

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Návrh systému plošného vytápění
administrativní budovy**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala: Bc. Vendula Vávrová

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2023/2024

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Vávrová** Jméno: **Vendula** Osobní číslo: **477469**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra technických zařízení budov**
Studijní program: **Budovy a prostředí**
Studijní obor: **Budovy a prostředí**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrh systému plošného vytápění administrativní budovy

Název diplomové práce anglicky:

Design of an surface heating system in the office building

Pokyny pro vypracování:

Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh trasy soustavy vytápění, návrh dimenzí rozvodů, základní energetické výpočty.

Výkresová část - půdorysy, svislý řez, řešení technické místnosti

Studie na téma: Plošné systémy vytápění a chlazení

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, Modul M3-3.

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

Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D. katedra technických zařízení budov FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **21.02.2024**

Termín odevzdání diplomové práce: **20.05.2024**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci na téma „Návrh systému plošného vytápění administrativní budovy“ vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne

.....
Bc. Vendula Vávrová

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině, za obrovskou podporu během celého mého studia.

Anotace

Obsahem této diplomové práce je studie o plošných systémech vytápění a chlazení. Studie popisuje principy a technologie plošných systémů, použití plošných systémů a jejich výhody a nevýhody. V praktické části diplomové práce je cílem navrhnout systém vytápění pro administrativní budovu. Návrh vytápění zahrnuje výpočet tepelných ztrát místností, návrh tras soustavy vytápění, návrh otopných ploch, návrh dimenzí rozvodů a základní energetické výpočty včetně návrhu zdroje tepla. Dále je v projektu zpracována technická zpráva a výkresová dokumentace. Ve výkresové dokumentaci jsou všechny půdorysy jednotlivých pater, svislý řez, schéma zapojení, půdorys technické místnosti a řez.

Klíčová slova

administrativní budova, vytápění, tepelné ztráty, plošné systémy vytápění, zdroje energie, systémy TZB, tepelné čerpadlo

Annotation

The content of this diploma thesis is a study of area heating and cooling systems. The study describes the principles and technology of the surface systems, the applications of the surface systems and their advantages and disadvantages. In the practical part of the thesis the aim is to design a heating system for an office building. The heating design includes calculation of heat loss of rooms, design of heating system routes, design of heating surfaces, design of duct dimensions and basic energy calculations including design of heat source. The project also includes a technical report and drawings. The drawings include all floor plans, vertical section, wiring diagram, technical room floor plan and section.

Keywords

office building, heating, heat losses, surface heating systems, energy sources, HVAC systems, heat pump

Obsah diplomové práce

- Studie – Plošné systémy vytápění a chlazení
- Projekt – Návrh plošného vytápění administrativní budovy
 - Technická zpráva
 - Příloha 1: Výpočty, technické listy
 - Příloha 2: Výkresová část

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Návrh systému plošného vytápění
administrativní budovy**

DIPLOMOVÁ PRÁCE
STUDIE

Vypracovala: Bc. Vendula Vávrová

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2023/2024

Obsah

Úvod.....	9
Studie – Plošné systémy vytápění a chlazení.....	10
1 Úvod.....	10
1.1 Definice plošných systémů vytápění a chlazení.....	10
1.2 Důvod pro použití plošných systémů.....	10
1.2.1 Rovnoměrné rozložení tepla/chladu.....	11
2 Principy a technologie plošných systémů.....	12
2.1 Podlahové vytápění a chlazení.....	12
2.1.1 Suchý systém pokládky.....	12
2.1.2 Mokrý systém pokládky.....	14
2.1.2.1 Teplovodní podlahové topení.....	14
2.1.2.2 Elektrické podlahové topení.....	16
2.2 Stropní vytápění a chlazení.....	16
2.2.1 Instalace stropního vytápění/chlazení do nosné konstrukce stropu (BKT).....	18
2.2.2 Instalace stropního vytápění/chlazení pod omítku.....	19
2.2.3 Instalace stropních panelů vytápění/chlazení.....	20
2.2.4 Stropní velkoplošné chlazení.....	21
2.3 Stěnové vytápění a chlazení.....	22
2.3.1 Stěnové vytápění/chlazení – mokrý způsob.....	22
2.3.2 Stěnové vytápění/chlazení – suchý způsob.....	23
3 Použití plošných systémů v různých typech budov.....	24
4 Závěr.....	25
5 Seznam použitých zdrojů a literatury.....	27
6 Seznam obrázků.....	28

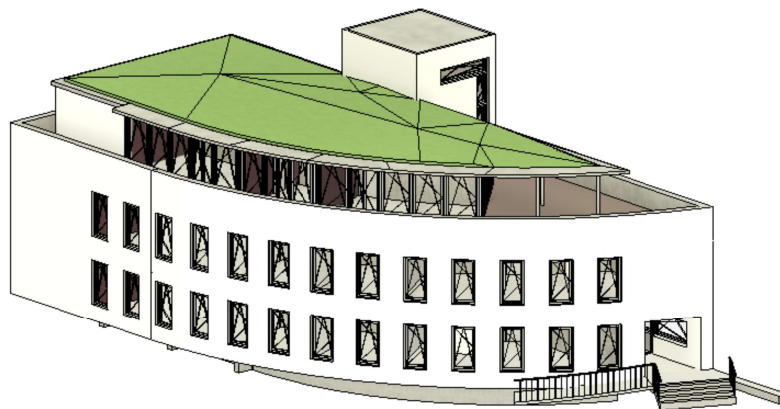
Úvod

Diplomová práce je rozdělena celkem na dvě části – část teoretickou a část praktickou.

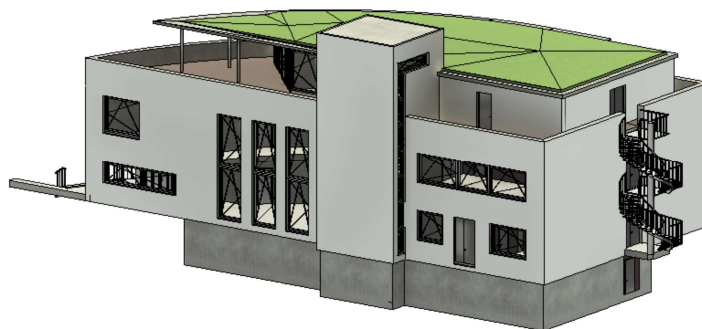
V první části – teoretické je předmětem studie na téma „Plošné systémy vytápění a chlazení.“ Studie popisuje různé systémy pro plošné vytápění a chlazení, které slouží k vytápění objektů v zimním období a nebo chlazení v letním období.

V druhé části práce tedy praktické je cílem navrhnout systém vytápění pro novostavbu administrativní budovy. Administrativní budova se nachází v Praze. Budova je asi z poloviny objektu podsklepena. V podzemním podlaží se nachází skladovací prostory, archivy a spojovací chodba do vedlejšího objektu. Tato podzemní část je zcela pod úrovní terénu. Následují 3 nadzemní podlaží. V prvním a druhém patře jsou kancelářské prostory, vstupní hala, sociální zázemí a zasedací místnosti, ve třetím nejvyšším patře se nachází hala, kancelářské prostory – ředitel, sekretariát a prezident, sociální zázemí a technické místnosti. Jelikož je toto patro ustupující, nabízí možnost posezení a odpočinku na venkovních terasách. Celým objektem prochází společné prostory, schodiště a výtah. Počet lidí v budově je odhadován na 45 osob.

