

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav základního zpracování dřeva



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

**Posouzení dřevěných podlahovin vhodných
pro podlahové vytápění**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Posouzení dřevěných podlahovin vhodných pro podlahové vytápění zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s §47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školní díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:

Podpis studenta:

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí práce Ing. Heleně Křenkové za rady, které byly pro mě velkým přínosem při zpracování této diplomové práce a také za ochotu s jakou se mi věnovala. Dále bych rád poděkoval kolektivu technických pracovníků ze zkušebny ve Zlíně za umožnění využití jejich zařízení a cenné rady. V neposlední řadě bych také rád poděkoval celé své rodině a přátelům za podporu během studia.

Autor: Bc. Jakub Peřina

Název práce: Posouzení dřevěných podlahovin vhodných pro podlahové vytápění

Abstrakt

Hlavním cílem práce je posouzení vhodnosti vícevrstevných dřevěných podlahovin především z hlediska rozměrové stálosti, která je nejdůležitější vlastností v případě kombinace podlahoviny s podlahovým vytápěním.

Nedílnou součástí práce je popsání problematiky podlahového vytápění z pohledu historie i současnosti, uvedení typů podlahových krytin, včetně konstrukčních řešení a instalace podlah. Druhá část práce se zabývá problematikou nášlapné vrstvy vhodné pro podlahové vytápění, se širším zaměřením na dřevěné materiály, především třívrstvé dřevěné podlahy. Práce také obsahuje hodnoty měření a zpracované posouzení dvou třívrstevných podlah o rozdílné materiálové skladbě.

V závěru této práce je uvedeno zhodnocení dostupných dřevěných vícevrstevných podlahovin, které byly v našem testu zkoumány, a také návrh nového konstrukčního řešení podlahoviny ze dřeva, která by zlepšila tepelné účinky podlahového vytápění.

Klíčová slova: podlahové vytápění, třívrstvé dřevěné podlahy, rozměrová stálost

Autor: Bc. Jakub Peřina

Title: Assessment of wood flooring suitable for underfloor heating

Abstract

The main objective of this thesis is to assess the suitability of multilayer wood flooring especially in terms of dimensional stability, which is the most important feature when combining flooring with underfloor heating.

Part of the work is to describe the problems of floor heating from the perspective of the past and present point of view, mention types of flooring, including designs and flooring installations. The second part of the work is about issue of step layer suitable for underfloor heating, with a broader focus on wood materials, particularly engineered wood flooring. Work also includes measured values and processed to assess two three-layer flooring of different material composition.

In conclusion of this work is indicated an assessment of available laminated wood flooring, which were examined in our test and also draft of new design flooring made of wood, which would improve the thermal effects of underfloor heating.

Key words: underfloor heating, engineered wood flooring, dimensional stability

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. Úvod | 9 |
| 2. Cíl práce..... | 10 |
| 3. Metodika..... | 11 |
| 4. Teoretická část | 12 |
| 4.1 Problematika vnitřního klimatu | 12 |
| 4.1.1 Tepelně – vlhkostní mikroklima | 12 |
| 4.1.2 Teplota vzduchu | 14 |
| 4.1.3 Povrchová teplota a vlhkost vzduchu..... | 15 |
| 4.1.4 Účinná teplota okolních ploch | 16 |
| 4.1.5 Proudění vzduchu..... | 17 |
| 4.1.6 Způsoby sdílení tepla | 18 |
| 4.2 Podlahové vytápění | 19 |
| 4.2.1 Historie podlahového vytápění | 19 |
| 4.2.2 Rozdělení podlahového vytápění dle zdroje tepla | 22 |
| 4.3 Konstrukční varianty teplovodního podlahového vytápění | 26 |
| 4.3.1 Provedení suchým způsobem | 28 |
| 4.3.2 Provedení mokrým způsobem..... | 29 |
| 4.3.3 Modulové klima podlahy | 29 |
| 4.3.4 Kapilární rohože..... | 30 |
| 4.4 Konstrukční skladba teplovodního podlahového vytápění | 31 |
| 4.4.1 Tepelná a zvuková izolační vrstva | 32 |
| 4.4.2 Roznášecí vrstva..... | 33 |
| 4.4.3 Rozvod otopné soustavy | 34 |
| 4.4.4 Nášlapná vrstva | 38 |
| 4.5 Podlahoviny vhodné pro podlahové vytápění | 39 |
| 4.5.1 Keramická dlažba..... | 39 |
| 4.5.2 Podlahové krytiny z PVC..... | 41 |
| 4.5.3 Koberce | 42 |
| 4.5.4 Laminátové podlahy..... | 42 |
| 4.5.5 Dřevěné podlahy | 44 |
| 4.6 Výběr vhodné dřevěné podlahové krytiny | 48 |
| 4.7 Pokládka dřevěné podlahy | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 5. Praktická část..... | 50 |
| 5.1 Výběr vhodných třívrstevných dřevěných podlah | 50 |
| 5.1.1 Legenda měření | 51 |
| 5.2 Výroba zkušebních vzorků..... | 52 |
| 5.2.1 Příprava vzorků | 52 |
| 5.3 Postup měření zkušebních vzorků..... | 53 |
| 5.3.1 Příprava plochy topných fólií..... | 53 |
| 5.3.2 Měření šířky a délky podlahových dílců | 55 |
| 5.3.3 Měření průhybu lamel | 56 |
| 5.3.4 Měření šířky spár..... | 58 |
| 5.3.5 Měření výškových rozdílů mezi podlahovými dílci..... | 58 |
| 5.3.6 Uvedení topných fólií do provozu..... | 59 |
| 6. Výsledky měření..... | 62 |
| 6.1 Výsledky měření pro podlahu č. 1 (SM/OSB/DB) | 62 |
| 6.2 Výsledky měření pro podlahu č. 2 (SM/SM/DB) | 68 |
| 6.3 Vzájemné porovnání zkušebních vzorků | 73 |
| 6.4 Parametry průběhu testu..... | 82 |
| 7. Návrh možného konstrukčního řešení..... | 84 |
| 8. Diskuze..... | 86 |
| 9. Závěr | 88 |
| 10. Summary | 89 |
| 11. Seznam literatury..... | 90 |
| 11.1 Knižní zdroje..... | 90 |
| 11.2 Internetové zdroje..... | 91 |
| 11.3 Normy a vyhlášky | 94 |
| 12. Seznam tabulek, grafů a obrázků..... | 95 |

1. Úvod

Snaha docílit pocitu tepelné pohody v obydlích je stará jako lidstvo samo. Jistě nejstarším principem byl ohřev přímým sáláním od ohně, který se po přemístění z otevřených ohnišť do prvních obytných prostorů stal zdrojem konvekčního tepla sloužícího ke zvýšení teploty vnitřního vzduchu i okolních stěn. Teplo jako takové je pro člověka velice důležitým a nepostradatelným zdrojem energie, která je významným faktorem ovlivňujícím mnoho metabolických procesů v lidském těle. Bez tepla si zároveň dnes snad již nikdo nedokáže představit moderní bydlení současnosti.

V dnešní době má člověk na výběr široké možnosti výběru vhodného vytápění pro své obydlí. Na trhu se nachází mnoho variant, jak lze dnes zajistit zdroj tepla, jak jej šířit a regulovat. Ještě v nedávné době, kdy byl zdrojem tepla lokální zdroj v podobě kamen umístěných do jedné části objektu, lidé nemuseli řešit, jak teplo z daného zdroje dále rozvést po objektu. Dnes se z tohoto stává poměrně diskutované téma a segment trhu vytápění chrlí každým rokem neustálé novinky. Pravidelně se však společnost vrací ke starým známým způsobům, které se často pouze inovují.

Trendem se stává podlahové vytápění a s tím přichází mnoho otázek, na které nemusí existovat předem odpovědi. Na trhu je mnoho funkčních řešení a se stoupající efektivitou tohoto typu vytápění je kladen stále větší požadavek na efektivitu použitých materiálů. Nejčastějším problémem je volba vhodné podlahoviny v kombinaci s podlahovým vytápěním. Obvyklým doporučením topenáře je použití keramické dlažby, popřípadě volba PVC, avšak dnes je na trhu mnoho dalších, příjemnějších materiálů. Dříve byla kombinace dřeva a podlahového vytápění nemožná, v dnešní době je dřevo a materiály na bázi dřeva stále více oblíbené. Ne vždy ale výrobky doporučené obchodníky pro tento účel jsou správnou volbou.

Mě samotného toto téma velmi zajímá, a proto jsem se ve své práci na něj zaměřil.

2. Cíl práce

Cílem práce je posoudit rozměrovou stálost vybraných třívrstevných podlahovin ze dřeva a z materiálů na bázi dřeva, které se nejčastěji doporučují v kombinaci s podlahovým vytápěním. Experimentálně budou zjištěny a ověřeny jejich parametry, jsou-li uvedeny výrobcem. Z vybraných vzorků bude sestavena minimální plocha podlahy se všemi komponenty, které jsou důležité pro objektivní výsledek celého testu. Vzorky podlahovin budou podrobeny teplotní zátěži po dobu 14 dnů.

Testování proběhne v laboratořích Zkušebny stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně, která je součástí Mendelovy univerzity v Brně.

3. Metodika

V první části diplomové práce bude popsána problematika vnitřního klimatu budov, která je ovlivněna podlahovým vytápěním. Hlavním tématem jsou konstrukční řešení elektrického a teplovodního podlahového vytápění, typy vhodných podlahovin pro tento systém rozvodu tepla a také je třeba uvést požadavky na provedení otopného systému.

Druhá část práce se bude zabývat posouzením třívrstevných dřevěných podlahovin, především jejich rozměrové stálosti, za působení tepla podlahového vytápění. Nejprve bude popsána volba vhodných vzorků a jejich parametry. Poté bude provedeno samotné měření zkoumaných hodnot.

U každého vzorku podlahovin se bude posuzovat změna šířky, délky a průhybu. Další testování budou probíhat na sestavené podlahové podlaze - ploše vzorků. Zde bude měřena změna šířky spár a výškového rozdílu jednotlivých dílců. Hodnoty budou snímány vždy před zahájením testu na topných fóliích a opětovné měření po proběhnutém temperování podlahovin trvajícím 14 dnů.

Následovat bude vyhodnocení, která z podlahovin je vhodnější pro podlahové vytápění. Z této varianty bude vycházet návrh nového konstrukčního řešení třívrstvé podlahoviny, která by měla přinést zlepšení mnoha vlastností, v souvislosti s maximální účinností podlahového vytápění.

4. Teoretická část

4.1 Problematika vnitřního klimatu

V současné době člověk tráví 90 % svého času uvnitř budov, ať je v práci nebo doma, stále jej obklopuje povětšinou izolované prostředí, které má naprosto odlišné mikroklima, nežli venku. Z toho vyplývá, že by se člověk měl zajímat, alespoň částečně, jaké by toto klima uvnitř objektů mělo být. Každý interiér vytváří určité psychologické, sociální a fyzikální prostředí a tyto faktory ovlivňují přímo nebo nepřímo celkový zdravotní stav člověka. Proto patří vnitřní mikroklima k dominantním složkám životního prostředí a významně se podílí na zdraví osob a výkonnosti člověka.

Vytvoření a udržení prostředí s vhodnými parametry má ve výsledku velice pozitivní vliv na uživatele budov. Jednou z důležitých složek mikroklimatu působících na uživatele budov je tepelně vlhkostní mikroklima, jež je ovlivněno fyzikálními faktory.



Obr. 1 - Faktory podílející se na vnitřním prostředí budovy (Počinková, Treuová, 2011)

4.1.1 Tepelně – vlhkostní mikroklima

Tepelně – vlhkostní vlastnosti mikroklimatu interiérů lze objektivně vyjádřit čtyřmi faktory, jejichž hodnoty jsou zároveň měřitelné:

- teplotou vnitřního vzduchu,
- účinnou teplotou okolních ploch,
- vlhkostí vnitřního vzduchu danou parciálním tlakem vodní páry nebo relativní vlhkostí,

- rychlostí proudění vnitřního vzduchu.

Tepelnou pohodu člověka navíc ovlivňují faktory subjektivní, a to:

- měrný tepelný tok v metabolismu, který je dán stupněm fyzické námahy, je ovlivněn věkem, konstitucí, pohlavím, zdravotním a psychickým stavem,
- tepelněizolační schopnost oděvu daná tepelnou propustností,
- psychické vnímání interiéru.

Základní teplotně vlhkostní klima uvnitř objektu je ovlivněno vnějším klimatem, jehož působení upravují vlastnosti stavebních konstrukcí, vnitřní zdroje tepla a vodní páry. Mikroklima uvnitř budovy je dále regulováno systémy vytápění, větrání, chlazení, klimatizací a rekuperací. Účelem regulovacích systémů je vytvořit takové podmínky klimatu, ve kterých se při vykonávané činnosti cítí člověk nejlépe – nachází se ve stavu tepelné pohody. Podmínkou tepelné pohody je dosažení tepelné rovnováhy člověka při takzvaném suchém ochlazování těla. Okolí odebírá člověku tělesné teplo uvolněné do prostoru a to vedením, prouděním, sáláním, dýcháním a vypařováním potu. Při suchém ochlazování je větší část produkovaného tepla odváděna konvekcí a sáláním, nedochází k zvýšenému vylučování potu. Sedící člověk s lehkou pracovní činností odevzdá průměrně do prostoru 118 W při klidném vzduchu. Tato hodnota je téměř stabilní v rozsahu teplot 18 až 28 °C. Z této hodnoty je 40 W odváděno sáláním, 45 W konvekcí a pouze 33 W odparem. S rostoucí teplotou klesá podíl konvekce a sálání, při teplotě nad 34 °C ztrácí člověk teplo převážně odpařováním. Tento stav se nazývá mokřým ochlazováním těla. Snížení podílů konvekce a sálání vnímá člověk jako nepohodu. (Počinková, Treuová, 2011)

Přesné hranice pro oblast tepelné pohody nelze úplně vymezit, neboť ji ovlivňuje mnoho objektivních i subjektivních faktorů.

Tab. 1 - Rozložení odevzdávaného tepla lidským tělem (Dufka, 2006)

| Odevzdání tepla | Podíl [%] |
|------------------------|------------------|
| Vedením a prouděním | 26 |
| Sáláním | 42 |
| Odpařováním | 30 |
| Dýcháním | 2 |
| Celkem | 100 |

Tab. 2 - Produkce tepla při různé činnosti (Dufka, 2006)

| Druh činnosti | Vnitřní produkce tepla [W/m ²] |
|---------------------|--|
| Klid ve spánku | 40 |
| Odpočinek v sedě | 60 |
| Kancelářská práce | 65 - 70 |
| Práce v domácnosti | 90 - 120 |
| Lehká fyzická práce | 100 - 120 |
| Středně těžká práce | 120 - 160 |
| Těžká práce | 180 - 380 |
| Chůze po rovině | 110 - 230 |
| Běh po rovině | 380 |
| Tanec | 140 - 260 |

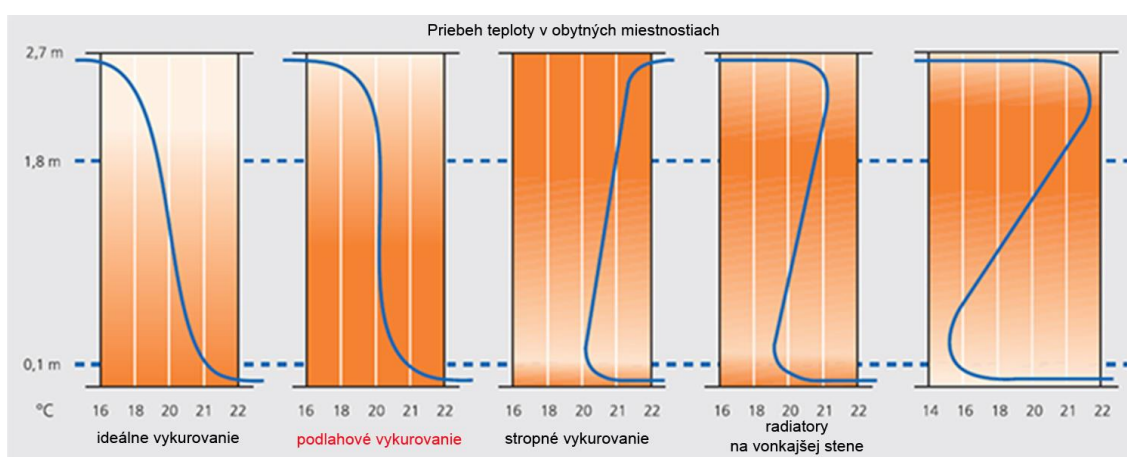
4.1.2 Teplota vzduchu

K základnímu posouzení tepelného stavu prostředí v interiéru může posloužit teplota vzduchu. Průměrná vnitřní teplota vzduchu se měří za pomoci teploměru umístěného ve středu půdorysu místnosti 1 m nad úroveň nášlapné vrstvy. Teploměr musí být odstíněn od sálání okolních ploch a od vlivu oslunění. Hodnoty se se měří několikrát v průběhu dne a to v 8:00, 12:00, 16:00 a 21:00 hodin. V prostorách, kde člověk nevykonává fyzicky náročnou práci, především spíše odpočinkovou činnost, je ideální teplota vzduchu mezi 18 až 22 °C. Teploty vzduchu nad 22 °C nejsou příliš vhodné a navrhují se pouze tam, kde se často zdržují malé děti, nemocní lidé nebo starší osoby. Tyto teploty samozřejmě platí při téměř klidném vzduchu s maximálním prouděním o rychlosti 0,3 m/s, pokud by toto proudění bylo vyšší, bude docházet k rychlejšímu ochlazování těla a musela by se teplota vzduchu navýšit za dosažením tepelné pohody. Dále je třeba dosáhnout co nejmenšího rozdílu teploty okolních ploch a teploty vzduchu v prostoru. Jestliže by došlo k výraznému poklesu teploty konstrukcí ohraničujících místnost, musí se pro zachování tepelné pohody současně zvyšovat teplota vzduchu. Tuto podmínku lze vyjádřit rovnicí (Počinková, Treuová, 2011):

$$t_v + t_p = 38 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

kde je: t_v teplota vnitřního vzduchu
 t_p průměrná teplota vnitřních povrchů

Teplota vzduchu není nikdy stejná v celé místnosti. Vždy dochází k rozložení vzduchu do jednotlivých vrstev o rozdílné teplotě. Důležitá je takzvaná vertikální nerovnoměrnost průběhu teploty. Tuto nerovnoměrnost ovlivňuje typ přívodu tepla – velikost otopné plochy a její povrchová teplota, výška místnosti a nesteromerné ochlazování jednotlivých stavebních konstrukcí. Největších rozdílů teplot je dosaženo při použití konvekčního vytápění otopnými tělesy, naopak při použití podlahového vytápění je tento rozdíl minimální. Z hlediska tepelné pohody by rozdíl mezi teplotou v místě hlavy a teplotou v místě nohou neměl být větší než 2 °C u stojícího člověka a 1,5 °C pro sedícího člověka. (Počinková, Treuová, 2011)



Obr. 2 - Vertikální průběh teploty vzduchu při různých způsobech vytápění (Plošné vykurovanie a chladenie, 2002)

4.1.3 Povrchová teplota a vlhkost vzduchu

Stavební konstrukce nacházející se v prostředí s relativní vlhkostí vzduchu pod 60 % musejí vykazovat v každém místě konstrukce vnitřní povrchovou teplotu nad teplotou rosného bodu zvýšenou o bezpečnostní přírážku. Rosný bod je teplota, při které je vzduch právě nasycen vodní párou. Pokud by teplota klesla pod jeho hodnotu, dojde z pravidla ke kondenzaci a vysrážení vody ze vzduchu.

V obytných místnostech se pro výpočty používá z pravidla relativní vlhkost vzduchu 60 % a v koupelnách 90 %. Častým problémem je i proudění vzduchu, pokud k němu nedochází a není zajištěno odvětrání nasyceného vzduchu vodní párou, může dojít ke vzniku plísní.

Tab. 3 - Produkce tepla při různé činnosti (Dufka, 2006)

| Teplota vzduchu [°C] | Relativní vlhkost vzduchu [%] | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 15 | 1,52 | 4,67 | 7,3 | 9,58 | 11,58 | 13,37 |
| 18 | 4,21 | 7,43 | 10,12 | 12,45 | 14,5 | 16,33 |
| 20 | 5,99 | 9,26 | 12 | 14,36 | 16,44 | 18,31 |
| 22 | 7,78 | 11,1 | 13,88 | 16,27 | 18,39 | 20,28 |
| 24 | 9,56 | 12,93 | 15,75 | 18,19 | 20,33 | 22,26 |

4.1.4 Účinná teplota okolních ploch

Je definována jako společná teplota všech okolních ploch, při níž by byl celkový tok sáláním mezi povrchem oblečeného lidského těla a okolními plochami stejný jako ve skutečnosti. Jde o vyjádření účinků sálání všech okolních ploch a má velký význam při sálavém způsobu vytápění.

Celková vnímaná teplota člověkem se nazývá globeteplota, neboli výsledná teplota označována t_g . Při prakticky klidném vzduchu ji lze vyjádřit (Počinková, Treuová, 2011):

$$t_g = 0,5 \cdot (t_v + t_u)$$

kde je:

t_v teplota vnitřního vzduchu

t_u účinná teplota okolních ploch

Účinná teplota okolních ploch:

$$t_u = (\varphi_{r1}T_1^4 + \varphi_{r2}T_2^4 + \varphi_{rn}T_n^4)^{0,25} - 273$$

V technické praxi a případech, kdy se poměry osálání již příliš neliší, lze nahradit střední teplotou povrchů konstrukcí t_p .

$$t_p = \sum t_{pj} \cdot A_j / \sum A_j$$

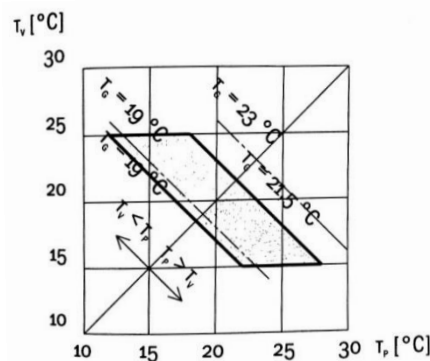
kde je:

t_{pj} teplota povrchu konstrukce

A_j plocha konstrukce se stejnou povrchovou teplotou

$\sum A_j$ součet všech ploch konstrukcí obklopujících místnost

Poměr mezi teplotou t_v a t_p však není libovolný. Jeli požadovaná výsledná teplota v místnostech $t_g = 18,5$ až $21,5$ °C, pak by měla být teplota vzduchu t_v v mezích od 15 do 25 °C a střední teplota okolních ploch se může měnit v rozmezí $t_p = 12$ do 28 °C. V takto definované oblasti tepelné pohody je pak část oblasti dle diagramu s $t_v > t_p$ charakteristická pro konvekční vytápění a část s $t_v < t_p$ pro sálavé vytápění. Při použití velkoplošného vytápěcího systému (např. podlahového vytápění) je dosaženo tepelné pohody prostředí již při nižší teplotě vzduchu v místnosti. Snížení teploty vzduchu v místnosti oproti konvekčnímu způsobu vytápění je závislé na účinné teplotě všech konstrukcí ohraničujících místnost. V závislosti na konkrétním konstrukčním řešení může činit 2 až 3 °C. (Počinková, Treuová, 2011)



Obr. 3 - Oblast tepelné pohody pro výslednou teplotu 18,5 až 21,5 °C
(Počinková, Treuová, 2011)

4.1.5 Proudění vzduchu

Jakékoliv proudění vzduchu může pro člověka navozovat stav diskomfortu, a to pro své termické účinky (např. proudění chladného vzduchu) nebo i mechanické (tlakové) závislé na rychlosti. Podstatným parametrem je rychlost proudění. V interiérech lze očekávat proudění o rychlosti 0,1 až 0,4 m/s. Proudění

o rychlosti 0,1 až 0,3 m/s je nazýváno nízkým (s prakticky klidným vzduchem). Pocit chladu na nohy u citlivějších lidí způsobí již lehký průvan – termické proudění o rychlosti 0,25 m/s. (Počinková, Treuová, 2007)

4.1.6 Způsoby sdílení tepla

Sdílení tepla, předávání či přenos tepla, je fyzikální jev. Teplo se šíří z prostředí o vyšší teplotě do prostředí o teplotě nižší. Tento přenos energie do prostředí lze uskutečnit třemi typy šíření tepla, a to vedením, kondukcí nebo sáláním. Všechny se dnes běžně využívají v topenářské technice.

