

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**NÁVRH VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU**  
**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vypracoval:

Jan Jeřábek

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

LS 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Jeřábek Jméno: Jan Osobní číslo: 468635  
Zadávací katedra: Katedra Technických zařízení budov  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh vytápění bytového domu  
Název bakalářské práce anglicky: Design of heating system in the apartment building

Pokyny pro vypracování:

Projekt vytápění bytového domu.

Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, návrh systému vytápění, základní energetické výpočty.

Výkresová část - půdorys, řez, detail technické místnosti, funkční schéma.

Studie na téma Podlahové vytápění v budovách pro bydlení

Seznam doporučené literatury:

Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7

ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění

ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav.

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2020 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

17.2.2020

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne:                      2020

Podpis:

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval panu doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, profesionální přístup a poskytnuté rady. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu.



## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá praktickým návrhem otopné soustavy v bytovém domě. Záměrně jsou použita desková otopná tělesa s napojením na centrální plynovou kotelnu umístěnou v suterénu objektu. Návrh vytápění je pojat jako projekt, který obsahuje technickou zprávu s výpočty a technickými listy a projektovou dokumentaci ve výkresové podobě navrženého systému. Součástí bakalářské práce je teoretická studie na téma podlahové vytápění v budovách pro bydlení, která uvádí souhrn možností realizace zejména teplovodního podlahového vytápění. Ve studii jsou však zmíněny i další typy podlahového vytápění.

## **Abstract**

The bachelor's thesis deals with the practical design of a heating system in an apartment building. Heating elements with a connection to the central gas boiler room located in the basement of the building are intentionally used. The heating design is conceived as a project that contains a technical report with calculations and technical sheets and project documentation in the drawing form of the designed system. Part of the bachelor's thesis is a theoretical study on the topic of floor heating in residential buildings, which provides a summary of the possibilities of implementing hot water floor heating. However, other types of floor heating are also mentioned in the study.

## **Klíčová slova**

otopná soustava, desková otopná tělesa, plynová kotelna, podlahové vytápění, vytápění

## **Keywords**

heating system, heating elements, gas boiler room, floor heating, heating



## Obsah

I Úvod .....	8
II Studie na téma podlahové vytápění v budovách pro bydlení .....	9
II.1 Úvod studie.....	9
II.2 Historický vývoj vytápění .....	9
II.2.1 Vytápění obecně .....	9
II.2.2 Velkoplošné vytápění .....	9
II.2.3 Vytápění elektrické.....	10
II.3 Teorie velkoplošného vytápění.....	11
II.3.1 Druhy sálavého vytápění .....	11
II.3.2 Sálavé vytápění velkoplošné .....	11
II.3.3 Podlahové vytápění velkoplošné .....	12
II.3.3.1 Podlahové vytápění teplovodní .....	13
II.3.3.2 Podlahové vytápění elektrické.....	14
II.3.4 Volba budovy pro podlahové vytápění.....	15
II.4 Teplovodní podlahové vytápění .....	16
II.4.1 Hlavní komponenty podlahového vytápění .....	16
II.4.2 Hlavní rozdělení podlahového teplovodního vytápění .....	19
II.4.2.1 Provedení otopné plochy .....	19
II.4.2.2 Uspořádání otopných registrů.....	19
II.4.3 Teplovodní podlahové vytápění - těžká podlaha.....	21
II.4.3.1 Konstrukce teplovodní podlahové otopné plochy .....	21
II.4.3.2 Montáž teplovodního podlahového vytápění .....	24
II.4.3.3 Regulace podlahového vytápění .....	25
II.4.3.4 Vhodné zdroje tepla.....	25
II.4.3.5 Vhodný objekt pro systém mokrého procesu .....	26
II.4.4 Teplovodní podlahové vytápění - lehká podlaha.....	26
II.4.4.1 Konstrukce teplovodní podlahové otopné plochy .....	26
II.4.4.2 Montáž teplovodního podlahového vytápění .....	28
II.4.4.3 Regulace podlahového vytápění .....	28
II.4.4.4 Vhodné zdroje tepla.....	28
II.4.4.5 Vhodný objekt pro systém suchého procesu .....	28



II.5 Elektrické podlahové vytápění .....	28
II.5.1 Konstrukce podlahy .....	29
II.5.1.1 Lehká podlaha .....	29
II.5.1.2 Těžká podlaha:.....	30
II.5.2 Montáž elektrického podlahového vytápění.....	30
II.5.3 Regulace elektrického podlahového vytápění .....	31
II.5.4 Vhodný objekt pro elektrické vytápění .....	31
III Projekt vytápění bytového domu .....	32
III.1 Úvod projektu .....	32
III.2 Orientace a popis objektu.....	32
III.2.1 Funkční a dispoziční řešení objektu .....	32
III.3 Popis navrženého řešení vytápění .....	32
III.3.1 Vstupní parametry projektu vytápění.....	32
III.3.2 Charakteristika navrženého otopného systému .....	32
III.3.2.1 Souhrn výsledků základních energetických výpočtů projektu.....	33
III.3.3 Výpočetní model projektu.....	33
III.4 Projekt podlahového vytápění.....	33
IV Závěr .....	35
V Rejstříky .....	36
V.1 Literatura a použité zdroje.....	36
V.2 Seznam obrázků a tabulek.....	37
V.3 Seznam použitých norem .....	38
V.4 Použitý software.....	38
V.5 Seznam příloh a výkresové dokumentace .....	39



# I Úvod

Tato bakalářská práce je členěna na dva celky. Teoretickou část - Studie na téma podlahové vytápění v obytných budovách, a praktickou část - Projekt vytápění bytového domu. Tyto části nejsou provázány, pouze spadají do stejného oboru, kterým je vytápění v obytných budovách. Studie se však zabývá podlahovým vytápěním, kde začátek je pojat širokospektrálně a popisuje komplexně historii vytápění, vytápění velkoplošného, podlahového a elektrického. V dalších kapitolách této studie se uvádí následující podrobné dělení, ale už konkrétně zadaného tématu, kterým je podlahové vytápění. Podrobněji je popsáno podlahové vytápění teplovodní, které je realizovatelné suchým nebo mokřým procesem. Oba procesy jsou rozebrány z pohledu konstrukčního, materiálového a funkčního. V trochu menším rozsahu je dále popisováno elektrické podlahové vytápění a to opět z hlediska konstrukce, funkčnosti, výhodnosti provedení a vhodnosti použití. Oba systémy jsou zhodnoceny z hlediska použitelnosti v určitých budovách, jinými slovy, do kterých budov se podlahové vytápění hodí a do kterých nikoli a to pro oba systémy zvlášť. Ve studii jsou popsány vhodné zdroje tepla pro podlahové vytápění, teploty podlahového topení a další podrobnosti tohoto systému. V praktické části je uveden příklad výkresu podlahového vytápění na jednom běžném podlaží budovy řešené v projektu. Cílem této části je tedy shrnout a popsat podlahové vytápění v budovách pro bydlení.

Praktická část se zabývá návrhem otopného systému v bytovém domě, přičemž je toto téma hlavním tématem bakalářské práce. V tomto návrhu není záměrně použito podlahové vytápění, aby tato práce byla obsáhlejší a měla hlubší informační hodnotu. Projekt vytápění bytového domu tedy řeší návrh vytápění pomocí otopných těles a studie se zabývá podlahovým vytápěním. V této praktické části jsou popsány fakta celého projektu systému vytápění dané budovy, která jsou podložena výpočtovou, textovou a výkresovou dokumentací. Jak již bylo řečeno, praktická část se skládá z hlavní části z projektové dokumentace vytápění bytového domu. V projektové dokumentaci je zpracovaný návrh otopného systému dané budovy, který obsahuje technickou zprávu, kde jsou uvedeny veškeré výpočty a předběžné návrhy a výkresovou dokumentaci, která návrh popisuje graficky. K technické zprávě jsou připojeny přílohy, ve kterých se nachází technické údaje použitých výrobků, skladeb konstrukcí, tepelně technických parametrů a další. V projektu je využit systém deskových otopných ploch, napojených na centrální plynovou kotelnu v objektu. Objekt je tedy vytápěn plynem a deskovými otopnými tělesy. V dokumentaci je zahrnut základní návrh ohřevu teplé vody a zásobníku na TV. Zdravotně-technické instalace nejsou v této práci řešeny. V daném objektu se nenachází vzduchotechnické instalace. Hlavním cílem praktické části je tedy vytvořit projekt vytápění dané budovy.





## **II Studie na téma podlahové vytápění v budovách pro bydlení**

### ***II.1 Úvod studie***

Studie na téma podlahové vytápění v budovách pro bydlení byla zadána k hlavní části bakalářské práce, která je na téma návrh vytápění v bytovém domě. Studie popisuje historii vytápění obecně a pak dále už konkrétněji dané typy vytápění. Hlavním tématem je však vytápění podlahové, kterému je věnována většina této studie. Jsou zde popsány dva hlavní a základní druhy podlahového vytápění, jimiž jsou elektrická a teplovodní podlahová vytápění. Tyto dvě varianty se dále dělí na suchý a mokrý proces provedení. Dříve uvedené je nadále podrobněji popisováno a selektováno.

### ***II.2 Historický vývoj vytápění***

#### **II.2.1 Vytápění obecně**

Nejstarším vytápěním všech národů bylo vytápění místní. Vytápělo se spalováním dřeva v otevřeném ohništi. Největším nedostatkem tohoto způsobu vytápění bylo nadměrné množství kouře. Aby staří Římané zamezili vzniku kouře, vynalezli dřevěné uhlí, které se spalovalo na plochých kovových pánvicích, takřka bez kouře. Tento způsob vytápění byl nejrozšířenější ve starověku. Zhruba od 10. století n. l. bylo nahrazováno otevřené ohniště částečně uzavřeným ohništěm, ze kterého byl kouř odváděn průduchem do půdního prostoru a později zcela uzavřeným ohništěm, které už mělo svůj komín vyvedený nad střechu objektu. Tato ohniště a krby byla nejprve kamenná, hliněná a později kachlová. Kachlová kamna jsou užívána dodnes, i přes to, že se v 17. století začala k vytápění používat železná kamna.

První ústřední vytápění bylo starořímské hypocaustum, navržené Sergiem Oratou v roce 80 p. n. l. Hypocaustum fungovalo jako ohniště bez roštu, umístěné pod domem, mimo vytápěné místnosti a spalovalo se v něm dřevo a dřevěné uhlí. Kouřové spaliny byly svedeny do dutin pod celým domem, čímž se zahřívala podlaha (hypo = zdola, canein = hořet) a od ní se ohříval vzduch v místnostech domu. Samotné kouřové spaliny byly odváděny jednou nebo více šachtami umístěnými v obvodových stěnách a ústícími do vnějšího prostředí. V prvních stoletích n. l. bylo postaveno v Římě a celé říši mnoho domů, ve kterých bylo použito hypocaustum. Příkladem jsou Caracalovy - lázně (211 - 217 n. l.), Diokletianovy lázně a další lázně v dnešním Trevíru, pozůstatky se našly dokonce i v Pompejích.[1]

#### **II.2.2 Velkoplošné vytápění**

Vylepšení tohoto systému (hypocaustu) představovalo tzv. kanálkové vytápění, u kterého byla dutina pod podlahou nahrazena rozvětvenou soustavou kanálků, kterou proudily horké spaliny. Tento systém se dá již považovat za první podlahové vytápění, avšak teplonosným médiem je ještě vzduch. Poprvé se teplovodní vytápění objevilo v 18. století ve Francii, nejvíce však se však začalo využívat v Německu. Teplovodní vytápění s nuceným oběhem vody se značně rozšířilo začátkem 20. století a stalo se tak běžným způsobem vytápění bytů a občanských budov. Koncovými otopnými plochami těchto soustav jsou otopná tělesa, volně umístěná v místnostech. Původcem sálavých otopných soustav s otopnými tělesy, která jsou zabetonována do desek



přípevněných na povrch zdiva, se stal Angličan Barker roku 1907. Ukládání otopných trubek přímo do konstrukce objektu (nejčastěji stropu, podlahy), uskutečnil Barker až později v roce 1926 s anglickou firmou Crittal. V pozdější době se začalo využívat otopných trubek v konstrukci zároveň jako výztužných prvků. Tento systém si nechal roku 1935 Holanďan Van Dooren patentovat. Tento způsob provedení se dá již zcela považovat za sálavé vytápění a to velkoplošné teplovodní.[1]

### II.2.3 Vytápění elektrické

Vytápění pomocí elektrické energie nemá bohatou tradici. Počátek sahá do 30. let 20. století, kdy bylo elektricky vytápěno pouze několik málo desítek rodinných domů. Po druhé světové válce byl tento způsob vytápění prakticky zakázán, protože nebyl dostatek elektrické energie a byly nevyhovující nebo žádné rozvodné sítě. Elektřina byla přednostně využívána v oblastech, kde byla nenahraditelná pro zabezpečení elementárních potřeb, jako například osvětlení, pohony ale rovněž vaření, žehlení a přípravu TV.

