

Systemy vytápění stavebních objektů rodinných domů

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Bc. Petr Junga, Ph.D.

Vypracoval:
Jiří Daněk

Brno 2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Jiří Daněk**
Studijní program: Technické znalectví a pojišťovnictví
Obor: Technické znalectví a pojišťovnictví
Název tématu: **Systémy vytápění stavebních objektů rodinných domů**
Rozsah práce: 30 až 40 stran + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Na základě informačních zdrojů proveďte literární přehled o problematice systémů vytápění používaných u stavebních objektů rodinných domů.
2. Charakterizujte jednotlivé systémy vytápění používané u rodinných domů.
3. Specifikujte kritéria, která jsou hodnocena při výběru daného systému vytápění pro rodinné domy (např. tepelná ztráta objektů, podlažnost, tepelná dynamika konstrukcí atd.).
4. Zhodnoťte Vámi vybraný případ systému vytápění u rodinného domu a navrhněte vhodné další způsoby, které by u vybraného objektu mohly být použity. Jednotlivé varianty porovnejte.
5. Zjištěné skutečnosti diskutujte a stanovte závěry.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Systémy vytápění stavebních objektů rodinných domů** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 28. 5. 2015

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval za vedení bakalářské práce svému vedoucímu Ing. Bc. Petru Jungovi, Ph.D. za jeho čas, cenné připomínky a odborné vedení při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce zabývající se tématem *Systémy vytápění stavebních objektů rodinných domů* je rozdělena do pěti hlavních částí. Třetí část charakterizuje jednotlivé druhy systémů vytápění v oblasti rodinných domů. Člení se na několik dalších kapitol, které se věnují problematice objasnění základních pojmů používaných ve vytápění, dále konkretizují jednotlivé použité části a zařízení v otopných soustavách s jejich popisem.

Čtvrtá část práce je zaměřena na návrh systému vytápění v konkrétním objektu. Praktická část tuto problematiku podrobně popisuje od jejího výpočtu až po realizaci, samotnou instalaci, včetně stručného popisu objektu z hlediska stavebních konstrukcí. Další kapitolou této části práce je navržení dalších otopných systémů i s možností využití obnovitelného zdroje energie.

V poslední závěrečné části je diskutováno o návrhu stávajícího a možných budoucích systémech vytápění v tomto objektu rodinného domu.

Klíčová slova: Vytápění, otopný systém, technické zařízení budov, objekt, stavba.

ABSTRACT

This bachelor's thesis elaborates on the subject of *Heating systems of family houses' construction sites*. The thesis is divided into five main chapters.

The third chapter provides an overview of family houses' heating systems. Subchapters of this section go into further detail, i.e. explaining the key terms of the heating subject, providing a detailed description of specific components used in heating systems, etc.

The fourth chapter focuses on designing a heating system of a specific building. This chapter includes practical topics on computing the heating requirements, implementation and installation, along with providing a brief description of the object in terms of construction structures. Another subchapter focuses on designing other heating systems, along with considering the possibility of renewable energy sources.

The last chapter discusses the heating system designed for this particular building, along with considering future heating systems that could be installed in this family house.

Keywords: Heating, heating system, technical equipment of buildings, object, construction site.

OBSAH

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE	8
1.1	Úvod.....	8
1.2	Cíl práce	9
2	MATERIÁL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ	10
3	TEORETICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	11
3.1	Nejdůležitější pojmy používané ve vytápění	11
3.2	Základní části otopné soustavy	14
3.2.1	Paliva	14
3.2.2	Zdroj tepla.....	16
3.2.3	Výměník tepla.....	22
3.2.4	Potrubí.....	23
3.2.5	Otopná tělesa.....	27
3.2.6	Lokální topidla.....	32
3.2.7	Zabezpečovací systémy	33
3.2.8	Oběhová topná čerpadla.....	34
3.2.9	Komíny	35
3.2.10	Armatury	37
3.3	Členění otopných soustav	39
3.3.1	Otopná soustava.....	39
3.4	Etážový systém vytápění.....	41
3.5	Ohřev teplé vody	41
3.6	Regulace otopných soustav	42
3.6.1	Individuální regulace	42
4	PRAKTICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	43
4.1	Základní charakteristika stavebního objektu.....	43
4.2	Stavebně – technický popis konstrukcí	43

4.3	Popis jednotlivých vytápěných místností.....	44
4.3.1	Vytápěné místnosti	44
4.3.2	Nevytápěné místnosti.....	46
4.4	Návrh zdroje tepla	47
4.4.1	Tepelné ztráty objektu	47
4.5	Návrh potrubní sítě.....	51
4.5.1	Popis postupu při návrhu potrubní sítě a její dimenzování.....	51
4.6	Rozvody potrubní sítě	52
4.6.1	Rozvody potrubní sítě podlahového vytápění	52
4.7	Návrh otopných těles.....	53
4.8	Použité armatury na potrubní sítí	54
4.9	Regulace otopných těles.....	54
4.10	Finanční náročnost realizovaného systému vytápění a ohřevu TUV.....	54
4.11	Zkoušky instalovaných zařízení.....	54
4.11.1	Proplach	54
4.11.2	Zkouška těsnosti	55
4.11.3	Provozní zkoušky.....	55
4.12	Budoucí možné systémy vytápění.....	56
4.12.1	Instalace krbu s teplovodní vložkou	56
4.12.2	Instalace solárního systému pro ohřev TUV.....	56
4.12.3	Instalace solárního systému pro vytápění a ohřev TUV.....	57
4.12.4	Instalace tepelného čerpadla	58
5	DISKUZE A ZÁVĚR.....	59
	Seznam použité literatury	61
	Seznam zkratk	64
	Seznam příloh	65

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

1.1 Úvod

Obor technické zařízení budov – TZB lze zkráceně charakterizovat, jako soubor profesí zabývajících se instalací a rozvody technických částí uvnitř každého objektu. Jedná se např. o obory instalací vody, plynu, vytápění, centrálních vysavačů, klimatizace, vzduchotechniky, chlazení a kanalizace, dále o obory zaměřené na elektroinstalaci (elektrozvody, zabezpečovací techniku, osvětlení, televizní a počítačovou techniku, podporující správný chod technických zařízení apod.).

Bez výše zmíněných instalací by se v dnešní době neobešla žádná moderní budova včetně rodinných domů, starší systémy vytápění jsou nyní používány jako doplňkové nebo designové.

V teoretické části bakalářské práce je podrobně rozebrána problematika vytápění, tedy základní části otopných soustav, vedení a materiál rozvodů, instalace a jednotlivé zařízení, které se v této době používají pro vytápění rodinných domů. V obecné rovině informací jsou popsány principy vytápění průmyslových budov a dálkového vytápění, které nejsou pro vytápění RD příliš vhodné nebo se nevyužívají.

Získané informace z teoretické části jsou s využitím vybraných skutečností uvedených (v příloze č. 7 - 10) čerpány při postupu návrhu a popisu otopného systému u vybraného rodinného domu (novostavby v obci Střelice), tedy v praktické části bakalářské práce.

Tato část práce se zabývá obecnou charakteristikou a umístěním stavebního objektu, skladbou konstrukcí, popisu návrhu otopné soustavy, vedení rozvodů a použitých prvků. Stanoviska návrhu, vedení rozvodů a regulace UT byla konzultována s navrhovatelem - autorizovaným technikem pro techniku prostředí staveb, se specializací na vytápění, zdravotní techniku a vzduchotechniku Ing. Jaroslavem Vrbkou. V praktické části bakalářské práce lze také zjistit finanční nákladnost použitého systému vytápění včetně příslušenství.

Závěrem praktické části práce jsou mnou navrženy další možné způsoby vytápění dané novostavby rodinného domu se zaměřením na obnovitelné zdroje energie či výměnu zdroje tepla. Tyto varianty jsou následně porovnány s prvotním systémem vytápění.

1.2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je v úvodní části popisovat nejdůležitější pojmy ve vytápění, které jsou dále v práci použity.

V další části, teoretické části práce je cílem se zaměřit na charakteristiku a seznámení se s jednotlivými základními částmi otopného systému, druhu otopných soustav a problematice související s nimi s přihlédnutím na použití u vybraného stavebního objektu v praktické části práce.

Cílem závěrečných kapitol je popsat jednotlivé milníky pro návrh otopné soustavy, cenové nákladnosti realizace navrhované soustavy, návrh dalších možných systémů a to i v závislosti na obnovitelných zdrojích energie.

2 MATERIÁL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ

A) Materiál a metodika zpracování teoretické části bakalářské práce

K vypracování teoretické části bakalářské práce budou využity odborné materiály z hlediska dostupné literatury, technických norem, a online souborů, či webových stránek zabývajících se problematikou vytápění s akcentem na systémy využívané u rodinných domů. Související problematika bude v příslušných odborných materiálech analyzována, popřípadě následně detailně specifikována.

B) Materiál a metodika zpracování praktické části bakalářské práce

Praktická část bakalářské práce využívá získané poznatky z teoretické části práce a následné specifikace vybraného stavebního objektu dle koncepce konstrukčního systému a materiálového řešení příslušného stavebního objektu. Postup návrhu reálného otopného systému a jeho uvedení do provozu bude charakterizováno dle příslušných technických norem a odborné literatury. Daný systém vytápění bude konzultován s navrhovatelem Ing. Jaroslavem Vrbkou. Možné variantní rozšíření systému vytápění bude zaměřeno především na zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na spotřebě primární energie (např. solární ohřev TUV). Určení ideálního rozšíření topného systému bude odvozeno dle finančních skutečností, odpovídajícího zdroje tepla a původního navrženého systému vytápění.

3 TEORETICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

3.1 Nejdůležitější pojmy používané ve vytápění

Norma (ČSN 06 0310: 2014) popisuje několik základních pojmů užívaných v problematice zabývající se vytápěním:

„Tepelná soustava - soustava, ve které se teplo vyrábí a dopravuje kapalinami nebo parami potrubím do spotřebičů.

***Zdroj tepla** - zařízení, ve kterém se z paliva nebo jiné energie vyrábí teplo, které je současně předáváno teplonosné látce; může být vybaven kotli, tepelnými čerpadly, kogeneračními jednotkami a jinými prvky, případně jejich kombinacemi.*

***Spotřebič tepla** - zařízení, které slouží k předávání tepla:*

např. otopné těleso, výměník, ohřivač vzduchu; ohřivač TV; technologický spotřebič.

***Odběrné tepelné zařízení** - zařízení připojené na tepelnou přípojku; začíná odběrným místem.*

***Odběrné místo** - rozhraní mezi zařízením dodavatele a odběratele tepla na tepelné soustavě.*

***Otopná soustava** - část tepelné soustavy určená pouze pro vytápění, která prostřednictvím otopných těles, případně jiných spotřebičů tepla zajišťuje v jednotlivých místnostech předepsaný teplotní stav vnitřního prostředí; v případě, že zdroj tepla dodává teplo pouze pro vytápění, je otopná soustava totožná s tepelnou soustavou.*

***Úprava parametrů** - zařízení pro úpravu parametrů teplonosné látky, tj. přetlaku, teploty nebo obojího, případně pro změnu teplonosné látky (výměňková stanice, regulační stanice, redukční stanice aj.); úpravy mohou být:*

- nepřímé (s teplosměnnou plochou, kterou se předává teplo z jedné látky do druhé)

- přímé (bez teplosměnné plochy).

***Tepelná přípojka** - rozvod tepla, kterým se vede teplo teplonosnou látkou k odběrateli.*

***Horizontální rozvod** - potrubní rozvod rozvádějící teplonosnou látku ve vytápěném objektu horizontálním směrem.*

***Vertikální rozvod; stoupačka** - potrubní rozvod rozvádějící teplonosnou látku ve vytápěném objektu vertikálním směrem.*

***Větev tepelné soustavy** - provozně samostatná část tepelné soustavy.*

Okruh tepelné soustavy - soubor potrubních úseků, kterými teplotonosná látka dopravována od zdroje tepla nebo úpravny parametrů ke konkrétnímu spotřebiči tepla a zpět.

Potrubní úsek - část potrubní mezi dvěma odbočkami, ve kterém je v daném okamžiku stejný průtok vody nebo páry.

Hydraulické propojení - zařízení, které propojuje přívodní a zpětné potrubí; může sloužit k vyrovnání přetlaků mezi přívodním a zpětným potrubím; ke směšování; k přepuštění.

Hlavní uzavírací armatura - slouží k odpojení odběrného zařízení od přívodu teplotonosné látky, teplé vody aj.

Regulační armatura - armatura s pohonem sloužící k ovlivňování průtoku; pohon je napojen na regulátor; u přímočinné regulační armatury je pohon současně regulátorem.

Seřizovací armatura - armatura sloužící k pevnému nastavení tlakové ztráty; je zpravidla vybavena nastavovacím, ukazovacím a zajišťovacím mechanismem; závislost její tlakové ztráty na průtoku pro určité nastavení bývá doložena hydraulickou charakteristikou.

Tlakový rozdíl; difference - rozdíl přetlaku mezi dvěma místy tepelné soustavy.

Dopravní tlak - tlakový rozdíl mezi výtlačným a sacím hrdlem oběhového čerpadla nebo ejektoru.

Přípojný tepelný výkon odběrného zařízení - nejvyšší tepelný výkon dohodnutý mezi dodavatelem a odběratelem tepla. Zohledňuje tepelné výkony a současnost odběrů tepla pro vytápění, větrání, pro ohřev TV a pro technologii.

Jmenovitý tepelný výkon zdroje tepla - součet jmenovitých výkonů všech kotlů, tepelných čerpadel, kogeneračních jednotek aj. instalovaných ve zdroji tepla, které lze současně provozovat; volí se s ohledem na přípojné tepelné výkony odběrných míst a zařízení a současnost jejich provozu.

Jmenovitý tepelný výkon úpravy parametrů - součet jmenovitých tepelných výkonů všech výměníků, ejektorů, mísících armatur, redukčních armatur, ohříváčů teplé vody apod., které lze současně provozovat. Volí se s ohledem na připojené tepelné výkony odběrných zařízení a současnost jejich provozu.

Denní (týdenní) diagram zatížení - diagram znázorňující průběh předpokládaného provozního tepelného výkonu zařízení během dne (týdne).

Vztlak – tlakový rozdíl vznikající v tepelné soustavě v důsledku rozdílu měrných hmotností ohřáté a ochlazené vody vyvolávající přirozený oběh otopné vody“.

Způsob sdílení tepla - Jedná se fyzikální jev, kde se teplo šíří z teplejšího prostředí do chladnějšího. Otopné tělesa předávají teplo do vytápěného prostoru sáláním, vedením a konvekcí - prouděním (Počínková, Treuová, 2002, s. 41).

Tepelná dynamika konstrukce – charakter tepelné dynamiky konstrukce je především závislý na skladbě konstrukce (materiálu a izolace), rozměrech, teplotě exteriéru (podmínkách podnebí) a teplotě interiéru. Samotná hodnota souvisí se zákony termodynamiky (Staněk, 2011, online [11]).

Nultá věta termodynamická – jsou-li dvě různá tělesa v tepelné rovnováze s tělesem třetím, pak jsou v tepelné rovnováze i navzájem, tzn. mají stejnou teplotu (Šulc, 2008, online [12]).

První věta termodynamická – pojednává o zákonu zachování energie při libovolné změně stavu plynů. Svým obsahem je kvantitativního charakteru, jelikož pojednává o množství energie, nikoliv o směru skutečných procesů (Groda, Vítěz, 2013, s. 28,29).

Druhá věta termodynamická – teplo nemůže samovolně přecházet z tělesa chladnějšího na těleso o vyšší teplotě. Tzn. nelze sestavit cyklicky pracující tepelný stroj, který by trvale odebíral teplo a při téže teplotě by veškeré odebrané teplo měnil na mechanickou energii (Šulc, 2008, online [12]).

Třetí věta termodynamická – „entropie stejnorodých látek při absolutní nulové teplotě se rovná nule, takže by bylo možno u entropie počítat i s absolutní hodnotou entropie“. To však platí za předpokladu, že se jedná o krystalické a beztvaré látky (Groda, Vítěz, 2013, s. 32).

Podlažnost – lze definovat také ve formě indexu, a to jako podíl hrubé podlažní plochy k zastavěné ploše. Jedná-li se o zástavbu čítající několik objektů, získáme tzv. průměrnou podlažnost (Stavebníkomunita, 2015, online [10]).

Tepelná ztráta objektu - udává ztracený tepelný výkon v kW prostupem tepla a tepelné ztráty větráním, neboli výměnou vzduchu (ČSN 73 0540-2: 2011).

Jmenovitý tlak potrubí – „Dovolený přetlak potrubí součásti je závislý na čísle PN, na materiálu a konstrukčním typu součásti, na její dovolené teplotě atd.“ (ČSN EN 1333: 2006).

Jmenovitá světlost potrubí - „Označení se skládá z písmen DN, za kterými následuje bezrozměrné celé číslo vztahující se nepřímě k fyzikálnímu připojovacímu rozměru vnitřního nebo vnějšího průměru v milimetrech“ (ČSN EN ISO 6708: 1996).