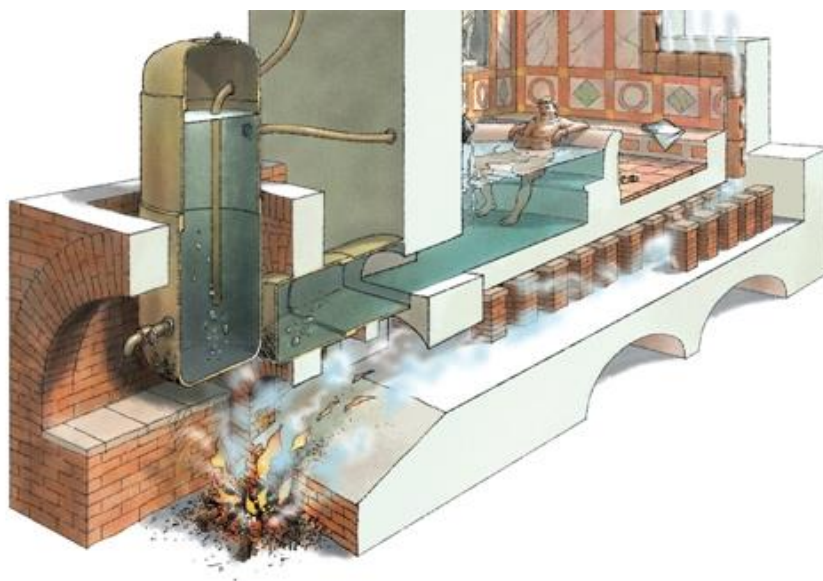
- Vedení neboli kondukce tepla je jeden ze způsobů šíření tepla v tělesech, při kterém částice látky v oblasti s vyšší střední kinetickou energií předávají část své pohybové energie prostřednictvím vzájemných srážek částicím v oblasti s nižší střední kinetickou energií. Takováto výměna energie probíhá ve spojitém látkovém prostředí, v látkách všech skupenství, nenastane však ve vakuu. Pro nás má největší význam u tuhých těles.
- Proudění neboli konvekce je jeden ze způsobů šíření tepla, kdy dochází k proudění hmoty o různé teplotě. Šíření tepla prouděním není možné u pevných látek, uplatňuje se pouze u tekutin (kapalin a plynů), případně u plazmatu. Pohybem hmoty dochází k vzájemnému pohybu jednotlivých částí, které mají odlišnou teplotu a tedy různou hustotu vnitřní energie, a tím se přenáší teplo. Často se objevuje v kombinaci s vedením. Je volné nebo nucené. Pohyb volného proudění vznikne v důsledku různých hustot kapalin či plynů. Nucené proudění nastává v případě, kdy k urychlení procesu použijeme vnějších sil, např. čerpadla nebo ventilátory.
- Sáláním neboli zářením (radiací) se teplo přenáší elektromagnetickým zářením. Zde se neuvažuje s látkovým prostředím, jelikož jej proces samotný nepotřebuje. Teplo se takto může šířit i ve vakuu. Teplo sálají a absorbují především tuhá tělesa a kapaliny. Tepelným sáláním se rozumí záření energie v rozsahu infračervené části spektra. Prostor mezi sálajícím a absorbujícím tělesem může být vyplněn látkou o teplotě libovolně vyšší nebo nižší než mají obě tělesa. Ve vytápění je využíván tento jev u velkoplošných prostor, často i pro vytápění otevřených hal a zastřešených exteriérů, v kterých se pohybují lidé. (Podlahové vytápění, 2006)

4.2 Podlahové vytápění

4.2.1 Historie podlahového vytápění

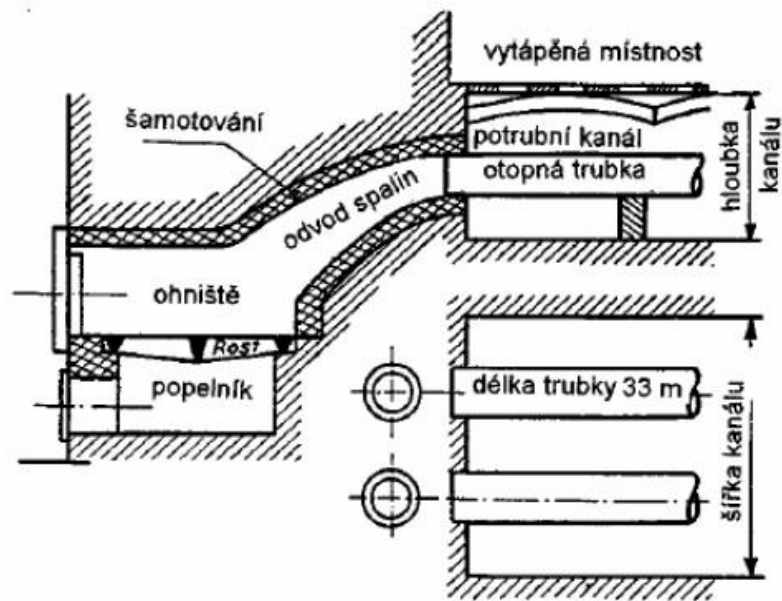
Prvním zdrojem sálavého tepla v obydlí byl pro člověka otevřený oheň jakožto lokální zdroj. Takovýto typ vytápění není samozřejmě příliš vhodný, protože v místnostech bylo povětšinou velmi zakouřeno a z hlediska využití energie nebyl příliš efektivní. Jedním z postupných vynálezů na snížení kouřivosti bylo dřevěné uhlí, které používali Římané. Uhlí se spalovalo na plochých kovových pánvích a kouřivost byla daleko menší než při vytápění dřevem. Asi od 10. století bylo otevřené ohniště nahrazeno částečně uzavřeným ohništěm, ze kterého se kouř odváděl průduchem do stropního prostoru. Později přišlo úplně uzavřené ohniště s vývodem nad střechu objektu. Takováto ohniště byla vytvořena nejdříve z kamene, poté z hlíny, a později jako kachlová kamna. V 17. století se začaly objekty vytápět také železnými pecemi.

První ústřední vytápění vzniklo v starověkém Římě kolem roku 80 př. n. l., bylo nazýváno *hypocaustum* (z řeckého *hypo-kauston*, spodní topení). Byl to prostor pod podlahou lázní nebo vil, který sloužil k jejich vytápění. Horké (*caldarium*) a teplé (*tepidarium*) místnosti římských lázní měly vyvýšenou podlahu na hustých pravidelných řadách 60 až 100 cm vysokých sloupků. Prostor pod podlahou se vytápěl horkými spalinami z pece vně místnosti (*profumium*) a odcházel šachtami nebo trubkami ve stěnách. V peci se topilo dřevem. Masivní podlaha z několika vrstev cihel a betonu se za den až dva vyhřála a udržovala pak v místnosti stálou teplotu. Zbytky hypokaust se zachovaly v Itálii, Španělsku, Francii, Anglii, Německu, Maďarsku i v Turecku a Severní Africe, v moravském Mušově a slovenské Stupavě. (Historie podlahového vytápění, 2014)



Obr. 4 - Hypocaustum využití na vytápění lázní (Hypocaustum – lázně, 2011)

Zavedením kanálkového systému se tento způsob zdokonalil. Spaliny neprocházely velkou dutinou pod podlahou, ale rozvětveným systémem rozvodných kanálků umístěných pod podlahou. Toto byl opravdu první typ podlahového vytápění, i když byl jako nosné medium energie použit vzduch. U nás se tento typ dochoval na zámku Vranov nad Dyjí, kde Herych, syn pána Smila z Lichtengergu, přívrženec krále Zikmunda, nechal kolem roku 1500 hrad přestavět a typ vytápění zabudovat. (Zámek Vranov nad Dyjí, 2012) V Evropě se podlahové vytápění objevuje ve větší míře až v 18. století ve Francii, ale největší uplatnění našlo v Německu. V roce 1840 byl proveden pokus o vytápění dílen spalinami vedenými v trubkách. O kanálkovém vytápění, které sloužilo pro vytápění velkých prostor, jako byla muzea a haly, se také zmiňuje německá příručka pro inženýry vytápění z roku 1953. Vytápění takovýchto objektů bylo řešeno kouřovými trubkami umístěnými v kanálech a zaklopenými dřevěnými deskami. Kanály byly vedeny buď v podlaze, nebo ve stěnách. Zdrojem tepla pro vývin spalin o vysoké teplotě zde byla kamna. Spaliny odcházely z kamen rovnou do trubek a následně do komínů. (Hypocaustum, 2013)



Obr. 5 - Schéma kanálového vytápění kořového vytápění za použití trubek (Počinková, Treuová, 2007)

Začátkem 20. stol. se hojně rozšířilo teplovodní vytápění s nuceným oběhem vody a stalo se běžnou součástí obytných i občanských budov. Prakticky se jednalo o dnes známé radiátorové vytápění.

Vynálezcem podlahového topení, tak jak ho známe dnes, byl Angličan A. H. Barker. V roce 1907 vyrobil první typ teplovodního podlahového systému zalitého do betonových desek, které poté umístil na stěnu. Později, po několika letech, navrhoval a realizoval s anglickou firmou Crittal teplovodní vytápění pod stejným jménem, jež používala ocelové trubky zalité ve stropní desce. Tento typ se začal hojně instalovat do obytných budov, škol a administrativních objektů. Dokonce první typy panelových bytových domů se osazovaly tímto typem vytápění. V pozdější době však bylo od tohoto typu upuštěno z důvodu zavedení hromadné bytové výstavby, protože zdržoval rychlost realizace stavby.

Pozoruhodné je, že ačkoli je znám systém podlahového vytápění teplým vzduchem více jak 2000 let a teplovodní soustavy přibližně 150 let, nedostalo se jim donedávna převelikého rozvoje. V posledních 10 letech se však vývoj v odvětví topenářství jako takovém dočkal velkého rozmachu a využití podlahového vytápění nachází stále více příznivců, kteří přihlížejí k moderním trendům a vývoji v tomto odvětví.

4.2.2 Rozdělení podlahového vytápění dle zdroje tepla

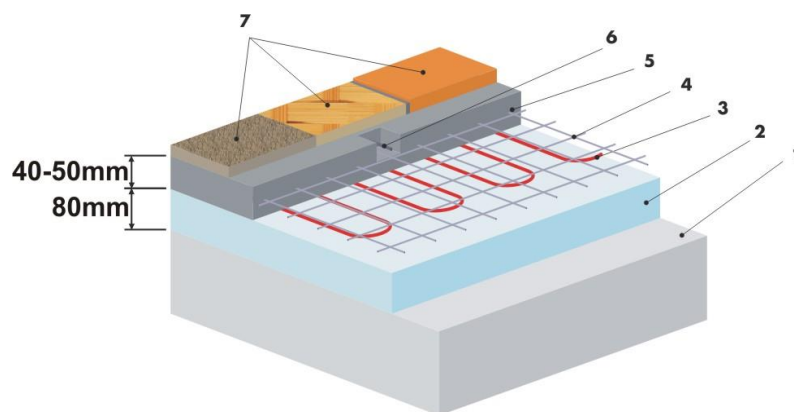
Existují dva typy podlahových systémů vytápění. Každý typ má charakteristické vlastnosti ve vztahu ke stavební konstrukci a vhodnosti jejich použití do jednotlivých objektů či místností s ohledem na jejich využití.

4.2.2.1 Elektrické podlahové vytápění

Jedná se o vytápění elektrickým odporem za pomoci topných rohoží, topných kabelů a topných fólií. Do těchto topných těles je následně zaveden elektrický proud a díky specifickému průřezu použitých vodivých prvků dochází k vytváření elektrického odporu a následně vzniku tepla. Elektrické podlahové vytápění se provádí jako akumulární nebo poloakumulární (smíšené) v betonové mazanině nebo vytápění přímotopné. Lze jej navrhnout jako doplňkové nebo i jako hlavní vytápění. Pokud je systém zvolen jako hlavní vytápění, jsou topné prvky zabudovány v betonové vrstvě, jejíž tloušťka závisí na požadovaném stupni akumulace. (Elektrické podlahové vytápění, 2001-2015)

Akumulární a poloakumulární systém

Tento typ elektrického podlahového vytápění se vyznačuje větší tloušťkou skladby podlahy díky akumulární vrstvě. Celková tloušťka podlahy (včetně tepelné izolace k omezení tepelných ztrát tokem dolů) tak může činit 180 až 220 mm, závisí na velikosti požadované akumulace. Betonová vrstva, ve které jsou umístěny topné prvky, však musí být dostatečně silná, aby akumulované teplo dokázala po vypnutí vytápění dále uvolňovat do prostoru požadovanou dobu. Minimální tloušťka samotné betonové vrstvy s topnými prvky je uváděna 120 mm. Instalovaný výkon se pak pohybuje mezi 180 až 250 W/m². Při akumulaci je dosti obtížná regulace teploty, jelikož i po vypnutí systému je stále do plochy uvolňované naakumulované teplo a tento tok nelze ovlivnit. Naopak, pokud akumulární vrstvu necháme úplně vychladnout, náběh vytápění bude trvat podstatně déle. Při montáži regulační techniky je třeba s těmito jevy počítat. (Elektrické podlahové vytápění, 2001-2015)



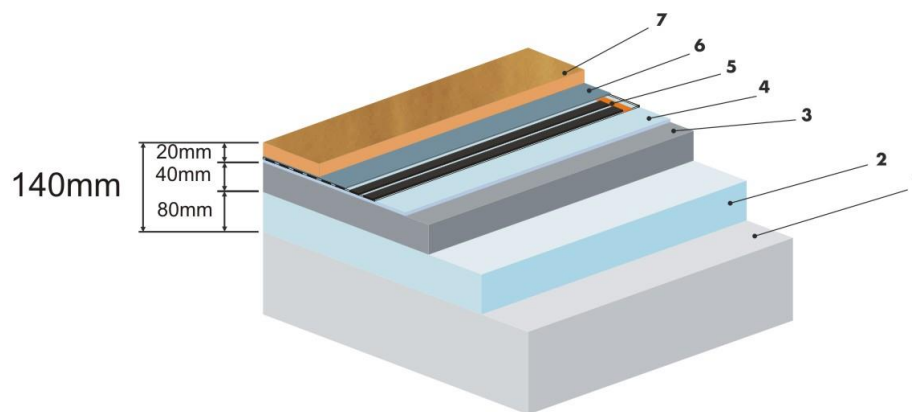
*Obr. 6 - Poloakumulační podlahové vytápění
(Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)*

1. Základová deska
2. Tepelná izolace
3. Elektrické podlahové vytápění (topná rohož)
4. Armovací síť (není nutná pro správnou funkci podlahového topení)
5. Betonová deska, litá anhydritová podlaha
6. Čidlo regulátoru podlahového vytápění
7. Podlahová krytina (plovoucí podlaha, linoleum, koberec, dlažba)

Přímotopné vytápění

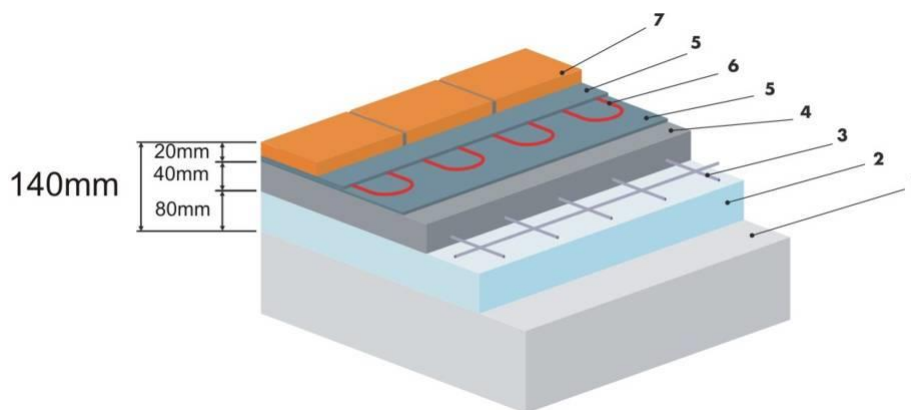
U přímotopného vytápění je snahou omezit akumulaci vrstvu na co nejmenší tloušťku. Při této variantě dosahuje celková tloušťka podlahy včetně izolace 80 až 130 mm. Topné prvky jsou fixovány 30 až 50 mm pod povrchem. Instalovaný výkon by se měl pohybovat v rozmezí 80 – 120 W/m². Pokud je celková plocha větší jak 25 m², musí být podlaha provedena jako plovoucí, a rozdělena dilatační spárou. Topná rohož nesmí procházet dilatační spárou, kabel se v těchto místech klade do chráničky. Tento systém je dobrý jako doplňkové vytápění, například do koupelen, namísto vodního topného systému, který má delší náběh celé soustavy. Pro toto vytápění je vhodné použití rohoží uložených do extrémně nízké vrstvy. Podlahovou krytinou je v daném případě vždy dlažba. Toto provedení je vhodné i při rekonstrukci starších objektů. Montáž takovýchto rohoží se provádí pokládkou na samotný beton nebo předchozí

dlažbu a zalitím speciálním tmelem nebo samonivelační lepicí hmotou pro tepelně namáhané podlahy. Následně se na něj klade dlažba. Celková výška podlahy činí 15 až 20 mm, včetně dlažby. Na výplně dilatačních spár se požívá trvale pružný tmel. Regulace přímotopného vytápění je poměrně snadná a postačí na ni běžný termostat, na kterém lze nastavit hodiny spínání, například pro večerní a ranní využití koupelny. Je však třeba myslet na maximální teplotu nášlapné vrstvy stanovenou hygienickými normami. Topné kabely lze také použít pro vyhřívání exteriérových nášlapných ploch, například chodníků a schodů v zimním období. (Bašta, 2010)



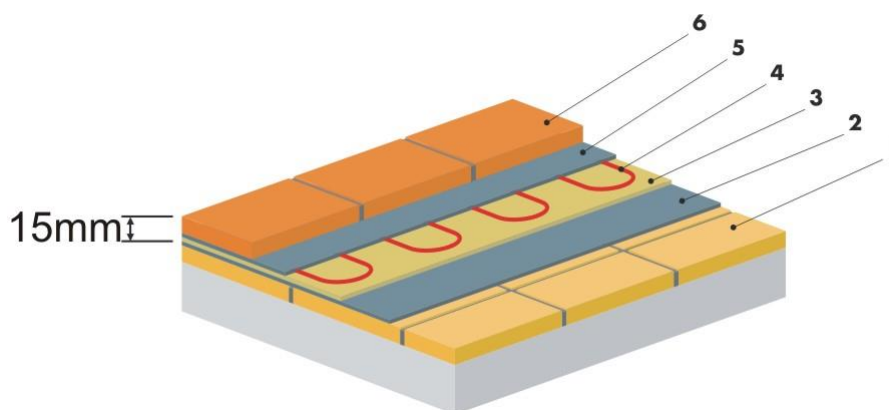
*Obr. 7 - Přímotopné podlahové vytápění – plovoucí podlaha
(Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)*

1. Základová deska
2. Tepelná izolace
3. Betonová deska
4. Kročejová izolace
5. Elektrické podlahové vytápění (topná folie)
6. PE folie
7. Plovoucí podlaha



Obr. 8 - Přímotopné podlahové vytápění – dlažba
(Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)

1. Základová deska
2. Tepelná izolace
3. Armovací síť (není nutná pro správnou funkci podlahového topení)
4. Betonová deska
5. Flexibilní lepicí tmel
6. Elektrické podlahové vytápění (topná rohož)
7. Dlažba



Obr. 9 - Podlahové topení – rekonstrukce
(Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)

1. Původní podlaha
2. Flexibilní lepicí tmel
3. Izolační deska F-Board
4. Elektrické podlahové vytápění (topná rohož)
5. Flexibilní lepicí tmel
6. Dlažba

4.2.2.2 Teplovodní podlahové vytápění

Teplovodní systém je v současnosti nejvíce užívaným způsobem v případech, kdy je požadavkem podlahovým vytápěním vytápět celý objekt nebo velké plochy interiéru. Z hlediska finanční náročnosti na provoz je teplovodní podlahové vytápění velkých ploch méně náročné, než elektrické podlahové topení.

Teplonosným médiem je voda o teplotě přívodu do 50 °C. Teplotní spády vodního systému (rozdíl teploty mezi přívodem a vratnou vodou) se pro jednotlivé okruhy volí s maximálním rozdílem 10 K, optimální hodnotou je 5 až 8 K.

Podle technologie montáže rozlišujeme systémy s mokrým procesem (trubní podlahové okruhy se zabetonovávají) nebo se suchým procesem (bez betonáže, systémy se skládají z prefabrikovaných prvků). Nejčastěji se používají vytápěcí podlahové systémy zabetonované v topné desce. U těchto systémů však platí, že je velice obtížná regulace, jelikož celý systém musí být zabetonován v mnohem silnější roznášecí vrstvě betonu. Taktéž nelze rozlišit systémy akumulární a přímotopné, vždy se u teplovodního systému jedná o podlahové vytápění akumulární. Doba regulace těchto soustav je v rozmezí 2 až 3 hodin. (Dufka, 2006)

4.3 Konstrukční varianty teplovodního podlahového vytápění

Konstrukce podlahové otopné plochy vychází z termínu „plovoucí podlaha“. Jedná se v podstatě o to, že vlastní konstrukce otopné plochy není pevně spojena s nosnou částí podlahy, ale je na ní položena volně tak, aby byla zabezpečena možnost všech dilatačních změn systému.

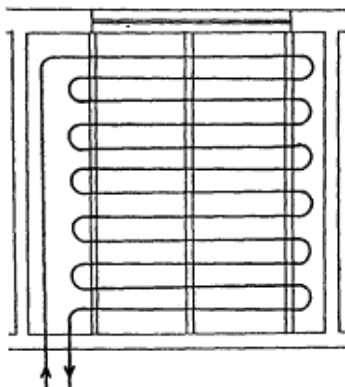
Konstrukční varianty teplovodního vytápění lze rozdělit na:

- dle způsobu provedení otopné plochy:
 - provedení suchým způsobem
 - provedení mokrým způsobem
 - provedení přes modulové klima desky
 - provedení přes kapilární rohože

- dle tvarování otopného hadu:
 - ve tvaru meandry

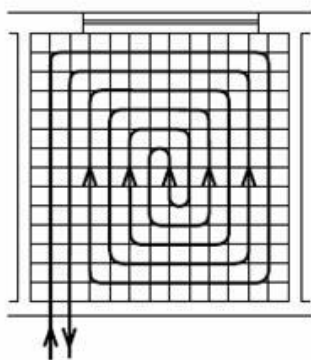
- ve tvaru plošné spirály

Neméně důležitý je způsob tvarování hada. U meandrového způsobu kladení (obr. 10) klesá teplota otopné vody od obvodové konstrukce k vnitřní stěně, což umožňuje rovnoměrnější rozložení teplot ve vytápěné místnosti. Oblouky se tvarují pod úhlem 180°, což vyžaduje použití potrubí menšího průměru (např. 16 × 2 nebo 17 × 2 mm).



Obr. 10 - Meandrový způsob kladení otopného hadu (Bašta, 2010)

Pokládku v podobě plošné spirály ukazuje obr. 11. U tohoto způsobu kladení je povrchová teplota podlahy po celé její ploše rovnoměrná. Nevýhodou je pokles vnitřní teploty vzduchu v horizontálním směru od vnitřní konstrukce k obvodové konstrukci. Pro uložení trubek do meandru se většinou navrhuje trubky 18 x 2 a 20 x 2 mm, neboť tvarování umožňuje menší poloměry pod úhlem 90°. (Bašta, 2010)



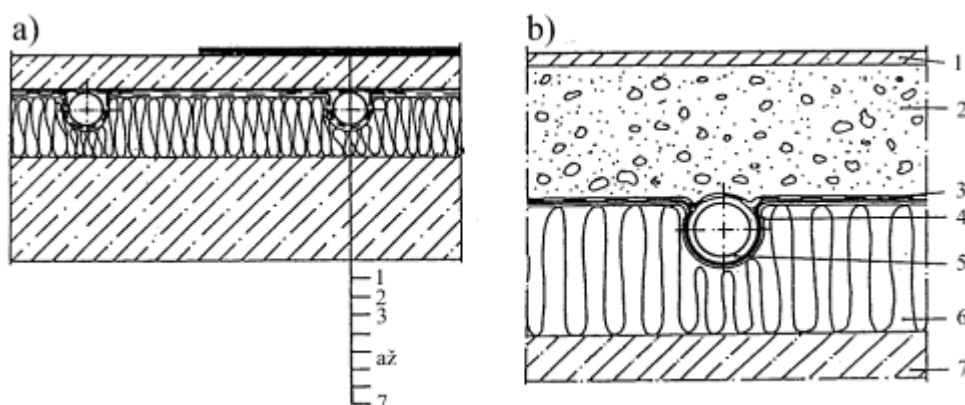
Obr. 11 - Kladení otopného hadu ve tvaru plošné spirály (Bašta, 2010)

Volba vhodného konstrukčního řešení podlahové otopné plochy závisí na více faktorech. Nejdůležitější je zohlednění vlivu ochlazovaných stěn a stejně tak důležitá je minimalizace teplotní nerovnoměrnosti povrchu podlahy.

