodou máme na mysli to, jak se člověk v místnosti cítí. Nesmí mu být ani příliš velká zima, ani příliš velké teplo. Tepelná pohoda pak ovlivňuje člověka ve všem, co v místnosti dělá, jako například odpočinek, pracovní výkon a v neposlední řadě také ovlivňuje náladu.

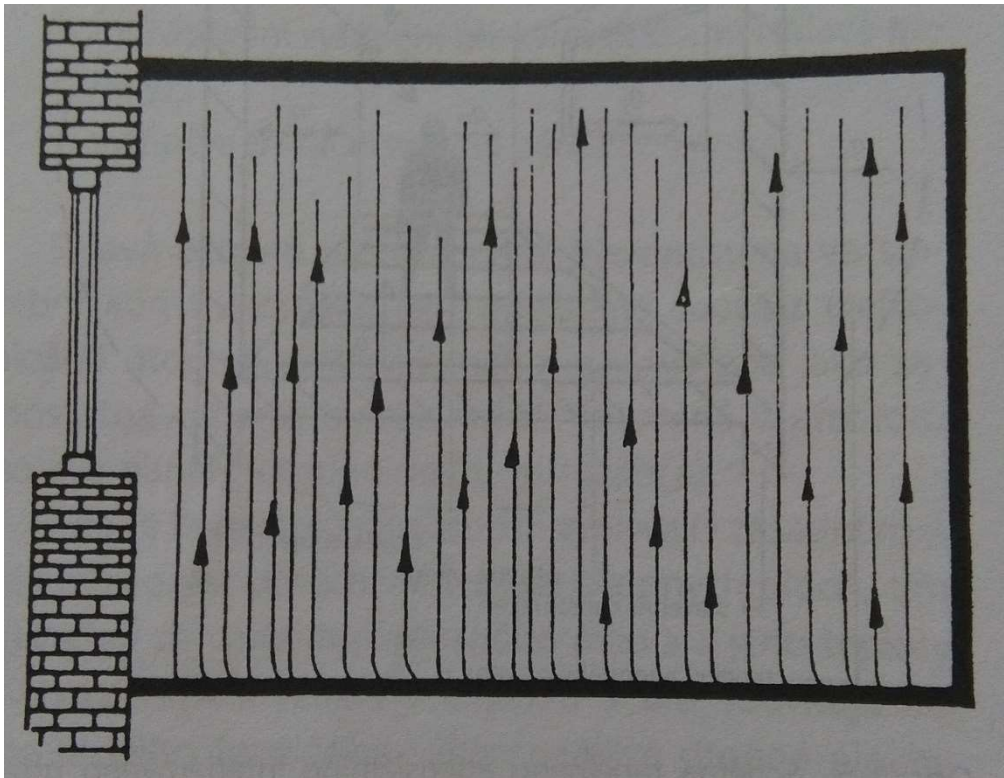
Pro každého člověka je tepelná pohoda při jiné teplotě, ale můžeme říci, že je závislá na teplotě vzduchu v místnosti a povrchové teplotě v místnosti (viz. obrázek 2). „Obecně platí, že součet teploty vzduchu a teploty stěny má být nejméně 38 °C. Pokud je rozdíl mezi teplotou vzduchu a stěny vyšší než 4 °C, člověk ho cítí jako nepříjemný.“³



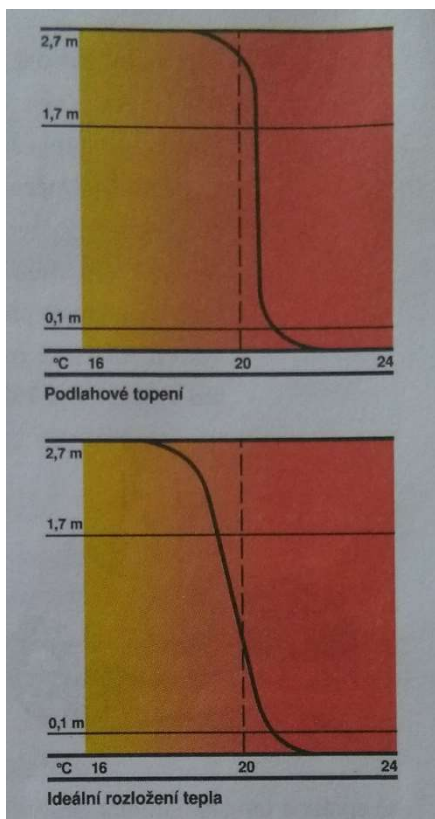
Obrázek 2, Vliv teploty vzduchu a povrchové teploty v místnosti na tepelnou pohodu člověka [1]

Další vliv na tepelnou pohodu člověka má rozložení teploty vzduchu v místnosti. Pro člověka je lepší, když je studený vzduch u stropu a teplý vzduch u podlahy. Na obrázku 3 je dobře viditelné, jak proudí vzduch v místnosti.

³ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 18



Obrázek 3, proudění vzduchu v místnosti [3]



Obrázek 4, ideální rozložení tepla a rozložení tepla u podlahového topení [1]

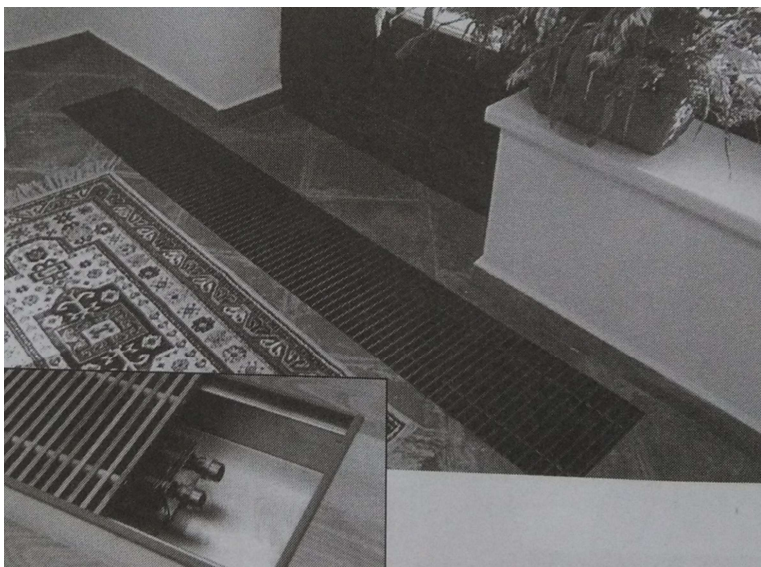
Na obrázku 4 můžeme pak porovnat ideální rozložení tepla a rozložení tepla u podlahového topení. Z toho nám vyplývá, že podlahové vytápění má velmi vhodné působení na člověka jako organismus.

3. Dělení podlahového vytápění

Jako první dělení podlahového vytápění, jej musíme rozdělit na:

3.1. Konvekční podlahové soustavy

Tento způsob podlahového vytápění je na principu konvekce, neboli proudění a dochází k němu u konvektorů. Konvektor nazývaný také jako fan-coil je těleso uložené v plechové vaničce, která se nachází v konstrukci podlahy/stropu a je překryta mřížkou (viz. obrázek 5).



Obrázek 5, konvekční podlahové vytápění s konvektorem [1]

3.2. Sálavé podlahové soustavy

Tento způsob podlahového vytápění je na principu sálání, neboli radiace a je předáváno velkou plochou podlahy. „V podlaze jsou zabetonovány buď trubky s teplou vodou nebo elektrické topné kabely.“⁴

3.2.1. Elektrické podlahové vytápění

Elektrické podlahové vytápění funguje na bázi přeměny elektrické energie na energii tepelnou a k tomu dochází až v 99 %. Účinnost této otopné soustavy je proto nejvyšší ze všech druhů vytápění. „Pro elektrické podlahové vytápění se používají topné rohože a topné folie, případně

⁴ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 23

samotné topné dráty“, které jsou připojeny na elektrické napětí 230 V.

Otopné těleso musí být připojeno na svůj vlastní elektrický obvod.

Otopné soustavy můžeme rozdělit na akumulární, poloakumulární a přímotopné. Rozdíl mezi těmito soustavami určuje tloušťka betonové vrstvy, která také ovlivňuje rychlost předání tepla do místnosti po zapnutí topení (viz. tabulka 1).

Tabulka 1, tloušťka betonu a rychlost předání tepla [1]

Typ vytápění	Akumulární	Poloakumulární	Přímotopné
Vrstva betonu (cm)	10-14	3-5	0
Prodleva vytápění	5-6 h	1-2 h	10-15 min
Plošný výkon (W/m ²)	250-300	100-160	50-80

Čím větší vrstva betonu je, tím déle trvá, než se celá prohřeje. U přímotopných vytápění se beton nahrazuje vrstvou tmelu, která má za úkol zakrýt otopné rohože a vytvořit rovný povrch pro následující nášlapnou vrstvu, jíž je například dlažba.

„Plošným výkonem se uvádí, jak velký tepelný výkon má tepelná rohož ve vztahu k ploše podlahy.“⁵ U Akumulárního typu musí být výkon vyšší, aby se prohřála celá vrstva betonu. Vyššího výkonu můžeme dosáhnout použitím kabelů s vyšším výkonem, a nebo uložit kabely s menší roztečí od sebe. V místě u oken, kde také potřebujeme zvětšit plošný výkon soustavy, můžeme zmenšit rozteče kabelů až na polovinu.