Nastartování rozvoje elektrického vytápění začíná v 60. letech, kdy energetika více podporuje hlavně akumulací odběry, které měly sloužit ke zrovnoměnění zatížení elektrizační sítě. Pro tyto odběry byl zaveden zvýhodněný tarif. Vznikl i první předpis pro povolování elektrického vytápění do stavebních objektů. Klade však přísné požadavky na tepelně technické vlastnosti obalového pláště budovy. Rozvoj elektrického vytápění byl velmi pomalý, protože na trhu chyběl sortiment otopných spotřebičů, regulační techniky a zkušenosti s projekcí těchto zařízení. A v neposlední řadě hrála roli cena za elektřinu, která byla ve srovnání s jinými druhy paliva o dost vyšší.

V 70. letech se stala elektrická energie jedním z médií, kterým bylo možné řešit čistotu ovzduší. Povolována byla zejména u novostaveb a jako náhrada za pevná paliva v nevýrobní sféře. Dalším pokrokem bylo vytváření vhodných podmínek pro rozvoj akumulacího vytápění rekonstrukcí sekundárních sítí, stanovením vhodných tarifů pro domácnosti s akumulacího odběrem a propagační činností. Jen na Slovensku bylo v tomto období elektricky vytápěných přibližně 10 000 domácností, přičemž se jednalo o vytápění v přechodném období nebo doplňkové vytápění.

Po ropné krizi v roce 1973 nastal obrovský tlak na rozvoj elektrického vytápění, protože důsledkem krize byl nárůst cen tekutých paliv. Podíl výroby elektrické energie v jaderných elektrárnách se zvyšoval a také se postupně rozvíjely technické prostředky řízení spotřeby elektřiny ze strany energetiky. Na trhu začal být dostupnější sortiment otopných spotřebičů, modernější prostředky automatizace a regulační techniky. V průběhu 80. let bylo na Slovensku 25 000 domácností vytápěných akumulacími kamny a sortiment se dále rozšiřoval například o elektrická hybridní kamna.

Nejvyšší nárůst elektrického vytápění začal v 90. letech. Sortiment otopných zařízení byl značně rozšířen a to jak od domácích, tak i zahraničních výrobců. Další ropná krize v roce 1991 měla za následek nárůst cen plyných paliv, což přineslo nečekaně příznivou změnu ceny elektrické energie. Byla vytvořena nová tarifová sazba pro elektrické přímé vytápění. V tomto období bylo na Slovensku již více než 40 000 bytů vytápěno čistě elektřinou a z toho asi 90 % akumulacími kamny. Změny nastaly ve spotřebě elektrické energie a týkaly se nejen její výše, ale i struktury. Větší podíl spotřeby připadl na domácnosti a terciární sféru.



Na Slovensku nastal rychlý a téměř neusměrňovaný rozvoj elektrického přímého vytápění od roku 1993, především v důsledku velmi výhodných sazeb pro přímé odběry, nízkých investičních nákladů na otopný systém a bohatého sortimentu přímotopných zařízení. Tato expanze sebou přinesla řadu problémů. Jedním z klíčových problémů byla nedostatečná kapacita elektrizačních sítí zejména na úrovni nízkého a vysokého napětí. Nárůst způsobil prohloubení rozdílů v denním diagramu zatížení, k jeho stabilizaci mělo sloužit akumulační vytápění. K tomuto prohloubení došlo převážně z důvodu nerespektování požadavků platných předpisů, určujících podmínky instalace elektrického vytápění do stavebních objektů. Vytápění bylo realizováno zejména i ve stavbách s velkými tepelnými ztrátami, což mělo za následek markantní zvýšení provozních nákladů o 100 až 250 %.

Koncem 90. let lze na Slovensku sledovat mírný pokles zájmu o elektrické vytápění, který je způsobený neustálým nárůstem cen elektrické energie. V současné době představuje elektrické vytápění na Slovensku přibližně 4 % ve srovnání s ostatními druhy vytápění. V jiných zemích jsou hodnoty velmi podobné. Pro srovnání, v Česku cca 8 %, v Rakousku 10 %, v SRN 10 %.

I přes to, že sálavé velkoplošné vytápění teplým vzduchem v kanálcích podlahy je známo již více než 2 tisíciletí, resp. teplovodní sálavé velkoplošné vytápění s otopnými trubkami zabetonovanými ve stavební konstrukci (strop, stěna, podlaha) téměř 1000 let, výrazně převažují otopné soustavy s otopnými tělesy a s konvekčním odevzdáváním tepla do interiéru.[1]

## ***II.3 Teorie velkoplošného vytápění***

### **II.3.1 Druhy sálavého vytápění**

Základní rozdělení sálavého vytápění:

- Velkoplošné vytápění (stropní, stěnové a podlahové otopné plochy)
- Celkové vytápění zavěšenými sálavými panely, individuální vytápění blízkými deskami
- Vytápění infračervenými zářiči

Sálavá otopná plocha může být pevně umístěna ve stavební konstrukci a tvoří její nedílnou součást (velkoplošné otopné soustavy), nebo je tvořena samostatnou otopnou plochou volně v prostoru (sálavé panely, otopné desky, infrazářiče).

Z dané konstrukční varianty vyplývají i rozdíly z hlediska povrchové teploty otopných ploch, následně volba teplotnosného média a jeho teploty a v neposlední řadě i s tím související tepelný výkon sálavé otopné plochy. [1]

Dále bude rozebíráno zejména vytápění velkoplošné, typ podlahové.

### **II.3.2 Sálavé vytápění velkoplošné**

Otopnou plochu při velkoplošném sálavém vytápění představuje obvykle jedna z ohraničujících rovin vytápěného prostoru a to strop, stěna nebo podlaha.



Povrchová teplota otopné plochy musí být poměrně nízká a to v rozmezí:

- 40-50°C u stropního
- 55-60°C u stěnového
- 25-30°C u podlahového

Z čehož vyplývá, že stejně nízká je i teplota média. Vhodnými médii jsou voda, vzduch nebo elektrický proud (odporově). Z výše uvedeného je zřejmé, že systémy velkoplošného sálavého vytápění pracují s nižšími teplotami teplotního média. Tyto tzv. nízkoteplotní systémy jsou vhodné k využívání energie získané z nízkopotenciálních energetických zdrojů, kterými jsou geotermální vody, solární energie, vzduch, resp. odpadní teplo a prostředí. Otopnou plochu, v případě velkoplošného vytápění, tvoří jedna z rovin ohraničující vytápěný prostor a podle toho systémy dělíme na:

- Podlahové
- Stropní
- Stěnové

Velkoplošné vytápění se od konvekčního vytápění otopnými tělesy liší způsobem přenosu tepla a teplotními poměry v místnosti. Při konvekčním vytápění otopnými tělesy ohříváme vzduch v místnosti, který odevzdává teplo stěnám. V místnosti vzniká charakteristické proudění vzduchu a tím pádem poměrně velký rozdíl teplot vzduchu pod stropem a u podlahy.

Při vytápění velkoplošným se přenos tepla odehrává sáláním a konvekcí. Podíl sálavého tepla u stropního vytápění je 80 % u stěnového 65 % a u podlahového vytápění činí 55 %.[1]

Konstrukční provedení otopné plochy může být velmi různorodé. Varianty budou popsány v dalších podkapitolách.

### II.3.3 Podlahové vytápění velkoplošné

O velkoplošném podlahovém vytápění můžeme hovořit tehdy, je-li otopný had (registr) součástí podlahy daného interiéru. V nynější době je to otopný systém, který zažívá jakousi renesanci díky svým pozitivním vlastnostem. Systém je stále častěji využíván v bytové výstavbě a to hlavně v rodinných domech, v objektech občanské vybavenosti (mateřské školy, jesle, tělocvičny apod.), ale také ve velkoprostorových halách, jako jsou garáže, průmyslové závody, zemědělské stavby nebo sportovní haly. V minulosti sloužilo podlahové vytápění hlavně jako doplněk ke stropnímu vytápění a to v případě, kdy nestačil topný výkon stropu na pokrytí tepelné ztráty. Nižší topné výkony jsou způsobené požadavkem na nízkou povrchovou teplotu sálavé plochy (podlahy) a tím i nízkou teplotou média. Rozšíření velkoplošných systémů vytápění tedy nebylo tak masivní, protože relativně malý topný výkon se střetával s velkou tepelnou ztrátou a nebyli jsme schopni vyhovět všem požadavkům na teploty současně. V nynější době, kdy máme kvalitní stavební materiály a sofistikovaným architektonickým řešením budov jsme dosáhli menších tepelných ztrát a obecně lepší kvality obálky budovy, (na kterou klade požadavek norma), můžeme tedy ve většině případů uvažovat o podlahovém vytápění. V současnosti je tedy velkoplošné vytápění více než vhodné a umožnil se vznik mnoha systémů podlahového vytápění.

Volba podlahového vytápění závisí v první řadě na druhu objektu, jeho využití a hlavně tepelné technické parametrech, které určuje norma na součinitele prostupu tepla jednotlivými

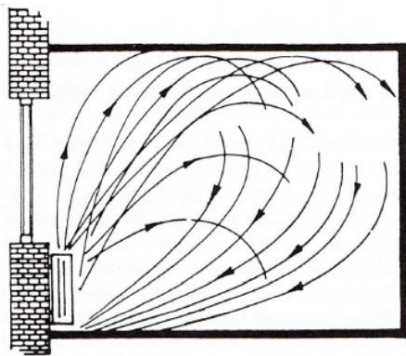


konstrukcemi, ČSN 73 0540-2:2011.[25] Více o vhodnosti objektu pro volbu podlahového vytápění je sepsáno v kapitole 1.6 Volba budov pro podlahové vytápění.

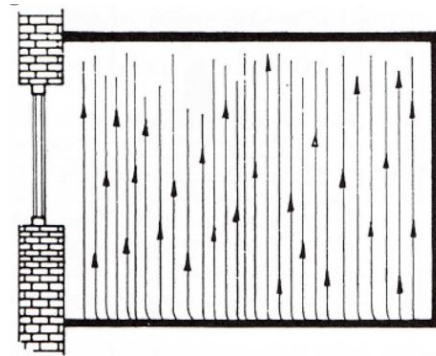
Je nutné si uvědomit, že podlahové vytápění má velkou setrvačnost a to 4-8 h oproti klasickým otopným plochám o menší ploše a vyšším výkonu. Oproti tomu je díky velké ploše podlahy v interiérech dosaženo téměř ideálního vertikálního a horizontálního teplotního gradientu. Nemáme tedy pocit chladu u podlahy a pocit horka v oblasti hlavy, jako tomu bývá u ostatních otopných systémů, kde nedochází k tak rovnoměrnému proudění teplého vzduchu.[1]

### II.3.3.1 Podlahové vytápění teplovodní

Podlahové vytápění, ve kterém je teplotním médiem voda, patří mezi sálavé otopné soustavy, ale s tím, že se na přenosu tepla zároveň podílí i tepelný tok konvekcí. Poměrově tyto přenosy jsou 55 % : 45 % (sálavá složka : konvekce). Výhody obou těchto transferů tepla do interiéru jsou vzájemně vhodně ovlivňovány. Podlahové vytápění teplovodní spadá do kategorie velkoplošné a znamená to tedy, že otopné trubky (registry) tvoří součást podlahové konstrukce. Hygienické požadavky pro podlahové vytápění nám kladou podmínky na nízké teploty nášlapného povrchu a tím pádem je nutné, k zajištění dostatečného topného výkonu, instalovat otopné trubky v celé ploše podlahy. Výjimkou jsou například plochy v objektu, kde jsou předem známé dispozice sprchového koutu, vany nebo volně stojících krbových kamen, atd. Pod těmito zařízeními se podlahové vytápění nerealizuje z důvodu možné poruchy registrů nebo podlahy, objemových změn podlahy nebo z psychologického hlediska (např. někdo si nepřeje mít proudící vodu pod postelí apod.). Avšak téměř stoprocentní pokrytí podlahy místnosti nám velice pozitivně ovlivňuje rovnoměrnost přenosu tepla v interiéru a tím napomáhá vytvářet teplotně uniformní homogenní prostředí, ať už ve vertikálním nebo horizontálním směru. Porovnání tohoto jevu s normálními otopnými tělesy ilustrují následující obrázky *Obr. 1 a Obr. 2*.



