

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU
BAKALÁŘSKÁ PRACE

Vypracoval:

Libor Votoček

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2018/2019



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Votoček</u>	Jméno: <u>Libor</u>	Osobní číslo: <u>458841</u>
Zadávací katedra: <u>K125 Technická zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Vytápění bytového domu</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Heating system in the apartment building</u>	
Pokyny pro vypracování: Projekt vytápění bytového domu. Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, návrh systému vytápění, základní energetické výpočty. Výkresová část - půdorysy, svislý řez, detail technické místnosti, funkční schéma.	
Studie na téma Porovnání systémů vytápění pro bytový dům	
Seznam doporučené literatury: Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT, Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7 ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav.	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>25.2.2019</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>26.5.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>25.2.2019</u> Datum převzetí zadání	_____ Podpis studenta(ky)
---	------------------------------

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

V Praze 20. 5. 2019

.....

Libor Votoček

Rád bych chtěl poděkovat mé rodině za ohromnou podporu při vypracování bakalářské práce. Zároveň bych chtěl vyjádřit poděkování doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za věcné připomínky, ochotu a cenné rady při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vytápění pro zvolený bytový dům a studií na téma porovnání systémů vytápění pro bytové domy. Projekt vytápění obsahuje výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností, návrh otopných těles s jednotlivými hydraulickými výpočty včetně přeregulování ventilů na tělesech a dimenzí potrubí. Tyto výpočty byly zpracovány v programu Raucad Techcon. Dále jsou vypočteny základní energetické výpočty. Cílem studie je seznámení čtenáře s jednotlivými systémy vytápění pro bytové domy. Výsledkem jsou orientační ceny paliv, investiční a provozní ceny jednotlivých zdrojů vytápění. V závěru studie se vyskytuje celkové zhodnocení a vhodné použití jednotlivých částí vytápění (zdroje, otopná tělesa, distribuce, materiál rozvodů) podle různých parametrů.

KLÍČOVÁ SLOVA

tepelné ztráty, otopná tělesa, dimenze potrubí, regulace, Raucad Techcon, studie systému vytápění

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the design of heating for the selected apartment building and studies on the topic of comparison of heating systems for residential buildings. The heating project contains calculation of heat losses of individual rooms, design of radiators with individual hydraulic calculations including re-regulation of valves on solids and dimensions of pipes. These calculations were processed in the program Raucad Techcon. In addition, basic energy calculations are calculated. The aim of the study is to familiarize readers with individual heating systems for residential buildings. The result is indicative fuel prices, investment and operating prices of individual heating sources. At the end of the study there is a total appreciation and appropriate use of individual rating parts (sources, radiators, distribution, material of distribution) according to various parameters.

KEYWORDS:

heat loss, radiators, dimension of pipe, regulation, Raucad Techcon, studies on the topic of heating systems

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



ČÁST A
STUDIE
POROVNÁNÍ SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ PRO BYTOVÝ
DŮM

Vypracoval:

Libor Votoček

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2018/2019

Obsah

1	Úvod	- 1 -
2	Základní druhy paliv	- 1 -
3	Zdroje tepla	- 2 -
3.1	Kotle na plynná paliva	- 3 -
3.1.1	Kondenzační plynové kotle	- 3 -
3.2	Elektrokotle	- 4 -
4	Tepelná čerpadla	- 6 -
4.1	Tepelná čerpadla „vzduch – voda“	- 6 -
4.2	Tepelná čerpadla „země – voda“	- 7 -
5	Centrální zásobování teplem	- 9 -
6	Porovnání cen zdrojů tepla	- 11 -
7	Distribuce tepla ve v bytovém domě	- 12 -
7.1	Vodní otopné soustavy	- 12 -
7.1.1	Dvoutrubkové otopné soustavy s nuceným oběhem	- 13 -
7.1.2	Jednotrubkové otopné soustavy s nuceným oběhem	- 13 -
7.1.3	Dělení soustav z hlediska umístění ležatého rozvodu	- 14 -
7.1.4	Způsoby vedení přípojek k tělesům	- 15 -
8	Materiály rozvodů	- 16 -
8.1	Ocelové potrubí	- 16 -
8.2	Měděné potrubí	- 17 -
8.3	Plastové potrubí	- 17 -
9	Otopná tělesa	- 17 -
9.1	Otopná tělesa	- 18 -
9.1.1	Článeková otopná tělesa	- 18 -
9.1.2	Desková otopná tělesa	- 18 -
9.1.3	Trubková otopná tělesa	- 19 -
9.1.4	Konvektory	- 20 -
9.2	Sálavé otopné plochy	- 20 -
9.2.1	Podlahové vytápění	- 21 -
9.2.2	Stěnové vytápění	- 22 -

9.2.3	Stropní vytápění	- 23 -
10	Vyhodnocení, závěr.....	- 24 -
10.1	Vyhodnocení studie	- 25 -
10.2	Závěr z hlediska projektu.....	- 27 -
11	Použitá literatura	- 27 -
12	Seznam obrázků	- 31 -
13	Seznam tabulek	- 32 -

1 Úvod

Hlavním úkolem vytápění je zajistit tepelnou pohodu lidí. Musí se vytvořit v místnostech takové klima, ve kterém se člověk bude cítit příjemně. Jelikož počet lidí žijících v bytech v ČR neustále roste (do roku 2050 téměř 50 % obyvatel), tak je nutné této problematice klást potřebný důraz. Správně navržený otopný systém má dodávat do interiéru pouze tolik tepla, kolik činí reálná tepelná ztráta. S vývojem stavebních materiálů a zvyšováním tepelných odporů dochází ke zlepšování tepelně technických vlastností a snižování potřeby energie, tudíž je možné používat systémy, které v dřívější době nepřípadaly vůbec k úvaze.

Cílem studie je seznámit čtenáře s jednotlivými prvky systémů vytápění pro bytové domy, jejich hlavním dělením a popsáním výhod, či nevýhod. V závěru studie je popsáno celkové zhodnocení systémů z hlediska dílčích parametrů.

2 Základní druhy paliv

Energie lze dělit jako obnovitelné, či neobnovitelné (vyčerpatelné). V bytových domech je vytápění zajištěno převážně pomocí zemního plynu, elektrické energie, energie využívající potenciální teplo (tepelná čerpadla) a pomocí centrálního zásobování teplem (spalováno uhlí, zemní plyn, topné oleje).

V bytových domech se pro ústřední vytápění pevná paliva nepoužívají (hnědé, černé uhlí, koks) z důvodu nedostatku místa pro skladování materiálu. V nynější době se využívá kombinovaného vytápění.

Pro porovnání jednotlivých cen energií byl uvažován bytový dům lokalizován v Praze (počet topných dnů 225) s roční potřebou tepla na vytápění 41,86 MWh/rok a přípravu teplé vody 41,72 MWh/rok, s tepelnou ztrátou 18,26 kW. V domě žije 16 osob, ohřívání teplé vody pomocí nepřímotopných ohřivačů teplé vody Therm OKC 200 NTR (zásobník vytápěn kotlem 6 h/den).

Celkové náklady na vytápění					Celkové náklady na TUV	
Palivo	cena /kWh	účinnost v %	spotřeba paliva (kWh)	náklady / rok	spotřeba paliva (kWh)	náklady / rok
zemní plyn	1,55	105 % kondenzační kotel	44296	68 659 Kč	44148	68 430 Kč
Elektrina	2,608	95 % elektrokotel	44063	114 917 Kč	43916	114 532 Kč
TČ vzduch /voda	2,608	topný faktor 3	13953	36 930 Kč	13907	36 269 Kč
TČ země /voda	2,608	topný faktor 4	10465	27 293 Kč	10430	27 201 Kč
CZT	1,47	účinnost 98 %	42778	62 884 Kč	42650	62 695 Kč

Tabulka 1: Cena paliv [1]

Z hlediska cen paliv se jeví jako nejvýhodnější využití tepelných čerpadel, které využívá pouze část elektrické energie. Procenta elektřiny, které využívá tepelné čerpadlo závisí na topném faktoru.

3 Zdroje tepla

Nejčastějším zdrojem tepla pro systémy vytápění je kotel, ve kterém se spaluje palivo a ohřívá teplotonosná látka. Pokud je kotel jediným zdrojem pro vytápění, musí výkon kotle pokrýt tepelnou ztrátu objektu.

Základní dělení zdrojů tepla:

Podle druhu paliva:

- kotle na plynná paliva
- kotle na kapalná paliva
- kotle na pevná paliva
- elektrokotle

Podle teplotonosné látky:

- vodní (teplotovodní do 115 °C, horkovodní nad 115 °C)
- parní

Podle použitého materiálu:

- ocelové
- litinové článkovité
- jiné, kombinace materiálů, speciální materiály

Podle způsobu upevnění:

- stacionární (na podlaze či soklíku)
- závěsné (na zdi)

Podle možného způsobu provozu:

- klasické (teplota zpětné vody do kotle nemá poklesnout pod 60 °C)
- nízkoteplotní (teploty vody na kotli nesmějí poklesnout pod 50/40 °C)
- kondenzační (teploty vody na kotli mohou poklesnout pod 50/40 °C)

Podle počtu výkonových hořáku:

- jednostupňové
- dvoustupňové (dva výkonové stupně, nejčastěji 50 % a 100 % výkonu)
- spojitě (mezi 20 % až 50 % pevný výkonový stupeň, pak do 100 % spojitě)

[2]

3.1 Kotle na plynná paliva

Kotle na plyn se vyrábí v mnoha výkonových řadách od 5 kW.