Obsahem projektu je výpočet tepelných ztrát objektu, návržení vhodného systému vytápění a otopných prvků, specifikace zdroje tepla. Dále návržení tras potrubí a jejich dimenze, vyhotovení výkresové dokumentace. Součástí projektu je technická zpráva a technické listy použitých výrobků a zařízení.



Obrázek 1: Administrativní budova (model Revit) - pohled 1



Obrázek 2: Administrativní budova (model Revit) - pohled 2

Studie – Plošné systémy vytápění a chlazení

1 Úvod

1.1 Definice plošných systémů vytápění a chlazení

Plošné systémy vytápění a chlazení jsou moderní technologické systémy navržené k regulaci teploty v budovách. Jedná se o alternativní způsob vytápění a chlazení, který se liší od tradičních radiátorů či klimatizačních jednotek. Hlavním prvkem plošných systémů je rozložení vytápění nebo chlazení přímo do stavebních prvků, jako jsou podlahy, stropy nebo stěny, což umožňuje rovnoměrné a pohodlné rozložení teploty po celém prostoru.

Podlahové vytápění je jedním z nejběžnějších typů plošných systémů. Tento systém spočívá v umístění teplovodních trubek nebo elektrických topných kabelů pod povrchem podlahy, čímž se teplo rovnoměrně distribuuje do místnosti. Stropní panely a stěnové systémy fungují na podobném principu, kde tepelný výměník nebo chladicí prvky jsou integrovány přímo do stropu nebo stěn a teplo nebo chlad je vydáván do místnosti.

Plošné systémy vytápění a chlazení nabízejí několik výhod, včetně rovnoměrné distribuce tepla nebo chladu, nižších nákladů na provoz a většího komfortu pro uživatele. Tyto systémy mohou být kombinovány s chytrými regulacemi, které umožňují individuální nastavení teploty v různých zónách budovy.

Celkově lze plošné systémy vytápění a chlazení považovat za efektivní a moderní řešení pro dosažení tepelné pohody v budovách, a to jak v letních, tak v zimních měsících.

1.2 Důvod pro použití plošných systémů

Existuje několik důvodů, proč se mnohem častěji začali používat plošné systémy vytápění a chlazení v porovnání s tradičními systémy, jako jsou radiátory nebo klimatizační jednotky:

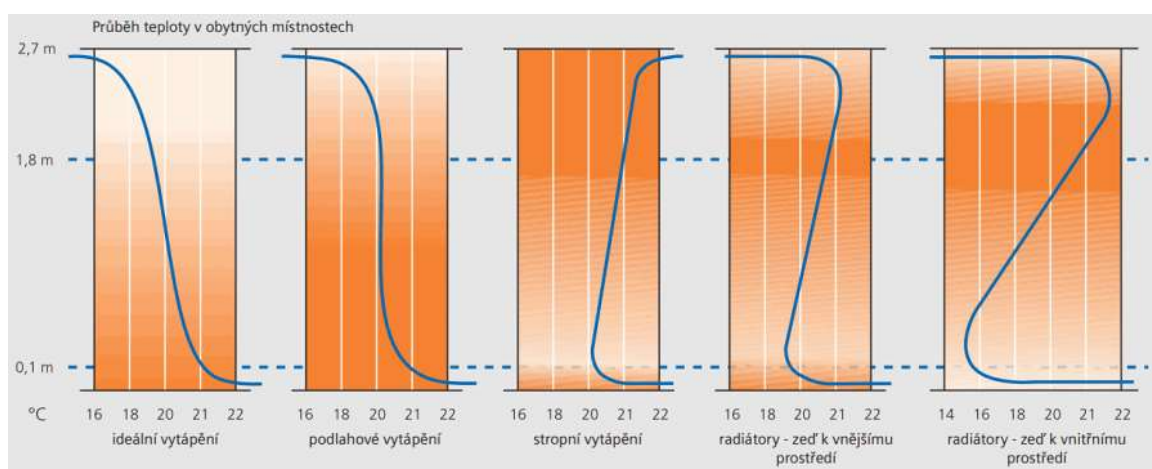
- **Rovnoměrné rozložení tepla/chladu:** Plošné systémy umožňují rovnoměrné rozložení teploty po celé ploše podlahy, stropu nebo stěny. To vytváří příjemné a konzistentní prostředí v místnosti, což zvyšuje pohodlí uživatelů.
- **Estetický vzhled:** Plošné systémy vytápění a chlazení jsou často skryté za povrchem podlahy, stropu nebo stěny, což vytváří esteticky příjemnější prostředí bez viditelných topných těles nebo klimatizačních jednotek.
- **Nižší náklady na provoz:** Díky rovnoměrnému rozložení tepla/chladu mohou být plošné systémy energeticky efektivnější než tradiční systémy. To může vést k nižším nákladům na energii a úsporám v dlouhodobém horizontu.

- **Možnost kombinace s chytrými regulacemi:** Plošné systémy lze snadno integrovat s chytrými regulacemi, což umožňuje individuální nastavení teploty v jednotlivých místnostech a optimalizaci provozu v závislosti na potřebách uživatelů a vnějších podmínkách.
- **Snížení prachu a alergenů:** Pokud jsou plošné systémy instalovány pod povrchem podlahy, stropu nebo za stěnami, může se snížit množství prachu a alergenů ve vzduchu, což přispívá k lepší kvalitě vnitřního prostředí.

1.2.1 Rovnoměrné rozložení tepla/chladu

Rovnoměrné rozložení teploty v prostoru, jak vertikálně, tak horizontálně, je zásadní. Vertikální teplotní rozložení v místnosti je ovlivněno nerovnoměrným přívodem tepla a chlazení stěn. Čím vyšší je povrchová teplota otopné plochy, tím větší je vertikální nerovnoměrnost teploty. Podlahové vytápění má ze všech systémů nejnižší povrchovou teplotu, což vede k téměř ideálnímu vertikálnímu rozložení teplot. Teplota v úrovni hlavy je maximálně o 2 až 3 °C vyšší než u kotníků a nad zónou pobytu směrem vzhůru postupně klesá. U jiných druhů vytápění je vertikální teplotní rozložení mnohem méně rovnoměrné. Ideální vytápění by mělo zajistit, aby byla teplota vzduchu v oblasti hlavy stojícího člověka alespoň o 2 °C nižší než v oblasti kotníků. Podlahové vytápění se tomuto ideálnímu teplotnímu průběhu nejvíce přibližuje. [1]

Na základě popsaných vlastností stropních a podlahových systémů se jeví jako nejideálnější kombinace stropního chlazení a podlahového vytápění. Z hlediska komfortu dochází k ideálnímu rozložení teplot jak při vytápění, tak při chlazení, čímž se eliminují chladné i teplé proudy vzduchu. Tyto systémy také neprodukuje žádný hluk. V případě vyšších tepelných ztrát nebo zatížení lze oba systémy spustit současně, což umožní dosažení maximálního komfortu i v extrémních podmínkách mimo návrhové hodnoty. [2]



Obrázek 3: Průběh teploty v obytných místnostech [2]

Horizontální rozložení teplot je ovlivněno hlavně umístěním topné plochy vzhledem k obvodové stěně, která se ochlazuje. U podlahového vytápění je horizontální rozložení teplot téměř rovnoměrné a blíží se ideálnímu stavu, s výjimkou úzkého pásma u ochlazované stěny. Tento nedostatek lze vyřešit použitím okrajové (intenzivní) zóny, kde jsou trubky kladeny hustěji v šířce 0,5 až 1,0 m. Trubky jsou tedy blíže u sebe než ve střední části podlahy. [3]

2 Principy a technologie plošných systémů

2.1 Podlahové vytápění a chlazení

Podlahové vytápění a chlazení funguje na základě tepelné kondukce, kdy jsou teplovodní trubky nebo elektrické topné kabely umístěny pod povrchem podlahy. Teplo nebo chlad se rovnoměrně přenáší do místnosti přes povrch podlahy, což zajišťuje příjemnou teplotu v celém prostoru.

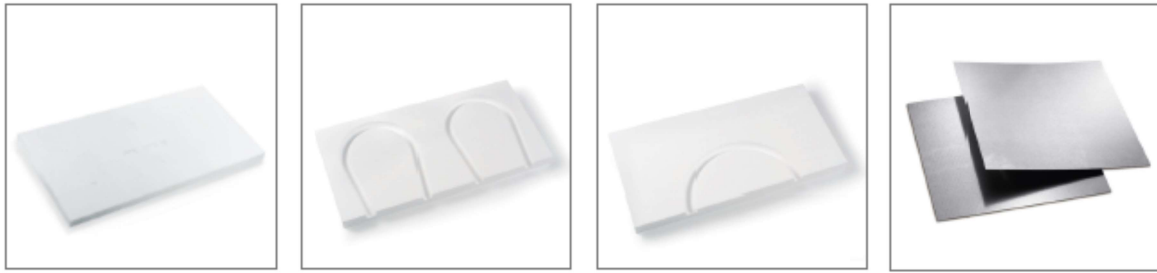
2.1.1 Suchý systém pokládky

Teplovodní trubky jsou umístěny do izolačních desek nebo speciálních podlahových panelů. Suché podlahové vytápění je možné instalovat v nových stavbách, ale také jako součást renovací existujících budov. Je vhodné pro různé typy podlahových materiálů, včetně dřeva, keramiky, laminátu a kobereců. Suché podlahové vytápění využívá vyšší teploty vody v rozmezí 40 až 70 °C. Tento typ vytápění se obvykle používá tam, kde není potřeba vysoký tepelný výkon, typicky do 50 W/m². Je ideální jako doplňkový zdroj tepla, například v místnostech s nižšími nároky na vytápění, nebo tam, kde je důležitá nízká konstrukční výška podlahy nebo je problém se statikou, jako při rekonstrukcích. [3]

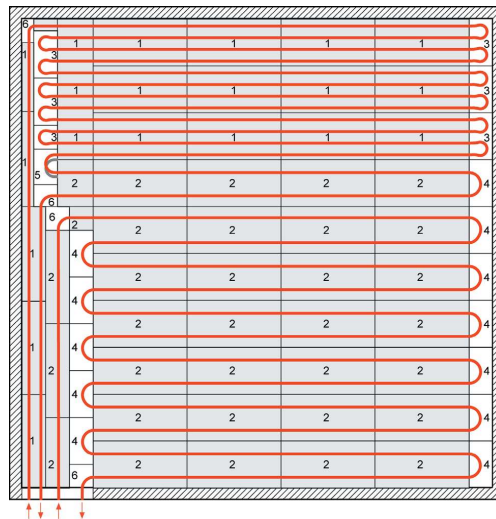
Příklad izolačních desek od firmy REHAU:



Obrázek 4: Pokládací deska REHAU VA 12,5 [4] Obrázek 5: Pokládací deska REHAU VA 25 [4]



Obrázek 6: 1 Plná deska, 2 Vratná deska VA 12,5, 3 Vratná deska VA 25, 4 Krycí plech [4]



Obrázek 7: Příklad plánu pokládky suchého systému REHAU

1 Pokládací deska VA 12,5 2 Pokládací deska VA 25 3 Vratná deska VA 12,5 4 Vratná deska VA 25 5 Přečtová deska 6 Plná deska [4]

Výhody suchého systému:

- Rovnoměrné rozložení tepla po celé místnosti.
- Nižší provozní teploty, což vede k úsporám energie.
- Rychlá pokládka bez rizika zranění díky tepelně vodivým plechům nakaširovaným z výroby
- Snadné a rychlé zkracování díky integrovaným místům pro požadovaný lom
- Žádné zvedání tepelně vodivých plechů při pokládce topného potrubí
- Vysoká odolnost při chůzi po položené ploše
- Nízká hmotnost a konstrukční výška
- Rychlejší změna teploty
- Možnost prvního zátoku bezprostředně po dokončení montáže

Nevýhody suchého systému:

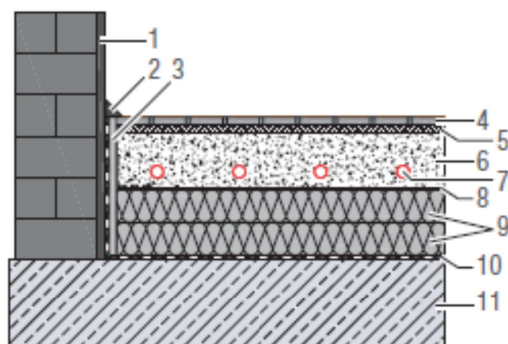
- Vysoké náklady na instalaci oproti mokrému způsobu pokládky
- Omezená schopnost chlazení
- Potenciální problémy s podlahovými materiály – některé podlahové materiály mohou být citlivé na vysoké teploty, což může vést k deformaci nebo poškození.

2.1.2 Mokrá systém pokládky

Mokrá systém pokládky podlahového vytápění je založen na vestavění trubek pro rozvod teplé vody nebo elektrických vyhřívacích prvků přímo do stavební konstrukce podlahy. Teplo je zde rozváděno prostřednictvím vyhřívaného potěru (beton, anhydrid). Teplota otopné vody většinou stačí v rozmezí 35 – 40 °C. Mokrá systém podlahového vytápění je často preferovanou volbou pro rozsáhlé rekonstrukce a novostavby. V dnešní době je podlahové topení jeden z nejpoužívanějších a nejpříjemnějších způsobů vytápění.

Jeho atraktivním prvkem je především nižší pořizovací cena ve srovnání se suchým systémem, což ho činí cenově dostupnější variantou. Jedním z významných benefitů tohoto systému je jeho univerzálnost - trubky teplovodního podlahového vytápění mohou pracovat po celý rok. V zimních měsících cirkuluje ohřátá voda, poskytující příjemné teplo do místnosti, zatímco v létě může systém sloužit k chlazení, kdy protékající studená voda přispívá k udržení příjemného a osvěžujícího prostředí. [5]

2.1.2.1 Teplovodní podlahové topení



- 1 Vnitřní omítka
- 2 Krycí podlahová lišta
- 3 Okrajová dilatační páska
- 4 Podlahová krytina
- 5 Maltové lože
- 6 Mazanina
- 7 Trubka RAUTHERM S
- 8 Krycí fólie
- 9 Tepelná a kročejová izolace
- 10 Hydroizolační vrstva
- 11 Stavební konstrukce

Obrázek 8: Příklad konstrukce trubkového systému podlahového vytápění a chlazení provedeného mokřím způsobem [4]

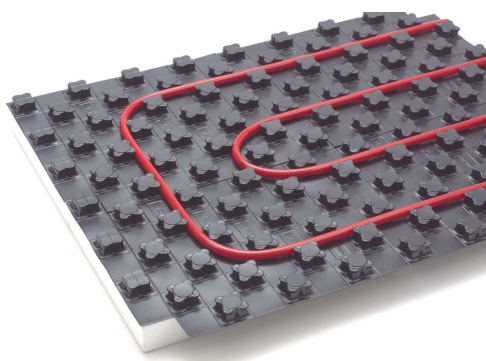
Výhody mokrého systému:

- Rovnoměrné rozložení tepla po celé místnosti.
- Nižší provozní teploty, což vede k úsporám energie.
- Vyšší tepelná vodivost
- Lepší tepelná setrvačnost
- Nižší počáteční investice
- Možnost chlazení v letním období

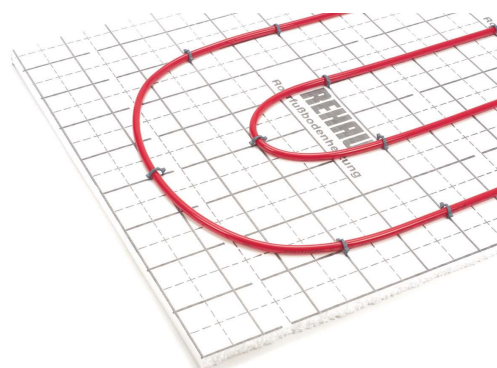
Nevýhody mokrého systému:

- Náročnější regulace teploty
- Omezené možnosti při rekonstrukcích

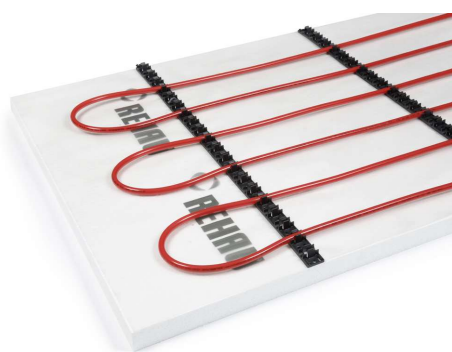
Existují různé systémy pokládky v podlaze pro mokrý systém vytápění/chlazení:



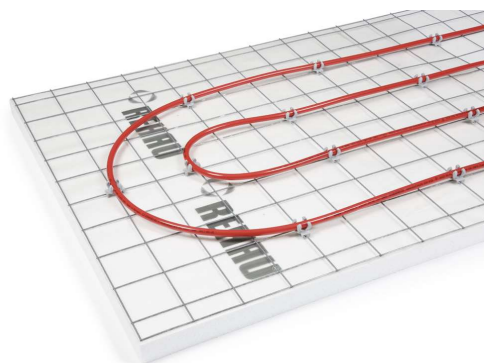
Obrázek 9: Systémová deska Varionova [4]



Obrázek 10: Tacker systém [4]



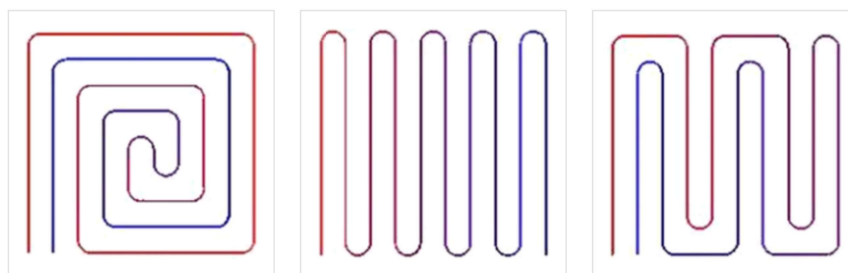
Obrázek 11: Vodící lišta Raufix [4]



Obrázek 12: Nosná rohož [4]

Potrubí pro rozvod teplé vody nebo elektrické vyhřívací prvky jsou pokládány na izolační materiál. Trubky jsou umístěny ve speciálních držácích nebo drážkách, které zajistí jejich pevné uložení.

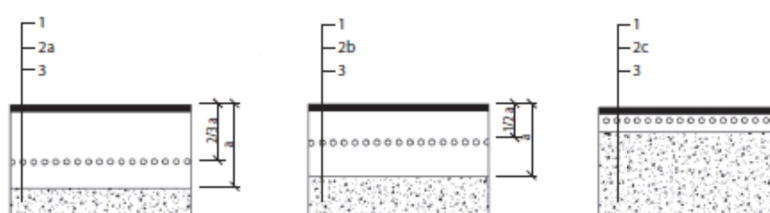
Pro pokládku trubek podlahového vytápění existují různé formy, jako je uspořádání do spirály, meandru nebo dvojitého meandru. Mezi tyto varianty je nejběžnější a preferovaná pokládka do spirály. Tato metoda zajišťuje rovnoměrné teploty po celém povrchu topného okruhu a umožňuje efektivní a snadnou instalaci díky použití 90° trubkových oblouků. Při pokládce je důležité dodržovat předepsaný poloměr ohybu trubky, který udává výrobce. Rozteče trubek jsou obvykle voleny jako násobky čísla 50, přičemž nejběžnější rozteč je 100 mm.



Obrázek 13: Možnosti pokládání trubek; do spirály (vlevo), meandru (uprostřed), dvojitého meandru (vpravo) [6]

2.1.2.2 Elektrické podlahové topení

Teplu je přenášeno silnými odporovými kabely, které mohou být volně kladeny nebo vetkány do rohoží ze skelných vláken ve tvaru meandrů. Topné kabely mohou být instalovány do betonové vrstvy a nebo přímo pod nášlapnou vrstvu. Snadná instalace kabelů nebo rohoží přímo pod nášlapnou vrstvu podlahy je jednou z hlavních výhod elektrického podlahového vytápění. Tento způsob vytápění se častěji využívá v rodinných domech než v administrativních budovách. Systém nabízí snadnou regulaci a rychlou odezvu, což umožňuje rychlé vytopení místnosti. Další výhodou je nízká výška podlahy, což je ideální pro rekonstrukce, kde nelze zvýšit výšku podlahy. Nevýhodou je však provozní nákladnost, protože systém je závislý na dodávce elektrické energie. Vzhledem k očekávanému růstu cen elektřiny nemusí být toto řešení z ekonomického hlediska nejvýhodnější.



Obrázek 14: Schematické znázornění konstrukce elektrické podlahové otopné plochy pro různé režimy vytápění
a) akumulativní; b) poloakumulativní; c) přímotopný [3]

2.2 Stropní vytápění a chlazení

Stropní vytápění pracuje na principu sálavého tepla, podobně jako podlahové vytápění. Teplu je předáváno okolním předmětům v místnosti, které jej následně vyzářují do celého prostoru. Systém se skládá z trubek umístěných uvnitř nebo pod stropní konstrukcí a k vytápění je potřebná voda o teplotě 30-45 °C. Tento systém je vhodný jak pro zimní vytápění, tak pro letní chlazení, protože trubkami může proudit teplá nebo studená voda.

Mnozí se diví, jak může stropní vytápění vůbec fungovat, když teplo přece stoupá vzhůru. Ve skutečnosti teplo nestoupá vzhůru, ale šíří se (vede) do chladnějších oblastí nebo materiálů ve všech směrech. Pouze teplý vzduch stoupá vzhůru, protože je lehčí. Při stropním vytápění se pod stropem vytvoří vrstva teplého vzduchu o tloušťce zhruba 20 cm. Tato lehčí vrstva neklesá a brání chladnějšímu vzduchu zespodu dostat se ke stropu. Strop tak není ochlazován, jeho teplota stoupá a zvyšuje se sálavé teplo. Tento jev je podobný tomu, co pozorujeme u kachlových kamen nebo horkých radiátorů – na vzdálenost jednoho až dvou metrů cítíme sálající teplo. Čím vyšší je povrchová teplota, tím intenzivnější a znatelnější je sálání. Toto sálání (tepelné, nebo infračervené záření) neohřívá vzduch, ale pevné předměty, na které dopadá. Nejintenzivnější sálání je v kolmém směru k povrchu zdroje – v případě stropního vytápění je tedy sálání směřováno nejvíce na podlahu,

nábytek a částečně i na stěny. Od těchto povrchů se následně ohřívá vzduch v místnosti. Kromě zmíněné 20 cm vrstvy pod stropem je tak teplota vzduchu v celé výšce místnosti stejná. [7]

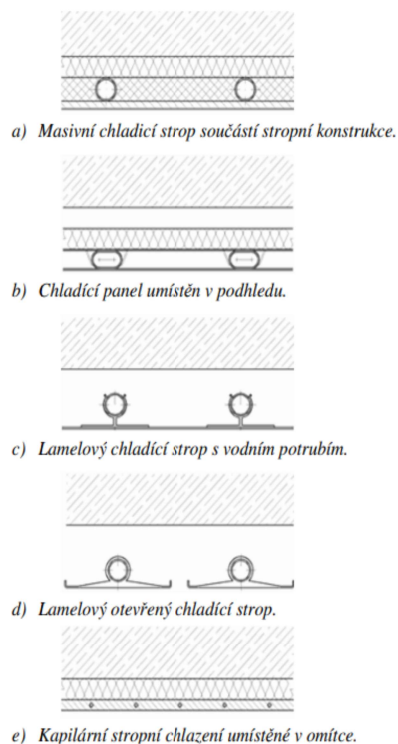
Výhody stropního vytápění/chlazení:

- Rovnoměrné rozložení tepla po celé místnosti.
- Nižší provozní teploty, což vede k úsporám energie.
- Bezhluchý provoz
- Možnost chlazení v letním období
- Volnost při rozmístění nábytku
- Rychlá odezva na změny teploty požadované regulací
- Estetika – skrytý systém vytápění
- Nevíří prachové částice

Nevýhody stropního vytápění/chlazení:

- Potřeba sádkartonových podhledů
- Pocit nepohodlí u některých lidí
- Instalační náklady
- Možnost vzniku kondenzace v režimu chlazení

Na obr. 15 jsou znázorněny některé typy stropních konstrukcí pro plošné vytápění/chlazení



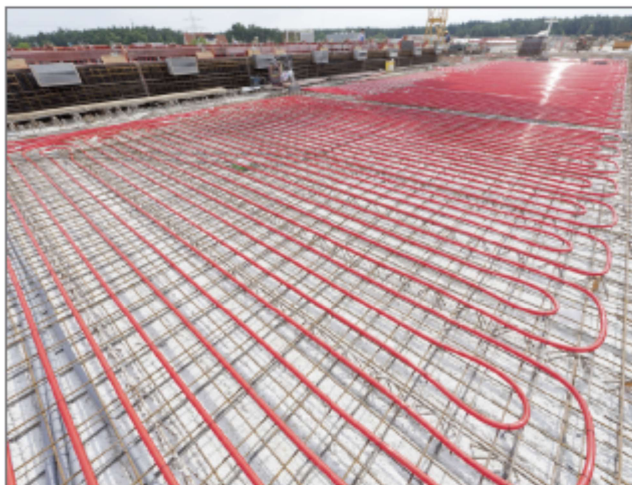
Obrázek 15: Schematické řezy různými konstrukcemi stropů pro vytápění/chlazení [8]

2.2.1 Instalace stropního vytápění/chlazení do nosné konstrukce stropu (BKT)

Stropní vytápění může být efektivně integrováno do nosné konstrukce stropu, čímž se stává neviditelnou a prostorově úspornou možností vytápění a chlazení. Tento systém využívá sálavé teplo, které se šíří přímo z topných prvků umístěných v konstrukci stropu, zajišťující rovnoměrné a komfortní teplo v místnosti.

Princip temperování nosných betonových konstrukcí spočívá ve využití akumulčního potenciálu samotných stavebních dílů k dosažení rovnoměrného chlazení nebo vytápění. Při režimu chlazení je tepelná energie absorbovaná stavebním dílem odváděna pomocí integrovaného potrubí. Při režimu vytápění pak potrubí zahřívá konstrukci, která může teplo opětovně uvolňovat do prostoru. Z důvodu vysokých standardů izolace pro plášť budov a výměny energie, která je u BKT velkoplošná, převážně vyzařováním, jsou ve srovnání s prostorovou teplotou nutné jen mírně vyšší popř. nižší teploty povrchů. Současně lze vzduchotechniku zredukovat na špičková zatížení a hygienickou výměnu vzduchu. Následkem toho nižší rychlost vzduchu a temperování tepelným sáláním vytvářejí příjemné prostorové klima zdravé pro lidské tělo. Použití systémů BKT umožňuje efektivní vytápění a chlazení. Nízká úroveň teploty blízké se prostorové teplotě a malé kolísání teplot přívodu přispívají k ekologickému provozu a úspoře CO₂. [4]

Použití těchto systémů umožňuje efektivní vytápění a chlazení s nízkým energetickým výdejem a snižuje emise CO₂. Díky rovnoměrné teplotě v přívodu lze také snížit rozměry ventilačních systémů, což přináší úspory. Tyto systémy lze také snadno instalovat již v raných fázích výstavby a využít obnovitelné zdroje energie. Výsledkem je ekologičtější a energeticky úspornější provoz.

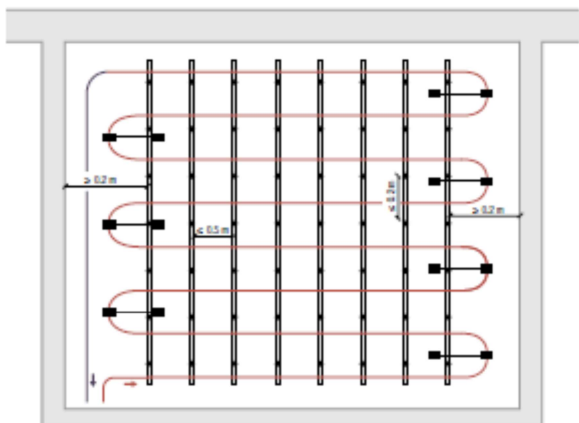


Obrázek 16: Příklad pokládky systému vytápění/chlazení [4]

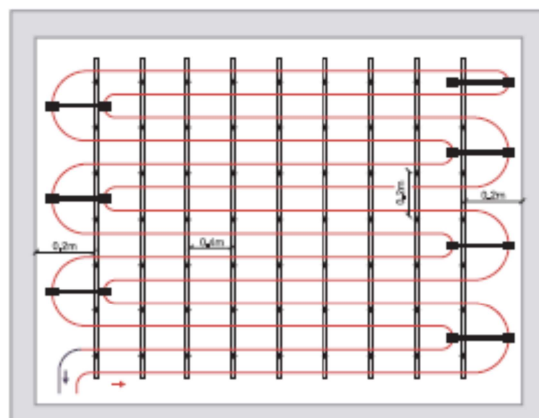
2.2.2 Instalace stropního vytápění/chlazení pod omítku

Stropní vytápění může být efektivně integrováno do nosné konstrukce stropu, čímž se stává neviditelnou a prostorově úspornou možností vytápění a chlazení. Tento systém využívá sálavé teplo, které se šíří přímo z topných prvků umístěných v konstrukci stropu, zajišťující rovnoměrné a komfortní teplo v místnosti. Stropní vytápění pomocí poomítkového systému je moderní způsob regulace teploty v interiérech, který využívá tepelné vlastnosti povrchu stropu.

Tento systém spočívá v instalaci teplovodních trubek přímo pod omítkou na stropě, které přenášejí teplo do místnosti. Teplovodní trubky jsou vloženy do speciálních nosičů a následně zakryty vrstvou omítky. Když je teplá voda čerpána do trubek, strop se postupně zahřívá a teplo je uvolňováno do místnosti. Tímto způsobem je dosaženo rovnoměrného a pohodlného vytápění celé místnosti. Tento typ vytápění má několik výhod, včetně toho, že nezabírá žádný prostor na zemi nebo na stěnách, což umožňuje maximální flexibilitu v designu interiéru. Navíc stropní vytápění poomítkovým systémem je energeticky efektivní a umožňuje individuální regulaci teploty v jednotlivých místnostech.



Obrázek 17: Provedení ve formě jednoduchého meandru, rozteč pokládky 10 [4]



Obrázek 19: Provedení ve formě dvojitého meandru, rozteč pokládky 5 [4]



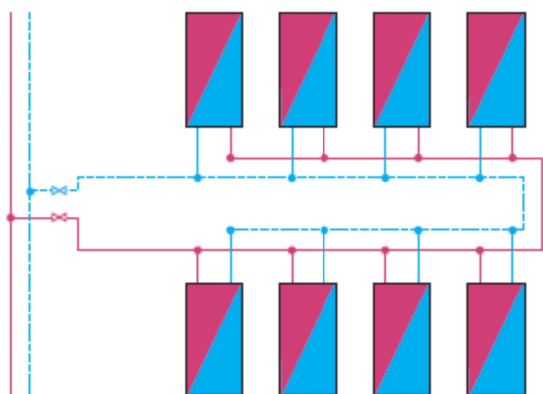
Obrázek 18: Stropní otopná plocha s plastovými trubkami PEXa - podomítkový systém [3]

2.2.3 Instalace stropních panelů vytápění/chlazení

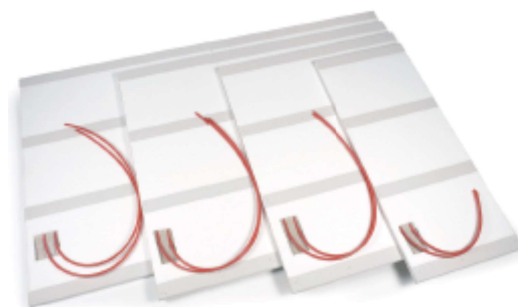
Stropní desky teplovodního vytápění jsou součástí moderního vytápěcího systému, který využívá teplovodní trubky integrované do stropních desek k přenosu tepla do interiéru. Tento systém spočívá v tom, že teplovodní trubky jsou umístěny uvnitř speciálních desek, které jsou instalovány na ocelových roštích (nosná konstrukce podhledu). Když je systém zapnutý, teplovodní trubky jsou naplněny teplou vodou, která cirkuluje skrz ně. Teplo předávané z vody do stropních desek způsobuje ohřívání povrchu desek. Tímto způsobem je teplé vzdušné prostředí v místnosti ohříváno především zhora dolů. Stropní desky teplovodního vytápění nabízejí několik výhod, včetně rovnoměrné distribuce tepla po celé místnosti a minimalizace výskytu prašných částic v místnosti, což je výhodné pro alergiky a osoby trpícími respiračními obtížemi. Tento systém též umožňuje individuální regulaci teploty v jednotlivých místnostech a poskytuje pohodlné a účinné vytápění.

Stropní desky jsou sériově vyráběné. Jedná se o prefabrikované sádkartonové desky se zafrézovanými drážkami a vloženými trubkami např. RAUTHEM S 10,1x1,1 mm s roztečí 45 mm jako dvojitý meandr. Polystyrénová izolace EPS 035 na zadní straně a zesilovací pásy ze sádkartonu zajišťují snadnou montáž. Díky čtyřem stropním deskám různých velikostí lze dokonce i ve členitých místnostech dosáhnout velkého rozsahu aktivní chladicí plochy. Neaktivní oblasti stropního podhledu mohou být uzavřeny běžnými sádkartonovými deskami tloušťky 15 mm v provedení jako dvojitě obložení. [4]

Stropní desky lze používat v bytových nebo komerčních prostorách, jako jsou např. kancelářské a správní stavby bez zatížení vlhkostí. Systémy nejsou vhodné pro použití ve vlhkých prostorách všeho druhu, jako jsou například komerční sanitární prostory, sauny a bazény. Výjimkou jsou prostory WC a toalet bez sprch. [4]



Obrázek 20: Schematické zobrazení systému Tichelmann [4]



Obrázek 21: SDK deska plošného vytápění/chlazení REHAU [4]

2.2.4 Stropní velkoplošné chlazení

Velkoplošné stropní chladicí systémy fungují na principu výměny energie mezi chladicí plochou a člověkem převážně sáláním. Stropní chlazení vytváří optimální tepelný komfort s minimální distribucí vzduchu. Jeho objemový průtok je minimalizován na nezbytnou dávku důležitou pro eliminaci tepla vázaného ve vodní páře. Chladivem velkoplošného sálavého systému je voda se vstupní teplotou 16 °C, cirkulující v chladících polích. Strop ochlazený na 19 °C postupně ochlazuje stavební konstrukce interiéru, předměty a lidi v interiéru. Bez nadměrného a škodlivého „průvanového“ proudění vzduchu, pro lidské tělo tím nejpřirozenějším způsobem. Zdrojem chladu chladicí vody může být tepelné čerpadlo, systém dvou studní, vrt nebo chiller. [9]

Systémy stropního chlazení jsou již ze své fyzikálně-technické podstaty nízkonákladové. I proto, že jsou vysokoteplotní, je potřeba chladicí médium – vodu – chladit pouze na 16 °C při vstupu a do 20 °C při oběhu v chladicí trubkové rohoži, aby nedocházelo ke kondenzaci. Správně nainstalovaný systém stropního chlazení vyžaduje minimální údržbu a není škodlivý pro zdraví. Hlavní výhodou je možnost využití systému jak pro chlazení, tak i pro vytápění interiéru. Investice do tohoto systému pokrývá jak náklady na chlazení, tak i vytápění. Použití tepelného čerpadla jako zdroje energie umožňuje využití systému pro ohřev pitné vody a také k ventilaci. [9]

2.3 Stěnové vytápění a chlazení

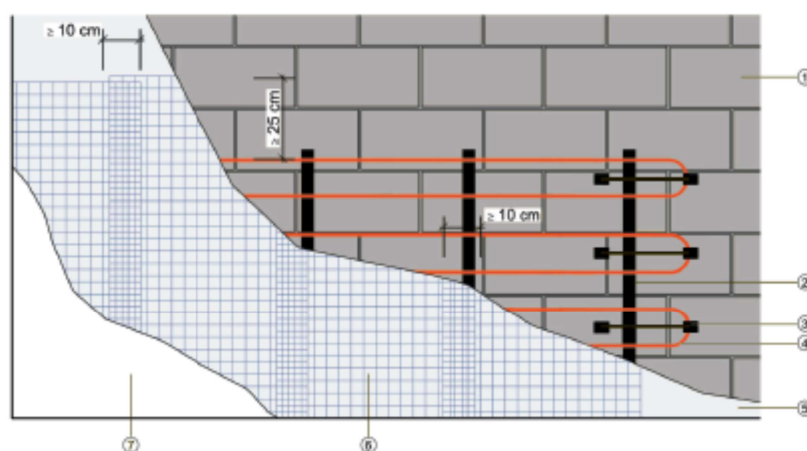
2.3.1 Stěnové vytápění/chlazení – mokrý způsob

Stěnové vytápění s instalací pod omítku do lišty je založeno na umístění teplovodních trubek do speciálních lišt, které jsou následně zabudovány do stěny před aplikací omítky.

Princip tohoto systému spočívá v tom, že teplovodní trubky jsou uloženy v lištách, které jsou umístěny v konstrukci stěny. Když je vytápění aktivováno, teplá voda proudí skrz tyto trubky, což způsobuje ohřívání stěn. Tato tepelná energie je pak přenášena do okolního prostoru, což zajišťuje rovnoměrné a pohodlné vytápění místnosti.

Tento způsob stěnového vytápění má několik výhod, včetně skryté instalace pod omítku, což umožňuje zachování estetického vzhledu interiéru a maximální flexibilitu v designu. Navíc tento systém umožňuje efektivní využití tepelné energie a poskytuje rovnoměrné rozložení tepla po celé místnosti.

Mezi nevýhody tohoto systému patří zejména vyšší počáteční investice v porovnání s klasickými systémy, riziko poškození systému při vrtání do stěn, náročná lokalizace případné poruchy a dodatečné zásahy jsou velmi komplikované.



Schématické zobrazení struktury stěnového a stropního vytápění / chlazení - mokrý způsob

- 1 Hrubá stěna příp. strop
- 2 Vodící lišta 10
- 3 Dvojitý držák 10
- 4 RAUTHERM S 10,1 x 1,1

- 5 První vrstva omítky
- 6 Armování omítky
- 7 Druhá vrstva omítky

Obrázek 22: Stěnové vytápění REHAU [4]

2.3.2 Stěnové vytápění/chlazení – suchý způsob

Stěnové desky teplovodního vytápění jsou součástí moderního vytápěcího systému, který využívá teplovodní trubky integrované do prefabrikovaných SDK desek k přenosu tepla do interiéru. Tento systém spočívá v tom, že teplovodní trubky jsou umístěny uvnitř speciálních desek, které jsou instalovány na ocelových rostech (nosná konstrukce předstěny). Teplo předávané z vody do stěnových desek způsobuje ohřívání povrchu desek. Tímto způsobem je teplé vzdušné prostředí v místnosti ohříváno. Stropní desky teplovodního vytápění nabízejí několik výhod, včetně rovnoměrné distribuce tepla po celé místnosti a minimalizace výskytu prашných částic v místnosti, což je výhodné pro alergiky a osoby trpícími respiračními obtížemi. Tento systém též umožňuje individuální regulaci teploty v jednotlivých místnostech a poskytuje pohodlné a účinné vytápění.

Stěnové desky jsou sériově vyráběné. Jedná se o prefabrikované sádrové desky. Jednotlivé desky jsou zesílené vlákny, jádrově impregnované a jsou extrémně odolné proti nárazu a tuhé v ohybu. Desky neobsahují žádné zdraví škodlivé látky a jsou pachově neutrální. Stěnové vytápění / chlazení - suchý způsob je sádrová deska s vyfrézovanými drážkami a prefabrikovanými trubkami RAUTHERM S 10,1 x 1,1 mm položenými s roztečí 45 mm ve formě spirály. Díky 2 stěnovým deskám různých velikostí lze dokonce i na členitých plochách stěn dosáhnout velkého rozsahu aktivní topné plochy. Neaktivní oblasti plochy stěny lze uzavřít pomocí běžných sádrokartonových desek o tloušťce 15 mm. Sražená hrana 45° na podélných stranách stěnových desek umožňuje snadné vytvoření stěnových ploch. [4]

Stěnové vytápění/chlazení - suchý způsob lze používat v obytných a průmyslových oblastech nezatížených nebo jen mírně zatížených vlhkostí a v obytných vlhkých prostorách s občasné se vyskytujícími zatížením vlhkostí, například odstříkující vodou (sprecha a okolí vany). [4]

Výhody stěnového vytápění:

- příjemný pocit tepla ze všech stran
- úsporné vytápění
- šetří prostor (v porovnání s radiátory)
- jednoduchá údržba

Nevýhody stěnového vytápění:

- vyšší počáteční náklady v porovnání s klasickými systémy
- riziko poškození systému při vrtání do stěn
- náročná lokalizace případné poruchy
- dodatečné zásahy jsou velmi komplikované



Obrázek 23: Příklad instalace suchého stěnového vytápění [10]

3 Použití plošných systémů v různých typech budov

Plošné systémy vytápění a chlazení, jako je stěnové nebo podlahové vytápění a stropní chlazení, jsou často využívány v různých typech budov, kde je důležitý komfort, účinnost a estetika vytápění a chlazení. Tyto systémy se často nacházejí v rodinných domech a bytech, kde umožňují rovnoměrné a pohodlné vytápění v zimních měsících a chlazení v letních měsících, bez rušivých prvků, jako jsou radiátory nebo klimatizační jednotky. V kancelářských budovách a komerčních objektech jsou plošné systémy vytápění a chlazení oblíbenou volbou díky schopnosti poskytnout rovnoměrné a pohodlné prostředí bez rušivých prvků, což přispívá k příjemnému pracovnímu prostředí. Obchodní prostory a restaurace mohou také využívat plošné vytápění a chlazení jako součást designu interiéru, aby zajistily pohodlné prostředí pro zákazníky a zaměstnance po celý rok. Ve školách a institucích může být plošné vytápění a chlazení instalováno pro rovnoměrné a pohodlné prostředí v učebnách, kancelářích a dalších prostorách. Zdravotnická zařízení a nemocnice mohou také využívat plošné vytápění a chlazení pro pohodlné a hygienické prostředí v pokojích pacientů a dalších prostorách.

Celkově jsou plošné systémy vytápění a chlazení vhodnou volbou pro různé typy budov, kde je důležité zajistit rovnoměrné, pohodlné a efektivní prostředí po celý rok.

4 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo sepsání studie o plošných systémech vytápění a chlazení. Studie popisuje principy a technologie plošných systémů, použití plošných systémů a jejich výhody a nevýhody. Jednou z hlavních výhod použití plošných systémů vytápění a chlazení je jejich schopnost rovnoměrně rozložit teplotu ve vytápěném nebo ochlazovaném prostoru. Tím se zvýší komfort uživatelů. Uživatelé necítí nepříjemné teplotní rozdíly mezi různými částmi místnosti a plošné systémy udržují konstantní teplotu v celém prostoru. Oproti klasickým systémům vytápění (otopná tělesa) nevznikají v prostoru chladné zóny, jako je například v rozích nebo u oken. Teplo nebo chlad je distribuován po celé ploše podlahy, stropu nebo stěn. Plošné systémy mohou pracovat při nižších provozních teplotách. Často se pohybujeme při teplotách kolem 35-30 °C. Systémy jsou navrženy tak, aby udržovaly stabilní teplotu. Dochází tedy k menší potřebě zapínání a vypínání topných nebo chladících jednotek, což vede k úspoře energie. Nižší provozní teploty znamenají menší tepelné ztráty a vyšší energetickou účinnost. Je vhodné tyto systémy kombinovat s tepelným čerpadlem a akumulací na teplo a chlad.

Další výhodou plošných systémů je, že jsou integrovány do konstrukce podlahy, stropu nebo stěn. Nejsou tedy viditelné a nezasahují do interiéru. To poskytuje větší flexibilitu při zařizování a využití prostoru. Toto je výhodné zejména v menších místnostech nebo v místnostech s komplikovanou dispozicí.

Plošné systémy snižují cirkulaci prachu a alergenů, což zlepšuje kvalitu vnitřního ovzduší a přispívá k lepšímu zdraví obyvatel. Díky méně časté údržbě a vyšší spolehlivosti se plošné systémy stávají dlouhodobě udržitelným a ekonomicky výhodným řešením. Celkově vzato, rovnoměrné rozložení teploty zajišťované plošnými systémy vytápění a chlazení představuje významný krok vpřed v oblasti stavebních technologií, přispívající k vyšší energetické účinnosti, zdravějšímu prostředí a modernímu designu budov.

V praktické části diplomové práce bylo cílem navrhnout systém vytápění pro administrativní budovu. Na začátku jsem si stanovila teploty vytápěných místností a na základě toho vypočetala tepelné ztráty budovy. Dále jsme si zvolila způsob vytápění budovy. Pro bytové místnosti (kanceláře, zasedací místnosti, haly) jsem navrhla plošné stropní vytápění. Volila jsem variantu integrovaných stropních topných desek do podhledu. Toto vytápění jsem navrhla v programu RAUCAD TechCON X. Pro místnosti sociálního zázemí (WC, úklid, koupelny a sklady) jsem volila klasické vytápění deskovými otopnými tělesy. Otopná tělesa jsem si navrhla v programu GDS – Protech. Stropní desky jsem do těchto místností nevolila z důvodu, že nejsou vhodné do vlhkého prostředí. Následně jsem si rozkreslila všechny trasy potrubí. Plošné stropní vytápění jsem volila

i zejména z důvodu, že by bylo možné je využít v letních měsících pro chlazení. Návrh chlazení nebyl součástí mé diplomové práce. K tomuto systému vytápění jsem volila zdroj tepla tepelné čerpadlo vzduch/voda. Venkovní jednotku jsem umístila na obslužnou střechu ve 3.NP a vnitřní jednotku do technické místnosti ve 3.NP. Na závěr jsem vytvořila výkresy všech vytápěných podlaží, rozvinutý řez, schémata zapojení zdroje tepla a sepsala technickou zprávu k vytápění.

5 Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] Velkoplošné vytápění (I). In: tzb-info [online]. 2006 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://m.tzb-info.cz/3383-velkoplosne-vytapeni-i>
- [2] Tepelná čerpadla se systémy plošného vytápění a chlazení. In: tzb-info [online]. 2015 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://m.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13026-tepelna-cerpadla-se-systemy-plosneho-vytapeni-a-chlazení>
- [3] BAŠTA, Jiří. Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [4] PLOŠNÉ VYTÁPĚNÍ / CHLAZENÍ. REHAU [online]. [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: <https://www.rehau.com/downloads/752370/plosne-vytapeni-chlazení.pdf>
- [5] Co je to mokré a suché podlahové topení? REHAU [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://kvalitnipodlahovka.cz/co-je-to-mokre-a-suche-podlahove-topení/>
- [6] Základy podlahového vytápění a chlazení. Část 3. Trubkové hady – montáž. Tzb-info [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/19201-zaklady-podlahoveho-vytapeni-a-chlazení-cast-3-trubkove-hady-montaz>
- [7] Vytápění – podlahové, nebo stropní? Tzb-info [online]. 2018 [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/elektricke-vytapeni/18083-vytapeni-podlahove-nebo-stropni>
- [8] ZMRHAL, Vladimír. Sálavé chladicí systémy. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04318-9.
- [9] Jak funguje stropní chlazení? REHAU [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://zdravsichlazení.cz/jak-funguje-stropni-chlazení/>
- [10] Stěnové vytápění: pro a proti. REHAU [online]. [cit. 2024-05-13]. Dostupné z: <https://kvalitnipodlahovka.cz/stenove-vytapeni-pro-a-proti/>

6 Seznam obrázků

Obrázek 1: Administrativní budova (model Revit) - pohled 1.....	9
Obrázek 2: Administrativní budova (model Revit) - pohled 2.....	9
Obrázek 3: Průběh teploty v obytných místnostech [2].....	11
Obrázek 4: Pokládací deska REHAU VA 12,5 [4].....	12
Obrázek 5: Pokládací deska REHAU VA 25 [4].....	12
Obrázek 6: 1 Plná deska, 2 Vratná deska VA 12,5, 3 Vratná deska VA 25, 4 Krycí plech [4].....	13
Obrázek 7: Příklad plánu pokládky suchého systému REHAU.....	13
Obrázek 8: Příklad konstrukce trubkového systému podlahového vytápění a chlazení provedeného mokrým způsobem [4].....	14
Obrázek 9: Systémová deska Varionova [4].....	15
Obrázek 10: Tacker systém [4].....	15
Obrázek 11: Vodící lišta Raufix [4].....	15
Obrázek 12: Nosná rohož [4].....	15
Obrázek 13: Možnosti pokládání trubek; do spirály (vlevo), meandru (uprostřed), dvojitého meandru (vpravo) [6].....	15
Obrázek 14: Schematické znázornění konstrukce elektrické podlahové otopné plochy pro různé režimy vytápění a) akumulční; b) poloakumulční; c) přímotopný [3].....	16
Obrázek 15: Schematické řezy různými konstrukcemi stropů pro vytápění/chlazení [8].....	17
Obrázek 16: Příklad pokládky systému vytápění/chlazení [4].....	18
Obrázek 17: Provedení ve formě jednoduchého meandru, rozteč pokládky 10 [4].....	19
Obrázek 18: Stropní otopná plocha s plastovými trubkami PEXa - podomítkový systém [3].....	19
Obrázek 19: Provedení ve formě dvojitého meandru, rozteč pokládky 5 [4].....	19
Obrázek 20: Schematické zobrazení systému Tichelmann [4].....	20
Obrázek 21: SDK deska plošného vytápění/chlazení REHAU [4].....	20
Obrázek 22: Stěnové vytápění REHAU [4].....	22
Obrázek 23: Příklad instalace suchého stěnového vytápění [10].....	23