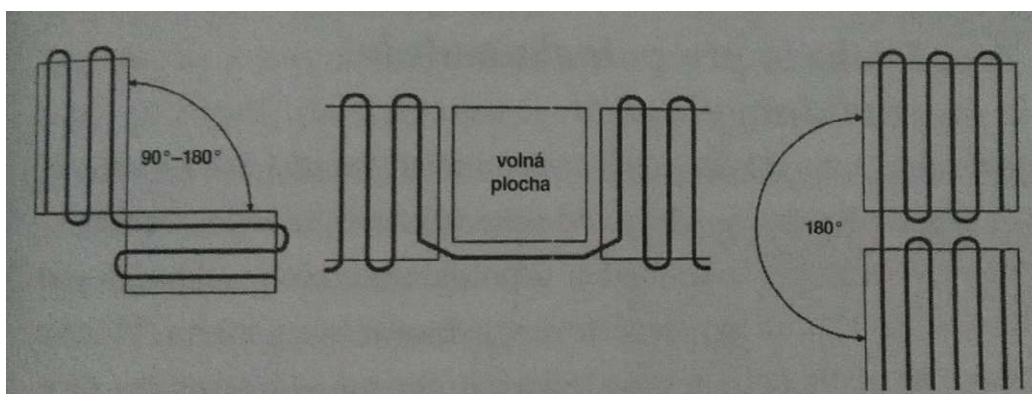
3.2.1.1. Vytápění topnými rohožemi

Topná rohož se skládá z textilní tkaniny/textilního pásu a topného kabelu, který je ke tkanině připevněn. Kabel je připevněn po celé ploše a je buď přilepený, nebo přišitý. Šité rohože můžeme lépe využít u atypických tvarů místností, jsou totiž vyráběny „na míru“. Výroba lepených rohoží je

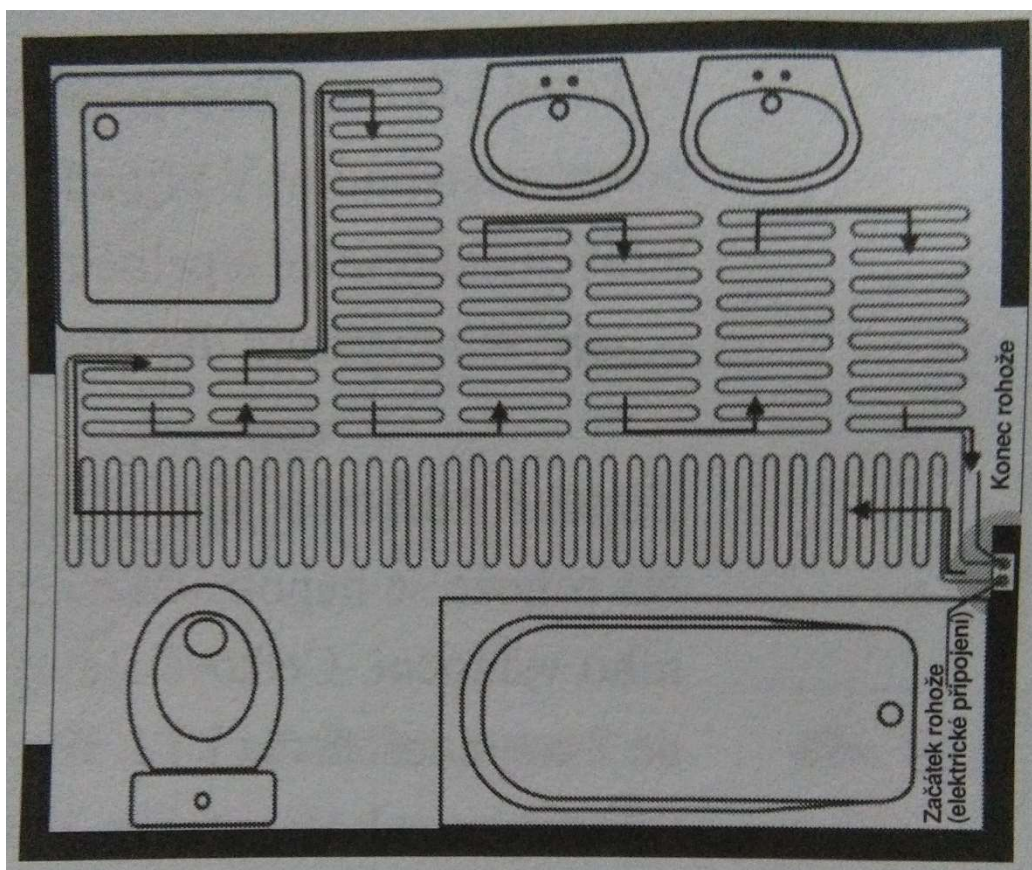
⁵ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 23

produktivnější, vyrábějí se ve větších sériích, jsou levnější, ale nemají takovou variabilitu pro atypické místnosti. Tkanina slouží jako stabilizátor kabelu, aby byl kabel v poloze, ve které je to žádoucí, a také k lepší manipulaci a ochraně kabelu před poničením nadměrným ohýbáním.

Topná rohož je však velmi flexibilní a je možno si ji upravit tak, aby pokryla potřebnou plochu. Tyto úpravy však mají svá pravidla (viz. obrázek 6). Úprava spočívá v tom, že se textilní rohož rozřízne, či úplně vyřízne a kabel, nebo zbytek rohože se umístí do potřebné polohy (viz. obrázek 7).



Obrázek 7, možnosti upravování topné rohože [1]



Obrázek 6, rozmístění topné rohože po koupelně [1]

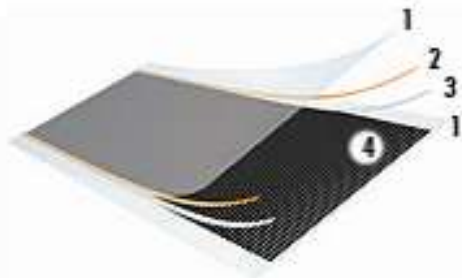
U topných rohoží musíme ale dbát i na podmínky pro montáž a ty jsou následující:

- vedení topné rohože minimálně 5 cm od stěn
- kabel se sondou termostatu a připojovací kabel musí být uloženy v plastové ochranné trubce
- pod rohoží musí být uložena tepelná izolace
- vytvoření dilatační spáry, pokud je plocha místnosti větší než 20 m²
- nesmíme vést rohož pod nábytkem nebo zařizovacími předměty
- musíme provést měření odporu topného drátu před položením i po položení
- montáž musí být provedena dle návodu výrobce, aby byla uplatnitelná reklamace

Topné rohože se vyrábějí v šířkách 30 cm nebo 50 cm a to z důvodu dobré manipulace. Pokud potřebujeme pokrýt větší plochu, položíme několik rohoží vedle sebe. Pro prodej jsou topné rohože stočeny do igelitového obalu a uloženy do papírové krabice, která váží 2-8 kg, je to opět z důvodu dobré manipulace a snadné přepravy.

3.2.1.2. Vytápění topnými fóliemi

Topná fólie je složenina několika materiálů, které jsou teplem laminované do jedné fólie. Jejich složení je 2x polyetylenová fólie, homogenizovaný grafit, měděné sběrnice a postříbřené kontakty (viz. obrázek 8), složky 2,3,4 jsou zalaminovány mezi dvě polyetylenové fólie.



1. polyetylenová nebo polyesterová fólie
2. měděné sběrnice
3. postříbření kontaktů
4. homogenizovaná grafitová vrstva

Obrázek 8, složení topné fólie [8]

Tloušťka fólie je minimálně 3 mm a vyrábí se v pásech od 300 mm do 1200

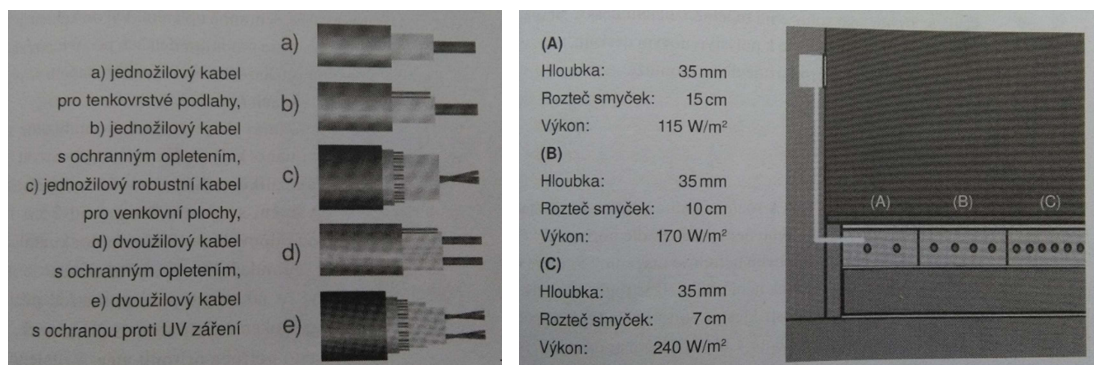
mm, na okraji je však 25 mm přesah pro dobrou manipulaci, a proto je výsledná účinná tloušťka 250 mm až 1150 mm. Pro efektivní výrobu se fólie vyrábějí v pásech dlouhých 1000 m, to znamená, že tato technologie není vhodná pro připravování pásů na zakázku.

Tepelná fólie je vytápěná po celé vlastní ploše na teplotu 25-35 °C, proto se umísťuje přímo pod nášlapnou vrstvu podlahového souvrství. Montáž fólie se provádí suchým způsobem, což montáž urychluje. Fólie se při montáži nesmí lámat, dotýkat kovových předmětů ani překrývat přes sebe. Překrývat se mohou pouze netopné okraje fólie. V místech zařizovacích předmětů nebo nábytku se fólie neumísťuje.

3.2.1.3. Vytápění topnými kabely

„Topný kabel je měděný odporový drát. Slouží k přeměně elektrické energie v energii tepelnou.“⁶ Topné kabely dělíme dle několika hledisek, a to podle tloušťky, ochranného opletení, výkonu a počtu žil v kabelu (viz.

obrázek 9). Výkon kabelů s pohybuje od 8 do 20 W/m, když však potřebujeme výkon zvětšit, snížíme rozteč smyček. Toho využíváme v okrajových zónách (pod okny), kde je potřeba zvýšit výkon (viz. obrázek 10).



Obrázek 10, typy topných kabelů [1]

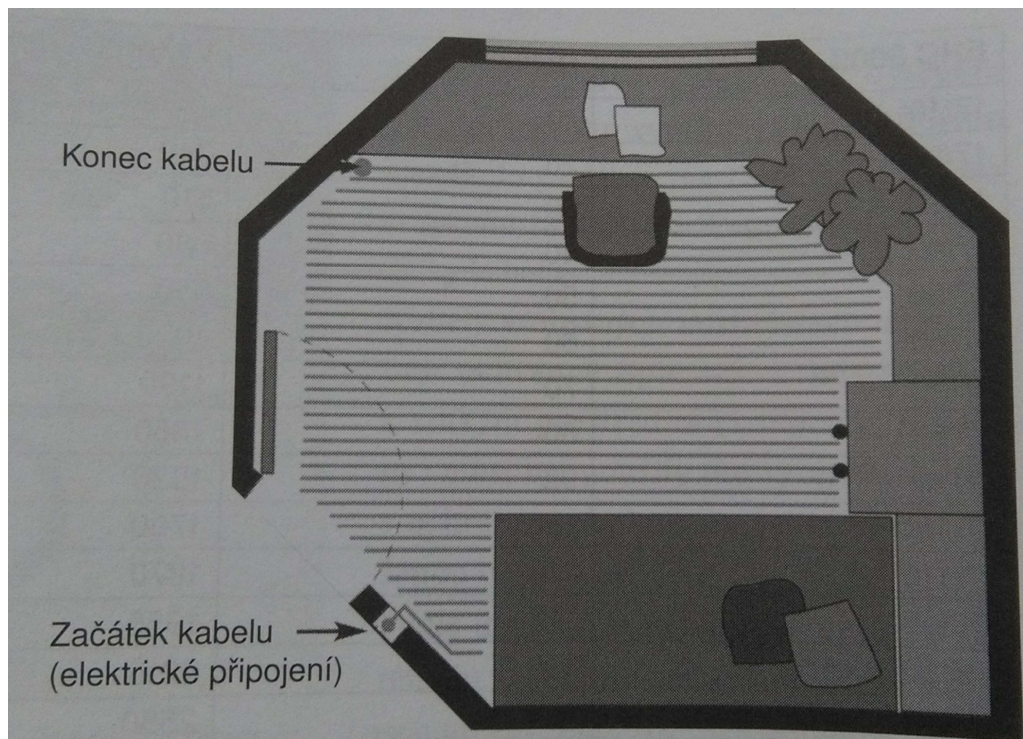
Obrázek 9, různé rozteče smyček a jejich výkon [1]

Typ kabelu vybíráme podle jeho umístění. Do obytných místností vybíráme kabely bez ochranného opletení, ale v místnostech, kde se nachází velká vlhkost, jako například koupelny nebo prádelny, musíme volit kabely s ochranným opletením. Pro akumulární a poloakumulární způsob vytápění

⁶ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 41

používáme kabely o průměru minimálně 3,5 mm a větší. Při přímotopném vytápění používáme kabely maximálně o průměru 3,5 mm a menší.