Teplená pohoda - Dosažení takových tepelných poměrů při, kterých člověk ve vytápěné místnostech necítí chlad, ani nadměrné teplo, tedy cítí se neutrálně. Tepelná pohoda závisí na faktorech osoby, vykonávané činnosti, tepelný odpor oblečení a na faktorech interiérového prostředí - teploty vnitřního vzduchu, průměrné sálavé teploty, rychlosti proudění vnitřního vzduchu a na tlaku vodní páry vnitřního vzduchu (Petráš, 2008, s. 41).

3.2 Základní části otopné soustavy

Jsou to části či zařízení otopných soustav sloužící pro vytvoření a dopravu tepla, zabezpečení a správný chod dané soustavy jako je např. zdroje tepla, potrubní síť, sálavé plochy, zabezpečující a hnané zařízení, komíny a armatury. Z velké části výběr těchto základních částí jako např. zdroje tepla ovlivňuje budoucí používané palivo.

3.2.1 Paliva

A) Tuhá paliva

- a) *Uhlí* - nejvyžívanější tuhé palivo na světě je černé a hnědé uhlí, dále jeho upravené formy (brikety a koks), další formy tuhých paliv jsou dřevní i bylinná biomasa. „Uhlí se dále rozděluje podle geologického stáří jeho vzniku na antracit, černé uhlí, hnědé uhlí, lignit a rašelínu. Pořadí jde směrem od geologicky nejstaršího po geologicky nejmladší uhlí. Z hlediska vlastností uhlí platí, že čím je uhlí starší tím má obvykle vyšší spalné teplo, výhřevnost a menší tzv. prchavý podíl hořlaviny“ (Baláš, 2013, s. 19).

Tabulka č. 1 – Výhřevnost tuhých paliv I.

	Antracit	Černé uhlí	Hnědé uhlí	Lignit	Rašelina	Dřevěné uhlí
Výhřevnost MJ·kg ⁻¹	34,7	29,2	21,4	16,5	21,0	9,9

Zdroj: Baláš, 2013, s. 19

- b) *Umělá uhelná paliva* - jedná se o koks, který je vyroben z kvalitního černého uhlí vysokopecní karbonizací (zahřátí uhlí nad 1000 °C bez přístupu vzduchu) a brikety, které jsou vyrobeny lisováním z usušeného černého nebo hnědého rozemletého uhlí. Oproti těžkým palivům jsou dražší s dobrou výhřevností.

Tabulka č. 2 – Výhřevnost tuhých paliv II.

	Koks otopný	Hnědouhelné brikety
Výhřevnost MJ·kg ⁻¹	23-28	21-22

Zdroj: Baláš, 2013, s. 19

- c) *Biomasa* - hmota organického původu, která se dále dělí na živočišný a rostlinný původ, záměrně pěstovanou a na biomasu získanou z odpadů. Biomasa je tedy obnovitelný zdroj energie (Baláš, 2013, s. 19, 20).

B) Kapalná paliva

Základní surovinou pro výrobu kapalných paliv v energetice je ropa. Na rozdíl od plyných paliv jsou kapalná paliva bezpečná, protože smíšením se vzduchem nevytváří výbušnou směs. Nevýhodou jejich použití je jejich bod tuhnutí, proto musejí při dopravě či skladování zahřívat. V energetice se využívají topné oleje lehké i těžké.

- a) *Lehká kapalná paliva* – lehký topný olej s bodem tuhnutí v letním období 10°C, v zimním období (-5°C) a výhřevností min. 42 MJ·kg⁻¹.
- b) *Extralehká kapalná paliva* - podskupina ekologických lehkých paliv s bodem tuhnutí - 10° C a výhřevností 41 MJ·kg⁻¹.
- c) *Těžká kapalná paliva* - mazut s bodem tuhnutím okolo 40° C a výhřevností 39 MJ·kg⁻¹ (Petráš a kol., 2005, s. 67).

C) Plynná paliva

Jedná se o všechny plyny obsahující hořlavé složky (oxid uhelnatý, vodík a plynné uhlovodíky) a to bez ohledu, zda jsou přírodního původu, uměle vytvořené nebo získané jako odpadní produkt.

Topné plyny se rozdělují do čtyř skupin výhřevnosti:

- a) *Plyny málo výhřevné* (s výhřevností do 8,35 MJ·m_n⁻³).
- b) *Plyny středně výhřevné* (s výhřevností 8,35 – 12,5 MJ·m_n⁻³).
- c) *Plyny velmi výhřevné* (s výhřevností 12,5 – 21,5 MJ·m_n⁻³).
- d) *Plyny velmi vysoce výhřevné* (s výhřevností nad 21,5 MJ· m_n⁻³).

Nejběžnější plynným palivem je *Zemní plyn, LPG a bioplyn*. Zemní plyn se vyznačuje zejména vysokým obsahem metanu, je rozdělen na zemní plyn ropného a uhelného původu, patří mezi vysoce výhřevné plyny. PB (LPG) je směs uhlovodíků propan-butanu. Bioplyn je získáván z exkrementů živočišné výroby, rostlinné biomasy a kalů z ČOV (Baláš, 2013, s. 25,26).

Tabulka č. 3 – Výhřevnost plyných paliv.

	Zemní plyn	PB	Bioplyn
Výhřevnost MJ·m _n ⁻³	34,1	80-110	20

Zdroj: Baláš, 2013, s. 26

3.2.2 Zdroj tepla

A) Kotel

„Nejčastějším zdrojem tepla pro systém ústředního vytápění je kotel. Kotel je prvek, ve kterém se spaluje palivo a ohřívá teplonosnou látku. Volbu kotle ovlivňuje druh paliva, možnost jeho umístění, řešení přívodu vzduchu a odvodu spalin, velikost

a druh otopného systému, řešení ohřevu teplé užitkové vody (TUV) v objektu, požadavky na provoz a regulaci“ (Počinková a Treuová, 2002, s. 71).

Kotle jsou rozděleny:

- a) Dle druhu použitého paliva
 - *Elektrická* - využití obnovitelných zdrojů energie (OZE) nebo napojení na el. rozvodnou síť.
 - *Tuhá, kapalná, plynná* (viz kapitola Paliva).
- b) Dle materiálu teplosměnných ploch
 - *Ocelové, litinové, měděné a z ušlechtilé oceli.*
- c) Dle teploty pracovního média
 - *Teplovodní* - s teplotou teplonosné látky do 115 °C.
 - *Horkovodní* - s teplotou teplonosné látky nad 115 °C.
 - *Parní* - (pro vytápění RD se nevyužívají).
- d) Dle způsobu předání tepla
 - *Vodotrubné* - voda proudí v trubkách kotlového tělesa a je ohřívána spalinami.
 - *Žárotrubné* - spaliny jsou vedeny v trubkách kotlového tělesa, voda proudí kolem nich a je ohřívána.
- e) Dle tlaku ve spalovacím prostoru
 - *Podtlakové* - podtlak v ohnisku je vytvořen přirozeným tlakem komína nebo odtahového ventilátoru (použití především u tuhých paliv).
 - *Přetlakové* - hořeniště je přetlakově těsné, tlak pro hoření je zajištěn ventilátorem hořáku (použití pro plynná a kapalná paliva).

- f) Dle procesu spalování s obsluhou
 - *Ruční, poloautomatickou, automatickou.*
- g) Dle způsobu umístění
 - *Závěsné, stacionární.*
- h) Dle způsobu odvodu spalin
 - *Do komína* - kouř je odveden pomocí kouřovodu do komína.
 - *Turbo odkouření* - kotle disponují uzavřenou spalovací komorou, spaliny jsou odvedeny nuceně pomocí ventilátoru (Topinková, 2011, osobní sdělení).

„V kotli tedy dochází k transformaci chemické energie paliva na tepelnou energii spalin a následnému přenosu tepla spalin do pracovního média (voda, pára). Výsledkem je pára (sytá nebo přehřátá), teplá voda (do 110 °C), resp. horká voda (nad 115 °C, nad 0,07 MPa požadovaného tlaku“ (Baláš, 2013, s. 13).

B) Kotle na tuhá paliva

Tento typ zdroje tepla se umísťuje do samostatné místnosti zvané kotelna, suchého, neobydleného prostoru. Kotel je vždy konstruován jako stacionární a musejí být napojeny na samostatný komínový průduch. Může být proveden s ventilátorem, který zabezpečuje přívod požadovaného množství vzduchu nebo jako atmosférický bez použití ventilátoru. Kotelny na tuhá paliva musejí být větrána přirozeně nebo přetlakově (doporučená výměna za hodinu je 5x).

Kotle na pevná paliva do 50 kW lze rozdělit:

- a) *Klasické atmosférické kotle na pevná paliva* - jsou určená pro spalování uhlí, briket, koksu, dřeva, biomasy a dřevěných pelet. Účinnost těchto kotlů se pohybuje mezi 72 - 80 % podle druhu použitého paliva.
- b) *Automatické kotle na uhlí s mechanickým přísunem paliva ze zásobníku a s ventilátorem* - palivem je zde uhlí nebo pelety (biomasa) vždy s předepsanou zrnitostí. Řídící jednotkou je regulátor, který řídí režim podavače paliva, ventilátor a ovládání čerpadla. Účinnost automatického kotle je 80 - 83 %.
- c) *Polozplyňovací kotle na dřevo a dřevěné brikety* - kotle jsou bez ventilátoru.
- d) *Zplyňovací kotle na dřevo* - pracují na obráceném principu. Dřevní hmota je nejdříve vysoušena a poté zplyňována. Tento typ kotlů mají vysokou účinnost a plynulou regulaci. Účinnost kotlů dosahuje až 89 %.

- e) *Zplyňovací kotle na uhlí a dřevo* - jedná se o klasický kotel, který spaluje uhlí, dřevo nebo oboje součastně. Účinnost kotlů až 89%.
- f) *Kombinované teplovodní kotle dřevo, elektřina* - do kotle určeného pro spalování dřeva je zabudována elektrická přímotopná jednotka. Elektrické vytápění je jako druhotné, využívá se především za nepřítomnosti obsluhy k temperaci.

Pro ochranu kotle na tuhá paliva je nutné dodržovat teplotu vratné vody na 65 °C (Počinková, Treuová, 2002, s. 84,85).

C) Kotle na kapalná paliva

Kotle na kapalná paliva jsou rozdílná od kotlů na paliva tuhá. Jejich rozdílnost je především ve vyšší výhřevnosti paliv, nižších ztrátách a nepatrného obsahu popelovin. Teplota spalných topných olejů dosahuje 1800 °C. Proces spalování paliv je velice rychlý a to díky jemnému rozprášení paliva. Vyšší účinnost těchto kotlů je dána nižšími ztrátami - odpadá ztráta mechanickým nedopalem a ztráta citelným teplem tuhých zbytků a také nižší komínová ztráta díky nízkému rosnému bodu spalin (Baláš, 2013, s. 64).

D) Kotle na plynná paliva

Kotle na zemní plyn se vyrábí v různých provedeních v mnoha výkonových řadách a rozlišují se:

- a) Dle typu hořáku:
 - *Atmosférický* - hořák nižších výkonů do 250 kW je zabudovaný v kotli, hoření probíhá za atmosférického tlaku.
 - *Tlakový hořák* - dodává se samostatně ke kotli dle potřebného výkonu, používá se u větších výkonů kotlů, hoření probíhá za přístupu vzduchu vháněného pomocí ventilátorů.
- b) Dle způsobu přívodu vzduchu a odvodu spalin
 - *Skupina B* - odebírají vzduch pro spalování z místnosti, ve které jsou umístěny a spaliny jsou následně odváděny do venkovního ovzduší kouřovodem.
 - *Skupina C* - jsou uzavřené, vzduch pro spalování si přisávají z venkovního prostoru a poté jsou spaliny odváděny kouřovodem.

„Pro vytápění rodinných domů, bytů či malých provozoven lze kotle umístit i do jiných prostor než samostatné místnosti, zvané kotelna“ (Počinková, Treuová, 2002, s. 72,73).

Stacionární plynové kotle se vyrábějí ve variantách

- a) *Klasické* – je nutné je chránit proti nízkoteplotní korozi, tedy dodržovat teplotu na zpátečce otopného systému minimálně 60 °C, teplota spalin se pohybuje od 120 – 180 °C, jejich účinnost dosahuje až 90 %.
- b) *Nízkoteplotní* – teplota spalin se pohybuje mezi 90 – 140 °C a jejich účinnost je maximálně 94 %. Teplota vratné vody u uvedeného kotle se pohybuje mezi 35 - 40 °C, tento typ kotle je kombinací klasického a kondenzačního kotle.
- c) *Kondenzační* – využívají tzv. kondenzačního tepla. Spaliny odváděné od kotle (plyny s obsahem vodíku a určitého množství vody) jsou kondenzovány a dále využívány k ohřevu topné vody. Tímto způsobem lze teoreticky získat až 11 % účinnosti, tedy celkovou teoretickou účinnost dosahující až 108 %. Objektivní maximální účinnost kondenzačního kotle se však pohybuje okolo 97, 4 %. Spaliny, které vstupují do komína, jsou mokré a nestlačitelné, jejich teplota je nízká, proto kondenzační kotle musí být opatřeny spalínovým ventilátorem. Při využití kondenzačního tepla vzniká spálením 1 m³ zemního plynu 1,53 kg kondenzační vody. Odvod kondenzátu do cca 50 kW se může provést přímo do kanalizace, u kotlů vyšších výkonu se kondenzát neutralizuje, odvádí se přes neutralizační box. Napojení kondenzátu do kanalizace vždy musí schválit správce kanalizace.

Nástěnné (závěsné) plynové kotle se vyrábějí v provedení:

- a) *Nízkoteplotní*.
- b) *Kondenzační* (Počinková a Treuová, 2002, s. 73).

E) Elektrické kotle

„Vzhledem k velkému okamžitému množství odebírané elektrické energie může docházet ke zvýšenému zatížení elektrické sítě. K provozu těchto kotlů musí být udělen písemný souhlas energetické společnosti, která dodává elektřinu do sítě“ (Dufka, 2007, s. 75).

Vytápění pomocí elektrické energie je čisté, nezávadné a ekologické, také s dobrou regulací a vysokou účinností zdroje. Nevyžadují napojení na komínové těleso a musí být napojeny na trojfázové vedení. Hlavní zařízení každého elektrického kotle je odporové těleso, od kterého se po napojení na elektrickou síť ohřívá voda.

Kotle elektrické pro vytápění rodinných domů:

- a) *Přímotopné* - u přímotopného vytápění kopíruje dodávka elektrické energie odběr tepla. Kotle pracují s maximálními teplotami 95 až 105 °C. V provedení závěsného kotle disponuje malým vodním objemem 2 až 25 l, kde teplonosná látka je odebírána přímo z kotle. Ohřev topné vody je velmi rychlý a okamžitý s možností plně automatického provozu. Jsou však finančně náročné na provoz a to i přes využití speciální sazby pro přímotopné kotle za elektrickou energii.
- b) *Akumulační* - jsou vyráběné především jako stacionární. Využívají akumulárního tepla odebíraného z akumulárního kotle a to s časovým zpožděním. Teplo získané z elektrické energie se předává do vody, která je v akumulárním bloku o obsahu 300 l pro RD. Jejich účinnost dosahuje maximálně 95 %. Tento typ kotle zabírá značný prostor, je finančně náročnější oproti přímotopům z hlediska provozu i pořizovacích nákladů.
- c) *Smíšené* - jedná se o kombinaci předešlých dvou typů elektrických kotlů.

Elektrokotle jsou využívány především jako druhý či náhradní zdroj u kotle na tuhá paliva a u netradičních zdrojů - tepelné čerpadlo a solární energie (Topinková, 2011, osobní sdělení).

F) Obnovitelné zdroje energie

OZE definuje Mastný (2011, s. 20 - 23, online [6]) jako: „*obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat a to samy nebo za přispění člověka*“.

V celosvětovém měřítku jsou obnovitelné zdroje chápány jako čistý a ekologický potenciál, který je získaný z energie větru, vzduchu, slunce, vody, půdy, dále pak z energie biomasy, bioplynu, skládkového a kalového plynu. Využití těchto zdrojů energie je limitováno plošnou koncentrací, územím, proměnlivou intenzitou průběhu dne a investičními náklady.

Celkové využití OZE v České republice představuje velmi malou část z objemu energetických zdrojů a to asi 8,5 %. Na území ČR jsou obnovitelné zdroje energie získávány především z vodních elektráren, biomasy a solární energie.

Pro vytápění RD jsou obnovitelné zdroje možné získávat zpracováním biomasy, využitím solárních, fotovoltaických panelů a tepelného čerpadla.

a) Biomasa

Jedná se organickou hmotu rostlinného nebo živočišného původu. V ČR se biomasa jako zdroj energie pro vytápění využívá zejména:

- *Dřevní hmota* - dřevní odpady (štěpky, větve, kůra apod.), fytomasa (zelená biomasa, sláma apod.).
- *Tuhé odpady* - průmyslové odpady.