Podle instalovaného výkonu se plynové kotelny dělí:

- místnost se spotřebičem do výkonu 50 kW nebo s více spotřebiči-každý s výkonem nižším než 50 kW a celkovým instalovaným výkonem do 100 kW (platí ČSN 38 6441 a TPG 704 01)
- kotelna III. kategorie s instalovaným výkonem 50 až 500 kW (platí ČSN 07 0703)
- kotelna II. kategorie s instalovaným výkonem 500 kW až 3,5 MW (platí ČSN 07 0703)
- kotelna I. kategorie s instalovaným výkonem nad 3,5 MW (platí ČSN 07 0703)

[2]

Plynové spotřebiče se dělí z hlediska přívodu vzduchu a odvodu spalin do dvou kategorií.

Spotřebiče typu B odebírají vzduch z místnosti, kde je umístěn. Spaliny jsou odváděny kouřovodem nebo komínem. Tyto místnosti musí být větrané nebo nepřímě větrané. Při nedostatečném přívodu vzduchu pro spalování dochází k nedokonalému spalování nebo k vrácení spalin přerušovačem tahu zpět do místnosti.

Spotřebiče typu C jsou uzavřené, přívodní vzduch pro spalování je přísávan z exteriéru a spaliny jsou odváděny komínem či kouřovodem ven. Tyto místnosti, kde je umístěn tento spotřebič, nemusí být přímo či nepřímě větrané, nejsou kladeny zvláštní požadavky na minimální objem místnosti.

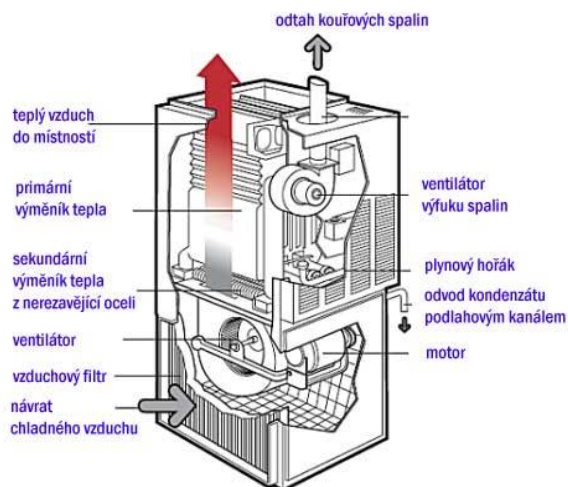
Jelikož v dnešní době je zakázáno prodávat plynové kotle s účinností nižší než 86 %, tak se nejvíce prodávají kondenzační kotle, které mají účinnost i nad 100 %, a jsou tak šetrnější k životnímu prostředí.

3.1.1 Kondenzační plynové kotle

Využívají kondenzační teplo. Při spalování zemního plynu nebo propanu vzniká hořením vodíku určité množství vody. Při ohřívání vody vzniká vodní pára, která společně s oxidem uhličitým odchází v podobě spalin. Pokud tyto spaliny ochladíme na teplotu rosného bodu, dochází ke kondenzaci vodní páry a k uvolnění kondenzačního tepla, které se převádí na topnou vodu otopné soustavy. Díky tomuto způsobu může být dosaženo až účinnosti plynových kotlů okolo 108 %.

[2]

Popis kondenzačního plynového kotle



Obrázek 1: Kondenzační plynový kotel [3]

Kondenzační plynové kotle se vyrábějí ve dvou provedeních:

- závěsné plynové kotle – konstrukce je určena k zavěšení na zeď
- stacionární plynové kotle – robustní konstrukce je určena k položení na zem

Mezi hlavní výhody kondenzačních plynových kotlů patří:

- nepotřebují zděný komín z hlediska nízké teploty spalin
- možná automatická regulace
- přijatelná cena energie
- vysoká výhřevnost a účinnost
- bezstarostný provoz
- minimum exhalací

Mezi hlavní nevýhody kondenzačních plynových kotlů patří:

- nutné zavedení drahé plynovodní přípojky
- nutný v blízkosti plynovodní řád
- nutné zajistit odvod kondenzátu
- vyšší provozní náklady oproti kotlům na tuhá paliva

3.2 Elektrokotle

Elektrokotle mají v sobě zabudovanou topnou spirálu, která ohřívá vodu. Vyrábí se ve výkonové řadě 4–60 kW, většinou jako zavěšené. Ceny energií lze snížit zažádáním o dvoutarifní sazbu. Z hlediska ohřívání topné vody lze elektrokotle dělit jako přímotopné, zásobníkové a kombinované.



Obrázek 2: Elektrokotel [4]

Přímotopné elektrokotle vyžadují vyšší výkon kotle. Potřebují takový tepelný příkon, jaká je maximální potřeba tepla. Nevýhodou je vyšší spotřeba elektřiny.

Elektrokotle se zásobníkem nevyžadují takový výkon kotle. Uspoří energii, jelikož přebytečná energie je ukládána do akumulčních nádrží nebo je nádrž vytápěna v nízkém tarifu.

Kombinovat elektrokotel lze s tepelným čerpadlem, kdy čerpadlo ztrácí svůj výkon v mrazivých dnech a nedokáže vytopit prostory. Také se solárními zdroji, kdy v zimních měsících množství sluneční energie značně klesá.

[34]

Mezi hlavní výhody elektrokotlů patří:

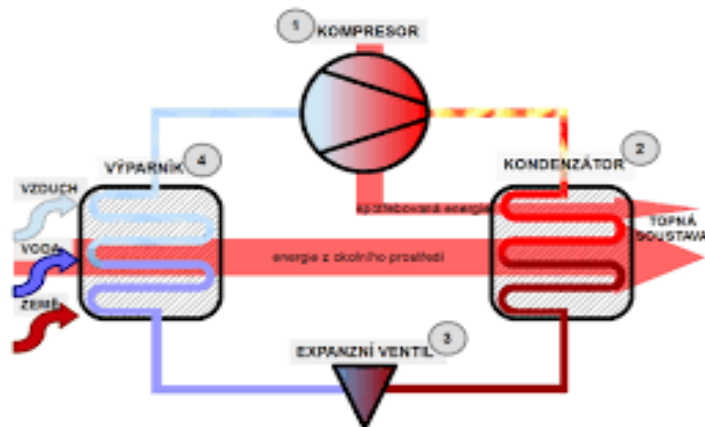
- nízké pořizovací náklady
- nízká pořizovací cena
- vysoká účinnost (99 %)
- účinná automatická regulace
- není nutné zřizovat komín, čistota
- tichý provoz, čistota, ekologie
- nevyžadují pravidelný servis a údržbu

Mezi hlavní nevýhody elektrokotlů patří:

- vysoká cena elektřiny
- v případě výpadku elektřiny a bez dalšího zdroje energie systém nevytápí
- do energeticky náročných budov se nehodí
- vyšší požadavky na kapacitu elektrické sítě

4 Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo převádí přírodní, tzv. nízkopotenciální teplo na teplo vhodné pro vytápění, předehřev, či ohřev TV nebo větrání rodinného domu. Nízkopotenciální teplo je obnovitelným ekologickým zdrojem. Je obsaženo v zemi, podzemní i povrchové vodě nebo okolním vzduchu. [2]. V čerpadlu obíhá chladivo, které mění své skupenství a předává energii topnému systému.



Obrázek 3: Schéma tepelného čerpadla [5]

Čerpadla získávají přibližně 70% energie z okolního prostoru (vzduch, voda, země) a pouze 30 % energie spotřebují na přesun a přeměnu nízkopotenciálního tepla. [6]. Z tohoto důvodu spotřeba energií je daleko nižší.

Pro provoz čerpadla je nejvhodnější využití nízkoteplotní topné soustavy maximální teploty 50–55 °C. S rostoucí venkovní teplotou topné vody klesá topný faktor a rostou náklady na provoz. Vhodné je využití podlahových a stěnových topných ploch, které pracují s teplotami okolo 40 °C.

Tepelná čerpadla dělíme z hlediska typu nízkopotenciálního tepla a druhu topného média na: „vzduch – voda“, „vzduch – vzduch“, „země – voda“ a „voda – voda“.

Čerpadla na bázi „voda – voda“ a „vzduch – vzduch“ nebudou v této studii uvažovány. Čerpadla „voda – voda“ nejsou popisována, jelikož využívají nízkopotenciální teplo z podzemních vod a nyní se v ČR nenachází tolik lokalit s trvalým a dostatečným zdrojem vody. Tepelná čerpadla „vzduch – vzduch“ je aplikován z hlediska větrání prostor.

4.1 Tepelná čerpadla „vzduch – voda“

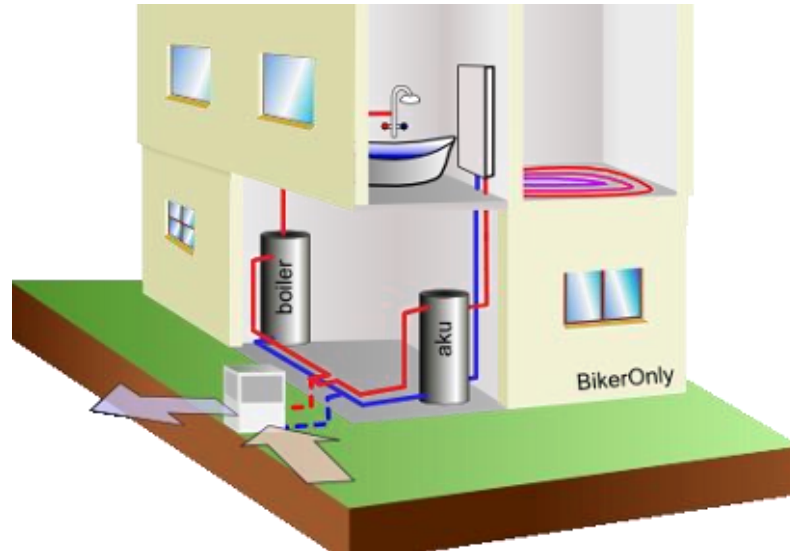
Zdrojem nízkopotenciálního tepla je venkovní vzduch. Při nízkých venkovních teplotách (-15 °C) dochází k poklesu výkonu čerpadla a je vhodné dodat sekundární zdroj energie (plynový kotel, elektrokotel).

