

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Posouzení podlahové otopné plochy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Oldřich Budinka

1-TZSI-2019

Souhrn

Bakalářská práce pojednává o teplovodním podlahovém vytápění. Hlavním cílem práce bylo proniknutí do problematiky a zmapování vývoje podlahového vytápění. V první části jsou popsány systémy podlahového vytápění s různými možnostmi pokládky otopného hadu a různými jinými způsoby pokládky. Druhá část bakalářské práce je posouzení možných způsobů pokládky otopného hadu a jejich porovnání z ekonomického hlediska. Pro ekonomické porovnání různých způsobů pokládky jsem oslovil množství firem a získal věrohodné údaje od čtyř firem, se kterými jsem následně mohl pracovat.

Summary

This Bachelor thesis deals with underfloor heating. The main goal of this assignment was to understand and map the development the problems of underfloor heating. In the first part of Bachelor thesis, the underfloor heating systems are described with different options for laying a heating piping and various other ways of heating field laying. The second part of thesis is the system considerations used for creating underfloor heating from economic aspects. I contacted a number of companies and received credible data from four of them. The economic comparison could only be based on the data obtained I worked with.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Posouzení podlahové otopné plochy“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Jiřího Bašty, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze 24. 6. 2016

Oldřich Budinka

PODĚKOVÁNÍ

Dovolte, abych následujících pár vět věnoval těm, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Opravdu velký dík patří za odborné vedení, konzultace a čas, který mi věnoval vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Jířímu Baštovi, Ph.D. Dále bych rád poděkoval firmám Uponor, Rehau, TECE a FV Therm za materiály a odborné rady, které mi poskytnuly. V poslední řadě bych rád poděkoval své rodině za psychickou a materiální podporu.

Obsah

1	Úvod	8
2	Velkoplošné převážně sálahé vytápění	9
3	Historie podlahového vytápění	10
4	Tepelná pohoda	11
4.1	Charakteristika podlahového vytápění (rozložení teplot).....	12
4.2	Lokální tepelná nepohoda v důsledku příliš teplé podlahy.....	14
4.3	Lokální tepelná nepohoda v důsledku sálení stěn	15
5	Rozdělení podlahového vytápění.....	16
5.1	Mokrý způsob.....	17
5.2	Suchý způsob bez cementového potěru	17
5.3	Suchý způsob s cementovým potěrem	18
5.4	Modulové klima podlahy.....	19
5.5	Kapilární rohože	19
6	Tvarování otopného hadu	21
6.1	Meandrový způsob.....	22
6.2	Plošná spirála	23
6.3	Bifilární způsob pokládky	24
7	Konstrukce podlahového vytápění	25
7.1	Podkladový beton	25
7.2	Tepelně-akustická izolace	26
7.3	Dilatační pás	26
7.4	Dilatační spáry.....	27
7.5	Hydroizolace.....	28
7.6	Termoreflexní a reflexní fólie	28
7.7	Potrubí otopného hadu.....	28
7.7.1	Měděné trubky.....	29
7.7.2	Plastové trubky.....	29
7.7.3	Třívrstvé trubky	30
8	Mazanina.....	31
8.1	Betonová mazanina.....	31
8.2	Anhydritová směs.....	32
9	Podlahová krytina	33

10	Upevňování a kladení trubek	34
11	Posouzení podlahové otopné plochy	37
11.1	Systémové desky	37
11.1.1	Porovnání systémových desek	41
11.2	Tacker systémy	42
11.2.1	Porovnání Tacker systému a systému Uponor Klett	46
11.3	Suchý systém	47
11.3.1	Porovnání Suchých systémů	49
11.3.2	Porovnání cen všech systémů	50
12	Závěr	51

Soupis použitého značení

q_m	měrný metabolický tepelný tok	[W/m ²]
R_{cl}	tepelný odpor oděvu	[m ² K/W]
t_i	teplota vnitřního vzduchu	[°C]
t_r	střední radiační teplota	[°C]
v_i	rychlost proudění vzduchu	[m/s]
RH	relativní vlhkost vzduchu	[%]
t_p	povrchová teploty podlahy	[°C]
λ	součinitel tepelné vodivosti	[W/mK]

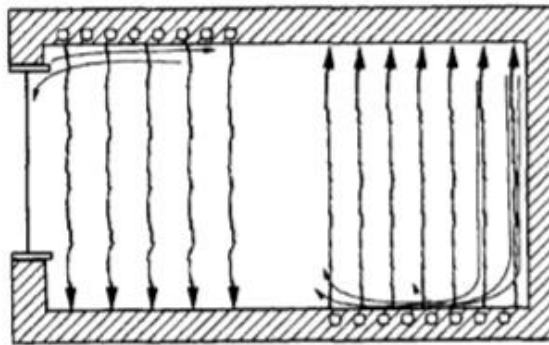
1 Úvod

Člověk si již od svého samotného počátku vyhledával úkryt za účelem ochrany proti vnějším vlivům a později si i sám začal stavět obydlí. Obydlí lidem poskytuje ochranu před změnami počasí jako je střídání teplot, ale i působení větru, sněhu a deště. S vývojem člověka se vyvíjely i nároky na komfort obydlí a s tím spjatou tepelnou pohodu.

Výkonnost člověka je určena z velké části okolním prostředím ve kterém se nachází a je závislá na několika faktorech. Úkolem vytápění je zajistit tepelnou pohodu ve vytápěném prostoru, tzn. dosáhnout takových poměrů, za kterých člověk nepocituje chlad ani nadměrné teplo, tedy se cítí tepelně neutrálně. Tepelné pohody můžeme docílit různými způsoby distribuce tepla od těch primitivních, až po ty velice sofistikované. Tato bakalářská práce se bude zabývat právě jedním z otopných systémů, který je znám už od starého Říma a to podlahovou otopnou plochou. Z hlediska její konstrukce a porovnání jednotlivých systémů kterými lze podlahové vytápění realizovat. Hlavní náplní je seznámení se s problematikou podlahového vytápění a zmapování možných způsobů pokládky otopného hadu a jejich posouzení. Cílem bakalářské práce je tedy získat informace od výrobců podlahových otopných systémů a porovnat je mezi sebou z hlediska ceny, náročnosti montáže a dalších rozdílů mezi jednotlivými systémy.

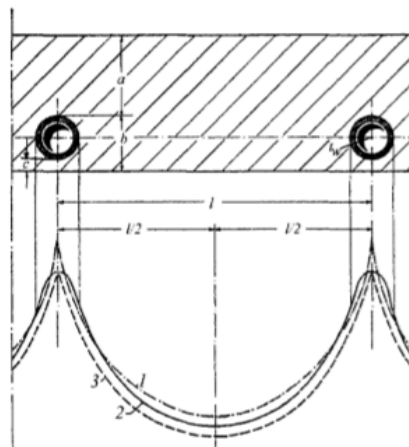
2 Velkoplošné převážně sálavé vytápění

Převážně sálavé vytápění dělíme na vytápění stropní, stěnové, podlahové a zrovna tak i na vytápění závěsnými sálavým panely a zářiči. U tohoto druhu vytápění se poměrově největší část tepla sdílí sáláním a pouze malé množství konvekcí. Konkrétně u podlahového vytápění je poměr sálavé složky 55 % a konvekční celkem vyrovnány. Povrchová teplota otopné plochy je u podlahového vytápění poměrně nízká (25 až 34°C) tak jako teplota teplotonosné látky.



Obr. 1 Schématické znázornění sdílení tepla sáláním a prouděním u podlahového a stropního vytápění [1]

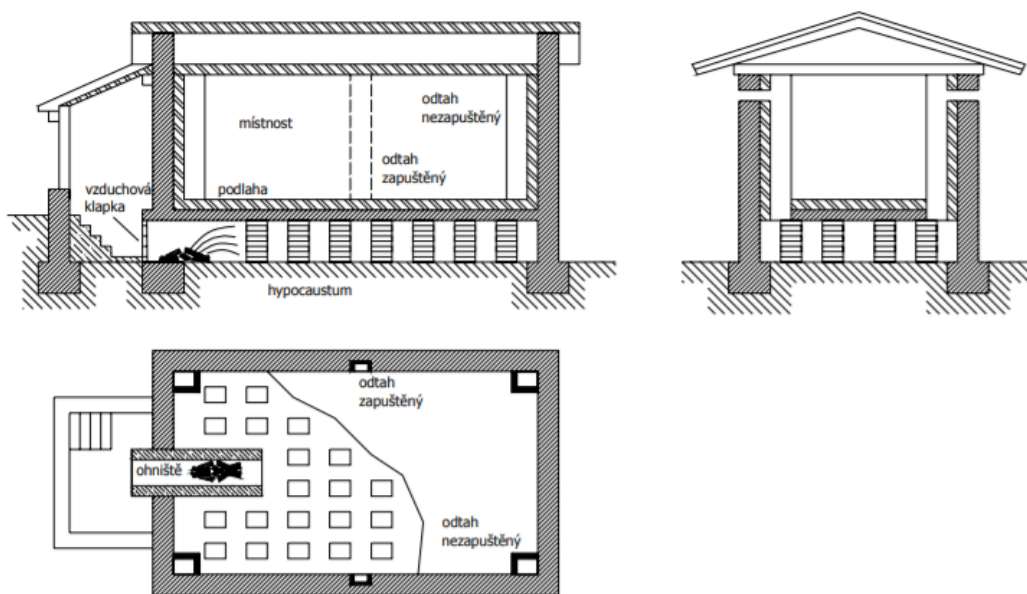
„U velkoplošných, teplovodních převážně sálavých soustav je příslušná stavební konstrukce zahřívána zevnitř trubkami, kterými proudí ohřátá voda. Výkon sálavé plochy můžeme stanovit pokud známe průběh teploty na jejím povrchu.“ [1] Jedním z hlavních teoretických problémů sálavého vytápění je právě stanovení průběhu teploty otopné plochy.



Obr. 2 Rozložení a porovnání povrchových teplot 1) průběh podle kalouse, 2) reálný experimentální průběh, 3) průběh vypočtený podle Heida a Kollmara [1]

3 Historie podlahového vytápění

Ačkoliv se u nás stává podlahové vytápění populární až po roce 2000, tak jedno z prvních ústředních vytápění je známo z roku 80 př.n.l. Toto starořímské hypokaustum navrhnul Sergius Orata. V principu se jednalo o ohniště bez roštu na spalování dřeva či dřevěného uhlí, které bylo umístěno pod objektem. Teplé spaliny proudily skrz dutiny pod celým objektem a ve stěnách, které prohřívaly a z kterých dále teplo sálalo do vytápěného prostoru. Spaliny se poté odváděly přes šachty v obvodových stěnách do venkovního prostoru.



Obr. 3 Schéma vytápění starořímského hypokausta [2]

Jistého zlepšení tohoto systému se dosáhlo pomocí kanálků umístěných pod podlahou, kdy kouřové spaliny proudily skrze rozvětvený systém kanálků namísto dutiny pod podlahou. Tím došlo k lepšímu usměrnění a cirkulaci tepelných spalin a efektivnějšímu způsobu rozvodu tepla. V Evropě se podlahové vytápění rozšiřuje ve větší míře až někdy v 18. století ve Francii, nejvíce se však uplatnilo v Německu. V německé příručce vytápění (1953) je uveden podobný způsob kanálového vytápění pomocí kouřových trubek, které byly uloženy v kanálech v podlaze. Zdrojem tepla byla kamna, ze kterých proudily spaliny přímo do trubek procházejících pod vytápěným prostorem s následným vyústěním do komína.