Výhoda topného kabelu oproti topné rohoži je v tom, že topný kabel není vázán na textilní podklad, může se tak rozmístit přesně podle půdorysného tvaru místnosti. Nesmí se umisťovat pod zařizovací předměty a nábytek. Na obrázku 11 je vidět rozložení topného kabelu v místnosti.



Obrázek 11, rozložení topného kabelu po místnosti [1]

3.2.2. Teplovodní podlahové vytápění

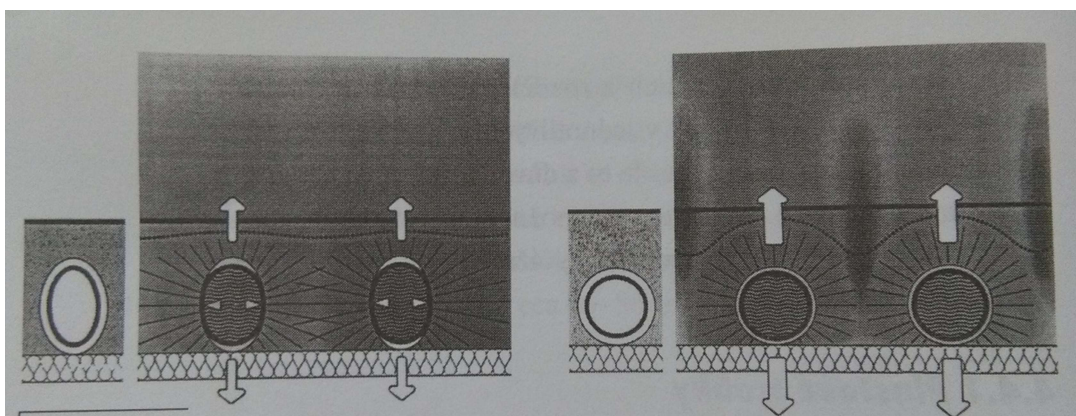
„Teplovodní podlahové vytápění se proti elektrickému podlahovému vytápění liší ve způsobu dodávky tepla do podlahy. Teplá voda proudí v trubkách a od ní se ohřívá beton.“⁷ Pro dobrý přenos tepla z vody do betonu je rychlost proudění cca. 0,3 m/s a tlak vody 3 bary. Teplota vody je závislá na skladbě podlahového souvrství a na typu místnosti. Maximální teplota je však 45°C.

Zdrojů tepla pro ohřátí teplé vody je několik, můžeme použít kotel, tepelné čerpadlo nebo solární panely. Musíme si ale uvědomit, že solární panely ani tepelná čerpadla nelze plně využít v zimním období, kdy klesne teplota pod bod mrazu. V tomto období je tedy nezbytné použít kotel k ohřátí

⁷ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 71

vody na požadovanou teplotu. Zdrojem pro kotel mohou být tuhá paliva, plyn, elektrická energie. „Nejdůležitějším parametrem kotle je jeho tepelný výkon, který musí být stejně velký nebo o něco vyšší, než jsou tepelné ztráty vytápěných místností.“⁸ Nejvhodnější tepelná čerpadla pro podlahové vytápění jsou vzduch/voda, země/voda nebo voda/voda. „Čerpadla se uplatňují v místech, kde je dostatek nízkopotenciálního tepla. Znamená to, že musí být velké množství vzduchu, vody nebo velká plocha půdy, které se odebírá teplo a předává pomocí tepelného čerpadla do topné soustavy.“⁹ Solární panely sbírají energii ze slunce a tou pak ohřívají vodu pro podlahové vytápění, popřípadě pro ohřev teplé užitkové vody.

Rozvody teplovodního vytápění můžeme udělat ze dvou materiálů, jedním je plast a druhým je měď. V minulosti se používaly i trubky ocelové, ale v dnešní době už se nepoužívají. Plastové trubky jsou pak polypropilénové (PP), síťované polyetylénové (PEX) nebo polybutylénové (PB). Můžeme volit mezi dvěma tvary plastových trubek a to tvarem kulatým nebo tvarem oválným, který rovnoměrněji rozkládá teplotu do podlahy (viz. obrázek 11), ale jeho nevýhodou je, že se musí použít speciální lišty pro



Obrázek 12, rozložení tepla u trubek oválného tvaru a kulatého tvaru [1]

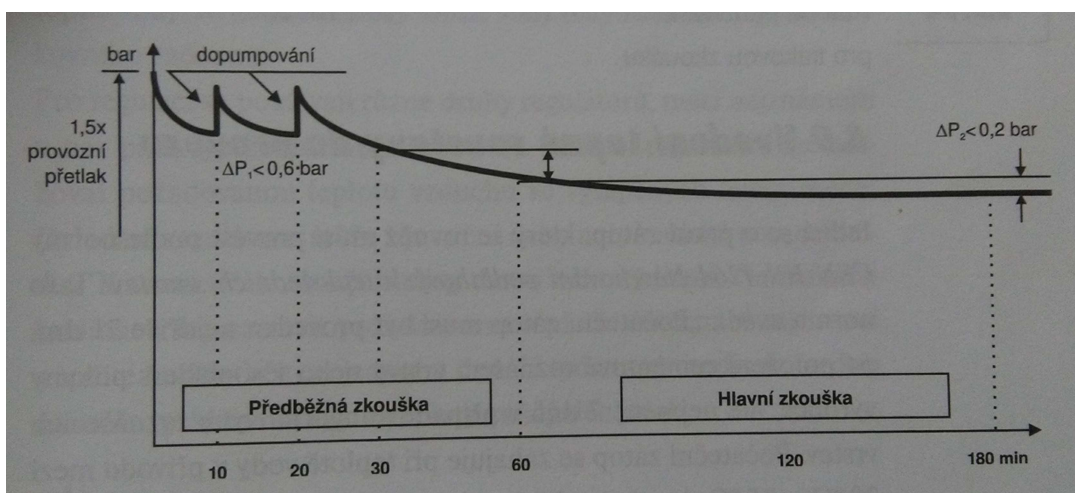
oválné trubky. Měděné trubky jsou pouze kulatého tvaru, ale máme možnost volit mezi trubkou „holou“, nebo trubkou opatřenou ochranným pláštěm, které jsou zcela plynotěsné a zabraňují průniku kyslíku do topného okruhu. Trubky se vyrábějí z měkké mědi, aby je bylo možné ohýbat pomocí ručních ohýbačů.

⁸ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 73

⁹ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 73

Každou místnost bychom měli napojit na samostatný okruh, což zajišťuje rozdělovač. Jeden rozdělovač je pro maximálně 12 okruhů, pokud je okruhů zapotřebí více, musíme použít většího počtu rozdělovačů.

Před zabetonováním musíme provést zkoušku dle platné normy. Jedná se o zkoušku těsnosti topných okruhů tlakovou zkouškou vody. Trubky se naplní filtrovanou vodou na tlak 6 barů a musí se zbavit veškerého vzduchu. Zkoušku provádíme dvakrát jako předběžnou a potřetí jako hlavní zkoušku. Během 30 minut se musí v trubkách dvakrát obnovit tlak a do 10 minut nesmí klesnout pod 0,6 barů a nesmí se objevit žádné netěsnosti. Po předběžné zkoušce se okamžitě provádí zkouška hlavní, která trvá 2 hodiny. Během



Obrázek 13, časový průběh zkoušky podlahového vytápění [1]

hlavní zkoušky nesmí klesnout tlak o více než 0,2 barů a opět nesmí dojít k netěsnostem. Na obrázku 13 je vidět průběh zkoušky podlahového vytápění.

4. Výhody a nevýhody podlahového vytápění

Každý systém má svoje výhody a nevýhody, podstatnou věcí však je, jestli je ta či ona vlastnost v danou situaci pro nás výhodou nebo nevýhodou. Může se stát, že jednu vlastnost v různých situacích můžeme posoudit odlišně.

4.1. Výhody podlahového vytápění

Rozložení teploty vzduchu v místnosti

Teplý vzduch ohříváný podlahou pomalu stoupá vzhůru, to způsobuje jinou teplotu vzduchu u podlahy, uprostřed a u stropu místnosti. **To má** i pozitivní vliv na člověka jako organismus viz. kapitola 2. **Vliv** podlahového vytápění na člověka.

Nízká prašnost

K nízké prašnosti oproti jiným otopným soustavám dochází hlavně díky pomalému stoupání ohřátého vzduchu vzhůru, a tak se prach nemůže vířit. *„Z hlediska hygieny provozu se jedná o velmi vhodný způsob vytápění, zejména pro alergiky.“¹⁰*

Volný prostor místnosti

Zabudováním topení do podlahy se nám otevírá možnost plného využití obytné plochy místnosti. Tuto výhodu můžeme také uplatnit v designových interiérech, kde by topení narušovalo celkový dojem z místnosti.

Vytápění libovolně velkých ploch

„Místnosti s podlahovým vytápěním mohou mít plochu velmi malou nebo i mnoho desítek metrů čtverečných.“¹¹ Touto metodou ale také můžeme ohřívat venkovní plochy jako např. chodníčky, příjezdové cesty, parkovací místa a jiné.

Vytápění ploch nepravidelného tvaru

Podlahové topení nám umožňuje velmi velkou rozmanitost tvarů. Topné hady či elektrické rohože můžeme přizpůsobit tvaru místností, aniž bychom snížili jejich kvalitu, nebo životnost.