Všechny druhy biomasy je nutné spalovat ve speciálních kotlích podle typu biomasy (Motlík [8], 2007, s. 116).

b) Solární energie

Česká republika má ve využití sluneční energie poměrně dlouhou tradici a v posledních letech zaznamenává výrazný nárůst aplikací. Roční příkon sluneční energie se v ČR pohybuje od 1000 do 1250 kWh/m².

Využití sluneční energie je možné pomocí slunečních kolektorů nebo fotovoltaických článků.

- *Sluneční kolektory*

Skladba a navržení kolektorů slouží k ohřevu vody užitkové, bazénové, pro ústřední vytápění a teplovzdušné vytápění. Vyrábí se v provedení plochém a koncentračním, další dělení dle konstrukce je na kapalinové a vzduchové.

Ploché kolektory - absorpční plocha (plocha, která absorbuje sluneční záření) je stejně velká jako transparentní (plocha, která je tvořena krycí fólií nebo sklem, jejichž funkcí je snižovat tepelné ztráty).

Koncentrační kolektory - sluneční paprsky jsou soustředovány na absorpční plochu pomocí odrazových ploch.

Kapalinové kolektory - teplonosnou látkou je voda nebo nemrznoucí směs.

Vzduchový kolektor - teplonosnou látkou je vzduch.

Kolektory mohou být pevně umístěny na fasádě, zemi nebo střeše - tzv. stabilní kolektory nebo mohou být pohyblivé. Nejvýhodnější umístění slunečních kolektorů je na jižní straně a to ve sklonu 45° u stabilních nebo 30 - 45° v letním období a 60 - 90° v zimním období u kolektorů pohyblivých. Mohou být umístěné jako předsazené, osazené nebo jako zabudované do střešní konstrukce (Petráš, 2008, s. 26, 28, 81 - 85).

- *Fotovoltaické články*

Jedná se o zařízení sloužící k přeměně slunečního záření na elektrický proud. Vyrábí stejnosměrný proud, který se musí pomocí převodníku převést na proud střídavý

a pak může být napojen na el. rozvodnou síť. Účinnost fotovoltaických článků je okolo 10% (Topinková, 2011, osobní sdělení).

c) Tepelné čerpadlo

Tepelná čerpadla lze využít nejen pro chlazení, ale i pro vytápění. „*Pracují na principu odjímání tepla z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země), převádějí ho na vyšší teplotní hladinu a tím umožňují jeho účelné využití pro vytápění nebo ohřev teplé vody*“. Konstrukčně je čerpadlo složeno z výparníku, kondenzátoru, kompresoru a expanzního ventilu.

Pracovní látka (voda, vzduch, glykol apod.) odebírá teplo z daného prostředí a přenáší ho do výparníku, kde je teplo odnímáno pomocí chladiva. Následně je chladivo vypařeno a páry jsou stlačeny kompresorem (opět zvýší teplotu). Tyto zahřáté páry jsou odvedeny do kondenzátoru, kde předávají teplo ohřívané látce. Tímto jsou páry opět zchlazeny a mění své skupenství na kapalné, tedy kondenzují. Kapalná látka (pracovní látka) je znovu přivedena do výparníku přes expanzní ventil.

Název tepelného čerpadla zpravidla zkráceně označuje odkud je teplo odebíráno a následně jaké látce je toto teplo předáno. Nejčastější kombinací je vzduch/ voda, vzduch/ vzduch, voda/ voda, země / voda.

Zdrojem tepla tepelných čerpadel může být:

- *Voda* - je nutné zabezpečit dostačující a stálý průtok vody, která může být povrchová nebo podzemní (studna, vodoteč).
- *Venkovní vzduch* - pořizovací náklady a snadná instalace jsou velké výhody tohoto typu tepelného čerpadla. Nevýhodou je klesající výkon při nízkých venkovních teplotách.
- *Země, zemní kolektor* - pro správný provoz je potřeba velké plochy pozemku a odstranění dřevin s hlubokými kořeny.
- *Země, hloubkové vrty* - provedení do hloubek 100 - 120 m, není nutné disponovat velkou plochou pozemku, mají nejstabilnější teplotu ve vrtu. Tento způsob provedení je nejnákladnější (Vaverka, 2006, s. 570 - 572).

3.2.3 Výměník tepla

„*Výměníky tepla jsou zařízení, která slouží k průběžnému nebo přerušovanému předání tepelné energie pomocí proudících teplotnosných médií. Dochází zde k předávání tepla z teplého (ohřívacího) média do média chladnějšího (ohříváního)*“.

Nejčastěji se používají deskové výměníky vzhledem k jejich malé hmotnosti a rozměrům. Používají se ve výměňkových předávajících stanicích jako zdroj tepla.

V otopných soustavách pro RD se výměník vyskytuje zejména v zásobnících na TUV, konvektorech nebo přímo v kotlech, kde plní funkci předání tepla ohřívané látce (Baláš, 2013, s. 84).

3.2.4 Potrubí

A) Materiál potrubní sítě

U domovní rozvodné sítě vytápění jsou používány trubky ocelové, měděné a plastové. Výběr materiálu se řídí specifickými vlastnostmi těchto materiálů (zejména délkovou a teplotní roztažností), požadavky na navrhovanou otopnou soustavu a další použitou ochranou trub např. ochranou proti mechanickému poškození (Počinková, Treuová, 2002, s. 137).

a) Ocelové trouby

- Černé hladké ocelové trubky

Mohou být vyrobeny jako bezešvé nebo svařované. Při jejich použití je nutné dbát na kvalitu topné vody, popřípadě ji upravovat. Spoje jsou provedeny rozebíratelným (závitovým, přírubovým) a nerozebíratelným způsobem (svařováním).

- Pozinkované ocelové trubky

V otopných soustavách se používají spíše zřídka, častější použití nacházejí ve zdravotně-technických rozvodech, jelikož zinek mechanicky chrání povrch oceli (Daniels, 2003, s. 83).

„Po montáži musí být potrubí opatřeno ochranným základním nátěrem. Pro rozvody v betonové vrstvě podlahy se používají tenkostěnné ocelové trubky s plastovým opláštěním“ (Počinková, Treuová, 2002, s. 38).

b) Měděné trubky

Měď je materiál, který dobře odolává teplé, studené vodě a korozi všeobecně. Je tedy vhodný jak pro zdravotně-technické rozvody, tak i pro rozvody vytápění. Při vyšších teplotách a v závislosti na vlastnostech provozní vody se v troubě vytváří ochranná vrstva. Používány by měly být měděné trouby od výrobců, kteří jsou schopni zaručit stupeň čistoty mědi odpovídající příslušným předpisům (Daniels, 2003, s. 83).

Pro rozvody ústředního vytápění se používají trubky měděné měkké, poloměkké a tvrdé. Měď disponuje velkou tvrdostí, proto je možné použití měděných trubek s malou tloušťkou stěn.

Rozvodné sítě z tohoto materiálu se spojují nerozebíratelným spojením:

- *Měkké pájení* - (pracovní teplota pod 450 °C) používá se u rozvodů teplovodních otopných soustav.
- *Tvrdé pájky* - (pracovní teplota nad 450 °C) používají se pro rozvody podlahového vytápění.
- *Lisováním* – spoj je proveden pomocí lisovacích kleští za teploty okolí. Výhodou je zejména rychlost a nenáročnost práce.

Především u instalace potrubí k armaturám nebo k jinému druhu potrubí, jsou používané tzv. rozebíratelné spoje (*šroubení, spojky a příruby*).

Vnitřní plochy stěn jsou u trubek z mědi hladší, proto mají tlakové ztráty menší než je to u trubek ocelových. Tepelná roztažnost měděných trubek je o cca 40 % větší než u ocelových, avšak stále několikanásobně menší než u platových trubek (Počinková, Treuová, 2002, s. 38).

c) Plastové trubky

Pouze některé plasty jsou vhodné a možné využívat na rozvody otopných soustav. Pro rozvody teplovodních otopných soustav je možné použít síťovaný polyetylen (PEX), polybuten (PB), statický polypropylen (PP-R), chlorové PVC (C-PVC, PVC-C).

Rozdílem mezi tradičními materiály a plasty je především ve větší délkové roztažnosti plastů a nižší pevnosti. Životnost plastového potrubí závisí především na maximální teplotě vody, maximálního přetlaku v otopné soustavě a počtu topných hodin za rok.

Spojování jednotlivých částí rozvodné sítě je prováděno svařováním natupo nebo mechanickými spojkami. Z důvodu mechanického poškození je plastové potrubí vedeno v dalším pevnějším zařízení, které dané potrubí podpírá (korýtko a žlábký) nebo je možné potrubí zabudovat do stavební konstrukce (podlaha, drážky ve stěně), tak jako u ostatních materiálů. Výhodou oproti ostatním materiálům je snazší a rychlejší montáž (Počinková, Treuová, 2002, s. 39).

d) Vícevrstvé trubky

Vícevrstvé trubky jsou kombinací tradičních materiálů a plastů.

Rozeznáváme vícevrstvé trubky:

- *Dvouvrstvé* - s vnitřní částí z kovu a venkovní plastové části.
- *Dvouvrstvé* - s vnitřní plastovou vložkou a venkovní kovovou částí, kde druh spoje je použit dle materiálu vnitřní strany trubky.
- *Třívrstvé* - s vnitřní vložkou a střední vrstvou z kovu (nejčastěji z hliníku) a vnější plastovou vrstvou (PE, PEX).

Výhodou tohoto druhu materiálu je jednodušší spojení, větší životnost a cenová dostupnost (Topinková, 2011, osobní sdělení).

B) Vedení rozvodů

„Veškeré potrubní rozvody musí být vedeny přehledně. Potrubí musí být chráněno proti kapající a kondenzované vodě z jiných rozvodů. Potrubí se pokládá tak, aby se zamezilo vzniku vzduchových polštářů, tj. ve spádu do cca 0,3 %. Potrubí vedené v podlaze se klade bez spádu. Veškeré uzavírací, vypouštěcí a regulační armatury musí být v dostatečně přístupných místech. Pokud je to možné, nemělo by být potrubí vedeno v ochlazovaných vedlejších stěnách, popřípadě je nutné potrubí dostatečně izolovat.

Uložení je pevné nebo posuvné – kluzné. Kluzné uložení musí být provedeno tak, aby se potrubí mohlo pohybovat volně, objímky nesmějí být utaženy napevno. Pevné body musí být navrženy v příslušných místech, vždy jeden pevný bod mezi místy možného posunu (kompenzátory)“.

Při použití ocelových příchytok u rozvodu měděných trubek je nutné dbát zvýšené pozornosti na to, aby se tyto součásti přímo nedotýkaly, protože by elektrochemická koroze mohla příchytku zničit. V tomto případě je nutné použít objímku a třmeny s pryžovými nebo gumovými vložkami. U vedení ocelového potrubí pryžové třmeny zajišťují tlumení hluku, který by se jinak dále šířil do stavební konstrukce (Vrána a kolektiv, 2007, s. 153).

C) Kompenzace tepelné roztažnosti potrubí

Kompenzace (dilatace) se navrhuje pro vyrovnání délkových změn vodorovného a svislého potrubí. Ke změně délky potrubí dochází se změnou teploty teplotnosné látky v potrubí, její velikost také závisí na koeficientu teplotní roztažnosti instalovaného

potrubí a na rozdíl nejvyšší a nejnižší teploty v otopné soustavě. Tato problematika je řešena u všech typů materiálu, zejména u potrubí měděného a plastového.

Délkové změny lze vyrovnat buď trasou potrubí tzv. kompenzace trasy (v místě změny směru tvarem potrubí L a T) nebo vhodným vložením speciálních tvarovek tzv. kompenzátorů do potrubní sítě. Kompenzátory se ukládají v dilatačním úseku, což je vzdálenost mezi dvěma pevnými body - způsob upevnění potrubí bez možnosti posuvu (Bystřický, Pokorný, 2006, s. 137).

- a) *Osový kompenzátor vlnovcový* - výhodou této kompenzace jsou min. nároky na prostor. Naopak za nevýhodu lze považovat nutnost zachovat volný přístup a oslabování stěny potrubí (viz. příloha č. 1).
- b) *Tvarová kompenzace* - výhodou tvarového kompenzátoru je, že není nutné zachovávat volný přístup, je možné rychlé a snadné vytvoření kompenzace přímo na pracovišti, zachování stejné tuhosti v celém potrubí. Mezi hlavní nevýhodu je řazena prostorová náročnost (viz. příloha č. 2) (Tzbinfo, 2014, online [15]).

D) Tepelná izolace

„Části tepelných soustav, s výjimkou zařízení, které přímo dodávají teplo do obytného či pracovního prostoru, se musí opatřit tepelnými izolacemi. Tepelná izolace slouží k snížení tepelných ztrát, omezení chladnutí teplotonosné látky, snížení povrchové teploty části materiálu z hlediska požadavků ochrany zdraví a bezpečnosti práce, požadavků na prostředí a z hlediska požární bezpečnosti při prostupu konstrukcemi“ (ČSN 06 0310: 2014).

Vyhláška 151/2001 Sb. udává, že potrubí (s výjimkou kondenzátního), které rozvádí teplotonosnou látku o teplotě vyšší než 40 °C, se musí opatřit tepelnou izolací. Potrubí opatřené tepelnou izolací je chráněno před mechanickým poškozením vhodným opláštěváním, vnějším klimatickým jevům a slunečního záření. Zamezení zvlhčení izolace je zajištěno opatřením k ochraně před atmosférickou vlhkostí, zemní vlhkostí, popřípadě před vnikáním podzemní či povrchové vody.

Každý materiál i tepelná izolace má součinitele tepelné vodivosti λ . Udává, jak materiál vede teplo. Čím je hodnota nižší, tím je kvalita tepelné izolace vyšší a teplo uniká přes takový materiál pomaleji.

Tepelnou izolací jsou opatřeny všechny vnitřní rozvody, pokud však nejsou určeny k temperování okolního prostoru. Tloušťka izolace pro rozvody vnitřních sítí z plastového a měděného potrubí se volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího

vnějšímu průměru potrubí řady DN. Izolace se u armatur a přírub zpravidla provádí jako odnímatelná nebo se neizolují a to v případech, kdy by izolace omezovala manipulaci s nimi (Vrána a kol., 2007, s. 154).

„U dříve prováděných tepelných izolací se tepelná izolace skládala ze dvou vrstev - tepelně nosné vrstvy (minerální vlna, křemelina, pěnobeton apod.) a z ochranné vrstvy (různé omítky – sádrová, cementová; obaly – lepenka, pozinkovaný plech a nátěry - asfaltové, emailové). Dnes se klasické tepelné izolace používají hlavně u potrubí s větším DN. Pro běžné DN se používají buď předvolované potrubí nebo trubice či obaly z pěnových materiálů spojovaných mechanicky nebo slepovaných. Tloušťka izolace je 15 až 20 mm“ (Bystřický, Pokorný, 2006, s. 140).

E) Povrchová úprava

Povrchová úprava trubních rozvodů, jejich částí, zařízení a otopných těles je nedílnou součástí provedení otopných systémů. Povrchová úprava je provedena nátěrem u izolovaných i neizolovaných částí systému. Nátěr je závislý na umístění natírané části (otopná tělesa, potrubí, kotle, ohřívače, čerpadla, rozdělovače, upevňovací prvky atd.). *„Zvláštní pozornost je nutné věnovat nátěrům otopných těles. Barva nátěru a jeho provedení má vliv na sdílení tepla těles. U světlých nátěrů se výkon otopného tělesa snižuje jen o cca 5 %, u nátěrů hliníkových nebo bronzových až o 30 % (příklad pořadí barev nátěrů – od nevhodnější až k nejméně vhodné: bílý email, zinková běloba, zelený email, olovnatá běloba, bronzový nátěr, hliníkový nátěr)“* (Bystřický, Pokorný, 2006, s. 140).

3.2.5 Otopná tělesa

„Úlohou otopných těles je dodávat do vytápěného prostoru teplo v takovém množství a takovým způsobem, aby v něm byla vytvořena tepelná pohoda“ (Petráš, 2005, s. 117).

Otopná tělesa tvoří poslední článek řetězci energetického systému, jejichž úkolem je dodat do prostoru potřebné teplo, tak aby se ve vnitřním životním prostředí dosáhlo tepelné pohody.

Pro otopné soustavy v obytných a občanských budovách, kde je důležité estetické hledisko, se používají ocelová nebo litinová článková tělesa, desková otopná tělesa či moderní konvektory. Kromě klasických otopných soustav mohou být využívány nízkoteplotní velkoplošné sálavé otopné systémy. V koupelnách se s oblibou používají trubková žebříková otopná tělesa. V průmyslových provozech se používají

otopná tělesa z hladkých nebo žebrových trubek spojené do registrů nebo teplovzdušné nástěnné soupravy (Petráš, 2008, s. 123).

Otopná tělesa lze zařadit do tří základních skupin – konvekční otopná tělesa, sálavé otopné plochy a lokální topidla.

Volba typu tělesa vychází z provozních potřeb objektu, tepelných ztrát, teploty nosné látky, konstrukčního provedení, nároků na interiér a z finančních možností investora (Vrána, 2007, s. 131).