4 Tepelná pohoda

Tepelnou pohodu můžeme definovat jako stav okolního prostředí, který je pro člověka z hlediska tepla příjemný. Hlavním úkolem vytápění je tedy, aby bylo dosaženo takových poměrů ve vytápěném prostoru, kdy se člověk nepotí ani nepocit'uje chlad, tedy, aby se cítil tepelně neutrálně. [1]

Faktory tepelné pohody jsou:

- **Faktory člověka:**

- metabolický tepelný tok q_m [W/m²] je závislý na fyzické aktivitě
- tepelný odpor R_{cl} [m²K/W] – tepelně izolační schopnost oděvu dána tepelnou propustností

Činnost	W	W.m ⁻²	met
Spaní	70	40	0,7
Odpočívání, ležení na posteli	80	46	0,8
Sezení, odpočívání	100	58	1,0
Stání, práce v sedě	120	70	1,2
Velmi lehká práce (učitel, nakupování, vaření)	160	93	1,6
Lehká práce (domácí práce, práce s přístroji)	200	116	2,0
Středně těžká práce (tanec)	300	175	3,0
Těžká práce (tenis)	600	350	6,0
Velmi těžká práce (squash, práce v hutích)	700	410	7,0

Obr. 4 Vliv činnosti na metabolický tepelný tok [3]

- **Faktory vnitřního prostředí:**

- teplota vnitřního vzduchu t_i [°C]
- teplota střední radiační t_r [°C]
- rychlost proudění vzduchu v_i [m/s] a intenzita turbulence
- relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH [%]

- **Doplňující faktory:**
 - jídlo a pití
 - tělesná postava
 - podkožní tuk
 - věk a pohlaví
 - aklimatizace (schopnost adaptace na venkovní klima)
 - aklimace (schopnost adaptace na vnitřní prostředí) [2]

Pro dodržení tepelné pohody je taky důležité se vyhnout: *asymetrickému tepelnému osálení, příliš teplé nebo chladné podlaze, nadměrnému lokálnímu proudění vzduchu, průměrná teplota podlahy by neměla překročit 29 °C.*

4.1 Charakteristika podlahového vytápění (rozložení teplot)

Podlahové vytápění není žádnou novinkou, výraznějším rozšíření však stál v cestě malý tepelný výkon a požadavek na nízké teploty povrchu podlahy. Nynější technologický pokrok ve formě nových materiálů pro provedení vytápěcích systémů, zlepšení konstrukce a technických vlastností budov, umožnily vznik řady nových systémů podlahového vytápění.

Velkou měrou přispěly i nové způsoby využití nízkopotenciálního tepla jako je využití geotermální a solární energie a její transformace na energii pro vytápění pomocí tepelných čerpadel a solárních kolektorů. Velkou měrou také přispěl vývoj kondenzačních kotlů ve kterých se spaliny ochladí pod teplotu jejich rosného bodu, tím dojde ke změně skupenství a kondenzaci obsažené vodní páry spojené s uvolněním skupenského tepla.

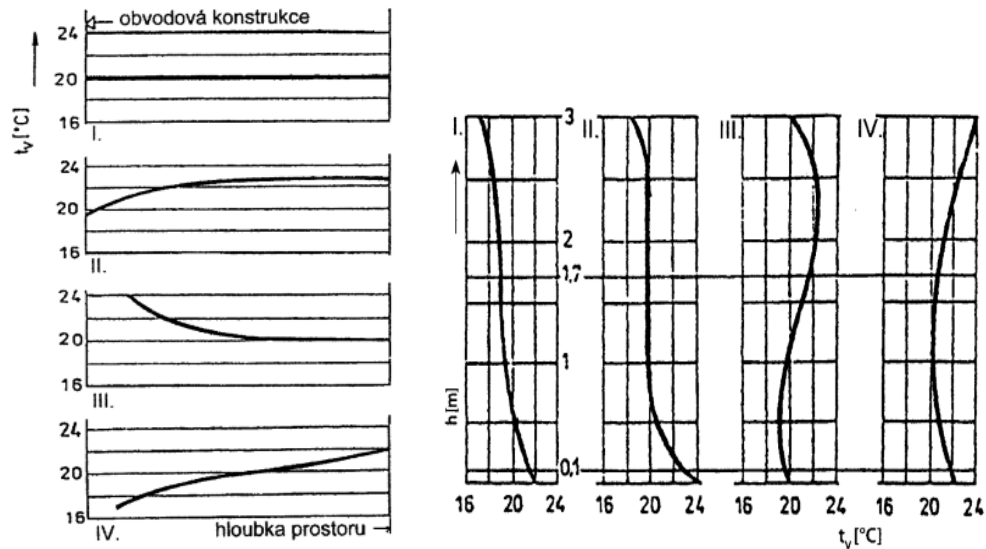
Volba podlahového vytápění totiž závisí především na charakteru samotného objektu a musí splňovat tepelně technické vlastnosti, aby průměrná roční spotřeba tepla byla nižší než 70 až 80 kWh/m².

Minimální energetickou náročnost tak nejvíce ovlivní samotný objekt, dále pak provozní režim s možností akumulace tepla v podlaze s tepelnou setrvačností 4 až 8 hodin. [2]

„Vertikální rozložení teplot uvnitř vytápěné místnosti je způsobeno nerovnoměrným přívodem tepla a nerovnoměrným ochlazováním jednotlivých stěn místnosti.“ [1]

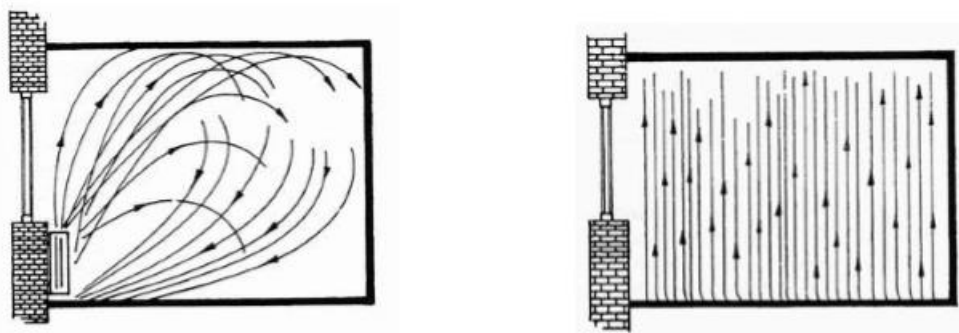
Vertikální nerovnoměrnost se zvyšuje s růstem teploty otopné plochy.

U podlahového vytápění je však teplota otopné plochy nejnižší v porovnání s ostatními druhy vytápění, proto je průběh vertikálního i horizontálního rozložení teplot velice podobný ideálnímu průběhu. [3]



Obr. 5 Vertikální (vlevo) horizontální (vpravo) průběh teploty vzduchu ve vytápěné místnosti při různém druhu vytápění (I.) ideální, II.) podlahové, III.) článkové OT, IV.) stropní) [1]

Z čehož plyne, že podlahové vytápění je v tomto ohledu velice výhodné oproti takzvaným bodovým zdrojům tepla (ústřední vytápění, elektrické přímotopy, plynové radiátory). Povrch bodových zdrojů tepla se zahřívá na vysoké teploty, a tím dochází k nežádoucímu vysoušení vzduchu což může způsobit citlivým osobám dýchací potíže. Jedním z funkčních principů bodových zdrojů tepla je cirkulace vzduchu v kterém se víří usazený prach, ten opět převážně pro alergiky představuje při nejmenším dýchací potíže. Jak jistě téměř každý člověk z vlastní zkušenosti ví, pokud je vám zima od nohou, může být teplota vzduchu jaká chce a stejně se nevyhnete lokálnímu podchlazení o tepelném komfortu ani nemluvě. [2]



Obr. 6 Proudění vzduchu při radiátorovém(vlevo) a podlahovém(vpravo) vytápění [2]

4.2 Lokální tepelná nepohoda v důsledku příliš teplé podlahy

Teplota podlahy má zásadní vliv na celkovou teplotu interiéru a závisí hlavně na technických vlastnostech jejích vrstev. Podstatné tedy je znát teploty, které člověk akceptuje při použití jednotlivých obutí při různé délce časového kontaktu s podlahou.

Pro povrchy po kterých chodí neobutí lidé byly na základě teorie přenosu tepla zjištěny a ověřeny optimální hodnoty teplot.

Tab.1 Optimální teplota podlahy využívané neobutými lidmi [1]

Podlahový materiál	optimalizovaná povrchová teplota podlahy		Doporučený interval povrchové teploty podlahy t_p [°C]
	1 min	10 min	
Textilie	21	24,5	21 až 28
Korek	24	26	23 až 28
Borovicové dřevo	25	26	22 až 28
Dubové dřevo	26	26	24 až 28
Tvrdé lino na dřevě	28	26	24 až 28
PVC na betoně	28	27	25,5 až 28
Plynobeton	29	27	26 až 28,5
Betonová mazanina	28,5	27	26 až 28,5
Mramor	30	26	28 až 29,5

Podlahy, po kterých chodí obutí lidé, výrazně neovlivňují stav tepelné pohody z hlediska použitého materiálu. Pro ně se všeobecně doporučuje optimální teplota povrchu 23 až 25 °C.

U podlahového vytápění je také důležité aby průměrná povrchová teplota nepřekročila 29 °C. Protože přibližně 6 % uživatelů při uvažování takové optimální teploty podlahy pociťuje lokální tepelnou nepohodu. Teplota podlahy by však při styku s chodidlem neměla být ani příliš chladná, protože chodidla v důsledku prokrvení a vedení tepla rychle reagují na změnu teploty.

4.3 Lokální tepelná nepohoda v důsledku sálání stěn

Asymetrické tepelné sálání může mít příčinu vzniku pomíneme-li možnost špatně provozovaného podlahového vytápění, také v tenkých špatně izolovaných stěnách a chladu přicházejícího od oken. [2]

5 Rozdělení podlahového vytápění

Podle současného trhu lze podlahové vytápění dělit do několika konstrukčně odlišných skupin. V první řadě ho lze rozdělit na teplovodní a elektrické vytápění. Teplovodní dále můžeme dělit podle instalace na mokrý a suchý způsob, elektrické na vytápění akumulární, poloakumulární a přímotopné. Způsob provedení do jisté míry ovlivní zejména skutečnost, zda jde o nový dům, nebo se jedná o rekonstrukci otopné soustavy ve starším objektu.

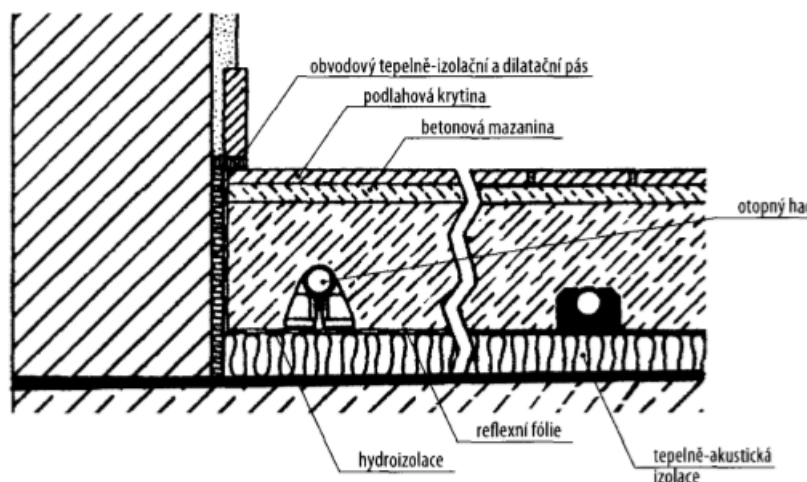
Pro teplovodní rozvody se používají plastové trubky ze síťovaného polyetylenu PE-Xa, PE-Xb a PE-Xc, s protikyslíkovou bariérou, která brání pronikání vzdušného kyslíku. Pro takovou soustavu je pak nejvhodnější spojení s tepelným čerpadlem, nebo slunečními kolektory.[2]

Tab. 2 Přehledné rozdělení podlahového vytápění [2]

Velkoplošné podlahové vytápění	
Rozdělení dle:	
média	teplovodní, elektrické
montáže	mokrý způsob, suchý způsob, modulové klima desky, kapilární rohože
provedení	plošná spirála, meandrový způsob
materiálu	plastové, měděné, třívrstvé
uložení	zabudované, volně uložené v podlaze

5.1 Mokrý způsob

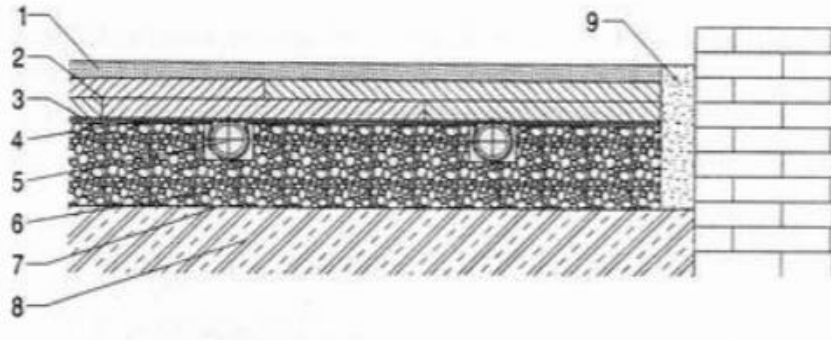
Mokrý způsob při kterém je otopný had zabudován přímo do vrstvy betonu nad tepelně zvukovou izolací společně s podlahovou krytinou (většinou keramická nebo kamenná dlažba) znatelně navýší celkovou skladbu podlahy i o více jak 10 cm.[1] Při rekonstrukcích to může být vážný problém z hlediska nedostatečné světlé výšky místnosti a statické únosnosti stopů. Tento problém lze vyřešit suchým způsobem pokládky. Teplota přírodní otopné vody by standartně měla mít 35 až 55 °C a podlaha měrný tepelný výkon nad 50 W/m². [2]