Čerpadla „vzduch – voda“ se rozdělují podle provedení a umístění:

- vnější (venkovní) – celé zařízení mimo akumulární nádrž je vně objektu.

- vnitřní – veškeré zařízení je uvnitř domu. K výparníku je přiveden venkovní vzduch z exteriéru a druhým potrubím je ochlazený vzduch odveden ven.
- dělená – výparník je umístěn vně objektu. Mezi venkovní a vnitřní částí čerpadla je propojovací rozvod s chladivem.

[2]



Obrázek 4: Tepelné čerpadlo vzduch-voda [7]

Mezi hlavní výhody tepelného čerpadla „vzduch– voda“ patří:

- nižší investiční náklady vůči čerpadlu „země – voda“
- bezúdržbové a bezpracné vytápění
- nezabírá pozemek
- nízké provozní náklady oproti elektřině
- ekologicky nezávadná chladiva

Mezi hlavní nevýhody tepelného čerpadla „vzduch – voda“ patří:

- riziko hlučnosti – nutné umístit na místa, které neruší
- při nízkých zimních teplotách málo efektivní
- kratší životnost kompresoru než u „země – voda“
- při teplotách menších než 7 °C dochází k namrzání vzdušné vlhkosti na výparníku

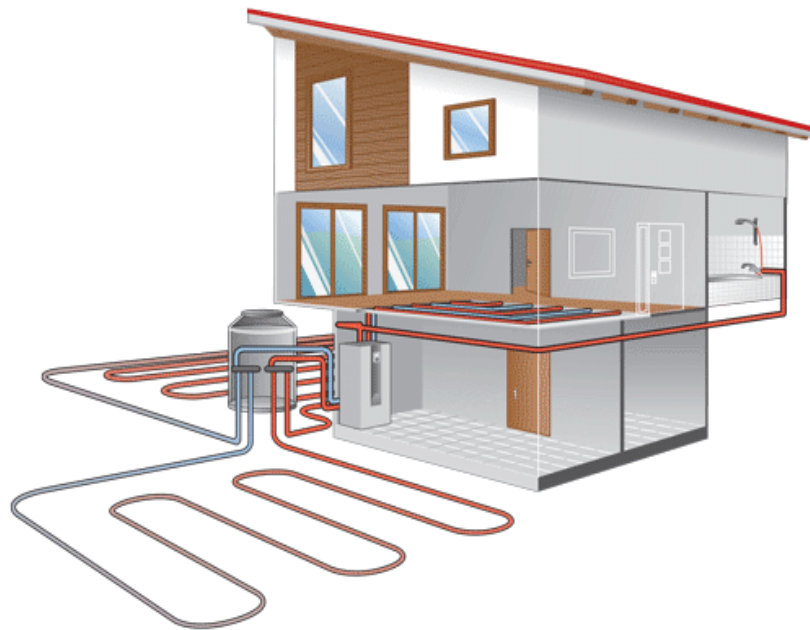
4.2 Tepelná čerpadla „země – voda“

Tyto čerpadla využívají teplo v půdě vlivem slunečního záření a teplo geotermální. Teplo se odebírá pomocí soustavy trubek, v kterých koluje voda s nemrznoucí směsí. Soustava trubek může být vertikální nebo horizontální.

Horizontální soustava s plošným kolektorem

Plošný kolektor odebírá pod sebou přibližně 2 % energie. Zbývajících 98 % energie odebere z vrstvy zeminy nad sebou, kde je akumulována solární energie ze slunce. Z hlediska dlouhodobého horizontu se nemůže energeticky vyčerpat, protože během

léta s rezervou regeneruje. Není vhodné používat plošný kolektor v zeminách, kde je velké množství kamenů, skal, písků. Trubky se pokládají do hloubky 1-2 m, ve vzdálenosti minimálně 2 metrů od základů, jelikož, potrubí ochlazuje zeminu. [8]



Obrázek 5: Tepelné čerpadlo země-voda s plošným kolektorem [9]

Mezi výhody čerpadla s plošným kolektorem patří:

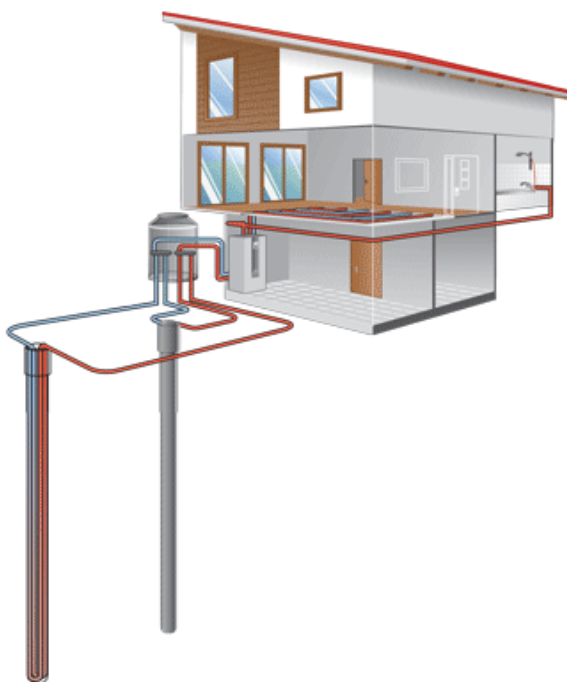
- o 30 % nižší náklady než u čerpadel „vzduch – voda“
- bezhlučné a bezúdržbové
- dlouhá životnost
- srovnatelné náklady se vzduchovými čerpadly

Mezi hlavní nevýhody čerpadel s plošným kolektorem patří:

- plošný kolektor vyžaduje plochu pozemku 200–400 m²
- písčité zeminy nevhodné

Vertikální soustava s vrtem

Tepelné čerpadlo odebírá teplo z hloubky ze země. Ve vrtu je zapuštěna plastová sonda, naplněná nemrznoucí směsí, která přenáší teplo mezi zemí a čerpadlem. Podle velikosti vytápěného domu a geologických poměrů se provádí jeden nebo více vrtů o hloubce 80–250 metrů.[10]



Obrázek 6: Tepelné čerpadlo země-voda s vrtem [9]

Mezi hlavní výhody čerpadla s vrtem patří:

- dlouhá životnost čerpadla i vrtu
- bezhlučnost a bezúdržnost
- nižší spotřeba energie než u vzduchových čerpadel
- stabilní výkon a vysoký topný faktor i za extrémně nízkých venkovních teplotách

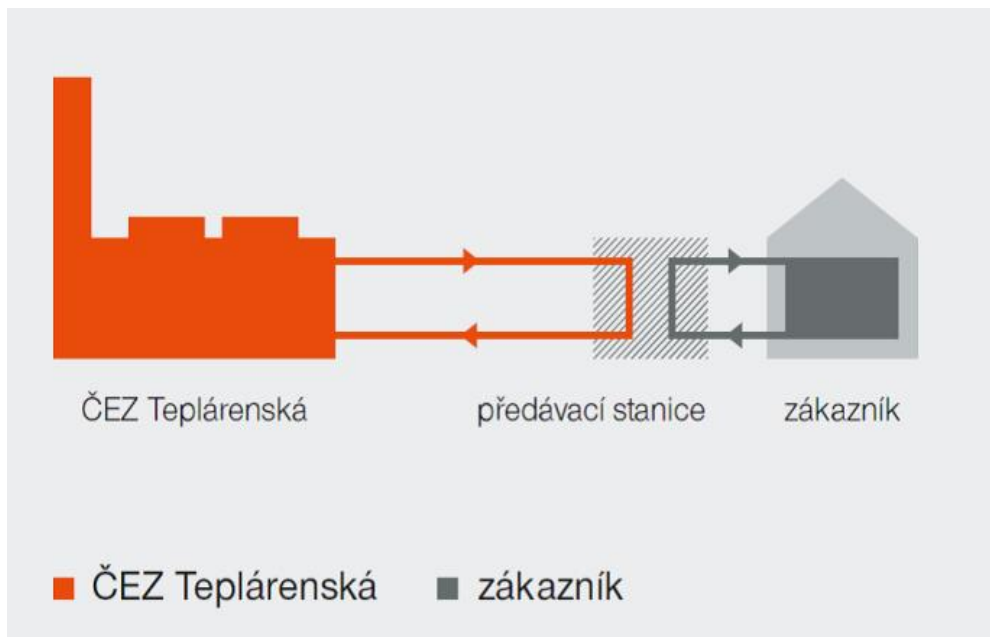
Mezi hlavní nevýhody čerpadla s vrtem patří

- vyšší investiční náklady na pořízení vrtu
- nutné vyřízení stavebního povolení pro montáž vrtu

5 Centrální zásobování teplem

Jedná se o systém zajišťující centrální výrobu tepla v jednom nebo více zdrojích a následný rozvod vyrobeného tepla tepelnými sítěmi odběratelům. [11]

Celý systém funguje na postupu, kdy ve zdroji tepla se vyrábí energie, která je přenášena primárním topným médiem do předávací stanice, v které se ohřívá sekundární topné médium ohřívající daný objekt.