A) Konvekční otopná tělesa

- a) *Článeková OT* – jsou vhodná do všech prostorů nevýrobního charakteru, mají dobrý vzhled, ale poněkud hůře se čistí. Skládají se z jednotlivých článků, které jsou navzájem spojeny vsuvkami s pravotočivým a levotočivým závitem, nebo jsou přímo svařeny.
 - *Litinová OT* - lze použít pro vodní i parní otopný systémy. Jejich životnost je 80 a více let. Dále se rozdělují na vysokotlaké a běžné provedení otopných těles.
 - *Ocelové OT* - je vyrobeno z ocelového plechu s nižší životností, nižší hmotností. Používají se pouze pro vodní systémy. Jejich nevýhodou je menší odolnost proti korozi.
 - *Hliníková OT* - jsou vyrobeny lisováním a protlačováním. Jejich podíl na trhu je relativně velmi malý a to díky dvojnásobně dražší pořizovací ceně, než ostatní konvekční otopná tělesa (Bystřický, 2006, s. 51).
- b) *Trubkové OT* - jsou stejně jako ocelová otopná tělesa svařována z jednotlivých článků do bloků. Trubky nemají žádné hrany, jsou vyráběny v různých konstrukčních výškách a hloubkách, lze je dobře přizpůsobit podmínkám stavby a proto se stávají pro architekty důležitým prvkem pro ztvárnění interiéru.
- c) *Žebříkové OT* - v místnostech s vodovodní instalací jako je např. koupelna a WC jsou stále častěji instalována žebříková otopná tělesa. Jsou vyráběny v rozmanitých tvarech a barvách.
- d) *Plastové OT* - tento typ otopných těles je možné provozovat jen s maximální provozní teplotou 80 °C a maximálním provozním tlakem 0,2 MPa. Výhodou plastových otopných těles je nízká hmotnost, snadná montáž. Mezi nevýhody řadíme velkou tepelnou roztažnost, hořlavost, malou mechanickou pevnost a vyšší cenu než u klasických konvekčních OT.

- e) *Deskové OT* (panelové OT) – dnes patří mezi nejčastěji používaná tělesa. Deskové otopné těleso se vyznačuje souvisle hladkými deskami, se zvlněným povrchem nebo konvekčním plechem. Desková tělesa jsou dělena na *jednoduchá, zdvojená a ztrojená*. Základním cílem dosavadního vývoje deskových těles bylo zvýšení jejich tepelného modulu tak, aby se vyrovnal tělesům článkovým (Petráš, 2005, s. 122).

Zapojení OT je možné provést způsobem bočním (levým, pravým), úhlopříčným (levým, pravým), spodním (pravým, středním a levým). Těleso se nejčastěji umísťuje před nebo pod okno z důvodů odpovídající cirkulace vzduchu. Možné je konvekční OT umístit na podlahu, jako stojící pomocí speciálních podpěr nebo jako zavěšené na stěnu pomocí konzol dodávaných společně s tělesem např. deskovým nebo samostatně jako např. u článkových OT těles (Topinková, 2011, osobní sdělení).

B) Konvektor

Pracují s nízkými teplotami teplotnosné látky. Jsou vhodné pro vytápění izolovaných objektů s malými výškami. „*Konvektor je otopné těleso, které sdílí teplo převážně prouděním (konvekcí). Skládá se obvykle z výměníků tepla a skříně opatřené v horní části výdechovou mřížkou*“. Výměník může být realizován s přestupem tepla do okolního vzduchu, přirozeně nebo s ventilátorem (Bystřický, 2006, s. 54).

Dodávají se jako kompletní celek z výroby, který disponuje vyššími výkony při menších rozměrech otopného tělesa.

Konvektory jsou vyráběny s bočním nebo spodním dvoutrubkovým zapojením jako *stěnový podparapetní, podstropní, podlahový s ventilátorem nebo bez ventilátoru* (Topinková, 2011, osobní sdělení).

C) Sálavé otopné plochy

„*U sálavého vytápění se podstatná část tepla předává sáláním a pouze malé množství se předává konvekcí. Sálavá otopná tělesa mohou být nedílnou součástí stavební konstrukce nebo jsou vytvořena jako samostatné zařízení na stavební konstrukci nezávislé*“. Sálavé vytápění můžeme rozdělit na velkoplošné vytápění (stropní, stěnové a podlahové) a vytápění sálavými panely, které se však k vytápění RD nevyužívají, proto v této bakalářské práci dále nebudou popisovány (Vrána, 2007, s. 140).

Sálavé velkoplošné vytápění

Otopné plochy musí mít vlastnosti související hlavně s bezprostředním kontaktem s plochou (podlahové vytápění) nebo s přímým vlivem sáláním plochy (stropní a stěnové vytápění). Společným znakem je, že povrchová teplota nesmí být vysoká, musí splňovat hygienické požadavky a použití těchto soustav je architektonicky velmi čisté vzhledem k vytápěnému prostoru.

a) Podlahové velkoplošné vytápění

Podlahové teplovodní vytápění je zároveň velkoplošné, to znamená, že otopné trubky jsou součástí podlahové konstrukce. Hygienické požadavky kladou důraz na limit povrchové teploty podlahy (Petráž, 2008, s. 63 - 64).

Konstrukce řešené podlahovým vytápěním jsou rozeznávány dle:

- *Způsobu zakrytí topných hadů* - mokrým způsobem (potrubí je zalito betonovou vrstvou se speciální příměsí), suchým způsobem (potrubí je zakryto velkoplošnými cementovými deskami).
- *Pokládka hadů* – do systémových desek, do systémových rolí s fólií, do vrstvy tepelné izolace s fólií nebo reflexní fólií, do montážních lišt kladených na fólii, do nosných rohoží.
- *Použitého trubního materiálu* – PE-X (síťovaný polyetylen), PB (polybutylen), PP-R (kopolymer polypropylenu).

Způsoby pokládky trubních okruhů:

- *Meandrový způsob* – pokládka topných hadů je technologicky nejjednodušší, používá se v místnostech s malou vytápěnou plochou, dochází k velkému namáhání trubek v ohybu. Jednotlivé typy meandrového způsobu jsou: meandr jednoduchý, meandr jednoduchý se zhuštěnou okrajovou zónou a meandr dvojitý.
- *Spirálový způsob* – způsob kladení topných hadů se pravidelně střídá přívodní a vratné potrubí. Teplota nášlapné vrstvy je rovnoměrně stejná v celé místnosti. Tento způsob pokládky je šetrnější z hlediska ohybových poloměrů otopných trubek. Jednotlivé pokládky topných hadů jsou možné provést způsobem spirála se zhuštěnou okrajovou zónou, spirála s předsunutou okrajovou zónou, spirála se samotným okruhem pro okrajovou zónu.

Podle druhu otopné roznášecí vrstvy jsou rozlišovány tři základní typy soustav podlahové vytápění:

- *Soustava s trubkami uvnitř roznášecí vrstvy* - trubní rozvody jsou umístěny v roznášecí vrstvě, tedy ve vrstvě, která roznáší zatížení a tedy zároveň rozvádí teplo. Skladba podlahy v tomto druhu podlahového vytápění je následující: stropní konstrukce, izolační vrstva, ochranná vrstva, roznášecí vrstva s otopnými trubkami a podlahová krytina,
- *Soustava s trubkami pod roznášecí vrstvou* – topné potrubí je zavěšené na konstrukci stropu.
- *Soustava s trubkami ve vyrovnávací vrstvě* - jde o soustavu prováděnou mokrou technologií, potrubí je umístěno v úložné vrstvě potěru. Na této vyrovnávací vrstvě je umístěná roznášecí vrstva a podlahová krytina (Počínková, 2009, s. 32-38).

b) Stropní velkoplošné vytápění

Tento způsob vytápění u RD je využíván výjimečně a to jen u místností s vyšší světlou výškou, protože teplota přírodního média může dosahovat až 70 °C. Stropní vytápění lze rozlišit dle následujícího provedení na:

- *S trubkami zalitými ve stropě*
- *Otopná plocha tvořená lamelami*
- *Otopná plocha v dutém podhledu* (Bašta, 2010, s. 90 - 99).

c) Stěnové velkoplošné vytápění

U způsobu vytápění pomocí stěnového systému jsou aktivovány stěny místnosti. Otopné registry jsou umístěné pod omítkou nebo v prefabrikátových sádrovláknitých deskách. Dle způsobu provedení montáže jsou stěnové systémy rozděleny na mokrý a suchý způsob.

- *Mokrým způsobem* je označován způsob, kdy je otopný registr uchycen pomocí lišt na stěnu svisle nebo vodorovně, následně je nanesena omítka s vyztužujícími prvky, aby omítka nepraskala.
- *Suchý systém* se používá především u nízkoenergetických domů. Otopné registry jsou umístěny přímo v sádrovláknitých deskách, kde jsou instalovány pomocí dřevěných ráků, kovových profilů nebo na celoplošnou dřevěnou či sádrokartonovou konstrukci (Počínková, 2009, s. 68 - 75).

3.2.6 Lokální topidla

„Charakteristickým znakem je vytápění jedné nebo dvou místností jedním topidlem. Tento způsob vytápění se používá jen u malých rodinných domů, kde se nevyplatí budovat ústřední nebo etážové vytápění“. Hlavní výhodou jsou malé pořizovací náklady, není vyžadováno stavebních úprav, odpadá instalace trubní sítě a u elektrických lokálních topidel není vyžadován komín.

Lokální topidla se vyrábí na všechny druhy paliv – dřevo, uhlí, zemní plyn, propan-butan, elektrickou energii (Dufka, 2007, s. 38).

Pro přestup tepla se využívá konvekční i sálavý způsob předání tepla z topidla do místností.

A) Topidla na tuhá paliva

U tohoto druhu lokálního vytápění je nutné zabezpečit odvod spalin a přívod vzduchu, rozlišují se:

- a) *Krby* – klasické zděné, obestavěná krbová litinová vložka, krbová kamna (s otevřeným nebo uzavřeným prostorem ohniště),
- b) *Stáložárna kamna* – jsou opatřena šamotovým pláštěm.

B) Topidla na kapalná paliva

V dnešní době se tento systém lokálního vytápění využívá zřídka z důvodu vysoké ceny paliva a škodlivin ve spalování.

C) Topidla elektrická

Jsou rozeznávány tři základní způsoby výrobního provedení:

- a) *Přímotopná* - po připojení na síť předávají ihned teplo do vytápěné místnosti. Jedná se o 100% přeměnu el. energie na tepelnou. Zařazuje se tam, kde je požadavek na rychlý zátop.
- b) *Akumulační* - předávají teplo do vytápěné místnosti s časovým posunem.
- c) *Smíšená* - kombinace výše uvedených způsobů - s regulací v závislosti na čase, teplotě a kombinací obou nebo bez regulace pro vytápění nebo temperování (Počínková, 2002, s. 53)

D) Topidla na plyn

Teplo je do místnosti předáváno pomocí infrazářičů, které jsou umístěny pod stropem ve vyšších výškách. Své uplatnění nacházejí ve vytápění průmyslových hal, nikoliv RD (Dufka, 2007, s. 38).

Do kategorie lokálních plynových topidel vhodných pro vytápění RD jsou zahrnuty plynové krbové vložky imitující topeniště klasických krbů.

Každý plynový spotřebič musí mít zajištěn přívod vzduchu a odvod spalin (Počínková, 2002, s. 52).

3.2.7 Zabezpečovací systémy

Otopné soustavy musejí být chráněny proti překročení dovoleného přetlaku, podtlaku, nedostatku vody a přípustné teploty. Pojistná zařízení se napojují na potrubí v pojistném místě, kde nesmí být průřez potrubí zúžen a mezi chráněným prvkem (např. kotlem, výměníkem tepla, ohřívákem užitkové vody) a pojistným místem nesmí být žádná armatura.

Pojistným zařízením proti překročení dovoleného přetlaku jsou expanzní (vyrovnávací) nádoby buď otevřené nebo uzavřené (tlakové) s plynovým polštářem bez membrány nebo s membránou, pojistný ventil, systém doplňovacího čerpadla s přepouštěním.

A) Pojistný ventil

Slouží jako pojistné zařízení, které zabezpečuje otopnou soustavu a zdroj tepla proti nedovolenému podtlaku, přetlaku, teplotě a nedostatku vody v otopné soustavě.

B) Pojistné expanzní zařízení

Expanzní zařízení vyrovnává změny objemové roztažnosti bez zbytečných ztrát vody. Každý zdroj tepla musí být vybaven vyrovnávací nádobou samostatně nebo může být vyrovnávací nádoba pro celý soubor zdroje. Hlavním úkolem expanzního zařízení je udržovat přetlak v otopné soustavě v požadovaných mezích a také doplňovat do otopné soustavy vodu při jejich ztrátách. Pojistné expanzní zařízení dělíme:

- a) *Expanzní nádoba otevřená (beztlaká)* - v dnešní době se používá v otopných soustavách spíše výjimečně, umísťují se v nejvyšším místě otopné soustavy a je trvale propojena s atmosférou, se zdrojem tepla se beztlaká expanzní nádoba propojuje neuzavíratelným pojistným potrubím.
- b) *Uzavřená expanzní nádoba (tlaková)* - jedná se o druh expanzní nádoby, která není trvale propojena s atmosférou.
 - *Tlaková expanzní zařízení membránové* - vybaveno pryžovou membránou nebo vakem, který odděluje vodní prostor od prostoru plněného plynem (dusíkem nebo vzduchem). Tlaková expanzní nádoba neumožňuje pronikání vzduchu do topné vody a tím výrazně snižuje vznik koroze, zanášení rozvodů a naopak zvyšuje odolnost

kovových prvků. Je instalována v blízkosti zdroje tepla a nevyžaduje tepelnou izolaci. S otopnou soustavou je propojena expanzním zařízením. Pryžová membrána může být zatížena topnou vodou o maximální teplotě do 70 °C. To znamená, že se napojuje na vratné potrubí. Tento systém zabezpečení vyžaduje dokonalé odvodušnění otopné soustavy a použití pojistných ventilů. Provoz otopné soustavy s tímto typem expanzní nádoby umožňuje využívat topnou vodu o teplotě 100 °C.

- *Tlakové expanzní zařízení bezmembránové* - tlak v expanzní nádobě je udržován pomocí kompresorů (Topinková, 2011, osobní sdělení).

3.2.8 Oběhová topná čerpadla

„V soustavách s nuceným oběhem zajišťují oběh otopné vody oběhová čerpadla. Oběhová čerpadla umožnila realizaci jednohubkových soustav, nízkoteplotního a podlahového vytápění, stejně tak jako zařízení, využívající odpadové teplo (tepelná čerpadla). Bez oběhových čerpadel by nebyla možná výroba kotlů s nuceným oběhem vody ani u nástěnných průtokových plynových ohřivačů pro vytápění a přípravu teplé užitkové vody“ (Lázňovský, 1996, s. 332).

V otopných soustavách se čerpadla umísťují na odpružený betonový základ, případně do přívodního nebo vratného potrubí (Petráš, 2005, s. 133).

- A) V tepelné technice se výhradně používají odstředivá čerpadla, které lze dělit na:
 - a) *Mokroběžná* - rotor motoru i oběžné kolo je ponořené do dopravované otopné vody, která zajišťuje mazání ložisek a chlazení motoru.
 - b) *Suchoběžné* - motor je oddělen od dopravované otopné vody. Je nutné mazat ložiska a chladit motor vzduchem.
- B) Další rozdělení čerpadel dle konstrukce je rozlišováno na:
 - a) *Kozlíková* - používají se pro větší systémy. Vlastní čerpadlo a motor jsou konstrukčně odděleny a umístěny na společné základové desce.
 - b) *Kompaktní* - používají se pro menší systémy a jsou montovány pomocí příruby nebo závitů přímo na potrubí.

Charakteristika čerpadla je stanovena výrobcem a udává závislost na průtočné množství a zvyšování tlaku při konstantních otáčkách.

Oběhová čerpadla se vyrábějí ve třech provedení:

- a) *Bez regulace otáček* - ve vytápění se používají výjimečně.
- b) *S regulací otáček* - nastavení se provádí řízením otáček oběžného kola.
- c) *S plynulou elektrickou regulací otáček* - používají se k zajišťování cirkulace vody v O.S. s proměnlivým průtokem. Čerpadlo samo mění svůj výkon podle potřeby soustavy (Fce.vutbr., 2012, online [2]).

3.2.9 Komíny

Součástí kotlů je zajistit odvod spalin do energetického podtlakového zařízení - komína (příloha č. 3) a to min. 500 mm nad úroveň střešní konstrukce (Topinková, 2011, osobní sdělení).

„Účelem komína je vytvořit potřebný tah, který odvede spaliny z topeniště do atmosféry. Tah je úměrný výšce H a rozdílu hustoty spalovacího vzduchu a spalin při jejich střední teplotě v komíně. Vzhledem k rozdílnému složení spalin u kotlů na tuhá paliva a kotlů plynových jsou také rozdílné materiály komínových průduchů“ (Brož, 2002, s. 188).