¹⁰ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 28

¹¹ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 28

Možnost kombinace vytápění

„Vytápění jedné místnosti podlahou a druhé radiátorem dnes již není technický problém.“¹² Musíme však dbát na navržení projektu a správnou volbu materiálů.

Menší spotřeba paliva/energie

„Vlivem sálání tepla z podlahy a dobrým rozložením teploty vzduchu je možno snížit teplotu vzduchu v místnosti přibližně o 2-3 K (2-3 °C). Snížením teploty o 1 °C se ušetří přibližně 6 % paliva. To znamená, že použitím podlahového vytápění proti radiátorovému se může ušetřit až 15 % paliva.“¹³

Možnost volby vytápění

Možnost volby vytápění znamená, že si můžeme zvolit, jestli budeme mít vytápění přímotopné nebo akumulací. Rozdíl mezi těmito dvěma typy je v tloušťce betonové vrstvy. Přímotopné < 10 cm betonu < akumulací

4.2. Nevýhody podlahového vytápění

Pečlivé provedení

Velkou nevýhodou je, že po zabetonování topných hadů nebo elektrických rohoží už nemůžeme tyto prvky nijak opravit, aniž by se poškodily topné hady nebo elektrické rohože. Musíme proto být velmi pečliví při provádění těchto prací a kontrolovat prvky hned po provedení.

Tepelná izolace

Musíme dbát na dostatečnou vrstvu tepelné izolace, pokud by byla vrstva nedostatečná, docházelo by k vytápění prostor, které vytápet nechceme, což by znamenalo velkou tepelnou ztrátu. Docházelo by také ke zbytečnému až nežádoucímu ohřívání nosné konstrukce objektu.

Odrázové fólie

U některých fólií se nám může stát, že zabudováním těchto fólií zamezíme pronikání bezdrátového signálu, například přenos internetu pomocí wifi.

¹² Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 28

¹³ Dufka Jaroslav, Podlahové vytápění, s. 28

5. Popis objektu a referenční místnosti

Objekt s názvem Dům pro hudebníky je rodinný dům s užitnou plochou 172,06 m². Dům je navržený jako jedna bytová jednotka pro pětičlennou rodinu. Nosná konstrukce je tvořena stěnovým systémem. Nosné stěny i příčky jsou tvořeny tvárnici Porothersm. Stropní konstrukce je tvořena systémem nosník - vložka, nosníky Porothersm a vložky Miako, výška betonu nad vložkou je 60 mm. Střešní konstrukce je dřevěná, pokryta keramickou střešní krytinou.

V objektu je navrženo teplovodné podlahové vytápění v systému z PEX trubek s kotlem na zemní plyn.

Jako referenční místnost jsme zvolili obývací pokoj, označený jako P06. Tato místnost se nachází v prvním nadzemním podlaží. Plocha místnosti je 16,8 m². Sousedními místnostmi jsou kuchyň (P04), hala (P02), hudebna (P07) a japonská zahrada (P00b).

V místnosti se nachází 1 okenní otvor 1500x1500 (750), jeden dveřní otvor 800x2100, jeden dveřní otvor 900x2100 a jeden dveřní otvor s oknem 1050x2100.

Konstrukční výška obývacího pokoje je 2800 mm. Světlná výška místnosti je 2500 mm za předpokladu, že výška podlahového souvrství je 250 mm.

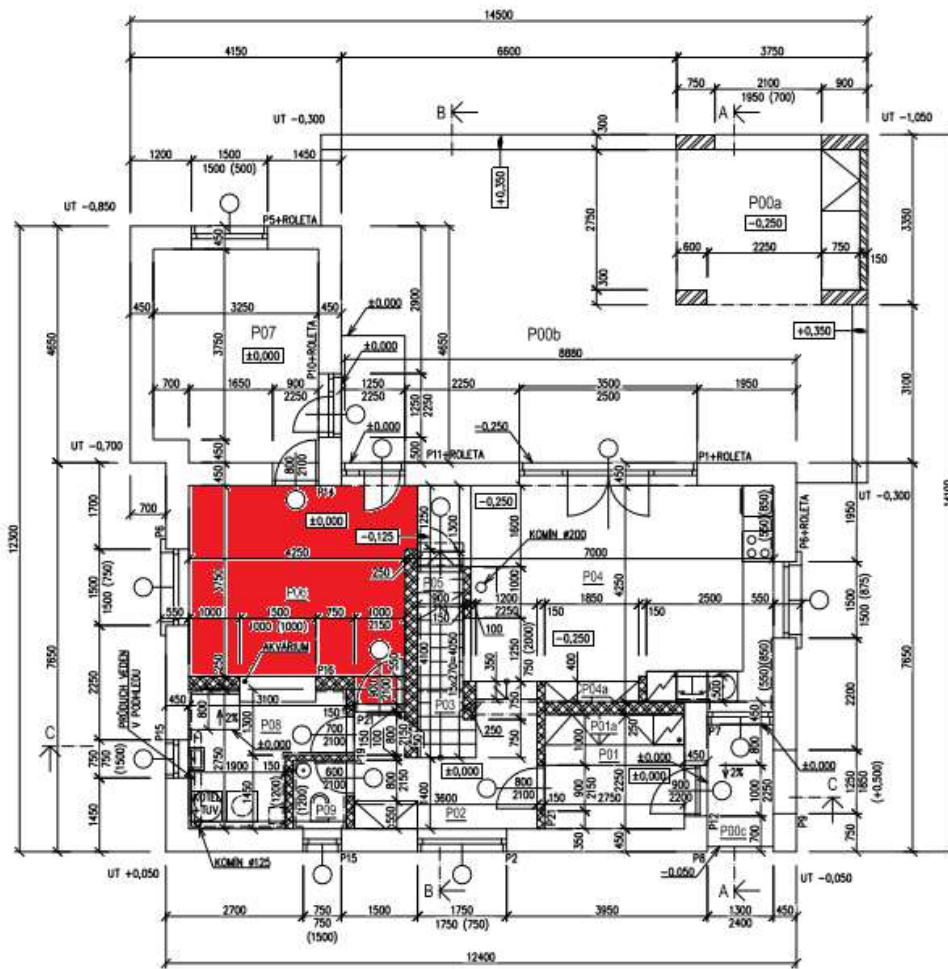
Musíme si ověřit, zda se jedná opravdu o obytnou místnost. Dle normy ČSN 73 4301 je obývací pokoj obytnou místností:

- pokud je plocha min. 16 m²
- pokud je šířka min. 3300 mm
- min. světlná výška 2100 mm

Místnost obývací pokoj (P06) splňuje všechny výše uvedené podmínky a můžeme tedy říci, že se opravdu jedná o obytnou místnost.

Hodnoty konstrukční a světlné výšky a výška podlahového souvrství se budou měnit podle konkrétního návrhu jednotlivých podlahových souvrství, všechny však budou navrženy tak, aby splňovaly současné normové požadavky.

Spotřeba tepla na vytápění je 54 GJ za rok, tato hodnota je převzata z původního návrhu objektu.



Obrázek 14, půdorys domu s vyznačení referenční místnosti

6. Návrhy podlahového souvrství

Podlahové souvrství bude navrženo tak, aby co nejlépe plnilo svou funkci a bude navrženo dle platných norem. Vrstvy, které jsou v souvrství stejné jako tepelná izolace, separační vrstva, flexibilní lepidlo a pochozí vrstva jsou ve všech souvrstvích navrženy stejně, aby co nejvíce vynikly rozdíly způsobené rozdílem podlahového vytápění.

Všechna podlahová souvrství jsou navržena tak, aby měla stejný nebo podobný výkon jako souvrství, které bylo do objektu původně navrženo.

6.1. Návrh podlahového souvrství s topnou rohoží

Nášlapná vrstva je tvořena dlaždicemi Multi Tahiti ve světle šedé barvě. Rozměry dlaždice jsou 330x330 mm, tloušťka 8 mm. Dlaždice jsou lepeny flexibilním lepidlem na dlažbu a obklady Den Braven QUARTZ FLEX-C2TE (J), které je nanášeno v tloušťce 6 mm. Navržena topná rohož je značky Ecofloor LDTS 100/17,9, k podkladu je lepená samolepicími pásky, které jsou součástí rohože. Betonová mazanina je tloušťky 60 mm. Separální vrstva je tvořena netkanou geotextílií FILTEK 300 g/m² o tloušťce 4 mm. Tepelná izolace Isover EPS 200 je silná 140 mm a je volně položená na hrubé podlaze místnosti.

Toto souvrství se bude nadále označovat jako S1.



Obrázek 15, návrh S1

6.2. Návrh podlahového souvrství s topným kabelem

Nášlapná vrstva je tvořena dlaždicemi Multi Tahiti ve světle šedé barvě. Rozměry dlaždice jsou 330x330 mm, tloušťka 8 mm. Dlaždice jsou lepeny flexibilním lepidlem na dlažbu a obklady Den Braven QUARTZ FLEX-C2TE (J), které je nanášeno v tloušťce 6 mm. Navržený jednožilový topný kabel Fenix Ecofloor PSV-10 s ochranným opletením má výkon 120 W, k podkladu je kabel připevněn sponkami. Betonová mazanina je tloušťky 60 mm. Separáční vrstva je tvořena netkanou geotextilií FILTEK 300 g/m² o tloušťce 4 mm. Tepelná izolace Isover EPS 200 je silná 140 mm a volně položená na hrubé podlaze místnosti. Rozteč kabelů je 105 mm.

Toto souvrství se bude nadále označovat jako S2.



Obrázek 16, návrh S2

6.3. Návrh podlahového souvrství s plastovým teplovodním vytápěním

Nášlapná vrstva je tvořena dlaždicemi Multi Tahiti ve světle šedé barvě. Rozměry dlaždice jsou 330x330 mm, tloušťka 8 mm. Dlaždice jsou lepeny flexibilním lepidlem na dlažbu a obklady Den Braven QUARTZ FLEX-C2TE (J), které je nanášeno v tloušťce 3 mm. Roznášecí vrstvou je betonová mazanina v tloušťce 60 mm. Teplovodné vytápění tvoří plastové trubky PEX Giacotherm R996 o vnějším průměru 17 mm a tloušťkou stěny 2 mm, jsou uloženy v systémové desce Giacomini R979 T50 h52 o tloušťce 50 mm. Tepelná izolace Isover EPS 200 je silná 140 mm, je volně položená na hrubé podlaze místnosti. Rozteč trubek je 100 mm.

Toto souvrství se bude nadále označovat jako S3.

Toto souvrství je původně navrženo do objektu.