Obrázek 7: Schéma centrálního zásobování teplem [12]

Výroba tepla probíhá v několika typech zdrojů:

- výtopna – dochází ke spalování paliva v kotli, při kterém dochází k ohřevu vody (účinnost 90 %), absence výroby elektřiny
- teplárna – dochází k výrobě elektřiny (18 %) a tepla (72 %), ztráty energií 10 %
- paroplynová teplárna – využívá k výrobě tepla a elektřiny chemickou a kinetickou energii plynů. Souhrnná účinnost až 85 % (teplo 38 % a elektřina 47 %)
- kogenerační motor – plyn je spalován a pomocí generátoru je vyráběna energie. Pomocí chlazení spalin se vyrábí teplo. Účinnost se pohybuje až na 97 % (40 % energie na elektřinu a 57 % na teplo)

[11]

Předávací stanice dělíme z hlediska typu primárního a sekundárního média:

- pára-pára
- pára-voda
- voda-pára
- voda-voda

Výměníky tepla dělíme podle způsobu předávání tepla:

- rekuperační – Primární a sekundární teplotonosná látka nepřichází spolu do kontaktu, protože jsou vzájemně odděleny pevnou teplosměnnou plochou.
- regenerační – Teplotonosné látky střídavě obtékají teplosměnnou plochu, která má velkou akumulaci schopnost.
- směšovací – teplosměnná plocha chybí a primární teplotonosná látka se přímo mísí se sekundární. Přenášejí se tlakové poměry z primární sítě.
- [13]

Mezi hlavní výhody centrálního zásobování teplem patří:

- ovladatelnost, nenáročnost
- šetrnost k životnímu prostředí
- cena
- bezpečnost, spolehlivost

Mezi hlavní nevýhody centrálního zásobování teplem patří:

- nutná existence sítě centrálního zásobování
- závislost na jednom dodavateli

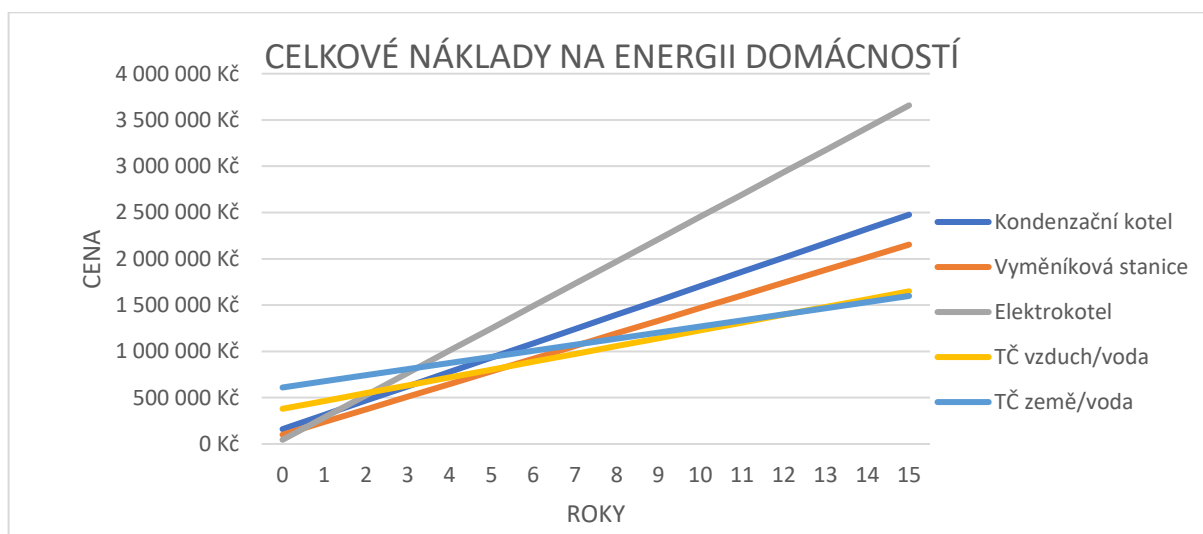
6 Porovnání cen zdrojů tepla

BYTOVÝ DŮM (ZDROJ 34 kW)	Kondenzační kotel	elektrokotel	TČ vzduch/voda	TČ země/voda	Výměníková stanice
Kotel/čerpadlo	40 000 Kč	25 000 Kč	300 000 Kč	430 000 Kč	55 000 Kč
Zásobník	20 000 Kč	20 000 Kč	20 000 Kč	20 000 Kč	20 000 Kč
montáž kotelny	40 000 Kč		60 000 Kč	60 000 Kč	25 000 Kč
komín	15 000 Kč	-	-	-	-
rozvody plynu	15 000 Kč	-	-	-	-
přívod plynu	30 000 Kč	-	-	-	-
Plošný kolektor	-	-	-	100 000 Kč	-
CENA CELKEM	160 000 Kč	45 000 Kč	380 000 Kč	610 000 Kč	100 000 Kč

Tabulka 1: Orientační investiční náklady

POPIS NÁKLADŮ	zemní plyn	elektřina	TČ vzduch/voda	TČ země/voda	CZT
vytápění/rok	68 659 Kč	114 917 Kč	36 930 Kč	27 293 Kč	62 884 Kč
teplá voda/rok	68 430 Kč	114 532 Kč	36 269 Kč	27 201 Kč	62 695 Kč
vaření, svícení atd.	13 138 Kč	7 094 Kč	7 094 Kč	7 094 Kč	7 094 Kč
paušály/rok	4 214 Kč	4 320 Kč	4 320 Kč	4 320 Kč	4 214 Kč
CELKOVÉ NÁKLADY NA ENERGII DOMÁCNOSTI	154 441 Kč	240 863 Kč	84 613 Kč	65 908 Kč	136 887 Kč

Tabulka 2: Orientační provozní náklady [14]



Obrázek 8: Orientační celkové náklady na energii domácností

7 Distribuce tepla ve v bytovém domě

Teplonosné látky přenášejí teplo ze zdroje tepla do vytápěných místností. Teplonosná média lze dělit na parní, vodní a teplovzdušné. Parní a teplovzdušné soustavy se pro tuto studii uvažovat nebudou. Parní systém se řadí mezi historické soustavy a je uvažováno vysokých teplot otopných ploch. Teplovzdušné soustavy vytápění patří mezi složitější soustavy, musí mít větší dimenzi potrubí kvůli nižší měrné tepelné kapacitě vzduchu.

[13]

7.1 Vodní otopné soustavy

Oběh vody v soustavě lze dělit na nucený a přirozený.

Přirozený oběh vody vzniká na základě rozdílných hustot přírodní a vratné otopné vody. Mezi výhody přirozeného oběhu patří, že je nezávislý na elektrické energii a rychlý zátap. Mezi nevýhody patří omezené umístění otopných těles (tělesa musí být vždy umístěna nad kotlem), velké průměry potrubí. Vhodné využití pro rodinné domky s nekomplikovaným půdorysem a jednoduchými potrubními sítěmi. Pro moderní způsoby vytápění s požadavkem na pružnou regulaci a rychlý zátap se přirozený oběh nehodí.

Nucený oběh vody je vyvolán dopravním tlakem oběhového čerpadla. Je schopen přenášet daleko větší tlakové ztráty oproti přirozenému oběhu. Soustava je daleko lépe regulovatelná. Pro bytové domy se využívá nejčastěji nucený oběh vody.

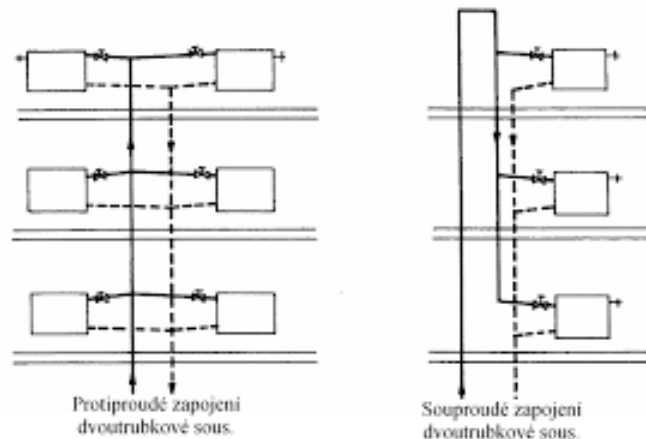
[2]

Z hlediska propojení jednotlivých těles rozlišujeme dvoutrubkové a jednohubkové soustavy.

7.1.1 Dvoutrubkové otopné soustavy s nuceným oběhem

U dvoutrubkové soustavy jsou tělesa propojena vzájemně přívodním a vratným potrubím. Podle vzájemného vztahu vedení přívodního a odvodního potrubí rozlišujeme souprouté a protiproudé zapojení soustav.

[13]



Obrázek 9: Schéma dvoutrubkové otopné soustavy [15]

Protiproudé zapojení

Vratné potrubí je vedeno po stejné trase jako přívodní akorát v opačném směru. Délka jednotlivých topných okruhů se mění na vzdálenosti jednotlivých otopných těles. Jsou znevýhodněna tělesa daleko od zdroje tepla.

Souprouté zapojení

Vratné potrubí je vedeno souběžně s přívodním tak, že součet přívodního a odvodního potrubí pro každé topné těleso je konstantní. Mezi nevýhody patří, že rozvod musí být veden po obvodu. Daleko vyšší spotřeba materiálu než u protiproudého.

[13]

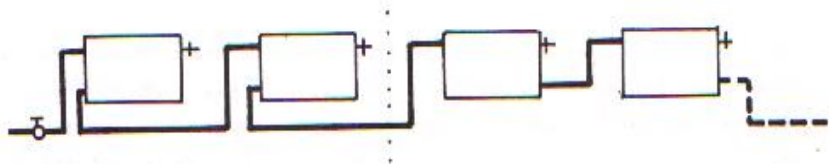
7.1.2 Jednotrubkové otopné soustavy s nuceným oběhem

U jednotrubkového rozvodu platí, že topná voda proudí jednotlivými tělesy v pořadí podle připojení. U dalších zapojených tělesech se teplota topné vody snižuje. Je nutné zvyšovat topnou plochu dalších těles zapojených v sérii tak, aby měly dostatečný tepelný výkon.