A) Rozdělení komínů dle:

- a) Výskytu kondenzátu - *suché* (komíny bez kondenzace nebo s krátkodobou kondenzací), *mokrý* (do komínu vstupují spaliny s teplotou pod rosným bodem spalin – spaliny z kondenzačních kotlů).
- b) Použitého paliva - *od spotřebičů na tuhá paliva, od spotřebičů na kapalná a plynná paliva.*
- c) Umístění komína - *vestavěné uvnitř objektu, situované vně objektu.*
- d) Konstruktivního uspořádání - *jednovrstvé komíny* (plášť komína tvoří přímo průduch), *vícevrstvé komíny* (konstrukce komína se skládá z komínového průduchu, izolační vrstvy a komínového pláště).
- e) Provedení průduchů - *s průběžným průduchem, s patrovým průduchem, se stromovým průduchem.*

Nejčastěji používanými typy samostatných vnitřních komínů s tahem jsou vícevrstvé komínové univerzální systémy, které jsou vhodné pro všechny typy paliv a jsou složeny z šamotových vložek, minerální rohože a z tvárnic z lehčeného betonu s kanálky zadního odvětrání k odvodu difuzní vlhkosti z izolace. Mohou být vyrobeny jako jedno nebo dvou-průduchové s větrací šachtou nebo bez ní. Komíny pro spotřebiče

na tuhá paliva je však možné navrhnout s jednou vrstvou stěny komína (Počinková a Treuová, 2002, s. 118).

Důležitými součástmi komína pro dokonalé odvedení spalin jsou také:

- *Komín* - svislá stavební konstrukce s komínovým průduchem.
- *Komínový průduch* - vnitřní svislý otvor v komínu, kterým proudí spaliny.
- *Hlava komína* - ukončuje konstrukci komína.
- *Ústí komína* - místo, kde spaliny opouštějí komínový průduch a vstupují do atmosféry.
- *Sopuch* - otvor v komínovém plášti a komínové vložce. Propojuje průduch kouřovodu a průduch komína. Sopouchy se zpravidla zhotovují jako přímé a co nejkratší. Vodorovné sopouchy jsou umístovány v maximální délce 250 mm, pokud je vzdálenost od komínového pláště ke komínové vložce větší, než 250 mm musí sopouch stoupat směrem k průduchu komína v minimálním 10% sklonu. Sopouch nesmí mít průřez větší, než je průřez průduchu komína, do kterého ústí. Pokud ústí dva nebo několik sopouchů do jednoho komínového průduchu, musejí být výškově odděleny a to min 300 mm,
- *Kontrolní otvor* - otvor v komínovém plášti a komínové vložce ve vícevrstevném komíně pro odvod spalin spotřebičů na plynná paliva. Primárně je určen ke kontrole nebo vyčistění kondenzační jímky, komínového průduchu, popř. k vyjmutí kondenzační nádoby. Umisťuje se v úrovni půdice komínového průduchu o min. velikosti 120 x 200 mm.
- *Jímka na kondenzát* - vodotěsný prostor v průduchu komína, určený pro jímání kondenzátů spalin. Jímka je schopna zachytit i jiné pevné částice, které propadnou průduchem komínové vložky.

U kotlů a spotřebičů na plynná paliva se komíny navrhují tak, aby vodní páry ze spalin nemohly difundovat do stavební konstrukce. Do jednoho komína nesmí být přivedeno více než pět plynových kotlů nebo plynových spotřebičů. Kouřovod je vyroben z materiálu s vysokým difusním odporem, zpravidla z plechu nebo nerezové oceli (Brož, 2002, s. 192).

Minimální účinná výška komína (svislá vzdálenost mezi sopouchem a ústím komína) s přirozeným tahem je 5 m u komína pro spotřebiče na pevná a kapalná paliva, 4 m u komína pro spotřebiče na plynná paliva s atmosférickým hořákem (Počinková, Treuová, 2002, s. 118).

B) Vložka komínu

Zděné jednovrstvé komíny vytvořené z cihel nebo betonových bloků se používají pro odvod spalin od kotlů na tuhá paliva, jejichž spaliny o vysokých teplotách obsahují méně vlhkosti, proto není zapotřebí tyto komíny vložkovat.

Komíny určené pro odvod spalin od tuhých paliv je možné napojit na kapalné nebo plynové kotle a to pod podmínkou vyvločkování průduchu trubkou z nerezového materiálu.

Komíny určené pro odvod spalin s velmi nízkou teplotou např. od kondenzačních kotlů, bývají provedeny potrubím z plastu (Topinková, 2011, osobní sdělení).

3.2.10 Armatury

Osazené armatury v otopné soustavě slouží k správné funkci otopných systémů, dále k uzavírání, regulaci a ovládání jednotlivých částí rozvodů ve vytápění.

Podle umístění armatur a jejich funkce v otopném systému lze armatury rozdělit na:

A) Armatury v blízkosti kotle

a) Armatury uzavírající

Slouží k manuálnímu nebo automatickému uzavírání průtoku teplotné látky v otopném systému. Podle tvaru a konstrukce jsou děleny na ventily, šoupátka, klapky a kohouty. Ventily mají větší hydraulický odpor a jsou vyráběny v provedení přímém a šikmém. Nízkým hydraulickým odporem disponují kulové kohouty a listové uzavírající klapky.

b) Vypouštěcí a napouštěcí ventily

Jsou určené pro napuštění (vypuštění) otopné soustavy teplotnou látkou. Instalují se zpravidla do nejnižšího místa otopné soustavy např. na dolní část stupaček, na kotle a rozdělovače. Jejich druhy provedení jsou mechanické, automatické a kombinované.

c) Armatury regulační

Dle způsobu regulace jsou armatury rozděleny do skupin škrtící, směšovací (rozdělovací) a přepouštěcí.

- *Škrtící armatury* - regulují průtok topného média změnou průtočného průřezu.

- *Směšovací armatury* - jsou základním prvkem pro regulaci tepelného výkonu teplovodních otopných soustav s nucený oběhem. Nejčastěji používanou armaturou pro směšování je čtyřcestný a trojcestný směšovač.
- *Přepouštěcí armatury* - jejich funkcí je udržovat tlakový rozdíl na přívodním a zpětném potrubí na konstantní hodnotě. Přepouštěcí ventily se používají na malých otopných soustavách.

d) Armatury pojistné

Slouží k zabezpečení správného chodu otopné soustavy a chrání ji proti přetlaku, podtlaku nebo nedostatku vody. Tuto funkci plní tzv. pojistný ventil. PV je instalován na přívodním potrubí v blízkosti zdroje tepla.

e) Armatury měřící

Jsou to armatury, které umožňují měřit, sledovat nebo zaznamenávat sledované veličiny. Do skupiny měřících armatur patří: tlakoměry, teploměry, průtokoměry a měřiče odebraného tepla (kaolimetr).

f) Filtry

Armatura sloužící k zachycení hrubých nečistot, které by mohly vniknout do otopné soustavy. Instalují se před a za čerpadlo (Počinková, Treuová, 2002, s. 100 - 102).

B) Armatury u otopných těles

a) Kohouty, ventily

- b) Šroubení - vyrábějí se jako rohové nebo přímé. Instalují se na vratném potrubí v těsné blízkosti otopného tělesa. Plní funkci uzavírající, vypouštěcí (pomocí speciálního nátrubku) a regulační. K připojení otopných těles ventil kompakt se instaluje regulační šroubení na přívodním i vratném potrubí nebo se použije jedna tzv. „H“ armatura.

c) Odvodňovací a odvzdušňovací ventily

Plní funkci odvodu vzduchu z otopné soustavy, jehož přítomnost zvyšuje korozi všech částí v soustavě. Jsou instalovány v nejvyšších bodech otopné soustavy a to zpravidla na otopných tělesech. Na potrubí se odvzdušňovací armatury používají v kotelnách, strojovnách nebo v případě koncepce horního rozvodu teplé vody. Ventily jsou vyráběny s ovládáním mechanický nebo automatickým.

d) Dvouregulační ventily

Poskytuje funkci regulační (změnou průtoku teplotnosné látky na plně otevřenou, škrcení na 3/4, 1/2 a 1/4) tak i uzavírací (plně uzavřenou). Osazují se na přívodním potrubí těsně před vstupem do otopného tělesa. Nejčastěji se vyrábějí z oceli, bronzu nebo slitin. Jsou provedeny jako přímý, radiální, axiální, úhlový a rohový. V dnešní době se používají spíše výjimečně, svoje uplatnění nacházely především u starších systémů vytápění.

e) Termostatické ventily

TRV plní opět funkci regulační a uzavírací, ale mají značně větší množství poloh regulace. Jejich výrobní provedení je rohové nebo přímé. Instalují se jako ruční nebo s termostatickou hlavicí (Topinková, 2011, osobní sdělení).

C) Armatury na trubním rozvodu

a) Kohouty, ventily

b) Zpětné armatury - armatury rozlišující se na klapky a ventily, které umožňují průtok kapaliny pouze jedním směrem. Pracují automaticky na základě tlaku dané látky.

c) Pojistňovací ventily

d) Vypouštěcí a napouštěcí ventily (Fce.vutbr., 2012, online [3]).

3.3 Členění otopných soustav

Jakub Vrána a kol. (2007, s. 119) definuje tepelnou soustavu jako soustavu, kde je teplo vyrobeno nebo převzato a dále je předáno pomocí teplotnosného média ke spotřebičům. Soustava rozvodnou sítí navzájem propojuje zdroj tepla s odběrnými místy. Rozsah tepelných soustav je meziměstský, městský, okrskový, objektový, etážový a bytový.

Níže v této bakalářské práci jsou popisovány otopné soustavy využívající se v RD, tedy soustavy objektové, etážové a bytové.

3.3.1 Otopná soustava

„Otopná soustava je část tepelné soustavy určená pouze k vytápění, která prostřednictvím otopných těles, případně jiných spotřebičů tepla zajišťuje v jednotlivých místnostech předepsaný teplotní stav vnitřního prostředí. Skládá se ze zdroje tepla, potrubní sítě a spotřebičů tepla“.

Tepelná soustava však může být totožná se soustavou otopnou a to v případě, že teplotonosná látka vyprodukovaná zdrojem tepla je využívána pouze pro účely vytápění. (Petráš a kolektiv, 2005, s. 95).

Norma ČSN 06 0310 rozeznává otopné soustavy teplovodní, horkovodní a parní. Pro vytápění RD se využívá pouze vytápění teplovodní.

A) Teplovodní otopné soustavy

Teplovodní OS se využívají u systémů s nepříznivým provozem nebo s provozem s krátkými přestávkami, tam kde jsou požadavky na hygienu prostředí, při využívání alternativních zdrojů energie (soustavy nízkoteplotní).

Charakteristické znaky teplovodní otopné soustavy:

- Pracovní teplota otopné vody nízkoteplotní soustavy je do 65 °C a teplovodní do 115 °C.
- Rozvod může být uspořádán jako jedno nebo dvoutrubkový, horizontální či vertikální.
- Hlavní rozvod v případě horizontálního provedení je veden horním, spodním způsobem či kombinovaným.
- Oběh teplotonosné látka je zajištěn přirozeným nebo nuceným oběhem s využitím otevřené nebo uzavřené expanzní nádoby (Bystřický, Pokorný, 2006, s. 36).

Možné druhy instalace teplovodní otopné soustavy:

- a) *Přirozený oběh* – pracuje na principu rozdílných hustot vratné (studené) a přírodní (teplé) topné vody. Navrhují se zejména pro malé objekty, kde je každé otopné těleso umístěno výše, než je zdroj tepla. Není závislý na zdroji energie. Potrubní síť je většinou dvoutrubková jejichž provedení může být se spodním nebo s horním rozvodem. Tento typ soustavy nachází uplatnění především u kotlů na tuhá paliva.
- b) *Nucený oběh* - je vyvolán dopravním tlakem oběhového čerpadla. Tyto soustavy jsou nejpoužívanější, mají menší vodní obsah topné vody s použitím menšího DN potrubí. Jsou závislé na dodávce elektrické energie. Soustava s nuceným oběhem umožňuje dobrou regulaci, měření spotřeby tepla a rychlý zátok (Fce.vutbr., 2012, online [4]).
- c) *Dvoutrubkové provedení* - otopná tělesa jsou propojena paralelně a pracují se stejnými teplotami.

- d) *Jednotrubkové provedení* - otopná tělesa jsou propojena sériově a mění se výkon otopných těles na jednom okruhu.
- e) *Horizontální vedení* - s minimálním počtem stoupacích potrubí, na kterých jsou napojeny horizontální okruhy s otopnými tělesy. Horizontální způsob vedení rozvodů je využívá i v etážové soustavě.
- f) *Vertikální vedení* - otopná tělesa jsou napojena přímo na stoupací potrubí (Bystřický, Pokorný, 2006, s. 36, 39).

B) Horkovodní a Parní otopné soustavy

Tyto druhy otopných soustav se využívají pro vytápění průmyslových, výrobních a sportovních hal. Z tohoto důvodu nebude tato problematika dále rozvíjena.

3.4 Etážový systém vytápění

Etážová (jednopodlažní) soustava se používá pro vytápění několika místností v jednom bytu. Osy otopných těles jsou přibližně ve stejné výši, jako osa kotle. Přívodní potrubí se v těchto systémech neizoluje. Z pravidla se otopná tělesa umísťují co nejbližší ke kotli (Počinková, Treuova, 2002, s. 29).

3.5 Ohřev teplé vody

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce bude tato problematika rozebrána okrajově. Ohřev teplé vody pomocí alternativních zdrojů energie souvisí a volně navazuje na kapitulu Zdroje tepla - Obnovitelné zdroje energie.

Potřeba teplé vody nezávisí jen na velikosti zásobovaného místa a počtu odbíratelů, ale i na jejich věku, životním standardu, podnebném pásu, počtu zapojených zdravotně-technických zařízení apod. Základní rozdělení ohřevu teplé vody lze rozdělit na místní, skupinový a ústřední, přímý a nepřímý ohřev, dále pak na ohřev akumulární nebo průtokový. Další možné provedení ohřevu teplé vody je pomocí alternativního zdroje energie. V tomto případě jsou zdrojem tepla – voda, slunce, země, vzduch (Daniels, 2003, 142, 143).

3.6 Regulace otopných soustav

Potřeba regulace výkonu otopných soustav se začala zvyšovat s rostoucími náklady za poskytnuté energie. Úkolem regulace otopných soustav je zajistit hospodárný provoz a tepelnou pohodu ve vytápěných prostor.

3.6.1 Individuální regulace

Nejrozšířenějším druhem regulace je regulace místní (individuální regulace). Tento druh regulace používá termostatických ventilů a termostatických hlavice. Jedná se o regulaci na spotřebiči (otopném tělese). Termostatické hlavice jsou opatřeny teplotním čidlem, který snímá změnu objemu náplně čidla v závislosti na okolní teplotě vzduchu, tedy teplotě vzduchu vytápěného prostoru. Náplň může být kapalného, plynného nebo pevného skupenství. TRH se vyrábějí v několika konstrukčních provedení, nejčastěji s vestavěným nebo odděleným teplotním čidlem, s dálkovým či elektronickým ovládáním a v provedení s vestavěným programováním.

K regulaci lokálních zdrojů tepla se používají prostorové termostaty. Součástí každého termostatu je teplotní snímač měřící pokojovou teplotu, funkční prvky pro nastavení požadované teploty a relé ke spínání připojených zařízení (hořák, čerpadlo, apod.). Termostaty se dělí na mechanické a digitální. Prostorové termostaty jsou schopny snímat teplotu v daném prostoru. To však může být chápáno, jako značné omezení, protože termostat snímá pouze teplotu v místnosti, kde je umístěn. Zařízení, které umožňuje regulaci vytápění na základě teplotních snímačů umístěných ve více místnostech, se nazývají zónové (Tzbinfo, 2015, online [14]).

A) Ekviterní regulace

Je schopna řídit a upravovat provoz otopných soustav podle venkovní teploty. Teplotní čidlo je umístěné na severní straně budovy, 2 m nad úrovní terénu (Tzbinfo, 2015, online [14]).

B) Regulace malých zdrojů tepla

a) Regulace malého zdroje tepla na tuhá paliva

Malé zdroje tepla na tuhá paliva je možné regulovat pomocí přívodu vzduchu (regulátorem tahu vzduchu) a množství odvedených spalin (spalinovou klapkou).

b) Regulace ostatních malých zdrojů tepla

Elektrokotle a kotle na plyn či topné oleje se regulují termostatem, který řídí u plynových a kapalných kotlů pracovní výkon hořáku a u elektrického vytápění topné spirály (Topinková, 2011, osobní sdělení).

4 PRAKTICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

4.1 Základní charakteristika stavebního objektu

Vybraná novostavba byla realizována v roce 2008 v řadové zástavbě obce Střelice, okres Brno – venkov. Jedná se o podsklepený, jednopodlažní dům s obytným podkrovím. RD je vyzděn z keramických tvárnic bez další izolace. Střecha je tvořena sedlovým krovem a opatřena pálenou střešní taškou Tondach, orientovaná na jihovýchod (viz. obrázek č. 1, 2).

Zdivo je provedené z keramických tvárnic Keratherm na vápenocementovou maltu. Obvodové zdivo je realizováno z materiálu Keratherm 44 P+D, které je ideálním řešením pro konstrukce s vysokými nároky na tepelný odpor, akumulaci zdiva a akustický útlum. Nosné stěny jsou vyzděné z tvárnic Keratherm 30 P+D a výplňové zdivo je provedeno z keramických příčkovek Keratherm 14 P+D.