Obrázek 17, návrh S3

6.4. Návrh podlahového souvrství s měděným teplovodním vytápěním

Nášlapná vrstva je tvořena dlaždicemi Multi Tahiti ve světle šedé barvě. Rozměry dlaždice jsou 330x330 mm, tloušťka 8 mm. Dlaždice jsou lepeny flexibilním lepidlem na dlažbu a obklady Den Braven QUARTZ FLEX-C2TE (J), které je nanášeno v tloušťce 3 mm. Teplovodné vytápění je tvořeno měděnými trubkami o vnějším průměru 15 mm a tloušťkou stěny 1 mm, jsou uloženy na dilatační liště Trick 20 o výšce 20 mm. Roznášecí vrstvou je betonová mazanina v tloušťce 80 mm. Separční vrstva je tvořena netkanou geotextilií FILTEK 300 g/m² o tloušťce 4 mm. Tepelná izolace Isover EPS 200 je silná 140 mm, je volně položená na hrubé podlaze místnosti. Rozteč trubek je 100 mm.

Toto souvrství se bude nadále označovat jako S4.



Obrázek 18, návrh S4

7. Nastavení kritérií pro vyhodnocení variant

Nejprve si musíme nastavit hodnotící parametry, podle kterých budeme jednotlivé varianty hodnotit a těmto parametrům také přiřadit koeficient důležitosti. Hodnotícími parametry budou pořizovací cena, provozní cena, doba výstavby, součinitel prostupu tepla, životnost, opravitelnost, světlá výška místnosti. V každé kategorii budou varianty seřazeny od nejlepší k nejhorsí a budou jim přiřazeny body podle pořadí. Tyto body budou pak následně vynásobeny koeficientem důležitosti, který bude jednotlivé kategorii přiřazen tak, aby bylo možné vybrat nejlepší variantu z pohledu investora.

Finální vyhodnocení variant bude hodnoceno podle celkového počtu bodů, který získáme sečtením jednotlivých bodů vynásobených příslušným koeficientem.

7.1. Hodnocení dle pořizovací ceny

Pořizovací cena je jedním z důležitějších faktorů při rozhodování se, jaké souvrství pro něj bude nejlepší, proto musí být provedeno nacenění všech variant souvrství. Naceněna byla referenční místnost a z této ceny byla vypočtena průměrná cena na m². Cena zahrnuje pouze materiál, nezahrnuje montáž.

S1 (topná rohož)

V položce „další“ je zahrnuta vyšší cena jističe, vyšší cena kabelů, cena termostatů a sondy na měření teploty umístěné v podlaze rozpočtená na m².

Tabulka 2, nacenění S1

S1				
vrstva	množství	jednotka	cena/jednotku	cena celkem
dlažba	18,30125	m2	249,00	4 557,01
lepidlo	14,3	Pytle	120,00	1 716,00
topná rohož	1	Kpl	7 932,00	7 932,00
potěr	8,31875	Pytle	120,71	1 004,16
separační vrstva	16,6375	m2	25,80	429,25
izolace	17,469375	m2	389,90	6 811,31
dilatační páska	17,2	m	8,36	143,79
			Σ	22 767,93
další				174,42
				cena za m2
				1 542,89

S2 (topný kabel)

V položce „další“ je zahrnuta vyšší cena jističe, vyšší cena kabelů, cena termostatů a sondy na měření teploty umístěné v podlaze rozpočtená na m².

Tabulka 3, nacenění S2

S2				
vrstva	množství	jednotka	cena/jednotku	cena celkem
dlažba	18,30125	m2	249,00	4 557,01
lepidlo	14,3	pytle	120,00	1 716,00
topný kabel	1	kpl	3 733,00	3 733,00
potěr	8,31875	pytle	120,71	1 004,16
separační vrstva	16,6375	m2	25,80	429,25
izolace	17,469375	m2	389,90	6 811,31
dilatační páska	17,2	m	8,36	143,79
fixační pásek	16,6375	ks	66,75	1 110,55
			Σ	19 679,49
další				174,42
				cena za m2
				1 357,26

S3 (rozvody PE-X)

V položce „další“ je zahrnuta cena termostatů, rozdělovačů a cena komínu rozpočtená na m².

Tabulka 4, nacenění S3

S3				
vrstva	množství	jednotka	cena/jednotku	cena celkem
dlažba	18,30125	m2	249,00	4 557,01
lepidlo	14,3	pytle	120,00	1 716,00
trubky	140	m	27,00	3 780,00
potěr	8,31875	pytle	120,71	1 004,16
systémová deska	16,6375	m2	378,00	6 288,98
izolace	17,469375	m2	389,90	6 811,31
dilatační páska	17,2	m	8,36	143,79
			Σ	24 533,80
další				232,56
				cena za m2
				1 707,17

S4 (rozvody v Cu)

V položce „další“ je zahrnuta cena termostatů, rozdělovačů a cena komínu rozpočtená na m².

Tabulka 5, nacenění S4

S4				
vrstva	množství	jednotka	cena/jednotku	cena celkem
dlažba	18,30125	m2	249,00	4 557,01
lepidlo	14,3	pytle	120,00	1 716,00
trubky	140	m	88,70	12 418,00
spojovací materiál	40	ks	32,40	1 296,00
potěr	12,478125	pytle	120,71	1 506,23
separační vrstva	16,6375	m2	25,80	429,25
dilatační lišta	18	ks	20,16	362,88
izolace	17,469375	m2	389,90	6 811,31
dilatační páska	17,2	m	8,36	143,79
			Σ	29 473,03
další				232,56
				cena za m2
				2 004,04

Tabulka 6, pořizovací cena

varianta	pořizovací cena na m ²
S1 (topná rohož)	1542,89
S2 (topný kabel)	1357,26
S3 (rozvody PE-X)	1707,17
S4 (rozvody v Cu)	2004,04

V tomto hodnocení řadíme ceny od nejnižší po nejvyšší.

Tomuto hodnocení je přiřazen koeficient 1.

Tabulka 7, hodnocení pořizovací ceny

pořadí	varianta	pořizovací cena na m ²	body	koeficient	celkové body
1.	S2 (topný kabel)	1357,26	7	1	7
2.	S1 (topná rohož)	1542,89	5	1	5
3.	S3 (rozvody PE-X)	1707,17	3	1	3
4.	S4 (rozvody v Cu)	2004,04	1	1	1

7.2. Hodnocení dle provozní ceny

Provozní cena je dalším z důležitějších faktorů pro investora, podle kterého se rozhoduje, jaká varianta pro něj bude nejlepší. Musíme brát v úvahu to, že provozní cena není jednorázovou záležitostí jako cena pořizovací a že tyto náklady jsou ve výsledku mnohanásobně vyšší než cena pořizovací.

Při počítání provozní ceny hraje nejdůležitější roli palivo pro kotel, který ohřívá teplou vodu pro vytápění nebo elektřina pro topnou rohož a kabel.

Do provozní ceny bude připočtena i cena kotle, která bude rozpočítána do 20 let, což je předpokládaná životnost kotle.

U tohoto hodnocení budeme pro teplovodné vytápění porovnávat dvě varianty kotlů s různými palivy. Jedna z variant je kotel se zásobníkem GEMINOX THR_s 2-17SET-151DC na zemní plyn, který je v původním návrhu objektu. Druhou variantou je kotel se zásobníkem ROJEK, automatický kotel TKA BIO 25 pravý, který je na pelety.

Elektřina

Spotřeba tepla na vytápění je 54 GJ za rok, což je 15 MWh. Účinnost topné rohože je 99,4 %, spotřeba je tedy 15,1 MWh za rok. Průměrná cena za KWh je 3,82 Kč. Celkovou cenu vypočteme jako počet KWh za rok krát cena za 1 KWh.

$$(15,1 * 1000) * 3,82 = 57645,88$$

Zemní plyn

Spotřeba tepla na vytápění je 54 GJ za rok, což je 15 MWh. Musíme vzít v úvahu účinnost kotle, která je 90 %, spotřeba zemního plynu za rok je tedy 16,7 MWh.

Cena zemního plynu na rok je vypočtena z ceny zemního plynu vypočítané dle tabulek pro smlouvu na 3 roky u skupiny ČEZ, pro odběr od 15 do 25 MWh za rok. Cena je stanovena jako cena za MWh krát počet MWh za rok plus daň krát počet MWh/rok plus 12 krát součet stálých plateb. Celková cena je vypočtena z ceny zemního plynu za rok plus 1/20 ceny kotle, která je 63 969 Kč.

$$16,7 * 1185,62 + 16,7 * 37,03 + 12 * 298,07 + \frac{1}{20} * 63969 = 27193,55$$

Pelety

Spotřeba tepla je 54 GJ/rok, což je 15 MWh. Účinnost kotle je 85,3%. Výhřevnost pelet je 16,5 MJ/kg. Cena pelet je 5,75 Kč/kg. Cena kotle se zásobníkem je 77 343 Kč. Cena pelet je spočtena jako spotřeba tepla na rok dělena výhřevností krát cena za kilogram. Cena je vypočtena ze spotřeby pelet na rok a z 1/20 ceny kotle.

$$\left(\frac{54 * 1000}{16,5}\right) / 0,853 * 5,75 + \frac{1}{20} * 77343 = 25928,33$$

Tabulka 8, provozní cena

varianta	provozní cena
pelety	25 928,33
zemní plyn	27 193,55
elektřina	57 645,88

Provozní ceny jsou řazeny od nejnižší po nejvyšší.

Tomuto hodnocení je přiřazen koeficient 3.

Tabulka 9, hodnocení dle provozní ceny

pořadí	varianta	body	koeficient	celkové body
1.	S3 (rozvody PE-X)	5	3	15
2.	S4 (rozvody v Cu)	5	3	15
3.	S1 (topná rohož)	1	3	3
4.	S2 (topný kabel)	1	3	3

Z tohoto hodnocení vyšlo, že topení zemním plynem i topení peletami je pro investora výhodnější než topit elektřinou. Je však potřeba rozepsat výhody a nevýhody obou variant, aby si investor mohl vybrat řešení, které mu bude více vyhovovat.

Zemní plyn

Cena při vytápění je sice o něco vyšší než vytápění peletami, ale výhoda tohoto způsobu spočívá v jeho bezstarostném provozu. Ke kotli nemusíme pravidelně chodit, abychom do kotle přikládali. Další výhodou je

využití velmi malého prostoru, nemusíme zabírat prostor domu pro skladování topného materiálu.

Pelety

Výhodou pelet je bezesporu nižší cena. Nevýhodou je, že se ke kotli musí chodit přikládat, i když má kotel zásobník na pelety a přikládá si sám, musíme zásobník plnit. Další nevýhodou je vyčlenění místa pro kotel a skladování pelet v domě.

7.3. Hodnocení dle doby výstavby

V dnešní době je čas velmi ceněný, na stavbě však musíme brát ohled i na to, že na jedné činnosti, v tomto případě provedení podlahy, je závislá další činnost nebo činnosti. Čas činnosti ovlivňuje použitá technologie. Nepříznivý vliv na čas má mokrý proces ve výstavbě, po jeho provedení musí nastat technologická přestávka. Čím více mokrých procesů za sebou máme, tím větší časový úsek bude tato činnost trvat.