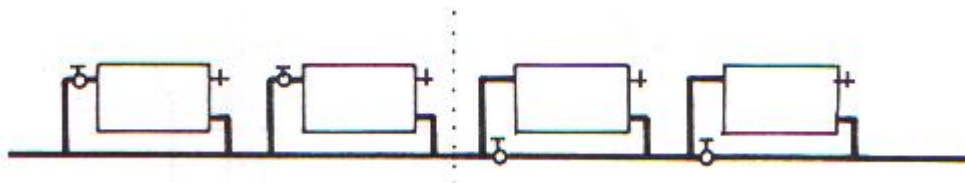
Mezi výhody jednotrubkových soustav patří jednoznačná úspora materiálu. Mezi nevýhody patří velmi složitá regulace a vyšší náklady na armatury u otopných těles.

Jednotlivé typy zapojení otopných těles u jednotrubkové soustavy lze dělit na: průtočné, jezdecké, a čtyřcestnou armaturou.

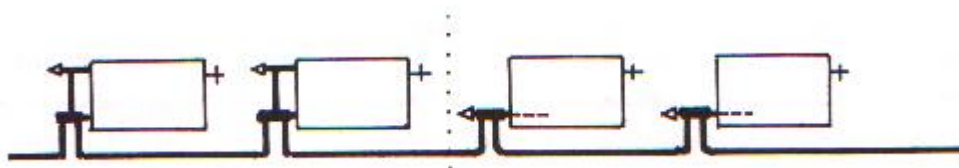
[13]



Obrázek 10: Schéma průtočného zapojení [16]



Obrázek 11: Schéma jezdeckého zapojení s obtokem [17]



Obrázek 12: Schéma zapojení se čtyřcestnou armaturou [18]

7.1.3 Dělení soustav z hlediska umístění ležatého rozvodu

Z hlediska umístění ležatého rozvodu lze soustavy dělit se spodním, horním nebo kombinovaným rozvodem topné vody.

Spodní rozvod topné vody:

Hlavní rozvod topné vody je umístěn v nejnižším podlaží převážně v podhledu, či v podlaze, který je napojen na stoupačky napojující zbylé podlaží.

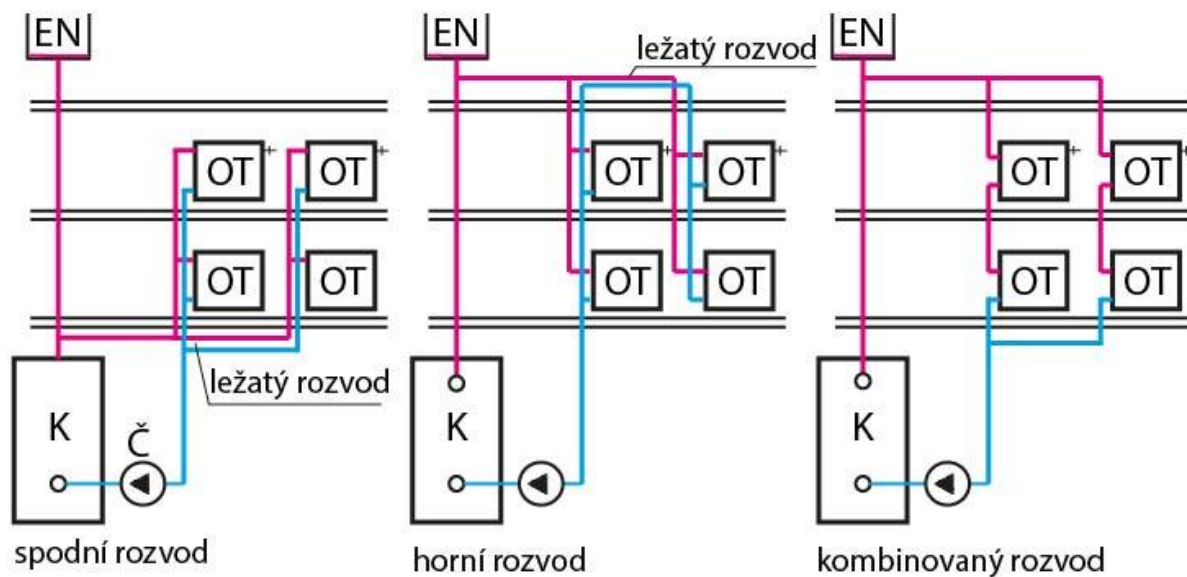
Horní rozvod topné vody:

Tento rozvod je vhodný převážně pro nepodsklepené budovy nebo budovy, které nemají vhodnou dispozici z hlediska světlé výšky. Předpokladem je nucený oběh topné vody. Při vedení rozvodů po nevytápěné půdě je nebezpečím zvýšené riziko zamrznutí soustavy.

Kombinovaný rozvod topné vody:

Používá se spíše výjimečně. Vhodné tam, kde je možné vést ležaté rozvody jak v nejnižším, tak nejvyšším podlaží.

[13]



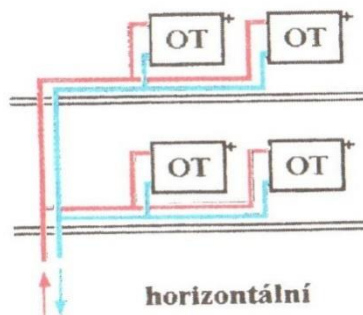
Obrázek 13: Schéma zapojení ležatého rozvodu [19]

7.1.4 Způsoby vedení přípojek k tělesům

Podle způsobu vedení rozvodu, na který jsou napojeny přípojky otopných těles rozlišujeme soustavy horizontální, vertikální a hvězdicové.

Horizontální soustavy

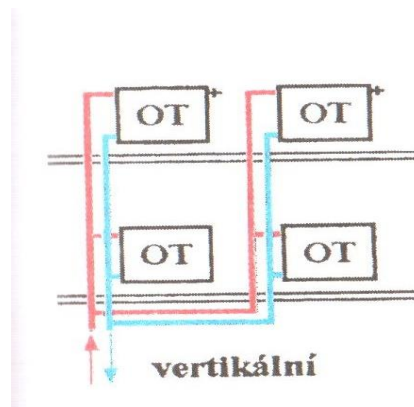
Vyznačuje se minimálním počtem stoupacích potrubí. Na stoupačky jsou napojena podlažní ležaté rozvody. Zvláštním případem horizontální otopné soustavy jsou etážové soustavy, kdy zdroj, rozvod i otopná tělesa jsou umístěna na jednom podlaží.[13]



Obrázek 14: Schéma horizontální soustavy [20]

Vertikální soustavy

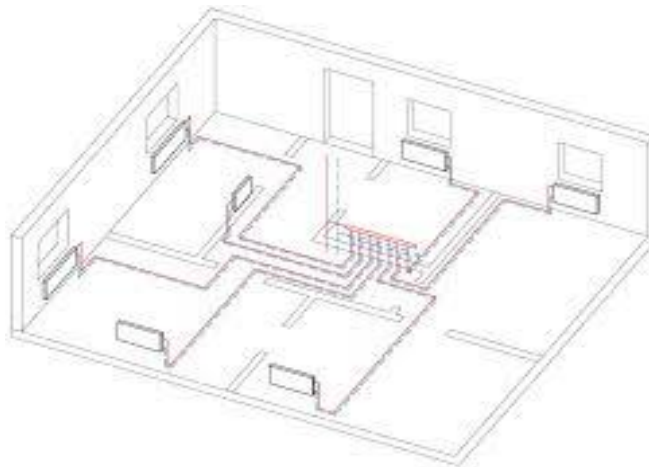
U vertikálních soustav převažují stoupačky, na která jsou přímo napojena otopná tělesa.



Obrázek 15: Schéma vertikální soustavy [21]

Hvězdicová soustava

V každém podlaží je patrový rozdělovač a sběrač, který je napojen na stoupačku. Z patrové rozdělovače jsou vyvedeny jednotlivé rozvody do každého otopného tělesa. Rozdělovače jsou umístěny většinou ve vyrovnávací betonové vrstvě. Především se využívají plastové rozvody.



Obrázek 16: Schéma hvězdicové soustavy [22]

8 Materiály rozvodů

Pro rozvody vytápění se nejčastěji vyrábí trubky ocelové, měděné nebo plastové.

8.1 Ocelové potrubí

Ocelové potrubí se spojuje pomocí svařování nebo elektrickým obloukem. Pro větší průměry jsou voleny hladké bezešvé trubky.[23]

8.2 Měděné potrubí

Měděné potrubí se dělí na tvrdé, poloměkké a měkké. Potrubí má velkou pevnost, takže potrubí má malou tloušťku stěn. Ke spojování potrubí dochází pomocí pájení, svařování a lisovanými spoji. Oproti ocelovému potrubí odolává proti korozi. Vnitřní povrch trubek je hladší než u ocelového potrubí, tudíž má nižší tlakové ztráty třením.[23]

Měděné potrubí má o 40 % vyšší tepelnou roztažnost oproti potrubí ocelovému. Oproti plastovému potrubí je tepelná roztažnost daleko nižší. [2]

8.3 Plastové potrubí

Používané typy plastů pro teplovodní vytápění:

- chlorované PVC
- vrstvená potrubí s kovovou vložkou
- PVDF (polyvinylidenfluorid)
- polybuten
- statický polypropylen

Spojování plastových potrubí se provádí svařováním natupo nebo mechanickými spojkami. Plastové potrubí má nižší životnost a větší teplotní roztažnost oproti měděnému a ocelovému potrubí. Montáž plastových potrubí je rychlejší a snazší. Plastové potrubí je nejvhodnější použít pro hvězdicové soustavy. Příliš se nehodí pro vertikální soustavy se spodním rozvodem.