*Obr. 1 - Klasické proudění tepla při vytápění otopnými tělesy [1]*



*Obr. 2 - Homogenní proudění tepla při použití podlahového vytápění [1]*

S teplotou otopné vody se pohybujeme zpravidla pod 50°C, čímž zároveň můžeme říci, že se jedná o nízkoteplotní vytápění, které má řadu výhod. Jednak to jsou úspory tepelné energie při provozu, ale hlavní výhodou je možnost využití nízkopotenciálních zdrojů tepla. Mezi tyto zdroje patří například tepelná čerpadla, která využívají tepla z prostředí, geotermální vody, solární energie a mnoho dalších netradičních nízkopotenciálních energetických zdrojů. Prvotní investice do těchto zdrojů bývají mnohdy mnohokrát vyšší než do obyčejných např. plynových zdrojů tepelné energie, ale návratnost je veliká. A to právě z důvodu potřeby nízkých teplot a velmi malé spotřeby elektrické energie. Je prokázáno, že to co ušetříme při koupi levnějšího



tepelného zdroje oproti netradičnímu zdroji tepelné energie, spotřebujeme na provoz tohoto zdroje za velmi krátkou dobu a tím se dostáváme do bodu návratnosti investice. Návratnost investice do netradičního zdroje bývá z pravidla několik málo roků. Můžeme tedy říci, že uvedená fakta řadí teplovodní podlahové vytápění mezi progresivní otopné soustavy, která zohledňují všechna 3 E aspekty vytápění budov - energetické, environmentální i ekonomické.

### ***II.3.3.2 Podlahové vytápění elektrické***

Elektrické podlahové vytápění řadíme mezi lokální otopné systémy. Princip je velmi jednoduchý, protože přeměna elektrické energie na teplo, jeho přenos a odevzdání do interiéru probíhá v jedné kompaktní jednotce přímo umístěné ve vytápěné místnosti. Dosahujeme až takřka 100% účinnosti přeměny tepla bez zbytečných ztrát při přenosu energie na místo spotřeby. V místě použití elektrického vytápění nedochází ke vzniku žádných znečišťujících látek poškozujících životní prostředí a tím je tedy vytápění ekologické. Elektrické vytápění neklade nároky na komínové těleso, sklad paliv ani prostor na kotelnu či kotel. V prvotní fázi jsou velkou výhodou nízké náklady na pořízení, instalaci a spuštění vytápění. Vyžaduje podstatně menší zásahy do stavebních konstrukcí a neovlivňuje nijak zásadně jejich parametry (hlavně tloušťku podlahy) a instalace samotného systému je o mnoho jednodušší než u teplovodních systémů. Avšak zásady na šíření tepelného toku z otopné plochy do interiéru jsou naprosto totožné s vytápěním teplovodního typu. Přesná spotřeba energie u každého spotřebitele je měřitelná individuálně a je tedy velkou výhodou elektrického vytápění.

Řízení výkonu je zabezpečeno jednoduchým způsobem přerušováním přívodu elektrické energie. Nabízí se mnoho možností regulace, od jednoduchých termostatů umístěných v dané místnosti přes prostorové termostaty s možností týdenního nebo měsíčního programování až po ty nejvyspělejší způsoby řízení, které jsou ovládány mikropočítačovou technikou, případně je řízení součástí systému inteligentních budov. Nároky na regulaci elektrického vytápění jsou samozřejmě závislé na konkrétním typu otopné podlahy, konstrukci podlahy, tepelné setrvačnosti a požadavku na provozní režim a komfort uživatele.

Atraktivnost tohoto systémů z výše popsaných výhod je značná, ale na straně druhé stojí provozní náklady schované za vyšším komfortem. Ve srovnání s plynovým vytápěním nebo vytápěním prostřednictvím centrální dodávky tepla je elektrické finančně o dost nákladnější.

Možnost využít elektrické podlahové vytápění je opravdu široká. Systém může fungovat jako hlavní zdroj tepla v objektu, ale zároveň nemusí. Často je systém elektrického vytápění kombinován s jiným, mnohdy na provoz levnějším systémem a je používán jen jako doplňkový zdroj tepla, kdy nám ten hlavní nestačí nebo není dostupný. Pro svou variabilitu je systém uplatňován zejména při rekonstrukcích původních objektů, ale nejsou samozřejmě výjimkou ani novostavby s tímto systémem. Při rekonstrukcích jsme většinou omezeni původní tloušťkou podlahy, která je u elektrického plošného vytápění takřka zanedbatelná ve srovnání s teplovodním podlahovým vytápěním. Systém může být použit do celé plochy podlahy nebo jen v částech, například v koupelnách jako doplněk k otopným tělesům, kdy je elektrické vytápění položeno do oblasti, kde se nejvíce pohybujeme a chceme mít tepelný komfort.



### II.3.4 Volba budovy pro podlahové vytápění

Každý stavební objekt je sám o sobě originálem a ne každý je vhodný pro použití systému podlahového vytápění. Rozhodující jsou při volbě následující požadavky na budovy, které musí být zabezpečeny:

- tepelnětechnické
- hygienické
- energetické

Pro stanovení vhodnosti či nevhodnosti použití podlahového vytápění v budovách jsou rozhodující zejména tepelnětechnické požadavky na budovu. Zásadními jsou požadavky na konstrukce určené následujícími veličinami. Těmi jsou tepelný odpor konstrukce, součinitel prostupu tepla, vnitřní povrchová teplota konstrukce, množství páry zkondenzované a vypařené za rok ve stavební konstrukci, vzduchová těsnost spár a styků stavebních konstrukcí, tepelná jímavost podlahové konstrukce, potřeba tepla na vytápění - tepelné ztráty, tepelná stabilita místností. „*Při návrhu stavebních konstrukcí a prostor vymezených určeným stavem vnitřního prostředí bytových a nebytových budov je požadováno uplatnit kritéria minimálních tepelněizolačních vlastností stavební konstrukce (maximální hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukce  $U$ ), minimální průměrné výměny vzduchu v místnosti (kritérium výměny vzduchu), minimální teploty vnitřního povrchu (hygienické kritérium) a maximální měrné potřeby tepla na vytápění (energetické kritérium).*“ [PETRÁŠ, Dušan, Daniela KOUDELKOVÁ a Karel KABELE. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava: Jaga group, 2004, str.22. ISBN 80-88905-97-4.]

Obecně je tedy vhodné použít podlahové vytápění spíše v novostavbách, které podléhají již přísnějším tepelnětechnickým požadavkům a jsou zabezpečeny co nejmenší tepelné ztráty. V tomto případě můžeme spoléhat na bezproblémovou funkčnost podlahového vytápění, které je konstruované jako nízkoteplotní s velkou otopnou plochou (podlaha). Pokud bude použito v budovách s velkými tepelnými ztrátami a výkon podlahového vytápění bude násilně navyšován nevhodnými teplotami otopné vody, nebo extrémně zahuštěnými roztečemi registrů, není zabezpečena bezproblémová funkčnost a může docházet ke vzniku problémů v čase. Problémy se projevují spíše z dlouhodobějšího hlediska a jsou jimi například extrémní dilatační pohyby. Důsledkem mohou být poruchy povrchových úprav například v koupelnách - otevření koutových spár, podrcení obkladu vlivem expanze podlahové vrstvy, vyboulení podlahy či trhliny způsobené nadměrným pnutím v materiálu.[1]

Hygienickým problémem by mohly být zdravotní problémy osob žijících v objektu. Vysoká teplota v oblasti chodidel není pro člověka přirozená. Může způsobovat zdravotní potíže v dlouhodobém měřítku. K tomuto problému však může dojít pouze tehdy, když je podlahové vytápění nevhodně navrženo. Při správném návrhu teplot nemá na zdravotní stav osob žádný vliv. Limity teplot nášlapných povrchů jsou uvedeny v normě ČSN EN 1264-2+A1:2013 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 2: Podlahové vytápění: Průkazné postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami. V části 2 je uvedena tabulka A.12 z níž vyplývá:

obytná plocha - vnitřní teplota 20°C - max teplota povrchu 29°C

koupelna a podobná plocha - vnitřní teplota 24°C - max teplota povrchu 33°C

okrajová plocha - vnitřní teplota 20°C - max teplota povrchu 35°C.[4]



## II.4 Teplovodní podlahové vytápění

Teplovodní podlahové vytápění patří do systému převážně sálavých vytápění s částí konvekčního předávání tepla. Otopnou plochu tvoří podlaha, od které se ohřívá vzduch v místnosti. Podlahové vytápění pracuje s nízkými povrchovými teplotami a tedy i s nízkými teplotami teplonosné látky. Nejčastěji je teplonosnou látkou voda. Jako zdroj tepla dostačuje nízkopotenciální zdroj, protože pracujeme s nízkými teplotami, u podlahového vytápění zpravidla do 50°C. Otopnou plochu tvoří (ne vždy, ale zpravidla ano) systémová tepelně izolační deska výrobce pro ukládání otopných trubek (registrů) a teplovodivá vrstva, ve které je potrubí zalito. Teplovodivá vrstva tvoří zároveň i většinou roznášecí vrstvu podlahy. Podrobnější informace jsou uvedeny v dalších kapitolách.[1]

### II.4.1 Hlavní komponenty podlahového vytápění

Podlahové vytápění se skládá z několika základních komponentů, které tvoří celý otopný systém.

Těmito prvky jsou:

- Kročejová/tepelná izolace



Obr. 3 - Kročejová izolace - EPS s ostatními instalacemi (tl.20 mm)

- Systémová deska s nopy / bez nopů



Obr. 4 - Systémová deska s nopy uložena na kročejové izolaci





- Potrubí pro rozvod otopné vody



*Obr. 5 - Svitek potrubí pro podlahové teplovodní vytápění*



*Obr. 6 - Uložené potrubí*

- Těžká teplovodivá vrstva



*Obr. 7 - Lití anhydritového potěru*



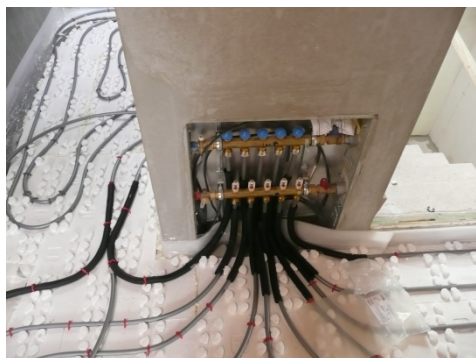
*Obr. 8 - Urovnávání vylitého potěru speciálním přípravkem*



*Obr. 9 - Doprava suché směsi potěru*



- Rozdělovač okruhů, chráničky, dilatační vložky



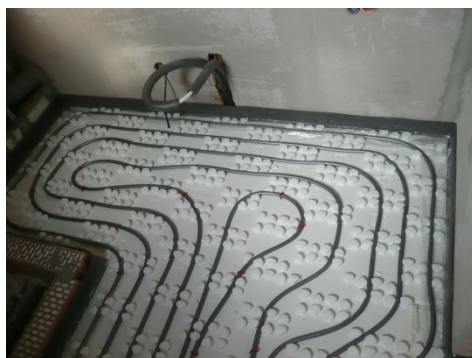
*Obr. 10 - Rozdělovač topných okruhů -  
podomítková instalace*