4.3.1 Provedení suchým způsobem

Potrubí je v tomto případě uloženo do izolační vrstvy pod betonovou deskou (obr. 12). Od cementového potěru se trubky oddělují speciální vrstvou a to, buď plastovou, nebo kovovou folií. Kovová lamela pod folií zde zajišťuje tuhost podlahy a umožňuje rovnoměrný rozvod tepla.

Podlaha vytvořená na suchý způsob pracuje s vyššími teplotami otopné vody. Přívodní teplota vody se pohybuje v rozsahu 40 až 70 °C. Tento způsob se využívá tam, kde nám postačí nižší měrné tepelné výkony do 50 W/m², např. jako dodatková otopná plocha, kde stačí pouze temperovat, nebo se požaduje nízká konstrukční výška podlahy (rekonstrukce). (Bašta, 2010)



Obr. 12 - Suchý způsob vytvoření otopné plochy (Bašta, 2010)

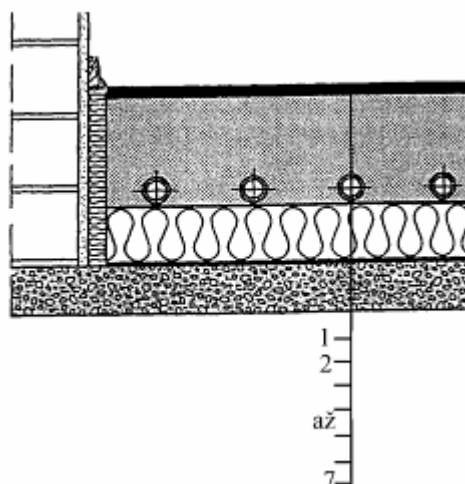
a) řez otopnou plochou, b) detail uložení trubky

(1 - podlahová krytina, 2 - cementový potěr, 3 - hydroizolace, 4 - fólie,

5 - otopný had, 6 - tepelná izolace, 7 - nosná podlaha)

4.3.2 Provedení mokrým způsobem

Otopný had je zabetonován přímo do betonové vrstvy nad tepelně zvukovou izolací. Předpokládaná teplota přívodní otopné vody je 35 až 55 °C. Měrný tepelný výkon se v tomto případě pohybuje nad 50 W/m². (Počinková, Treuová, 2007)



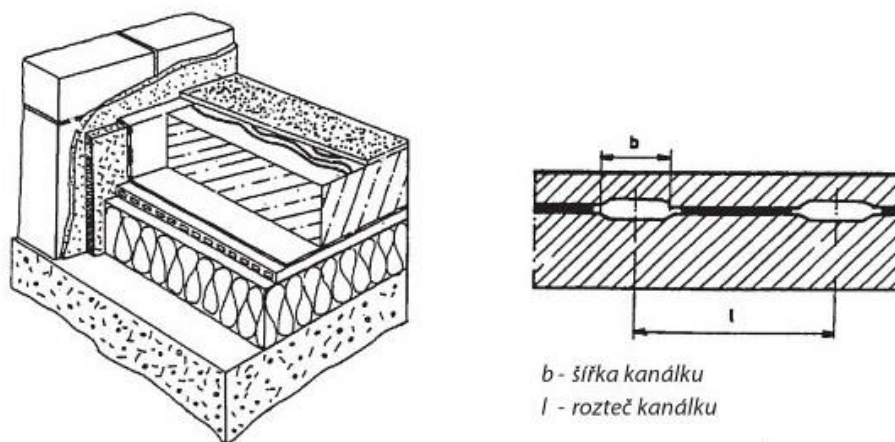
Obr. 13 - Mokrý způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou

(Počinková, Treuová, 2007)

*(1 - podlahová krytina ,2 - cementový potěr, 3 - otopný had,
4 – hydroizolace , 5 - tepelná izolace, 6 – hydroizolace, 7 - nosná
podlaha)*

4.3.3 Modulové klima podlahy

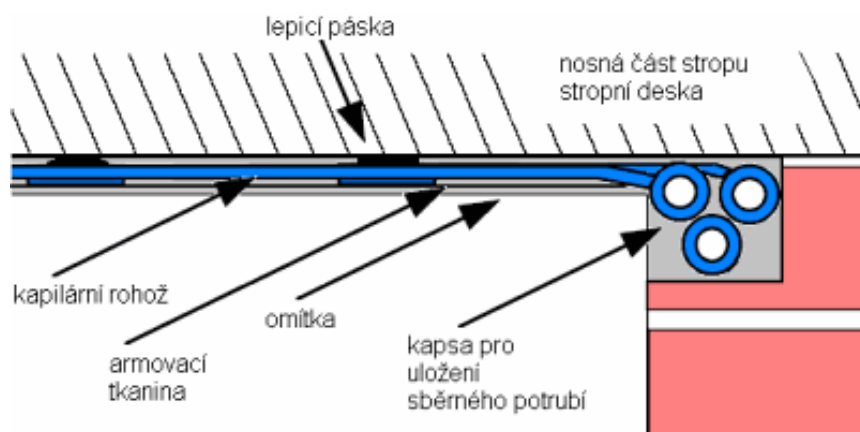
Při této montáži systému se jedná o duté profilované desky či pásy (moduly), které se vyrábějí přímo pro tento účel. Kladou se na tepelnou izolaci jako souvislá plocha a vždy se všechny desky mezi sebou propojí pro hydraulický tok otopného media. Výhodou tohoto systému je vyšší teplotní pružnost otopného systému, nízká konstrukční výška a rovnoměrnější rozložení povrchových teplot v ploše. Tento systém pracuje s menšími vstupními teplotami otopné vody. Teplota vstupního media se pohybuje mezi 25 – 35 °C. Modulární klima desky má poměrně malé průtokové průřezy a je tedy třeba dbát na zvýšenou čistotu vody. Nejlépe je dobré v takovém případě využít výměňkové stanice. (Bašta, 2010)



Obr. 14 - Řez modulovou klima podlahou (Bašta, 2010)

4.3.4 Kapilární rohože

Užití kapilárních rohoží pro podlahové vytápění není příliš časté, avšak setkat se s ním je možné. Využití nachází především pro stěnové či stropní vytápění nebo u celoplošného vytápění (otopnou plochou jsou všechny stěny i strop a podlaha). Tento systém je svým konceptem vhodný především pro objekty s malou tepelnou ztrátou. Kapilární rohože jsou řešeny jako systém s malým teplotním spádem, tudíž mají malý měrný výkon otopné plochy. Rohože se mohou umisťovat přímo na stěnu (u vhodných stěn), na tepelnou izolaci či na sádkokarton pod omítku nebo slabou vrstvu mazaniny. Upevněné kapilární rohože se mezi sebou navzájem spojují polyfuzním svařováním. Systém je velice náročný na nečistoty v otopné soustavě, proto zde musíme vždy uvažovat s výměňikovou stanicí, mezi zdrojem tepla a otopným okruhem. Za tímto účelem se používají například nerezové výměňikové stanice, které mohou zároveň sloužit jako akumuláční nádrže. V případě ucpání kapilárního systému nebo porušení lze jednoduše místo poškození zavařit. Velkou výhodou tohoto systému je možnost jeho využití v letním období jako chlazení, ale pouze při umístění do stěn a stropu. V případě podlahového vytápění takto nelze uvažovat, protože nelze snížit teplotu podlahové plochy pod limit stanovený hygienickými předpisy. (Bašta, 2010)



Obr. 15 - Kapilární rohože umístěné na stropní konstrukci (Kapilární rohože, 2001-2015)

4.4 Konstrukční skladba teplovodního podlahového vytápění

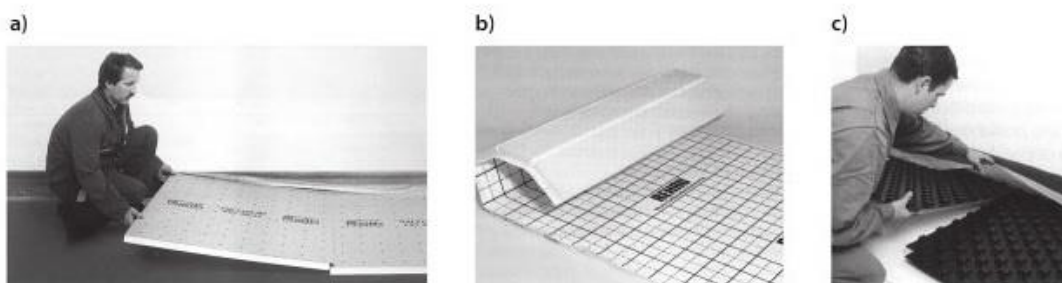
Pro pokládku otopné soustavy podlahového vytápění se předpokládá, že v objektu jsou dokončeny omítky všech stěn ohraničujících budoucí otopnou plochu, jsou osazeny zárubně dveří a dokončený hydraulický systém otopné soustavy. V objektu by měly být také osazena všechna zařízení související s plnou funkčností podlahového vytápění, jako jsou rozdělovače, sběrače, ostatní zařizovací a ovládací prvky soustavy. Před samotnou pokládkou tepelné izolace podlahy je třeba odstranit všechny nedostatky podlahy, jako jsou nerovnosti, nečistoty, mastné skvrny a jiné. Pokud je to nutné z hlediska velikosti otopné plochy, je třeba navrhnout a vhodně umístit dilatační spáry podlahové plochy s maximální velikostí jednoho dílce 40 m².

Pro provedení tepelně-izolačního a dilatačního pásu je vhodné zvolit tabule nebo pásy o tloušťce 10 až 20 mm, které dobře kompenzují tepelnou roztažnost plovoucí betonové vrstvy. Izolační pásy okrajové části vytápěné plochy se kladou podél všech stěn ohraničujících danou plochu mezi stěny a plovoucí podlahu. Izolační pásy je nutné klást i kolem sloupů a do dělicích dilatačních spár. V případě kladení izolace kolem architektonicky složitějších tvarů plochy je možnost izolační pásy přichytit pomocí hřebíčků nebo tmelu. Nejčastěji užívaný rozměr pásků je 100 × 10 m, přičemž je třeba dodržet minimální tloušťku pásu 5 mm. Je třeba vždy pamatovat na to, že s rostoucí vytápěnou plochou dílce roste i jeho rozměrová dilatace. (Dufka, 2006)

4.4.1 Tepelná a zvuková izolační vrstva

Po položení okrajových dilatačních pásů je třeba položit tepelnou a zvukovou izolaci. Tato izolace může být řešena různě, buď systémovými deskami, samostatnými deskami nebo jako tzv. roll-jet a fold-jet, s upevňovací tkaninou, která umožňuje vytvářet systémové role. Izolační desky je třeba klást k sobě velice na těsno tak, aby vytvořily souvislou rovinu. Je možné desky mezi sebou vzájemně zafixovat plastovými sponami. Tepelná izolace se pokládá směrem od stěn do středu plochy, tím dojde zároveň k zafixování dilatačních pásů kolem stěn.

Tepelně akustická izolace musí kromě izolačních schopností splňovat i jiné požadavky. Především se jedná o dostatečnou pevnost a minimální stlačitelnost použitého materiálu. Izolační vrstva se nejčastěji sestavuje z polystyrenových desek, označených pro toto použití, překrytých hydroizolační fólií zabraňující zatékání vody. Podle umístění podlahy se její výška pohybuje od 20 do 60 mm. Akustickou a tepelnou izolaci dodávají někteří výrobci i jako prefabrikovanou základní desku podlahového topení. Vnější hrany desek jsou profilované a při ukládání pak desky do sebe pevně zapadají, čímž tvoří souvislou vrstvu bez spár. (Bašta, 2010)



Obr. 16 - Příklady tepelně-akustické izolace (Bašta, 2010)

a) samostatné desky, b) provedení roll-jet, c) systémové desky

Nejčastěji používané materiály jsou vypěňované plasty či vláknité izolace:

- polystyrénové desky PS 20 či 30SE,
- polystyrénové desky PST SE (působí i jako akustická izolace),
- desky z tvrzeného polystyrénu,
- desky z tvrzeného polyuretanu,
- polyetylénová pěna vysoké hustoty jako akustická izolace,

Hustota všech materiálů použitých jako izolace by měla být 20 kg/m^3 a stlačitelnost by neměla přesáhnout 5 mm. Tepelná izolace, která má více vrstev, má pouze jednu vrstvu akustické izolace, a to z důsledku velké stlačitelnosti (3 až 4 mm jedné vrstvy). V případě použití více vrstev akustické izolace by mohlo dojít při těchto hodnotách stlačitelnosti ke zlomení otopného vedení.

4.4.2 Roznášecí vrstva

Podkladový beton tvoří nosnou část pro samotnou otopnou plochu. Je třeba myslet na to, že při zalití otopného systému do vrstvy vysoké 4 až 6 cm bude nosná část podlahy zatížena hmotností 80 až 100 kg/m^2 . Povrch nosné části musí být naprosto rovný a podklad by měl být opatřen hydroizolací, která zamezí pronikání vlhkosti do celé konstrukce. Minimální tloušťka hydroizolace by měla být 0,2 mm.

Za normálního provozu je u obytných prostor dovolené maximální zatížení $1,5 \text{ kN/m}^2$, u kancelářských prostor $2,0 \text{ kN/m}^2$, u prodejních prostor do 50 m^2 v obytných domech $2,0 \text{ kN/m}^2$ a u poslucháren či školních tříd $3,5 \text{ kN/m}^2$.

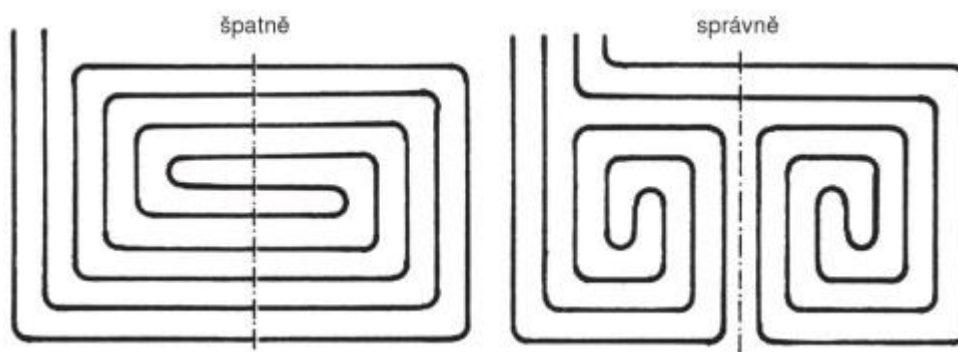
Jako vrchní vrstvu, do které se zalévají trubky, lze použít buď betonovou nebo anhydritovou mazaninu. Betonovou mazaninu lze použít v případě, že se obohatí o plastifikátor pro lepší zatíkáni kolem trubek. Minimální tloušťka betonové vrstvy nad trubkami činí 45 mm. Mokrý způsob však vyžaduje 65 až 70 mm. Tam, kde se očekává větší zatížení, je třeba vkládat armovací síť. Volba anhydritové mazaniny oproti betonové má několik výhod. Největšími výhodami je snížení postačující roznášecí výšky na 35 mm a velikost maximálního dilatačního celku, který může mít oproti 40 m^2 až 400 m^2 . Tepelná roztažnost anhydritové směsi se pohybuje od 0,012 do 0,015 mm/m. Do anhydritové směsi nesmí přijít žádná armovací síť, nebo jiná kovová součást, jelikož způsobuje korozi.

Potrubí se vždy zalévá natlakované a tlak se pravidelně kontroluje, pokles může znamenat únik vody. Samotná topná zkouška se provádí nejdříve za 21 dní po skončení betonování, přičemž pravidelný provoz by neměl začít dříve jak za 28 dní po položení podlahové krytiny. Požadovaná teplota podlahy se dosahuje řádově po $5 \text{ }^\circ\text{C}$ za den. (Počinková, Treuová, 2007)

4.4.3 Rozvod otopné soustavy

Voda do topení zpravidla koluje v potrubí, která mohou být z různých materiálů. Všechny tyto materiály však musí splňovat velice přísné požadavky na kvalitu. V dřívějších systémech podlahového vytápění, montovaného v 50. letech minulého století se používaly ocelové trubky, ale nebyla to volba příliš zdařilá, jelikož docházelo k zanášení a následnému „zarůstání“ otopného systému. Díky těmto špatným vlastnostem se již tento systém nepoužívá. Dnes jsou nejčastěji používány trubky plastové nebo měděné, či kombinace plast-hliník. Nejdůležitějšími parametry trubek jsou jejich průměr/tloušťka stěny a vzájemná rozteč. Tyto parametry jsou ovlivněny konstrukčním řešením otopné plochy a požadovaným výkonem. V případě vytvoření vyššího výkonu se trubky dávají s menší roztečí vedle sebe. Toho se využívá především v místech ochlazovaných vlivem chladné konstrukce nad podlahou např. u velkých prosklených stěn.

Kladení trubek musí odpovídat nutnosti dilatace u větších vytápěných místností. Dilatační spáry mají protínat co nejmenší počet trubek. (Počinková, Treuová, 2011)



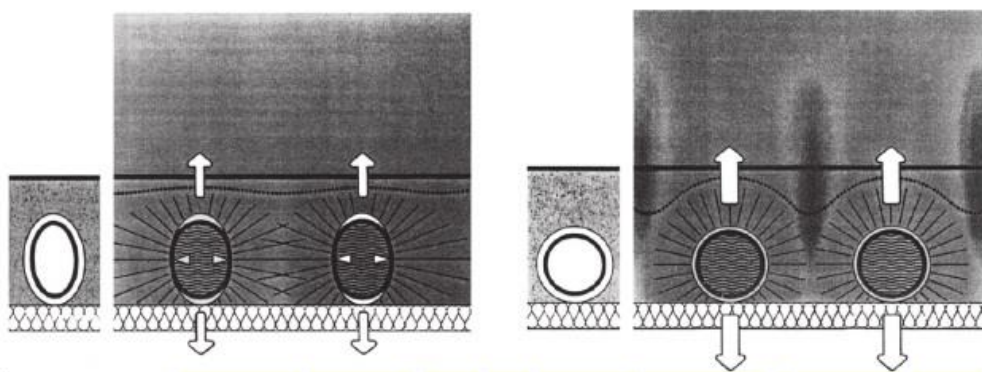
Obr. 17 - Správné a špatné položení topného systému vzhledem k dilatační spáře
(Bašta, 2010)

4.4.3.1 Okruh otopné soustavy z plastu

Nejpoužívanějšími materiály plastových trubek jsou v dnešní době polypropylén (PP), síťovaný polyetylén (PEX) a polybutylén (PB). Nejčastěji se instaluje síťovaný polyetylén, zkratkou označovaný jako PEX nebo také VPE. Pro vytápění v obytných částech objektu se nejčastěji používají trubky kulatého průřezu o vnitřním průměru 14, 16 nebo 18 mm, s tloušťkou stěny 2 mm. Trubky těchto průměrů většinou stačí svým výkonem na vytápění středně velkých místností. V poslední době se začínají také dost často používat trubky oválného průřezu. Nejčastějším užívaným rozměrem je

17 × 24 mm a tloušťka stěny je 2,5 mm. Tyto trubky mají velkou výhodu v tom, že oproti kruhovým trubkám dosahují rovnoměrnějšího uvolňování tepla do podlahy. Nevýhodou je prozatím vyšší cena a nutnost použití speciálních úchytů pro jiný tvar trubky.

Trubky se nepokládají v místech, kde nemůže proudit volně vzduch např. tam, kde máme velké skříně nebo jiný trvale stojící nábytek, který zaujímá větší plochu. Maximální délka potrubí je také limitována, a to většinou v rozmezí 100 až 120 m, přesnou délku však vždy deklaruje konkrétní výrobce. Trubky jsou většinou dodávány po 50 m baleních, pokud tato délka nestačí lze potrubí spojit na požadovanou délku pomocí speciálních objímek. Toto spojení by v případě pokládky do samonosných lišt mělo vždy ležet mimo tuto lištu.



Obr. 18 - Porovnání rozložení tepla – kruhový a oválný průřez (Bašta, 2010)

4.4.3.2 Měděná otopná soustava

Měděné trubky se rozlišují především z hlediska tvrdosti a to na trubky měkké, polotvrdé a tvrdé. Na instalaci pro podlahové vytápění se používají především měděné trubky měkké, důvodem je snadnost ohýbání a tvarování, které v tomto případě lze provádět ručně. Označení takovýchto trubek je standardně F22 nebo také D220. Kvalitnější měděné trubky mají ještě doplňkové označení RAL, což je všeobecně uznávaná značka kvality v evropských zemích. Trubky se opět dodávají ve svazcích 50 m a pro případ napojování je na výběr ze dvou variant, buď napojení svařováním, nebo lisováním. Na obě varianty je zapotřebí speciálního zařízení. Typickým rozměrem trubek je obvykle 14 × 0,8 mm. Rozměr se vždy vybírá dle požadovaného výkonu okruhu. (Dufka, 2006)

Tab. 4 - Výkon topné soustavy podle rozměru měděných trubek (Dufka, 2006)

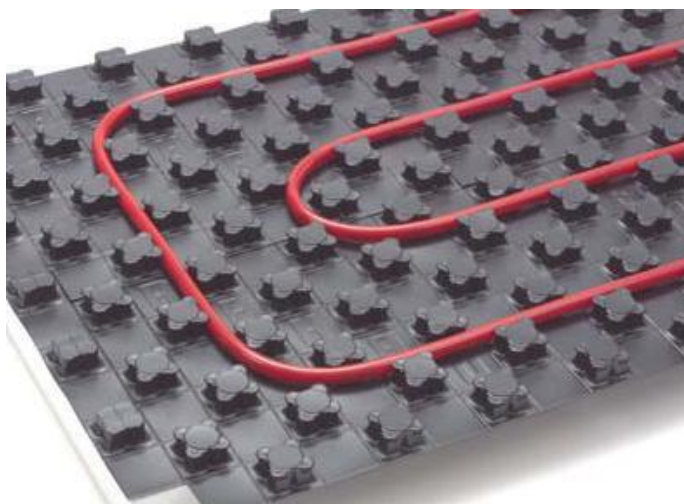
| Průměr trubky (mm) | Topný výkon (W) |
|--------------------|-----------------|
| 12x1 | 4 400 |
| T 15x1 | 7 200 |
| 18x1 | 11 200 |

Maximální délka trubek je opět i v tomto případě limitována, pro měděnou trubku o rozměru $14 \times 0,8$ mm je max. délka 120 m, pro rozměr $14 \times 0,7$ mm je to už pouhých 90 m.

4.4.3.3 Ukotvení potrubí otopné soustavy

V dnešní době je na trhu velké množství způsobů upevnění trubek otopného hada, vždy však záleží na druhu a tvaru tepelně izolační desky. V každém případě musí být dodržena vzdálenost (rozteč) trubek dle navrhnutého stavu ve výkresu a tomu je třeba přizpůsobit výběr vhodných kotvicích desek. Ve většině případů se vzdálenost (rozteč) trubek pohybuje v rozmezí 20 cm, avšak u více ochlazovaných ploch (např. plochy pod okny) musí být vzdálenost menší.