Obr. 7 Řez konstrukcí podlahové plochy s mokrým způsobem pokládky [1]

5.2 Suchý způsob bez cementového potěru

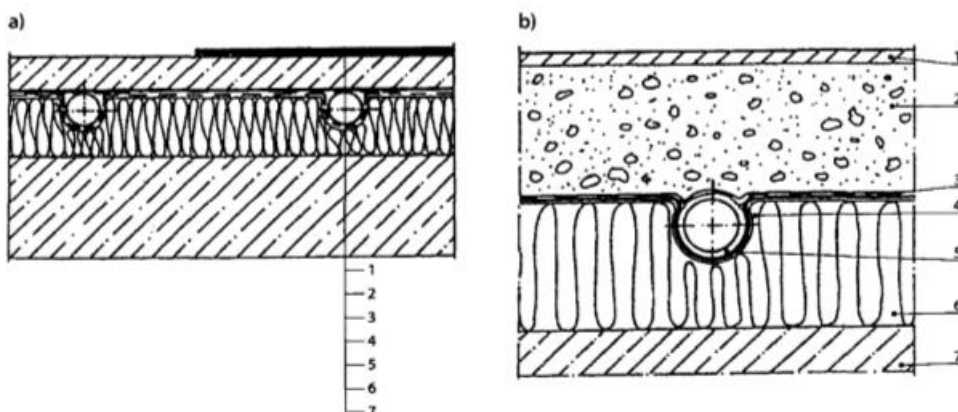
Díky absenci betonové mazaniny může být celkové zatížení daného stropu minimální. Tento systém se také vyznačuje nízkou stavební výškou a možností okamžitého zátupu po instalaci. Odpadá zrání betonu, atd. Takové rozvody podlahového vytápění pak lze pokládat i nad trámové stropy. [4] Způsob provedení spočívá v uložení trubek do tepelné izolace a přikrytím teplonosnými deskami. Pro zlepšení vedení tepla jsou trubky pokládány do speciálních profilů lisovaných z pozinkovaného plechu a při větších roztečích otopného hadu se pod krycí desky podkládají tabule pozinkovaného plechu tloušťky 0,55 mm. Pro zakrytí se nejčastěji používají dvě vrstvy dřevocementových desek. Hlavní výhodou tohoto systému je možnost okamžitého zátupu a menší zatížení nosné konstrukce. Takovéto provedení podlahové otopné plochy pracuje s vyšší teplotou otopné vody 40 až 70 °C. [2]



Obr. 8 Řez provedení suchým způsobem bez cementového potěru 1) krycí vrstva podlahy, 2) plovoucí podlaha, 3) teplonosná fólie, 4) teplonosná lamela, 5) otopný had, 6) izolační vrstva, 7) hydroizolace, 8) nosná konstrukce, 9) okrajový dilatační pás [2]

5.3 Suchý způsob s cementovým potěrem

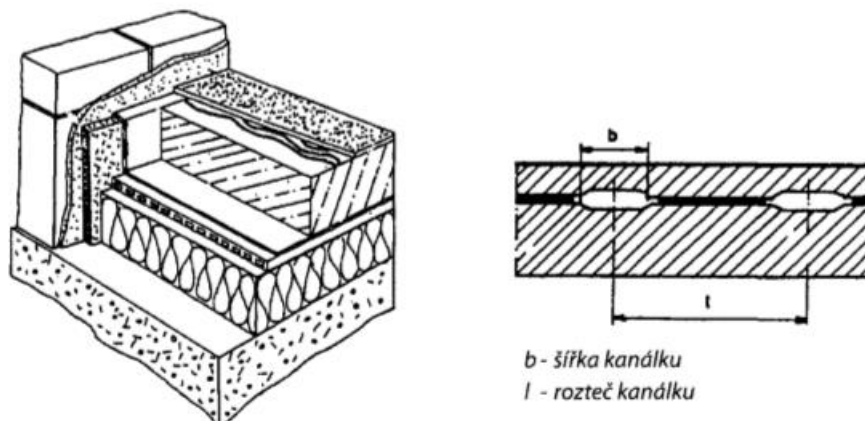
Trubky jsou vedené přímo v polystyrenové desce, která současně plní všechny izolační funkce. Trubky se od cementového potěru oddělí plastovou fólií, pod kterou je umístěná kovová lamela, která zvyšuje pevnost podlahy a zlepšuje rovnoměrnost rozvodu tepla. Teplota přírodní otopné vody je vyšší než u mokrého způsobu, pohybuje se v rozsahu 40 až 70 °C. Využívá se pro nižší měrné tepelné výkony do 50 W/m². [1]



Obr. 9 Řez provedení suchým způsobem s cementovým potěrem 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 [1]

5.4 Modulové klima podlahy

Jsou to duté profilovaná desky nebo pásy (moduly), které se vyrábějí přesně pro tento účel. Na tepelnou izolaci se pokládají jako souvislá plocha a hydraulicky se mezi sebou propojují. Jejich výhodou je nízká konstrukční výška a rovnoměrné rozložení teplot podlahy. Teplota otopné vody je u modulových klima desek 25 až 35 °C. Z důvodu malých průtočných průřezů jednotlivých kanálků mají modulové klima desky zvýšené požadavky na čistotu otopné vody, asi právě proto se tyto systémy v ČR nevyskytují. [1]



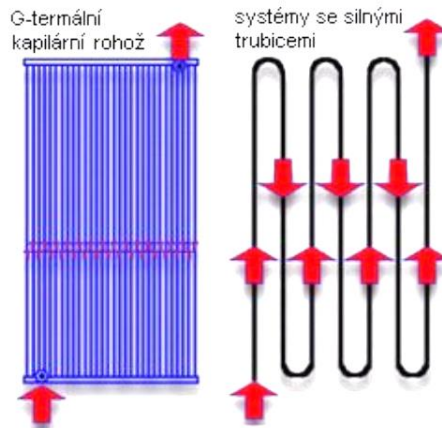
Obr. 10 Řez modulovou klima-podlahou

5.5 Kapilární rohože

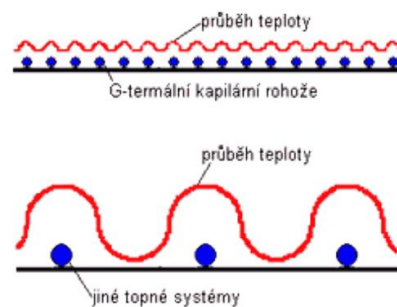
Používají se především u stěnové nebo stropní otopné plochy, také u celoplošného vytápění kdy je otopná plocha na všech stěnách včetně stropů a podlahy. Samotné kapilární rohože se pro podlahové vytápění téměř nepoužívají kvůli malému měrnému tepelnému výkonu. Umísťují se buď přímo na stěnu, na tepelnou izolaci nebo sádkarton pod omítku nebo slabou vrstvu mazaniny. [1] „Mezi sebou se spojují jejich sběrná i a rozvodná potrubí polyfuzním svařováním.“ [1] Při ucpání kapiláry nečistotami nebo jejím porušení ji lze odkrýt a porušení zavařit. Je žádoucí oddělit hydraulický okruh s kapilárními rohožemi od ostatních hydraulických okruhů, protože pro výrobu kapilárních rohoží se používá polypropylen který nezaručuje ochranu proti difúzi kyslíku do otopné vody přes stěnu trubky.

Chladí a vytápí prostory mnohem rovnoměrněji než klasické podlahové, stěnové chlazení a vytápění, především díky:

- desetkrát menší vzdálenosti u kapilárních rohoží ve srovnání se stávajícími systémy
- malý rozdíl teplot mezi přívodem a zpátečkou



Obr. 11 Kapilární rohož [5]



Obr. 12 Porovnání průběhu teplot u kapilární rohože a jiných systémů [5]

6 Tvarování otopného hadu

Meandrový způsob

Meandrový způsob je jednodušší. Asymetrické uspořádání prostoru je možné vyřešit velmi jednoduše na rozdíl od jiných způsobů uložení. Vytápěcí okruh se navrhuje tak, aby byl přívod vody vedený nejdříve paralelně s ochlazovanou vnější stěnou a tím se vyrovnávaly větší tepelné ztráty větší teplotou otopné vody.



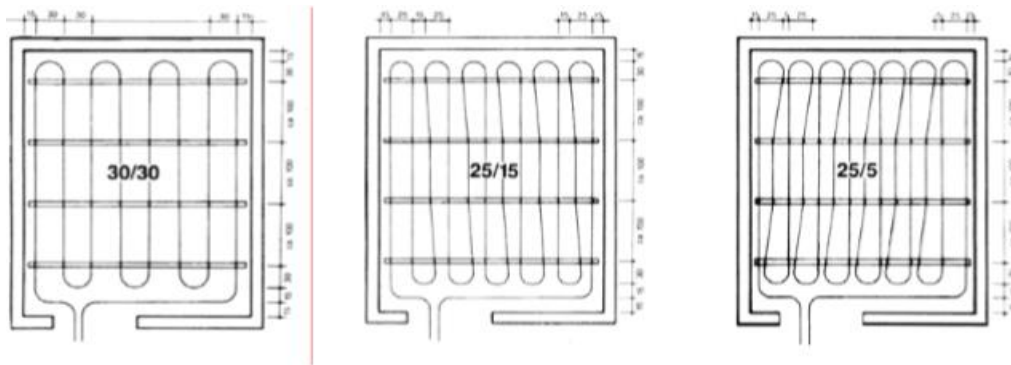
Obr. 13 Tvarování otopného hadu tvar meandru (uchycení do systémové desky) [12]

Způsob plošné spirály



Obr. 14 Tvarování otopného hadu do tvaru plošné spirály (uchycení trubek plastovými příchýtkami) [13]

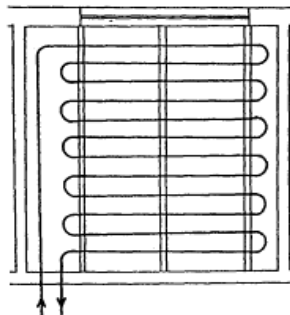
Většina výrobců vychází z konstrukčních podkladů s montážními (výkonovými) moduly. Montážní moduly systémů od různých výrobců se určují převážně z diagramů nebo tabulek, které uvádí potřebu materiálu pro podlahové vytápění. Stručně to tedy znamená, že v závislosti na maximální délce vytápěcího okruhu pro daný systém nemůže být plocha jednotlivého vytápěcího okruhu větší než taková která odpovídá tepelnému toku a hygienickým požadavkům vyhovujícím povrchovým teplotám. [2]



Obr. 15 Příklady modulů meandrové pokládky [2]

6.1 Meandrový způsob

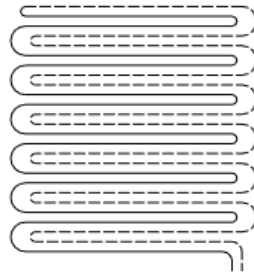
U tohoto způsobu klesá teplota otopné vody od obvodové konstrukce k vnitřní stěně a díky tomu dochází k rovnoměrnějšímu rozložení teplot ve vytápěné místnosti. Většinou se oblouky tvarují pod úhlem 180°, to vyžaduje použití menšího průměru potrubí (například 16x2 či 17x2 mm). [1] Při kladení jsou trubky uspořádány rovnoběžně s předepsanou výpočtovou vzdáleností od sebe. Na jedné straně otopného okruhu je přívodní trubka s největší teplotou otopné vody a na konci topného okruhu odchází voda s nejnižší teplotou. Jednotlivé oblouky meandru se tvarují tak aby byla vzdálenost mezi trubkami shodná s povoleným ohnutím hadu. [2]



Obr. 16 Meandrové jednoduché [1]

Meandrové proložené uložení

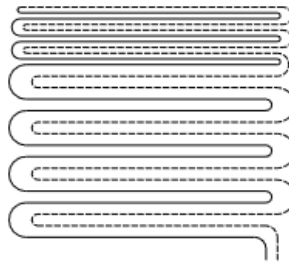
Při meandrovém proloženém kladení je smyčka střídavě proložena trubkou s přívodní teplejší vody do smyčky vratné chladnější vody a naopak. Přívodní otopná voda je označená plnou čarou a vratná je označená čárkovaně. Tímto způsobem kladení se dosáhne rovnoměrnému rozložení teplot u libovolně dlouhé podlahové otopné plochy tvořené jedním hadem.