*Obr. 11 - Zkompletovaný rozdělovač*



*Obr. 12 - Nástěnný rozdělovač, chráničky  
potrubí v místě průchodu konstrukcí*

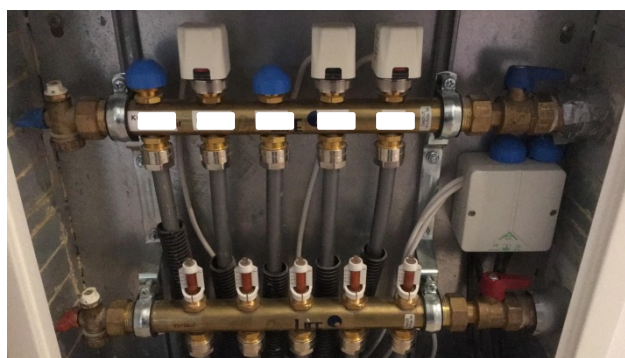


*Obr. 13 - Dilatační pásek po obvodě  
stěn*

- Nášlapná vrstva
- Termostat



*Obr. 14. - Vnitřní prostorový  
termostat*



*Obr. 15 - Servo-mechanické zavírače ventilů  
ovládané termostatem*

Kročejová nebo tepelná izolace slouží ke svému účelu a není potřeba dále rozvádět její funkci. Systémová deska se liší pro těžké a lehké podlahy (podrobněji viz dále), obě však mají společnou funkci a tou je zabezpečit tepelný tok jedním směrem a to vzhůru. Je nežádoucí akceptovat tepelné ztráty do ostatních konstrukcí nebo do podlahy objektu, jsme-li na terénu. Deska je ve většině případů tvořena z tepelně izolačního materiálu (např. EPS) a nopy na ní slouží k přesnému



rozmístění otopného potrubí. Existují i jiné systémy rozložení potrubí, podrobněji viz dále. Potrubí musí být od začátku do konce v každém okruhu bez jakýchkoliv spojů, celistvé a neporušené. Potrubí nelze v jednom okruhu napojovat ze „zbytků“ jiných potrubí. Teplovodivá vrstva je tvořena různými materiály dle konstrukce podlahy. U lehkých podlah to jsou minerální zásypy a desky a u těžkých podlah je to převážně cementový nebo anhydritový potěr. Tato vrstva slouží i jako tepelně akumuláční a roznášecí. Podrobněji je vrstva popsána v sekci konstrukce podlahové otopné plochy. Nášlapná vrstva je tvořena jakýmkoliv materiálem vhodným pro tuto vrstvu, konfrontace s účinností podlahového vytápění řešena dále. Rozdělovač okruhů je jako u každé otopné soustavy velmi důležitou a stěžejní částí a slouží tedy k rozdělení otopné vody do okruhů a také k regulaci průtoku vody a tím i teploty v interiéru. Termostat slouží k regulaci teploty v dané místnosti, není však zcela vhodný, podlaha má velikou setrvačnost v řádu hodin (4-8). Dilatační vložky slouží ke kompenzaci objemových změn podlahy a k přerušení akustických mostů mezi podlahou a stěnou.[2]

## II.4.2 Hlavní rozdělení podlahového teplovodního vytápění

Teplovodní podlahové vytápění se rozděluje podle způsobu provedení otopné plochy a podle uspořádání otopných registrů.

Provedení otopné plochy

- mokrý způsob, těžká plovoucí podlaha.
- suchý způsob, lehká podlaha.

Uspořádání otopných registrů

- ve tvaru spirály
- ve tvaru meandru

### II.4.2.1 Provedení otopné plochy

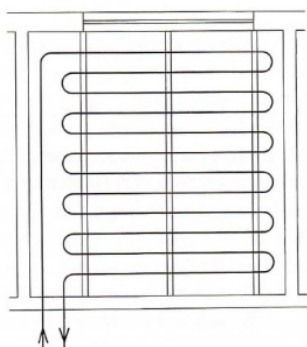
První možností je mokrý proces provedení s těžkou plovoucí podlahou, která je tvořena silikátovým materiálem. Topné registry jsou přímo zality do podlahy. Podlaha tak tvoří jeden celek a proto se může nazývat tzv. plovoucí, protože plave na tepelné izolaci a je jí umožněno dilatovat.

Druhou možností je suchý proces, který se obejde bez zalévání potrubí silikátovou směsí. Suchý proces je založen na principu smontování systémových desek a potrubí od výrobce.

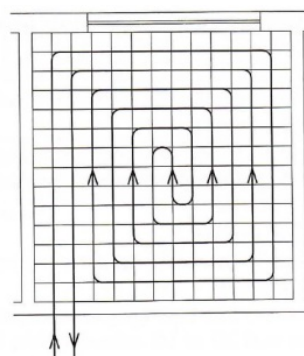
Na obě tyto možnosti provedení podlahového vytápění je možné použít stejné nášlapné vrstvy bez rozdílu. Podrobněji popsané oba způsoby provedení teplovodního podlahového vytápění jsou popsány v dalších podkapitolách.

### II.4.2.2 Uspořádání otopných registrů

Kladení potrubí je možné provést dvěma způsoby a to meandrovitě nebo do spirály. Při použití meandrového způsobu kladení klesá teplota od začátku kladení ke konci. Můžeme toho využít například při realizaci podlahového vytápění v jedné místnosti s oknem. Přívod je tedy umístěn v oblasti obvodové stěny s oknem a teplota otopné vody klesá směrem do vnitra objektu/bytu a docílíme tím rovnoměrného rozprostření teplot v místnosti. [3]



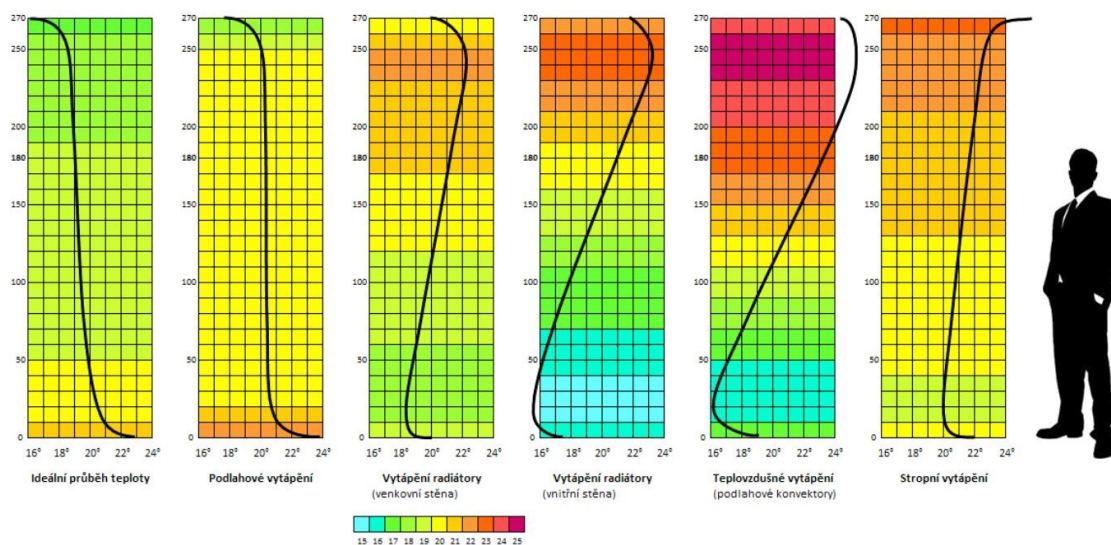
Obr. 16 Meandrové uložení topného potrubí [1]



Obr. 17 Spirálovité uložení topného potrubí [1]

Při použití spirálového tvaru je povrchová teplota podlahy rovnoměrná a v místnosti je ve vertikálním směru teplota rozprostřena takřka ideálně. Toho je docíleno tím, že přívodní a zpáteční potrubí jde souběžně vedle sebe celou dobu.

Pro oba způsoby pokládky je možné topné registry lokálně zhušťovat, za účelem zvýšení výkonu otopné plochy, například lokálně pod oknem nebo naopak vynechávat z důvodu umístění vestavného nábytku atp. vše je odvislé od návrhu projektantem.[3]



Obr. 18 - Obrázek vertikálního rozložení teplot v porovnání s jinými druhy vytápění [2]

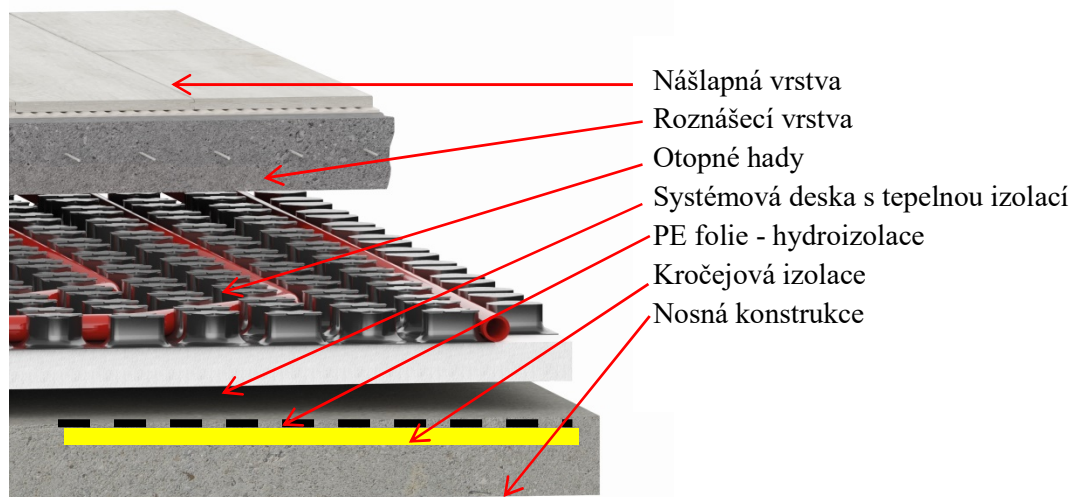


### II.4.3 Teplovodní podlahové vytápění - těžká podlaha

Dominantou těžké plovoucí podlahy je roznášecí vrstva vytvořená z cementového nebo anhydritového potěru. Lze využít oba tyto materiály, vhodnost použití jednoho nebo druhého závisí na mnoha faktorech, kterými jsou například: cena, dostupnost materiálu, typ provozu v místnosti atd. Na uspořádání otopných registrů v tomto případě nezáleží, těžkou podlahu je možno realizovat pro oba způsoby pokládky registrů. Realizace podlahového vytápění předpokládá dostatečnou stavební připravenost objektu. Stavební připraveností objektu se rozumí dokončení omítek, osazení dveřních zárubní a dokončení kotlového okruhu. Osazení rozdělovače a ostatních zařízení a ovládacích předmětů podlahového vytápění se provádí před samotnou pokládkou tepelné nebo akustické izolace. Před položením systémových desek nebo jiných kotevních prvků registrů je nutné plochu připravit tak, aby na ní nebyly nečistoty, zbytky, hrboly nebo jiné nerovnosti a následně je možné provést instalaci dilatačního pásku, hydroizolační folie a systémových desek nebo jiných kotevních prvků, na které se následně uloží topné hady. Materiál topných hadů je nejčastěji plast, ale mohou být i z mědi, nerezů nebo vícevrstvých plastových trubek. Nejčastěji jsou však používány pro podlahové vytápění trubky plastové, protože jsou dodávány ve svitcích a nevznikají tak spoje v ploše podlahy, které by mohly časem vykazovat závady.[3]

#### II.4.3.1 Konstrukce teplovodní podlahové otopné plochy

Základní konstrukce těžké teplovodní podlahové otopné plochy se skládá z několika vrstev. Tyto vrstvy jsou: nášlapná vrstva, roznášecí vrstva, otopné potrubí, kotevní prvek potrubí (systémová deska s nopy, profilované lišty a jiné), hydroizolační folie, kročejová nebo tepelná izolace, nosná konstrukce. Všechny vrstvy mají svou funkci a navzájem se ovlivňují. V následujícím budou vrstvy podrobně popsány. Pro dobrou orientaci poslouží schematický náčrtek:



Obr. 19 - Řez skladbou těžké plovoucí podlahy [2]



## Popis skladby těžké podlahy

### Nášlapná vrstva

Může být použita jakákoli nášlapná vrstva. Ve výpočtu výkonu podlahového vytápění se však uvažuje, že 100% výkon má otopná plocha s keramickou dlažbou. Otopná plocha bez nášlapné vrstvy je jistě výkonnější, ale není obvyklé ponechat roznášecí vrstvu bez nášlapné vrstvy. Záměnou nášlapné vrstvy se výkon plochy jen snižuje. Srovnání výkonu v závislosti na použité nášlapné vrstvě je uvedeno v následující tabulce, ve které je srovnáno 10 nášlapných vrstev a porovnání s podlahou bez nášlapné vrstvy se dvěma variantami roznášecí vrstvy. [5]

Tabulka č.1 - porovnání nášlapných vrstev [5]

Číslo konstr.	Typ nášlapné vrstvy	Měrný tepelný výkon [W/m <sup>2</sup> ]	% vůči konstrukci č. 104
101	Anhydritový litý potěr - Maxit plan 470	99,7	128
102	Cementová mazanina 65 mm - konečný povrch	80,8	104
103	Běžný koberec - 10 mm + papír, podložka	56,1	72
104	Keramická dlažba - 8 mm	78,0	100
105	Linoleum - 4 mm (lepené)	73,4	95
106	Parkety - 8 mm (lepené)	66,9	86
107	Plovoucí laminátová podlaha-8 mm + papír. podl.	44,7	58
108	Sádrovláknité desky FERMACELL (2*12,5mm)	58,9	76
109	Mramor - 35 mm	77,1	99
110	Dřevo tvrdé - kolmo k vláknům - 14 mm (lepené)	58,2	75
111	Plovoucí laminátová podlaha - 8 mm + mirelon	39,8	52
112	PVC - 4 mm (lepené)	72,2	93