Častým řešením upevněním trubek je kotvení do polystyrénových či plastových desek. Každý výrobce má z pravidla trochu jiné provedení, co se tvaru kotvicích výstupků týče, proto je vhodné zvolit výrobce stejného jako je výrobce trubek, popřípadě takového výrobce, který má jasně specifikovanou kompatibilitu s již zvoleným systémem potrubí. Desky různých výrobců mají různé barvy, to však není důležité, je to čistě záležitost designu zvoleného výrobcem. Do desek se trubky upevňují zašlápnutím, tudíž není třeba žádného speciálního nářadí, ale pouze trocha odbornosti, aby byly trubky pevně ukotveny. (Bašta, 2010)



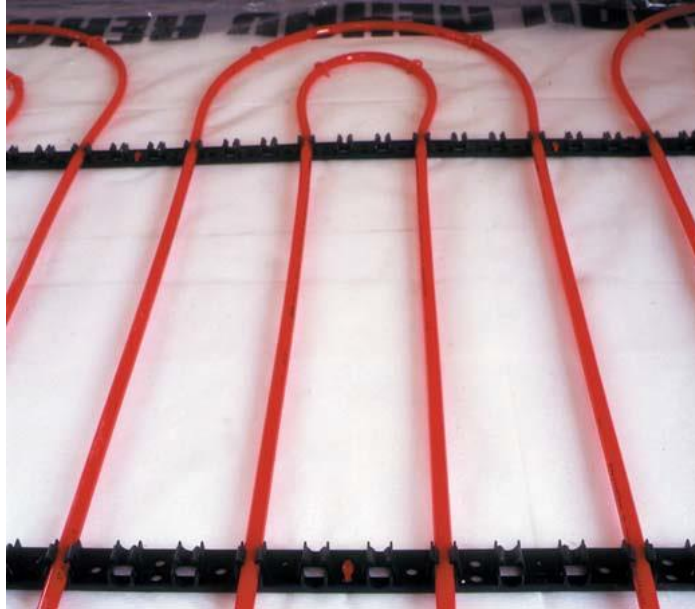
Obr. 19 - Uchycení do systémových desek (Systémové desky, 2011)

Dalším možným způsobem uchycení je kotvení do příchytok nebo do tzv. systémových lišt. Tento systém uchycení se používá v případě použití drátěných rohoží. Rohože se pokládají na polystyrénové desky bez kotvících výstupků. Desky jsou na povrchu opatřeny reflexní folií. Příchytka se vyrábějí v různých velikostech a tvarových provedeních dle použitých trubek. Trubky se jednoduše vtlačují do jednotlivých příchytok ručně.



Obr. 20 - Uchycení do příchytok (Potrubí, 2011)

Jednou z častých metod je také kotvení pomocí lišt. Pro tento způsob se opět vyrábí mnoho velikostí a průměrů, aby lišty vyhovovaly zvolenému tvaru a průměru použitých trubek. Lišty lze krátit na požadované délky dle potřebných roztečí a počtu trubek.



Obr. 21 - Uchycení do lišt (Bašta, 2010)

Některé firmy také používají kotvení přímo do tepelné izolace podlahy. S tímto způsobem je však spojeno již potřebné speciální zařízení pro kotvení, kterým je potrubí přichyceno k tepelné izolaci pomocí plastových spon. Tento systém v dnešní době není příliš používaný především z důvodu narušení tepelné izolace a tím k vytvoření tepelných mostů.

4.4.4 Nášlapná vrstva

Samotná poslední vrstva celé skladby podlahy je nejčastějším tématem diskuzí u podlahového vytápění. Nároky na ní jsou obrovské a stejně tak rozdíly mezi jednotlivými typy. Vývoj tohoto segmentu není v dnešní době však nijak extrémně pokrokový a během posledních pár let nepřinesl žádné velké inovace. V minulých letech se alespoň změnil stav použitelnosti dřevěných podlah, které ve speciálních podobách lze použít na podlahové vytápění. Stále však u veřejnosti platí povědomí, že jediná možná varianta použitelná v kombinaci s podlahovým vytápěním je keramická dlažba. Dnes to již není úplná pravda a na trhu je dostupné velké množství různých

alternativ, kterými lze pokrýt požadavky konečného zákazníka. Velice zajímavou komoditou se stávají již zmíněné dřevěné třívrstvé podlahoviny nebo podlahoviny na bázi dřeva, a proto se jimi v této práci zabývám.

4.5 Podlahoviny vhodné pro podlahové vytápění

V dnešní době je na našem trhu mnoho nejrůznějších podlahovin, které jsou doporučovány jako vhodné pro podlahové vytápění, avšak každý druh podlahoviny se liší v mnoha vlastnostech. Velkým problémem je vždy najít nejlepší kombinaci estetiky, tepelných vlastností a našich subjektivních pocitů.

Na trhu jsou materiály, které mají výborné tepelně vodivé vlastnosti, příkladem je například keramická dlažba, oproti tomu můžeme vidět i firmy, které nabízejí také koberce vhodné pro podlahové vytápění, avšak jejich tepelné vlastnosti jsou téměř na hranici vhodnosti použití. Zhruba mezi těmito dvěma extrémy se nachází podlahoviny ze dřeva a na bázi dřeva, které se snaží rychle přizpůsobit požadavkům trhu a hledají se stále nové směry ve vývoji. Především se zlepšují tepelně vodivé vlastnosti. Všeobecně velkým problémem dnešního trhu je - orientovat se v něm. Každý výrobce uvádí svá označení pro použití podlahoviny s podlahovým vytápěním, ne vždy výrobce uvádí alespoň nějakou certifikaci, popřípadě alespoň hodnoty tepelného odporu či vodivosti podlahoviny. Také terminologie v segmentu podlahovin může vyvolat v mnohých z nás velký zmatek, jelikož mnoho výrobců používá různé termíny pro stejné věci. Osobně jsem se setkal při této práci s problémem, že prodavači v centrech podlahovin se neorientují v nabídce svých produktů a termínech uvedených v jejich katalogu, který byl chybně zpracován.

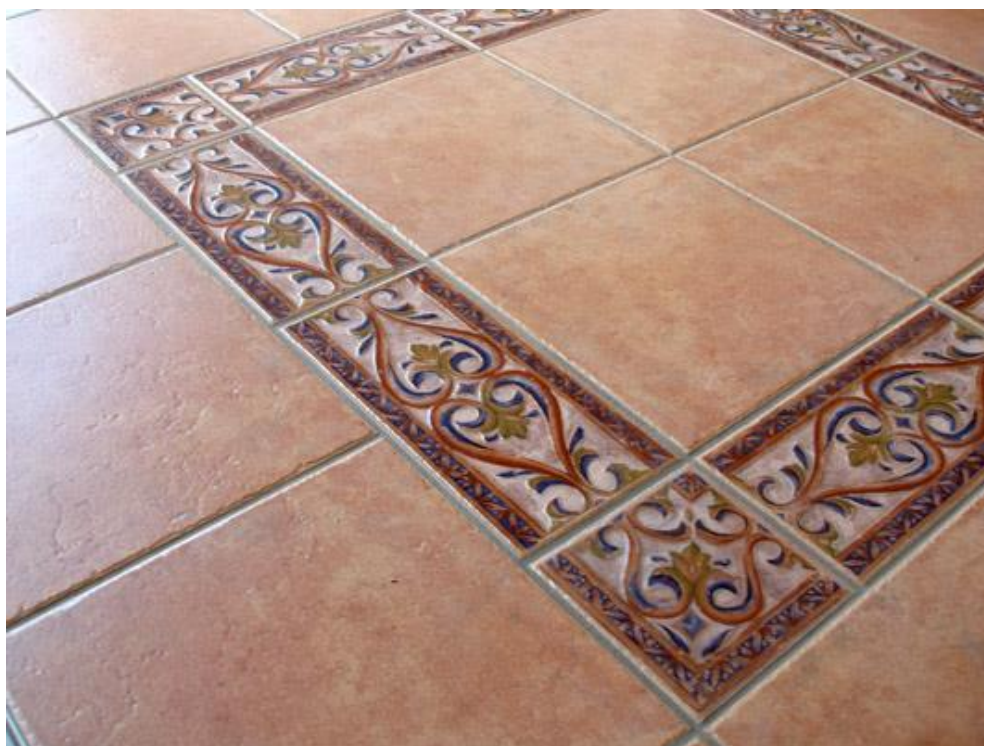
V několika následujících podkategoriích bych tedy rád uvedl jednotlivé, dnes dostupné podlahoviny, a jejich vhodnost použití v kombinaci s podlahovým vytápěním.

4.5.1 Keramická dlažba

Jedná se bezesporu o první užívanou podlahovinu jako nášlapnou vrstvu na podlahové vytápění. Keramická dlažba, stejně jako keramické obklady, má již letitou tradici po celém světě. Má mnoho kladných, ale i záporných vlastností. Bohužel se u některých lidí stále traduje názor, že je to jediný, naprosto ideální výrobek pro kombinaci s podlahovým vytápěním. Je pravdou, že tento materiál nabízí bezesporu jednu z nejlepších hodnot tepelné vodivosti. Dalšími výhodami je zajisté jeho snadná

údržba, rozměrová stálost, a pokud k tomu přihlédneme, tak i cenová dostupnost. Celkově se dlažba může jevit jako velice dobrý materiál. Je třeba si však uvědomit i stinné stránky těchto materiálů. Ne každý si při výčtech pozitiv vzpomene, jak je tato podlaha chladná, pokud není alespoň částečně temperovaná, což je velká nevýhoda především u starších uživatelů, kteří chlad od nohou vnímají mnohem citlivěji. Dalším, snad i největším záporem, je jejich obtížná pokládka, která vyžaduje neprostou odbornou znalost a velkou zručnost, aby položená dlažba vypadala ve velké ploše bezvadně. Velký problém také nastává, pokud něco těžkého upadne na podlahu a rozbije byť jen jednu keramickou tabuli. Potom je třeba daný prvek vysekat a nahradit novým, ale za předpokladu, že má investor odložený náhradní kusy.

Keramická dlažba je vhodná jak pro elektrické, tak pro teplovodní podlahové vytápění. Je třeba vždy dodržet dilatační spáry dle požadavků výrobce a zvolit vhodné lepidlo pro fixaci. Lepidlo by mělo umožnit patřičnou roztažnost a rozměrové změny dlažby. Nejvhodnější místo pro použití dlažby jsou koupelny, kde je dovolená maximální teplota na povrchu až 30 °C, což keramické dlažbě nevadí, a také najde uplatnění v místnostech s vysokou mechanickou zátěží. Méně vhodným místem jsou například ložnice, ve kterých se příliš netopí a přes noc se doporučuje chladnější klima místnosti. (Dufka, 2006)



Obr. 22 – Keramická dlažba (Koupelny, cz)

4.5.2 Podlahové krytiny z PVC

Dnes poměrně často užívanou variantou v kombinaci s podlahovým vytápěním jsou podlahoviny z PVC. Jejich velkou výhodou je rychlost pokládky a nenáročnost na provedení. Nejčastějším způsobem provedení je PVC dodávané od distributora v rolích s formátem shodným s plochou dané místnosti. PVC je třeba přilepit k podkladu pomocí speciálních teplovodných lepidel pro zvýšení vodivosti tepla. Nelze jej použít na kontaktní elektrické fólie z důvodu nedostatečných elektroizolačních schopností. Lze je v této kombinaci použít, pouze pokud bude elektrické topení zalité pod roznášecí vrstvou betonu nebo nivelační hmoty o vhodné tloušťce podle specifikací jednotlivých výrobců. Oproti keramické dlažbě má PVC výhodu v tom, že nepůsobí tak chladně. Podlahoviny z PVC jsou dobré na údržbu, avšak nemají odolnost jako dlažba. Poměrně snadno je lze poškodit běžným nábytkem, jako je třeba posun židlí. Maximální přípustná teplota je 27 °C, což jim dává omezení v použití do koupelen a místností s požadavkem na vyšší teplotu.



Obr. 23 – Podlahovina z PVC (PVC – pokládka)

4.5.3 Koberce

Jednou variant nášlapné vrstvy je také možnost pokládky koberce. Nelze však použít jakýkoli koberec. Pro podlahové vytápění lze instalovat pouze koberce k této kombinaci určené a to s deklarovaným tepelným odporem, s kterým je třeba počítat při návrhu podlahového vytápění a to z důvodu většího tepelného odporu. Koberec musí mít minimální délku chlupu a je třeba jej při pokládce přilepit k podkladu speciálním lepidlem. Koberce jako takové, kromě estetického dojmu, příliš výhod nenabízí, ba naopak spíše omezují přístup tepla, a proto je třeba zvýšit teplotu teplonosného média v podlahovém vytápění.

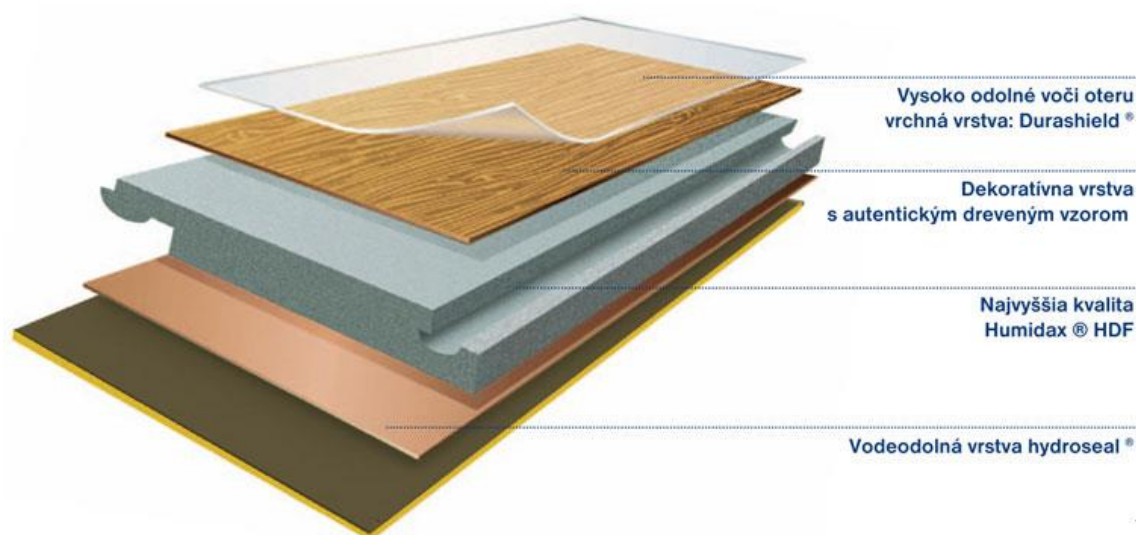


Obr. 24 – Koberec – krátký chlup (Koberce eos.)

4.5.4 Laminátové podlahy

Z doposud jmenovaných materiálů mají nejzajímavější kombinaci cenové dostupnosti, estetického vzhledu a vhodných vlastností pro podlahové vytápění především podlahoviny, které se všeobecně prodávají pod názvem „laminátové“. Jedná se o podlahovinu z několika vrstev, přičemž hlavní nosnou vrstvou je dřevovláknitá

deska tvrdá, známá pod názvem HDF (High Density Fibreboard) nebo v poslední době také používaná středně hustá (polotvrdá) vláknitá deska – MDF (*Medium Density Fibreboard*). Středový materiál je ze spodní strany opatřen tenkou vrstvou, kterou je protitahová fólie, což je ve skutečnosti papír impregnovaný (před nalisováním) syntetickou pryskyřicí. Nášlapnou vrstvu tvoří také pouze jedna vrstva impregnovaného papíru s dekorem, zalisovaná syntetickou pryskyřicí. Takto upravený podlahový dílec je nejlevnějším a nejméně kvalitním typem tzv. laminátových podlah. V případě kvalitního výrobku je nášlapnou vrstvou laminát, což je výrobek složený z několika vrstev impregnovaných papírů, s vrchní dekorovanou vrstvou a melaminovým povrchem. Skutečné laminátové podlahoviny vykazují dobrou odolnost proti abrazivnímu opotřebení a různým chemikáliím. Tepelně vodivé vlastnosti těchto výrobků jsou obdobné jako u podlah z PVC. Hlavní výhodou je jednoduchá montáž díky speciálním zámkovým spojům, které zajišťují perfektní spojení jednotlivých prvků navzájem v jedné rovině. Laminátové podlahoviny jsou také poměrně levné, ve srovnání s podlahovinami dřevěnými, vyrábějí se v mnoha variantách dle zátěžových tříd, tudíž je lze instalovat do většiny prostor. Výjimkou jsou opět interiéry s možností zatečení vody, jako jsou např. koupelny.



Obr. 25 – Laminátová podlaha (Parket world, sk.)

4.5.5 Dřevěné podlahy

Dřevo je jedním z nejstarších používaných materiálů na podlahy obecně, ale v souvislosti s podlahovým vytápěním se s ním setkáváme až v posledních desítkách let.

Zpočátku byla používána masivní dřevěná prkna nebo fošny jehličnatých i listnatých domácích dřev. Tento typ však není vůbec vhodný, jelikož při působení tepla podlahového vytápění na masivní podlahu dochází ke změnám vlhkosti a tím k borcení dřeva. Především pokud by byl systém podlahového vytápění opětovně přetopen, byť z důvodu špatné montáže a seřízení nebo neodbornosti uživatele, může dojít k nenávratnému poškození masivní dřevěné podlahy. Častým jevem je postupné vznikání větších spár mezi jednotlivými prkny nebo fošnami.



Obr. 26 – Dubové podlahové palubky (Palubky, cz)

4.5.5.1 Parketové vlysy

Další konstrukční variantou bylo použití parketových vlysů. Jedná se o kratší a užší celodřevěné dílce z tvrdých dřev. Každý vlys je opatřen z čela a jedné strany drážkou a z protikladné strany a čela perem. Při pokládce je třeba tyto vlysy lepit

k podlaze speciálním lepidlem, aby se minimalizoval vznik spár a především proto, že se podlaha po nalepení brousí a dále povrchově upravuje. Tato podlaha také nemá příliš vhodné vlastnosti a to především z důvodu své rozměrové nestálosti a hlavně jsou vlysy poměrně tlusté, tloušťka vlysů bývá větší než 20 mm.



Obr. 27 – Dubové parketové vlysy (Parketové vlysy)

4.5.5.2 Mozaikové parkety

S těmito podlahovinami je možné se setkat také pod názvy *parketové mozaiky*, *průmyslové mozaiky* nebo *kantovky*. Jsou to obvykle malé lamely stejných rozměrů, které se lepí k podkladu těsně k sobě. Nemají žádný spoj, takže je zde nebezpečí vzniku spár vlivem pracování dřeva. Stejně jako parketové vlysy se mozaiky po přilepení brousí a následně lakují. Pro podlahové vytápění jsou vhodné typy, které mají tloušťku lamel do 10 mm.



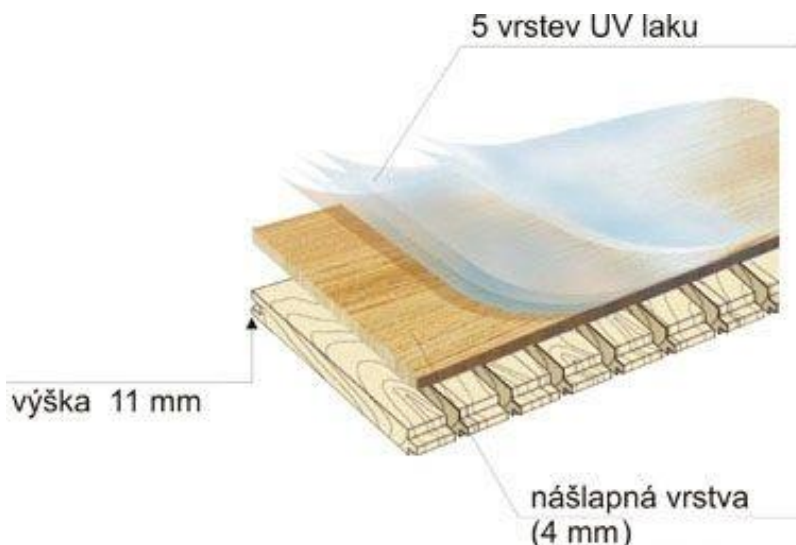
Obr. 28 – Mozaikové parkety (Parkety Plachý)

4.5.5.3 Dvouvrstvé dřevěné podlahy

Dnes nejpoužívanějším typem mezi podlahovinami z masivního dřeva jsou vícevrstvé dílce. Jedná se o dvouvrstvé a třívrstvé podlahoviny. U dvouvrstvých podlahovin je konstrukce podlahového dílce řešena tenkou nášlapnou vrstvou z tvrdé dřeviny o tloušťce cca 4 mm, a roznášecí vrstvy ze smrkových latěk nebo z překližky. Jsou menších rozměrů, obvykle po pokládce vzhledově podobné parketovým vlysům. Jejich přítomnost na trhu je jednoznačná – jsou levnější variantou vícevrstvých podlahovin ze dřeva.

Dvouvrstvé podlahy však nemají příliš dobrou rozměrovou stálost při působení zvýšené teploty, protože jim chybí protitahová vrstva a i jinak jsou problematické. Nejlepší možností pokládky je lepení, ale bohužel jsou někdy nabízeny jako „plovoucí podlaha“. Obchodníci a podlaháři je také často doporučují v kombinaci s podlahovým

vytápěním z důvodu jejich menší tloušťky. (Dřevěné podlahy a podlahové vytápění, 2012)



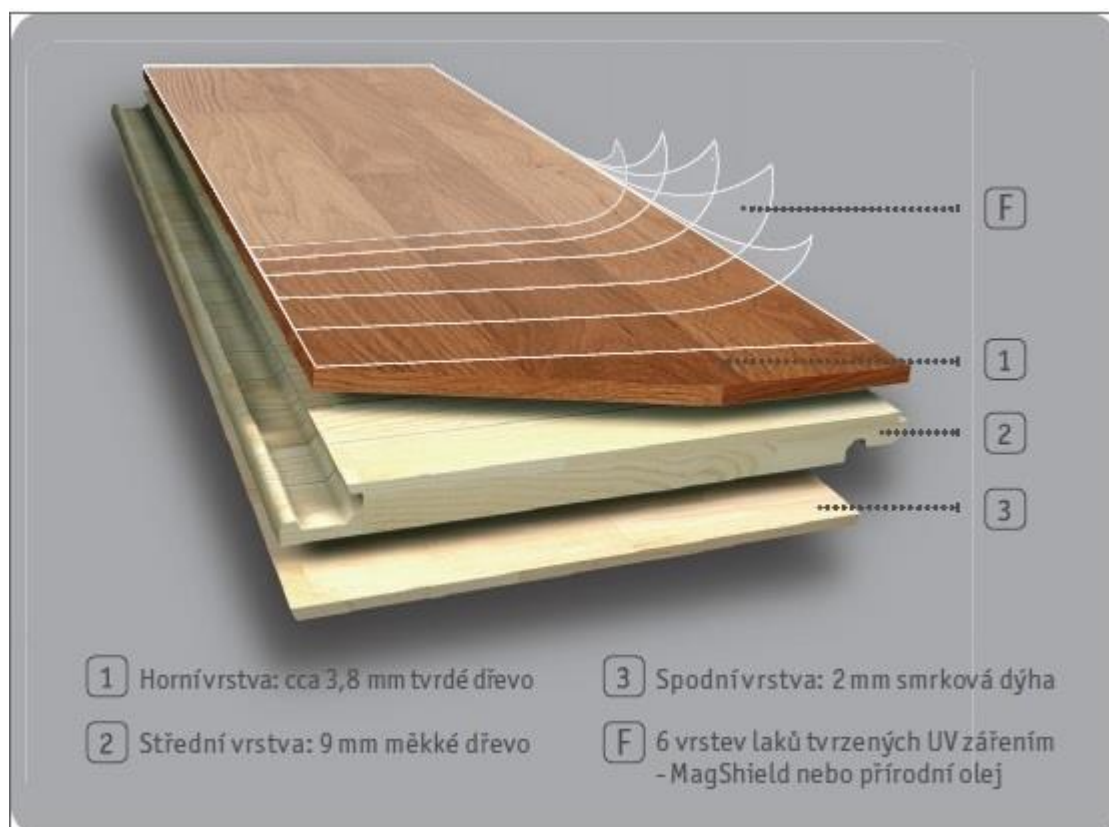
Obr. 29 – Dvouvrstvé dřevěné podlahy (Rekonstrukce luxra)

4.5.5.4 Třívrstvé dřevěné podlahy

Třívrstvá konstrukce je ideální skladbou podlahovin ze dřeva. Střední nosnou vrstvu tvoří obvykle latky ze smrku, spodní protitahová vrstva je z jehličnaté dýhy. Nášlapná vrstva je tvořena lamelami z tvrdých dřev o tloušťce 4 mm. Lamely mají různé velikosti, buď imitují kladení vlysových parket, nebo jsou velkorozměrové přes celý dílec, většinou o rozměrech $13 \times 130 \times 2010$ mm. Někteří výrobci vyrábí nášlapnou vrstvu z malých úzkých lamelek různých barevných odstínů.

Díky třívrstvé konstrukci je zajištěna větší rozměrová stálost těchto podlahových dílců. Velkého úspěchu se dočkalo konstrukční řešení, kdy byla středová vrstva z latěk nahrazena OSB deskou (*Oriented strand board*). Tato skladba má, podle výrobců, větší rozměrovou stálost a také lepší tepelně vodivé vlastnosti. (Pozn.: Tvarovou stálost ověřím v praktické části diplomové práce). Další možnou variantou je použití třívrstvé konstrukce podlahoviny, kde je středová vrstva tvořená překližkou. Toto řešení má však obdobné vlastnosti jako vícevrstvé podlahoviny s OSB deskou, avšak cenově se značně odlišuje.