Velký vliv na dobu výstavby má i technologický postup jednotlivých variant. Musíme brát v potaz, že u topné rohože a topného kabelu proběhne mokrý proces před pokládkou topení, u teplovodného vytápění nejprve musíme nainstalovat všechny rozvody trubek, provést otopnou zkoušku a poté přijde na řadu betonový potěr. Doba výstavby teplovodného vytápění proto bude trvat déle než elektrické.

Při srovnání elektrického vytápění bude rychleji provedeno vytápění pomocí topné rohože. Rohož obsahuje samolepící pásy, kterými je připevněna k podkladu a jelikož je rohož v pásech 0,5 m, její montáž je ve srovnání s topným kabelem rychlejší.

Pokud budeme porovnávat teplovodné vytápění, rychlejší bude jednoznačně provedení pomocí PE trubek a systémové desky. Trubky se natahají na systémovou desku, která má přesnou rozteč, a proto je montáž velice snadná a rychlá.

Dobu výstavby řadíme od nejmenší po největší.

Koeficient doby výstavby je 0,5.

Tabulka 10, hodnocení doby výstavby

pořadí	varianta	body	koeficient	celkové body
1.	S1 (topná rohož)	7	0,5	3,5
2.	S2 (topný kabel)	5	0,5	2,5
3.	S3 (rozvody PE-X)	3	0,5	1,5
4.	S4 (rozvody v Cu)	1	0,5	0,5

7.4. Hodnocení dle součinitele prostupu tepla

„Součinitel prostupu tepla je základní tepelně technickou veličinou, vyjadřující tepelně izolační schopnosti stavební konstrukce.“¹⁴

$$U = \frac{1}{R} \left[\frac{W}{m^2 * K} \right]$$

Součinitel prostupu tepla můžeme vyjádřit pomocí tepelného odporu konstrukce. „Tepelný odpor vyjadřuje, jakou plochou konstrukce a při jakém rozdílu teplot na jejích površích dojde k přenosu 1 Wattu, čili k přenosu energie o velikosti 1 J za 1 sekundu“¹⁵. Tepelný odpor můžeme vypočítat, pokud známe tloušťku vrstvy d [m] a součinitel tepelné vodivosti λ $\left[\frac{W}{m * K} \right]$.

$$R = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{m^2 * K}{W} \right]$$

Konstrukce musí splňovat součinitel prostupu tepla požadovaný,

$$U = 0,45 \left[\frac{W}{m^2 * K} \right]$$

nebo doporučený dle ČSN 73 0540-2.

$$U = 0,30 \left[\frac{W}{m^2 * K} \right]$$

Pro výpočet jednotlivých variant je používán program Teplo a jeho výstupy jsou uvedeny v příloze číslo 1 - 4.

¹⁴ Kulhánek F. Doc. Ing. CSc. Stavební Fyzika II, Stavební tepelná technika, str. 13

¹⁵ <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r>

Tabulka 11, součinitel prostupu tepla

varianta	součinitel prostupu tepla
S1 (topná rohož)	0,272
S2 (topný kabel)	0,272
S3 (rozvody PE-X)	0,267
S4 (rozvody v Cu)	0,271

Součinitelé prostupů tepla u všech vrstev splňují doporučené hodnoty.

V tomto hodnocení hodnotíme variantu od nejnižšího součinitele prostupu tepla konstrukce po nejvyšší součinitel prostupu tepla.

Koeficient pro součinitel prostupu tepla je 0,5.

Tabulka 12, hodnocení součinitele prostupu tepla

pořadí	varianta	U $\left[\frac{W}{m^2 * K}\right]$	body	koeficient	celkové body
1.	S3 (rozvody PE-X)	0,267	5	0,5	2,5
2.	S4 (rozvody v Cu)	0,271	3	0,5	1,5
3.	S1 (topná rohož)	0,272	1	0,5	0,5
4.	S2 (topný kabel)	0,272	1	0,5	0,5

7.5. Hodnocení dle životnosti

Životnost je velmi těžko hodnotitelný parametr, protože velký vliv na životnost celého celku mají nejen jednotlivé materiály použité v konkrétním souvrství, ale také provedení jednotlivých souvrství z hlediska montáže. Návodem na správně provedenou montáž je technologický postup výrobce, kterým se musíme bezprostředně při montáži řídit. Nikdy však nemůžeme zapomenout na lidský faktor, který montáž provádí, a i přes řadu kontrol může být montáž provedena špatně.

Životnost podlahového souvrství, které je provedeno dle technologického postupu výrobce a bez jakýchkoliv vad, bude mít životnost v rámci desítek let. Ke zkrácení životnosti může dojít jen manuálním poškozením podlahového souvrství. Obecně můžeme říci, že než dojde ke konci životnosti tohoto souvrství, bude část nebo celé souvrství vyměněno

z důvodu aplikace nové technologie vytápění nebo z důvodu obměny interiéru.

Při hodnocení životnosti jsou na tom všechna souvrství stejně, proto u tohoto hodnocení nebudou přiřazeny k souvrstvím žádné body.

7.6. Hodnocení dle opravitelnosti

Pokud se budeme bavit o opravě podlahového souvrství s vytápěnou podlahou, budeme nejprve hledat příčinu problému. Pokud půjde jen o výměnu prasklých dlaždic, můžeme tuto opravu provádět, aniž bychom narušili celé podlahové souvrství. V případě, že budeme řešit opravu nefungujícího podlahového vytápění ve všech čtyřech variantách, budeme muset odstranit složky souvrství až po nefunkční podlahové vytápění a všechny tyto části budeme muset nahradit.

S1 (topná rohož)

Při opravě topné rohože je jen malá možnost rohož opravit, aniž bychom museli odstranit všechny vrstvy podlahového souvrství až po nefunkční topnou rohož. V našem případě se jedná o dlažbu, flexibilní lepidlo a topnou rohož. Při odstraňování dojde k úplnému poškození topné rohože, takže nemůžeme uvažovat jen o výměně části rohože, ale musíme položit novou rohož a následující vrstvy podlahového souvrství do celé místnosti.

Někteří výrobci tvrdí, že topná rohož jde opravit, pokud je mechanicky porušená v jednom místě, toto místo se však musí najít a při jeho hledání nesmí dojít k další poruše rohože. Porušené místo se opraví svorkou a zakryje se novou nášlapnou vrstvou podlahy. Opravitelnost topné rohože je špatná.

S2 (topný kabel)

U topného kabelu jsme na tom stejně, jako v případě topné rohože. Je zde malá šance, jak kabel opravit, ale to jen ve velmi málo případech jeho poškození. U většiny situací se musí odstranit všechny vrstvy podlahy až po topný kabel a všechny tyto vrstvy vyměnit za nové, proto budeme hodnotit opravitelnost topného kabelu stejně jako opravitelnost topné rohože.

S3 (rozvody PE-X)

V případě teplovodného vytápění pomocí PE trubek jsme na tom poněkud hůř ve srovnání s topnou rohoží nebo topným kabelem. Můžeme říci, že princip opravy je stejný jako u topné rohože nebo topného kabelu až na počet odstraněných vrstev. Teplovodné podlahové vytápění je totiž uloženo pod vrstvou betonové mazaniny, kterou musíme bezpodmínečně odstranit, při jejím odstraňování dojde k nenávratnému poškození celého podlahového vytápění v místnosti. Dalším problémem je voda, která v trubkách proudí. Před začátkem prací tedy musíme zajistit uzavření poškozeného okruhu. Opravitelnost teplovodného vytápění pomocí PE trubek je velmi špatná.

S4 (rozvody Cu)

Při opravě teplovodného podlahového vytápění s Cu trubkami budeme postupovat stejně jako při opravě teplovodného podlahového vytápění s PE trubkami. Proto budeme opravitelnost těchto dvou variant hodnotit stejně.

Tabulka 13, opravitelnost

varianta	opravitelnost
S1 (topná rohož)	špatná
S2 (topný kabel)	špatná
S3 (rozvody PE-X)	velmi špatná
S4 (rozvody v Cu)	velmi špatná

Opravitelnost je řazena dle největší možnosti opravy po nejmenší možnost opravy.

Koeficient opravitelnosti je 0,2.

Tabulka 14, hodnocení opravitelnosti

pořadí	varianta	opravitelnost	body	koeficient	celkové body
1.	S1 (topná rohož)	Špatná	3	0,2	0,6
2.	S2 (topný kabel)	Špatná	3	0,2	0,6
3.	S3 (rozvody PE-X)	Velmi špatná	1	0,2	0,2
4.	S4 (rozvody v Cu)	Velmi špatná	1	0,2	0,2

7.7. Hodnocení dle recyklovatelnosti

Recyklovatelnost je velmi obtížně hodnotitelná vlastnost. Velmi záleží na tom, jak si recyklovatelnost budeme vykládat. Jeden pohled na věc bude takový, že materiál, který z konstrukce odebereme, použijeme, aniž bychom na něm udělali nějaké změny. Druhý pohled na věc je takový, že materiál, který z konstrukce odebereme, přepracujeme na jiný materiál a ten znovu použijeme.

S1 (topná rohož)

Dle prvního pohledu na věc všechny vrstvy souvrství až na tepelnou izolaci nemůžeme znovu použít, protože při jejich demontáži dojde k jejich poškození. Tepelnou izolaci můžeme znovu použít, ale musíme ji důkladně zkontrolovat, zda při demontáži vrstev nedošlo z jejímu poškození.

Pokud bychom se na věc podívali z druhého pohledu, tak můžeme říci, že tepelná izolace může být recyklována na jiný výrobek, betonový potěr může být použit jako plnivo do jiné konstrukce, musí být však zbaveno zbytků vrstev, které se mohly do betonu dostat. Topná rohož bude také recyklována a přeměněna na jiný výrobek.

S2 (topný kabel)

Souvrství s topným kabelem na tom bude stejně jako topná rohož z obou pohledů.

S3 (rozvody PE-X)

Dle prvního pohledu na věc se bude souvrství posuzovat stejně jako dvě předešlá souvrství. Všechny vrstvy souvrství až na tepelnou izolaci nemůžeme znovu použít, protože při jejich demontáži dojde k jejich porušení. Tepelnou izolaci můžeme znovu použít, ale musíme ji důkladně zkontrolovat, zda při demontáži nedošlo z jejímu poškození.

Pokud bychom se na věc podívali z druhého pohledu nenalezneme větší rozdíly. Tepelná izolace může být recyklována na jiný výrobek, betonový potěr může být použit jako plnivo do jiné konstrukce, musí být však zbaveno zbytků vrstev, které se mohly do betonu dostat, musí být také zbaven trubek, které jsou součástí betonového potěru.