[23]

9 Otopná tělesa

Otopná tělesa lze rozdělit na:

Konvekční:

- článková
- desková
- trubková
- konvektory

Sálavé otopné plochy

- podlahové
- stěnové
- stropní

Teplovzdušné jednotky

Lokální topila

- přímotopná, akumulární, hybridní elektrická topidla
- topidla na plynná, kapalná nebo pevná paliva

[2]

9.1 Otopná tělesa

K vytápění místností slouží otopná tělesa. Těleso předává teplo do prostoru vedením, konvekcí a sáláním v různých poměrech záviselých na typu. Výkon otopného tělesa musí pokrýt celkovou tepelnou ztrátu místnosti. [2]

Otopná tělesa se nejčastěji umísťují na nejvíce ochlazovanou stěnu pod okno. Chladný vzduch, který prochází skrz spáry v oknech, klesá k podlaze a je zahříván pomocí tělesa. Jednotlivé dimenze otopných těles závisí na výšce parapetu, optimální šířka tělesa by měla být okolo 80-100 % šířky okna, výška nad podlahou by měla být alespoň 100-200 mm. Jestliže je v místnosti více oken, navrhujeme otopné těleso pod každé z nich.

9.1.1 Článeková otopná tělesa

Jsou složena z jednotlivých článků. Článeková tělesa jsou nejčastěji ocelová, litinová nebo ze slitin hliníku. Vyskytují se hlavně ve staré zástavbě a v nynější době jsou především nahrazena deskovými otopnými tělesy. Životnost těles je poměrně vysoká (litinová až 50 let, ocelová 20 let). Využívají se především v teplovodních soustavách.

[13]



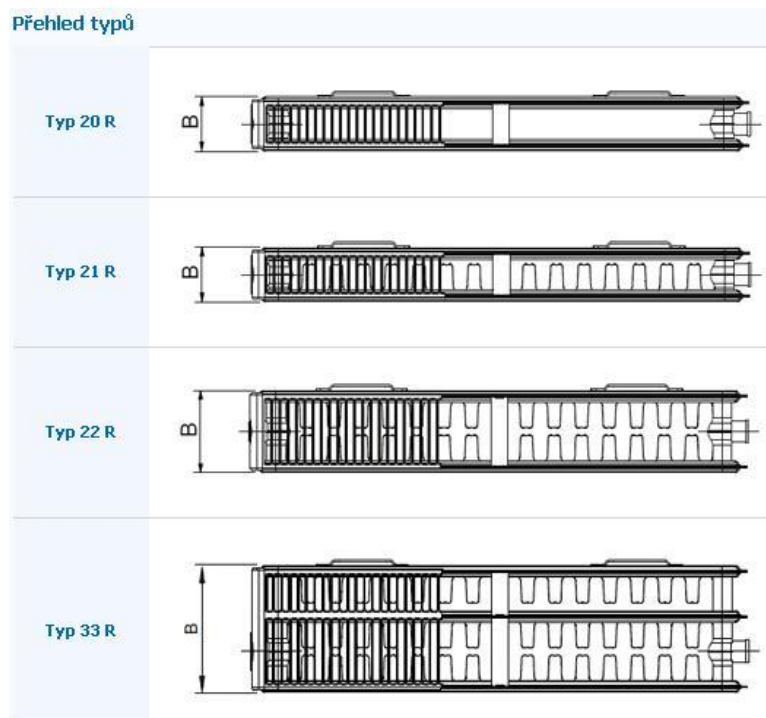
Obrázek 17: Článekové otopné těleso [24]

Nevýhodou těchto otopných těles je, že obsahují velký objem vody a tím neumožňují pružnou reakci na regulační zásah.

9.1.2 Desková otopná tělesa

Tělesa jsou vyrobena z lisovaných ocelových plechů spojených svary. Jsou provedena v jednořadém, dvouřadém a třířadém provedení. Desková otopná tělesa jsou určena jak pro dvoutrubkové soustavy, tak pro jednotrubkové soustavy. Mají malý objem vody, což je úspornější a mají rychlý regulační zásah. Napojení na rozvod topné vody je zespolu z levé nebo z pravé strany, obsahují zabudovaný termostatický ventil s přednastavením. Mezi nejpoužívanější desková otopná tělesa patří Radik klasik a Radik Ventil kompakt.

[2]

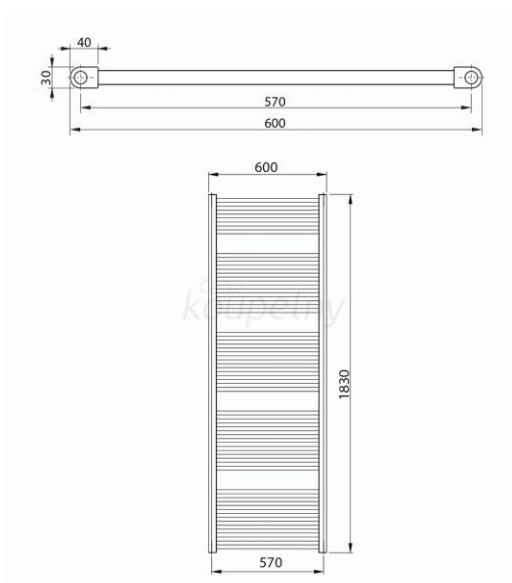


Obrázek 18: Deskové otopné těleso [25]

9.1.3 Trubková otopná tělesa

Tato tělesa jsou tvořena vodorovným nebo svislým trubkovým hadem. Tělesa jsou svařovaná z ocelových trubek hladkých nebo žebrových. Jedna boční komora plní úlohu sběrače, druhá svislá komora plní funkci rozdělovače. Připojení na otopnou soustavu je různé. Nejvíce používané je spodní středové nebo spodní rohové. Mezi nejvíce používaná trubková otopná tělesa patří koupelňové žebříky.

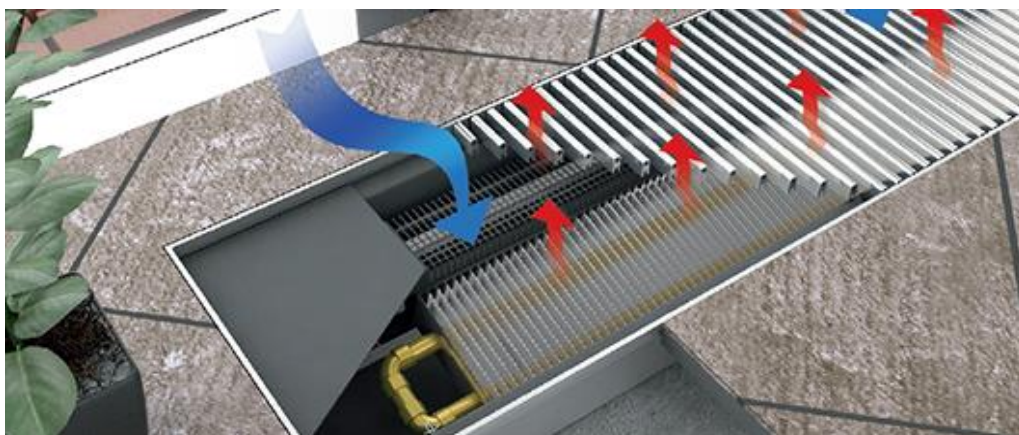
[2]



Obrázek 19: Trubkové otopné těleso [26]

9.1.4 Konvektory

Konvektory se obvyklé skládají z výměníku tepla a skříně, která obsahuje mřížku pro proudění vzduchu. Často bývají vybaveny ventilátorem, aby se zvýšil jejich tepelný výkon. Konvektory se vyrábí ve stavebních výškách od 63 do 450 mm. Maximální délka vany bývá nanejvýš 3000 mm. Oproti standartním radiátorům disponují nižším vodním objemem (až o 90 %) oproti klasickým deskovým otopným plochám.[13]



Obrázek 20: Zapuštěný konvektor [27]

Konvektory dělíme podle umístění na:

- skříňové – dodávány jako celek, případně část jejich skříně může tvořit stěna stavební konstrukce nebo zařízení interiéru
- soklové – situovány do nízké skříně u podlahy. Jsou osazovány pod nízký parapet po celé jeho délce
- zapuštěné – skříně jsou součástí stavby (většinou podlahy). Většinou je konvektor umístěn v podlaze pod oknem nebo francouzským oknem a je zakryt nášlapnou krycí rohoží.

[13]

Mezi hlavní výhody konvektorů patří:

- estetický vzhled
- nízká hmotnost, malý obsah vody
- rychlá odezva na zátop a regulace

Mezi hlavní nevýhody konvektorů patří:

- malý podíl tepla sdíleného sáláním
- zvýšené nároky na čištění výměníků a skříně

9.2 Sálavé otopné plochy

Pracují při daleko nižších pracovních teplotách oproti konvekčním tělesům. Teploty v místnostech, které jsou vytápěny pomocí sálavých ploch, jsou daleko rovnoměrnější

oproti otopným tělesům. Sálavé plochy lze rozdělit dle typu stavební konstrukce na podlahové, stěnové a stropní.

[2]

9.2.1 Podlahové vytápění

Důležitým základním prvkem, kde podlahové vytápění použít, je vhodná stavba s tepelnotechnickými vlastnostmi, dostatečně velká plocha podlah a vhodná podlahová krytina. [2]

Mezi nejvhodnější podlahové krytiny jsou s vyšší tepelnou vodivostí. Mezi takové patří keramické dlažby, či desky z přírodního nebo umělého kamene. Maximální povrchová teplota podlahy je 29 °C pro obytné prostory a 35 °C pro okrajové zóny. [2]

Tepelným médiem je topná voda o maximální teplotě 50 °C. Teplotní spád se pohybuje maximálně 10 °C. Z hlediska technologického provozu se rozlišují systémy s mokrým procesem (podlahové okruhy se zabetonovávají) nebo suchým procesem (bez betonáže, systémy z prefabrikovaných prvků). [28]

Nejčastěji používaný trubní materiál je síťovaný polyetylen – PE-X. Životnost rozvodů se pohybuje okolo 50 let.