Výhodou vícevrstvých podlahovin je, že stejně jako u laminátových jsou opatřeny speciálními spoji – zámky, pro spojování jednotlivých dílců mezi sebou a díky tomu je pokládka snadná a rychlá. Další velkou předností, a vlastně i podmínkou je to, že vícevrstvé podlahoviny mají již hotovou povrchovou úpravu.



Obr. 30 – Třívrstvé dřevěné podlahy (Dřevěné podlahy, cz)

4.6 Výběr vhodné dřevěné podlahové krytiny

Pro podlahové vytápění je velice důležité zvolit vhodnou dřevinu nášlapné vrstvy podlahoviny. Za nejvhodnější a zároveň nejdostupnější dřevinu se považuje dub. Mezi další vhodná dřeva patří také u nás dostupný ořech a teak. Za nevhodné se považuje buk a javor z toho důvodu, že více podléhají tvarovým změnám vlivem sesychání.

Z hlediska konstrukce podlahoviny jsou optimální třívrstvé podlahové dílce vzhledem ke své rozměrové stálosti a malé tloušťce. Šířka podlahoviny by neměla být větší než 150 mm z důvodu tvarové nestability. Při větší šířce dochází k většímu sesychání a vznikají velké spáry.

Důležitým faktorem u dřevěných podlahovin všech konstrukcí je hodnota tepelného odporu. Tuto hodnotu je však velice obtížné zjistit u většiny výrobců na našem trhu. Hodnoty tepelného odporu jsou značně rozdílné i u skladby naprosto stejné konstrukce podlahoviny různých výrobců. Tepelný odpor třívrstvé podlahové krytiny s laťkovým středem a nášlapnou vrstvou z dubu se u třech výrobců pohybuje v rozmezí hodnot 0,07 až 0,14 m².K/W. toto rozmezí je značně veliké, ovšem ne vždy se může jednat o pravdivou hodnotu. Nejvyšší přípustná hodnota tepelného odporu by neměla překročit 0,15 m².K/W. Z této hodnoty lze směrodatně vycházet a při výběru se řídit pravidlem, že čím menší bude hodnota tepelného odporu, tím lépe. S tepelným odporem také souvisí to, kam se daná podlaha bude instalovat a jaká je tepelná ztráta zvolené místnosti. Pokud jsou větší tepelné ztráty prostupem tepla v místnosti, je třeba vybírat podlahovou krytinu s opravdu důsledným kritériem co nejmenšího tepelného odporu. Pokud však má být instalována krytina do pasivního domu, nemusí se otázka tepelného odporu tolik řešit, samozřejmě však platí maximální hodnota tepelného odporu uvedená výše.

4.7 Pokládka dřevěné podlahy

Před pokládkou je nutné změřit objemovou vlhkost betonu, která musí být menší než 2,7 %. U anhydritu je maximální přípustná vlhkost 0,5 %. Vlhkost se měření vždy na několika místech místnosti, jelikož rohy bývají většinou vlhčí nežli střed místnosti. V případě, že je vlhkost vyšší, je nutné zapnout topení a místnost temperovat po dobu několika dní s častým větráním. (Dřevěné podlahy a podlahové vytápění, 2012)

Než se začne s pokládáním podlahy, musí teplota a vlhkost vzduchu v místnosti odpovídat předpokládaným budoucím klimatickým podmínkám. Toho lze dosáhnout například tak, že se podlahové topení uvede do provozu příslušným způsobem a každý den se provádí potřebné větrání. Před pokládkou se musí samozřejmě podlahové vytápění vypnout. Podlahoviny je dobré před samotnou montáží nechat v místnosti aklimatizovat po dobu alespoň dvou dnů, aby se vyrovnala vlhkost a teplota všech dílců.

V případě lepení dřevěné krytiny na podklad je nutné použít doporučené lepicí tmely od výrobce podlahového vytápění.

5. Praktická část

5.1 Výběr vhodných třívrstevných dřevěných podlah

Pro samotné posouzení byly vybrány dva typy třívrstvé konstrukce dřevěných podlahovin, které jsou dostupné v širším zastoupení na našem trhu. Prvním typem je třívrstvá podlahovina se středovou nosnou vrstvou ze smrkových latěk, protitahovou vrstvu tvoří loupaná dýha ze smrku a nášlapná vrstva je z dubových lamel. U druhého typu konstrukce je nosná (roznášecí) vrstva z latěk nahrazena OSB deskou, všechny ostatní komponenty jsou stejné, stejná je i tloušťka obou typů podlahovin.

Důležité je, aby obě zvolené podlahy byly opatřeny speciálními zámky pro vzájemné spojení, označovanými jako způsob provedení spoje „click“.

Zkoušky probíhaly v laboratořích Zkušebny stavebně truhlářských výrobků ve Zlíně. Zkušebna je vybavena potřebnými přístroji a techničtí pracovníci mají dlouholeté zkušenosti, mimo jiné, i se zkoušením podlahovin. Pro své měření jsem využil topné fólie, které ve zkušebně mají pro podobné zkoušky již připravené.

Před samotným umístěním podlahovin na toto topné zařízení bylo provedeno několik měření tak, aby po čtrnáctidenním temperování vzorků bylo možné posoudit jejich rozměrovou stálost za vlivu konstantní teploty. U jednotlivých podlahových dílců jsem změřil jejich délku, šířku, průhyb a po rozmístění do plochy i jejich výškové rozdíly se šířkou spár.

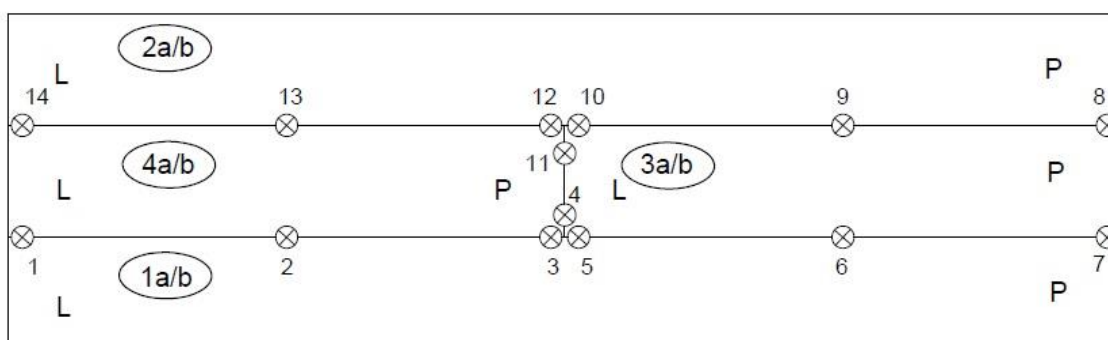
Tab. 5 – Skladba podlahového dílce č. 1 (SM/OSB/DB)

| Skladba podlahového dílce č. 1 (SM/OSB/DB) | | |
|--|---------------|---------------|
| Typ vrstvy | Materiál | Tloušťka [mm] |
| Nášlapná vrstva | Dubové lamely | 3 |
| Roznášecí vrstva | OSB | 9 |
| Protitahová vrstva | Smrková dýha | 2 |

Tab. 6 - Skladba podlahového dílce č. 2 (SM/SM/DB)

| Skladba podlahového dílce č. 2 (SM/SM/DB) | | |
|---|---------------|---------------|
| Typ vrstvy | Materiál | Tloušťka [mm] |
| Nášlapná | Dubové lamely | 3 |
| Rozněšecí vrstva | Smrkové latky | 9 |
| Protitahová vrstva | Smrková dýha | 2 |

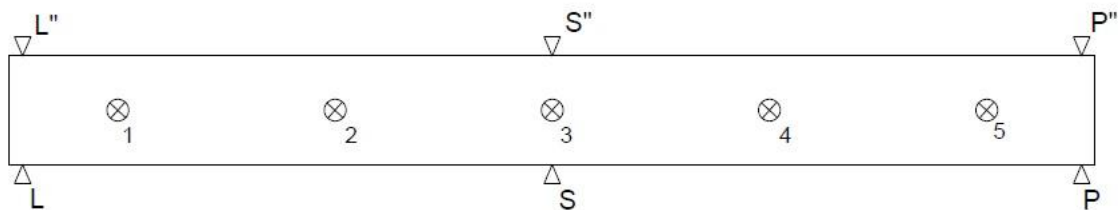
5.1.1 Legenda měření



Obr. 31 – Legenda bodů pro měření (podlahovina sestavená v ploše)

Tab. 7 – Legenda značek k obr. 31

| Značka | Účel |
|------------------------|---|
| L | levá strana dílce |
| P | pravá strana dílce |
| 1a/b; 2a/b; 3a/b; 4a/b | číslo dílce (1,2,3,4) a druh vzorku podlahoviny (a/b) |
| 1-14 | body měření šířky spáry a výškového převýšení |



Obr. 32 – Legenda bodů pro měření (měření jednotlivých dílců)

Tab. 8 – Legenda značek k obr. 32

| Značka | Účel |
|--------|--|
| L- L'' | místo měření šířky dílce na levé straně |
| S-S'' | místo měření šířky na středu dílce |
| P-P'' | místo měření šířky dílce na pravé straně |
| 1-5 | body měření průhybu dílce |

5.2 Výroba zkušebních vzorků

5.2.1 Příprava vzorků

Z důvodu velikosti celkové plochy topných fólií, která je 200×120 cm, jsem musel vzorky podlah upravit. Za tímto účelem jsem využil dílnu ve zkušebně a na formátovací pile jednotlivé podlahové dílce zkrátil na požadovanou délku. Jeden dílec bylo nutné rozříznout na dva kusy, aby bylo možné podlahu složit tak, jako se skládá při reálné pokládce, to znamená, aby vznikly střídavé příčné spáry. Z každého vzorku podlahoviny byl odříznut vlhkostní vzorek, který byl následně zvážen na váze s přesností na jednu tisícinu gramu. Vzorky byly poté umístěny do sušárny a po vysušení opětovně odváženy, aby byla zjištěna jejich vlhkost pomocí váhové metody. Měření vlhkosti tímto způsobem proběhlo i u vzorků odebraných z podlahovin po ukončení zkoušek.



Obr. 33 - Vážení vlhkostních vzorků

5.3 Postup měření zkušebních vzorků

5.3.1 Příprava plochy topných fólií

Základ experimentální plochy s topnými fóliemi tvořila izolační vrstva polystyrénové izolace o tloušťce 50 mm, položená na podlahu místnosti laboratoře. Části této vrstvy jsem propojil přelepením spár páskou. Následně jsem do plochy umístil a zafixoval čidlo termostatu, který reguluje teplotu celé topné plochy. Po ploše izolační vrstvy jsem dále rozložil dvě topné fólie, každou o rozměrech 1200 × 600 mm. Na takto rozmístěné fólie byla umístěna vrstva fólie sloužící jako hydroizolace, zabráňující prosáknutí vody zatečené do spár podlahoviny, např. v případě rozlití tekutiny na podlahu. Na tuto folii poté byla instalována další dvě čidla snímající teplotu těsně pod povrchem vzorků, každé umístěné na střed topné fólie. Následovala samotná pokládka podlahových dílců.



Obr. 34 - Umístění čidla termostatu pro regulaci teploty topných fólií



Obr. 35 - Vrstva spojené izolace a rozložené topné fólie



Obr. 36 - Zakrytí topných fólií celistvou vrstvou fólie, jako izolace proti vodě



Obr. 37 - Vzorky podlahovin umístěných na topné ploše fólie

5.3.2 Měření šířky a délky podlahových dílců

Prvním měřeným rozměrem bylo měření šířky vzorku podlahoviny. K měření jsem použil digitální posuvné měřítko, které mělo platnou kalibrační známku. Pro samotné měření jsem zvolil na každém dílci několik referenčních bodů, které jsem

nejprve odměřil a zaznačil, aby bylo vidět, kde byly prvotní hodnoty naměřeny. Dva body pro získání šířky dílce jsem určil 20 mm od okraje a třetí bod jsem umístil vždy na střed vzorku. Měření probíhalo s přesností na jednu setinu milimetru. Poté jsem provedl měření celkové délky každého dílce svinovacím metrem s přesností na jeden milimetr.



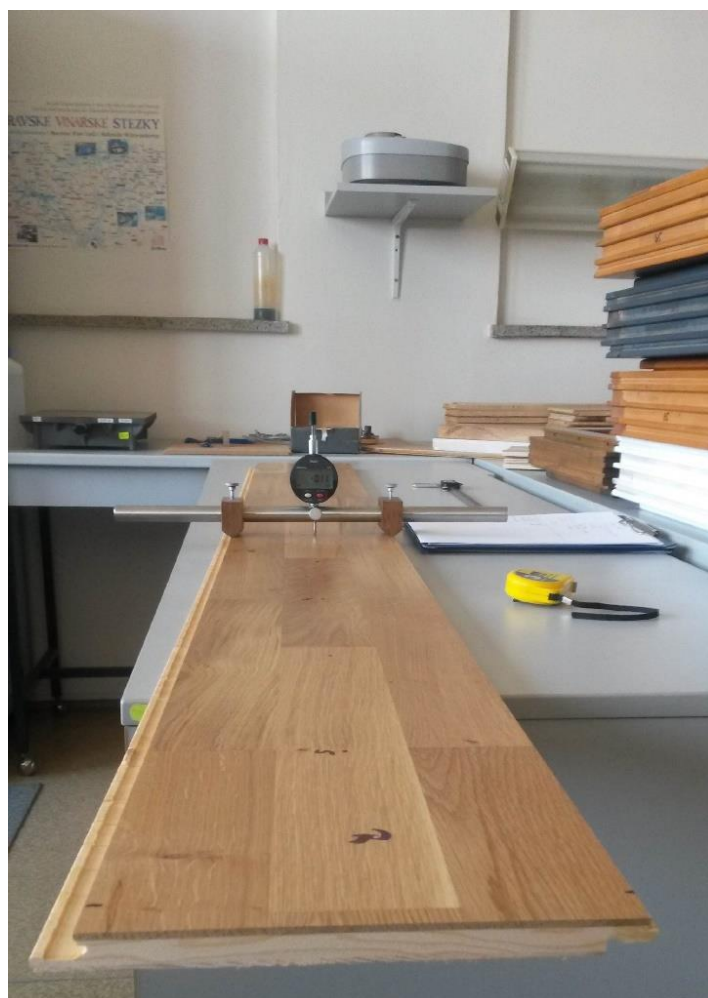
Obr. 38 - Digitální posuvné měřítko

5.3.3 Měření průhybu lamel

Pro měření průhybu jsem na každém vzorku zvolil 5 bodů pro celé dílce a 4 body pro krátké dílce tvořící příčnou spáru. Všechny body byly umístěny do středové linie dílce a to s prvním bodem vzdáleným 200 mm od čela podlahoviny. Následující body byly vzdáleny po 400 mm od sebe. Měřidlem byl zkušebnou vyrobený přípravek opatřený otvorem pro umístění úchylkoměru. Po zkompletování přípravku s úchylkoměrem bylo třeba nastavit rozteč dvou krajních opěrných bodů na patřičnou šířku vzorku a provést kalibraci měřidla. Kalibrace se provádí umístěním na certifikovanou kovovou desku a vynulováním úchylkoměru. Následně jsem prováděl jednotlivá měření na jednotlivých vzorcích podlahoviny v předem vyměřených a zaznačených bodech. Na každém dílci se již nějaký průhyb, byť třeba nepatrný, nacházel. Příčinou této křivosti je pravděpodobně problém v uskladnění podlahových dílců na skladě s velmi nízkou vlhkostí.



Obr. 39 - Kalibrace přípravku s úchylkoměrem



Obr. 40 - Měření průhybu na vzorku podlahy

5.3.4 Měření šířky spár

Po pokládce vrchní podlahové vrstvy na topnou plochu jsem provedl měření šířky spár mezi jednotlivými vzorky. K měření jsem použil ocelové kalibrační měrky určené k měření spár. Rozsah jejich měření stoupá po jedné setině milimetru. Nejslabší měrka má tloušťku 0,04 mm. Při svém měření jsem využil pouze měrky do 0,1 mm tloušťky, větší šířku mezi spárami jsem při prvotním měření nenaměřil.

Pro měření jsem využil již jednotlivé zazačené body na vzorcích z předchozího měření, které jsem si dodatečně očísloval pro lepší přehlednost dat.



Obr. 41 - Měření spár mezi dílci pomocí ocelových měrek

5.3.5 Měření výškových rozdílů mezi podlahovými dílci

Výškové rozdíly byly měřeny pomocí speciálního přípravku a úchylkoměru. Po spojení přípravku s úchylkoměrem jsem provedl kalibraci na kalibrační desce k tomuto účelu určené. Poté jsem změřil jednotlivé přesahy mezi sousedními dílci a to v bodech použitých při předchozím měření šířek spár podlahy, celkem na 14 bodech u každého vzorku podlahoviny.



Obr. 42 - Měření výškového rozdílu sousedících dílců

5.3.6 Uvedení topných fólií do provozu

Po dokončení všech potřebných měření jsem umístil na plochu každého vzorku další dvě čidla snímající teplotu na povrchu nášlapné plochy. Čidla byla instalována na střed každého ze vzorků. Následně byl k systému připojen přístroj na měření hodnot z jednotlivých teplotních čidel. Mezi zaznamenávanými hodnotami byla teplota pod spodní vrstvou a na povrchu podlahových dílců, dále teplota a vlhkost prostředí. Přístroj byl nastaven tak, aby se jednotlivé hodnoty snímaly každých 30 minut po dobu dvou týdnů. Dále bylo třeba zapojit ovládací termostat, který komunikoval s čidlem umístěným pod topnými fóliemi a dle jeho teploty reguloval temperování fólií. Termostat byl nastaven na hodnotu 28 °C, což je v případě použitých dřevěných podlahovin nejideálnější teplota, kterou doporučuje většina výrobců. Maximální teplotu, kterou lze působit na podlahoviny ze dřeva, uvádí většina výrobců na hranici 30 °C, při překročení této hranice dochází k velkým rozměrovým změnám dílců a jejich trvalé deformaci. Pro kontrolu si někteří výrobci dřevěných podlahovin do dílců zabudovávají speciální kolky, které se při překročení teplotní hranice zbarví a zákazník nemá nárok na reklamaci. Tyto kolky se však většinou umísťují pouze do dražších podlahovin.



Obr. 43 - Umístění čidel pro zaznamenávání teploty na povrchu



Obr. 44 - Dataloger zaznamenávající teploty na jednotlivých čidlech



Obr. 45 - Termostat ragulující teplotu topných fólií

5.3.6.1 Výpočet tepelného odporu

Důležitým faktorem je tepelný odpor podlahovin všeobecně. Jelikož u zvolených vzorků k testování nebylo možné tepelné odpory dohledat, bylo třeba je vypočítat.

Definice: 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. Tepelný odpor konstrukce je roven součtu tepelných odporů jednotlivých (planparalelních) vrstev, ze kterých je konstrukce složena.

$$\text{Vztah pro výpočet tepelného odporu: } R = \frac{d}{\lambda} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$$

Kde:

d je tloušťka vrstvy; tloušťka vrstvy v konstrukci [m]

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

Tab. 9 - Hodnota tepelného odporu

| Podlahový dílec | Vypočtená hodnota tepelného odporu [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$] |
|-----------------|--|
| 1. SM/SM/DB | 0,075 |
| 2. SM/OSB/DB | 0,094 |

6. Výsledky měření

6.1 Výsledky měření pro podlahu č. 1 (SM/OSB/DB)

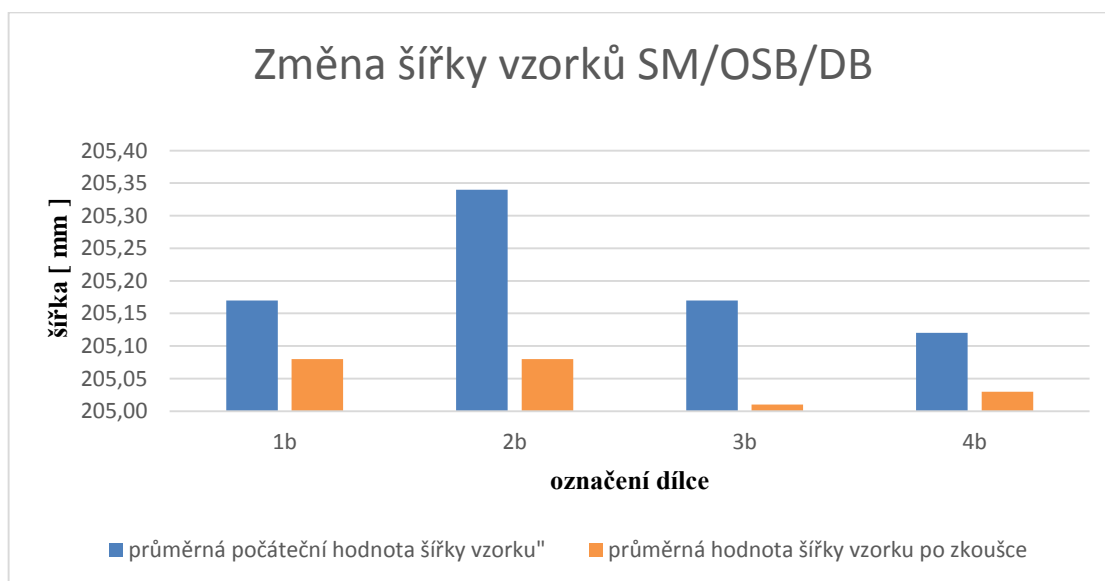
Tab. 10 – Šířka vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty

| Šířka vzorku SM/OSB/DB – počáteční hodnoty | | | | |
|--|-----------------|----------------|------------------|----------------------------|
| Označení vzorku | Levý okraj [mm] | Na středu [mm] | Pravý okraj [mm] | Průměrná šířka vzorku [mm] |
| 1b | 205,14 | 205,22 | 205,14 | 205,17 |
| 2b | 205,14 | 205,07 | 205,8 | 205,34 |
| 3b | 205,18 | 205,2 | 205,12 | 205,17 |
| 4b | 205,17 | 205,08 | 205,11 | 205,12 |

Tab. 11 – Šířka vzorků SM/OSB/DB – hodnoty po zkoušce

| Šířka vzorku SM/OSB/DB – hodnoty po zkoušce | | | | |
|---|-----------------|----------------|------------------|----------------------------|
| Označení vzorku | levý okraj [mm] | na středu [mm] | pravý okraj [mm] | průměrná šířka vzorku [mm] |
| 1b | 205,11 | 205,09 | 205,03 | 205,08 |
| 2b | 205,11 | 205,04 | 205,08 | 205,08 |
| 3b | 205,03 | 205,05 | 204,95 | 205,01 |
| 4b | 205,03 | 205,03 | 205,02 | 205,03 |

Graf. 1 – Velikost šířky vzorku SM/OSB/DB před a po zkoušce



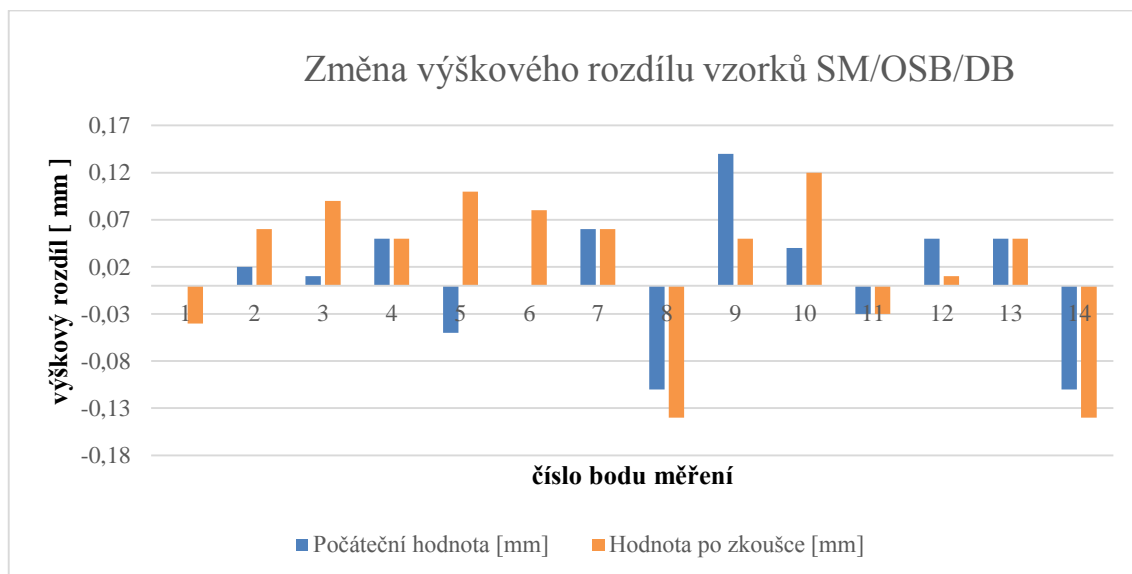
Graf 1

V grafu je znázorněna modrou barvou hodnota šířky jednotlivých dílců před zapnutím podlahového vytápění. Oranžově zabarvená je hodnota šířky dílců po 14 dnech temperování podlahy elektrickým vytápěním. Z grafu je patrné seschnutí v řádech desetin milimetru, což je změna viditelná pouhým okem. V praxi by to znamenalo, že po dlouhodobé tepelné zátěži dojde k vytvoření nežádoucích trvalých spár mezi dílci podlahy.