Komínové těleso je tvořené komínovým systémem Schiedel Absolut v dvouprůduchovém provedení. Komínová tvárnice je s integrovanou tepelnou izolací, tenkostěnná vnitřní keramická vložka je spojena pomocí hrdlového spoje.

Okna a dveře jsou osazena z plastového materiálu s izolačním výplňovým dvojsklem. Garážová vrata jsou konstruována jako sekční, jednotlivé panely vrat jsou zateplené.

4.2 Stavebně – technický popis konstrukcí

A) Podlaha v 1. PP

- keramická dlažba s flexibilním lepidlem, nebo hlazený beton,
- betonová vrstva s Kari sítí – tl. 50 mm,
- hydroizolace – PE folie,
- tepelná izolace – polystyrén tl. 100 mm,
- izolace proti zemi vlhkosti,
- železobetonová deska tl. 110 mm s Kari sítí,
- hutněný násyp,
- rostlý terén.

B) Podlaha v 1. NP a 2. NP

- plovoucí podlaha – kročejová izolace, keramická dlažba – flexibilní lepidlo,
- betonová vrstva s plastifikátorem,

- tepelná izolace + systémová deska,
- parozábrana,
- betonová zálivka,
- konstrukce tvořená stropními nosníky POT a vložkami MIAKO.

C) Strop v 1. PP a 1. NP

- barva s penetračním nátěrem,
- jemná štuková omítka,
- vápenocementová omítka,
- konstrukce tvořená stropními nosníky POT a vložkami MIAKO.

D) Strop v 2.NP

- barva s penetračním nátěrem,
- sádrokartonový záklop,
- parotěsná fólie,
- sádrokartonový rastr,
- konstrukce krovu s tepelnou výplní Orsil 220 mm.

4.3 Popis jednotlivých vytápěných místností

4.3.1 Vytápěné místnosti

A) Schodiště a technická místnost 0.01

V místnosti 0.01 se nachází levotočivé dvouramenné schodiště, které bylo zhotoveno monolitickým způsobem jako deskové v průchodné šířce 900 mm. Schodiště propojuje výškové úrovně jednotlivých podlaží 1. PP, 1. NP a 2. NP. Zrcadlo schodiště je ohraničeno a zabezpečeno nerezovým zábradlím s dubovým madlem. Mezipodesta, stupnice a podstupnice schodiště jsou opatřeny keramickou dlažbou, sokl je zhotoven z keramického obkladu. Boční plocha ramene schodiště, tzv. čelo je opatřeno truhlářsky opracovaným prvkem z dubového dřeva. Stěny jsou omítnuty vápeno-cementovou maltou, opatřeny jemnou štukovou omítkou a následně vymalovány.

Schodiště volně vychází z technické místnosti, kde je instalován zdroj tepla a deskové otopné těleso. Stěny, strop, podlaha a sokl je proveden z totožného materiálu jako použitého u schodiště.

Technická místnost o ploše 7,3 m² je vytápěná na vnitřní teplotu 15 °C v prostoru schodiště se dá očekávat pokles teploty na cca 10 °C.

B) Garáž 0.02

Podlaha garáže je tvořena hlazeným betonovým potěrem s průmyslovým nátěrem, stěny a strop jsou zhotoveny vápenocementovou maltou, štukovou omítkou a vymalovány. V Místnosti 0.02 je instalováno deskové OT a je zde umístěn vymetací otvor komína s ochrannými dvířky. Vjezdové vrata jsou osazeny z moderního pojezdového materiálu, dveře propojující garáž s místností 0.01 jsou zhotoveny se zvýšenou požární odolností. Prostor 37,27 m² je vytápěn na vnitřní teplotu 5 °C.

C) Schodiště a hala 1.01

Hala tvoří komunikační prostor a propojuje další místnosti v přízemí obložkovými dveřmi a zahradu plastovými dveřmi. Podlaha haly je tvořena plovoucími deskami s kročejovou izolací. Plovoucí dřevěná podlaha je zališťována. Ve výklenku zdíva u komína je umístěna směšovací stanice pro podlahové vytápění.

Schodiště a hala v 1. NP o ploše 11,2 m² je vytápěna topným okruhem č. 2 na 20 °C, v oblasti schodiště na cca 15 °C.

D) Kuchyně a obývací místnost 1.02

Místnost 1.02 o celkové výměře 37,27 m² je koncipována jako kuchyně s jídelním prostorem, který je propojen s obývací místností. Disponuje třemi okny a kuchyňkou linkou. Podlaha místnosti je tvořena keramickou dlažbou v části kuchyně a plovoucí podlahou v obývacím prostoru. Stěny jsou v úrovni podlahy s keramickou dlažbou opatřeny soklem z keramického obkladu a zališťováním nad částí opatřenou plovoucí podlahou. Kuchyni zásobuje teplem topný okruh č. 1, jídelní část pak okruh č. 7 a obývací prostor okruh č. 6 na teplotu 20 °C. V obývacím prostoru je umístěn programový termostat.

E) Zádveř 1.03

Plocha o 3,98 m² je opálena keramickou dlažbou se soklovým obkladem. Místnost 1.03 je prosvětlena jedním oknem a je vytápěna topným okruhem č. 5 podlahového vytápění na teplotu 15 °C.

F) Pracovna 1.04

Pracovna disponuje plochou 8,14 m², oknem a plovoucí podlahou. Teplota vytápěné místnosti je 20 °C, zajišťuje ji okruh č. 4 podlahového topení.

G) Koupelna a WC 1.05

Je místnost o rozloze 5,85 m² tvořená keramickou dlažbou a keramickým obkladem stěn do výšky stropu. V označeném sociálním zařízení jsou umístěné zdravotně-technické zařizovací předměty, jako je sprchový kout, umyvadlo a WC.

Místnost je vytápěna podlahovým topením (otopným okruhem č. 3), tak i otopným tělesem. Vnitřní teplota vytápěné místnosti je 24 °C.

Stěny prvního nadzemního podlaží jsou ve všech místnostech provedeny stejným způsobem (pokud není výše popsáno jinak). Jsou zhotoveny z vápeno-cementové malty, jemné štukové omítky a výmalby. Každá místnost v tomto nadzemním podlaží je vytápěna podlahovým vytápěním.

H) Schodiště a hala 2.01

Schodiště je z totožné konstrukce a materiálů jako předchozích podlaží. Hala o rozloze 7,3 m² je prosvětlena oknem, je vytápěna na 20 °C klasickým deskovým tělesem.

I) Ložnice 2.02

Ložnice je vytápěna na 20 °C otopným tělesem umístěným v prostoru okna. Plocha místnosti 2.02 je 16 m².

J) Dětský pokoj 2.03

Místnost je prosvětlena jedním střešním oknem, pod kterým je umístěné OT a jedním klasickým oknem. Prostor o rozloze 17,3 m² je vytápěn na vnitřní pokojovou teplotu 20 °C.

K) Dětský pokoj 2.04

Plocha pokoje disponuje 16 m² se dvěma střešními okny. Otopné těleso je umístěné pod okny a místnost vytápí na 20 °C.

L) Koupelna a WC 2.05

Sociální zařízení o výměře 7,0 m² je upravené keramickým obkladem a dlažbou. V místnosti je teplota 24 °C, je zde umístěna velkokapacitní vana, umyvadlo a záchod.

Stěny druhého nadzemního podlaží jsou ve všech místnostech stejné (pokud není výše popsáno jinak). Jsou zhotoveny z vápeno-cementové malty, jemné štukové omítky a výmalby. Podlahy (pokud není výše popsáno jinak) jsou tvořené plovoucími deskami, jejichž kročejové tlumení je zajištěno pomocí koleťové izolace a podlaha je ukončena krycí.

4.3.2 Nevytápěné místnosti

A) Půda

Půdní prostor je nevytápěn. Teplota je stanovena na 0 °C.

B) Suterén

1. PP disponuje místnostmi, které nejsou vytápěny. Jedná se o skladové místnosti o teplotě 5 °C.

4.4 Návrh zdroje tepla

Výběr zdroje tepla je stanoven investorem dle nejpříznivějšího a nejdostupnějšího paliva, dále typ zdroje ústředního vytápění závisí na jeho umístění, možnosti přívodu vzduchu a odvodu spalin, velikosti a druhu otopného systému, řešení ohřevu teplé užitkové vody v objektu, požadavky na provoz a regulaci na výpočtu tepelných ztrát a v neposlední řadě také na dispozici budovy.

Jelikož v obci Střelice je zaveden rozvod plynu a jeho připojení pro RD bylo schváleno v r. 2007, investor zhodnotil využití zdroje tepla – plynového kotle za nejpříznivější.

4.4.1 Tepelné ztráty objektu

Výpočet tepelných ztrát objektu je základní podmínkou pro návrh zdroje tepla, otopných těles a tepelného výkonu soustavy. Celková hodnota tepelné ztráty pro daný objekt je součtem tep. ztrát jednotlivých místností. Tepelná ztráta pro jednotlivé místnosti je důležitým faktorem pro návrh otopných těles v daném prostoru. Podle celkové tepelné ztráty, tedy tepelné ztráty objektu lze navrhnout zdroj tepla.

Samotný výpočet přímo ovlivňuje stanovená venkovní teplota, která je odvozena podle nadmořské výšky a teplotní oblasti. Dále druh budovy a její orientace ke světovým stranám, nadmořská výška, druh zástavby a začlenění do terénu, skladba a rozměry použitých konstrukčních materiálů, účelů místností a určení směru tepelných toků.

Postup výpočtu tepelných ztrát objektu

Níže uvedené vztahy a postupy výpočtů, které jsou uvedeny v odborné literatuře, vycházejí z normy ČSN EN 12831: 2005.

Celková tepelná ztráta objektu

$$Q_c = Q_p + Q_v \quad [W]$$

Kde:

Q_p : tepelná ztráta prostupem tepla [W]

Q_v : tepelná ztráta větráním [W]

Q_z : trvalý tepelný zisk [W]

Zdroj: Počínková, Treuová, 2002, s. 25

Petráš a Bystřický (2006, s. 26) uvádějí přesnější výpočet zahrnující tepelné zisky.

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z \text{ [W]}$$

Kde:

Q_p : tepelná ztráta prostupem tepla [W]

Q_v : tepelná ztráta větráním [W]

Q_z : trvalý tepelný zisk [W]

Zdroj: Petráš, Bystřický, 2006, s. 26

A) Tepelná ztráta prostupem tepla

$$Q_p = \sum_{j=1}^{j=n} k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_{ej}) \text{ [W]}$$

Kde:

S_j : ochlazovaná část stavební konstrukce [m^2]

k_j : součinitel prostupu tepla z prostoru i do prostoru e [$W/m^2 \cdot K$]

t_i : výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}C$]

t_e : výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce [$^{\circ}C$] (jedná se o teplotu v sousední místnosti, nebo venkovní teplota exteriéru).

Zdroj: Petráš, Bystřický, 2006, s. 26

- Stanovení vnitřní teploty jednotlivých místností

Jednotlivé místnosti jsou rozděleny dle druhu objektu, zda se jedná o vytápěné nebo nevytápěné prostory a poté na trvale užívané, občasné užívané apod. Upravená tabulka č. 4 znázorňuje vybrané místnosti u novostavby ve Střelcích.

Tabulka č. 4 - Teploty místností trvale užívané obytné budovy

TRVALE UŽÍVANÉ OBYTNÉ BUDOVY		
Vytápěné místnosti		
Druh místnosti	Vnitřní teplota - t_i [$^{\circ}C$]	Pocitová teplota - ϕ_{ai} [$^{\circ}C$]
Obývací místnost	20	60
Kuchyně	20	60
Koupelny	24	90
Klozety	20	60
Vedlejší místnosti	15	60
Schodiště	10	60
Nevytápěné místnosti		
Sklepy, suterény	5	80

Zdroj: Tzbinfo, 2015, online [13]

- *Stanovení venkovní teploty*

Určení teploty sousedních prostor. Teplota exteriéru je stanovena teplotní oblastí, v níž se stavba nachází. Je-li sousední prostor v interiéru, teplota se opět stanovuje dle vnitřních teplot jednotlivých místností (jelikož teplota exteriéru je v daném případě opět teplota interiéru).

Jelikož obec Střelice spadá do okresu Brno – venkov, hodnoty stanovené pro venkovní teplotu, počet otopných dnů a nadmořskou výšku se řídí městem Brnem. U této oblasti je nutné mít na vědomí, že se jedná o území s intenzivními větry. Dané hodnoty jsou stanoveny dle tabulky č. 5.

Tabulka č. 5 - Stanovená venkovní teplota dle okresního města

Místo	Nadmořská výška [m]	Výpoč. venkovní teplota [°C]	Prům. teplota v otop. obd. [°C]	Počet dnů otop. období [d]
Brno	13,8	-12	3,6	222

Zdroj: Počínková, 2002, s. 18

a) Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + R + \frac{1}{\alpha_e}} \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$$

Kde:

α_i : odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [W/m²·K]

α_e : odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [W/m²·K]

R: odpor při prostupu tepla [m²·K / W]

Zdroj: Petráš, Bystřický, 2006, s. 26

b) Odpor prostupu tepla

$$R = \frac{d}{\lambda} \text{ [m}^2\cdot\text{K/W]}$$

Kde:

d: rozměr jednotlivé vrstvy [m]

λ : tepelná vodivost jednotlivé vrstvy [W/m·K]

Zdroj: Petráš, Bystřický, 2006, s. 26

B) Tepelná ztráta větráním

$$Q_v = c_v \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

Kde:

c_v : 1300 [J/m³·K] objemová tepelná kapacita vzduchu při 0 °C

V_v : objemový tok větracího vzduchu [m³/s]

t_i : výpočtová vnitřní teplota [°C]

t_e : výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce [°C] (jedná se o teplotu v sousední místnosti, nebo venkovní teplota exteriéru)

Zdroj: Počínková, Treuová, 2002, s. 25

a) Objemový tok větracího vzduchu

$$V_v = \frac{n_h}{3600} \cdot V_m \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Kde:

n_h : intenzita výměny vzduchu v místnosti [h⁻¹]

- pro obytné místnosti obytných budov je stanoveno 0,5 h⁻¹

- pro ostatní místnosti obytných budov je stanoveno 0,35 h⁻¹

V_m : vnitřní objem místnosti [m³]

Zdroj: Počínková, Treuová, 2002, s. 23

Celková tepelná ztráta domu je stanovena na 10,43 kW, z toho tepelná ztráta větráním na 3,56 kW a celková spotřeba plynu pro ÚT je stanovena na 2 600 m³ (viz. příloha č. 7).

Z výše uvedených podkladů pro návrh zdroje tepla se investor společně s autorizovaným technikem rozhodl o instalaci kotle Protherm Medvěd 20 KLZ v. 15 s modulovým výkonem 12 - 17 kW a se zabudovaným 90 l zásobníkem TUV. Požadovaný zdroj tepla je pro ústřední topení předdimenzován o cca 1,5 – 6,5 kW, bude tak schopen zabezpečit požadovaný výkon na ohřev teplé užitkové vody.

Stacionární litinový kotel Protherm Medvěd 20 KLZ je umístěn v místnosti číslo 0.01, disponuje dvěma oběhovými čerpadly, vestavěnou expanzní nádobou o objemu 10 l a ostatními ochrannými prvky. Připojení na komínové těleso je realizováno pomocí sopouchu, který ústí do komínové vložky tvarovkou T-kusu. Navrhovatel předpokládá s celoroční vytížením kotle, kde v zimním období bude pracovat na způsobu cyklování (je nutné manuálně uvést do provozu oběhové čerpadlo podlahového vytápění).

V letním období je doporučeno zdroj tepla využívat pouze pro ohřev teplé užitkové vody. Toto programování je však nutné provést manuálním přepnutím na plynovém kotli.

4.5 Návrh potrubní sítě

Dimenzování potrubní sítě slouží k určení průměru potrubí v jednotlivých úsecích, výpočtu tlakových ztrát pro návrh oběhového čerpadla a k hydraulickému vyvážení otopné soustavy.

4.5.1 Popis postupu při návrhu potrubní sítě a její dimenzování

V schématu zapojení navrhovatel stanoví základní topný okruh. Základní okruhem je zpravidla potrubní síť vedena od zdroje tepla k nejbližšímu otopnému tělesu. Jednotlivé úseky základního rozvodu jsou určeny zpravidla vřazenými odpory. Úseky jsou očíslovány. Následně je stanoven tepelný spád soustavy, který je určen dle druhu použitého materiálu rozvodu, otopné soustavy, uspořádání rozvodů a oběhu teplosné látky.

A) Stanovení výkonu, průtoku očíslovaných úseků

Výkon jednotlivých úseků je dán součtem potřeby výkonu otopných těles v hodnoceném úseku, který musí min. vyrovnat tepelnou ztrátu místnosti.