Obr. 17 Meandrové proložené uložení [2]

Meandrová pokládka s okrajovou zónou

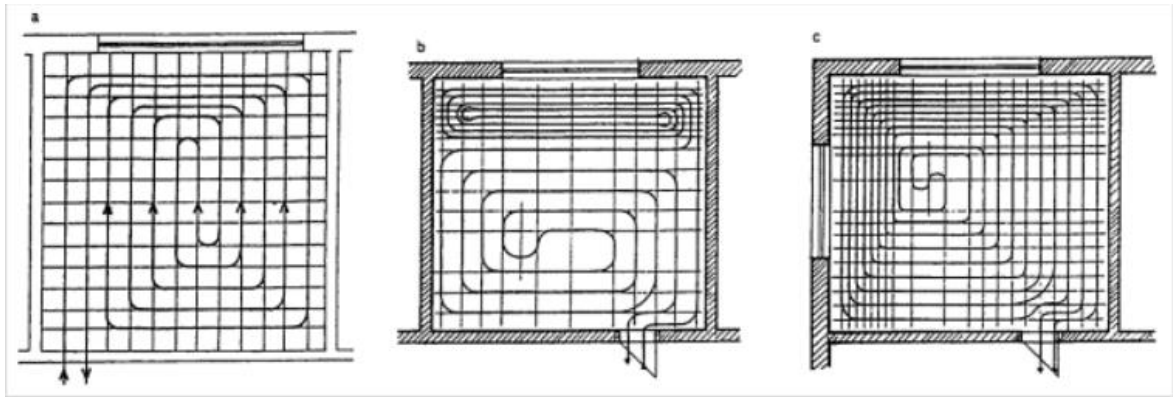
Okrajová zóna částečně eliminuje místa s vlivem více ochlazovaných konstrukcí (okna, dveře), které mají vliv na vytváření místní tepelné nepohody. Umisťuje se k okenní stěně, nebo do rohu objektu v šířce 0,5 až 1 m. [1]



Obr. 18 Meandrové s okrajovou zónou [2]

6.2 Plošná spirála

U tohoto způsobu kladení je povrchová teplota celé plochy rovnoměrně rozložená. Teplota otopné vody klesá od vnější stěny k vnitřní, čímž dochází k rovnoměrnějšímu rozložení teplot po celé místnosti. Oblouky se tvarují pod úhlem 180 °, což vyžaduje použití trubek s menšími průměry (např. 16 x 2 mm, 17 x 2 mm). Tento způsob také umožňuje kladení s okrajovou zónou, která eliminuje vlivy ochlazovaných konstrukcí.

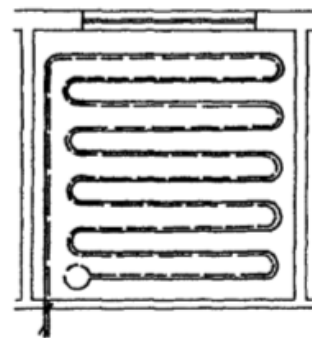
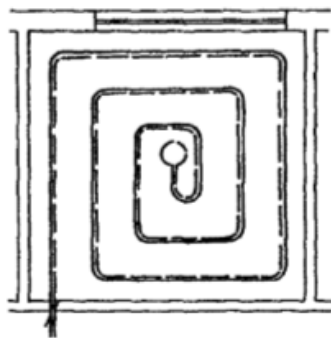


Obr. 19 Kladení plošné spirály a) s okrajovou zónou, b) S okrajovou zónou zvlášť vytvořenou, c) s okrajovou zónou u dvou stěn [6]

6.3 Bifilární způsob pokládky

Tímto způsobem dosáhneme vyrovnané povrchové teploty po celé podlaze, díky zprůměrování teploty otopné vody dvou souběžných potrubí. V praxi se bifilární pokládka většinou nepoužívá a nahrazuje se dvojitým meandrem, resp. proloženým uložením. [1]

- Používá se přednostně pro úzké rozteče pokládání (geometricky složité prostory)
- Nekomplicované vedení potrubí (většinou jde o pravoúhlou pokládku)

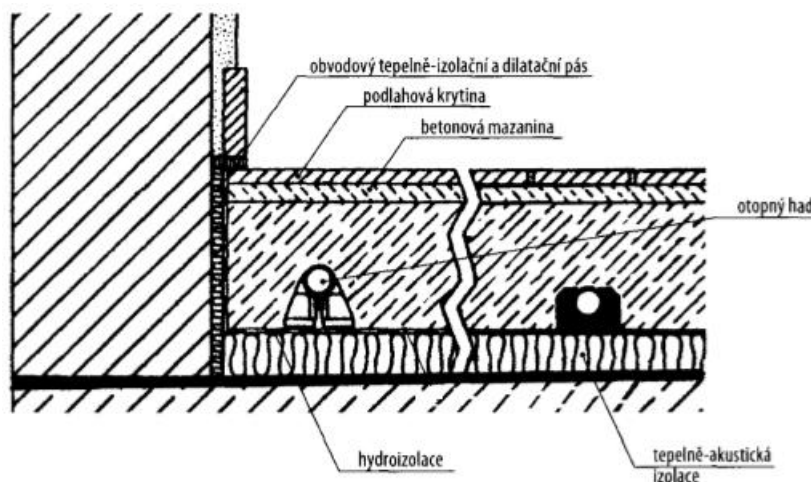


Obr. 20 Bifilární pokládka – plošná spirála Obr. 21 Bifilární pokládka – meandr [6]

7 Konstrukce podlahového vytápění

Konstrukci podlahové otopné plochy u mokrého způsobu pokládky tvoří:

- Podkladový beton
- Tepelně-akustická izolace
- Obvodový tepelně izolační a dilatační pás
- Hydroizolace (hydroizolační fólie)
- Potrubí otopného hadu
- Betonová mazanina
- Podlahová krytina



Obr. 21 Řez konstrukcí podlahové plochy – mokrá pokládka [1]

7.1 Podkladový beton

Podkladový beton je nosnou částí, která je podkladem pro vrstvy samotné otopné podlahy. Při jejím posouzení je nutné brát v potaz, že zalití trubek do 4 až 6 cm betonu bude podlaha zatížena hmotností 80 až 100 kg/m². Povrch pro pokládku podlahového vytápění musí být rovný. Pro mezní úchytky od celkové a místní rovinnosti platí ČSN 73 0205. Odchytky od předpisů se při rekonstrukcích eliminují vyrovnávací vrstvou. Když se podlaha klade na podklad, který je v prostředí s možnou pronikající vlhkostí, tak se do její konstrukce na povrch nosné podlahy položí hydroizolační fólie s tloušťkou min. 0,2 mm. Podlahu je nutné zbavit případných nerovností a nečistot. [6]

7.2 Tepelně-akustická izolace

Tepelně-akustickou izolaci klademe po položení okrajových dilatačních pásů. „Izolace může být v podobě systémových desek, samotných desek či jako tzv. roll-jet a fold-jet izolaci opatřených upevňovací tkaninou, která umožňuje vytvářet systémové role.“ [1]

Kromě izolačních vlastností musí vrstva splňovat i požadavky, které vychází z bezpečného a spolehlivého provozu otopné podlahy. Jedná se o dostatečnou pevnost a malou stlačitelnost požadovaného materiálu. Vytváří se z polystyrenových tabulí, které jsou překryté hydroizolační vrstvou proti zatékání vody do spár. Výška podlahy se pohybuje od 20 do 60 mm. Tepelně-akustickou izolaci dodávají výrobci také jako tzv. systémovou desku, tj. základní deska podlahového vytápěcího systému. Vnější hrany desek jsou profilované, při ukládání pak desky do sebe zapadají a tvoří souvislou vrstvu beze spár. V tomto případě není potřeba další fólie a nevznikají další zvukové mosty. [6]

Jako izolační materiály se používají vypěňované plasty či pěnové izolace jejichž hustota má být 20 kg/m^3 a stlačitelnost nesmí překročit 5 mm. Tepelná izolace z více vrstev má pouze jednu vrstvu akustické izolace z důvodu velké stlačitelnosti akustické izolace (3 až 4 mm jedna vrstva), která by mohla způsobit zlomení trubek v otopné ploše. [1]

7.3 Dilatační pás

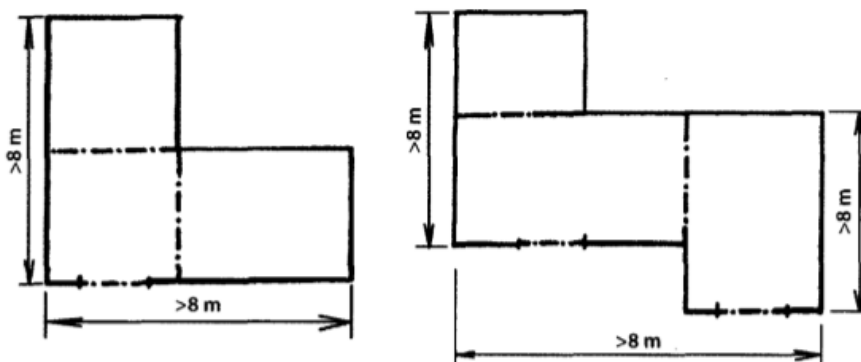
Okrajové dilatační pásy se kladou podél celé vytápěné místnosti mezi podlahu a stěny. Kompenzují teplotní roztažnost plovoucí betonové vrstvy. Minimální tloušťka dilatačních pásů by měla být 5 mm. Montážní firmy je většinou dodávají s rozměry 100 x 10 mm. [6]



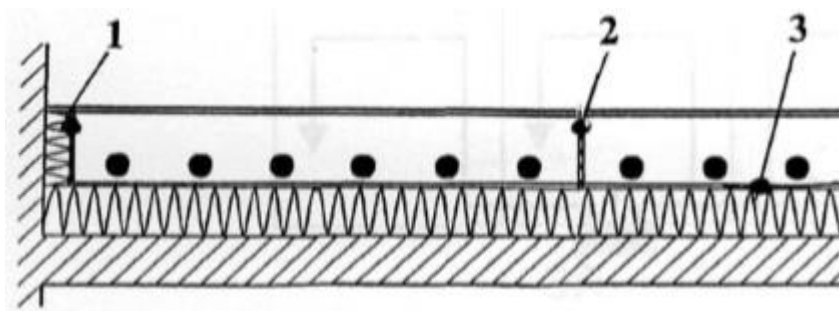
Obr. 22 Montáž dilatačního pásu REHAU [7]

7.4 Dilatační spáry

Z hlediska trvanlivosti a odolnosti plovoucí podlahy jsou dilatační spáry nejdůležitější součástí. Spára musí být provedena tak, aby umožnila rozpínání podlahy vlivem tepla. Šířka spáry by měla být nejméně 8 až 10 mm. Velikost jednotlivých dilatačních ploch by neměla překročit 40 m² (optimálně 25 m²) a plochy by ideálně měly mít čtvercový půdorys. Půdorysy ve tvaru L, T, Z se dělí na obdélníkové či čtvercové pole a dilatační spáry se umísťují i v místech přestupu vnějších dveří. Povrch spár se vyplňuje pružným tmelem a přes dilatační spáru by mělo být vedeno co nejméně potrubí. Potrubí, která přechází přes dilatační spáru by mělo být uložené v chráničce s minimálním přesahem 0,5m a každou stranu od spáry. [1]



Obr.23 Dělení dilatačních celků [1]



Obr. 24 Dilatační spáry betonové mazaniny 1) styčná dilatační a tepelně izolační spára u obvodové stěny, 2) styčná dilatační spára mezi jednotlivými oddilatovanými úseky, 3) ložná dilatační spára na povrchu tepelné izolace [2]

7.5 Hydroizolace

Spojité izolační ochrana povrchu proti pronikání vlhkosti z betonové mazaniny. Voda snižuje tepelněizolační vlastnosti polystyrenu. Všechny místnosti, kde podlaha leží přímo na zemi se musí opatřit bariérou proti vlhkosti (např. PVC fólie tloušťky 0,8 mm, PE fólii tloušťky 0,1 až 0,2 mm kterou můžeme svařit). Při svařování je nutné dodržet 8 cm překrytí. [6]

7.6 Termoreflexní a reflexní fólie

Vlastní vedení tepla tenkou vrstvou prosté reflexní fólie je zahrnuto v sumě $\sum b/\lambda_b$, tzn. že použitím prosté reflexní fólie nedojde ke změně tepelné propustnosti. K přenosu tepla sáláním mezi vrstvami dojít nemůže, protože sálání probíhá mezi dvěma povrchy pouze za předpokladu, že mají rozdílné povrchové teploty a je mezi nimi průteplivé prostředí (např. vzduch). Mezi jednotlivými vrstvami podlahového vytápění se tedy jedná pouze o fyzikální princip vedení tepla. Z toho vyplývá, že reflexní fólie nemůže změnit tepelnou propustnost vrstvy ani v jednom směru, tudíž ani sdílený tepelný výkon podlahové otopné plochy.