Tepelný výkon podlahové plochy závisí na teplotě vzduchu v místnosti, teplotním spádu topné vody, typu materiálu rozvodu, rozteči trubek. V obytných místnostech je obvyklá rozteč okolo 200 mm, v koupelnách okolo 100 mm. V místech okolo ochlazovaných obvodových stěn se volí menší rozteč, aby se vytvořila okrajová zóna. Podlahové vytápění se neumísťuje pod pevně zabudované zařizovací předměty (vany) i pod kuchyňské linky, či nábytek. [28]

Jednotlivé topné okruhy se napojují na rozdělovací stanici podlahového vytápění, která je umístěná nejlépe uprostřed dispozice.



Obrázek 21: Podlahové vytápění [29]

Podlahové vytápění se nejvíce hodí k nízkoteplotním zdrojům tepla (kondenzační kotel, tepelné čerpadlo nebo solární zdroj).

Mezi hlavní výhody podlahového vytápění patří:

- teplá zóna je u podlahy – není zima na nohy
- montáž rychlá a jednoduchá
- větší užitná plocha místnosti (nezabírají radiátory)
- tepelné pohody je dosaženo při nižší teplotě než u konvekčních otopných těles
- rozložení teplot vzduchu ve vytápěné místnosti je lepší než u konvekčních tělesech
- úspora tepelné energie
- minimalizuje se víření prachu – vhodné pro osoby s alergiemi

Mezi hlavní nevýhody podlahového vytápění patří:

- dlouhá tepelná setrvačnost – podlaha ještě dlouho hřeje po vypnutí
- vyšší pořizovací cena (1 m² bez podlahové krytiny a betonáže za 800–1000 Kč)
- nutná velmi poctivá práce – zabetonované trubky nelze opravovat
- vhodná volba podlahové krytiny

[30]

9.2.2 Stěnové vytápění

Stěnové vytápění má podobné přednosti jako vytápění podlahové. Jedná se o nízkoteplotní vytápění. V místnostech, kde je stěnové vytápění použito, je minimalizována cirkulace vzduchu. Teplotu vzduchu v interiéru je možné snížit o 2-3 stupně při zachování stejné tepelné pohody. [2]

Podle způsobu aplikace je možné dělit stěnové vytápění na mokré a suché.

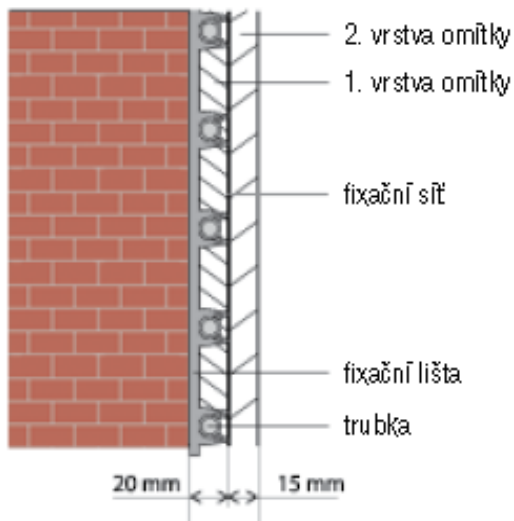
U mokrého procesu se trubky upevňují do lišt, které jsou přichyceny k nosné stěně. Povrchovou úpravou mokrých aplikací je vyztužená omítka (vápenná, cementová, vápenosádrová) s minimální krycí vrstvou 10 mm. [28]

U suchého procesu jsou trubky předem uloženy v sádrovláknitých deskách, které jsou připojeny na stěny pomocí dřevěných rámu, či kovových profilů. [28]

Na stěnové vytápění se používají podobné plastové potrubní materiály jako na podlahové. Jedná se o PE-X, polybuten.

Maximální teplota povrchu stěn by neměla přesáhnout 40 °C. Vytápění se instaluje na vnitřní část vnější obvodové stěny. Stěny, které jsou použity pro stěnové vytápění, by měly zůstat volné (žádný nábytek). [2]

Aplikace stěnových sálavých těles může být rozdílná. V případě nízké teplotní ztráty může krýt celou tepelnou ztrátu. Může být také využito v kombinaci s podlahovým vytápěním nebo s otopnými tělesy.



Obrázek 22: Skladba stěnového vytápění[31]



Obrázek 23: Stěnové vytápění [32]

Mezi hlavní výhody stěnového vytápění patří:

- úspora energie
- větší užitná plocha místností
- tepelné pohody je zajištěno při nižší teplotě než u konvekčních tělesech
- minimalizace vlhkostí stěn, odstranění plísní a mikroorganismů
- rychlá reakce na regulační zásah oproti podlahovému vytápění
- menší dimenze trubek než u podlahového – menší objem vody

Mezi hlavní nevýhody stěnového vytápění patří:

- není možné umístit nábytek před vytápěnou stěnu
- vyšší míra opatrnosti při montáži obrázků, poliček atd.
- vyšší cena oproti podlahovému vytápění

[30]

9.2.3 Stropní vytápění

Využívá se především v takových situacích, kde jsou požadavky na podlahové krytiny s nízkou tepelnou vodivostí (masivní dřevěné podlahy, silné koberce). Využití je také v místnostech, kde jsou velká okna, nebo kde nejsou schopny být použity radiátory. Stropní vytápění se provádí většinou suchou technologií. Potrubí je vedeno v podhledu a zakryto sádkartonovými deskami. [28]

Potrubí je voleno nejčastěji plastové PE-X.

Ve srovnání s podlahovým vytápěním se nekladou nároky na povrchovou teplotu stropu. Z hlediska dispozičního řešení se stropní vytápění může umístit kdekoli.



Obrázek 24: Stropní vytápění [33]

Mezi hlavní výhody stropního vytápění patří:

- velmi rychlá reakce na regulační podnět
- suchá montáž-z hlediska následujících oprav výhodnější
- dochází k minimální cirkulaci vzduchu
- v létě může být využito i jako stropní chlazení

Mezi hlavní nevýhody stropního vytápění patří:

- nelze využít při nižších světelných výškách místností
- vyšší pořizovací náklady

[28]

10 Vyhodnocení, závěr

Vybrat vhodný zdroj vytápění, typ otopných těles atd., je složitý problém a nelze jednostranně říci, že právě tohle je nejlepší a nejvýhodnější řešení. Každý bytový dům nám umožňuje použít jiný systém vytápění. V následujících podkapitolách budou rozepisovány části systému vytápění a jejich jednotlivé porovnávání podle dílčích parametrů.

10.1 Vyhodnocení studie

Zdroje tepla

- využití

Při vyšších energetických nárocích budovy (tepelné ztráty) se více hodí zdroje tepla s vyšším výkonem (kotle na zemní plyn výměňkové stanice). Tepelná čerpadla a elektrokotle pracují ekonomicky pro tepelně úsporné budovy.

- cena

Pomocí výpočtů na celkové náklady domácností, kde byly zahrnuty provozní a pořizovací náklady zdroje tepla vychází nejlépe tepelná čerpadla „země – voda“, nejdražší jsou elektrokotle.

- ekologie

Z ekologického hlediska se nejšetrněji k životnímu prostředí chovají tepelná čerpadla, která využívají jen část elektrické energie. Nejhorší k životnímu prostředí jsou kotle na zemní plyn, či centrální zásobování teplem.

Zdroje tepla + otopná tělesa

- použití

Pro otopná tělesa, které pracují s vyšší teplotou topné vody, je vhodné navrhnout takový zdroj, který bude mít vyšší výkon. Mezi takové se řadí zdroje na zemní plyn nebo výměňkové stanice.

Pro sálavé otopné plochy, v nichž obíhá topná voda s nižší teplotou, je vhodné navrhovat zdroje tepla jako tepelná čerpadla nebo elektrokotle.

Distribuce

- oběh vody

V dnešní době se primárně navrhují soustavy s nuceným oběhem vody. Soustava dokáže překonat daleko větší tlakové ztráty a je lépe regulovatelná oproti přirozenému oběhu vody

- umístění ležatého rozvodu

Ležatý rozvod potrubí je volen převážně spodní nebo horní. Typický pro bytové domy je spodní rozvod vedený v podhledu. V suterénu je umístěn zdroj vytápění.

Horní rozvod topné vody je vhodný tehdy, pokud je zdroj vytápění umístěn v posledním podlaží, či na střeše. Dále je horní rozvod možné zvolit tehdy, pokud světlá výška nedovoluje umístit ležatý rozvod v podhledu v prvním podlaží.

- typ soustavy

V nových bytových domech se volí převážně dvoutrubkové soustavy, které jsou schopnější lépe regulovat. Jednotrubkové mají výhodu zejména úspory materiálu.

- vedení přípojek k tělesům

Horizontální soustavy se vyznačují minimálním počtem stoupaček, která jsou vedena převážně v šachtách. Vertikální zase maximálním počtem stoupaček. Vertikální soustavy se vyznačují úsporou materiálu. Nevýhodou je velké množství bouracích prací při sekání drážek pro potrubí. Pokud není možné vést potrubí ve stěně, je nutné vytvořit předstěny.

Materiál potrubí

- cena

Z hlediska cen za metr vychází plastová potrubí nejlevněji.

- využití

Využití jednotlivých materiálů potrubí závisí především na půdorysu rozvodu potrubí. Plastové potrubí se vyznačuje velkou rychlostí spojování potrubí. Ocelová a měděná potrubí je vhodné volit pro potrubí vedené po obvodu budovy, bez složitých T-kusů.

Otopná tělesa

Velmi složitá otázka, zda zvolit otopná tělesa, či sálavé topné plochy, nebo dokonce kombinaci těchto dvou systémů.

- cena

Co se týče investičních nákladů otopná tělesa a sálavé plochy vycházejí téměř stejně. Kombinovaný systém je nejdražší. Z hlediska provozních nákladů jsou levnější sálavé plochy, jelikož pracují s nižší teplotou topné vody.

- tepelná pohoda

Z hlediska tepelné pohody je výhodnější volit sálavé plochy. Rozvržení teplot v celé místnosti je konstantnější oproti otopným tělesům. Výhodný je také pocit tepla pro nohy u podlahového vytápění.

- dispoziční řešení

Sálavé typy vytápění zvyšují užžitnou plochu místnosti, která by zabírala otopná tělesa. Před montáží podlahového, či stěnového vytápění je nutné znát rozložení nábytku, kuchyňské linky atd. Není možné u podlahového vytápění volit dřevěné masivní podlahové krytiny, jelikož nevedou příliš tepla. Při případných rekonstrukcích je nutné s těmito požadavky počítat.

- Regulace systému

Sálavé plochy mají oproti otopným tělesům velmi pomalý regulační zásah. Stále topí i několik hodin po vypnutí systému. Může docházet k přetápění místností a narušení tepelné pohody. U otopných těles je regulace jednodušší a rychlejší pomocí termostatických hlavic.

10.2 Závěr z hlediska projektu:

Jako zdroj tepla byl zvolen plynový kotel, jelikož plynovod probíhá nedaleko bytového domu. Vytápění pomocí centrálního zásobování teplem není možné, jelikož se poblíž objektu nevyskytuje. Elektrokotel a tepelné čerpadlo nebylo zvoleno, jelikož objekt vykazuje celkem vysokou roční potřebu tepla.

V bytovém domě byla zvolena otopná tělesa z důvodu použití kotle na zemní plyn s vyšší teplotou topné vody (65/55 °C) a snadným regulačním zásahem. Kombinace otopných těles a sálavých ploch nebyla zvolena z hlediska složité regulace soustavy a jedná se o nejnákladnější systém vytápění. Samostatné sálavé plochy nejsou uvažovány díky již zmíněnému zdroji tepla a zvýšené tepelné setrvačnosti (2-3 hodiny).

Byla zvolena dvoutrubková soustava s nuceným oběhem vody. Ležatý rozvod je umístěn v podhledu v 1.NP, jelikož i technická místnost je umístěna ve stejném podlaží a světlá výška je dostatečná. Je zvolen horizontální rozvod topné vody. Stoupačky jsou umístěny v šachtách. Vertikální soustava nebyla zvolena, kvůli případnému narušení dělicích, či obvodových stěn nebo montáži předstěn.

Jako materiál potrubí bylo zvoleno plastové potrubí. Hlavním důvodem byla cena. Dalším důvodem i půdorysné vedení a celkově jednoduché a rychlé spojování potrubí.

11 Použitá literatura

- [1] *Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
- [2] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. Holandská 3,639 00 Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3329-3.
- [3] *Kotle plynové kondenzační - ekologie a vysoká účinnost topení* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/kondenzacni.php>
- [4] *Co je to elektrokotel, jak funguje, výhody a nevýhody* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/clanky/co-je-to-elektrokotel-jak-funguje-vyhody-a-nevyhody>
- [5] *Tepelné čerpadlo: Jak funguje?* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3184.tepelne-cerpadlo-jak-funguje>

- [6] *Princip tepelného čerpadla* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.revel-pex.com/princip-tepelneho-čerpadla.html>
- [7] *Tepelné čerpadlo vzduch/voda* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <http://www.tckuchar.cz/tepelna-čerpadla/tepelne-čerpadlo-vzduch-voda/>
- [8] *Tepelná čerpadla země/voda - plocha* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-čerpadla-zeme-voda-plocha>
- [9] *Tepelná čerpadla země/voda* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <http://www.topeni-chlazení.cz/tepelna-čerpadla-zeme-voda/>
- [10] *Tepelná čerpadla země/voda-vrt* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-čerpadla-zeme-voda-vrt>
- [11] *Jak funguje soustava centrálního zásobování teplem v ČR* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/jak-funguje-soustava-centralniho-zasobovani-teplem-v-cr>
- [12] *Dodávka tepla z CZT (centrální zásobování teplem)* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.cezteplarenska.cz/cs/teplo-a-chlad/z-centralnich-teplarenskych-soustav%22>
- [13] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-8076-020-9.
- [14] *Nová zelenám úsporám* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <http://www.mojecerpadlo.cz/kalkulator.asp>
- [15] *Protiproudá a souproudá soustava* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/~vavrirom/Kurz%20Vytapeni/Sylabus%20-%20Otopne%20soustavy%20teplovodni%20-%20%20Kurz%20vytapeni.pdf>
- [16] *Průtočné schéma zapojení*. In: TZB pro FBI [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/pict/560.png>
- [17] *Zapojení otopných těles s obtokem*. In: TZB pro FBI [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/pict/561.png>
- [18] *Zapojení otopných těles se čtyřcestnou armaturou*. In: TZB pro FBI [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/pict/562.png>

- [19] Umístění ležatých rozvodů otopných soustav. In: *Teoretická část vytápění* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/170/04.html>
- [20] *Horizontální soustava* [online]. In: . [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/15238/horizont_in_otopn_soustava.jpg
- [21] *Vertikální soustava* [online]. In: . [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/15237/content_vertik_in_otopn_soustava.jpg
- [22] Hvězdicová soustava. In: *Otopné soustavy* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/55071/62951/650284/priloha001.pdf>
- [23] *Rozvody teplovodních soustav a jejich materiály* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.snizujeme.cz/clanky/rozvody-teplovodnich-soustav-a-materialy/>
- [24] *Otopná tělesa-radiátory pro vytápění místností* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/otopna-telesa.php>
- [25] *Radiátory KORADO RADIK KLASIK-R* [online]. In: . [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.topeni-koupelny.cz/radiatory/radiatory-deskove/radiatory-korado/radiatory-korado-radik-klasik-r/>
- [26] *Korado KORALUX LINEAR CLASSIC trubkové otopné těleso* [online]. In: . [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.ceske-koupelny.cz/zbozi-30305/korado-koralux-linear-classic-trubkove-otopne-teleso/31429>
- [27] *Korado konvektory* [online]. In: . [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/sk-sekce/konvektory.html>
- [28] ING. POČINKOVÁ, Marcela. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení*. Brno, 2007. ISBN 978-80-7366-085-7.
- [29] *Podlahové vytápění ve starém domě* [online]. In: . [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.eurosystemy.cz/novinky/podlahove-topeni-ve%20starem-dome-130/>
- [30] DUFKA, Jaroslav. *Vytápění domů a bytů II*. Praha: Grada Publishing, spol., 1999. ISBN 80-7169-826-1.

- [31] *Skladba konstrukce stěnového vytápění* [online]. In: . [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/9373-instalace-stenoveho-vytapani-ivartrio>
- [32] *Stěnové vytápění* [online]. In: . [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: https://homebydleni.cz/bydleni/koupelny/plosne-stenove-topeni-do-koupelny/attachment/de_pr_20130906_strahlungswaerme_01/
- [33] *Stropní vytápění* [online]. In: . [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://365dnidoma.com/stavba-materialy/zkuste-stropni-vytapani-a-chlazení/>
- [34] *Elektrokotel: Vyplatí se? A jak vybrat ten nejlepší?* [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/elektrokotel>

12 Seznam obrázků

Obrázek 1: Kondenzační plynový kotel [3]	- 4 -
Obrázek 2: Elektrokotel [4].....	- 5 -
Obrázek 3: Schéma tepelného čerpadla [5].....	- 6 -
Obrázek 4: Tepelné čerpadlo vzduch-voda [7]	- 7 -
Obrázek 5: Tepelné čerpadlo země-voda s plošným kolektorem [9].....	- 8 -
Obrázek 6: Tepelné čerpadlo země-voda s vrtem [9].....	- 9 -
Obrázek 7: Schéma centrálního zásobování teplem [12]	- 10 -
Obrázek 8: Orientační celkové náklady na energii domácností	- 12 -
Obrázek 9: Schéma dvoutrubkové otopné soustavy[15]	- 13 -
Obrázek 10: Schéma průtočného zapojení [16]	- 14 -
Obrázek 11: Schéma jezdeckého zapojení s obtokem [17].....	- 14 -
Obrázek 12: Schéma zapojení se čtyřcestnou armaturou [18]	- 14 -
Obrázek 13: Schéma zapojení ležatého rozvodu [19].....	- 15 -
Obrázek 14: Schéma horizontální soustavy [20].....	- 15 -
Obrázek 15: Schéma vertikální soustavy [21].....	- 16 -
Obrázek 16: Schéma hvězdicové soustavy [22].....	- 16 -
Obrázek 17: Článekové otopné těleso [24]	- 18 -
Obrázek 18: Deskové otopné těleso [25]	- 19 -
Obrázek 19: Trubkové otopné těleso [26].....	- 19 -
Obrázek 20: Zapuštěný konvektor [27].....	- 20 -
Obrázek 21: Podlahové vytápění [29]	- 21 -
Obrázek 22: Skladba stěnového vytápění[31].....	- 23 -
Obrázek 23: Stěnové vytápění [32]	- 23 -
Obrázek 24: Stropní vytápění [33]	- 24 -

13 Seznam tabulek

Tabulka 1: Cena paliv [1].....	Chyba! Záložka není definována.
Tabulka 2: Orientační investiční náklady.....	- 11 -
Tabulka 3: Orientační provozní náklady [14]	- 11 -