Tab. 12 – Výškový rozdíl vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

| Výškový rozdíl vzorků SM/OSB/DB | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Číslo bodu | Počáteční hodnota [mm] | Hodnota po zkoušce [mm] |
| 1 | 0 | -0,04 |
| 2 | 0,02 | 0,06 |
| 3 | 0,01 | 0,09 |
| 4 | 0,05 | 0,05 |
| 5 | -0,05 | 0,1 |
| 6 | 0 | 0,08 |
| 7 | 0,06 | 0,06 |
| 8 | -0,11 | -0,14 |
| 9 | 0,14 | 0,05 |
| 10 | 0,04 | 0,12 |
| 11 | -0,03 | -0,03 |
| 12 | 0,05 | 0,01 |
| 13 | 0,05 | 0,05 |
| 14 | -0,11 | -0,14 |

Graf 2 – Změna výškového rozdílu vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce



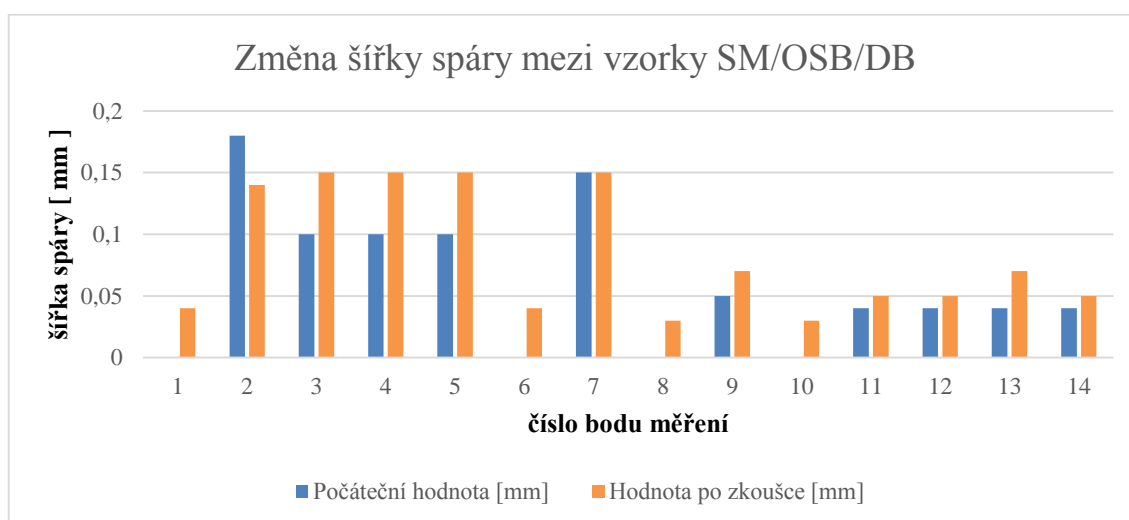
Graf 2

V tomto grafu je znázorněn vliv působení podlahového vytápění na výškový rozdíl spojených dílců v ploše podlahy. Z grafu je patrná změna výšky jednotlivých dílců, avšak v některých bodech se výška téměř nezměnila. Například v bodě 4, 7 a 13 nedošlo k výrazné změně hodnot.

Tab. 13 – Šířky spáry mezi dílci vzorku SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

| Šířka spáry mezi vzorky SM/OSB/DB | | |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Číslo bodu | Počáteční hodnota [mm] | Hodnota po zkoušce [mm] |
| 1 | 0 | 0,04 |
| 2 | 0,18 | 0,14 |
| 3 | 0,1 | 0,15 |
| 4 | 0,1 | 0,15 |
| 5 | 0,1 | 0,15 |
| 6 | 0 | 0,04 |
| 7 | 0,15 | 0,15 |
| 8 | 0 | 0,03 |
| 9 | 0,05 | 0,07 |
| 10 | 0 | 0,03 |
| 11 | 0,04 | 0,05 |
| 12 | 0,04 | 0,05 |
| 13 | 0,04 | 0,07 |
| 14 | 0,04 | 0,05 |

Graf 3 – Změna šířky spáry mezi dílci vzorku SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce



Graf 3

V grafu lze vidět rozdíl zvětšení šířky spáry. Po dvou týdnech byl nárůst hodnot u této podlahoviny přibližně o 1/3. Výjimkou jsou body 2 a 7, možným důvodem je chyba měření, jelikož rozdíl v šířce je patrný ve všech ostatních bodech. Jednou z možností je špatný kontakt vzorku s topnou fólií.

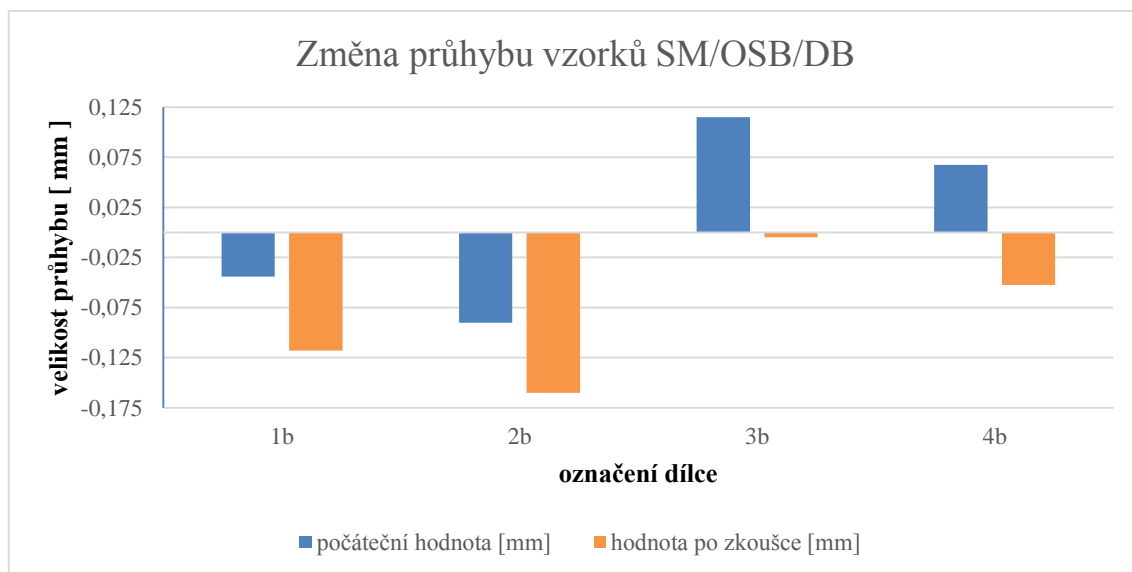
Tab. 14 – Průhyb vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty

| Průhyb vzorků SM/OSB/DB - počáteční hodnota | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| Označení vzorku | Bod 1 [mm] | Bod 2 [mm] | Bod 3 [mm] | Bod 4 [mm] | Bod 5 [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1b | -0,1 | -0,04 | -0,04 | -0,03 | -0,01 | -0,044 |
| 2b | -0,11 | -0,07 | -0,08 | -0,07 | -0,12 | -0,09 |
| 3b | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,1 | | 0,115 |
| 4b | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | | 0,0675 |

Tab. 15 – Průhyb vzorků SM/OSB/DB – hodnoty po zkoušce

| Průhyb vzorku SM/OSB/DB - hodnota po zkoušce | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| Označení vzorku | Bod 1 [mm] | Bod 2 [mm] | Bod 3 [mm] | Bod 4 [mm] | Bod 5 [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1b | -0,15 | -0,11 | -0,14 | -0,13 | -0,06 | -0,118 |
| 2b | -0,16 | -0,1 | -0,17 | -0,18 | -0,19 | -0,16 |
| 3b | -0,02 | 0,02 | 0 | -0,02 | | -0,005 |
| 4b | -0,07 | -0,05 | -0,07 | -0,02 | | -0,0525 |

Graf 4 – Změny průhybu vzorku SM/OSB/DB



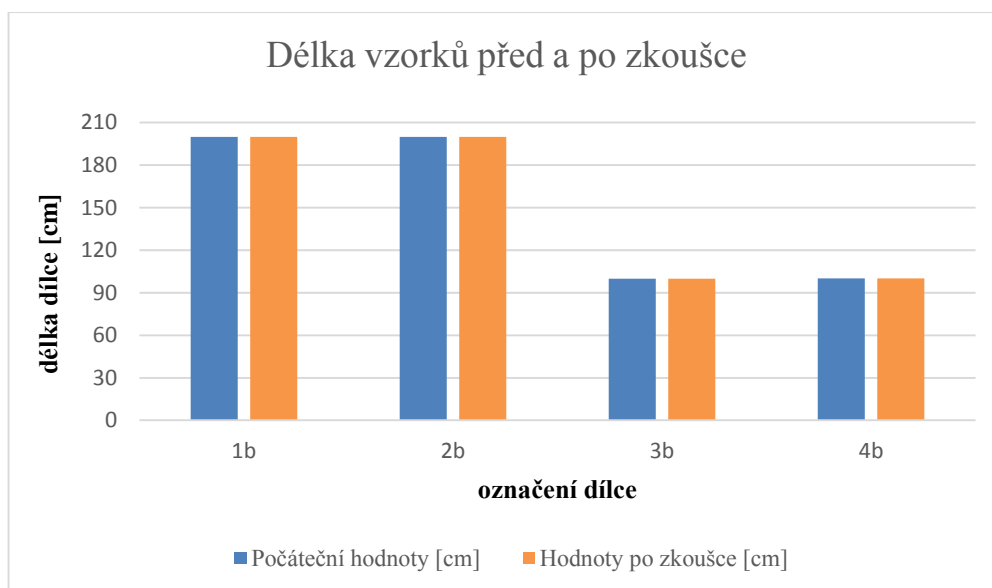
Graf 4

V tomto grafu je znázorněna změna průhybu podlahovin vlivem působení teploty. Je patrné, že došlo k navýšení hodnoty průhybu dílců po tepelné zátěži. V bodě 3b, zřejmě došlo k opačnému směru průhybu, to znamená k průhybu podlahoviny směrem nahoru od podkladu. Podlahový dílec při takto vzniklém průhybu může mít zhoršený kontakt s podlahovým vytápěním a tím pádem dojde ke zvýšení tepelného odporu a snížení účinnosti.

Tab. 16 – Délka vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

| Délka vzorků SM/OSB/DB | | |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Označení vzorku | Počáteční hodnoty [cm] | Hodnoty po zkoušce [cm] |
| 1b | 199,8 | 199,8 |
| 2b | 200 | 199,9 |
| 3b | 99,9 | 99,9 |
| 4b | 100,1 | 100 |

Graf. 5 – Délka vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce



Graf 5

Z grafu je patrné, že změna délky jednotlivých dílců nebyla příliš velká. Délkové rozdíly byly měřeny s přesností 0,1 mm. Z tabulky je však patrné částečné seschnutí u některých dílců.

6.2 Výsledky měření pro podlahu č. 2 (SM/SM/DB)

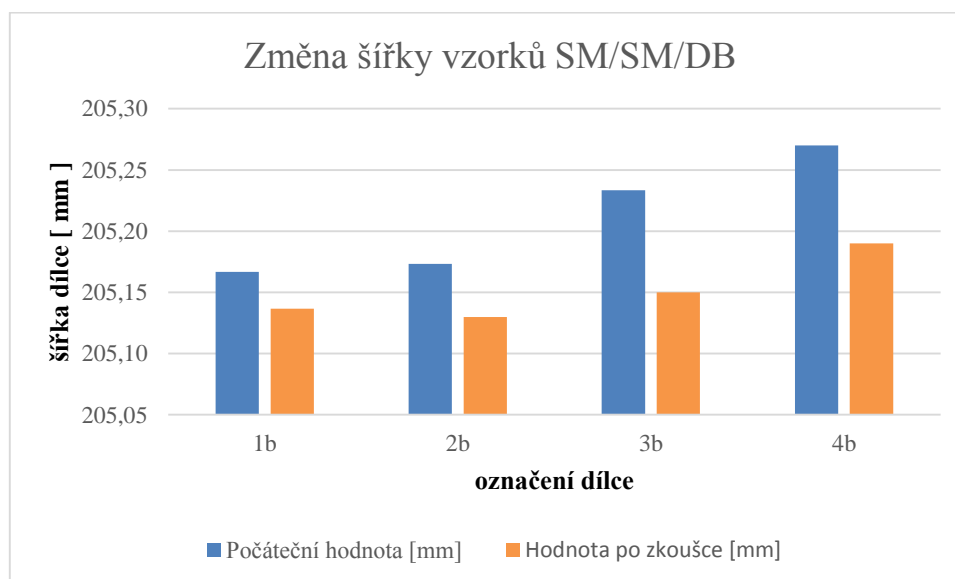
Tab. 17 – Šířka vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty

| Šířka vzorku SM/SM/DB - počáteční hodnoty | | | | |
|---|-----------------|----------------|------------------|----------------------------|
| Označení vzorku | Levý okraj [mm] | Na středu [mm] | Pravý okraj [mm] | Průměrná šířka vzorku [mm] |
| 1a | 205,2 | 205,13 | 205,17 | 205,17 |
| 2a | 205,16 | 205,18 | 205,18 | 205,17 |
| 3a | 205,22 | 205,26 | 205,22 | 205,23 |
| 4a | 205,25 | 205,28 | 205,28 | 205,27 |

Tab. 18 – Šířka vzorků SM/SM/DB – hodnoty po zkoušce

| Šířka vzorků SM/SM/DB - hodnoty po zkoušce | | | | |
|--|-----------------|----------------|------------------|----------------------------|
| Označení vzorku | Levý okraj [mm] | Na středu [mm] | Pravý okraj [mm] | Průměrná šířka vzorku [mm] |
| 1a | 205,15 | 205,1 | 205,16 | 205,14 |
| 2a | 205,11 | 205,17 | 205,11 | 205,13 |
| 3a | 205,13 | 205,18 | 205,14 | 205,15 |
| 4a | 205,16 | 205,2 | 205,21 | 205,19 |

Graf 6 – Změna šířky vzorků SM/SM/DB



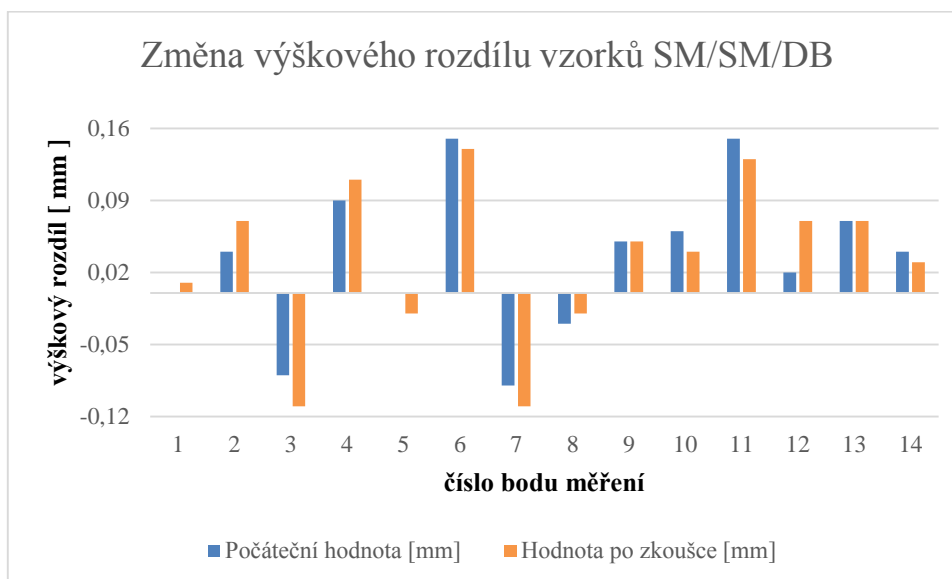
Graf 6

V grafu lze pozorovat změnu šířky podlahových dílců, ke které došlo vlivem působení podlahového vytápění. Změna se zde však pohybuje především v řádu setin milimetru. Lze tedy hodnotit tento typ podlahoviny za vhodnou volbu pro podlahové vytápění.

Tab. 19 – Výškový rozdíl vzorů SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

| Výškový rozdíl vzorků SM/SM/DB | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Číslo bodu | Počáteční hodnota [mm] | Hodnota po zkoušce [mm] |
| 1 | 0 | 0,01 |
| 2 | 0,04 | 0,07 |
| 3 | -0,08 | -0,11 |
| 4 | 0,09 | 0,11 |
| 5 | 0 | -0,02 |
| 6 | 0,15 | 0,14 |
| 7 | -0,09 | -0,11 |
| 8 | -0,03 | -0,02 |
| 9 | 0,05 | 0,05 |
| 10 | 0,06 | 0,04 |
| 11 | 0,15 | 0,13 |
| 12 | 0,02 | 0,07 |
| 13 | 0,07 | 0,07 |
| 14 | 0,04 | 0,03 |

Graf 7 – Změna výškového rozdílu vzorků SM/SM/DB



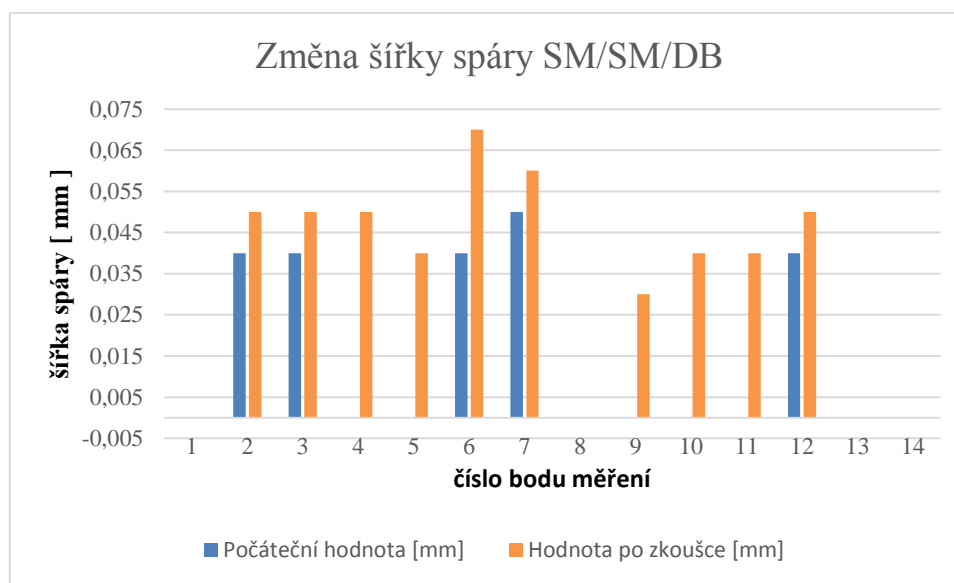
Graf 7

V tomto grafu je znázorněn vliv působení podlahového vytápění na výškový rozdíl jednotlivých spojených dílců v ploše. Z grafu je patrná změna výšky jednotlivých dílců, avšak v některých bodech se výška téměř nezměnila. Například v bodě 9 a 13 nedošlo k výraznému rozdílu hodnot. Příčinou může být i nestejněměrné prohřátí od topné fólie.

Tab. 20 – Rozdíl šířky spár vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

| Šířka spáry mezi vzorky SM/SM/DB | | |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Číslo bodu | Počáteční hodnota [mm] | Hodnota po zkoušce [mm] |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0,04 | 0,05 |
| 3 | 0,04 | 0,05 |
| 4 | 0 | 0,05 |
| 5 | 0 | 0,04 |
| 6 | 0,04 | 0,07 |
| 7 | 0,05 | 0,06 |
| 8 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0,03 |
| 10 | 0 | 0,04 |
| 11 | 0 | 0,04 |
| 12 | 0,04 | 0,05 |
| 13 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 |

Graf 8 – Změna šířky spár vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce



Graf 8

V grafu lze vidět rozdíl nárůstu velikosti šířky spáry. Po dvou týdnech byl nárůst hodnot u této podlahoviny poměrně malý, řádově se jednalo o několik setin milimetru. Z grafu sice vychází velký rozdíl oproti počáteční měřené hodnotě, ale vzhledem k tomu, že počáteční šířka spáry byla okem prakticky neznatelná, lze uvedený rozdíl hodnotit jako přípustitelný pro kombinaci této podlahoviny s podlahovým vytápěním.

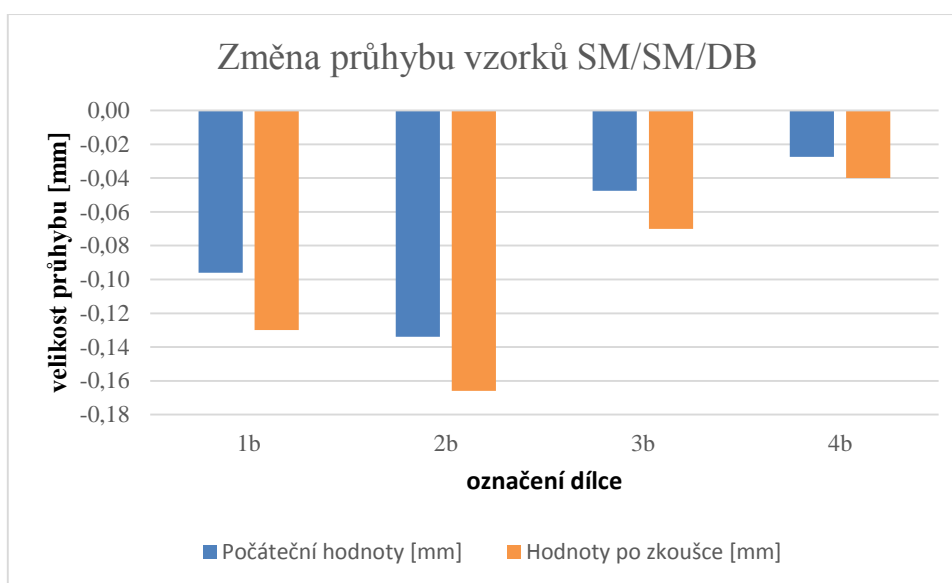
Tab. 21 – Průhyb vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty

| Průhyb vzorků SM/SM/DB - počáteční hodnoty | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------|
| Označení vzorku | bod 1 [mm] | bod 2 [mm] | bod 3 [mm] | bod 4 [mm] | bod 5 [mm] | průměrný průhyb vzorku [mm] |
| 1a | -0,09 | -0,05 | -0,11 | -0,09 | -0,14 | -0,10 |
| 2a | -0,15 | -0,14 | -0,13 | -0,15 | -0,1 | -0,13 |
| 3a | -0,06 | -0,03 | -0,06 | -0,04 | X | -0,05 |
| 4a | -0,1 | 0 | -0,03 | 0,02 | X | -0,03 |

Tab. 22 – Průhyb vzorků SM/SM/DB – hodnoty po zkoušce

| Průhyb vzorku SM/SM/DB - hodnoty po zkoušce | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------|
| Označení vzorku | bod 1 [mm] | bod 2 [mm] | bod 3 [mm] | bod 4 [mm] | bod 5 [mm] | průměrný průhyb vzorku [mm] |
| 1a | -0,13 | -0,1 | -0,15 | -0,11 | -0,16 | -0,13 |
| 2a | -0,18 | -0,16 | -0,14 | -0,22 | -0,13 | -0,17 |
| 3a | -0,05 | -0,07 | -0,1 | -0,06 | X | -0,07 |
| 4a | -0,08 | -0,01 | -0,05 | -0,02 | X | -0,04 |

Graf 9 – Změna průhybu vzorků SM/SM/DB – před a po zkoušce



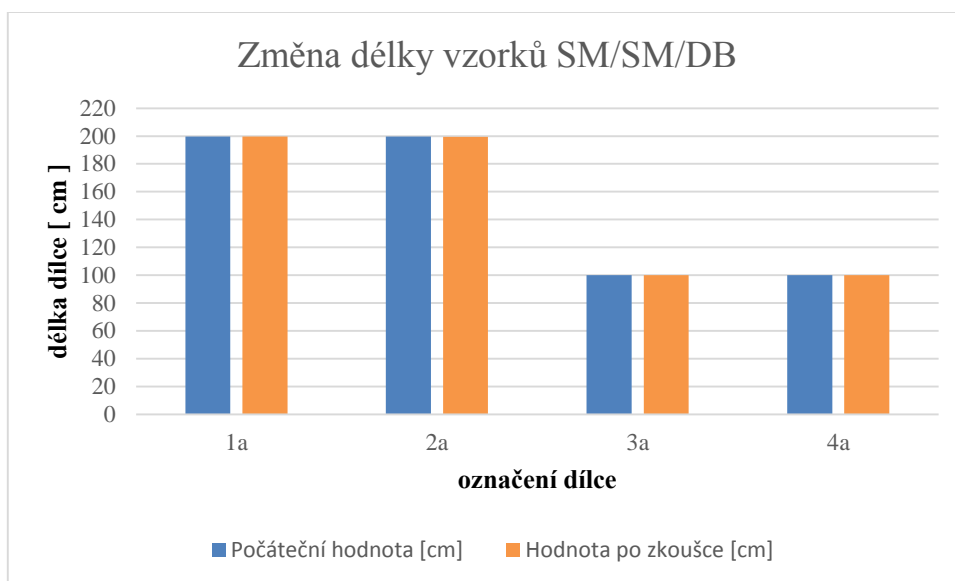
Graf 9

V grafu je vidět změna v průhybu jednotlivých dílců tohoto typu podlahoviny. Změna průhybu je patrná, ale je pouze minimální, řádově opět v hodnotách setin milimetru. Celkově lze hodnotit tuto tvarovou změnu jako přijatelnou pro použití vzorku podlahoviny na podlahové vytápění.