Pozn. ve všech porovnávaných skladbách je uvažováno s cementovou mazaninou

### Rožnášecí vrstva

Rožnášecí vrstva slouží k zalití otopného potrubí a hlavně k přenosu tepla do interiéru. Důležitým parametrem rožnášecí vrstvy je dobrá tepelná VODIVOST a to právě z důvodu dobrého přenosu tepla. Proto je tato vrstva většinou tvořena jemnozrnnou cementovou mazaninou, tloušťky cca 65mm, vyztuženou betonářskými sítěmi. Nebo je potrubí doslova zalito anhydritovým potěrem na bázi síranu vápenatého, kde tekutost litého potěru je srovnatelná s tekutostí vody. Výhody oproti cementovému potěru má hned tři a to: snížení tloušťky této vrstvy o cca  $\pm 30$  mm, dokonalé zalití a kontakt s potrubím a v neposlední řadě dokonalá samonivelace povrchu bez nutnosti hlazení a urovnávání (tolerance 2 mm na 2 m lati). Stačí směst pouze „rozhýbat“ přípravkem k tomu určeným. Na obrázku je vyobrazena situace s použitím anhydritového potěru v porovnání s cementovým potěrem.[5;6]



Obr. 20 - Příklad zalití potrubí - anhydrit vs. cementový potěr[6]



## Topné registry, kotvení

Typů potrubí a kotevních systémů a prvků je nepřehledné množství. Nejčastěji je využíváno jedno nebo více vrstvé plastové potrubí kombinované s hliníkovou vložkou. Lze ale použít i potrubí měděné, z měkké mědi anebo nerezové. To však nepatří ke standardním návrhům a je využíváno jen zřídka.[3]

Kotvení otopného potrubí je realizováno pomocí systémových komponentů výrobce. Nejčastějšími způsoby jsou ukládání potrubí do nopované desky, která slouží jako kotevní prvek, ale zároveň i jako tepelná izolace. Tato deska je znázorněna na obrázku Obr. 19. Dalším častým způsobem je ukládání potrubí do plastových lišt, nebo na připravené ocelové síť. Není výjimkou volný způsob ukládání pouze na tepelnou izolaci bez lišt a sítě, pomocí kotvicích sponek. Nevýhodou volného ukládání se však ukazuje absence pomocného rastru na dodržování roztečí potrubí. Dle projektu je předepsáno, jaká má být v daném místě podlahy rozteč otopných trubek. Zpravidla je tato rozteč v násobku 50mm.

## Hydroizolace, kročejová izolace

Hydroizolace (dále jen HI) se nachází pod vrstvou tepelné izolace, tedy pod systémovou deskou, sítí s izolací, lištami nebo pod samotným potrubím. HI musí být napojena na obvodový dilatační pásek, který je již připraven na napojení od výrobce a je tedy jeho součástí připojovací lem z PE folie o dostatečném přesahu. Povinnost použít HI pod tento typ vytápění nám ukládá sama norma ČSN EN 1264-4:2010. kapitola 4.1.2.: „*Před položením roznášecí vrstvy se izolační vrstva pokryje ochrannou vrstvou fólie z polyetylenu minimální tloušťky 0,15mm s přesahem minimálně 80 mm nebo jiným výrobkem ekvivalentně odpovídající funkci.*“ [24] a nelze bez této vrstvy podlahu realizovat. Vlivem absence HI by mohlo dojít k zatečení potěru do spodnějších vrstev a mohlo by tedy docházet k přenosu tepla i směrem do podlahy, což je naprosto nežádoucí.[7]

Kročejová izolace může být použita jakákoli standardní izolace od certifikovaných výrobců. Nejčastěji je využívána kamenná vata nebo expandovaný polystyren. Kročejová izolace má zpravidla tloušťku v řádu centimetrů (2-5 cm). Pokud se podlahové vytápění realizuje v místnosti, která je v přímém kontaktu s terémem, tak musí být proveden tepelnětechnický návrh tloušťky tepelné izolace v podlaze, aby nedocházelo k tepelným ztrátám podlahou.



### **II.4.3.2 Montáž teplovodního podlahového vytápění**

Montáž podlahového vytápění probíhá na připravenou kročejovou nebo tepelnou izolaci. Při montáži tzv. mokré podlahy je nutné dodržet zásady spojování a přesahů HI. Před samotnou pokládkou kotevních desek či jiných prvků a potrubí nesmí být opomenuto na lemování stěn dilatačním páskem. Pokud potrubí prochází dveřním otvorem nebo jinou konstrukcí, je nutné ho vložit v tomto místě do chráničky a to jak přívodní, tak vratné potrubí. Zpravidla je v tomto místě dilatační spára, rozdělující jednotlivé místnosti a musí být umožněno dilatovat i samotnému potrubí. Stejně tak se vkládá potrubí do chráničky v místě vstupu a výstupu do podlahového rozdělovače. Rozdělovač je umístěný zpravidla na stěně nebo přímo v ní. V rozdělovači jsou připravené armatury s průtokoměry na přívodním a regulačními prvky na zpátečním potrubí.

Potrubí je kladeno v jedné vrstvě, nesmí se vzájemně křížit a to ani s jinými předešlými instalacemi. Pokud je nutné do podlahy umístit ještě jiné instalace, musí být zabezpečeno, aby vedly pod systémem podlahového vytápění a nijak nezasahovaly do otopných trubek. Potrubí musí být před zalitím podrobena tlakové zkoušce a voda v něm musí zůstat, aby potrubí zatížila. Potrubí každého úseku musí být v celku, bez spojování. Maximální délka jednoho úseku (myšleno max. délka potrubí v úseku) může být 100 až 150 m v závislosti na průměru potrubí.

Samotná realizace potěru, jak cementového, tak anhydritového je velmi rychlá. U cementových potěrů se provádí vyrovnání ploch klasickým způsobem, srovnávací latí, a používá se spíše sušší směs mazaniny, aby se dala dobře zpracovat. Další možností je tekutý cementový potěr, který má podobné vlastnosti, jako anhydrit a nabízejí ho známé cementářské společnosti. Aplikuje se litím a urovnává se stejně jako anhydritový potěr. Anhydritový potěr je převážně dovážen v silu, jako suchá směs a míchá se s vodou za pomoci integrovaného čerpadla v silu. Urovnání povrchu se provádí speciálním přípravkem, kterým se rozhybe hladina a tím se urovná. Důležité je kontrolovat nivelačním přístrojem správnou výšku podlahy v místnosti.[7;8]



Obr. 21 - Lití anhydritového potěru



Obr. 22 - Urovnávání anhydritového potěru





### ***II.4.3.3 Regulace podlahového vytápění***

Abychom provedli dobrý návrh regulace podlahového vytápění, je nutné si uvědomit následující. Mokrý proces provedení podlahového vytápění má oproti suchému systému několikrát větší setrvačnost. Setrvačnost spočívá v reakci na změnu nastavení. Tato doba se pohybuje v řádu hodin a je nutné s touto dobou počítat v praxi. Při náhlém poklesu venkovní teploty zareaguje čidlo ve zdroji tepla a zvýší teplotu otopné vody v systému. Na rozdíl však od klasických konvekčních druhů vytápění je změna nastavení citelná nejdříve po několika hodinách (4-8h). Tato vlastnost však není negativní, neboť podlahové vytápění je většinou instalováno v budovách s již malými tepelnými ztrátami a v budovách vystavěných z kvalitních materiálů. A tedy při poklesu vnější teploty dojde ke zvýšení teploty otopné vody a než dojde k vychladnutí interiéru, tak již začíná být pocíťována změna nastavení. Pro porovnání, při vytápění pomocí deskových těles, je tato regulace naprosto nevhodná, protože reakce otopného tělesa je v řádu desítek minut a než by tedy došlo k vychladnutí interiéru, tak by těleso zbytečně místnost přetápělo. Je tedy vhodné využít funkce vnitřního termostatu, který zareguluje danou místnost.

Prostorové termostaty se dají využít k regulaci, ale nejsou úplně vhodné, protože nezajistí hospodárný chod systému a ani tepelnou pohodu v místnosti. Doba odezvy od změny programu je 4-8h. Uživatel by tedy musel myslet tuto dobu dopředu a například před příchodem většího počtu osob do místnosti záměrně snížit požadovanou teplotu o několik stupňů cca 6h dopředu.

Regulačními prvky otopné soustavy jsou trojcestný nebo čtyřcestný ventil a pro případy velkého směšování tzv. propojení zkratem, kde dvojcestný ventil zabezpečí oběh pouze vody v systému bez směšování s vodou ze zdroje. Všechny tyto směšovací armatury jsou osazeny servopohony a přenastavují se plně automaticky. Tato regulace funguje za pomoci tzv. ekvitermní regulace, kdy je snímána vnější teplota. Zdroj tepla poté vyhodnocuje, jaká teplota otopné vody má vtékat do systému.[1]

### ***II.4.3.4 Vhodné zdroje tepla***

Podlahové teplovodní vytápění funguje jako nízkoteplotní. A proto je vhodný také nízkopotenciální zdroj tepla. Existuje několik možností, jak ohřát vodu pro účel vytápění. Pro podlahové teplovodní vytápění máme na výběr z kotlů, solárních panelů a tepelných čerpadel.

Kotle na jakékoliv palivo ohřejí vodu vždy a to bez sebemenších problémů. Solární panely jsou výhodné ve dnech, kdy je dostatek solární energie, která je dostatečně silná, aby ohřála vodu. V zimním období však solární panel na ohřev nestačí a musí vodu dohřát kotel nebo naplno převzít roli. Tepelná čerpadla fungují celoročně, jen se mění efektivita práce, která závisí na mnoha vnějších faktorech.

Kotle

Nejvhodnějšími typy jsou snadno regulovatelné kotle a to plynové a elektrické. Kotle na tuhá paliva mají málo pružný provoz a při náhlém intenzivnějším slunečním svitu, kdy začnou více fungovat například solární panely, nebo je potřeba topení ztlumit není odezva kotle adekvátní. Další nevýhodou je relativně vysoká teplota výstupní otopné vody. O kotli na tuhá paliva se nedá hovořit jako o nízkopotenciálním.



## Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla se vyrábějí ve třech základních variantách provedení dle využívaného zdroje tepla a těmi jsou: vzduch/voda, voda/voda a země/voda. Každý systém má rozdílnou vnější a vnitřní jednotku. Název vždy napovídá odkud je teplo bráno a do čeho je předáváno. Tepelná čerpadla jsou velmi vhodnými zdroji tepla pro podlahové vytápění, protože jsou nízkopotenciální a pracují s předáváním tepla ze zdroje do otopné soustavy. Maximální teplota, na kterou dokáže tepelné čerpadlo otopnou vodu ohřát, se pohybuje okolo 60°C, což je však dostačující i pro ohřev teplé vody. Pro případ, že by výkon čerpadla nestačil, například v zimním období delších mrazů, je opatřen topnými elektrickými patronami, které vodu bezpečně dohřejí.