S4 (rozvody Cu)

Recyklovatelnost u tohoto souvrství je na tom stejně, jako recyklovatelnost u souvrství s PE trubkami.

V závěru hodnocení dle recyklovatelnosti můžeme říci, že žádné z výše uvedených souvrství na tom dle recyklovatelnosti není lépe, než souvrství jiné, a proto u tohoto bodu nebudou přiděleny žádné body.

7.8. Hodnocení dle světlé výšky místnosti

Světlá výška místnosti je výška kolmo naměřená od líce podlahy k líci stropu. Čím nižší bude výška podlahy, tím vyšší bude světlá výška místnosti. Světlá výška místnosti je jedním z faktorů, které ovlivňují psychiku a pocity člověka, který se v místnosti zrovna nachází.

Světlou výšku místnosti budeme počítat tak, že vezmeme předpokládanou světlou výšku místnosti (2500 mm), odečteme předpokládanou výšku podlahového souvrství (250 mm) a přičteme skutečnou výšku podlahového souvrství.

S1 (topná rohož)

Výška podlahového souvrství je 220,5 mm.

$$2500 - 250 + 220,5 = 2470,5$$

S2 (topný kabel)

Výška podlahového souvrství je 220,5 mm.

$$2500 - 250 + 220,5 = 2470,5$$

S3 (rozvody PE-X)

Výška podlahového souvrství je 246,5 mm.

$$2500 - 250 + 246,5 = 2496,5$$

S4 (rozvody Cu)

Výška podlahového souvrství s topnou rohoží je 237,5 mm.

$$2500 - 250 + 237,5 = 2487,5$$

Tabulka 15, světlá výška

varianta	světlá výška místnosti
S1 (topná rohož)	2470,5 mm
S2 (topný kabel)	2470,5 mm
S3 (rozvody PE-X)	2496,5 mm
S4 (rozvody v Cu)	2487,5 mm

V tomto hodnocení bude nejlépe hodnocena nejvyšší světlá výška místnosti, a podle toho budou varianty řazeny.

Koeficient světlé výšky místnosti je 0,6.

Tabulka 16, hodnocení světlé výšky

pořadí	varianta	světlá výška	body	koeficient	celkové body
1.	S1 (topná rohož)	2470,5 mm	5	0,6	3
2.	S2 (topný kabel)	2470,5 mm	5	0,6	3
3.	S4 (rozvody v Cu)	2487,5 mm	3	0,6	1,8
4.	S3 (rozvody PE-X)	2496,5 mm	1	0,6	0,6

8. Celkové vyhodnocení variant

Tabulka 17, celkové vyhodnocení variant

	S1 (topná rohož)	S2 (topný kabel)	S3 (rozvody PE-X)	S4 (rozvody Cu)
Hodnocení dle pořizovací ceny	5	7	3	1
Hodnocení dle provozní ceny	3	3	15	15
Hodnocení dle doby výstavby	3,5	2,5	1,5	0,5
Hodnocení dle součinitele prostupu tepla	0,5	0,5	2,5	1,5
Hodnocení dle opravitelnosti	0,6	0,6	0,2	0,2
Hodnocení dle světlé výšky místnosti	3	3	0,6	1,8
Součet bodů	15,6	16,6	22,8	20
Pořadí	4.	3.	1.	2.

Dle součtu všech bodů přiřazené variantám vychází nejlépe varianta S3, což je podlahové souvrství s teplovodným vytápěním s PE-X rozvody. Toto souvrství dosáhlo 22,8 bodů. V původním návrhu na objekt bylo navrženo právě toto souvrství. Investorovi bude toto souvrství doporučeno jako nejlepší varianta pro jeho objekt.

Způsob, jakým bude objekt vytápěn je na rozhodnutí investora. V práci jsou rozvedeny varianty, mezi kterými si může investor vybrat. Do budoucna se však může investor rozhodnout úplně jinak, a to na základě inflace, poklesu nebo navýšení cen ostatních paliv pro vytápění.

Posledním důvodem proč by se investor měl rozhodnout pro variantu teplovodného vytápění je dobrá transformace na jiný způsob vytápění ať už

v podobě elektrického kotle, kotle na tuhá paliva, tepelného čerpadla nebo jiných paliv. Vše záleží na konkrétní ceně dané technologie a ta se může do budoucna velmi měnit, tak jak tomu bylo v minulosti už několikrát.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vybrat pro investora nejvhodnější podlahové souvrství s vytápěnou podlahou. V první části práce jsou obecně popsány různé druhy podlahového vytápění, jejich výhody a nevýhody, jejich vlastnosti a způsob použití.

Další část je věnována konkrétnímu objektu a navržení čtyř variant souvrství. Varianty jsou navrženy tak, aby splňovaly normové požadavky a požadavky investora.

Všechna souvrství jsou pak posuzována podle jednotlivých hledisek jako je například pořizovací cena, provozní cena, doba výstavby, součinitele prostupu tepla, životnosti, recyklovatelnosti, opravitelnosti a světlé výšky místnosti. Pro hodnocení byl vytvořen systém, který přiřadí body podle pořadí jednotlivých souvrství. Tyto body jsou dále násobené koeficientem důležitosti jednotlivých hodnocení, aby vyplynula důležitost konkrétního hodnocení. Příkladem může být hodnocení dle provozní ceny, které má koeficient 3 a hodnocení dle opravitelnosti, které má koeficient 0,2. Z toho jasně vyplývá, že hodnocení dle provozní ceny má daleko vyšší váhu.

Celkové vyhodnocení nám pak ukazuje, že nejlepší volbou pro investora je souvrství S3, což je souvrství s teplovodním podlahovým topením s PE-X rozvody.

Toto souvrství je také nejvýhodnější z hlediska výhledu do budoucna, protože souvrství je adaptabilní k různým zdrojům vytápění. Investorovi je v práci nabídnuta možnost vytápění elektřinou, zemním plynem a peletami a jejich cenové porovnání. Do budoucna se však technologie vytápění může měnit vše záleží na konkrétní ceně dané technologie a ta se může do budoucna velmi měnit, tak jak tomu bylo v minulosti už několikrát.

Zdroje a použitá literatura

Použité tištěné dokumenty

- [1] DUFKA, Jaroslav. *Podlahové vytápění*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1530-9.
- [2] KULHÁNEK, František. *Stavební fyzika II: stavební tepelná technika*. 5., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04957-0.
- [3] PETRÁŠ, Dušan. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava: Jaga group, 2004. ISBN 80-88905-97-4.
- [4] STEINER, Ladislav. *Podlahy*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1242-3.
- [5] WERNER, Jan. *Moderní podlahy: stavební tepelná technika*. Brno: ERA group, 2003. Stavíme. ISBN 80-865-1771-3.

Použité elektronické dokumenty

- [6] [online] [cit. 2018-05-18]
<https://www.giacomini.cz/historie-podlahoveho-topeni>
- [7] [online] [cit. 2018-05-18]
http://www.fenixgroup.cz/sites/default/files/05_cz_montaz_podlahoveho_vyta_peni.pdf
- [8] [online] [cit. 2018-05-18]
http://www.fenixgroup.cz/sites/default/files/01_cz_zkladndeg_popis_topna_fel_ie.pdf
- [9] [online] [cit. 2018-05-18]
http://vsd2z.sweb.cz/KST/OBYTNE_BUDOVY_CSN.pdf
- [10] [online] [cit. 2018-05-18]
<https://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitni-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>
- [11] [online] [cit. 2018-05-18]
<https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r>
- [12] [online] [cit. 2018-05-18]
<https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>

[13] [online] [cit. 2018-05-18]

https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/plyn-2018/web_cez_plyn_cenik_plyn_na_3_roky_gasnet_2017_12.pdf

[14] [online] [cit. 2018-05-18]

https://www.akoupeľnyatopeni.cz/topeni-a-ohrev-vody/rojek-automaticky-kotel-tka-bio-25-pravy?utm_source=biano.cz&utm_medium=cpc&utm_content=49952825&utm_campaign=biano%2Bohrev-vody-a-vytopeni&utm_term=b8ce3f93-b3b0-4f97-9a95-4754a9109cd1

[15] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.kondor.cz/distancni-listy-trick-20/d-78593/>

[16] [online] [cit. 2018-05-18]

<http://www.isover-eshop.cz/isover-eps-200?v=670>

[17] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.topenilevne.cz/cu-medena-trubka-15x1-mm-1m-p5399/>

[18] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.dek.cz/produkty/detail/2615261100-filtek-300g-m2-s-2m-100m2-role>

[19] [online] [cit. 2018-05-18]

https://www.uni-max.cz/flexibilni-lepidlo-na-obklady-a-dlazbu-7-kg/d/?wdph=on&gclid=Cj0KCQjw_ZrXBRDXARIsAA8KauRJD1XFFIjrUMJnJDdMPoQPOKiTfL4a90NfDPkhZPyByiMthXd7blcaAtbTEALw_wcB

[20] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.siko.cz/obklady-dlazby/dlazby/dlazby-na-terasu/dlazba-multi-tahiti-svetle-seda-33x33-cm-mat/zbozi/daa3b513.1>

[21] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.giacomini.cz/r979>

[22] 2018-05-18]

<https://www.giacomini.cz/r996>

[23] [online] [cit. 2018-05-18]

<http://www.podlahove-topeni.eu/fixacni-pasek-grufast-p8>

[24] [online] [cit. 2018-05-18]

<http://www.podlahove-topeni.cz/cz/e-shop/topne-kabely/fenix-ecofloor-psv-5>

[25] [online] [cit. 2018-05-18]

https://www.maxtechnika.cz/dilatacni-pas-s-folii-8-150-mm-d-25m-perforace.html?gclid=CjwKCAjwiurXBRAnEiwAk2GFZkA47KETutcd_GCuhXBpTAgdhAZ4S_m5QBWMfs2mosjDGgEu9AUEshoCcssQAvD_BwE

[26] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.dek.cz/produkty/detail/1620184960-baumit-poter-e-225-40kg>

[27] [online] [cit. 2018-05-18]