Hmotnostní průtok rozdělených úseků je stanoven upraveným vztahem:

$$m = \frac{Q_p \cdot 3600}{c \cdot (t_1 - t_2)} \quad [\text{kg/h}]$$

Kde:

- m: hmotnostní průtok [kg /s]
- Q_p : přenašený tepelný výkon [W]
- c: měrná tepelná kapacita vody 4180 [J / kg·K]
- t_1, t_2 : teplota otopné vody přívodní a vratné [°C]
- Zdroj: Tzbinfo, 2015,online [17]

Dalším projektovým krokem je stanovení délky jednotlivých úseků v m. Dle tabulkových hodnot je následně určeno DN potrubí, které je odvozené od součinitele místního odporu (např. oblouku, odbočky, kolena, ventilu apod.) a rychlosti proudící teplosné látky. Ztráta tlakovým třením je též odvoze z tabulkové hodnoty v závislosti na řazeném odporu a rychlosti proudícího média.

Poté jsou hodnoty zapsány do výpočtové tabulky pro snadnější orientaci a dále vypočteny vztahy pro tlakovou ztrátu třením a následně dopočítány vztahy pro návrh otopného čerpadla (Fcevtubr, 2012, online [5]).

V popisované novostavbě je navržena vertikální soustava z Cu materiálu opatřeného tepelnou izolací Tubex. Teplotní spád pro dvourubkového teplovodní ÚT s nuceným oběhem je 70/55 °C.

4.6 Rozvody potrubní sítě

Hlavní větev vedená od kotle stupačkou k podlaze ve 2.NP je zhotovena ve Cu s DN 18 mm, vedlejší větve jsou pak dimenzovány na DN 15 mm v téže materiálu a izolací. Veškeré rozvody vedené v podlaze, jsou uloženy v roznášecí vrstvě. V 1. NP jsou rozvody vedeny pomocí úchyťového systému volně po konstrukci stěny. Stupačka je vedena ve výklenku zdiva, který je zakryt sádkartonovým panelem. Svislý rozvod propojuje místnosti 0.01 do 1.01. a 2.01, je uchycen objímkami v konstrukci zdiva.

Koupelny v prvním druhém nadzemním podlaží jsou vytápěny žebříkovým OT. Ležaté přípojné potrubí k těmto tělesům je proveden opět Cu. V místnosti 2.05 je provedena smyčka z vratné vody OT, jejíž funkcí je temperance podlahového vytápění. Vratná větev otopného žebříkového tělesa je zhotovena z Cu trubky měkké a je uložena na polystyrénové izolaci tl. 3 cm, je vyvázána ke Kari síti, poté zabetonovaná vrstvou betonového potěru, který tvoří konstrukci podlahy.

4.6.1 Rozvody potrubní sítě podlahového vytápění

Médiem podlahové vytápění je v 1. NP je teplotněná látka - voda s teplotním spádem 50/40 °C. Samotné topné smyčky jsou provedeny z plastového materiálu (polybutenu), které jsou napojeny na směšovací rozdělovač.

Směšovací stanici je nutné opatřit se samotným oběhovým čerpadlem a možností napojení sedmi topných okruhů.

Rozvod podlahového vytápění je řešen mokrým způsobem s pokládkou topných hadů do spirálovitého tvaru pomocí systémových desek. Systémové desky o tl. 3 cm jsou položeny pod topné hady na tepelnou izolaci. V místech, kde topné hady nejsou, je systémová vrstva dorovnána klasickým polystyrénem o tl. 3 cm. Skladba podlahy je dilatována od stěny pomocí dilatačních pásek přesahující skladbu podlahy. Položený systém s izolací a dilatací jsou zality betonovou roznášecí vrstvou s příměsí plastifikátoru v celkové tl. 50 – 60 mm. Dilatační páska je odstraněna ve výšce podlahy po vyvržení betonové směsi.

Veškeré přechody topných hadů přes konstrukce je provedeno v univerzální ochranné trubce tzv. "husím krku".

4.7 Návrh otopných těles

K vytápění místností je využíváno otopných těles, jejichž velikost, výkon a typ jsou odvozeny od tepelných ztrát daných místností a požadavkem investora. Hodnoty, podle kterých byly OT navrhovány jsou zmíněny výše.

V popisované novostavbě jsou osazeny otopné tělesa klasická – konvekční, tak i velkoplošné sálavé plochy v podobě podlahového vytápění.

Podlahové vytápění se rozvětňuje jednotlivými otopnými větvemi ze směšovací stanice umístěné ve výklenku zdiva místnosti 1.01. Podlahové vytápění disponuje vlastním oběhovým čerpadlem a ekviterní regulací (podrobnější řešení regulace je popsáno v kapitole Regulace OT). Jednotlivé druhy OT umístěné ve vytápěných místnostech znázorňuje tabulka č. 6.

Tabulka č. 6 - Druhy otopných těles umístěné v jednotlivých vytápěných místnostech

Místnost	Druh O.T.	Typ O.T.	Topný systém [°C]
0.01	Klasické, konvekční	Radik - Klasik	70/55
0.02	Klasické, konvekční	Radik - Klasik	70/55
1.01	Velkoplošné sálavé	Podlahové	50/40
1.02	Velkoplošné sálavé	Podlahové	50/40
1.03	Velkoplošné sálavé	Podlahové	50/40
1.04	Velkoplošné sálavé	Podlahové	50/40
1.05	V. sálavé + klasické	Podl. + Koralux R	50/40, 70/55
2.01	Klasické, konvekční	Radik - ventilkompakt	70/55
2.02	Klasické, konvekční	Radik - ventilkompakt	70/55
2.03	Klasické, konvekční	Radik - ventilkompakt	70/55
2.04	Klasické, konvekční	Radik - ventilkompakt	70/55
2.05	Klas., kon. + smyčka	Koralux R + smyč.	70/55

Zdroj: Projektová dokumentace; Tzbinfo, 2015, online [16]

Osazení jednotlivých konvekčních otopných těles Radik – Ventilkompakt je provedené přes přípojné šroubení Vekolux. Panelová tělesa typu Radik - Klasik a žebříkové otopné tělesa Koralux Rondo jsou připojena přes armatury RV a RŠ (rohového ventilu a šroubení).

4.8 Použité armatury na potrubní síti

- A) Armatury osazené v blízkosti kotle
 - uzavírací armatury, filtr, oběhové čerpadlo, napouštěcí/ vypouštěcí kohout.
- B) Armatury osazené na potrubní síti či v blízkosti otopného tělesa
 - šroubení, přepouštěcí ventil, radiátorové ventily, termostatické hlavice, odvzdušňovací ventily.

4.9 Regulace otopných těles

Regulace zdroje tepla je zajištěna ekvitermním způsobem, tedy regulací dle venkovního čidla umístěného na severní straně fasády a snímačem teploty s dálkovým ovládáním v místnosti 1.02.

A) Regulace podlahového vytápění

Další možností regulace přímo pro podlahové vytápění je manuální regulací na TRV (termostatickém radiátorovém ventilu) stanice. Pomocí TRV lze změnit teplotní spád, tedy výkon celého podlahového vytápění.

B) Regulace klasických konvekčních těles

Regulace těchto otopných těles je možné individuální regulací, tedy regulací pomocí TRH.

4.10 Finanční náročnost realizovaného systému vytápění a ohřevu TUV

Cenění realizovaného systému vytápění s ohřevem teplé užitkové vody (uvedené v příloze č. 5) je odvozené od soupisu materiálu dle technické zprávy (příloha č. 7).

Hrubé celkové náklady na realizaci popisovaného systému vytápění včetně instalatérských a zednických prací je stanoven na částku 216 700 Kč (viz příloha č. 6).

4.11 Zkoušky instalovaných zařízení

Norma (ČSN 06 0310: 2014) uvádí, že se před uvedením soustavy do provozu musí provést:

4.11.1 Proplach

Každé smontované zařízení musí být před uvedením do provozu vyzkoušeno a propláchnuto tak, aby se minimalizovala možnost jejich poškození obsaženými

nečistotami. Proplach je nutný provést na 24 hodinovém provozu oběhového čerpadla a zajistit na armaturách vypouštění a filtrů odkalování, tedy odpuštění usazeného kalu a to až do úplného pročištění soustavy.

„Naplnění zařízení vodou podle ČSN 07 7401 nebo ČSN 38 3350. Vyčistění a propláchnutí soustavy je součástí montáže a o jeho provedení má být proveden zápis“ (ČSN 06 0310: 2014).

4.11.2 Zkouška těsnosti

Šestihodinové trvání zkoušky těsnosti je nutné dodržet s nejvyšším dovoleným přetlakem. Zkouška je provedena před zazděním drážek, provedením ochranných nátěrů a izolací. Soustava je naplněna vodou, odvzdušněna a jsou kontrolovány spoje a viditelné netěsnosti. V průběhu celé zkoušky by neměla klesnout hladina v expanzní nádobě a neměly by být zjištěny viditelné vady.

Potrubí, které je umístěné na špatně přístupných místech je zkoušeno tak, že je zkušební přetlak udržován 30 minut a poté je změněn na atmosférický tlak, který je opět zvýšen na zkušební přetlak v potrubí s trváním 30 minut. Po dokončení těchto změn se nesmějí objevit viditelné netěsnosti.

Zkušební přetlak pro měděné potrubí určuje dodavatel potrubí, teplota vody v otopné soustavě v rámci zk. těsnosti je max. 50 °C. Zkouška je provedena společně s účastí investora a o závěrečném stanovisku je vystaven protokol.

4.11.3 Provozní zkoušky

Provozní zkouška se dělí na zkoušku dilatační a topnou. Obě zkoušky tyto zkoušky je možné provést po úspěšném provedení zkoušky těsnosti a proplachu.

A) Dilatační zkouška

Zkouška je úspěšně vyhodnocena a zapsána do stavebního deníku či záznamního listu o zkoušce pokud, po zahřátí teplotonosné látky v otopném systému na nevyšší dovolenou pracovní teplotu a následném vychladnutí na teplotu okolního vzduchu nejsou shledány žádné závady jako např. viditelné netěsnosti apod. Princip ohřevu a chladnutí je možné provést několikrát za sebou a v každém ročním období.

B) Topná zkouška

Topná zkouška se provádí především za účelem zjištění správné funkce armatur, ohřevu otopných těles, dosažení teplot a tlaků předepsané v projektové dokumentaci, správné funkce regulačních a měřicích zařízení, zabezpečovacích zařízení apod.

O průběhu zkoušky je vyhotoven protokol, ve kterém jsou uvedené hodnoty naměřené regulace. „U soustav do 100 kW se smí topná zkouška provádět mimo otopnou sezónu. V trvání nejméně 24 hodin“ (ČSN 06 0310: 2014).

Dále technická dokumentace projektu novostavby udává, že uvedení podlahového UT do úplného provozu, je možné po řádném vyztužení a vysušení betonové roznášecí vrstvy, s postupným zvyšování teploty dle technologie postupu pro podlahové vytápění.

4.12 Budoucí možné systémy vytápění

4.12.1 Instalace krbu s teplovodní vložkou

Krb s teplovodní vložkou bude být moci využíván jako lokální zdroj tepla, který by sloužil zejména, jako náhradní zdroj v otopných měsících. Správný provoz krbové teplovodní vložky pro vytápění a ohřev TUV by byl zajištěn vlastním oběhovým čerpadlem, samostatnou pojistnou expanzní nádobou a dalších potřebných armatur.

Náklady na doplnění původního systému vytápění by spočívaly v pořízení samotného krbu s teplovodní vložkou, rozvodné sítě z materiálu Cu, akumulčního zásobníku, oběhového čerpadla, expanzní nádoby a dalších armatur.

Výhodou doplnění původního systému vytápění a ohřevu teplé vody cena paliva, využitelnost krbu v havarijním stavu plynového kotle, při výpadku elektřiny částečně novostavbu zabezpečí tepelnou pohodou. Možnost odvedení spalin komínovým tělesem, který je tvořen dvouprůduchovým způsobem.

Nevýhodou popisovaného doplňkového systému je zejména nutnost pořízení akumulční nádoby. Nerovnoměrnost vytápění bez zapojení oběhového čerpadla, kde je vytápěno pouze 1.NP.

4.12.2 Instalace solárního systému pro ohřev TUV

Sytém ohřevu teplé užitkové vody by byl zajištěn solárním plochým kolektorem umístěným na střeše novostavby.

Náklady na provedení systému ohřevu TUV pomocí solárních kolektorů jsou instalace a cena samotného solárního kolektoru, zásobníku TUV, rozvodné sítě včetně oběhového čerpadla, expanzní nádoby a dalších nutných armatur.

Nutnost bivalentního zásobníku vody, tedy zásobníku se dvěma výměníky, kde solární výměník je umístěn ve spodní části (předehřátí studené vody). V horní části je

výměník dohříván z plynového kotle (zabezpečení odběru vždy teplé vody). Tento způsob je nutný zejména pro nerovnovážnost slunečního záření. Princip ohřevu řídí plně automaticky elektronický regulátor, který je dodávám společně se zásobníkem.

Potrubní rozvod by byl realizován Cu rozvodem vratné a přívodní větve od slunečního kolektoru do zásobníku TUV. Dále pro rozvod od plynového kotle do zásobníku pro hodní výměník.

Plochý solární kolektor je zasklen antireflexní vrstvou a izolován tepelnou vrstvou, je umístěn v hliníkovém rámu a umístěn na jižní straně střechy.

Výhodou výše popisovaného způsobu je využití obnovitelného zdroje tepla, šetření plyným palivem a finanční návratnost.

Nevýhodnost daného systému je nestálost slunečního záření, pořizovací nákladnost, závislost na el. energii a ohřívacího zdroje – plynového kotle, nemožnost sluneční energii využívat na ústřední vytápění domu.

4.12.3 Instalace solárního systému pro vytápění a ohřev TUV

Obnovitelný zdroj solární energie pro využití otopného systému s ohřevem teplé užitkové vody je výhodným řešením pro každý rodinný dům, avšak je nutné splňovat jednotlivé základní doporučení výrobců těchto systémů. Solární systém je primárně využívám k ohřevu TVU, získané přebytky tepelné energie jsou pak využívány k ústřednímu vytápění společně s dalším zdrojem tepla – např. již instalovaným plynovým kotlem.

Ohřev TUV funguje na stejném principu jako u varianty výše, ohřev ústředního topení pak je zajištěn pomocí trojcestných ventilů a samotného základního plynového kotle.

Aby systém byl využíván vyčerpávajícím způsobem a nevznikaly výrazné tepelné ztráty, je nutné, aby tep. ztráty objektu byly redukovány (to lze docílit zaizolováním obvodových stěn objektu). Tuto podmínku uvedená novostavba nesplňuje.

Výhodami zmiňovaného systému je využití OZE a to i pro UT.

Nevýhodami jsou v konkrétním případě novostavby vysoké nároky na realizaci, kde by bylo vhodné provést zateplení RD izolačními deskami a následné pořízení daného systému.

4.12.4 Instalace tepelného čerpadla

Tento způsob využití obnovitelného zdroje je v konkrétním případě možný a to v provedení ve všech provedeních. Je však velmi nákladný a to zejména z důvodů instalace samotného čerpadla, proto dále v bakalářské práci nebude popsán.

Náklady na pořízení nejdostupnějšího tepelného čerpadla pro danou novostavbu (tepelné čerpadlo vzduch/ vzduch) se pohybují okolo 110000 Kč. Cena samotného tepelného čerpadla se liší dle výrobce, střední cenová hladina se pohybuje cca 80000 Kč. Srovná-li se tento systém s klasickým systémem na plynový kotel – hodnoty pořízení celého systému využívající tepelné čerpadlo pro ohřev TUV a vytápění dosahuje hodnoty až dvou násobku ceny klasického systému vytápění.

Jelikož se jedná o novostavbu, tedy i nové rozvody vytápění. Výše uvedené možnosti rekonstrukce vytápění RD Střelice jsou navrženy s ohledem na investiční investice. Systémy vytápění volně rozšiřují původní stav otopného systému, tak aby budoucí náklady na rekonstrukci otopného systému byly pokud možno co nejnižší.

5 DISKUZE A ZÁVĚR

V teoretické části bakalářské práce byly nejdříve objasněny základní pojmy používané v odvětví vytápění, a které byly dále použity v jednotlivých částech bakalářské práce. V prvních kapitolách této části byly dále rozděleny jednotlivé základní části otopných soustav, jako např. zdroj tepla, potrubí, armatury, otopná tělesa a komíny. Každá tato část či zařízení byla detailně popsána a tak určena její funkce v daném systému dle uvedené literatury a norem. Následně byly rozděleny otopné soustavy, které lze využívat pro vytápění rodinných domů. Otopné soustavy méně či vůbec nepoužívané u RD byly rozebrány pouze okrajově. Závěrem první části práce jsou popisovány možnosti regulace těchto otopných soustav.

Druhá, praktická část využívá znalostí získané z teoretické části. Objekt byl vybrán jako novostavba RD v obci Střelice. První kapitoly této části se zabývají obecným popisem stavby a místa, stavebně-technickým začleněním a výpisem skladby jednotlivých konstrukcí. Charakterizují jednotlivé vytápěné a i nevytápěné místnosti. Od třetí kapitoly se práce zabývá popisem postupu při návrhu použitého systému vytápění a to od návrhu zdroje tepla, potrubní sítě až po návrh otopných těles. Navazující část popisuje regulovatelnost daného otopného systému a finanční nákladnost realizace. Závěrem práce jsou navrženy další možné realizace jednotlivých systémů vytápění, tedy systémů využívající obnovitelného zdroje energie.