Použití termoreflexní fólie by z teoretického hlediska mohlo částečně způsobit, že se část tepla předávaného topnými trubkami směrem dolů měla odrazit od mikro-vrstvy hliníku zpět do vytápěného betonu, čímž by se docílilo úspory energie.

V praxi se však v experimentu, který proběhl na Ústavu techniky životního prostředí ČVUT v Praze, pro systém s termoreflexní fólií a porovnávací systém bez ní ukázalo, že rozdíl úspory tepla mezi oběma systémy je zanedbatelný. Úspora byla od 4 do 1 % (tj. v rámci nejistoty měření). [1]

7.7 Potrubí otopného hadu

Pro otopné hady podlahového vytápění jsou vhodné trubky z:

- Mědi
- Plastů
- Třívrstvé

7.7.1 Měděné trubky

Všestranné použití **mědi** je možné díky vysoké kvalitě zpracovaného materiálu na který se kladou vysoké požadavky. Měděná trubka je povlakována vrstvou PVC, která jí chrání proti fyzickému a chemickému vlivu betonových směsí.

Hlavní výhody mědi jsou:

- Minimální montážní náklady (jednoduchá a rychlá montáž s malými nároky na prostor)
- Vysoká korozní odolnost
- Dlouhá životnost
- Malé tloušťky stěn trubky
- Vysoká pevnost materiálu
- Dobrá možnost přizpůsobení stavebním podmínkám (vhodné i pro dodatečné instalace)
- Jednoduché a bezpečné spoje
- Baktericidní účinek
- Ekologičnost materiálu (100 % recyklovatelné)
- Měděné trubky nepodléhají zanášení usazeninami (přesný vnitřní průměr trubek, malé tlakové ztráty, dobrá tepelná vodivost) [6]

7.7.2 Plastové trubky

Základními stavebními prvky plastů jsou uhlík C a vodík H. Vzhledem ke způsobu technologického zpracování plastů za tepla je dále dělím na termoplasty, duroplasty a elastomery. **Termoplasty** lze tepelně vratně zpracovávat a upravovat. **Duroplasty** nemůžeme teplem tvarovat ani svářet. **Elastomery** se mechanickým zatížením značně deformují (po odlehčení se opět vrací do původního stavu), nemohou se tepelně tvarovat (syntetické kaučuky). [6]

Nejvhodnějším materiálem pro otopné hady je potrubí **ze síťovaného polyetylenu třídy A (PEXa)**.

Základní surovinou pro výrobu je vysokohustotní polyethylen u něhož se speciálními fyzikálními a chemickými postupy dosáhne zesíťování molekulových řetězců. Materiál má ve výsledku velmi dobré mechanické vlastnosti a na rozdíl od polyetyleny vykazuje

ochranu proti vnikání kyslíku difuzí přes stěnu trubky do otopné vody. Nedá se však svařovat ani lepit, jediným způsobem spojení tedy jsou mechanické spojky. Jeho hlavní výhodou je snadná výroba a s tím spojená i nízká pořizovací cena.

PEXb, PEXc jsou zesíťované jiným způsobem a nejsou tak kvalitní a odolné proti difúzi kyslíku do otopné vody, projektant by měl volit výhradně PEXa.

- v peroxidovém zesíťování (PE-Xa): 75 %
- silanové zesíťování (PE-Xb): 65 %
- zesíťovaný technologií elektronového paprsku (PE-Xc): 60 %

Teplotní odolnost je dána teplotní hranicí za kterou polymer měkne a taje. Při posuzování teplotní odolnosti u potrubí určených k vytápění je nutné brát v potaz i možnost nedokonalého svaření při kterém dochází k degradaci lokálním přehřátím.

Koroze plastů (stárnutí) je dána změnou mechanických vlastností, která je dána působením kyslíku, teploty a UV záření. Také při styku s kovem dochází k termooxidaci, která se projevuje narušením struktury plastů. Je tedy dobré používat spojky a přechodky doporučené výrobcem k danému potrubí. Změny rozměrových vlastností s ohledem na vlhkost u plastů neuvažujeme, neboť jsou nesmáčivé a jejich nasákavost je téměř nulová.

Délková teplotní roztažnost je z hlediska návrhu velice důležitá neboť teplotní roztažnost u plastů je desetinásobně větší než u oceli nebo mědi. Určující je pro ní součinitel teplotní roztažnosti, který udává o kolik se prodlouží jeden metr trubky při ohřátí o jeden Kelvin. Trubky zalité v mazanině však délkové tep. roztažnosti nepodléhají, neboť jím není umožněna. [1]

7.7.3 Třívrstvé trubky

Potrubí je složeno z více vrstev různého materiálu a je u něj kompenzována hlavní nevýhoda plastových trubek (teplotní délková roztažnost). Skládá se ze základní plastové trubky, hliníkového pláště navíjeného ve šroubovici nebo s podélným švem a ochranné plastové vrstvy. Soudržnost jednotlivých vrstev zajišťuje speciální přilnavá vrstva. I přes to, že se potrubí vyznačuje poměrnou tuhostí, tak si zachovává výbornou ohebnost. Spojuje se mechanickými spojkami nebo polyfúzním svařováním. [6]

8 Mazanina

Tab. 3 Porovnání technických parametrů betonové mazaniny a anhydritové směsi [3]

CEMLEVEL	Technické parametry materiálů	ANHYLEVEL
max. 4 hodiny	Doba zpracovatelnosti	max. 4 hodiny
8 mm	Maximální zrnitost	4 mm
max. 24 cm rozlití	Konzistence směsi	max. 26 cm rozlití
min. 1,2 W/m.K	Součinitel tepelné vodivosti λ	min. 1,8 W/m.K
max. 35 m ²	Bez smršťovacích spár (dilatací)	max. 600 m ²
cca 24 - 28 hod.	Pochůznost	cca 24 - 28 hod.
cca 4 - 5 dní	Zatížitelnost	cca 4 - 5 dní

8.1 Betonová mazanina

Do betonové mazaniny se přidávají příměsi ve formě plastifikátorů, které zlepšují plasticitu a lepší zatečení mazaniny kolem trubek. Minimální tloušťka betonové mazaniny nad trubkami je 45 mm. Pro mokrý způsob se ale běžně používají tloušťky od 60 až do 75 mm. Pokud předpokládáme větší zatížení podlahové vrstvy, může se do betonové mazaniny vložit ocelová zpevňovací rohož. Betonování se provádí až po tlakové zkoušce při natlakování celého systému. Čerstvě nanesená vrstva se musí minimálně 10 dní chránit před nadměrným vysoušením. Se zkušebním provozem otopné soustavy by se nemělo začínat dříve než 21 dní po skončení betonování. Požadované teploty otopné vody se musí dosahovat postupně zvyšováním o 5 °C denně. [6] Odtrhové pevnosti cementových potěrů jsou cca 2x vyšší než u anhydritů, to je důležité zejména kvůli velké tepelné roztažnosti některých typů keramiky nebo tvarové změny dřevin u podlahových krytin, které vyžadují vysokou přídržnost k podkladu. V trvale vlhkém prostředí je vhodnější než anhydritové potěry. [3]

8.2 Anhydritová směs

Anhydrit je materiál na bázi samonivelačního potěru ze směsi písku přírodního anhydritu CaSO_4 , sádry $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ a dalších chemických sloučenin. Podlahové topení v kombinaci s anhydritovým potěrem dává jeden z nejefektivnějších systémů s možností vysušování podlahovým topením, výbornou tepelnou vodivostí anhydritu v kombinaci s malou tloušťkou (menší objem vytápěného materiálu).

Anhydritové potěry je možné provádět již od tloušťky 30 mm. Téměř se nesmršťují a umožňují proto nižší realizovanou tloušťku. Zásadní rozdíl oproti betonové mazanině je v míře smrštění při zrání. U cementových potěrů je doporučený maximální dilatační celek cca 40 m². Anhydritové potěry umožňují realizaci ploch až 600 m² (v méně důvěryhodných materiálech se uvádí až 900 m²) s roztažností anhydritové směsi od 0,012 do 0,015 mm/m (např. u 20 m dlouhé strany místnosti činí roztažení v průměru 0,24 mm). U cementových potěrů je doporučený maximální dilatační celek cca 40 m². Anhydrit umožňuje snadnější regulaci teploty a pružnější tepelnou reakci na změnu teploty vytápěného prostoru. Avšak anhydritová mazanina má i svoje nevýhody. Zalití anhydritovou mazaninou musí provádět proškolená firma se speciálním míchacím a dopravním zařízením. Další nevýhodou je, že anhydritová mazanina není vhodná pro použití v mokřích prostorách nebo v prostorách s možnou zvýšenou vlhkostí (bazénové haly, plavecké bazény, kuchyně, koupelny...). Anhydrit totiž vlhkostí ztrácí pevnost. Tento problém lze vyřešit hydroizolačním nátěrem, který se provádí u všech anhydritových podlah, kde přes podlahovou krytinu hrozí pronikání vlhkosti. [1]

9 Podlahová krytina

Tvoří vrchní vrstvu konstrukce otopné podlahy. Maximální tepelný odpor podlahové krytiny by měl být menší než $0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$. Vyšší tepelné odpory působí jako tepelná brzda. Uvedenému požadavku odpovídají takřka všechny běžné podlahové krytiny. Nedoporučují se textilní koberce s výškou vlasů nad 10 mm a parkety z měkkého dřeva. Nejvhodnější jsou keramické a kamenné dlaždice s maximální tloušťkou do 6 mm. Méně vhodné ale stále vyhovující jsou parkety z tvrdého dřeva do tloušťky 8 mm. Kvůli lepšímu přestupu tepla se krytina neklade na povrch podlahy volně. Doporučuje se jí fixovat lepením nebo kladením do vrstvy cementového potěru, případně do vyrovnávací vrstvy betonu.

Podlahová krytina se pokládá po 28 dnech od nanesení betonové mazaniny. [1] [6]

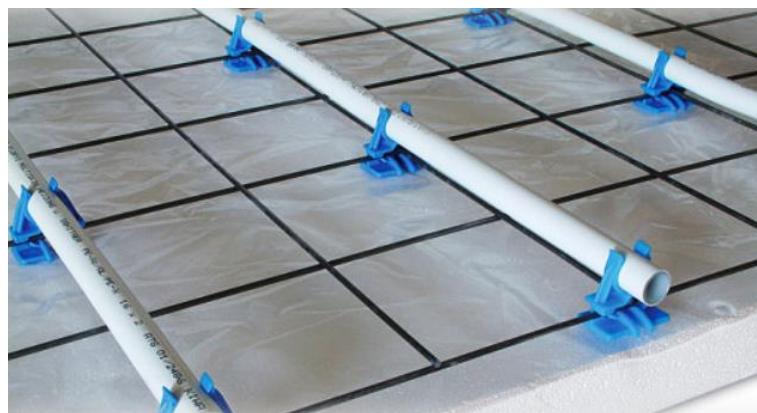
10 Upevňování a kladení trubek

Trubky otopného hadu se připevňují různými způsoby:

- Přivazováním na ocelovou síť
- Plastovými příchýtkami na ocelovou síť
- Do plastových vodících lišt
- Fixováním plastovými příchýtkami do izolační desky
- Zatlačení trubek do systémové desky
- Spojováním lamelových kazet
- Spojováním modulových klima podlah



Obr. 25 Přivazování na ocelovou síť [8]



Obr. 26 Systém s drátěnou rohoží (kari sítí) s plastovým stojánkem pro fixaci trubek [8]



Obr. 27 Systém s vodícími lištami [8]



Obr. 28 Fixování plastovými příchytkami do izolační desky [10]



Obr. 29 Plastové příchytky (různé variace) [9]



Obr. 30 Zatlačení trubek do systémové desky [11]

11 Posouzení podlahové otopné plochy

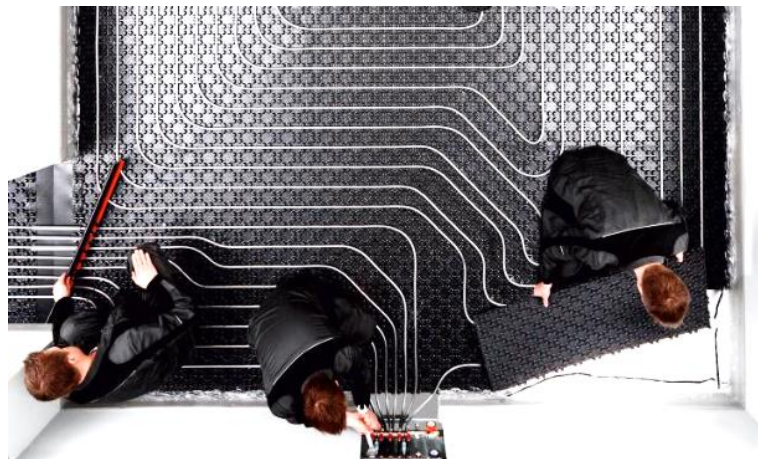
Jedním z úkolů této bakalářské práce bylo posouzení ceny více možných systémů podlahové otopné plochy. Hlavním podkladem pro toto porovnání byla data poskytnutá firmami FV Therm, Rehau, Uponor a TECE. Z jednotlivých nacenění podlahových otopných systémů byla vypočítána cena/m². V případě většího množství dat stejného systému byly hodnoty zprůměrovány, aby se alespoň částečně eliminovaly odlišnosti jednotlivých nacenění. Ve výsledném porovnání cen jednotlivých systémů byla uvažována právě tato zprůměrovaná hodnota.

11.1 Systémové desky

Pokládka do systémových desek je méně pracná a zvládne ji i jeden montážník. Po poležení otopného hadu se dá chodit do zálivky, trubka je chráněna. Systémová deska je ale téměř 2 x dražší než tacker role. Některé firmy tedy systémové desky naceňují přednostně vzhledem k jednodušší a rychlejší montáži.

TECE systémová fóliová deska, 30 kPa/m²

- Rozměry desky: 1440 x 840 mm
- Výška izolace: 30 mm
- Rozměry potrubí: 14 až 17 mm
- Pro objekty se zatížením do 5 kN/m²

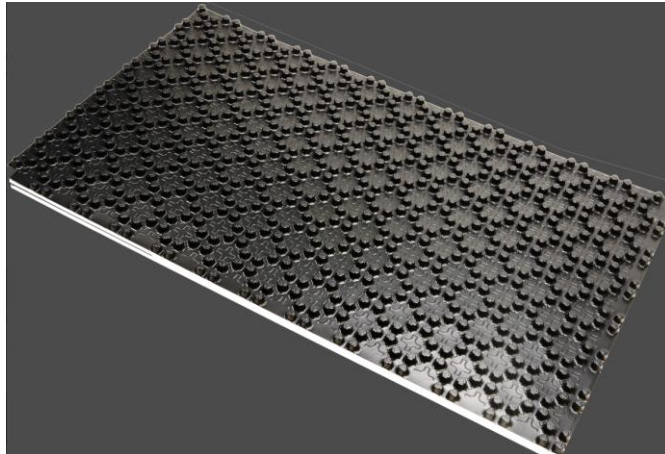


Obr. 31 Montáž systému TECEfloor se systémovou fóliovou deskou [14]

FV ISO PLUS-systémová deska s izolací 35 mm

- Rozměry desky: 1450 x 850 mm
- Výška izolace: 30 mm
- Rozměry potrubí: 16 až 18 mm

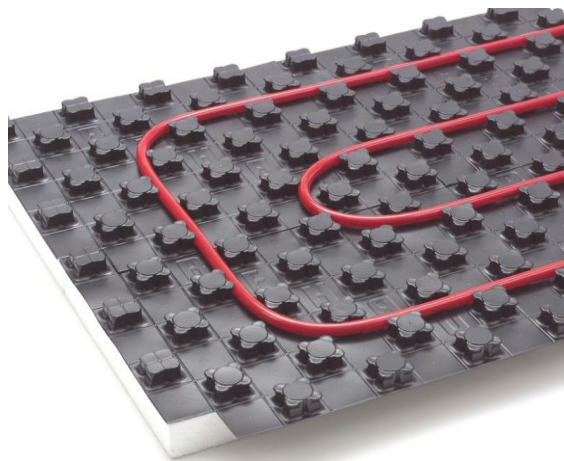
Systémová deska na podlahové vytápění umožňuje rychlou a jednoduchou instalaci s minimálním prořezem a s lemem pro snadné napojení další desky



Obr. 32 FV ISO PLUS – systémová deska s izolací 35 mm [15]

Systémová deska REHAU Varionova s izolací 30-2

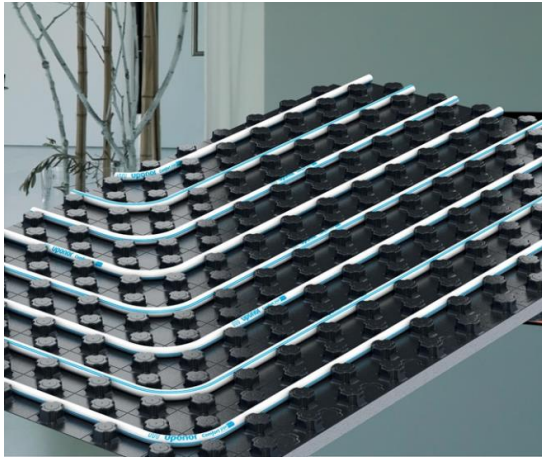
- Rozměry desky: 1450 x 850 mm
- Výška izolace: 30 mm
- Rozměry potrubí: 14 až 17 mm
- Pro rozestup potrubí: 10, 15, 20, 25 30 cm
- Pro objekty se zatížením do 5 kN/m²



Obr. 33 Systémová deska Varionova [4]

Uponor Tecto s izolací ND 30 - 2

- Rozměry desky: 1450 x 850 mm
- Výška izolace: 30 mm
- Rozměry potrubí: 14 až 17 mm
- Pro rozestup potrubí: 10, 15, 20, 25 30 cm
- Pro objekty se zatížením do 5 kN/m²



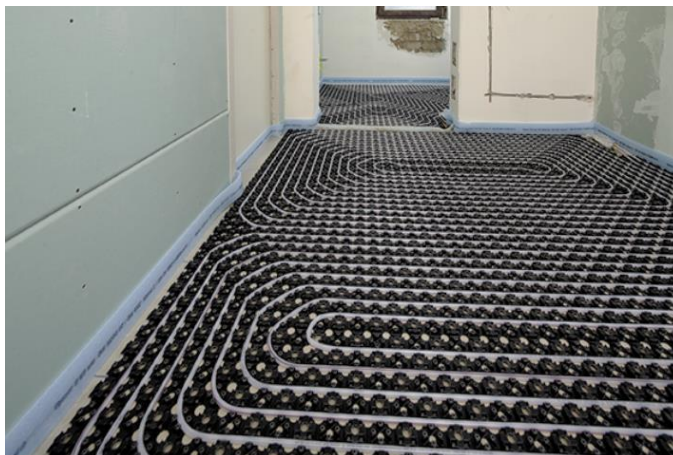
Obr. 34 Uponor Tecto s izolací 30-2 [16]

Uponor Minitec

- Rozměry desky: 1120 x 720 mm
- Potrubí: Minitec Comfort Pipe 9,9 x 1,1 mm
- Pro rozestup potrubí: 5, 10, 15 cm

Speciálně vyvinutý systém pro rekonstrukce, nebo doplnění podlahového vytápění do prostor s nedostatečnou výškou pro běžný systém. Často se proto využívá pro klientské změny v již hotových novostavbách, kde je omezení stavební výšky. S nižší konstrukční výškou má systém malou akumulaci a je tedy možné ho regulovat s krátkou odezvou oproti standartním systémům podlahového teplovodního vytápění.

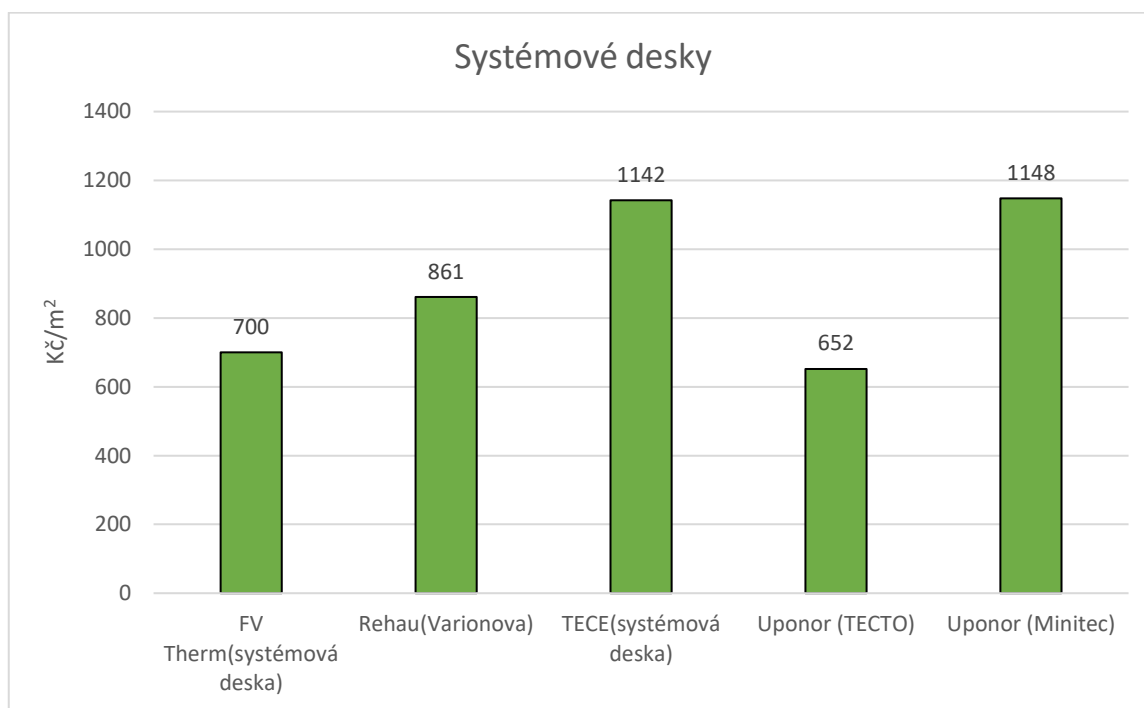
Při řešení konstrukce podlahového vytápění se systémem Minitec se pokládají komponenty přímo na stávající podklad. Tím může být téměř cokoli, např. potěr, dlažba, dřevěný podklad, litý asfalt, betonová podlaha nebo sádro-vláknité desky. Tloušťka celého systému je pouze 15 mm i s potěrem. [16]



Obr. 35 Instalovaný systém Uponor připravený pro zalití [16]

11.1.1 Porovnání systémových desek

Porovnány byly ceny systémů od firem Rehau, Tece, Uponor a FV Therm. Cenový rozdíl je zde způsoben rozdílnými cenami systémů od různých výrobců a také rozdíly v individuálních požadavcích, které se promítly do nacenění projektů. Tento vliv se podařilo částečně eliminovat zprůměrováním cen z více projektů jednoho systému. Pro přesné porovnání by musela být porovnávána nacenění od různých firem na stejný projekt. Nejlevnější jsou systémy Tecto od firmy Uponor a systémová deska FV Therm s téměř totožnou cenou. Hned za nimi je o něco dražší systém s deskou Varionova od Rehau a systém TECEfloor. Systém Minitec od Uponor je dražší zejména, protože se jedná o speciální systém vhodný pro rekonstrukce s velice malou konstrukční výškou cca 1,5 cm.



Obr. 36 Porovnání cen podlahových systému se systémovými deskami (Kč/m²)

11.2 Tacker systémy

Deska je funkční tepelná a kročejová izolace, kde je vytištěn rastr a trubky se upevňují Tackerem a příchytkami. Tracker systémy jsou vhodné i pro neobvyklé půdorysy. Jejich hlavní výhodou je podstatně nižší pořizovací cena v porovnání se systémovou deskou. Nevýhodou tady může být komplikovanější pokládka, která je pracnější a při položení a upevnění potrubí je nutné zvýšené opatrnosti abychom neuvolnili upevněné potrubí. [7]



Obr. 37 Způsob přichycení potrubí pomocí Tackeru a spon [7]

FV EPS systémová role

- Rozměry role: 1000 mm x 10 000 mm x 30 mm
- Rozměry potrubí: 14 až 20 mm
- Pro objekty se zatížením do 4 kN/m²

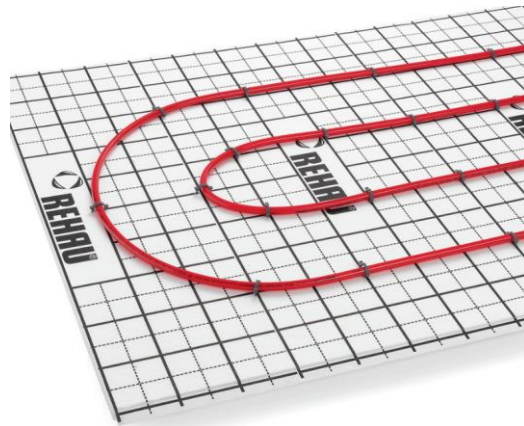
Tepelná a kročejová izolace podle DIN EN 13163 s kotevní kaširovanou PP tkaninou s natištěných 5 cm rastrem pro snadné upevnění originálních tracker spon. [15]



Obr. 38 Použití FV Therm systémové role v rodinném domě [15]

Rehau Tacker role 30-2

- Rozměry role: 1000 mm x 12 000 mm x 30 mm
- Pro objekty se zatížením 5 kN/m²
- Pro rozestup potrubí: 5, 10, 15, 20, 25, 30 cm
- Přichytka RAUTAC na trubky v rozměrech 14 až 17 mm
- Přichytka Tacker na trubky v rozměrech 20 mm



Obr. 39 Potrubí připevněné na Rehau Tacker roli [4]

TECE Tacker role 30-2

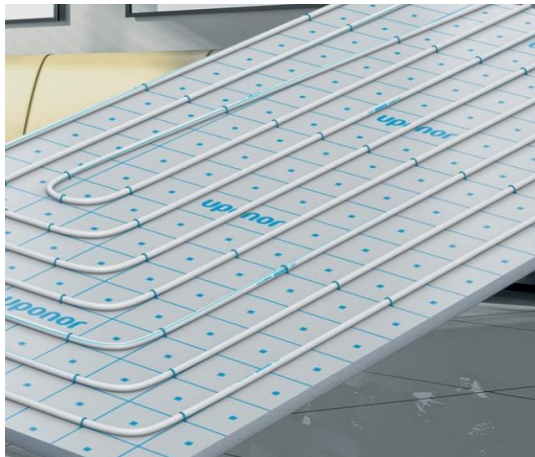
- Rozměry role: 1000 mm x 10 000 mm x 30 mm
- Rozměry potrubí: 14 až 20 mm
- Pro objekty se zatížením do 4 kN/m²



Obr. 41 TECE Tacker role [14]

Uponor Tacker 30-2

- Rozměry role: 1000 mm x 10 000 mm x 30 mm
- Rozměry potrubí: 14 až 20 mm
- Pro objekty se zatížením do 4 kN/m²



Obr. 40 Potrubí připevněné na Uponor Tacker roli [17]

Uponor rastrová fólie

- Rozměr: 1,03 m x 100 m (role 103 m²)
- Rastr: 100 mm x 100 mm



Obr. 41 Uponor rastrová fólie [17]

Uponor Klett

System pokládky podlahového vytápění využívající funkci suchého zipu. Potrubí je spirálovitě ovinuto první částí suchého zipu s háčky. Druhá část suchého zipu s chlupy je nalaminována na tepelné izolaci.

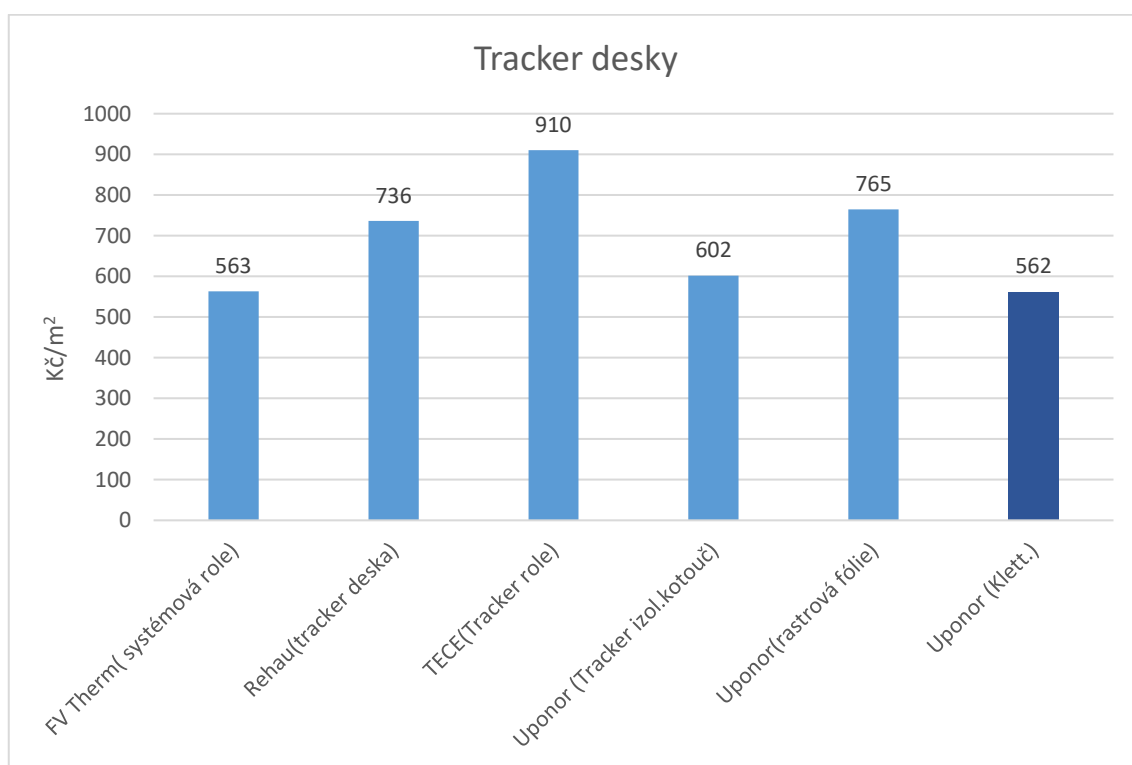
- Bezkonkurenčně nejrychlejší způsob pokládky PV
- Jednoduchá montáž bez použití nářadí
- Pro montáž stačí jedna osoba
- Snadná korekce polohy již položeného potrubí
- Tepelná i kročejová izolace v jednom
- Rychlá pokládka izolačních rolí
- Při pokládce potrubí nedochází k porušení vrchní izolační vrstvy tepelné izolace
- Flexibilní pokládka pro všechny velikosti a tvary místností
- Osvědčené potrubí PE-Xa dimenze 16x1,8 mm
- Velké množství přichytných bodů zajišťuje abnormálně pevné spojení trubky a izolační desky



Obr. 42 Klett systém detail přichycení potrubí na tepelné izolaci pomocí suchých zipů

11.2.1 Porovnání Tacker systému a systému Uponor Klett

Porovnány byly ceny systémů od firem Rehau, Tece, Uponor a FV Therm. Systém Uponor Klett jsem zařadil do porovnávání Tacker systému, protože až na přichycení trubek k povrchu jsou z mého pohledu velice podobné. Ceny pro Tacker systém se pohybují od 563 do 910 Kč/m² a systém Klett je ze všech systémů nejlevnější s cenou 562 Kč/m². Cenový rozdíl je zde způsoben rozdílnými cenami systémů od různých výrobců a také rozdíly v požadavcích mezi naceněnými projekty. Tento vliv se podařilo částečně eliminovat zprůměrováním cen z více projektů jednoho systému. Pro přesné porovnání by musela být porovnávána nacenění od různých firem na stejný projekt.



Obr. 43 Porovnání cen podlahových Tacker systémů a Klett systému

11.3 Suchý systém

Suché systémy podlahového vytápění mají využití zejména u rekonstrukcí, instalace do dřevostaveb. Jejich využití je také vhodné i pro stavby s nedostatečnou statickou pevností, která neumožňuje odlít betonovou neb anhydritovou desku v požadované tloušťce. Také u historických objektů s požadavkem na zachování stávající podlahové krytiny, zejména když je podlaha ze vzácných dřevin. [3]

Rehau suchý systém

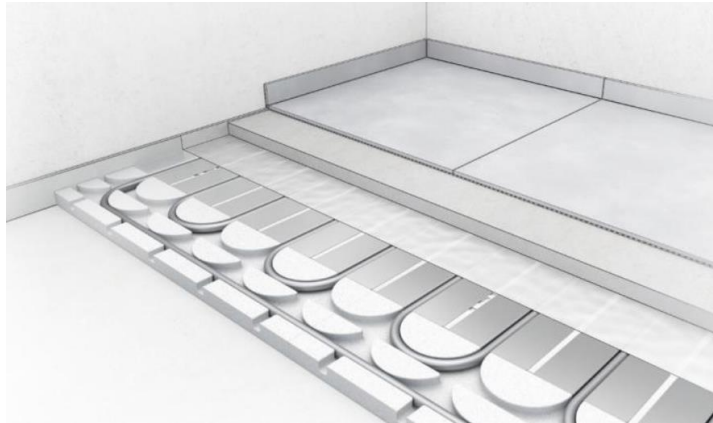
- Skládá se z: pokládací desky, vratné desky a přechodové desky.
- Rozměry pokládací desky (vratné): 1000 mm x 500 mm x 30 mm (500 x 1000mm x 30 mm)
- Rozměry potrubí: Rehau Rautitan flex 16 x 2,2 mm, RAUTITAN stabil 16,2 x 2,6 mm
- Pro rozteč pokládky: 12,5 a 25 cm



Obr. 44 Rehau suchý systém [4]

TECE suchý systém

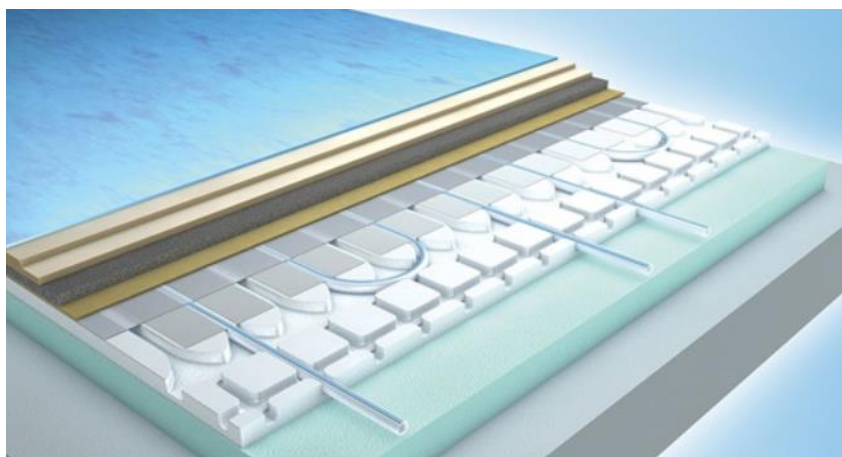
- Rozměry pokládací desky: 1150 mm x 750 mm x 30
- Profil pro vedení potrubí (pozinkovaný ocelový plech 0,4 mm): 1000 x 132 mm
- Rozměry potrubí: 16 x 2 mm
- Pro rozteč pokládky: 12,5 a 25 cm



Obr. 45 Řez suchým systémem TECE [14]

Uponor Siccus

- Rozměry pokládací desky: 1197 mm x 1050 mm x 25 mm
- Profil pro vedení potrubí (pozinkovaný ocelový plech 0,4 mm): 1180 x 120 mm
- Rozměry potrubí: 14 x 2 mm
- Pro rozteč pokládky: 15 a 22,5 nebo 30 cm