Tab. 23 – Délka vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

| Délka vzorků SM/SM/DB | | |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Označení vzorku | Počáteční hodnota [cm] | Hodnota po zkoušce [cm] |
| 1a | 199,7 | 199,6 |
| 2a | 199,6 | 199,5 |
| 3a | 100 | 100 |
| 4a | 100,1 | 100 |

Graf 10 – Změna délky vzorků SM/SM/DB – před a po zkoušce



Graf 10

V grafu je znázorněn rozdíl délky podlahových dílců před a po tepelné zátěži. Jednotlivé dílce byly opět měřeny s přesností na 0,1 mm. Z tabulky je opět vidět mezi výchozími hodnotami seschnutí některých dílců.

6.3 Vzájemné porovnání zkušebních vzorků

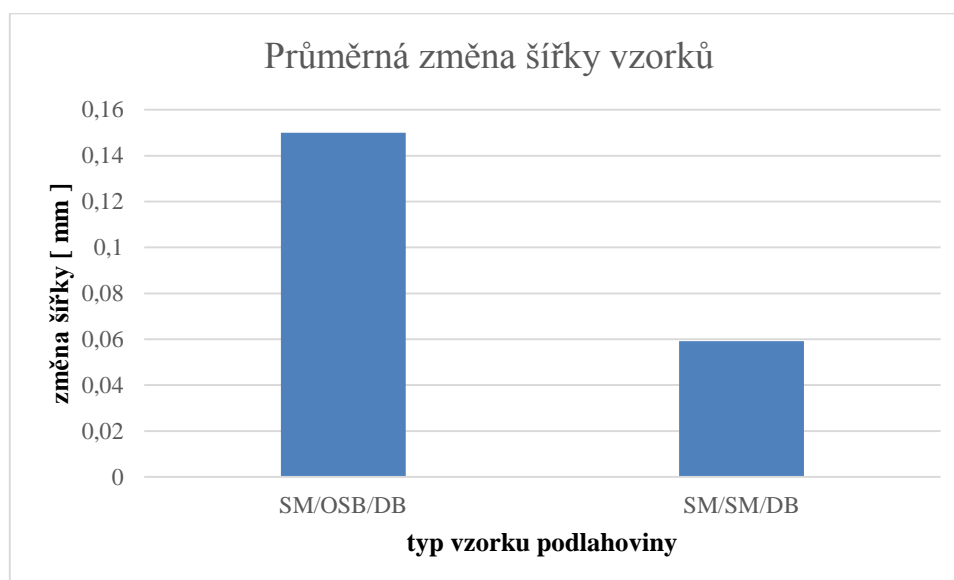
Tab. 24 – Celkový rozdíl šířky vzorků SM/OSB/DB

| Celkový rozdíl šířky vzorků SM/OSB/DB | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------------|
| Označení vzorku | Levý okraj [mm] | Na středu [mm] | Pravý okraj [mm] | Průměrný rozdíl [mm] |
| 1b | 0,03 | 0,13 | 0,11 | 0,09 |
| 2b | 0,03 | 0,03 | 0,72 | 0,26 |
| 3b | 0,15 | 0,15 | 0,17 | 0,16 |
| 4b | 0,14 | 0,05 | 0,09 | 0,09 |
| Průměrný rozdíl šířky vzorků | | | | 0,15 |

Tab. 25 – Celkový rozdíl šířky vzorků SM/SM/DB

| Celkový rozdíl šířky vzorků SM/SM/DB | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------------|
| Označení vzorku | Levý okraj [mm] | Na středu [mm] | Pravý okraj [mm] | Průměrný rozdíl [mm] |
| 1a | 0,05 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| 2a | 0,05 | 0,01 | 0,07 | 0,04 |
| 3a | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| 4a | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,08 |
| Průměrný rozdíl šířky vzorku | | | | 0,06 |

Graf 11 – Průměrná změna šířky u podlahoviny SM/SM/DB a SM/OSB/DB



Graf 11

Tento graf zobrazuje průměrnou změnu šířky měřené před a po tepelné zátěži na obou vzorcích podlahovin. Z grafu můžeme vyčíst, že větší rozdíl v šířce, před a po tepelné zátěži, měla podlahovina s roznášecí vrstvou z OSB desky. Hodnoty byly brány z průměrných hodnot každého jednotlivého vzorku.

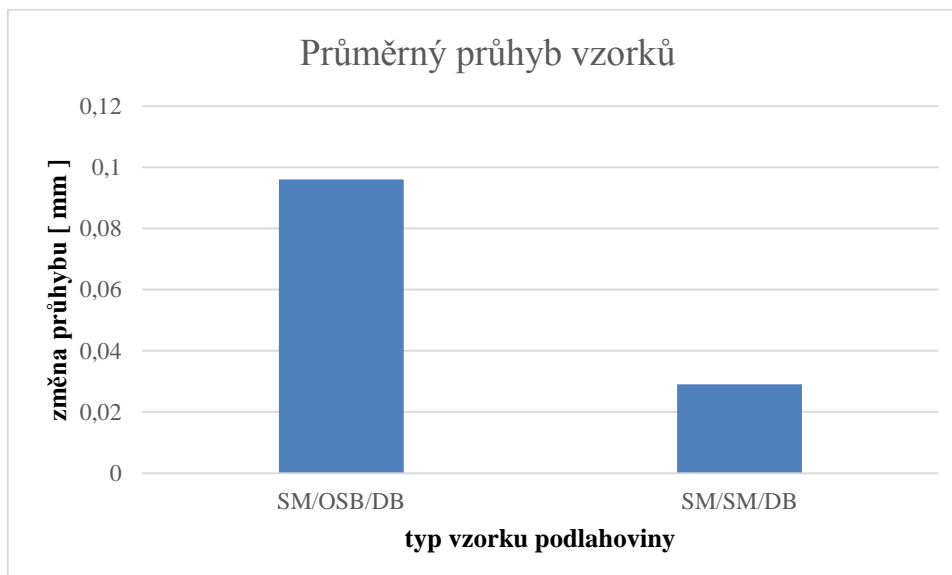
Tab. 26 – Celkový rozdíl průhybu vzorků SM/OSB/DB

| Celkový rozdíl průhybu vzorků SM/OSB/DB | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| Označení vzorku | Bod 1 [mm] | Bod 2 [mm] | Bod 3 [mm] | Bod 4 [mm] | Bod 5 [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1b | 0,05 | 0,07 | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 0,074 |
| 2b | 0,05 | 0,03 | 0,09 | 0,11 | 0,07 | 0,07 |
| 3b | 0,11 | 0,11 | 0,14 | 0,12 | | 0,12 |
| 4b | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,08 | | 0,12 |
| Průměrný průhyb plochy vzorku | | | | | | 0,096 |

Tab. 27 – Celkový rozdíl průhybu vzorků SM/SM/DB

| Rozdíl průhybu vzorků SM/SM/DB | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| Označení vzorku | Bod 1 [mm] | Bod 2 [mm] | Bod 3 [mm] | Bod 4 [mm] | Bod 5 [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1a | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,034 |
| 2a | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,032 |
| 3a | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | | 0,0275 |
| 4a | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | | 0,0225 |
| Průměrný průhyb plochy vzorku | | | | | | 0,029 |

Graf 12 – Průměrný průhyb u vzorků podlahovin SM/SM/DB a SM/OSB/DB



Graf 12

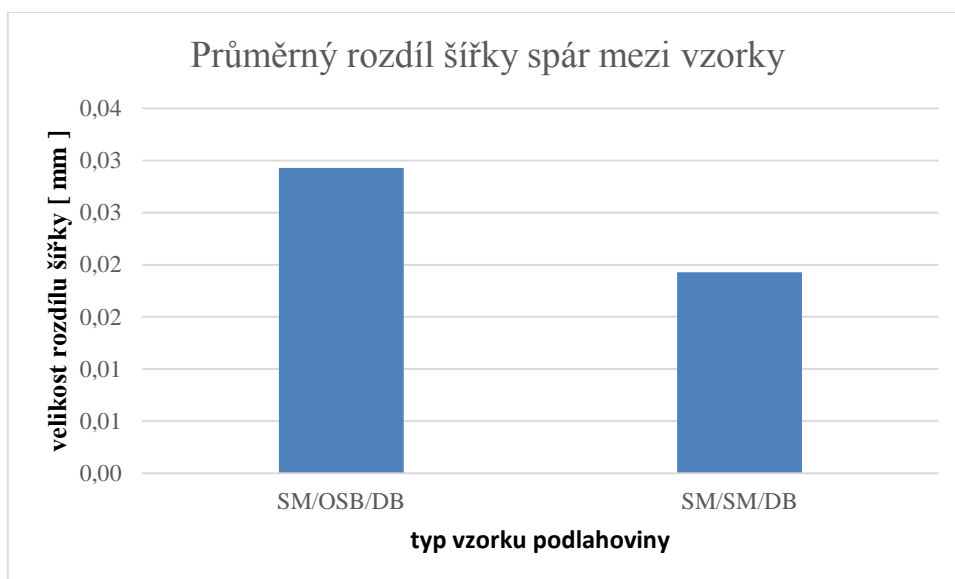
V grafu je zobrazen průměrný rozdíl v průhybu před a po tepelné zátěži pro oba vzorky podlahovin. Z grafu jednoznačně vyplývá, že průměrný rozdíl průhybu byl větší pro dílce vzorku se středovou roznášecí vrstvou z OSB desky.

Tab. 28 – Celkový rozdíl šířky spáry zorků SM/OSB/DB a SM/SM/DB

| Celkový rozdíl šířky spáry SM/OSB/DB | | |
|---|--------------------|-----------------------|
| Číslo bodu | Rozdíl hodnot [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1 | 0,04 | 0,03 |
| 2 | 0,04 | |
| 3 | 0,05 | |
| 4 | 0,05 | |
| 5 | 0,05 | |
| 6 | 0,04 | |
| 7 | 0 | |
| 8 | 0,03 | |
| 9 | 0,02 | |
| 10 | 0,03 | |
| 11 | 0,01 | |
| 12 | 0,01 | |
| 13 | 0,03 | |
| 14 | 0,01 | |

| Celkový rozdíl šířky spáry SM/SM/DB | | |
|--|--------------------|-----------------------|
| Číslo bodu | Rozdíl hodnot [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1 | 0 | 0,02 |
| 2 | 0,01 | |
| 3 | 0,01 | |
| 4 | 0,05 | |
| 5 | 0,04 | |
| 6 | 0,03 | |
| 7 | 0,01 | |
| 8 | 0 | |
| 9 | 0,03 | |
| 10 | 0,04 | |
| 11 | 0,04 | |
| 12 | 0,01 | |
| 13 | 0 | |
| 14 | 0 | |

Graf 13 – Průměrný rozdíl šířky spár mezi vzorky SM/SM/DB a SM/OSB/DB



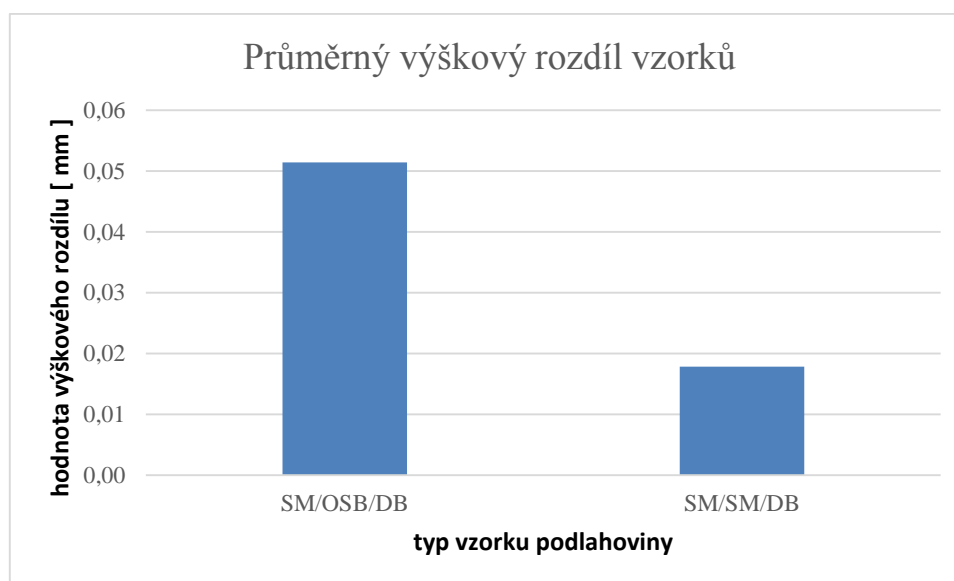
Graf 13

Tento graf zobrazuje průměrný rozdíl šířky spár před a po tepelné zátěži pro oba vzorky podlahoviny. Z grafu vyplývá, že větší změna byla zaznamenána u vzorku se středovou roznášecí vrstvou z OSB desky.

Tab. 29 – Průměrný výškový rozdíl vzorků SM/OSB/DB a SM/SM/DB

| Celkový výškový rozdíl vzorků SM/OSB/DB | | | Celkový výškový rozdíl vzorků SM/SM/DB | | |
|---|---------------------|-----------------------|--|---------------------|-----------------------|
| Číslo bodu | Výškový rozdíl [mm] | Průměrná hodnota [mm] | Číslo bodu | Výškový rozdíl [mm] | Průměrná hodnota [mm] |
| 1 | 0 | 0,05 | 1 | 0,01 | 0,02 |
| 2 | 0,02 | | 2 | 0,03 | |
| 3 | 0,01 | | 3 | 0,03 | |
| 4 | 0,05 | | 4 | 0,02 | |
| 5 | 0,05 | | 5 | 0,02 | |
| 6 | 0 | | 6 | 0,01 | |
| 7 | 0,06 | | 7 | 0,02 | |
| 8 | 0,11 | | 8 | 0,01 | |
| 9 | 0,14 | | 9 | 0 | |
| 10 | 0,04 | | 10 | 0,02 | |
| 11 | 0,03 | | 11 | 0,02 | |
| 12 | 0,05 | | 12 | 0,05 | |
| 13 | 0,05 | | 13 | 0 | |
| 14 | 0,11 | | 14 | 0,01 | |

Graf 14 – Průměrný výškový rozdíl vzorků SM/SM/DB a SM/OSB/DB



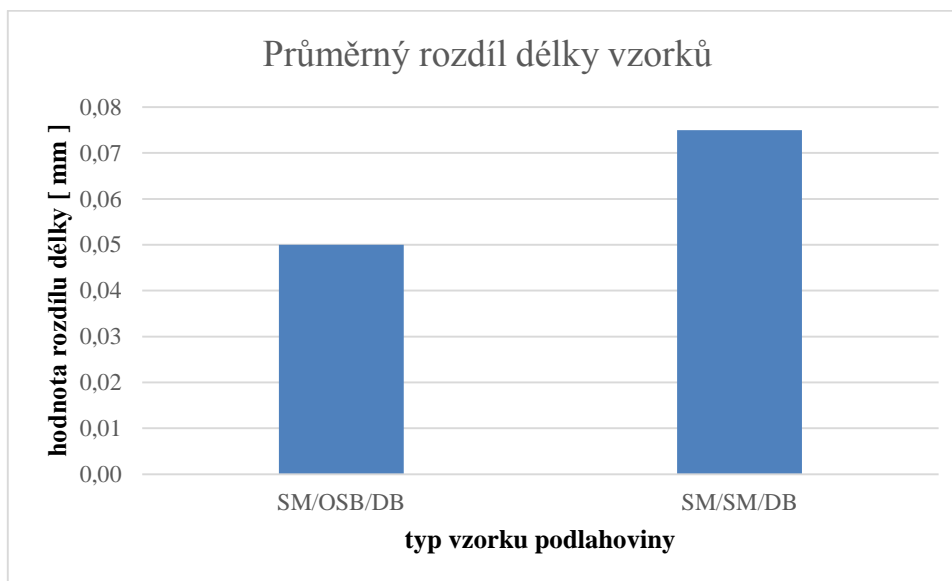
Graf 14

V grafu je zobrazena průměrná změna výškového rozdílu vzorků obou testovaných typů podlahovin. Z výsledků jednoznačně vyplývá, že větší nárůst výškového rozdílu jednotlivých dílců má vzorek podlahoviny se středovou roznášecí vrstvou z OSB desky.

Tab. 30 – Průměrný rozdíl délek vzorků SM/OSB/DB a SM/SM/DB

| Rozdíl délky vzorků SM/OSB/DB | | | Rozdíl délky vzorků SM/SM/DB | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Označení vzorku | Rozdíl délek [cm] | Průměrný rozdíl délky [mm] | Označení vzorku | Rozdíl délek [cm] | Průměrný rozdíl délky [mm] |
| 1b | 0 | 0,05 | 1a | 0,1 | 0,075 |
| 2b | 0,1 | | 2a | 0,1 | |
| 3b | 0 | | 3a | 0 | |
| 4b | 0,1 | | 4a | 0,1 | |

Graf 15 – Průměrný rozdíl délek vzorků SM/SM/DB a SM/OSB/DB



Graf 15

Tento graf zachycuje průměrnou změnu délky dílců obou testovaných podlahovin. Zde vyšla změna délky v neprospěch vzorku s roznášecí vrstvou ze smrkových latěk. Hodnoty délky byly měřeny s přesností 0,1 mm. Z grafu vyplývá, že větších rozměrových změn dosáhla podlahovina s roznášecí vrstvou ze smrkových latěk.

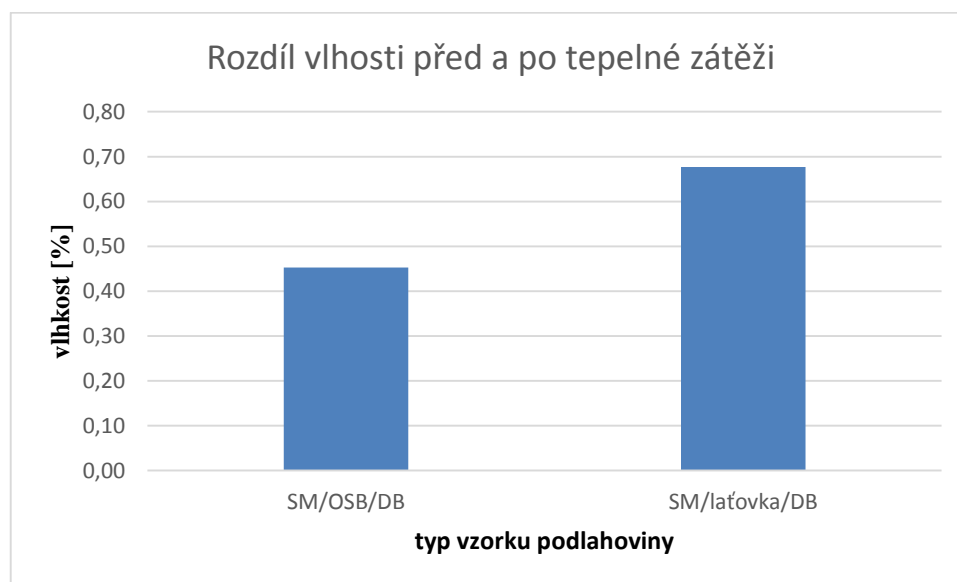
Tab. 31 – Počáteční vlhkost podlahovin SM/OSB/DB a SM/SM/DB

| Počáteční vlhkost podlahovin před testem | | | |
|--|------------------------|--------------------------|-------------|
| ozn. vzorku | počáteční hmotnost [g] | hmotnost po vysušení [g] | vlhkost [%] |
| 1a | 46,58 | 43,06 | 8,18 |
| 2a | 53,01 | 48,96 | 8,28 |
| 1b | 53,95 | 50,26 | 7,34 |
| 2b | 55,09 | 51,55 | 6,87 |
| Průměrná vlhkost podlahoviny SM/OSB/DB | | | 7,11 |
| Průměrná vlhkost podlahoviny SM/SM/DB | | | 8,23 |

Tab. 32 – Vlhkost podlahovin SM/OSB/DB a SM/SM/DB po testu

| Vlhkost podlahovin po testu | | | |
|--|------------------------|--------------------------|-------------|
| ozn. vzorku | počáteční hmotnost [g] | hmotnost po vysušení [g] | vlhkost [%] |
| 1a | 53,23 | 49,49 | 7,55 |
| 2a | 66,92 | 62,22 | 7,55 |
| 1b | 55,36 | 51,94 | 6,58 |
| 2b | 48,56 | 45,50 | 6,73 |
| Průměrná vlhkost podlahoviny SM/OSB/DB | | | 6,65 |
| Průměrná vlhkost podlahoviny SM/SM/DB | | | 7,55 |

Graf 16 – Průměrný rozdíl vlhkosti SM/SM/DB a SM/OSB/DB před a po testu



Graf 16

V tomto grafu je vidět rozdíl vlhkosti jednotlivých testovaných podlahovin vlivem tepelné zátěže. Z grafu je jednoznačně patrný větší úbytek vlhkosti u podlahoviny s laťkovým středem. Zajímavé je, že u vzorku s OSB vrstvou i přes menší úbytek vlhkosti došlo všeobecně k větším tvarovým změnám.

6.4 Parametry průběhu testu

Tab. 33 – Maxima a minima teplot SM/OSB/DB a SM/SM/DB během testu

| Průběh teplot jednotlivých vzorků podlahovin během testu | | | |
|--|--------------|--------------|----------------------|
| Umístění čidla | Minimum [°C] | Maximum [°C] | Střední hodnota [°C] |
| kanál 1 - teplota na povrchu SM/OSB/DB | 20,5 | 30,4 | 28,46 |
| kanál 2 - teplota na povrchu SM/laťky/DB | 20,2 | 31,3 | 29,07 |
| kanál 1 - teplota pod povrchem SM/OSB/DB | 20,6 | 25 | 23,84 |
| kanál 4 - teplota pod povrchem SM/laťky/DB | 20,3 | 25 | 24,04 |

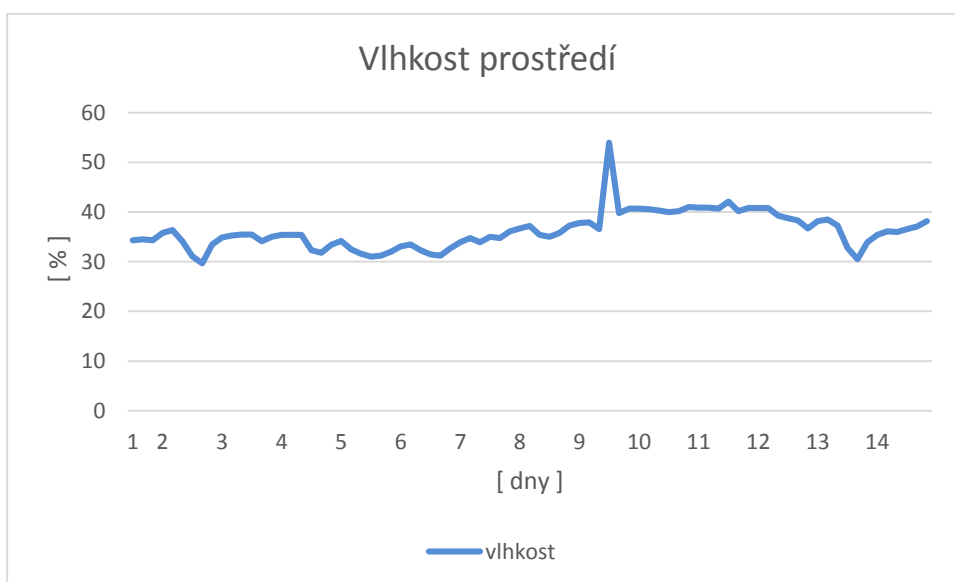
Graf 17 – Průběh teplot na jednotlivých čidlech v průběhu testu



Graf 18 – Teplota okolního prostředí v průběhu 14 dnů



Graf 19 – Vlhkost okolního prostředí v průběhu 14 dnů



7. Návrh možného konstrukčného riešenia

Pri riešení vhodnosti kombinácie drevenej podlahy a podlahového vytápění vyvstáva niekoľko dôležitých problémů. Jedným z najväčších nedostatkov tejto kombinácie je veľký tepelný odpor drevených podlahovín. Dalším problémom je špatná rozměrová stálost týchto materiálov pri pôsobení zvýšenej teploty podlahového vytápění. Podlahoviny v masivním dřevěném provedení jsou téměř nepoužitelné z důvodu velkých rozměrových změn vlivem sesychání. Z tohoto důvodu je třeba obrátit pozornost k vícevrstvým konstrukcím podlahovín. V této kategorii se nabízí volba mezi dvou a třívrstevnými podlahovinami. Dvouvrstevná konstrukce má lepší tepelně vodivé vlastnosti, avšak nemá příliš dobrou rozměrovou stálost z důvodu chybějící protitahové vrstvy. Vhodnou alternativou pro podlahové vytápění jsou tedy třívrstevné konstrukce. Jejich rozměrová stálost je zajištěna protitahovou vrstvou a tepelně vodivé vlastnosti proto nejsou úplně negativní.