## Solární panely

Dají se kombinovat s výše uvedenými zdroji tepla a jsou vhodné spíše do míst, kde je solární energie dostatek. Z ekologického hlediska se jedná o tzv. čistou energii, protože jsou jímány přímo sluneční paprsky a je jimi ohřívána voda, která pak slouží k ohřevu vody otopné nebo teplé. Na jejich funkci se dá spolehnout však jen v období jara, léta a podzimu. V zimním období musí být zastoupeny klasickým zdrojem tepla, jako je kotel nebo tepelné čerpadlo. Solární panely jsou zpravidla umístěny na střeše objektu a mají rozlohu několika metrů čtverečných.[9]

### ***II.4.3.5 Vhodný objekt pro systém mokrého procesu***

Mokrý proces provedení podlahového teplovodního vytápění je vhodný spíše do novostaveb, ať už pro bydlení nebo komerčních. Důvodem je správnost dimenzování nosné konstrukce. Již je počítáno se zatížením od roznášecí těžké vrstvy této podlahy.[3]

## **II.4.4 Teplovodní podlahové vytápění - lehká podlaha**

Systém lehké podlahy je využíván hlavně ve stavbách, kde si nemůžeme dovolit přidat zatížení na nosnou konstrukci stropu. Skladba lehké podlahy totiž neobsahuje těžkou mazaninu, ale pracuje pouze se systémem sádrovláknitých desek nebo s plechovými prvky. Celková výška těchto suchých systémů se pohybuje v rozmezí  $\pm 30$  mm bez nášlapné vrstvy. Tyto skladby jsou tedy vhodné i například pro rekonstrukce, kde je limitována tloušťka podlahy např. stávajícími zárubněmi dveří nebo výškou parapetů atp. Samozřejmě jsou myšleny ty rekonstrukce, u kterých dojde k dosažení požadovaných tepelnotechnických parametrů objektu, aby mohlo být využito podlahové vytápění v souladu s hygienickou normou na povrchové teploty v místnosti. Pořadí vrstev u suché podlahy má stejnou logiku, jako u procesu mokrého. Využití je vhodné jak pro teplovodní, tak pro elektrické vytápění. Výhodou oproti mokrému procesu je rychlost provedení podlahy, protože odpadají technologické přestávky při montáži.[2;10]

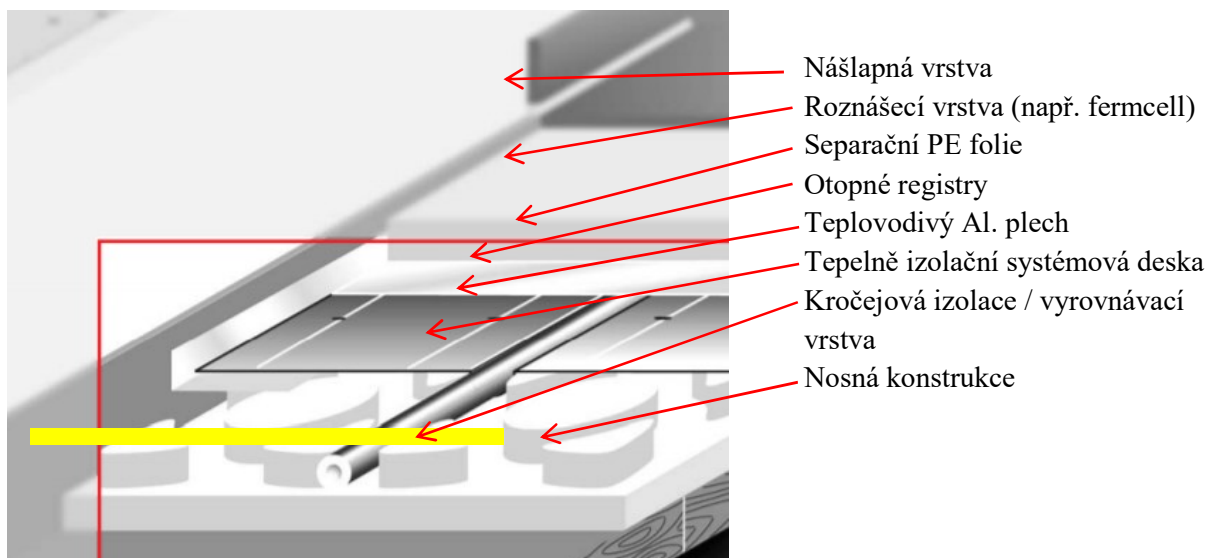
### ***II.4.4.1 Konstrukce teplovodní podlahové otopné plochy***

Samotná konstrukce suchého podlahového systému vytápění umožňuje pouze meandrovitý způsob ukládání topných registrů. Doporučená maximální délka potrubí v jednom topném okruhu se udává 80 m, což může pokrýt plochu až 10 m<sup>2</sup>. Suchý systém pracuje s tepelněizolační deskou pro uložení vodících plechů otopných registrů. Registry jsou vedeny z rozvaděče otopné vody do místa uložení a jsou vkládány do vodících plechů, které jsou teplovodivé a dělají tak otopnou plochu, která sálá teplo do místnosti. [11]

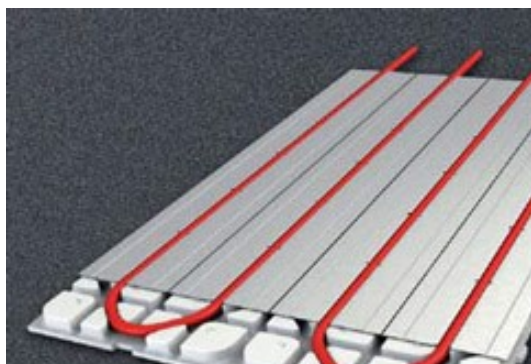


Další vrstvou nad uloženými registry může být certifikovaná skladba podlahy fermacell nebo jiného systému. Na tyto systémy je pak dále možné ukládat veškeré podlahové krytiny. V návrhu tohoto podlahového vytápění se však musí již počítat s tepelným odporem nad otopnými registry a nadimenzovat tak správně množství a teplotu okruhů.[12]

Příklad konstrukce lehké podlahy s teplovodním vytápěním



Obr. 23 - Příklad konstrukce lehké podlahy ROTH TBS systém [22]



Obr. 24 - Detail uložení a ohybu potrubí, systém ROTH [10]



Obr. 25 - Příklad použití suché podlahy ROTH [10]



#### ***II.4.4.2 Montáž teplovodního podlahového vytápění***

Stavební připravenost pro montáž suché podlahy je stejná jako pro podlahu mokrou. Vždy se tato podlaha realizuje dle projektové dokumentace a v souladu s pokyny výrobce systému. Před samotnou montáží systému vytápění je nutné zkontrolovat rovinnost nosného podkladu, a pokud by nebyla vyhovující je zapotřebí podklad srovnat například výrobky systému fermacell. Ve většině případů rekonstrukcí je suchý proces podlahového vytápění spíše přidán do navržené skladby od výrobců lehkých podlah, a proto dále nebudeme rozebírat postupy přípravy povrchu nosné konstrukce. Existuje mnoho postupů a mnoho řešení, jak podlahu vyrovnat a připravit, to však není úlohou openáře.

Samotná realizace otopné plochy začíná stejně jako u mokrého procesu a to instalací dilatačního pásku podél stěn. Následuje pokládka systémové tepelněizolační desky daného otopného systému, na které se dle projektové dokumentace rozmístí teplovodivé plechy, do kterých se vkládá samotné potrubí. Po vložení potrubí do všech navržených okruhů a propojení s rozdělovačem topné vody se celá plocha pokryje PE separační fólií, na kterou se dále pokládá roznášecí vrstva podlahy. Před položením roznášecí vrstvy musí však dojít k tlakové zkoušce potrubí, aby se prokázala bezproblémová funkčnost systému. Po položení roznášecí vrstvy je možné pokládat ihned vrstvu nášlapnou. Velikou výhodou tohoto systému je rychlost provedení a takřka za 24h může být celá podlaha hotová až do poslední podlahové lišty.[12]

#### ***II.4.4.3 Regulace podlahového vytápění***

Na rozdíl od mokrého procesu má toto řešení podlahového vytápění daleko menší tepelnou setrvačnost. Je tedy vhodné využít prostorové vnitřní termostaty, které hlídají teplotu vzduchu v interiéru a jsou propojeny s rozdělovačem topné vody, kde servopohony řídí průtok v okruzích. Teploty otopné vody jsou stejné jako u mokrého procesu, stále nesmí podlaha dosáhnout vyšších teplot, než dovoluje hygienická norma. [13]

#### ***II.4.4.4 Vhodné zdroje tepla***

Zdroje tepla jsou stejné, jako pro mokrého proces provedení teplovodního podlahového vytápění. Podrobný popis viz předešlá kapitola *II.6.3.4 Vhodné zdroje tepla*.

#### ***II.4.4.5 Vhodný objekt pro systém suchého procesu***

Suchý proces provedení podlahového teplovodního vytápění je vhodný spíše pro rekonstrukce objektů, výměny podlah nebo dodatečné montáže do historických budov. Důvodem je několikanásobně nižší plošná hmotnost podlahy a nedojde tedy k přetížení původní konstrukce. Pokud by však hrozila nedostatečná únosnost a bylo by zapotřebí stávající nosnou konstrukci vyztužit, neměl by tento proces tak rozsáhlé dopady na rozpočet, jako u mokrého procesu, kde by bylo potřeba vyztužit stávající konstrukci o mnoho více.[3]

### ***II.5 Elektrické podlahové vytápění***

Elektrické podlahové vytápění existuje v mnoha variantách provedení, ale jsou pro něj charakteristické tři základní druhy provedení. Nejznámějším druhem je tzv. topná rohož, která je nejčastěji využívána při rekonstrukcích hygienických zázemí atp, a je „uživatelsky jednoduchá. Lze ji koupit v běžném hobbymarketu a je nejčastěji vkládána pod nášlapnou vrstvu resp.



keramickou dlažbu. Slouží jako lokální zdroj tepla, pro dosažení lepšího tepelného komfortu. Topná rohož není předurčena k vytápění celé budovy nebo bytu.[14]

Druhou potažmo třetí variantou je topný elektrický kabel, který je možné zabudovat mokrým nebo suchým způsobem. To jsou tedy dva zbývající způsoby aplikací elektrického vytápění. Na rozdíl od topných rohoží jsou tyto topné kabely využívány hojně k vytápění celých bytů či budov. Pokud se chystáme využít elektrické podlahové vytápění, nesmíme zapomenout na správné nadimenzování elektrické přípojky bytu/domu/objektu. Návrh jističe a dimenzí vodičů musí provádět osoba znalá (projektant elektro), aby nedocházelo k přetěžování elektrické sítě v lokálním měřítku. Před uvedením do provozu je nutné provést revizi zapojení elektro revizním technikem a nechat si vystavit revizní zprávu.

## II.5.1 Konstrukce podlahy

Konstrukce podlahy může být realizována oběma způsoby provedení. Lze vytvořit lehkou i těžkou podlahu s elektrickým vytápěním. U obou variant lze využít jakákoliv nášlapná vrstva. Konstrukční výška lehké podlahy je velmi nízká a pohybuje se kolem 20 mm bez nášlapné vrstvy. U těžké podlahy výška narůstá díky těžké vrstvě potěru nebo anhydritu.[15]

### II.5.1.1 Lehká podlaha

Dá se říci, že nejvýhodnějším řešením v případě elektrického vytápění je suchá cesta výstavby podlahy. Topné kabely se ukládají do profilově stejných panelů, jako tomu bylo u lehké podlahy s teplovodním vytápěním. Montáž je opět velmi jednoduchá a rychlá. Odpadá mokrý proces lití potěrů a lze pokládat nášlapnou vrstvu ihned po instalaci systémové desky s kabelem. Systémové izolační desky jsou řešeny jako sandwich a mají dvě vrstvy. Tělo desky je tvořeno expandovaným polystyrenem a horní povrch tvoří hliníkový plech tloušťky cca 0,8 mm, ve kterém jsou prolisovány drážky pro uložení topného kabelu.

Konstrukce sama se skládá ze základních segmentů lehkého podlahového vytápění:

- Nášlapná vrstva
- Separáční PE fólie nebo penetrační nátěr
- Topné kabely
- Systémové tepelně izolační desky cca 20 mm
- Kročejová izolace
- Nosná konstrukce



Obr. 26 - Elektrické vytápění - Integrované, systém RATOP [23]

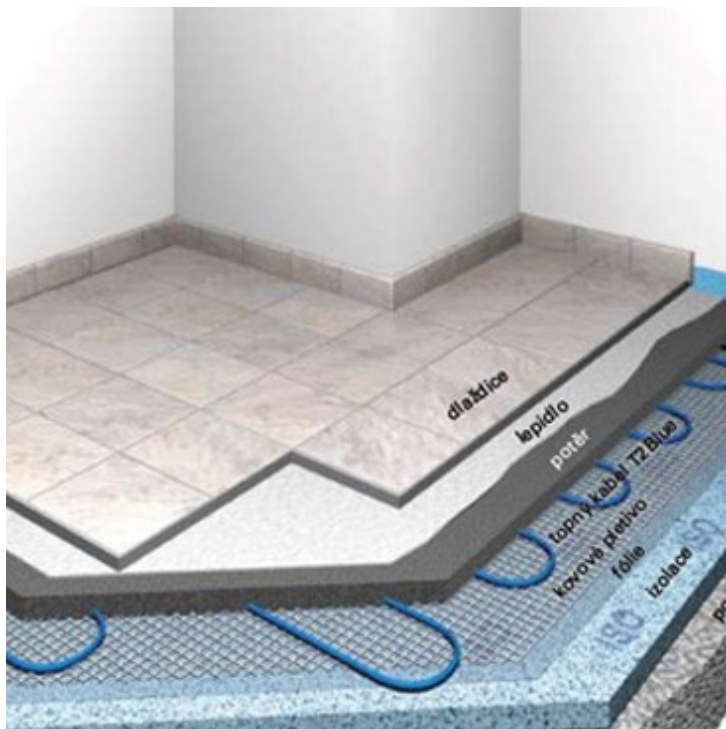


### II.5.1.2 Těžká podlaha:

Těžká podlaha je tvořena klasickým způsobem, který byl již popsán v kapitole II.6.3.1 *Konstrukce teplovodní podlahové otopné plochy*. Jedinou změnou je absence kotevnic desek, sítí nebo lišt a potrubí, které je nahrazeno elektrickým topným kabelem, který je upevněn na jiném systémovém prvku daného výrobce. Pořadí vrstev zůstává stejné a je zřejmé z následující skladby.

Skladba elektrického podlahového vytápění - mokrý proces

- Nášlapná vrstva
- Cementový potěr - tl. 40-60 mm
- Topný kabel
- Fixační systém
- Hydroizolační PE fólie
- Tepelná/kročejová izolace
- Nosná konstrukce



Obr. 27 - Příklad skladby těžké podlahy s elektrickým vytápěním [15]

### II.5.2 Montáž elektrického podlahového vytápění

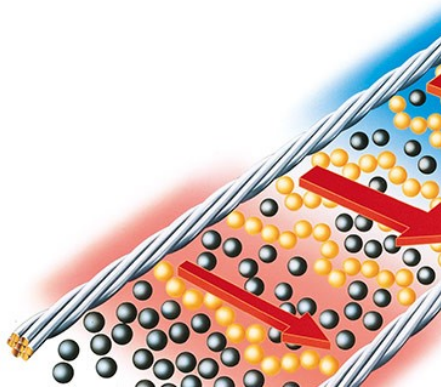
Montáž elektrického podlahového vytápění probíhá obdobně jako u jiných systémů podlahových vytápění. Na připravenou nosnou konstrukci je umístěna kročejová nebo tepelná izolace. Na izolaci jsou umístěny systémové desky s hliníkovým plechem nebo v případě těžké podlahy jen topné kabely na držící podložce. V případě mokrého procesu předchází pokládce kabelů ještě pokládka hydroizolace a instalace dilatačního pásku okolo stěn a ostatních konstrukcí. V případě suchého systému je možno po osazení topných kabelů pokládat nášlapnou vrstvu. Záleží na typu nášlapné vrstvy, pod skládané podlahové krytiny se pokládá ještě separační PE fólie a pod



keramickou dlažbu se nanáší speciální stavební penetrace, aby bylo zajištěno dokonalé přilepení keramické dlažby.[15]

### II.5.3 Regulace elektrického podlahového vytápění

Regulace elektrického podlahového vytápění je možná pomocí vnitřních prostorových termostatů. Podlahy, vytápěné elektrickým topným kabelem, nemají tak velkou setrvačnost, jako podlahy vytápěné teplovodně. Další výhodou elektrického topného kabelu je jeho samoregulační schopnost. Kabel se samoregulační schopností byl vynalezen v 70. letech 20. století společností Raychem. Samoregulační kabely samy automaticky přizpůsobují svůj tepelný výkon dle potřeby. Vše podstatné se odehrává v jádře kabelu. V chladných místech podlahy se jádro kabelu vlivem nižší teploty mikroskopicky smrští a protéká jím tak více elektrického proudu mezi paralelně jdoucími kabely a tím se zvýší topný výkon. Opakem je tomu v místech, kde se začne kabel přehřívat a jádro se mikroskopicky vlivem vyšší teploty roztáhne a zmenší se tak počet vodivých cest a kabel tak topí méně. Tento způsob dokáže ušetřit velké množství energie. Prostorový termostat je možné řídit inteligentní elektronikou přes WIFI síť. [17]



Obr. 28 - Schematicky naznačený princip samoregulace [15]

### II.5.4 Vhodný objekt pro elektrické vytápění

Velmi často je využíváno elektrické vytápění v nových moderních domech, které jsou nízkoenergetické nebo pasivní. Výhodou je rychlý náběh otopné plochy a tím i rychlé prohřátí interiéru. Díky minimálním tepelným ztrátám objektu je i spotřeba elektrické energie na provoz elektrického vytápění daleko nižší, než u běžných budov.

Elektrické podlahové vytápění však najde využití ve všech typech obytných budov a hodí se zejména pro rekonstrukce starých objektů, kde využijeme velmi malé tloušťky podlahy a nízké plošné hmotnosti. Elektrické vytápění se nevyplatí v objektech s vysokým tarifem za elektrickou energii.



## III Projekt vytápění bytového domu

### III.1 Úvod projektu

Kapitola III popisuje praktickou část této bakalářské práce, kterou je návrh vytápění bytového domu. Podrobný popis obsahuje příložená projektová dokumentace obsahující technickou zprávu a přílohy technické zprávy. V této části jsou pouze shrnuty základní informace o objektu, ve kterém je vytápění navrhováno, informace o navrženém systému a zařízeních a základní energetické hodnoty a údaje.

### III.2 Orientace a popis objektu

Budova je na pozemek umístěna jako samostatně stojící objekt o téměř obdélníkovém tvaru, obsahuje jedno podzemní a tři nadzemní podlaží, včetně podkrovní. Půdorysné rozměry stavby jsou 11,8 x 14,8 m, výška je 11,5 m, a zastavěná plocha činí 158,68 m<sup>2</sup>. Objekt je využíván k bydlení.

#### III.2.1 Funkční a dispoziční řešení objektu

Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží a je zastřešen sedlovou a pultovou nepochozí střechou přístupnou pouze pro obsluhu výletem v nejvyšším podlaží. Objekt obsahuje šest bytových jednotek. Na každém patře se nachází dvě bytové jednotky typu 2+1 a 3+KK. Vertikální komunikace je zajištěna dvouramenným schodištěm uprostřed objektu, které vede ze společné chodby a zádveří. Schodiště je samonosné, železobetonové. V suterénu se nachází šest sklepních kójí, pro každou bytovou jednotku jedna. Dále je zde umístěna plynová kotelná.

### III.3 Popis navrženého řešení vytápění

#### III.3.1 Vstupní parametry projektu vytápění

Bytový dům se nachází v Liberci, kde je venkovní výpočtová teplota pro otopné období stanovena normou na -18°C. Počet dní v otopném období je pro teplotu zahájení vytápění, (dále zvanou  $t_c$ ),  $t_c = 13^\circ\text{C}$  stanoven na 256 dní. V jednotlivých místnostech se výpočtová teplota liší - pro obytné místnosti, pokoje, předsíně, kuchyně, ložnice a WC je dána teplota 20°C, pro koupelny 24°C, pro zádveří, chodbu a schodiště 5°C a pro sklepní prostory 7°C. Relativní vlhkost vzduch v exteriéru je 80%, pro interiér je dána vlhkost 50%.

#### III.3.2 Charakteristika navrženého otopného systému

Otopná soustava v objektu je řešena jako teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 60/50°C. Rozvody topné vody jsou realizovány z vícevrstvé trubky (PE-Xa/Al/PE) RAUTITAN Stabil s hliníkovou vložkou o rozměrech 20×2,9 - 40×6,0 mm, vedené volně pod stropem v suterénu, volně za předstěnou jako stoupací potrubí, v podlaží k otopným tělesům a pod omítkou k přípojovacímu šroubení VK. Pro vytápění většiny prostor jsou zvoleny deskové otopné plochy KORADO RADIK VK a trubková otopná tělesa KORADO KORALUX MAX M. Soustava je uzavřená a je zabezpečena tlakovou expanzní nádobou. Tato expanzní nádoba zajišťuje stálé vyplnění soustavy vodou s dostatečným přetlakem a zároveň vyrovnává





změny tlaku způsobené ohřátím otopné vody. Proti nepřipustnému překročení tlaku je do soustavy vložen pojistný ventil.

### ***III.3.2.1 Souhrn výsledků základních energetických výpočtů projektu***

- Hodinová potřeba tepla na vytápění:  $Q_{VYT,h} = Q_c = 18 \text{ kWh}$
- Denní potřeba tepla na vytápění:  $Q_{VYT,d} = 432 \text{ kWh/den}$
- Roční potřeba tepla na vytápění (denostupňová metoda):  
 $Q_{VYT,r} \doteq 36\,250 \text{ kWh/rok} = 36,25 \text{ MWh/rok}$
- Hodinová potřeba tepla na přípravu teplé vody:  $Q_{TV,h} = 2,96 \text{ kWh}$
- Denní potřeba tepla na přípravu teplé vody:  $Q_{TV,d} = 71,04 \text{ kWh}$
- Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody (denostupňová metoda)  
 $Q_{TV,r} = 23\,128,96 \text{ kWh/rok} = 23,13 \text{ MWh/rok}$
- Roční spotřeba tepla:  $Q_R = 36,25 + 23,13 = 59,4 \text{ MWh/rok}$

#### **Poznámka**

Podrobný popis a návrh celé soustavy je uveden v příložené projektové dokumentaci, která obsahuje technickou zprávu s přílohami a výkresovou dokumentaci.

### **III.3.3 Výpočetní model projektu**

Návrh vytápění bytového domu byl proveden za pomoci programu RAUCAD TechCon, ve kterém byl objekt vymodelován, vypočteny tepelné ztráty, navrženy otopná tělesa, dimenze a trasy potrubí.

Další energetické výpočty byly provedeny na základě znalostí z předchozích ročníků studia na fakultě stavební ČVUT.

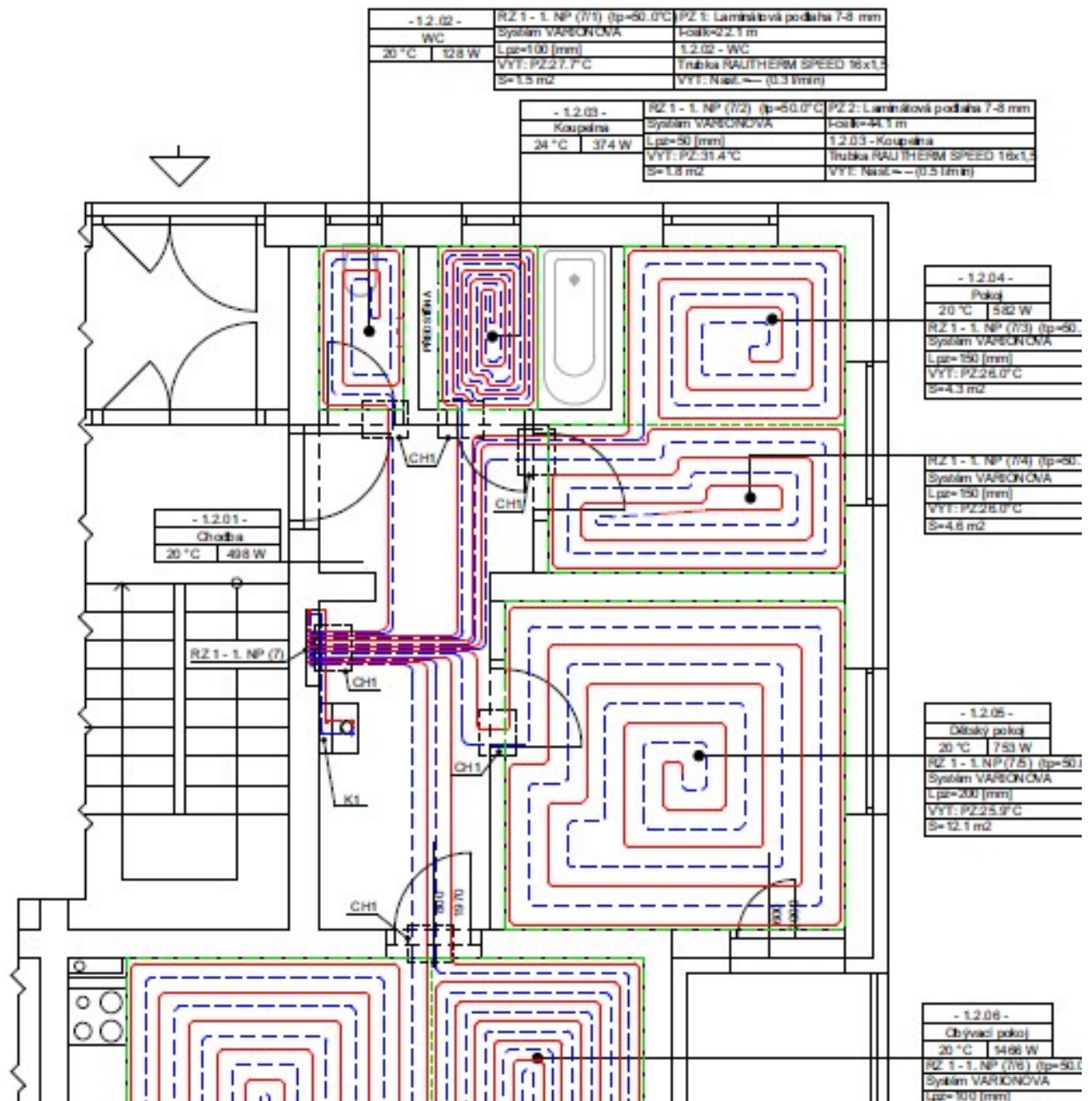
Veškeré tyto výpočty jsou zahrnuty v technické zprávě projektu, který je součástí této bakalářské práce.

### ***III.4 Projekt podlahového vytápění***

Na základě zadaného tématu studie, je vypracován schematický návrh podlahového teplovodního vytápění, v části běžného podlaží, řešeného objektu z praktické části bakalářské práce. Tento návrh má informační hodnotu o tom, jak může návrh podlahového vytápění vypadat, a není doprovázen technickou zprávou ani další podrobnou technickou dokumentací.

Podlahové vytápění je možné navrhnout také za pomoci programu RAUCAD TechCon a program k tomu byl využit.

Na následující stránce je ukázka výkresu rozvodů topných okruhů a způsob ukládání topných registrů. V přílohách bakalářské práce je celý výkres k nahlédnutí pod číslem výkresu 8.



Obr. 29 - Část výkresu podlahového vytápění[21]



## IV Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvořit návrh vytápění bytového domu a studii popisující možnosti provedení podlahového vytápění v budovách pro bydlení. Pro větší informační hodnotu byla v návrhu vytápění použita desková otopná tělesa a studie se zabývala podlahovým vytápěním. Bakalářská práce tedy obsáhla dvě základní témata z oblasti vytápění.

Cílem návrhu vytápění bylo vytvořit projektovou dokumentaci vytápění v daném objektu, zahrnující výpočet tepelných ztrát objektu, návrhu otopné soustavy, plynové kotelny, jako zdroje tepla, rámcový návrh přípravy teplé vody a vypracování projektové dokumentace bez výpisu materiálu.

V návrhu vytápění bytového domu byla zvolena desková otopná tělesa KORADO Radik VK [19] a jako zdroj tepla byl navrhnut plynový kondenzační kotel Protherm Panther Condens 25 KKO [17]. Pro přípravu teplé vody v objektu byl zvolen nepřímotopný ohřívač teplé vody, napojený na samostatný okruh vytápění, typu Dražice OKC NTR/BP o objemu 500 l [18].

Pro objekt bytového domu byly navrhнутy tři otopné větve SP1, SP2, SP3, které zásobují teplem celou budovu a samostatný kotlový okruh pro ohřev TV v nepřímotopném zásobníku. Jako otopné plochy jsou použity otopná desková tělesa od firmy KORADO [19] a jsou připojena pomocí systémového potrubí Rautitan Stabil od společnosti REHAU [20]. Všechna otopná tělesa jsou typu RADIK VK a KORALUX LINEAR MAX M, pouze je proměnná jejich šířka, výška a počet žebrování [19].



## V Rejstříky

### V.1 Literatura a použité zdroje

- [1] - PETRÁŠ, Dušan, Daniela KOUDELKOVÁ a Karel KABELÉ. *Teplovodní a elektrické podlahové vytápění*. Bratislava: Jaga group, 2004. ISBN 80-88905-97-4.
- [2] - BAŠTA, Jiří. Podlahové vytápění. *Tzb-info.cz: Vytápění* [online]. Praha: TZB-info [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni>
- [3] - BAŠTA, Jiří. Podlahové vytápění - varianty: Projektování. *Tzb-info.cz: Podlahové vytápění* [online]. Praha: TZB-info, 31.7.2006 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/3442-podlahove-vytapeni-ii>
- [5] - ČÍHAL, Zdeněk. Výkon podlahového vytápění s ohledem na skladbu nášlapné vrstvy. *Tzb-info.cz: Podlahové vytápění* [online]. TZB-info, 27.6.2011 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/7599-vykon-podlahoveho-vytapeni-s-ohledem-na-skladbu-naslapne-vrstvy>
- [6] - ANHYMENT® - litý potěr s výbornou tepelnou vodivostí. *Tzb-info.cz: Podlahy* [online]. TZB-info, 30.11.2010 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/podlahy-pricky-povrchy/6974-anhyment-lity-poter-s-vybornou-tepelnou-vodivosti>
- [7] - Proč je nutné používat při montáži podlahového topení folii? *Tzb-info.cz: Podlahové vytápění* [online]. TZB-info, 15.3.2011 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/7243-proc-je-nutne-pouzivat-pri-montazi-podlahoveho-topeni-folii>
- [8] - Detaily montáží podlahového vytápění (V). *Tzb-info.cz: Podlahové vytápění* [online]. TZB-info, 19.9.2012 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/9058-detaily-montazi-podlahoveho-vytapeni-v>
- [9] - DUFKA, Jaroslav. *Podlahové vytápění*. Praha: Grada, 2006. Profi & hobby. ISBN 80-247-1530-9.
- [10] - Suchá instalace podlahového topení Roth. *Topeni-chlazení.cz* [online]. 2015 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <http://www.topeni-chlazení.cz/system-pro-suchou-instalaci-roth-tbs/>
- [11] - Siccus - systém suché instalace. *Uponor.cz* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://www.uponor.cz/produkty/podlahove-vytapeni-a-chlazení/system-siccus>
- [12] - BOHUSLÁVEK, Petr. Redakční návštěva: Jak se dělá suchá podlaha s podlahovým vytápěním. *Tzb-info.cz* [online]. 7.10.2015 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/podlahy/13285-redakcni-navsteva-jak-se-dela-sucha-podlaha-s-podlahovym-vytapenim>
- [13] - Regulace pro systémy Roth. *Topeni-chlazení.cz* [online]. 2015 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <http://www.topeni-chlazení.cz/regulace-pro-vytapeni-a-chlazení-roth/>
- [14] - Elektrické topné rohože. *Topna-rohoz.cz* [online]. 2010 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <http://www.topna-rohoz.cz/katalog/elektricke-topne-rohoze/>



- [15] - INTELIGENTNÍ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ. *Ratop.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://www.ratop.cz/cs/system-ratop/inteligentni-podlahove-vytapeni>
- [16] - OVLÁDÁNÍ A REGULACE VYTÁPĚNÍ. *Ratop.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://www.ratop.cz/cs/system-ratop/ovladani-a-regulace-vytapeni>
- [17] - *Vaillant Group Czech s.r.o.: Kondenzační kotel Panther Condens* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/produkty/kondenzacni-kotel-panther-condens-0.html>
- [18] - *Družstevní závody Dražice-strojírna s.r.o.: Nepřímotopné zásobníky* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky>
- [19] - *KORADO, a.s.: Desková otopná tělesa, RADIK VK* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>
- [20] - *REHAU, s.r.o.: RAUTITAN: Pro vodu a teplo* [online]. [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <https://www.rehau.com/cz-cs/rautitan-pro-vodu-a-teplo>
- [21] - Přílohy bakalářské práce
- [22] - Roth systém pro suchou instalaci: technické informace. *Topeni-chlazení.cz* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <http://www.topeni-chlazení.cz/public/files/roth-ti-tbs.pdf>
- [23] - INTEGROVANÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ. *Ratop.cz* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.ratop.cz/cs/system-ratop/integrované-podlahove-vytapeni>

## V.2 Seznam obrázků a tabulek

- *Obr. 1 - Klasické proudění tepla při vytápění otopnými tělesy [1]*
- *Obr. 2 - Homogenní proudění tepla při použití podlahového vytápění [1]*
- *Obr. 3 - Kročejová izolace - EPS s ostatními instalacemi (tl.20 mm)[vlastní fotografie]*
- *Obr. 4 - Systémová deska s nopy uložená na kročejové izolaci [vlastní fotografie]*
- *Obr. 5 - Svitek potrubí pro podlahové teplovodní vytápění [vlastní fotografie]*
- *Obr. 6 - Uložené potrubí [vlastní fotografie]*
- *Obr. 7 - Lití anhydritového potěru [vlastní fotografie]*
- *Obr. 8 - Urovnávání vylitého potěru speciálním přípravkem [vlastní fotografie]*
- *Obr. 9 - Doprava suché směsi potěru [vlastní fotografie]*
- *Obr. 10 - Rozdělovač topných okruhů - podomítková instalace [vlastní fotografie]*
- *Obr. 11 - Zkompletovaný rozdělovač [vlastní fotografie]*
- *Obr. 12 - Nástěnný rozdělovač, chráničky potrubí v místě průchodu konstrukcí [vlastní fotografie]*
- *Obr. 13 - Dilatační pásek po obvodě stěn [vlastní fotografie]*
- *Obr. 14. - Vnitřní prostorový termostat [vlastní fotografie]*



- *Obr. 15 - Servo-mechanické zavírače ventilů ovládané termostatem [vlastní fotografie]*
- *Obr. 16 - Meandrové uložení topného potrubí [1]*
- *Obr. 17 - Spirálovité uložení topného potrubí [1]*
- *Obr. 18 - Obrázek vertikálního rozložení teplot v porovnání s jinými druhy vytápění[2]*
- *Obr. 19 - Řez skladbou těžké plovoucí podlahy [2]*
- *Obr. 20 - Příklad zalití potrubí - anhydrit vs. cementový potěr [6]*
- *Obr. 21 - Lití anhydritového potěru [vlastní fotografie]*
- *Obr. 22 - Urovnávání anhydritového potěru [vlastní fotografie]*
- *Obr. 23 - Příklad konstrukce lehké podlahy ROTH TBS systém [22]*
- *Obr. 24 - Detail uložení a ohybu potrubí, systém ROTH [10]*
- *Obr. 25 - Příklad použití suché podlahy ROTH [10]*
- *Obr. 26 - Elektrické vytápění - Integrované, systém RATOP [23]*
- *Obr. 27 - Příklad skladby těžké podlahy s elektrickým vytápěním[15]*
- *Obr. 28 - Schematicky naznačený princip samoregulace [15]*
- *Obr. 29 - Část výkresu podlahového vytápění[21]*
  
- *Tabulka č. 1 - srovnání nášlapných vrstev[5]*

### ***V.3 Seznam použitých norem***

- [4] - ČSN EN 1264-2+A1:2013 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 2: Podlahové vytápění: Průkazné postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami.
- [24] - ČSN EN 1264-4:2010 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 4: Instalace.
- ČSN EN 12831-1:2018 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3.
- ČSN EN 12828+A1:2014 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav.
- [25] - ČSN 730540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky.

### ***V.4 Použitý software***

- Microsoft Word 2010
- Microsoft Excel 2010
- Graphisoft Archicad 19
- RAUCAD TechCON X



## ***V.5 Seznam příloh a výkresové dokumentace***

Přílohy:

- Technická zpráva s přílohami
  - Přílohy technické zprávy:
    - Příloha č. 1 - Tepelné ztráty objektu
    - Příloha č. 2 - Parametry stavebních konstrukcí
    - Příloha č. 3 - Technický list plynového kotle
    - Příloha č. 4 - Technický list zásobníku TV
    - Příloha č. 5 - Technický list expanzní nádoby
    - Příloha č. 6 - Technický list komínu
    - Příloha č. 7 - Specifikace rozdělovače/sběrače
    - Příloha č. 8 - Výpočet tlakových ztrát větve č. 2
    - Příloha č. 9 - Technický list oběhového čerpadla
    - Příloha č. 10 - Technický list měřiče tepla

Výkresová dokumentace:

- Výkres č. 1 Půdorys 1PP (1:50)
- Výkres č. 2 Půdorys 1NP (1:50)
- Výkres č. 3 Půdorys 2NP (1:50)
- Výkres č. 4 Půdorys 3NP (1:50)
- Výkres č. 5 Rozvinutý řez soustavou (1:50)
- Výkres č. 6 Koordinační půdorys kotelny (1:25)
- Výkres č. 7 Schéma kotelny (1:25)
- Výkres č. 8 Studie - Podlahové vytápění - Část typického NP (1:50)