<https://www.infraobchod.cz/topna-rohoz-ecofloor-ldts-100-179/pro174.html>

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1, HYPOCAUSTUM [3].....	10
OBRÁZEK 2, VLIV TEPLoty VZDUCHU A POVRCHOVÉ TEPLoty V MÍSTNOSTI NA TEPELNOU POHODU ČLOVĚKA [1].....	12
OBRÁZEK 3, PROUDĚNÍ VZDUCHU V MÍSTNOSTI [3].....	13
OBRÁZEK 4, IDEÁLNÍ ROZLOŽENÍ TEPLA A ROZLOŽENÍ TEPLA U PODLAHOVÉHO TOPENÍ [1].....	13
OBRÁZEK 5, KONVEKČNÍ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ S KONVEKTOREM [1]	14
OBRÁZEK 6, ROZMÍSTĚNÍ TOPNÉ ROHOŽE PO KOUPELNĚ [1].....	16
OBRÁZEK 7, MOŽNOSTI UPRAVOVÁNÍ TOPNÉ ROHOŽE [1].....	16
OBRÁZEK 8, SLOŽENÍ TOPNÉ FÓLIE [8].....	17
OBRÁZEK 9, RŮZNÉ ROZTEČE SMYČEK A JEJICH VÝKON [1]	18
OBRÁZEK 10, TYPY TOPNÝCH KABELŮ [1].....	18
OBRÁZEK 11, ROZLOŽENÍ TOPNÉHO KABELU PO MÍSTNOSTI [1].....	19
OBRÁZEK 12, ROZLOŽENÍ TEPLA U TRUBEK OVÁLNÉHO TVARU A KULATÉHO TVARU [1]	20
OBRÁZEK 13, ČASOVÝ PRŮBĚH ZKOUŠKY PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ [1].....	21
OBRÁZEK 14, PŮDORYS DOMU S VYZNAČENÍ REFERENČNÍ MÍSTNOSTI	25
OBRÁZEK 15, NÁVRH S1	26
OBRÁZEK 16, NÁVRH S2.....	27
OBRÁZEK 17, NÁVRH S3.....	28
OBRÁZEK 18, NÁVRH S4.....	29

Seznam tabulek

TABULKA 1, TLOUŠŤKA BETONU A RYCHLOST PŘEDÁNÍ TEPLA [1]... 15	15
TABULKA 2, NACENĚNÍ S1..... 30	30
TABULKA 3, NACENĚNÍ S2..... 31	31
TABULKA 4, NACENĚNÍ S3..... 31	31
TABULKA 5, NACENĚNÍ S4..... 32	32
TABULKA 6, POŘIZOVACÍ CENA..... 32	32
TABULKA 7, HODNOCENÍ POŘIZOVACÍ CENY 32	32
TABULKA 8, PROVOZNÍ CENA 34	34
TABULKA 9, HODNOCENÍ DLE PROVOZNÍ CENY 34	34
TABULKA 10, HODNOCENÍ DOBY VÝSTAVBY..... 36	36
TABULKA 11, SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA 37	37
TABULKA 12, HODNOCENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA..... 37	37
TABULKA 13, OPRAVITELNOST..... 39	39
TABULKA 14, HODNOCENÍ OPRAVITELNOSTI..... 39	39
TABULKA 15, SVĚTLÁ VÝŠKA 42	42
TABULKA 16, HODNOCENÍ SVĚTLÉ VÝŠKY 42	42
TABULKA 17, CELKOVÉ VYHODNOCENÍ VARIANT 43	43

příloha 1, výstup z programu teplo pro S1

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **S1**
Zpracovatel : Tereza Jakubů
Zakázka : bakalářská práce
Datum : 13.05.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	flexibilní lep	0,0060	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Potěr betonový	0,0600	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	separační folie	0,0040	0,2200	1470,0	910,0	50000,0	0.0000
5	Isover EPS 200	0,1400	0,0410	1270,0	13,0	30,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	flexibilní lepidlo	---
3	Potěr betonový	---
4	separační folie	---
5	Isover EPS 200	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7

6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

Poznámka: Tai, RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.502 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.272 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.29 / 0.32 / 0.37 / 0.47 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.1E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 44.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 4.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.75 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.933**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.7	0.652	11.3	0.452	19.5	0.933	59.1
2	15.3	0.704	11.9	0.512	19.4	0.933	61.7
3	15.7	0.713	12.3	0.512	19.5	0.933	63.1
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.6	0.933	64.6
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.7	0.933	68.4
6	18.2	0.762	14.6	0.422	19.9	0.933	71.7
7	18.6	0.774	15.1	0.369	20.0	0.933	73.4
8	18.5	0.731	15.0	0.286	20.1	0.933	72.4
9	17.4	0.612	13.9	0.187	20.1	0.933	67.9
10	16.3	0.567	12.8	0.222	19.9	0.933	63.6
11	15.7	0.608	12.3	0.333	19.8	0.933	61.9
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.6	0.933	61.4

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní: i 1-2 2-3 3-4 4-5 e

theta [C]: 20.0 20.0 19.9 19.8 19.7 7.9
 p [Pa]: 1334 1332 1331 1329 1068 1063
 p,sat [Pa]: 2339 2335 2330 2304 2295 1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 2.609E-0010 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

příloha 2, výstup z programu teplo pro S2

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **S2**
 Zpracovatel : Tereza Jakubů
 Zakázka : bakalářská práce
 Datum : 13.05.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Dlažba keramic	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	flexibilní lep	0,0060	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Potěr betonový	0,0600	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	separační foli	0,0040	0,2200	1470,0	910,0	50000,0	0.0000
5	Isover EPS 200	0,1400	0,0410	1270,0	13,0	30,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	flexibilní lepidlo	---
3	Potěr betonový	---
4	separační folie	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : 7.9 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 100.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

Poznámka: T_{ai} , R_{Hi} a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , R_{He} a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 3.502 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.272 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.29 / 0.32 / 0.37 / 0.47 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.1E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 44.1
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si} podle EN ISO 13786 : 4.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.75 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: **0.933**

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: Vypočtené hodnoty
 ----- 80% ----- ----- 100% -----

	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.7	0.652	11.3	0.452	19.5	0.933	59.1
2	15.3	0.704	11.9	0.512	19.4	0.933	61.7
3	15.7	0.713	12.3	0.512	19.5	0.933	63.1
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.6	0.933	64.6
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.7	0.933	68.4
6	18.2	0.762	14.6	0.422	19.9	0.933	71.7
7	18.6	0.774	15.1	0.369	20.0	0.933	73.4
8	18.5	0.731	15.0	0.286	20.1	0.933	72.4
9	17.4	0.612	13.9	0.187	20.1	0.933	67.9
10	16.3	0.567	12.8	0.222	19.9	0.933	63.6
11	15.7	0.608	12.3	0.333	19.8	0.933	61.9
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.6	0.933	61.4

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.0	20.0	19.9	19.8	19.7	7.9
p [Pa]:	1334	1332	1331	1329	1068	1063
p,sat [Pa]:	2339	2335	2330	2304	2295	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 2.609E-0010 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

příloha 3, výstup z programu teplo pro S3

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **S3**
Zpracovatel : Tereza Jakubů
Zakázka : bakalářská práce
Datum : 13.05.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	flexibilní lep	0,0030	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Potěr betonový	0,0600	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	systémová desk	0,0033	0,0350	1470,0	910,0	50000,0	0.0000
5	Isover EPS 200	0,1400	0,0410	1270,0	13,0	30,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	flexibilní lepidlo	---
3	Potěr betonový	---
4	systémová deska	---
5	Isover EPS 200	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2
7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.574 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.267 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.29 / 0.32 / 0.37 / 0.47 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.2E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 42.9
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 4.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.77 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.935

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.652	11.3	0.452	19.5	0.935	59.0
2	15.3	0.704	11.9	0.512	19.4	0.935	61.6
3	15.7	0.713	12.3	0.512	19.5	0.935	63.0
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.6	0.935	64.5
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.8	0.935	68.3
6	18.2	0.762	14.6	0.422	19.9	0.935	71.6
7	18.6	0.774	15.1	0.369	20.0	0.935	73.3
8	18.5	0.731	15.0	0.286	20.1	0.935	72.4
9	17.4	0.612	13.9	0.187	20.1	0.935	67.8
10	16.3	0.567	12.8	0.222	19.9	0.935	63.5
11	15.7	0.608	12.3	0.333	19.8	0.935	61.8
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.6	0.935	61.4

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.0	20.0	20.0	19.8	19.5	7.9
p [Pa]:	1334	1331	1331	1329	1069	1063
p,sat [Pa]:	2340	2336	2334	2308	2263	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 3.145E-0010 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

příloha 4, výstup z programu teplo pro S4

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **S4**
Zpracovatel : Tereza Jakubů
Zakázka : bakalářská práce
Datum : 13.05.2018

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	flexibilní lep	0,0030	0,6000	1010,0	1800,0	150,0	0.0000
3	Potěr betonový	0,0800	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	separační folie	0,0040	0,2200	1470,0	910,0	50000,0	0.0000
5	Isover EPS 200	0,1400	0,0410	1270,0	13,0	30,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	flexibilní lepidlo	---
3	Potěr betonový	---
4	separační folie	---
5	Isover EPS 200	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	3.6	100.0	790.2
2	28	20.6	57.3	1389.6	2.7	100.0	741.4
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.5	100.0	784.7
4	30	20.6	60.7	1472.1	5.4	100.0	896.5
5	31	20.6	64.9	1573.9	7.8	100.0	1057.7
6	30	20.6	68.7	1666.1	10.3	100.0	1252.2

7	31	20.6	70.8	1717.0	11.9	100.0	1392.6
8	31	20.6	70.1	1700.0	12.7	100.0	1467.8
9	30	20.6	65.6	1590.9	12.4	100.0	1439.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	10.6	100.0	1277.5
11	30	20.6	58.8	1426.0	8.1	100.0	1079.5
12	31	20.6	57.7	1399.3	5.4	100.0	896.5

Poznámka: T_{ai} , RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.515 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.271 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.29 / 0.32 / 0.37 / 0.47 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_pT : 1.1E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 52.4

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* podle EN ISO 13786 : 5.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.75 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.934

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
1	14.7	0.652	11.3	0.452	19.5	0.934	59.1
2	15.3	0.704	11.9	0.512	19.4	0.934	61.7
3	15.7	0.713	12.3	0.512	19.5	0.934	63.1
4	16.2	0.710	12.7	0.483	19.6	0.934	64.6
5	17.2	0.738	13.8	0.466	19.8	0.934	68.4
6	18.2	0.762	14.6	0.422	19.9	0.934	71.7
7	18.6	0.774	15.1	0.369	20.0	0.934	73.4
8	18.5	0.731	15.0	0.286	20.1	0.934	72.4
9	17.4	0.612	13.9	0.187	20.1	0.934	67.8
10	16.3	0.567	12.8	0.222	19.9	0.934	63.6
11	15.7	0.608	12.3	0.333	19.8	0.934	61.9
12	15.4	0.658	12.0	0.432	19.6	0.934	61.4

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.0	20.0	20.0	19.7	19.7	7.9

p [Pa]:	1334	1332	1331	1329	1068	1063
p,sat [Pa]:	2339	2335	2332	2298	2289	1063

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 2.610E-0010 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU