

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Vytápění administrativní budovy

Diplomová práce

Vypracoval:

Bc. Vojtěch Paur

Vedoucí práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Paur</u>	Jméno: <u>Vojtěch</u>	Osobní číslo: <u>458654</u>
Zadávací katedra: <u>K 125</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Vytápění administrativní budovy</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Heating of office building</u>	
Pokyny pro vypracování: Teoretická část: Studie na téma vytápění administrativních budov, včetně zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých variant a popisu jejich principu. Vybraná varianta vytápění na základě analýzy problematiky bude zpracována v praktické části ve formě projektové dokumentace.	
Praktická část: Projektová dokumentace vytápění administrativní budovy v zadaném rozsahu: -půdorys všech podlaží, rozvinutá schémata, půdorys kotelny a schéma zapojení -technická zpráva, bilanční výpočty, tepelně technický hydraulický výpočet otopného systému	
Seznam doporučené literatury: Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010) Valášek a kol. : Zdravotně-technické instalace Jaga 2001 Petráš a kol. : Vytápění rodinných domů a bytových domů Jaga 2005 Kabele a kol. : Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení ČVUT 2013 Basšta, Kabele - Otopné soustavy teplovodní (sešit projektanta č. 1)	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>20.9.2021</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>2.1.2022</u> 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 diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení

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

V Praze, dne 3.1.2022

.....

Bc. Vojtěch Paur

Poděkování

Poděkování patří zejména mému vedoucímu práce, panu Ing. Stanislavu Frolíkovi, Ph.D., za vedení a poskytnutí odborných rad při vypracovávání diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat lidem v mém okolí za podporu po celou dobu mého studia.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá návrhem projektu vytápění administrativní budovy. V první části se práce zabývá možnostmi vytápění administrativních budov. Druhá část se věnuje konkrétnímu návrhu vytápění zvolené budovy. Návrh vytápění je zpracován na úroveň rozšířené dokumentace pro stavební povolení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Administrativní budova, vytápění, zdroj tepla, otopná tělesa, rozvod potrubí

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the heating design of an office building. The first part is focused on methods of heating systems used in office buildings. The second part is focused on design of specific heating system of the particular office building. The heating design is processed at the level of extended documentation for building permits.

KEYWORDS

Office building, heating, heat source, radiator, pipeline distribution

OBSAH

TEORETICKÁ ČÁST	1
1. ÚVOD	2
2. HISTORIE VYTÁPĚNÍ	2
3. TEPELNÉ POHODA	4
4. ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA	6
4.1. Účel a funkce administrativních budov.....	6
4.1.1. Administrativní budovy podle účelu	6
4.1.2. Administrativní budovy podle druhu provozu	6
4.2. Urbanistické požadavky	6
4.3. Požadavky na vnitřní prostředí administrativních budov	7
4.3.1. Větrání	7
4.3.2. Vytápění.....	8
5. ADMINISTRATIVNÍ BUDOVOVY	9
5.1. Zdroje vytápění.....	9
5.1.1. Tepelná čerpadla	9
5.1.1.1. Tepelné čerpadlo Země/Voda	11
5.1.1.2. Tepelné čerpadlo Voda/Voda	12
5.1.1.3. Tepelné čerpadlo Vzduch/Voda.....	12
5.1.2. Kotle	13
5.1.2.1. Kotle na tuhá paliva	13
5.1.2.2. Plynové kotle.....	13
5.1.2.3. Elektrokotle.....	15
5.1.3. Výměníky tepla	16
5.1.3.1. Trubkové výměníky	16
5.1.3.2. Deskové výměníky	16
5.1.4. Předávací stanice.....	17
5.1.4.1. Tlakově nezávislé stanice	17
5.1.4.2. Tlakově závislé stanice	18
5.2. Distribuce tepla	18
5.2.1. Potrubní rozvod.....	19
5.2.1.1. Ocelové potrubí.....	19
5.2.1.2. Měděné potrubí	19
5.2.1.3. Plastové potrubí	19
5.2.2. Otopné plochy	20
5.2.3. Sálavé vytápění.....	20
5.2.3.1. Podlahové vytápění	20

5.2.3.2.	Stěnové vytápění	21
5.2.3.3.	Stropní vytápění	22
5.2.3.4.	Elektrické plošné vytápění	22
5.2.4.	Konvekční vytápění.....	23
5.2.4.1.	Čláňková otopná tělesa.....	24
5.2.4.2.	Desková otopná tělesa.....	25
5.2.4.3.	Trubková otopná tělesa	27
5.2.4.4.	Konvektory	29
PRAKTICKÁ ČÁST.....		31
6.	ÚVOD	32
6.1.	Popis objektu.....	32
6.2.	Konstrukční a stavební řešení	32
6.3.	Návrhové parametry objektu	33
6.3.1.	Klimatické podmínky.....	33
6.3.2.	Obálka budovy.....	33
6.3.3.	Vnitřní výpočtové podmínky	34
6.3.4.	Tepelné ztráty objektu.....	34
6.4.	Vytápění	34
6.4.1.	Otopné plochy	35
6.4.2.	Potrubní rozvody	35
6.5.	Shrnutí	36
7.	ZÁVĚR.....	37
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	38
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	41
10.	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	42
11.	SEZNAM DOKUMENTACE PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	43

Teoretická část

1. Úvod

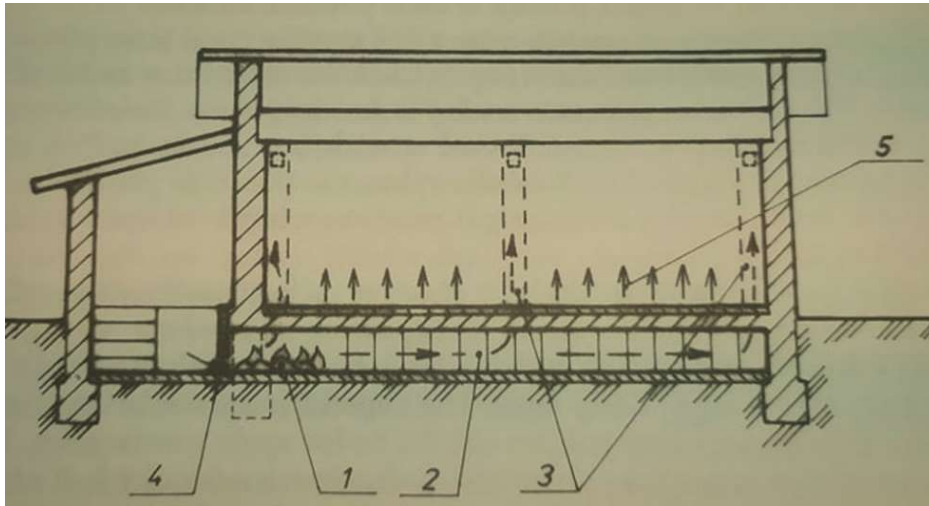
V první části diplomové práce je řešen způsob a možnosti vytápění administrativních budov z hlediska zdroje, způsobu vedení rozvodů a konečných prvků. Druhá část této diplomové práce se zabývá konkrétním návrhem vytápění v rozsahu rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení. Rozsah druhé části zahrnuje technickou zprávu, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných těles, hydraulické vyvážení otopné soustavy, návrh zdroje a zpracování výkresové dokumentace.

2. Historie vytápění

Už od počátku lidské existence se snažíme zlepšit vnitřní podmínky v prostorách, které využíváme buď k pobytu či k práci. Potřeba tepla ve vnitřních prostorách je tedy problémem lidstva od počátku do současnosti.

Dříve byl ke zlepšení tepelné pohody používán hlavně otevřený oheň. Otevřený oheň ale představoval určité riziko rozšíření požáru a bylo tedy nutné, aby ohniště bylo stále pod dohledem. Později se oheň přesunul do krytých ohnišť, tedy předchůdcům pozdějších kamen a provoz se stal bezpečnější, avšak konstrukce krbů byly nákladné a mohly si je dovolit spíš vyšší vrstvy obyvatelstva.

Už v dobách Římské říše se rozšířilo tzv. Hypokaustum neboli vytápění zdola. Tento systém by se dal nazývat předchůdcem podlahového vytápění. Skládalo se z podzemního prostoru mimo budovu a soustavy kanálků, které rozváděli spaliny pod konstrukcí podlahy a ohřívali tak prostory nad sebou. [1]



Obrázek 1. – Hypokaustum (vytápění zdola) 1. Ohniště 2. Nosné sloupky podlahy 3. Svislé průduchy k odvodu kouře 4. vzduchová klapka 5. ohřev prostoru [1]

S novověkem nastal rozvoj různých typů krbů, jednalo se zejména o kachlové krby či kamna. V krbech i kamnech se používalo jako palivo hlavně dřevo. Uhlí se začalo používat pro vytápění v kamnech až v 19. století. Místní neboli lokální vytápění se zachovalo až do dnes, dnes však jsou lokální zdroje tepla na mnohem vyšší úrovni. Zvýšila se zejména účinnost získávání z paliv a předávání tepla do prostoru.



Obrázek č.2 Ukázka kachlových kamen [2]

V 19. století se začaly navrhovat první soustavy ústředního vytápění, kde zdroj tepla je obvykle umístěn přímo v budově a pomocí teplotnosné látky distribuován do jednotlivých místností a prostorů. Jelikož je 19. století označováno jako století páry, byla v té době jako teplotnosná látka využívána právě pára, která se využívala jak k vytápění, tak i k jiným účelům. Jiných teplotnosných látek (vody) se začalo využívat až na přelomu 19. a 20. století. S rozvojem klimatizace se další teplotnosnou látkou stal vzduch a začínaly se projektovat i teplovzdušné soustavy. Jednoduché teplovzdušné vytápění bylo využíváno i mnohem dříve. Při rozvoji ústředního vytápění se začalo využívat také dálkového vytápění. Dálkové vytápění spočívalo v dodávce tepla pro několik budov či dokonce měst. V současné době je centrální příprava tepla naprosto běžná.

3. Tepelné pohoda

Tepelná pohoda je jedno z kritérií celkové pohody člověka. Je to pocit, který máme v místnosti, ve které pobýváme. Tepelná pohoda člověka je stav, kdy nemáme ani pocit chladu ani pocit nepříjemného tepla. Celkovou pohodu ovlivňuje mnoho faktorů jako jsou hluk, osvětlení, vlhkost vzduchu, koncentrace škodlivin apod. Tepelná pohoda člověka závisí na řadě subjektivních i objektivních činitelů. Závisí například na oblečení, účelu místnosti či pohlaví osoby uvnitř hodnoceného prostředí. [3]

Objektivní faktory tepelné pohody neboli faktory, které můžeme změřit:

- teplota vzduchu,
- teplota okolních ploch,
- vlhkost vzduchu,
- směr a rychlost proudění ve vytápěném prostoru.

Subjektivní faktory neboli faktory související s psychikou člověka:

- pohlaví,
- věk,

- psychický, fyzický stav subjektu,
- schopnost vnímání teploty jedince.

Tyto veličiny nelze měřit obyčejnými měřicími přístroji, které běžně používáme a závisejí na jedinci obývajícím vnitřní prostor.

Teplota vzduchu je základní faktor ovlivňující tepelnou pohodu člověka. Při snížení teploty dochází k zvýšení sdíleného tepla prouděním a člověk má tedy pocit chladu. Pokud se naopak teplota zvýší dochází k pocitu nepříjemného tepla, nadměrnému pocení apod. Velký vliv na tepelnou pohodu má i teplota okolních stěn a povrchů. Výpočtem se tato hodnota stanovuje velmi obtížně. Proto hodnotu stanovíme jako střední radiační teplotu zjednodušeným výpočtem. Střední radiační teplota je vlastně souhrn teplot všech okolních ploch. Dalším faktorem ovlivňujícím tepelnou pohodu člověka je prostorové rozložení teploty v místnosti. Především se jedná o rozdílné teploty mezi kotníky a hlavou. Na tyto teploty jsou kladeny čím dál větší nároky a je třeba, aby byly teploty a tepelné toky v místnosti řádně vyřešeny. Pro posouzení tepelného stavu prostředí se všemi přenosy tepla používáme tzv. výslednou teplotu kulového teploměru. Čidlo teploměru je v tomto případě umístěno do koule polyuretanu o průměru 100 či 150 mm. Povrch koule je natřen černým nátěrem, aby bylo dosaženo maximální emisivity. Teplota naměřená uvnitř koule po ustálení se nazývá výslednou teplotou. [4]



Obrázek č.3 Kulový teploměr [4]

4. Administrativní budova

4.1. Účel a funkce administrativních budov

Administrativní budovy se vyznačují zejména využitím vnitřních prostor pro kancelářské práce. Administrativní budova je budova obsahující nejméně 50 % svého vnitřního prostoru provozu kancelářského charakteru určené pro správní, technickou, řídicí, kontrolní a podobnou činnost. Základní rozdělení administrativních budov: [5]

- dle účelu,
- dle druhu provozu.

4.1.1. Administrativní budovy podle účelu

- budovy veřejné správy,
- soudy, bezpečnostní a vězeňská zařízení,
- pošty a telekomunikace,
- administrativní budovy pro průmysl,
- administrativní budovy pro vědu a techniku,
- budovy zahraničního zastoupení.

4.1.2. Administrativní budovy podle druhu provozu

- s univerzálním provozem,
- s administrativně právním provozem,
- s technickým provozem.

4.2. Urbanistické požadavky

Administrativní budovy sloužící veřejným účelům umístěny v dosažitelné vzdálenosti pro veřejnost. Tedy poblíž hlavních komunikací a dostupné z veřejných dopravních prostředků. Doporučená orientace kanceláří je směrem na severovýchod či severozápad pro zmírnění tepelné zátěže místností. Plocha pozemku musí umožnit zřízení provozních a rozptylových ploch. Nutné je také zřídit dostatečné množství parkovacích míst pro zaměstnance a návštěvníky. [5]

4.3. Požadavky na vnitřní prostředí administrativních budov

Kvalita vnitřního prostředí budovy je popisována souborem fyzikálních, chemických a biologických faktorů. Tyto faktory mají své omezení pro dostatečně kvalitní vnitřní prostředí, které by měly být dodrženy hlavně pro vyloučení zdravotního rizika osob využívající dané prostory. Základním opatřením pro zajištění dostatečné kvality vnitřního prostředí je vytápění a větrání. [6]

4.3.1. Větrání

Větrání administrativních budov může být různého charakteru, dříve bylo dominantní přirozené větrání skrz obálku budovy. Dnes se však čím dál více využívá větrání nuceného. Množství přiváděného vzduchu se určuje s ohledem na vykonávanou práci. Požadavky na větrání jsou obvykle vyjádřeny potřebnou dávkou na osobu, podlahovou plochu či intenzitou větrání v dané místnosti. Požadavky na vnitřní prostředí budov jsou dány zákony. Pro administrativní budovy jsou to zejména:

- č. 183/2006 Sb., stavební zákon,
- č. 361/2007 Sb., nařízení vlády.

Minimální množství přiváděného vzduchu na pracoviště dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb.,

- a) 25 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- b) 50 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- c) 70 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb,
- d) 90 m³/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IVa, IVb nebo V.

Tabulka č.1 Třídy práce podle celkového průměrného energetického výdeje [7]

Třída práce	Druh práce	M (W.m ⁻²)
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů,	≤ 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla, a některých drážních vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstojе s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodavači, lakýmci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valcář hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků. Práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem, práce zdravotní sestry nebo ošetřovatelky u lůžka.	106 až 130
IIIa	Práce vstojе s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo vkleče, chůze -údržba strojů, mechanici, obsluha koksové baterie, práce ve stavebnictví - ukládání panelů na stavbách pomocí mechanizace, skladníci s občasným přenášením břemen do 15 kg, řezníci na jatkách, zpracování masa, pekaři, malíři pokojů, operátoři poloautomatických strojů, montážní práce na montážních linkách v automobilovém průmyslu, výroba kabeláže pro automobily, obsluha válcovacích tratí v kovoprůmyslu, hutní údržba, průmyslové zehlení prádla, čištění oken, ruční úklid velkých ploch, strojní výroba v dřevozpracujícím průmyslu.	131 až 160
IIIb	Práce vstojе s trvalým zapojením obou horních končetin, trupu, chůze, práce ve stavebnictví při tradiční výstavbě, čištění menších odlitků sbíječkou a broušením, příprava forem na 15 až 50 kg odlitky, foukači skla při výrobě velkých kusů, obsluha gumárenských lisů, práce na lisu v kovárnách, chůze po zvlněném terénu bez zátěže, zahradnické práce a práce v zemědělství.	161 až 200
IVa	Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce ve stavebnictví, práce s lopatou ve vzpřímené poloze, přenášení břemen o váze 25 kg, práce se sbíječkou, práce v lesnictví s jednomužnou motorovou pilou, svoz dřeva, práce v dole - chůze po rovině a v úklonu do 15°, práce ve slévárnách, čištění a broušení velkých odlitků, příprava forem pro velké odlitky, strojní kování menších kusů, plnění tlakových nádob plyny.	201 až 250
IVb	Práce spojené s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce na pracovištích hlubinných dolů - ražba, těžba, doprava, práce v lomech, práce v zemědělství s vysokým podílem ruční práce, strojní kování větších kusů.	251 až 300
V	Práce spojené s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin- transport těžkých břemen např. pytlů s cementem, výkopové práce, práce sekerou při těžbě dřeva, chůze v úklonu 15 až 30°, ruční kování velkých kusů, práce na pracovištích hlubinných dolů s ruční ražbou v nízkých profilech důlních děl.	301 a více

4.3.2. Vytápění

Pro zajištění kvality vnitřního prostředí je důležité také zajištění dostatečné teploty v místnostech obývaných pracovníky. Požadavky na teploty v administrativních budovách jsou dány normou ČSN EN 12831.

Výpočtové vnitřní teploty Administrativní budova	
Místnost	Výpočtová teplota [°C]
kanceláře, čekárny, zasedací síň, jídelny	20
vytápěné vedlejší místnosti (chodby, schodiště, aj.)	15
vytápěná vedlejší schodiště	10
haly, místnosti s přepážkami	18
Sprchy	24

Tabulka č.2 Tabulka udávají vnitřní výpočtové teploty [8]

5. Administrativní budovy

Při projektování nejen kancelářských prostor je třeba dbát na správné podmínky pro pracující využívající dané prostory k práci, kde obvykle tráví výraznou část svého života. Proto je velmi důležité, aby byla zajištěna správná kvalita vnitřního prostředí. Pro uživatele takových prostor je důležitá hlavně pohoda prostředí, aby se cítil příjemně. Jeden z hlavních faktorů pro dosažení pohody prostředí je teplota či tzv. tepelná pohoda prostředí. Tepelný komfort je definován jako stav myslí vyjadřující uspokojení s tepelným prostředím [9].

Tepelný komfort můžeme za pomoci vytápění a větrání ovlivnit nejvíce díky dosažení požadované teploty v místnosti. Je tedy nezbytné provést takový návrh otopné soustavy, který bude zajišťovat tepelnou pohodu pracujících.

Vytápění administrativních budov má v dnešní době mnoho možností. Od vytápění pomocí konvenčních zařízení po použití ekologicky příznivých druhů vytápění.

Možnosti vytápění administrativních budov:

- dle distribuce tepla v budovách,
- dle přenosu tepla,
- dle koncových prvků,
- dle zdroje tepla.

5.1. Zdroje vytápění

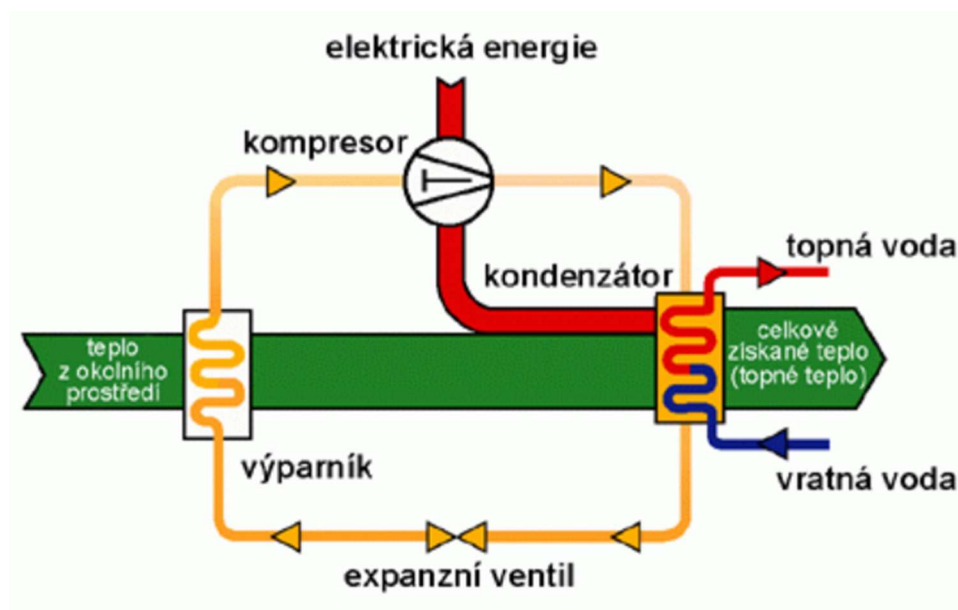
Výběr zdroje pro vytápění objektu je jedna z hlavních otázek na projektanta vytápění a možností na trhu je celá řada. Každý zdroj tepla je sestaven z jedné nebo několika částí, které mohou být stejného druhu i typu. Záleží, s jakou energií pracují a pro jakou teplotonosnou látku jsou určeny. [1]

5.1.1. Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo je zařízení, které umožňuje využívat nízkopotenciální energii, akumulovanou v látkách kolem nás. [1]

Princip tepelného čerpadla můžeme přirovnat k principu ledničky. Tepelné čerpadlo je tvořeno čtyřmi základními komponenty, jimiž jsou kondenzátor, expanzní ventil, výparník a kompresor. Celý proces lze rozdělit do několika kroků. V okruhu tepelného čerpadla koluje chladivo s nízkým bodem varu. Když je toto chladivo přivedeno v plynném stavu do kompresoru, kompresor ho stlačí, čímž se značně zvýší tlak a teplota. Chladivo dále putuje do kondenzátoru, kde získané teplo odevzdá teplotně vyšší kapalině. Tím dojde ke snížení jeho teploty, a tedy i k jeho zkapalnění. V kapalném stavu pokračuje k expanznímu ventilu, který, když projde, dojde ke snížení tlaku, tím pádem i ke snížení teploty. Chladivo poté pokračuje do výparníku, který je umístěn vně objektu, ve kterém je chladivu dodáno teplo z okolí, a tím dochází ke změně skupenství z kapalného zpět na plynné. Z výparníku putuje chladivo zpět do kompresoru a celý proces se opakuje. [10] [11]

Schéma tepelného čerpadla:



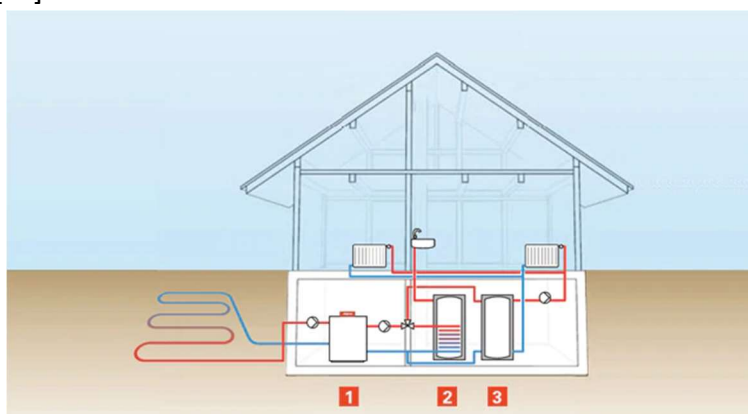
Obrázek č.4 Schéma tepelného čerpadla [11]

Tepelná čerpadla lze rozdělit dle zdroje nízkopotenciální energie na:

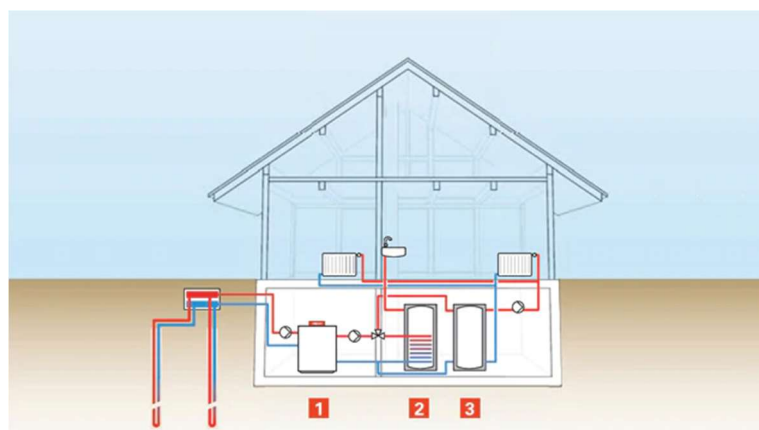
- země,
- vzduch,
- voda.

5.1.1.1. Tepelné čerpadlo Země/Voda

Okruh tepelného čerpadla země/voda se skládá z vnitřní jednotky a zemních kolektorů nebo vrtů (primární okruh). Vnější okruh si můžeme představit jako potrubí, které je naplněno nejčastěji nemrznoucí směsí. To je položeno rozvinuté pod plochou přilehlé zeminy nebo spuštěno do vertikálního vrtu. Délka potrubí je obvykle několik desítek až stovek metrů. Plošný kolektor proto vyžaduje větší nezastavěnou část pozemku. V případě vrtů se jedná o relativně úzkou sondu, jejíž hloubka je závislá i na složení půdy a hornin pod povrchem. Potřebná plocha pro kolektory a hloubka vrtů je individuální u každého projektu, na 1 kW je počítáno od 30 m² zahrady nebo 12 m vrtu. Zemní teplo ohřeje nemrznoucí kapalinu v potrubí a ta proudí do výměníku tepelného čerpadla. V něm předá teplo chladivu vnitřního okruhu, které stlačí kompresor, a znásobí tím jeho teplotu. Chladivo předá energii do topné vody a cyklus se opakuje. [11] [12]



Obrázek č. 5 Tepelné čerpadlo země/voda (vrtů) 1-Tepelné čerpadlo 2-Zásobník pro ohřev teplé vody 3-Zásobník topné vody [12]



Obrázek č. 6 Tepelné čerpadlo země/voda (zemní kolektor) 1-Tepelné čerpadlo 2-Zásobník pro ohřev teplé vody 3-Zásobník topné vod [12]

5.1.1.2. Tepelné čerpadlo Voda/Voda

Tepelná čerpadla voda-voda patří mezi neúčinnější vytápěcí systémy. Teplota podzemní vody je velmi spolehlivý a nepřetržitý zdroj energie, protože její teplota se pohybuje mezi 7 °C a 13 °C. [10] V našich podmínkách je však tento systém téměř nepoužitelný, jelikož musí ohříváný objekt velmi blízko vodní plochy nebo musí být poblíž zdroj podzemní vody. Hlavní výhodou je vysoký topný faktor, jelikož je teplota vody poměrně stálá. Dalším problémem je čistota vody, aby nedocházelo k zanášení výměníků a filtrů. Je tedy nutné provést rozbor vody a zvážit náročnost použití tohoto systému. [10][13]

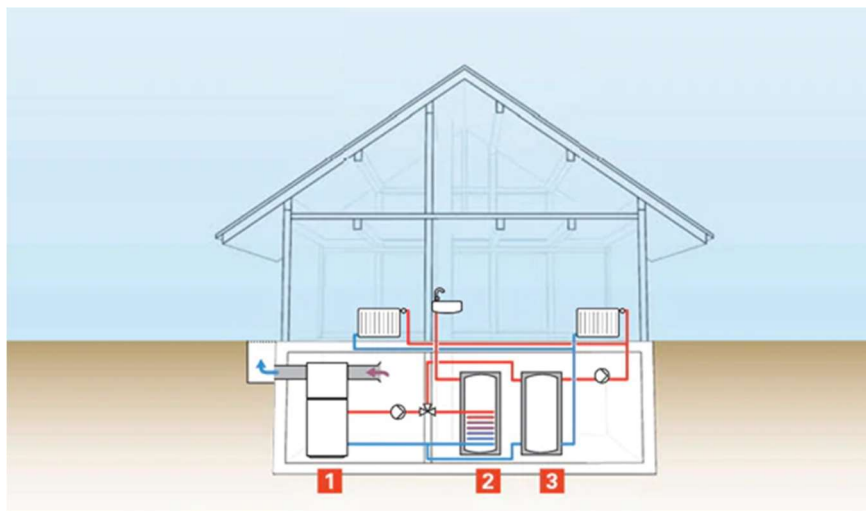


Obrázek č.7 Tepelné čerpadlo voda/voda systém se dvěma studněmi [14]

5.1.1.3. Tepelné čerpadlo Vzduch/Voda

Jedná se nejběžnější druh tepelného čerpadla. Tato varianta je i jedna z nejlevnějších variant, pokud se jedná o pořizovací náklady. Hlavní výhodou tohoto typu čerpadla je rychlá instalace, která běžně trvá jednotky dní. Tato tepelná čerpadla získávají energii z okolního vzduchu, která někdy může klesnout na velmi nízké a nepříznivé teploty, a je proto nutné navrhnout i bivalentní zdroj k tepelnému

čerpádlu, který zajistí dostatečný výkon při teplotách nižších než je teplota bivalence.
[10][15]



Obrázek č. 8 Tepelné čerpadlo vzduch/voda 1-Tepelné čerpadlo 2-Zásobník pro ohřev teplé vody 3-Zásobník topné vod [16]

Pro aplikaci na administrativní budovu by bylo nejlepší použití tepelného čerpadla země/voda za použití technologie zemních vrtů pro zajištění dostatečného výkonu zdroje.

5.1.2. Kotle

Kotel je zařízení, v němž se spalováním tuhých, kapalných nebo plyných paliv vyvíjí teplo, kterým se ohřívá teplotonosná látka.

5.1.2.1. Kotle na tuhá paliva

Základním tuhým palivem je uhlí a dřevo. Kotle na tuhá paliva se obvykle používají jako zdroj tepla v rodinných domech a malých budovách. Pro svůj chod potřebují přísun paliva, má větší nároky na obsluhu než ostatní typy kotelů. Pro administrativní budovy se tento typ zdroje téměř nevyužívá. [17]

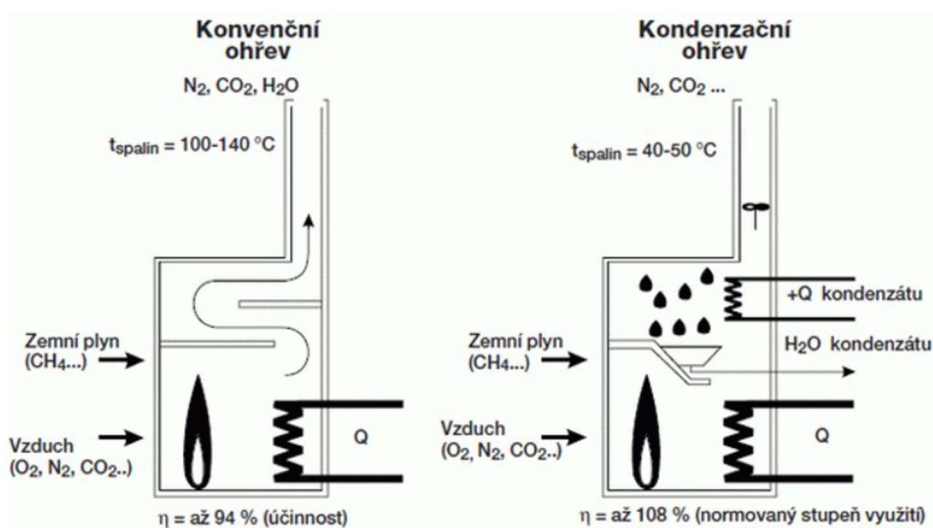
5.1.2.2. Plynové kotle

Plynový kotel představuje ekologickou a efektivní variantu vytápění, která se hodí jak do malých, tak i větších objektů. Vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům, je jeho použití v malých rodinných domech s malými tepelnými ztrátami většinou neekonomické, často s dlouhou dobou návratnosti. Pořizovací náklady zde tvoří také

samotný zdroj tepla, ale také zhotovení plynovodní přípojky a domovní rozvod plynu. Po dobu provozu je také nutné plynový kotel revidovat a kontrolovat, což je zdrojem další výdajů. Plynové kotle dělíme z hlediska umístění, způsobu odtahu spalin a přísunu spalovacího vzduchu, ale také způsobu spalování a výsledné účinnosti.

Plynové kotle se dělí na stacionární a závěsné. Stacionární kotle nacházejí své uplatnění např. v kotelnách, kde nahrazují původní kotle na pevná paliva. Není u nich kladen důraz na vzhled ani velikost. Závěsné kotle jsou oproti stacionárním menší, uplatňují se i v běžných domácnostech. Mají možnost naprogramování, a tak zvyšují komfort domácnosti. [18]

Dále se kotle dělí na klasické plynové kotle a kondenzační plynové kotle. Kondenzační kotel se od klasického kotle na plyn liší tím, že dokáže využít i část energie, kterou by jinak kotel ztratil z kondenzace vodní páry. Při spalování plynu vzniká v kotli chemickou reakcí určité množství vody v podobě vodní páry. Ta u konvenčního plynového kotle spolu s oxidem uhličitým a dalšími produkty hoření tvoří spaliny a je odváděna z kotle komínem do ovzduší. Kondenzační kotle využívají i teplo vyrobené páry. Umožňuje to jejich pracovní teplota, která je nižší než teplota varu vody za běžného tlaku. Jestliže se spaliny ochladí pod teplotu jejich rosného bodu, dojde ke kondenzaci obsažené vodní páry ve výměníku a k dodatečnému ohřátí topné vody. Cena kondenzačního kotle je však mnohdy až dvakrát vyšší než cena klasického kotle. Jako u kotle na tuhá paliva je třeba řešit i odvod spalin. [18][19]



Obrázek č. 9 Konvenční a kondenzační plynový kotel princip [18]

5.1.2.3. Elektrokotle

Elektrické kotle zajišťují vytápění objektu pomocí elektřiny. Kotel jako takový je z hlediska pořizovacích nákladů velmi úsporný. S rostoucími cenami elektřiny se však zvyšují i provozní náklady. Největší nevýhodou jsou tedy ceny elektřiny. Proto jsou elektrokotle vhodné spíše pro menší objekty či pasivní domy, kde primární roli hrají náklady pořizovací. Elektrické kotle dělíme na přímotopné a akumulční. Přímotopné kotle jsou obvykle kompaktnější a lze je instalovat prakticky kamkoli. Akumulční elektrokotle využívají akumulční nádrž, která dokáže v případě výpadku proudu či poruchy udržet teplo v otopné soustavě, takové kotle jsou rozměrnější a instalují se obvykle do technické místnosti. Velkou výhodou elektrokotlů je, že nevznikají žádné spaliny a není tak potřeba jeho čištění či čištění spalinových cest. Díky jeho konstrukci se na tyto kotle nevztahuje povinnost pravidelných revizí. [20][21]



Obrázek č. 10 Elektrokotel Viessman [20]

5.1.3. Výměníky tepla

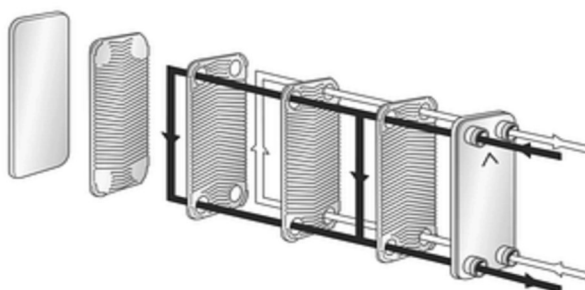
Tepelné výměníky se používají k předávání tepla z primárního okruhu do sekundárního. Při návrhu výměníku jde o to zajistit velký výkon prostupem při co nejmenší teplosměnné ploše, aby byl výměník co nejmenší. Výměníky tepla se vždy navrhují pro konkrétní aplikace a podmínky provozu. Existují dvě základní provedení tepelných výměníků, a to trubkové a deskové výměník. Jsou odlišné svou konstrukcí, parametry a použitím.[1][22]

5.1.3.1. Trubkové výměníky

Trubkové výměníky jsou vcelku jednoduchá zařízení složená z jedné nebo ze svazku trubek vložených do velké trubky. Typickým příkladem jsou tepelné výměníky v akumulčních nádržích. Tyto výměníky mají malé tlakové ztráty a jsou levné. Nevýhodou je však nízký přestupní koeficient a potřebují tak velkou přestupní plochu. Tyto výměníky se proto používají v systémech do desítek kilowat. [1][22]

5.1.3.2. Deskové výměníky

U deskových výměníků je přestupní koeficient až 10x vyšší než u trubkových výměníků. Jsou proto oproti trubkovým výměníkům mnohem menší. Konstrukce deskových výměníků je zhotovena z profilovaných desek. Profily vytvářejí kanálky, kterými střídavě prochází primární a sekundární okruh. Nejznámější formou deskových výměníků jsou deskové výměníky skládané. Výměníky se skládají z desek dle požadovaného výkonu a počtem jednotlivých desek se dá dosáhnout požadovaného výkonu. Deskové výměníky mají velký rozsah použití a dají se použít jak pro malé teplotní spády, tak i pro velké. Například jako zdroj tepla v předávací stanici CZT. [1][22]



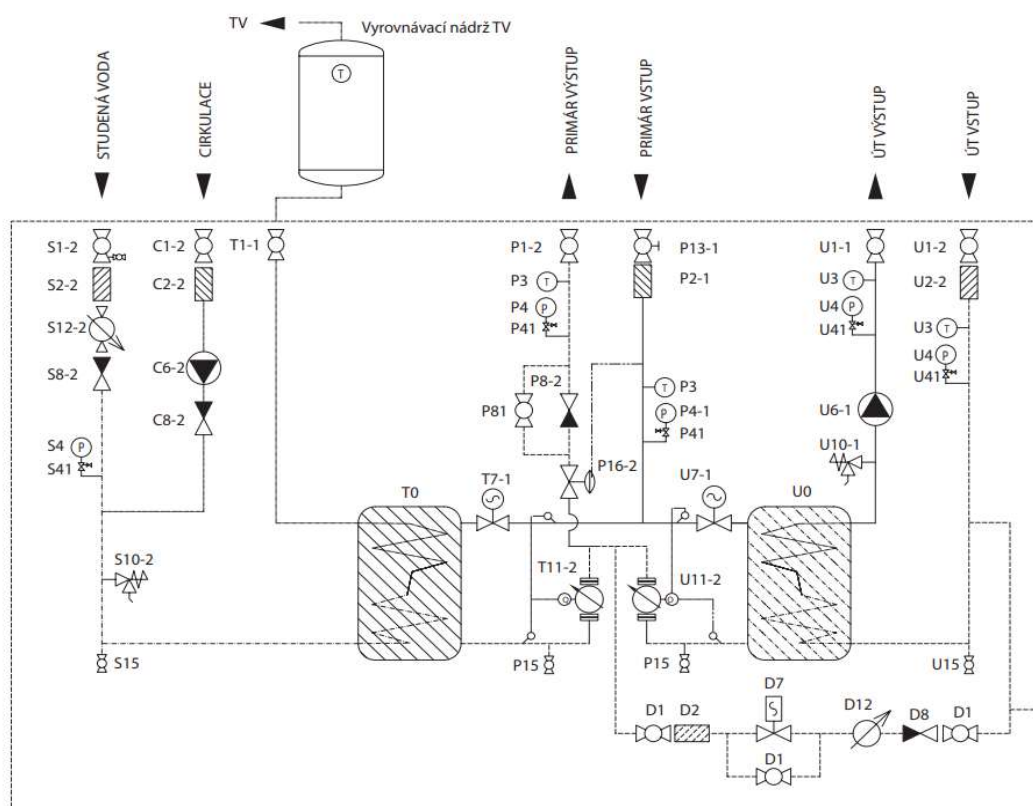
Obrázek č.11 Skládaný deskový výměník tepla [1]

5.1.4. Předávací stanice

Předávací stanice je aparatura umožňující předání tepla z primárního média (tepl vod, horkovod, popř. pára) do sekundárního okruhu objektu pro ohřev teplé vody, vytápění či vzduchotechniky. Předávací stanice nachází využití v systémech centralizovaného zásobování teplem (CZT). Stanice jsou charakteristické svým kompaktním provedením umožňující rychlou instalaci. Stanice jsou obvykle navrhovány odbornou firmou na základě požadavků projektu. Obvykle se tyto stanice dělí na tlakově závislé a tlakově nezávislé předávací stanice. Dále se také mohou dělit dle skupenství topného média na pára/pára, voda/pára a voda/voda. [1][23]

5.1.4.1. Tlakově nezávislé stanice

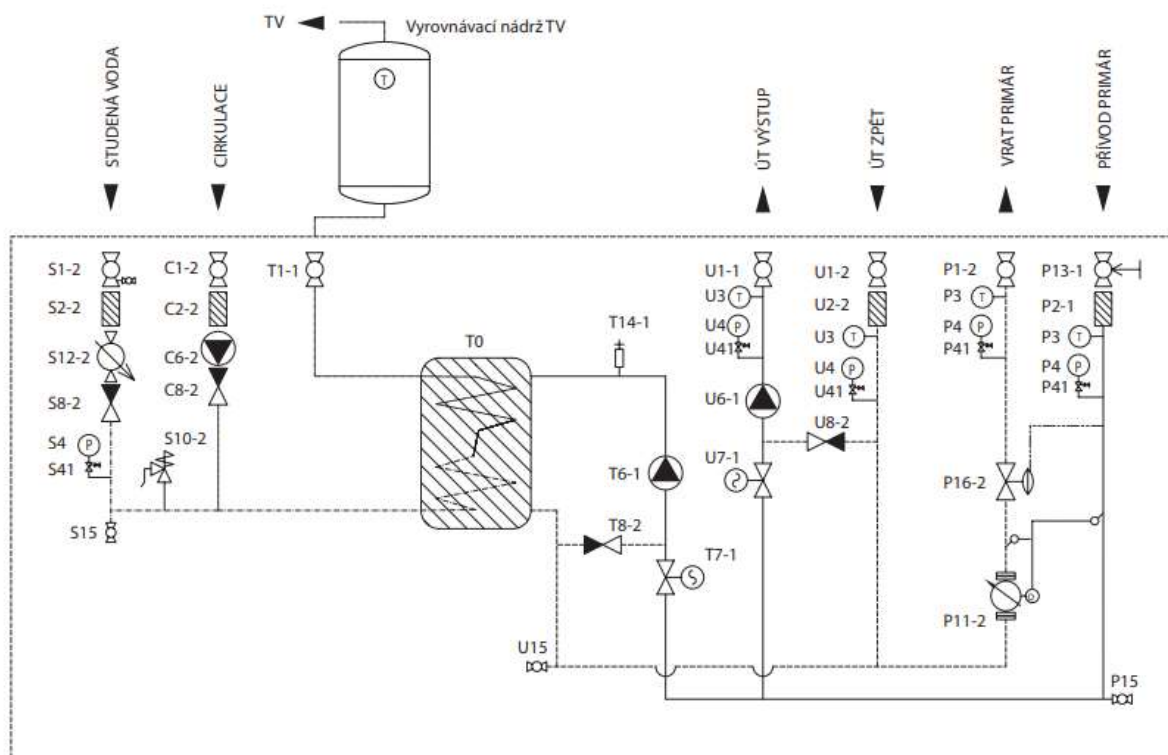
Předávací stanice tlakově nezávislá má vždy hydraulicky oddělený okruh primární sítě od sekundární. Předání tepla zajišťují tepelné výměníky. Sekundární otopná síť je tedy samostatná teplovodní soustava a udržení tlaku v soustavě se provádí vlastním zabezpečovacím zařízením. [1][24]



Obrázek č.12 Příklad tlakově nezávislé předávací stanice [24]

5.1.4.2. Tlakově závislé stanice

Předávací stanice tlakově závislé neobsahují teplosměnnou plochu a primární síť není od sekundární hydraulicky oddělena. Základním prvkem předávací stanice je směšovací ejektor nebo směšovací čerpadlo, ve kterém dochází ke směšování primárního média s vratným médiem sekundární sítě. [1][24]



Obrázek č.13 Příklad tlakově závislé předávací stanice [24]

5.2. Distribuce tepla

Distribuce tepla ke spotřebiči se obvykle zajišťuje pomocí teplotnosné látky. Spotřebičem tepla je zařízení, které předává teplo dodané do spotřebiče do místnosti. Spotřebič nemusí být ohříván pouze teplotnosnou látkou, ale může být napojen i na elektrickou energii nebo plyn, tím se ze systému vyloučí teplotnosná látka a dostáváme se do oblasti plyných nebo elektrických spotřebičů. Pokud je však spotřebičem otopná plocha dochází mezi otopnou plochou a vytápěným prostředím ke sdílení tepla. Ke sdílení tepla otopnými plochami může docházet konvekcí či sáláním.[1]

5.2.1. Potrubní rozvod

Potrubní rozvody a jejich kvalita jsou důležitou částí všech topenářských instalací. V dnešní době máme velký výběr z používaných materiálů. Od klasických kovových materiálů, jako jsou měď nebo ocel, po modernější materiály jako jsou plasty, mezi které patří například potrubí z PE-X, PB nebo PPR. Každý materiál má své výhody a nevýhody. Jelikož různé mechanické vlastnosti mají velký vliv na koncept řešení je nutné o materiálu potrubní sítě rozhodnout již na počátku projektu. [25]

5.2.1.1. Ocelové potrubí

Ocel je klasickým materiálem používaným v systémech vytápění. Ocelové potrubí má vysokou pevnost, dlouhou životnost. Do menších průměrů, tedy do DN 50, se používají trubky běžné závitové. Pro větší průměry se používají trubky hladké bezešvé. Ocelové potrubí se spojuje svařováním. Trubky z ocele však podléhají korozi. Vnitřní průměr se tedy může zmenšovat díky rzi. V dnešní době se ocelové potrubí používá spíše ve větších průměrech pro rozvod v kotelnách a strojovnách. [26]

5.2.1.2. Měděné potrubí

Měď je dalším tradičním materiálem v systémech vytápění. Měděné potrubí dělíme na tvrdé, poloměkké a měkké. Potrubí má velkou pevnost a dobře odolává korozi. Spojování se provádí pomocí pájení, svařování nebo lisování. Vnitřní povrch měděných trubek je hladký a má tedy nižší tlakové ztráty třením než ocelové potrubí. [26]

5.2.1.3. Plastové potrubí

Pro plastové potrubí používané v teplovodním vytápění je hlavní výhodou jednoduchost montáže. Spojení se provádí spojkami či svařováním natupo. Oproti kovovému potrubí má plastové potrubí nižší životnost a velkou teplotní roztažnost. [26]

Používané materiály pro plastové potrubí:

- síťovaný polyetylén (PEX, VPE),
- statistický polypropylen (PP-R, PP-RC, PP-3),
- chlorované PVC (C-PVC, PVC-C),
- vrstvená potrubí s kovovou vložkou.

5.2.2. Otopné plochy

Otopné plochy jsou důležitou částí distribuce tepla, které se podílejí na přenosu tepla od zdroje do vytápěných místností v takovém množství a způsobem, aby byla zajištěna dostatečná kvalita tepelné pohody v místnosti. Otopné plochy můžeme rozdělit podle způsobu sdílení tepla mezi otopnou plochou a prostředím na sálavé a konvekční. [1]

5.2.3. Sálavé vytápění

Do sálavých vytápění patří hlavně podlahové, stropní a stěnové vytápění.

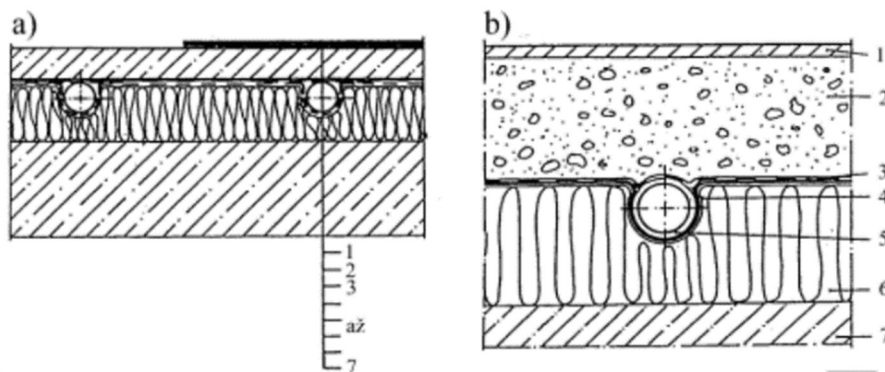
5.2.3.1. Podlahové vytápění

Podlahové vytápění je nejrozšířenějším z typů sálavého vytápění. Toto řešení se řadí k nízkoteplotním topným systémům. Teplota podlahového vytápění se pohybuje mezi 45°C–55°C. Při zvolení vyšších teplot dochází k přehřívání povrchu podlahy či nepříjemnému pálení do nohou uživatele místnosti. Podlahové vytápění je možné provést jak teplovodní, tak elektrické. Díky rozložení otopné plochy v místnosti je prostor vytápěn rovnoměrně. Další velkou výhodou plošného vytápění, a tedy i podlahového vytápění je, že v místnosti nezabírá žádné místo, jelikož je zabudováno v konstrukci.

Podlahové vytápění můžeme rozdělit dle způsobu pokládky na:

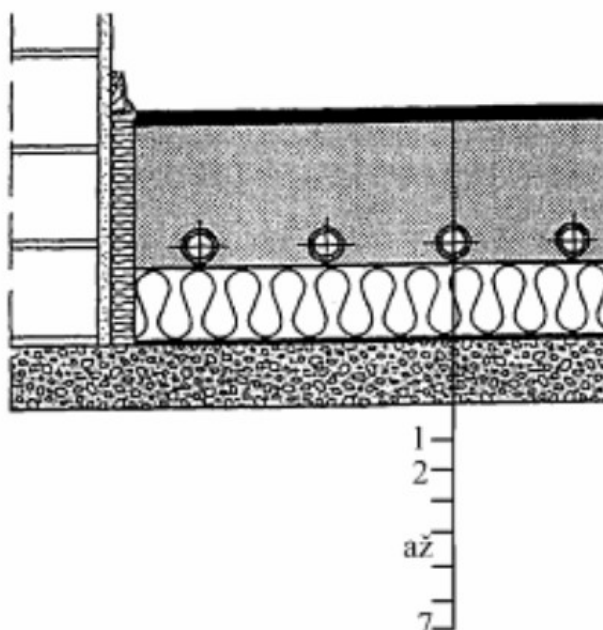
- suchý způsob,
- mokrý způsob,
- využití modulových desek.

Suchý způsob spočívá v uložení potrubí do izolační vrstvy podlahy a od betonu či jiného cementového potěru jsou odděleny separační vrstvou. [27]



Obrázek č.14 Suchý způsob podlahového vytápění a) řez b) detail [27]

Mokrý způsob se vyznačuje tím, že je topné potrubí zalito v betonové vrstvě. Akumulační schopnost konstrukce je větší než u suchého procesu a vytápění má delší náběh, ale pomaleji chladne. [27]



Obrázek č.15 Mokrý způsob podlahového vytápění 1 - nášlapná vrstva, 2 - vyrovnávací vrstva, 3 – topné potrubí, 4 - hydroizolace, 5 – tepelná izolace, 6 - hydroizolace, 7 – nosná konstrukce podlahy [27]

Modulové desky jsou duté profilované desky, která jsou vzájemně hydraulicky propojeny. Modulové desky pracují s nízkou teplotou otopné vody v rozmezí 25 °C–35 °C

Nejpoužívanějším materiálem pro podlahové topení je potrubí plastové. Nejvhodnější jsou PE-X trubky. Potrubí je ze síťovaného polyethylenu. Materiál potrubí je velice pružný a přitom pevný. Dá se však použít i měděné či ocelové potrubí.

5.2.3.2. Stěnové vytápění

Princip stěnového plošného vytápění spočívá v uložení topného potrubí na stěně pod vrstvou omítky. Obvykle se stěnové vytápění konstruuje na obvodových stěnách. Princip stěnového vytápění je obdobou podlahového. Obvykle se provádí z PE-x potrubí. [27]

5.2.3.3. Stropní vytápění

Stropní vytápění je vlastně podlahového vytápění s tím rozdílem, že otopné potrubí jsou součástí stropní konstrukce a zpravidla tvoří i součást nosné konstrukce. Teplota topné vody může být o něco vyšší než u podlahového vytápění. Dnes se soustavy se stropními otopnými hady používají velmi zřídka a lze se s nimi setkat například při rekonstrukcích budov. [28]

5.2.3.4. Elektrické plošné vytápění.

Vytápění pomocí elektrického plošného vytápění je z hlediska pořizovacích nákladů levnější než teplovodní plošné vytápění. Nevýhodou jsou však vyšší provozní náklady, a proto se tento způsob hodí spíše do pasivních či nízkoenergetických budov. [29]

Výhody a nevýhody plošného sálavého vytápění

Výhody:

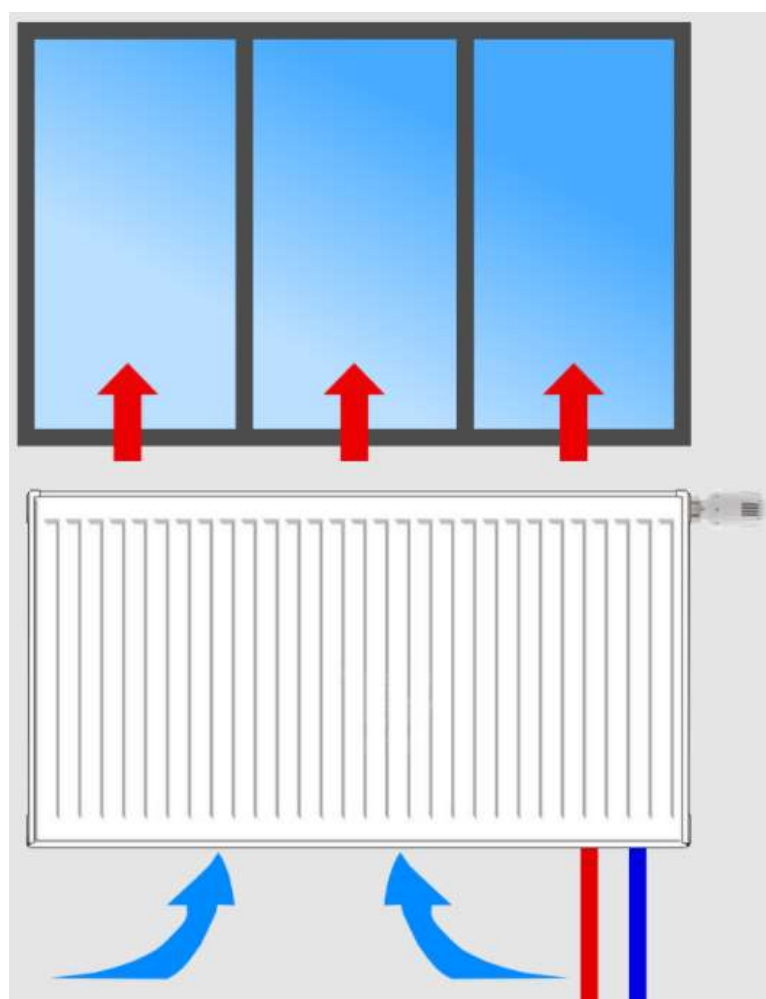
- optimální rozložení teploty v celé místnosti,
- možnost využití alternativních zdrojů vytápění díky malým teplotním spádům,
- minimální riziko poškození topného prvku,
- nezabírá místo v místnosti,
- možné využít i pro chlazení.

Nevýhody:

- při malém využívání možnost zamrznutí systému,
- riziko přehřívání povrchů,
- málo výkonný systém,
- nemožnost změn topného systému po zabudování do konstrukcí,
- velmi nákladné opravy,
- pomalá reakce a regulace systému.

5.2.4. Konvekční vytápění

Do konvekčních systémů vytápění řadíme otopná tělesa. Otopná tělesa jsou ve zjednodušeném smyslu výměníky, které převážně konvekcí (tedy prouděním vzduchu okolo tělesa) předávají teplo z teplotního média do místnosti. Otopná tělesa navrhujeme dle tepelných ztrát místnosti, rozměrů, složitosti montáže a vizuální stránky. Důležité je umístění otopných těles v místnosti. Obvykle se tělesa umísťují pod okno, které je v místnosti nejchladnější plochou. Tělesa se umísťují volně na stěnu. Pokud je těleso obestavěné snižuje se tím jeho účinnost, výrobci tedy doporučují, aby těleso bylo umístěno tak, aby vzduch mohl volně proudit kolem něj. Pro správné proudění vzduchu v místnosti je dobré volit šířku tělesa stejnou jako je šířka okna. [1]



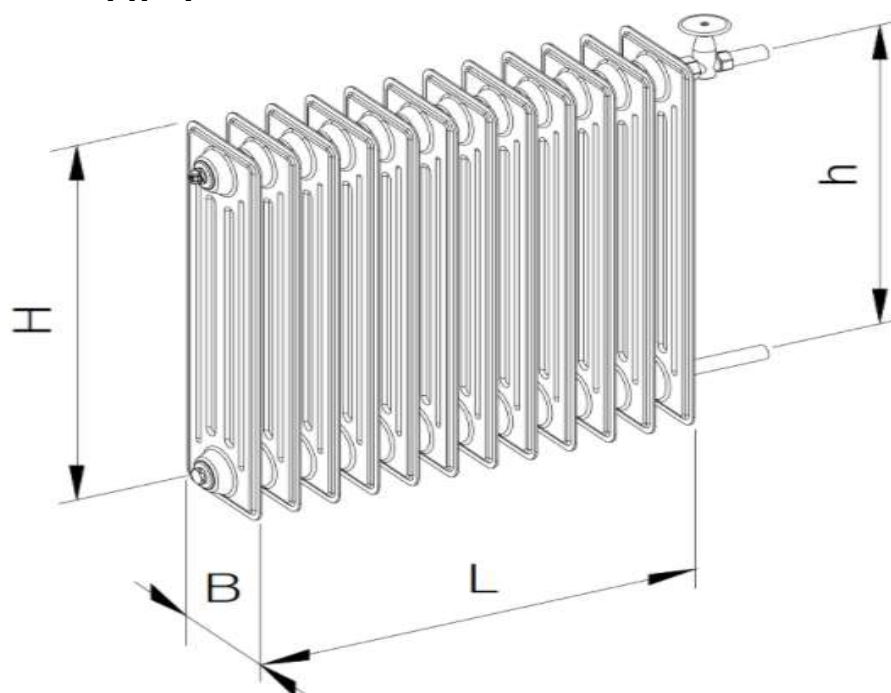
Obrázek č. 16 Vhodný rozměr a umístění tělesa [30]

Otopná tělesa dělíme na:

- článková,
- desková,
- trubková,
- konvektory.

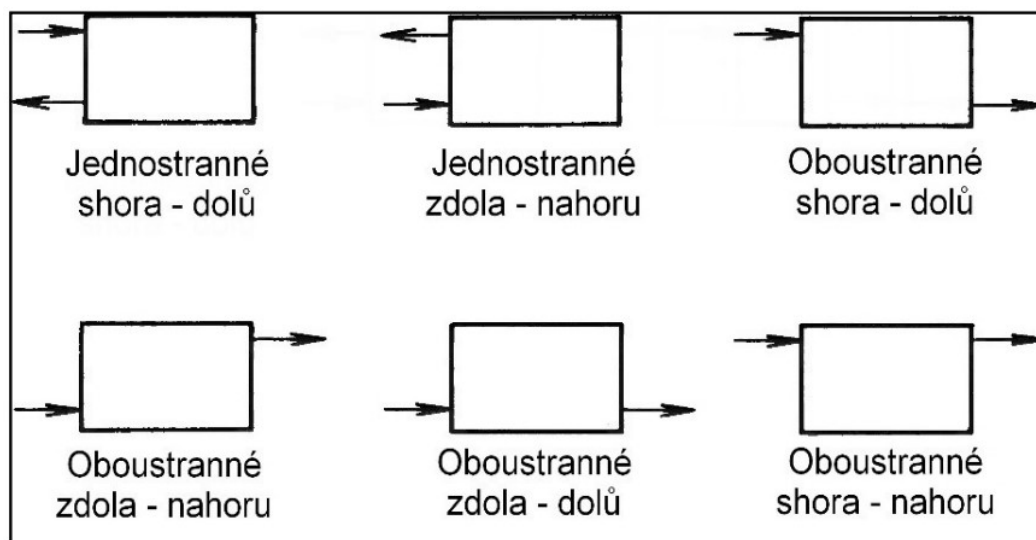
5.2.4.1. Článková otopná tělesa

Článková otopná tělesa se skládají z jednotlivých článků. Vyrábějí se ze šedé litiny, slitin hliníku či z ocelového plechu. Jednotlivé články jsou spojovány do celků buď závitovými vsuvkami či svařováním. Článková tělesa jsou známá pro malý hydraulický odpor. Výkon tělesa je odvozen z počtu článků. Tělesa se obvykle montují na konzole vetknuté do stěny a přidržují se držáky nebo jsou osazeny do stojanů. Dutá žebra neboli články jsou navzájem propojeny horní a dolní komorou, kterou protéká topné médium. [1][28]



Obrázek č. 17 Článkové otopné těleso [1]

Zapojení článkových těles může být různé. Obvykle je těleso napojeno jednostranně (shora – dolů).



Obrázek č. 18 Zapojení článkových těles [31]

Výhody článkových těles:

- robustní odolná konstrukce,
- dlouhá životnost,
- vyšší účinnost než u deskových radiátorů,
- dobrá cirkulace teplého vzduchu,
- možnost libovolného rozměru baterie článků.

5.2.4.2. Desková otopná tělesa

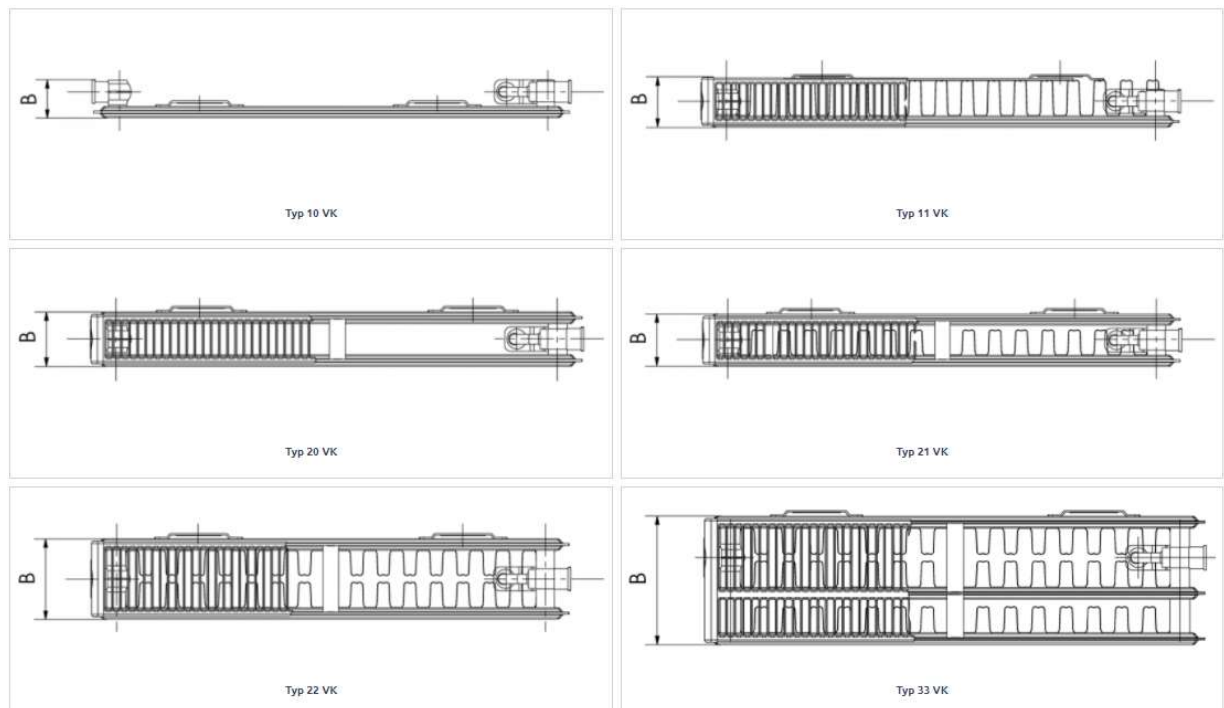
Desková otopná tělesa jsou dnes nejpoužívanější tělesa na trhu. Konstrukce deskových těles je z hladkých či profilovaných desek v různém montážním uspořádání. Některé typy mají navíc pro zvětšení předávací plochy i konvekční plechy mezi deskami. Desky jsou duté a ve švech svařované. Dutými deskami protéká topné médium, které přes desku předává teplo do místnosti. [1][28]



Obrázek č.19 Příklad deskového tělesa [32]

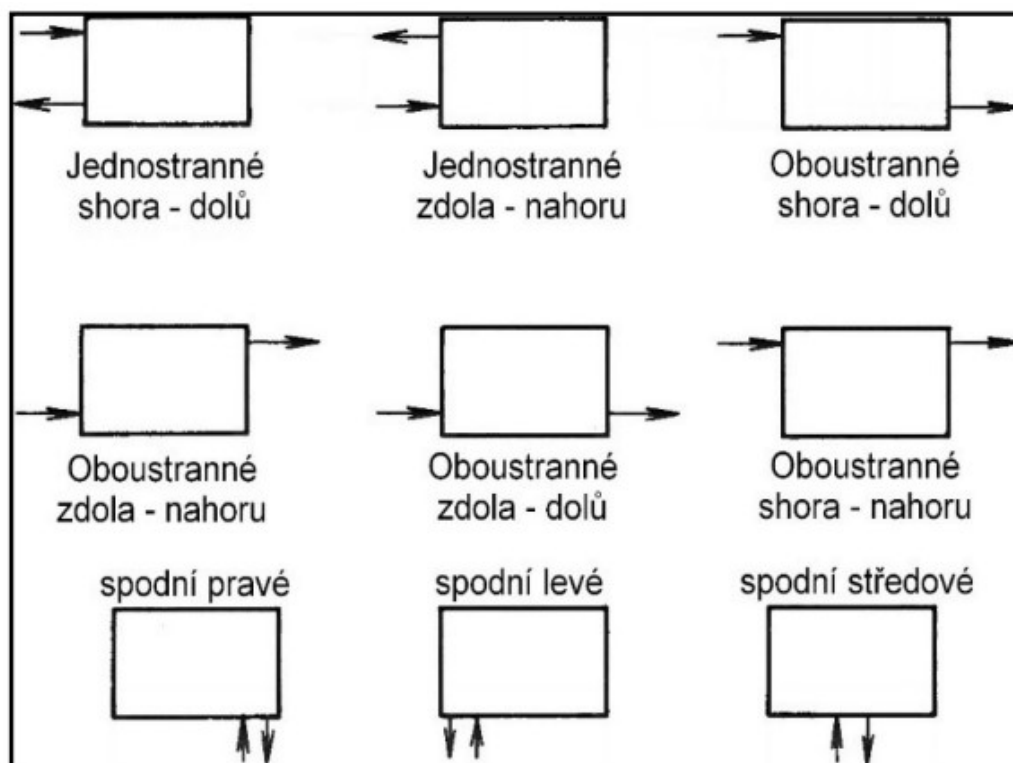
Desková tělesa dělíme na:

- jednoduchá,
- zdvojená,
- ztrojená.



Obrázek č.20 Přehled typů deskových těles [1]

Zapojení deskových těles může být různé. Přehled možností zapojení je zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek č.21 Možnosti zapojení deskových těles [31]

Výhody deskových těles:

- snadná montáž,
- rychlý ohřev,
- snadné čištění,
- nijak nenarušují ráz interiéru,
- zabírají minimum prostoru místnosti,
- malé pořizovací náklady.

5.2.4.3. Trubková otopná tělesa

Trubková tělesa jdou v dnešní době velmi oblíbená především pro použití do koupelen. Tělesa jsou svařena z hladkých trubek a provádí se v mnoha tvarech a typech pro rychlé schnutí osušek. Trubky tvořící těleso mohou být různého tvaru. Nejčastěji jsou kruhového průřezu, ale provádí se i z čtvercových nebo obdélníkových

průřezů. Podstatou těchto těles jsou rozvodné a sběrné komory. Trubky bývají uspořádány různým způsobem. Obvykle se vyskytují v těchto tvarech: [32]

- meandr,
- registr s vodorovnými trubkami,
- registr se svislými trubkami,
- kombinované.

V posledních letech se trubková tělesa stala estetickými doplňky koupelen a vyrábějí se i v designových provedeních. Je nutné počítat s tím, že pokud těleso zakryjeme mokrou textilií jeho účinnost se výrazně sníží. Pro tato tělesa jsou obvykle čtyři způsoby napojení, dvě dole a dvě nahoře, v některých případech i uprostřed. Trubková tělesa neboli žebříky se vyrábí jak teplovodní, tak elektrické. [32]

Výhody trubkových těles:

- možnost sušení textilií,
- designové provedení,
- snadná montáž.



Obrázek č. 22 Příklady trubkových těles [33]

5.2.4.4. Konvektory

Konvektory, jak už vyplývá z názvu, jsou tělesa sdílející teplo s prostředím hlavně konvekcí. Skládá se z výměníku a skříňe, v níž je výměník umístěný. Skříň je v horní části opatřena mřížkou. Vyrábí se v různých délkách, šířkách a provedeních. Konvektory můžeme rozdělit dle skříňe na zapuštěné, dělené skříňe a samostatné skříňe. Dále je můžeme dělit dle umístění na: [34]

- skříňové,
- soklové,
- zapuštěné.

Skříňové konvektory se dodávají jako celek. Často jsou umístěné ve výklencích a nikách nebo volně na stěna či v ucelených celcích, kdy jsou umístěny po obvodu zdí.

Soklové konvektory mají nízkou skříň a umisťují se pod nízké parapety nebo do míst úplně bez parapetů.

Zapuštěné konvektory jsou součástí stavební konstrukce, obvykle je to podlaha ale používají se i stropní konvektory. V konstrukci je umístěn kanálek, ve kterém je konvektor umístěn a opatřen krycí mřížkou či rohoží. Tyto konvektory jsou vzhledem k jejich malému tepelnému výkonu většinou doplněny ventilátory pro nucené vybíjení tepla z výměníku. [34]



Obrázek č.23 Soklový konvektor rozložený na komponenty [35]



Obrázek č.24 Zapuštěný podlahový konvektor [35]

Konvektory mají své výhody i nevýhody. Mezi výhody patří např. malý vodní obsah a nízká hmotnost, rychlá reakce na zátop, odezva na regulační zásah, a estetický vzhled. Za nevýhodu můžeme pokládat malý podíl tepla sdíleného sáláním a zvýšené nároky kladené na čištění výměníku i skříní konvektoru.

Praktická část

6. Úvod

Součástí mé diplomové práce je vypracování projektu vytápění administrativní budovy. Téma teoretické práce jsem si vybral, jelikož úzce souvisí s praktickou částí.

Každý způsob vytápění ať už z hlediska zdroje nebo z hlediska distribučního prvku má své klady i zápory, které byly zohledněny v praktické části.

6.1. Popis objektu

Řešená administrativní budova je součástí souboru budov v podkrkonošském městě Trutnov. Předpokládá se jednosměnný provoz kancelářských prostor pět dní v týdnu a nepřetržitý provoz prostor pro ochranu v části řešeného objektu.

Budova se rozkládá na rovinatém pozemku a má tvar písmene L. Objekt je systémově členěn na dvě části – administrativní a prostory vrátnice, která je přímo napojena na nově budovaný vjezd do areálu v návaznosti na nové prostory ostrahy objektu. Administrativní část je řešena jako štíhlá dvoupodlažní budova, střední část (věž) je čtyřpodlažní. Objekt je částečně podsklepen. Sociální zázemí kanceláří je rozmístěno v prostoru celého objektu. V podsklepené části se nachází technická místnost pro umístění zdroje tepla a technologií pro vytápění. Ve třetím nadzemním podlaží se dále nachází strojovna vzduchotechniky. Ve východní části objektu se nachází recepce a prostory pro ochranu areálu a budovy.

6.2. Konstrukční a stavební řešení

Svislé nosné konstrukce

Nosný konstrukční systém objektu je řešen jako kombinovaný sloupový a stěnový. Nosné sloupy jsou železobetonové. Nosné zdivo je z keramických cihelných bloků Porotherm. Nosné konstrukce jsou založeny na betonových patkách a pasech.

Vodorovné nosné konstrukce

Stropy jsou z trapézového plechu s železobetonem.

Střecha

Střechy objektu mají různé skladby. Na části objektu je plochá střecha řešena jako zelená, pochozí či nepochozí. Střecha nad střední částí je řešena jako sedlová.

Výplně otvorů

Výplně otvorů jsou v provedení trojsklo s plastovým rámem.

Podlahy

V kancelářských prostorech je položen tkaný vinyl. Na chodbách je uvažována keramická dlažba Granit. Na sociálních zařízeních je podlaha z protiskluzové dlažby. V prostorách pro ochranku je podlaha zdvojená.

Příčky

Příčky jsou vyzdívané z tvárnic lehčeného betonu Ytong. Některé příčky jsou pouze sádkartonové.

6.3. Návrhové parametry objektu

6.3.1. Klimatické podmínky

- Lokalita: Trutnov
- Venkovní výpočtová teplota: - 18 °C
- Roční průměrná teplota: 2,8 °C
- Počet dní otopného období: 242 dní

6.3.2. Obálka budovy

Ve stavební části projektu jsou definovány jednotlivé konstrukce. Tyto konstrukce byly uvažovány i při výpočtu tepelných ztát objektu. Jejich tepelný odpor byl vypočten dle EN ISO 6946 v programu Teplo 2017 EDU od doc. Dr. Ing. Zbyňka Svobody.

Tabulka č. 3 – Součinitele prostupu tepla

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² *K)]
podlaha na terénu v 1.pp	0,26
podlaha na terénu v 1.np	0,27
podlaha 1.np a 2.np	0,66
podlaha 2.np, 3.np a 4.np věž	0,69
podlaha 2.np nad průchodem	0,18

obvodová stěna přilehlá k zemině	0,26
obvodová stěna zděná	0,12
obvodová stěna z lehkého pláště	0,89
vnitřní stěna nosná	0,52
příčka	1,22
střecha pochozí	0,16
střecha nepochozí	0,17
střecha věž	0,18

6.3.3. Vnitřní výpočtové podmínky

Tabulka č.4 Tabulka udávající vnitřní výpočtové teploty [8]

Výpočtové vnitřní teploty Administrativní budova	
místnost	Výpočtová teplota [°C]
kanceláře, čekárny, zasedací síně, jídelny	20
vytápěné vedlejší místnosti (chodby, schodiště, aj.)	15
vytápěná vedlejší schodiště	10
haly, místnosti s přepážkami	18
sprchy	24

6.3.4. Tepelné ztráty objektu

Tepelné ztráty jednotlivých místností budovy byly vypočteny pomocí výpočetního programu TechCon, který počítá na základě normy ČSN EN 12 831. Návrhové teploty jednotlivých místností a vypočtená tepelná ztráta je součástí příloh. Při výpočtu bylo uvažováno s použitím centrální vzduchotechnické jednotky s rekuperací a při výpočtech bylo uvažováno s nulovou výměnou vzduchu v kancelářích. V ostatních prostorech byla uvažována intenzita výměny vzduchu $n=0,5$.

6.4. Vytápění

Vytápění bude teplovodní, pomocí otopných těles. Vytápění otopnými tělesy bude ekvitermně regulovanou otopnou vodou 55/40°C. Jako zdroj otopné vody bude kompaktní předávací stanice umístěná v podzemním podlaží v technické místnosti, která je součástí dodávky CZT. Napojení na CZT je v této části obce možné. Jelikož je dle platných zákonů CZT bráno stále jako ekologické, byla jako zdroj zvolena právě

kompaktní předávací stanice napojená na městský horkovod z teplárny Poříčí. Otopná voda bude ze zdroje napojena na rozdělovač a sběrač.

Vytápění objektu bude účelově rozděleno na dvě ekvitermně regulované otopné větve pro vytápění jižní a severní části objektu a dvě otopné větve pro napojení VZT jednotky a dveřních clon.

Oběh otopné vody pro otopná tělesa bude pomocí oběhového čerpadla, s elektronickou plynulou regulací otáček. Otopná voda pro otopná tělesa bude připravována směšováním pomocí trojcestného směšovacího ventilu.

Ohřev dveřních clon o výkonu 3x15,2 kW bude teplovodní otopnou vodou o teplotě 55/40°C. Oběh otopné vody dveřních clon bude pomocí oběhového teplovodního čerpadla s elektronicky plynulou regulací otáček. Pro napojení ohřívače vzduchotechnické jednotky byla vytvořena rezerva na rozdělovači a sběrači. Při návrhu otopné soustavy nebyli blíže známy informace o výkonu nutném k ohřátí vzduchu ve vzduchotechnické jednotce. Pro vzduchotechnickou jednotku je uvažována rezerva 40 kW.

Odvzdušnění je řešeno odvzdušňovacími ventily na otopných tělesech a automatickými odvzdušňovacími ventily v nejvyšších bodech potrubí. Vypouštění je řešeno přes radiátorové šroubení a vypouštěcími kohouty v nejnižších bodech potrubí.

6.4.1. Otopné plochy

Otopná plocha bude tvořena ocelovými deskovými tělesy Korado Radik Ventil kompakt a ocelovými trubkovými tělesy Koralux. Vestavěné radiátorové ventily deskových otopných těles budou osazeny termostatickými hlavicemi. Připojení deskových těles bude přímým šroubením. Ve sprchách bude instalováno koupelnové trubkové těleso Koralux Linear Classic. To bude osazeno rohovým šroubením. Ventil bude osazen termostatickou hlavicí.

6.4.2. Potrubní rozvody

Potrubí bude provedeno z měděných trubek. Potrubní rozvod v podzemním podlaží bude veden pod stropní konstrukcí. Rozvod bude proveden v 0,3 % spádu.

Potrubní rozvody pro napojení radiátorů budou provedeny z měděného potrubí. Hlavní potrubní rozvod bude veden v podhledu v 1.NP a 2.NP a bude proveden v 0,3 % spádu. Přípojky k jednotlivým otopným tělesům v 1.NP budou klesat ve zdivu nebo po povrchu dále povedou v kročejové izolaci přímo k tělesům. Přípojky pro otopná tělesa ve 2.NP - 4.NP budou vedena skrz stropní konstrukci.

Rozvody pro napojení VZT jednotky a dveřních clon budou provedeny z potrubí měděného. Potrubní rozvody budou vedeny v podhledu. Rozvod bude proveden v 0,3 % spádu.

Veškeré prostupy potrubního vedení stěnou budou provedeny pomocí chráničky. Nově budované rozvody budou převážně zavěšeny na typových konzolách. Typové konzoly budou dodány jako výrobek určený k zavěšení rozvodů ústředního vytápění a bude součástí systému upevňovací techniky. V místech pevných bodů budou nepohyblivé konzole. V těchto místech bude rozvod zajištěn proti pohybu. Veškeré ostatní upevnění bude provedeno na pohyblivých konzolách, popřípadě na pevných konzolách s možností pohybu potrubí ve směru roztažnosti.

6.5. Shrnutí

Podrobněji je projekt vytápění řešen ve výkresové dokumentaci, technické zprávě a výpočtové části.

7. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá rekonstrukcí montážní haly na administrativní budovu, která je součástí souboru budov v podkrkonošském městě Trutnov. Práce obsahuje projekt vytápění, zpracovaný v úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení.

Součástí práce je rešerše na vytápění administrativních budov. Tato rešerše popisuje a srovnává různé možnosti vytápění a objasňuje teoretickou stránku této problematiky.

Návrh typu vytápění ovlivňuje mnoho faktorů. Mezi nejdůležitější patří dispoziční řešení objektu, provoz a využití objektu, proveditelnost a finanční náklady. Vzhledem k dispozičním možnostem je pro řešený objekt vhodné použití deskových otopných těles. Součástí budovy jsou i sociální prostory, kde jsou navržena otopná s trubková tělesa.

Téma práce pro mě bylo velmi zajímavé. Dnes máme mnoho možností, jak řešit tuto problematiku od použití různých zdrojů tepla po užití koncových prvků. Dále jsem se naučil používat výpočtový program TechCon, který i v omezené studentské verzi nabízí kvalitní zpracování projektu. Návrh vytápění byl pro mě velkou zkušeností. A doufám, že budu moci tyto zkušenosti přenést do praxe a déle tak prohloubit své znalosti problematiky.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] - ŠTECHOVSKÝ, Jaroslav. Vytápění pro střední školy se studijním oborem TZB nebo obdobným. Třetí. U Slavie 4, 100 00 Praha 10: Sobotáles, 2005. ISBN 978-80-86817-11-8.
- [2] - REKONSTRUKCE LUXUSNÍCH SLOUPOVÝCH KACHLOVÝCH KAMEN [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://www.zamecka-kamnarska-manufaktura.cz/project/renovace-historickych-kamen/>
- [3] - Ing. Lada CENTNEROVÁ. Tepelná pohoda a nepohoda [online]. [cit. 2021-11-05]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [4] - Ing. Tomáš Kmoch. Technika a způsoby měření parametrů vnitřního prostředí. Tzb-info.cz [online]. [cit. 2021-11-05]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9217-technika-a-zpusoby-mereni-parametru-vnitriho-prostredi>
- [5] - ČSN 73 5305: Administrativní budovy a prostory. 1. Prha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005.
- [6] - Ing. Zuzana Mathauserová. Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- [7] - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. 10. Praha: Nařízení vlády, 2007.
- [8] - ČSN EN 12831 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu. 1. Praha: Vydala Česká agentura pro standardizaci, 2018.
- [9] - ČSN EN ISO 7730: Ergonomie tepelného prostředí – Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu. 1. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2006.
- [10] – KAPOUN, Michal. Co je tepelné čerpadlo – základní části, druhy. Tzb-info.cz: Vytápění [online]. Praha: TZB-info. 30.4.2015 [cit. 2021-12-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12629-co-je-to-tepelne-cerpadlo-zakladnicasti-druhy>
- [11] - PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=9&TZB=f1203927ec0f127ede5744279a331cac>
- [12] - Tepelná čerpadla země/voda [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/obytne-budovy/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-zemevoda.html>

- [13] - Tepelné čerpadlo voda – voda [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: https://www.tepelna-cerpadla-gorenje.cz/vypis_menu/12-voda-voda-aquagor.html
- [14] - Tepelné čerpadlo voda – voda [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <http://www.teplotecnika.cz/tepelne-cerpadlo-voda-voda>
- [15] - BROŽ, Karel. Alternativní zdroje energie. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, s. 72. ISBN 80-01-02802-X.
- [16] - Tepelná čerpadla vzduch/voda [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-vzduchvoda.html>
- [17] - Ing. Jaroslav Dufka. Kotle na tuhá paliva (I) - obecná část [online]. Zlín, 6.9.2001 [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/651-kotle-na-tuha-paliva-i-obecna-cast>
- [18] - Přehled trhu plynových kotlů 2017–2019, díl 1. – Kategorie kotlů, druhy plynů a spotřeby [online]. 2020 [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/20786-prehled-trhu-plynovych-kotlu-2017-2019-dil-1-kategorie-kotlu-druhy-plynu-a-spotreby>
- [19] - Vytápění plynem – princip a využití [online]. 04.05.2014 [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.infobydleni.cz/news/vytapani-plynem-princip-a-vyuziti/>
- [20] - Elektrokotle – jednoduchost a efektivita [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/elektrokotle.html>
- [21] - VANDOVÁ, Jarmila. Kdy se vám vyplatí používat elektrokotel? [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.bydlo.cz/magazin/kdy-se-vam-vyplati-pouzivat-elektrokotel>
- [22] - Výměníky tepla. Regulus [online]. [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/vymeniky-tepla>
- [23] - Objektové předávací stanice [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://www.avos.cz/objektove-predavaci-stanice/>
- [24] - Kompaktní předávací stanice [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <http://www.tenza.cz/cz/aktivity/energetika/technologie/kompaktni-predavaci-stanice/>
- [25] - ROZVODY VYTÁPĚNÍ [online]. [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.kmont.cz/systemy-vytapani/rozvody-vytapani>
- [26] - Topenářské rozvody z kovu, plastu nebo vícevrstvého materiálu? [online]. [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/topenarske-rozvody-z-kovu-plastu-nebo-vicevrstveho-materialu>

- [27] - Podlahové vytápění – varianty [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/3442-podlahove-vytapeni-ii>
- [28] - Vytápění [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/176/02.html>
- [29] - BAŠTA, Jiří. Elektrické převážně sálavé vytápění (I) Elektrické podlahové vytápění [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektroinou/2895-elektricke-prevazne-salave-vytapeni-i>
- [30] - Desková otopná tělesa a předávání tepla do vytápěného prostoru [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://www.panfitinka.cz/post/deskova-otopna-telesa-a-predavani-tepla-do-vytapeneho-prostoru>
- [31] - Provozní charakteristiky otopných těles – zaměřeno na jednotrubkovou otopnou soustavu [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/otopne-plochy/17614-provozni-charakteristiky-otopnych-teles-zamereno-na-jednotrubkovou-otopnou-soustavu>
- [32] - Otopné plochy (II) - Druhy otopných těles [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/otopne-plochy/3064-otopne-plochy-ii-druhy-otopnych-teles>
- [33] - Trubková otopná tělesa – praktické trubkové radiátory nejen do koupelen [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa/trubkova/>
- [34] - Konvektory v otopných soustavách [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/938-konvektory-v-otopnych-soustavach>
- [35] - Konvektory [online]. [cit. 2021-12-15]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/konvektory.html>

9. Seznam obrázků

- Obrázek č. 1 Hypocaustum (vytápění zdola) [1]
- Obrázek č. 2 Ukázka kachlových kamen [2]
- Obrázek č. 3 Kulový teploměr [4]
- Obrázek č. 4 Schéma tepelného čerpadla [11]
- Obrázek č. 5 Tepelné čerpadlo země/voda (vrty) [12]
- Obrázek č. 6 Tepelné čerpadlo země/voda (zemní kolektor) [12]
- Obrázek č. 7 Tepelné čerpadlo voda/voda systém se dvěma studněmi [13]
- Obrázek č. 8 Tepelné čerpadlo vzduch/voda [16]
- Obrázek č. 9 Konvenční a kondenzační plynový kotel princip [18]
- Obrázek č. 10 Elektrokotel Viessman [20]
- Obrázek č. 11 Skládaný deskový výměník tepla [1]
- Obrázek č. 12 Příklad tlakově nezávislé předávací stanice [24]
- Obrázek č. 13 Příklad tlakově závislé předávací stanice [24]
- Obrázek č. 14 Suchý způsob podlahového vytápění a) řez b) detail [25]
- Obrázek č. 15 Mokrý způsob podlahového vytápění [25]
- Obrázek č. 16 Vhodný rozměr a umístění tělesa [28]
- Obrázek č. 17 Článkové otopné těleso [1]
- Obrázek č. 18 Zapojení článkových těles [29]
- Obrázek č. 19 Příklad deskového tělesa [30]
- Obrázek č. 20 Přehled typů deskových těles [1]
- Obrázek č. 21 Možnosti zapojení deskových těles [29]
- Obrázek č. 22 Příklady trubkových těles [31]
- Obrázek č. 23 Soklový konvektor rozložený na komponenty [33]
- Obrázek č. 24 Zapuštěný podlahový konvektor [33]

10. Seznam použitých tabulek

Tabulka č.1 Třídy práce podle celkového průměrného energetického výdeje [7]

Tabulka č.2 Tabulka udávající vnitřní výpočtové teploty [8]

Tabulka č.3 Součinitele prostupu tepla

Tabulka č.4 Tabulka s vnitřními výpočtovými teplotami [8]

11. Seznam dokumentace praktické části

Vytápění

Technická zpráva

Půdorys 1.PP 1:50

Půdorys 1.NP 1:50

Půdorys 2.NP 1:50

Půdorys 3.NP 1:50

Půdorys 4.NP 1:50

Rozvinutý řez větev sever 1:50

Rozvinutý řez větev jih 1:50

Půdorys technické místnosti 1:25

Schéma zapojení technické místnosti 1:25

Výpočetní přílohy

Výpočet tepelných ztrát – TechCon

Návrh otopných těles, potrubí a hydraulické vyvážení soustavy větev sever – TechCon

Návrh otopných těles, potrubí a hydraulické vyvážení soustavy větev jih – TechCon

Návrh otopných těles, potrubí a hydraulické vyvážení soustavy v. dveřní clony– TechCon

Výpočtová část

Další přílohy

Technické listy použitých zařízení (pouze online)