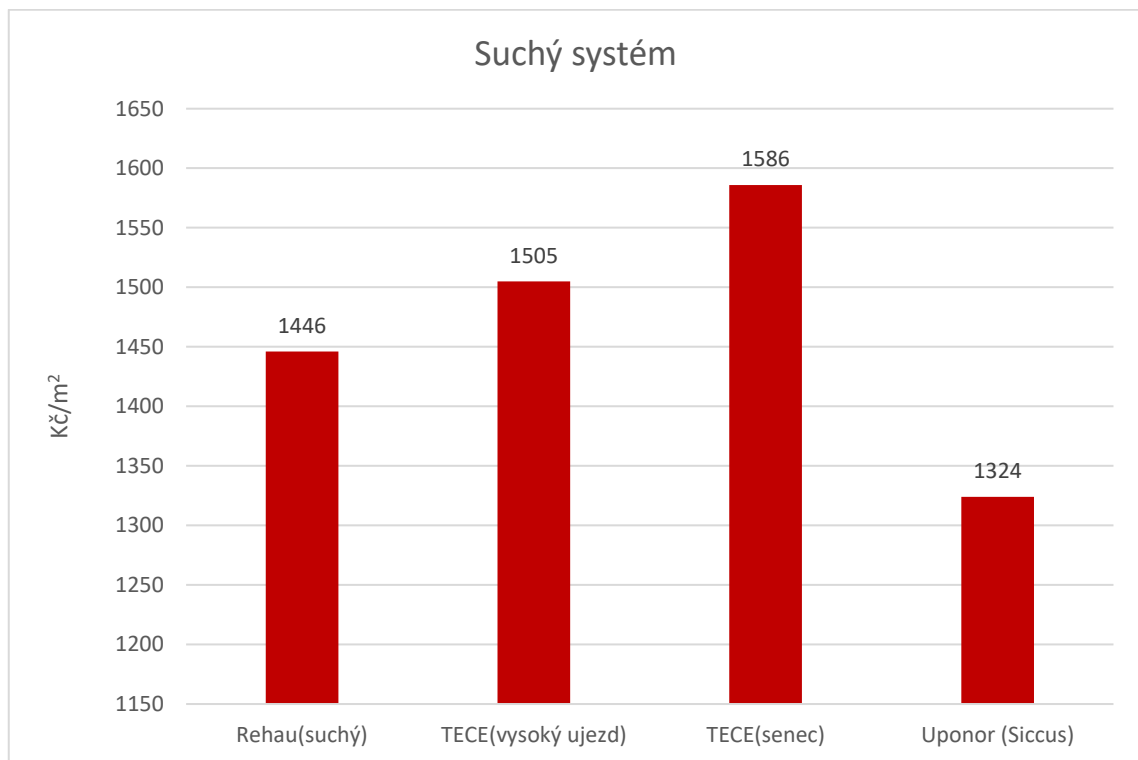


Obr. 46 Řez suchým systémem Siccus [17]

11.3.1 Porovnání Suchých systémů

Porovnány byly ceny suchých systémů od firem Rehau, Tece, Uponor. Cenový rozdíl je zde způsoben rozdílnými cenami systémů od různých výrobců a také rozdíly v individuálních požadavcích, které se promítly do nacenění projektů. Pro přesné porovnání by musela být porovnáována nacenění od různých firem na identický projekt se stejnými požadavky. Jak je vidět v následujícím grafu na dvou totožných systémech od TECE z nichž jeden vychází zhruba o 80 Kč/m² dražší, protože je to jiný projekt s jinými požadavky na podlahovou otopnou plochu.

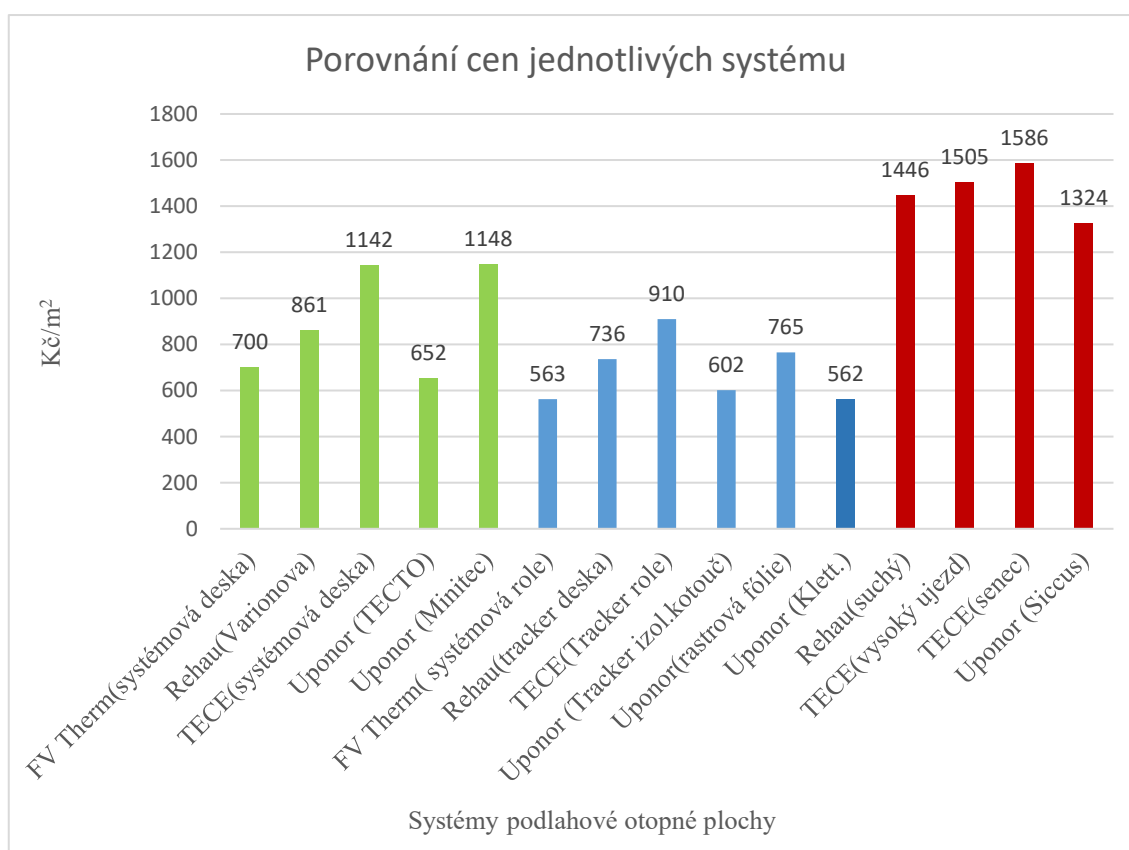
Nejlevnější je systém Uponor Siccus, po něm s malým rozdílem suchý systém Rehau a TECE. Všechny systémy se však pohybují kolem ceny 1500 Kč/m².



Obr. 47 Porovnání cen suchých systémů

11.3.2 Porovnání cen všech systémů

Každý systém má rozdílné ceny materiálu a různou obtížnost montáže. Velkou roli zde hrají i požadavky investora, který může využít kvalifikované montážní firmy nebo si montáž udělat sám. Z porovnání cen všech systémů dohromady je evidentní, že tacker systémy společně se systémem se suchým zipem Klett vychází nejlevnější. Montáž tacker systémů je však pracnější a je třeba správně přichytit potrubí a dát pozor aby se neuvolnilo při chození do zálivky. Následují systémové desky, u kterých je však vyšší pořizovací cena vykoupena jednodušší montáží, kterou zvládne jeden člověk. Potrubí u systémových desek je také lépe kryté díky uložení trubek v systémových deskách, takže není problém chodit do zálivky, a je tedy z mého pohledu vhodnější pro stavby kde se pohybuje více lidí. Drtivá většina staveb se betonuje a suchý systém, který je 2 až 2,5x dražší se tedy používá až když je to nutné, kvůli celkovému suchému procesu stavby (dřevostavby) nebo kvůli zatížení (rekonstrukce).



Obr. 48 Porovnání cen všech jednotlivých systémů

12 Závěr

Zadání práce bylo zmapovat a zhodnotit možné způsoby pokládky otopného hadu u podlahové otopné plochy a posoudit ekonomickou náročnost jednotlivých systémů vztahenou na metr čtvereční otopné plochy. V teoretické části práce jsem se seznámil s velkoplošným převážně sálavým vytápěním a jeho principem. Dále jsem se zabýval již jen podlahovým vytápěním jako systémem, který je znám už od starého Říma.

Po konzultaci s vedoucím práce jsme se shodli, že bude vhodnější a názornější, když se budu dále zabývat konkrétně teplovodním podlahovým vytápěním. Takový systém je výrazně úspornější (co se týče potřebné energie a s tím spojených provozních nákladů), než vytápění podlahové elektrické, a splňuje tak účel nízkoenergetického vytápěcího systému. Univerzálnost teplovodního podlahového vytápění zároveň umožňuje používat jakýkoliv zdroj tepla (kondenzační plynové kotle, pelety, tepelná čerpadla). Systém je rovněž vhodný pro využití nízkopotenciálního tepla, jako je odpadní teplo ze strojního chlazení či technologických procesů a samozřejmě i od tepelných čerpadel, solárních systémů nebo geotermální energie. U teplovodní otopné soustavy s podlahovou otopnou plochou rovněž nevznikají obavy z výskytu bludných elektrických proudů, vířivých proudů a magnetických polí, se kterými se setkáme při úvaze o elektrickém podlahovém vytápění.

Dále jsem se tedy zabýval teplovodním podlahovým vytápěním, a to možnými způsoby pokládky otopného hadu, a konstrukcí mokrého způsobu podlahové otopné plochy zhotovené pomocí tacker (vtlačování spon) systému, klett (upevnění přes suchý zip), nebo za použití systémových desek a suchého způsobu pokládky otopného hadu.

Praktická část byla zaměřena na posouzení podlahové otopné plochy z ekonomického hlediska, tedy pořizovací náklady. Porovnával jsem cenu vztahenou na jeden metr čtvereční otopné plochy, kterou jsem získal z nacenění různých projektů. Ceny mi byly poskytnuty firmami: Uponor, Rehau, TECE a FV Therm. Z porovnání je patrné, že u mokrého způsobu pokládky je levnější tacker systém a rovněž i klett systém se suchým zipem, oproti použití systémových desek. Systémové desky mají méně náročnou montáž, kterou zvládne jedna osoba, ale vykazují vyšší pořizovací náklady. Potrubí je lépe chráněno při následném zalévání betonovou mazaninou nebo anhydritem. Z mého hlediska jsou tedy systémové desky vhodnější pro stavby, kde se pohybuje více lidí. Velkou roli mají požadavky investora, který může k montáži využít kvalifikované montážní firmy, nebo si montáž udělat sám. Cenu mokrého způsobu pokládky značně převyšuje cena suchého způsobu pokládky, který je zhruba dvakrát dražší. Suchý způsob pokládky se používá v případech, kdy není možné využít způsobu mokrého. Speciálně se používá, když je celý způsob stavby suchý (dřevostavby) nebo při rekonstrukcích. Díky absenci betonové mazaniny může být celkové zatížení daného stropu minimální. Tento systém se také vyznačuje nízkou stavební výškou a možností okamžitého zátopu a provozování ihned po instalaci. Odpadá zrání betonu, atd. Takové rozvody podlahového vytápění pak lze pokládat i nad dřevěné trémové stropy.

Použité zdroje

- [1] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: GRADA, 2010. ISBN 978-80-247-7308-7.
- [2] KLUSÁK, Jiří. *Porovnání různých způsobů podlahového vytápění*. Brno, 2004. Bakalářská. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Josef Štětina.
- [3] prof. Ing. Jiří Bašta, Ph.D. *Tzbinfo: Podlahové vytápění* [online]. In: . [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz>
- [4] *REHAU: PLOŠNÉ VYTÁPĚNÍ / CHLAZENÍ* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.rehau.cz
- [5] *Subitech: kapilární rohože* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.subitech.cz
- [6] PETRÁŠ, Dušan. *Podlahové teplovodné vykurovanie*. Bratislava, 1998.
- [7] *Topeni-levně: katalog-podlahove-topeni* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.1-topeni-levne.cz
- [8] *Comap Praha: podlahové vytápění* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.comappraaha.cz
- [9] *Vodotop: podlahové vytápění* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.vodotop.com
- [10] *Topení Malý: podlahové vytápění* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.topenimaly.cz>
- [11] *Homebydlení: vse-o-podlahovem-vytapeni-2-cast* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.homebydleni.cz
- [12] *Cvip: podlahové vytápění* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.cvip.cz
- [13] *Čerpadla Ostrava* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.cerpadla-ostava.cz
- [14] *TECE: TECEfloor katalog* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.tece.com
- [15] *FV plast: FV plast katalog* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.fv-plast.cz
- [16] *Topin: uponor-predstavuje-system-podlahoveho-vytapeni-minitec* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.topin.cz
- [17] *Uponor: katalog* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: www.uponor.cz