Využití tepelného čerpadla je pro danou novostavbu možný, avšak velmi nákladný. Pro značnou finanční nákladnost s tímto systémem není dále uvažováno.

Ze stejného odůvodnění, zejména z požadovaného zateplení fasády novostavby je zavrhnuta varianta samotného vytápění a ohřevu TUV způsobem využívající OZE – solárního kolektoru.

Dalšími možnými realizacemi jsou doplnění původního systému vytápění o krbovou vložku na tuhá paliva a ohřev teplé užitkové vody pomocí solárních kolektorů. Jednotlivé doplňující systémy mají své výhody a nevýhody, viz. uvedené výše.

Dle mého názoru uvádím, že nejvýhodnější rekonstrukce vytápění pro investora bude zavedení obou zmiňovaných způsobů doplněných o funkci solárního předeřevu pro vytápění. Základní dvě varianty jsou finančně dostupné s relativně přípustnými nároky na instalaci a zednické práce. Samotná realizace systému by tedy spočívala ve využití solární energie, krbu a stávajícího plynového kotle pro vytápění domu, tak i pro

ohřev TUV. Solární systém pro ohřev TUV (popsán výše), systém je v tomto případě však veden ze střechy objektu od plochých kolektorů do spodní části bivalentního zásobníku vody pro vytápění, zásobník je dále ohřívám provozem krbu s teplovodní vložkou. Dohřev vody je zajištěn mimo zásobník pomocí stávajícího plynového kotle (s vlastním zásobníkem vody). Teplá užitková voda je ohřívána výměníkem v horní části zásobníku, tedy i pomocí kotle. A to pokud je teplota ohřevu vody od solárních kolektorů a krbového systému nižší než požadovaná.

Ohřev teplotnosné látky pro vytápění řídí regulátor, který ovládá trojcestný ventil. Vyhodnotí-li, že teplota vody v zásobníku je vyšší než teplota vratné vody pro vytápění, pak je využívána pro vytápění teplá voda ze zásobníku (příloha č. 4).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní zdroje

- BALÁŠ, Marek. *Kotle a výměníky tepla*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013, 119 s. ISBN 978-80-214-4770-7.
- BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 128 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- BROŽ, Karel. *Vytápění*. 1. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2002, 205 s. ISBN 80-01-02536-5.
- BYSTRICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. *Technická zařízení budov - B*. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006, 203 s. ISBN 80-010-3450-X.
- DANIELS, Klaus. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga group, 2003, 519 s. ISBN 80-88905-63-x.
- DUFKA, Jaroslav. *Hospodárné vytápění domů a bytů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 112 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2019-7.
- LÁZŇOVSKÝ, Miroslav, Milan KUBÍN a Petr FISCHER. *Vytápění rodinných domků*. Vyd. 1. Praha: T. Malina, 1996, 488 s. ISBN 80-901975-2-3.
- PETRÁŠ a kol., Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2005, 246 s. Vytápění. ISBN 80-8076-020-9.
- PETRÁŠ, Dušan. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2008, 207 s. Vytápění. ISBN 978-80-8076-069-4.
- POČINKOVÁ, Marcela, Lea Treuová. *Vytápění*. 1. vyd. Brno: ERA, 2002, 133 s. Stavíme. ISBN 80-865-1735-7.
- POČINKOVÁ, Marcela. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2009, 118 s. Stavíme. ISBN 978-80-251-2746-9.
- VAVERKA, Jiří. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 2006, 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 331 s. ISBN 978-80-247-1588-9.

Internetové zdroje

- [1] FAST.VSB. [online]. 04.23.2008 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/7.html>
- [2] FCE.VUTBR. [online]. 17.04.2012 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/ST51/6_cerpadla.pdf
- [3] FCE.VUTBR. [online]. 31.10.2012 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_P4.pdf
- [4] FCE.VUTBR. [online]. 31.10.2012 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_P3.pdf
- [5] FCE.VUTBR. [online]. 31.10.2012 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C7.pdf
- [6] MASTNÝ, Petr, et. al. *Obnovitelné zdroje elektrické energie* [online]. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 254 s. [cit. 2015-03-30]. ISBN 97880-01-04937-2.
- [7] MĚDĚNÉ ROZVODY. [online]. 2015 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://medenerozvody.cz/vyrovnani-tepelne-roztaznosti-dilatace>
- [8] MOTLÍK, Jan, et. al. *Obnovitelné zdroje energie: a možnosti jejich uplatnění v České republice* [online]. Praha: ČEZ, a.s., 2007, 183 s. [cit. 2015-03-30]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotniprostredi/oze-cr-all-17-01-obalka-in.pdf>
- [9] SOUČEK. Vermos. [online]. 18.02.2009 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://vermos.cz/?q=node/101>
- [10] STAVEBNIKOMUNITA [online]. 22.05.2015 [cit. 2015-05-22]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/page/stavebni-slovník-p>
- [11] STANĚK. [online]. 23.02.2011 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://kps.fsv.cvut.cz/file_download.php?fid=1984
- [12] ŠULC. [online]. 2008 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: http://www1.fs.cvut.cz/cz/U218/pedagog/predmety/1rocnik/chemie1r/prednes/Ch_predn0405-Ztd.pdf
- [13] TZBINFO. [online]. 04.01.2015, [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitri-vypoctove-teploty-dlecsnen-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>
- [14] TZBINFO. [online]. 04.01.2015, [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace>

- [15] TZBINFO. [online]. 01.12.2011, [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/potrubni-a-armatury/8085-vecna-problematikateplotni-roztaznosti-potrubnich-vedeni>
- [16] TZBINFO. [online]. 04.04.2011 [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/525-volba-teplotniho-spadu>
- [17] TZBINFO [online]. 11.01.2011 [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/12489-metoda-vypoctu-potrubni-site-pomoci-jednotkoveho-hmotnostniho-prutoku>

Legislativní zdroje

- ČSN 06 0310. *Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž.* Praha: ÚNMZ, 2014, 24 s.
- ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky.* Praha: ÚNMZ, 2011, 56 s.
- ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.* Praha: ÚNMZ, 2005, 76 s.
- ČSN EN 1333. *Příruby a přírubové spoje - Potrubní součásti: definice a volba PN.* Praha: ÚNMZ, 2006, 8 s.
- ČSN EN ISO 6708. *Potrubní části. Definice a výběr jmenovitých světlost DN.* Praha: ÚNMZ, 1996, 8 s.

SEZNAM ZKRATEK

1. NP	První nadzemní podlaží
1. PP	První podzemní podlaží
2. NP	Druhé nadzemní podlaží
Cu	Měď
ČOV	Čistírna odpadních vod
DN	Jmenovitá světlost potrubí
OT	Otopné těleso
OZE	Obnovitelné zdroje energie
PN	Jmenovitý tlak potrubí
PV	Pojistný ventil
RD	Rodinný dům
TRH	Termostatická hlavice
TRV	Termostatickým radiátorovým ventilu
TUV	Teplá užitková voda
TV	Teplá voda
TZB	Technické zařízení budov

SEZNAM PŘÍLOH

Obrázek č. 1: Stávající stav novostavby RD Střelice – čelní pohled

Obrázek č. 2: Stávající stav novostavby RD Střelice – boční pohled

Příloha č. 1: Vlnovcový kompenzátor s kovovým měchem

Příloha č. 2: Tvarový kompenzátor „U“

Příloha č. 3: Schéma komína

Příloha č. 4: Schéma zapojení budoucího navrhovaného otopného systému

Příloha č. 5: Soupis materiálu a jejich cen

Příloha č. 6: Hrubé celkové náklady na realizaci otopného systému

Vkládaná příloha:

Příloha č. 7: Technická zpráva

Příloha č. 8: Půdorys 1. PP

Příloha č. 9: Půdorys 1. NP

Příloha č. 10: Půdorys 2. NP

Obrázek č. 1: Stávající stav novostavby RD Střelice – čelní pohled



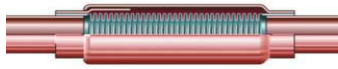
Zdroj: Archív autora, 2015

Obrázek č. 2: Stávající stav novostavby RD Střelice – boční pohled

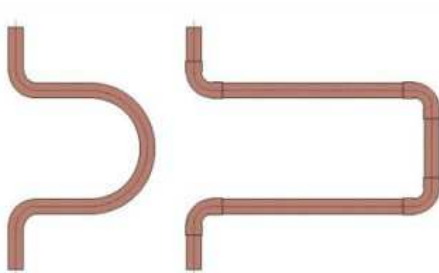


Zdroj: Archív autora, 2015

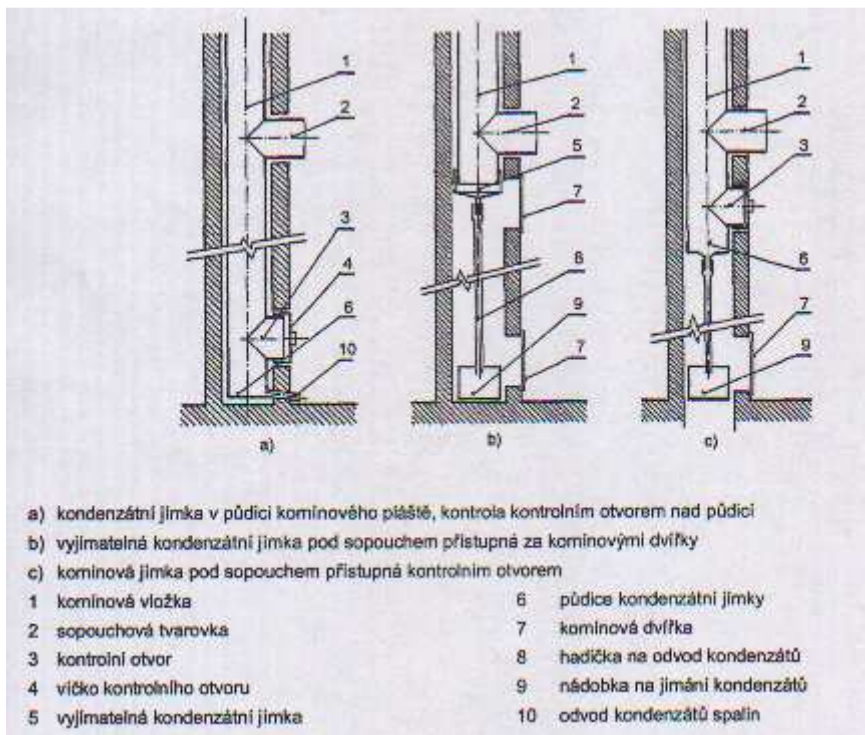
Příloha č. 1: Vlnovcový kompenzátor s kovovým měchem (Zdroj: měděné rozvody, 2014, online [7])



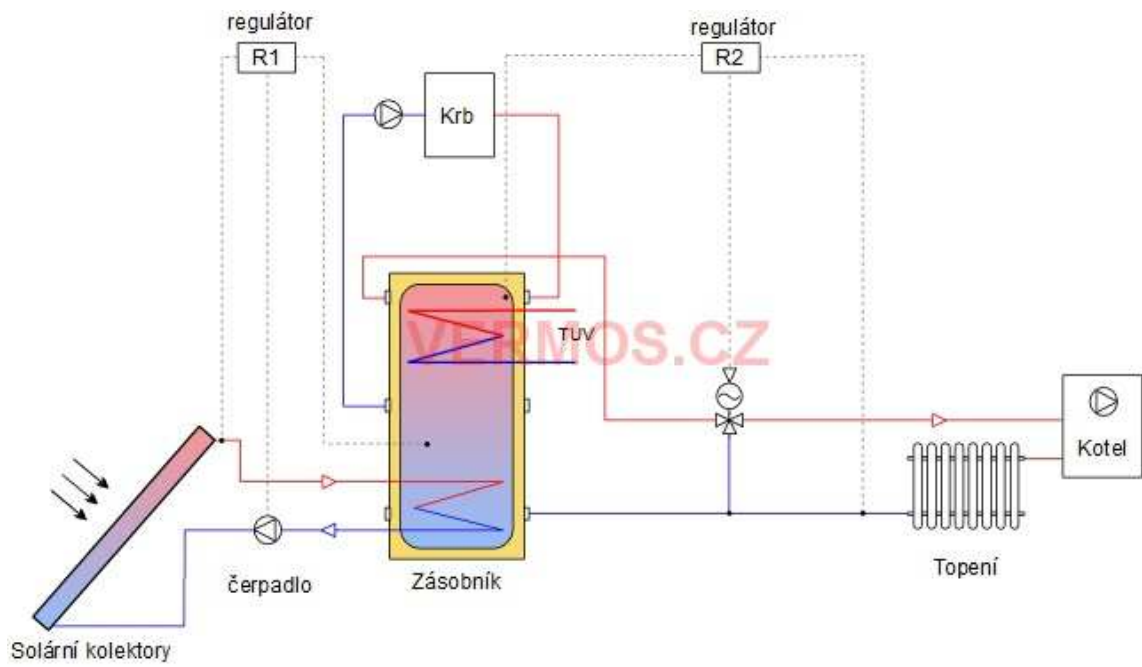
Příloha č. 2: Tvarový kompenzátor „U“ (Zdroj: měděné rozvody, 2014, online [7])



Příloha č. 3: Schéma komína (Zdroj: fast10.vsb., 2014, online [1])



Příloha č. 4: Schéma zapojení budoucího navrhovaného otopného systému (Zdroj: Souček, 2009, online [9])



Příloha č. 5: Soupis materiálu a jejich cen (Zdroj: Příloha č. 7; Autorův archív, 2015)

Počet kusů	Název	Cena
[ks]/[m2]/[m]	Specifikace	[Kč]
Kotel a armatury u kotle		
1	Stacionární plynový kotel Portherm Medvěd 20 KLZ v. 15	38 100
3	Kulový kohout 3/4 "	840
1	Filtr 1 "	125
1	Vypouštěcí/ napouštěcí kohout 3/8 "	48
2	Šroubení 1 "	320
3	Šroubení 3/4 "	276
2	Vsuvka redukována 3/4 / 1 "	50
1	Heimeier přepouštěcí ventil Hydrolux 3/4 "	1 050
Celkem		40 809
Systém klasického Ú.T.		
1	Korado - Radik - Klasik 22 (900/800) - výška/délka	2 090
1	Korado - Radik - Klasik 22 (900/500)	1 982
1	Korado - Radik - Ventilcompact 22 (600/700)	1 780
1	Korado - Radik - Ventilcompact 21 (500/700)	1 590
1	Korado - Radik - Ventilcompact 20 (500/800)	1 380
2	Korado - Radik - Ventilcompact 20 (500/1000)	3 898
2	Koralux Rondo 780/600	2 100
2	Radiátorový ventil rohový 1/2 "	648
2	Radiátorový ventil přímý 1/2 "	520
2	Radiátorové šroubení rohové 1/2 "	380
2	Radiátorové šroubení přímé 1/2 "	320
9	Termostatická hlavice	6 120
1	Vypouštěcí kohout 1/2 "	63
5	Připojovací armatura - Vekolux rohový dvoutrubkový	1 080
10	Svorné šroubení pro trubku Cu 15x1	1 040
Celkem		24 991
Cu tvarovky		
9	T-kus 22x1	1 350
4	T-kus 18x1	480
8	T-kus 15x1	880
8	Koleno 22x1	648
6	Koleno 18x1	420
48	Koleno 15x1	2 976
2	Závitové přechody 22x1 1"	172
6	Závitové přechody 22x1 3/4"	1 008
1	Závitové přechody 22x1 3/8" vnitřní závit	1 106
2	Závitové přechody 18x1 3/4"	320
8	Závitové přechody 15x1 1/2"	1 010
Celkem		10 370

Cu trubky		
6	Trubka průměru 22x1	761
16	Trubka průměru 18x1	1 836
76	Trubka průměru 15x1	6 080
25	Trubka měkká průměru 15x1	1 750
Teplná izolace Tubex		
6	Trubka průměru 22x9	54
16	Trubka průměru 18x9	121
72	Trubka průměru 15x9	482
X	Upevňovací a montážní materiál	4 200
Celkem		15 284
Systém podlahového Ú.T.		
1	Směšvací rozdělovač + skříň + adatéry	18 900
67	Podkladní polystyrén	3 417
60	Systémová deska	5 470
78	Dilatační páska	1 170
6 l	Plastifikátor do betonu	2 148
307	Topná had PB 15x1,5	7 727
17	Ochranná trubka - husí krk	1 420
Celkem		40 252
CELKEM		131 706

Příloha č. 6: Hrubé celkové náklady na realizaci otopného systému (Zdroj: Příloha č. 6; Autorův archiv, 2015)

Položka	Cena [Kč]
Materiál	131 706
Instalatérské práce	60 000
Zednické práce	25 000
CELKEM	216 706
CELKEM zaokrouhleno	216 700