Pro návrh nového konstrukčného riešenia som zvolil práve třívrstevné podlahoviny ze dřeva. Konkrétně testovaný vzorek s laťkovým středem, u kterého vyšly poměrně dobré hodnoty rozměrové stálosti. Jelikož u těchto podlahovín je prakticky vyřešen problém rozměrové stálosti, bylo důležité se zaměřit na faktor velkého tepelného odporu.

Za tímto účelom som navrhol podlahový dílec, do kterého by byly implementovány mēděné prvky, které by teplo lépe rozvedly po větší ploše celé podlahy. Každý dílec by byl opatřen zafrézovanými kruhovými prvky z mědi, o rozměrech několika desítek milimetrů, s roztečí 30 cm. Jednotlivé prvky by byly v každém podlahovém dílci propojeny mēděnými pásky, které by vyčnívaly několik milimetrů z dílce podlahoviny pro možné napojení se sousedním dílcem.

Bylo by nutné této konstrukci částečně přizpůsobit i celkovou skladbu podlahy s podlahovým vytápěním. Do betonové konstrukce podlahy by bylo třeba upevnit několik mēděných prvků (pásků), které by byly uloženy v blízkosti topné smyčky podlahového vytápění a vystupovaly by nad povrch. Po pokládce podlahoviny by se mēděné prvky propojily.

Výsledkem by měl být rychlejší náběh teploty na nášlapné vrstvě, jelikož by nebylo třeba čekat, až betonová vrstva naakumuluje teplo dodané podlahovým vytápěním a začne temperovat podlahovinu. Díky tomuto řešení by se mohl také snížit tepelný odpor celé konstrukce a tím by mohla být snížena teplota topného média okruhu

podlahového vytápění. V tomto případě by nastala i ekonomická úspora vzhledem k provozu otopného systému.



Obr. 46 – Vizualizace možného nového konstrukčního řešení podlahoviny

8. Diskuze

Při psaní mé diplomové práce jsem se zaměřil na kombinaci podlahového vytápění a třívrstevných dřevěných podlahovin. Snažil jsem se osvětlit problematiku samotného podlahového vytápění a s tím spojenou vhodnou volbu vrchní nášlapné plochy. Jelikož nejdůležitějším požadavkem na dřevěné podlahoviny je jejich rozměrová stálost, rozhodl jsem se provést test rozměrové stálosti dvou typů vybraných třívrstevných dřevěných podlah.

V průběhu řešení mého experimentu jsem zjistil, že na trhu je malý počet odborné literatury zabývající se podlahovým vytápěním podrobněji. Zároveň jsem narazil při studiu literatury, internetových zdrojů a technických materiálů firem na mnoho nesrovnalostí v pojmech a také opakovaně na odlišné hodnoty jednotlivých parametrů, např. teplotní spády teplovodního podlahového vytápění byly často chybně definovány. Důležité je také vzpomenout, že přehled a orientace v odvětví podlahového topení je dosti problematická, protože se používá nejednotné názvosloví prakticky u všech sortimentů.

Větší problém však nastal v průběhu samotného testování a posuzování třívrstevných dřevěných podlah. Hlavním problémem bylo, že žádná literatura se nezaměřuje na vícevrstvé podlahoviny. Sami výrobci sice popíší tabulkovými hodnotami parametry podlahoviny jako takové, ale téměř neuvádí podrobnější ucelené informace o skladbě jednotlivých vrstev. Dobrým příkladem je zjistitelnost hodnoty tepelného odporu třívrstevných dřevěných podlah u samotných výrobců. Výrobce sice označí podlahovou krytinu za vhodnou pro podlahové vytápění, ale hodnotu odporu již nesdělí. Podařilo se mi sice zjistit hodnotu tepelného odporu u třech výrobců, ale i přes to, že dílce byly identické skladby materiálů o stejné tloušťce, hodnota tepelného odporu byla uváděna s velkým rozptylem. Při výběru samotných vzorků za účelem testu jsem narazil i na mnoho nepřesných specifikací parametrů u velkých prodejců podlah. Především rozlišení počtu vrstev bylo problémem, a to může vést k fatální chybě při použití v kombinaci s podlahovým vytápěním.

Test třívrstevných podlah, který proběhl ve Zkušebně STV ve Zlíně, jednoznačně prokázal, která z testovaných podlah má lepší rozměrovou stálost. Na začátku experimentu jsem očekával lepší výsledky vlastností pro vzorek s OSB deskou uprostřed.

Materiál OSB by měl díky své orientaci třísek v několika vrstvách alespoň částečně eliminovat anizotropní vlastnosti dřeva. Po vyhodnocení testu jsem byl překvapen jednoznačným výsledkem ve prospěch vzorku s roznášecí vrstvou ze smrkových latěk. Zajímavé také je, že procentuální úbytek vlhkosti u vzorku s OSB vrstvou byl téměř poloviční oproti druhému vzorku a i přes to vyšla jeho rozměrová stálost hůře. Osobně si myslím, že OSB materiál má horší rozměrovou stálost při sesychání díky velkému počtu třísek a mezer mezi nimi, a také z důvodu vlastní třívrstvé konstrukce, kdy jsou dvě vrstvy desky orientovány v jiném směru. Naopak u podlahoviny s masivním smrkovým středem jsou laťky orientovány kolmo na délku samotného dílce a tak při měření šířky dílce vlastně zjišťujeme délkové sesychání smrku v podélném směru, které je u dřeva zanedbatelné. Tento fakt může být jedním z důvodů, proč smrkový střed vykazuje lepší rozměrovou stálost než OSB deska.

Z výsledků testu rozměrové stálosti jsem vyvodil, že lepší stálost mají jednoznačně podlahoviny s laťkovým středem. Pro tento typ podlahoviny jsem se poté pokusil navrhnout konstrukční řešení speciální podlahoviny, které by mělo odstranit problém velkého tepelného odporu a přinést podlahovému vytápění inovaci s možností ekonomičtějšího a komfortnějšího vytápění.

Ideální možností by bylo, kdybych mohl otestovat a porovnat i třetí typ třívrstvé podlahoviny, u kterého je střed dílce tvořen překližkou. Oslovil jsem několik výrobců tohoto produktu, aby mi zdarma poskytli své výrobky k testování. Bohužel, žádný výrobce nebyl ochoten vzorky dodat. Podlahovina s překližkou byla pro mě finančně nedostupná.

9. Závěr

Cílem této práce bylo posouzení rozměrové stálosti dřevěných třívrstevných podlahovin vhodných pro podlahové vytápění a na základě experimentu navrhnout inovativní konstrukční řešení.

Na základě vyhodnocených výsledků bylo konstatováno, že celkově lepší parametry má podlahovina s roznášecí vrstvou ze smrkových latěk. Jednoznačně obstála v testu rozměrové stálosti vzhledem k tepelné zátěži. Dalším významným faktorem je vypočtená hodnota tepelného odporu, která je opět příznivější k podlahovině s roznášecí vrstvou ze smrkových latěk. Tyto dva parametry, jako je rozměrová stálost a tepelný odpor, jsou všeobecně hodnoceny jako nejdůležitější faktory ovlivňující podlahové vytápění a s ním spojený komfort.

Myslím si, že z nedostatku podložených informací na trhu je široká veřejnost stále skeptická k volbě dřevěné podlahové krytiny vzhledem k obvyklému použití keramické dlažby a jiných syntetických krytin. Domnívám se, že experiment většího rozsahu, který by zahrnul více typů podlahovin různých skladeb materiálů, by jistě přinesl další nové, a možná i překvapivé výsledky.

Stále otevřeným tématem je také možnost použití kombinace dřevěných materiálů s kovem ve smyslu zvýšení tepelně vodivých vlastností dřevěných podlahovin.

10. Summary

The aim of this study was to evaluate the dimensional stability engineered wood flooring suitable for underfloor heating and on the base of the experiment suggest innovative construction solution.

Based on these analyzes of outcomes was stated that overall better performance of the covering has a distribution layer made of spruce slats. Clearly well in the test dimensional stability with respect to thermal stress. Another important factor is the calculated value of thermal resistance, which is again more favorable to the flooring with the spreading layer of spruce slats. These two parameters, like the dimensional stability and heat resistance, are generally evaluated as the most important factors influencing the floor heating and the associated comfort.

I think that the lack of substantiated informations on the market is the general public is still skeptical about the choice of wood flooring due to normal use ceramic tiles and other synthetic materials. I believe that large-scale experiment, which would include more types of flooring materials of various compositions, it would certainly brought some new and maybe surprising results.

Still open issue is also the possibility of using a combination of wood materials with metal in terms of increasing the heat conducting properties of wood flooring.

11. Seznam literatury

11.1 Knižní zdroje

BAŠTA, Jiří a Rajmund COUFAL. *Velkoplošné sálové vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 128 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.

BERÁNEK, Petr a Rajmund COUFAL. *Masivní dřevěné podlahy: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 90 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2232-0.

BÖHM, Martin. *Vliv vlhkosti na mechanicko-fyzikální vlastnosti OSB*. Praha, 2008. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

DUFKA, Jaroslav. *Podlahové vytápění*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 96 s. ISBN 80-247-1530-9.

HOUDEK, Jaromír. *Dřevěné podlahy*. 1. vyd. Praha: Brněn. knihtisk. 2, 1956.

POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, xvi, 151 s. ISBN 978-80-251-3329-3.

POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007, vi, 118 s. ISBN 978-80-7366-085-7.

POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, xvi, 151 s. ISBN 978-80-251-3329-3.

POLÁŠEK, Josef a Rajmund COUFAL. *Dřevěné podlahy*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995, 123 s. ISBN 80-715-7184-9.

WERNER, Jan. *Moderní podlahy*. 2., dopl. vyd. Brno: ERA, 2005, 140 s. ISBN 80-736-6007-5.

11.2 Internetové zdroje

Dřevěné - materiály. [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz/uvod/>

Dřevěné podlahy, cz. [online]. 2010 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.drevene-podlahy.cz/soubory/file171.jpg>

Dřevěné podlahy a podlahové vytápění. [online]. 2012 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.podlaharium.cz/content/6-informace-podlahove-topeni>

Elektrické podlahové vytápění [online]. 2001-2015 [cit. 2015-02-3]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani>

Historie podlahového vytápění [online]. 2014 [cit. 2014-11-3]. Dostupné z: <http://www.giacomini.cz/historie-podlahoveho-topeni>

Hypokaustum [online]. 2013 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hypokaust>

Hypocaustum - lázně. [online]. 2011 [cit. 2014-11-23]. Dostupné z: <http://latijn.bimsem.be/nieuw/cultuur/eerste%20jaar/thermenPegasus/thumbnails/hypocaustum4.jpg>

Jak správně pečovat o laminátovou podlahu [online]. 2012 [cit. 2015-04-3]. Dostupné z: <http://www.vpodlahy.cz/jak-spravne-pecovat-o-laminatovou-podlahu>

Kapilární rohože. [online]. 2001-2015 [cit. 2014-12-27]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3680-instalace-kapilarnich-rohozi-omitnutych-na-stropni-desce>

Koberce eos. [online]. 2014 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://www.hiric-shop.cz/fotocache/bigorig/koberec_EOS_1460_sand_obr..jpg

Koupelny, cz. [online]. 2014 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.koupelnycz.cz/index.php?nid=2969&lid=cs&oid=1786770>

Palubky, cz. [online]. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://www.palubky-eshop.cz/editor/image/eshop_products/215013770164_1.jpg

Parket world, sk. [online]. 2014 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://parkettworld.sk/UserFiles/Image/Zlozenie-lamely_popis_new.jpg

Parketové vlysy. [online]. 2013 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.benko-kopidlno.cz/userfiles/photogalery/category20/galery19/large/jedna.jpg>

Parkety Plachý. [online]. 2012 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://files.parkety.sk/system_preview_detail_200000023-9497d95921/Mozaikov%C3%A9.jpg

Plošné vykurovanie a chladenie [online]. 2002 [cit. 2014-11-6]. Dostupné z: <http://www.greentherm.wbl.sk/Plosne-kurenie-a-chladenie-Roth.html>

Podlahové topení - použití [online]. 2010 [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.podlahove-vytapeni.eu/13899/podlahove-topeni-pouziti/>

Podlahové vytápění [online]. 2006 [cit. 2015-09-3]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3442-podlahove-vytapeni-ii>

Podlahy a vytápění [online]. 2011 [cit. 2014-10-9]. Dostupné z: <http://www.jaknadrevostavbu.cz/podlahy-a-vytapeni/>

Podlahové vytápění v dřevostavbě [online]. 2013 [cit. 2014-10-6]. Dostupné z: <http://www.drevostavitel.cz/clanek/podlahove-vytapeni-v-drevostavbe>

Potrubí. [online]. 2011 [cit. 2015-01-16]. Dostupné z: <http://www.solida.cz/sortimentdeail.php?cat=10&code=prichytka-pro-plastove-trubky>

PVC - pokládka. [online]. 2010 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: <http://www.pvcmania.cz/image/fotogalerie/pokladka-2.jpg>

Rekonstrukce luxra. [online]. 2013 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://www.rekonstrukce-luxra.cz/files/podlahy/laminat/dvouvrstva_podlaha.jpg

Skladba- elektrické podlahové vytápění. [online]. 2010 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.tepelnezarice.cz/doporucene-skladby-podlah-pro-podlahove-vytapeni>

Systémové desky. [online]. 2011 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.voda-topeni-plyn.eu/podlahove-vytapeni/systemova-deska-varionova-rehau/>

Technický list Magnum [online]. 2015 [cit. 2014-01-9]. Dostupné z: <http://www.magnumparket.cz/cz/technicke-informace/technicky-list/>

Technická specifikace podlah Kährs [online]. 2014 [cit. 2014-01-11]. Dostupné z: <http://www.kahrs.cz/webkatalog/pouziti-podlah-kahrs>

Teorie a praxe u keramických obkladů [online]. 2012 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/dlazby-a-obklady/8216-teorie-a-praxe-u-keramickych-obkladu-sten-a-podlah-1-cast>

Tepelný odpor. [online]. 2001-2015 [cit. 2014-01-04]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r>

Tzb - fbi [online]. 2007 [cit. 2014-10-19]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/5.html>

Zámek Vranov nad Dyjí. [online]. 2012 [cit. 2015-10-8]. Dostupné z: <http://www.vranovsko.cz/vranov-nad-dyji-vranov.html>

Zjištění vlhkosti dřeva [online]. 2007 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=9177;lang=cz

11.3 Normy a vyhlášky

ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 1.10.2011.

ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. 1.12.2005.

12. Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tabulky

Tab. 1 - Rozložení odevzdávaného tepla lidským tělem (Dufka, 2006)

Tab. 2 - Produkce tepla při různé činnosti (Dufka, 2006)

Tab. 3 - Produkce tepla při různé činnosti (Dufka, 2006)

Tab. 04 - Výkon topné soustavy podle rozměru měděných trubek (Dufka, 2006)

Tab. 05 – Skladba podlahového dílce č. 1 (SM/OSB/DB)

Tab. 06 - Skladba podlahového dílce č. 2 (SM/SM/DB)

Tab. 07- Legenda značek obr. 31

Tab. 8 – Legenda značek obr. 32

Tab. 9 – Hodnota tepelného odporu

Tab. 10 – Šířka vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty

Tab. 11 – Šířka vzorků SM/OSB/DB – hodnoty po zkoušce

Tab. 12 – Výškový rozdíl vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

Tab. 13 – Šířky spáry mezi dílci vzorku SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

Tab. 14 – Průhyb vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty

Tab. 15 – Průhyb vzorků SM/OSB/DB – hodnoty po zkoušce

Tab. 16 – Délka vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

Tab. 17 – Šířka vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty

Tab. 18 – Šířka vzorků SM/SM/DB – hodnoty po zkoušce

Tab. 19 – Výškový rozdíl vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

Tab. 20 – Rozdíl šířky spár vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

Tab. 21 – Průhyb vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty

Tab. 22 – Průhyb vzorků SM/SM/DB – hodnoty po zkoušce

Tab. 23 – Délka vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce

Tab. 24 – Celkový rozdíl šířky vzorků SM/OSB/DB

Tab. 25 – Celkový rozdíl šířky vzorků SM/SM/DB

Tab. 26 – Celkový rozdíl průhybu vzorků SM/OSB/DB

- Tab. 27 – Celkový rozdíl průhybu vzorků SM/SM/DB*
- Tab. 28 – Celkový rozdíl šířky spáry zorků SM/OSB/DB a SM/SM/DB*
- Tab. 29 – Průměrný výškový rozdíl vzorků SM/OSB/DB a SM/SM/DB*
- Tab. 30 – Průměrný rozdíl délek vzorků SM/OSB/DB a SM/SM/DB*
- Tab. 31 – Počáteční vlhkost podlahovin SM/OSB/DB a SM/SM/DB*
- Tab. 32 – Vlhkost podlahovin SM/OSB/DB a SM/SM/DB po testu*
- Tab. 33 – Maxima a minima teplot SM/OSB/DB a SM/SM/DB během testu*

Grafy

- Graf. 1 – Velikost šířky dílců vzorku SM/OSB/DB před a po zkoušce*
- Graf 2 – Změna výškového rozdílu vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce*
- Graf 3 – Změna šířky spáry mezi dilci vzorku SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce*
- Graf 4 – Změny průhybu vzorku SM/OSB/DB*
- Graf. 5 – Délka vzorků SM/OSB/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce*
- Graf 6 – Změna šířky vzorků SM/SM/DB*
- Graf 7 – Změna výškového rozdílu vzorků SM/SM/DB*
- Graf 8 – Změna šířky spár vzorků SM/SM/DB – počáteční hodnoty a hodnoty po zkoušce*
- Graf 9 – Změna průhybu vzorků SM/SM/DB – před a po zkoušce*
- Graf 10 – Změna délky vzorků SM/SM/DB – před a po zkoušce*
- Graf 11 – Průměrná změna šířky u podlahoviny SM/SM/DB a SM/OSB/DB*
- Graf 12 – Průměrný průhyb u vzorků podlahovin SM/SM/DB a SM/OSB/DB*
- Graf 13 – Průměrný rozdíl šířky spár mezi vzorky SM/SM/DB a SM/OSB/DB*
- Graf 14 – Průměrný výškový rozdíl vzorků SM/SM/DB a SM/OSB/DB*
- Graf 15 – Průměrný rozdíl délek vzorků SM/SM/DB a SM/OSB/DB*
- Graf 16 – Průměrný rozdíl vlhkosti SM/SM/DB a SM/OSB/DB před a po testu*
- Graf 17 – Průběh teplot na jednotlivých čidlech v průběhu testu*
- Graf 18 – Teplota okolního prostředí v průběhu 14 dnů*
- Graf 19 – Vlhkost okolního prostředí v průběhu 14 dnů*

Obrázky

Obr. 1 - Faktory podílející se na vnitřním prostředí budovy (Počinková, Treuová, 2011)

Obr. 2 - Vertikální průběh teploty vzduchu při různých způsobech vytápění (Plošné vykurovanie a chladienie, 2002)

Obr. 3 - Oblast tepelné pohody pro výslednou teplotu 18,5 až 21,5 °C (Počinková, Treuová, 2011)

Obr. 4 - Hypocaustum využití na vytápění lázní (Hypocaustum – lázně, 2011)

Obr. 5 - Schéma kanálkového vytápění kořového vytápění za použití trubek

Obr. 6 - Poloakumulační podlahové vytápění (Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)

Obr. 7 - Přímotopné podlahové vytápění – plovoucí podlaha (Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)

Obr. 8 - Přímotopné podlahové vytápění – dlažba (Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)

Obr. 9 - Podlahové topení – rekonstrukce (Skladba- elektrické podlahové vytápění, 2010)

Obr. 10 - Meandrový způsob kladení otopného hadu (Bašta, 2010)

Obr. 11 - Kladení otopného hadu ve tvaru plošné spirály (Bašta, 2010)

Obr. 12 - Suchý způsob vytvoření otopné plochy (Bašta, 2010)

Obr. 13 - Mokry způsob vytvoření otopné plochy - řez podlahou (Počinková, Treuová, 2007)

Obr. 14 - Řez modulovou klima podlahou (Bašta, 2010)

Obr. 15 - Kapilární rohože umístěné na stropní konstrukci (Kapilární rohože, 2001-2015)

Obr. 16 - Příklady tepelně-akustické izolace (Bašta, 2010)

Obr. 17 - Správné a špatné položení topného systému vzhledem k dilatační spáře (Bašta, 2010)

Obr. 18 - Porovnání rozložení tepla – kruhový a oválný průřez (Bašta, 2010)

Obr. 19 - Uchycení do systémových desek (Systémové desky, 2011)

Obr. 20 - Uchycení do příchytek (Potrubí, 2011)

Obr. 21 - Uchycení do lišt (Bašta, 2010)

Obr. 22 - Keramická dlažba (Koupelny, cz)

Obr. 23 - Podlahovina z PVC (PVC – pokládka)

Obr. 24 - Koberec – krátký chlup (Koberce eos.)

- Obr. 25 - Laminátová podlaha (Parket world, sk.)*
- Obr. 26 - Dubové podlahové palubky (Palubky, cz)*
- Obr. 27 - Dubové parketové vlasy (Parketové vlasy)*
- Obr. 28 - Mozaikové parkety (Parkety Plachý)*
- Obr. 29 - Dvouvrstvé dřevěné podlahy (Rekonstrukce luxra)*
- Obr. 30 - Třívrstvé dřevěné podlahy (Dřevěné podlahy, cz)*
- Obr. 31 - Legenda bodů pro měření (podlahovina sestavená v ploše)*
- Obr. 32 - Legenda bodů pro měření (měření jednotlivých dílců)*
- Obr. 33 - Vážení vlhkostních vzorků*
- Obr. 34 - Umístění čidla termostatu pro regulaci teploty topných fólií*
- Obr. 35 – Vrstva spojené izolace a rozložené topné fólie*
- Obr. 36 - Zakrytí topných fólií celistvou vrstvou fólie, jako izolace proti vodě*
- Obr. 37 - Vzorky podlahovin umístěných na topné ploše fólie*
- Obr. 38 - Digitální posuvné měřítko*
- Obr. 39 - Kalibrace přípravku s úchylkoměrem*
- Obr. 40 - Měření průhybu na vzorku podlahy*
- Obr. 41 - Měření spár mezi dílci pomocí ocelových měrek*
- Obr. 42 - Měření výškového rozdílu sousedících dílců*
- Obr. 43 - Umístění čidel pro zaznamenávání teploty na povrchu*
- Obr. 44 - Dataloger zaznamenávající teploty na jednotlivých čidlech*
- Obr. 45 - Termostat regulující teplotu topných fólií*
- Obr. 46 – Vizualizace možného nového konstrukčního řešení podlahoviny*