



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ STARTOVACÍCH BYTŮ

DESIGN OF A HEATING SYSTEM FOR STARTING APARTMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Bobrovský

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Bobrovský
Název	Návrh systému vytápění startovacích bytů
Vedoucí práce	Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Aktuální právní předpisy ČR
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu
5. Vědecká databáze

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část

- literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu
- výpočet tepelného výkonu
- energetický štítek obálky budovy
- návrh otopných ploch
- návrh zdroje tepla
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí
- návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou-li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt

- úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1:20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva
- Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, prohlášení, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Bakalářská práce je dělena na dvě části, v teoretické části se zabývám armaturami používanými v otopných soustavách. Obsahem výpočtové části je zpracování návrhu ústředního vytápění bytového domu a příprava teplé vody. Výpočtová část obsahuje také projektovou dokumentaci a přílohy. Projektová dokumentace je zpracována na úrovni prováděcí dokumentace.

PREFACE

This bachelor's thesis consists of two parts. In the theoretical framework, I go over fittings typically used in heating systems. The computing part contains a project design of an apartment building's central heating system and water heating system. The computing part also includes project documentation and attachments. Project documentation takes form of an implementation documentation.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tepelná ztráta, plynový kondenzační kotel, oběhové čerpadlo, Protech, DIMOS, otopná tělesa, vytápění, teplá voda, regulace, potrubí, tepelná izolace

KEY WORDS

Heat loss, gas condensing boiler, circulation pump, Protech, DIMOS, panel radiators, heating, hot water, regulation, pipes, heat insulation.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tomáš Bobrovský *Návrh systému vytápění startovacích bytů*. Brno, 2022. 77 s., 83 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh systému vytápění startovacích bytů* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2022

Tomáš Bobrovský
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh systému vytápění startovacích bytů* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2022

Tomáš Bobrovský
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Chtěl bych poděkovat své vedoucí práce Ing. Karolíně Vyhlídalové Ph.D. za konzultace a cenné rady při zpracovávání této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	13
1 TEORETICKÁ ČÁST	13
1.1 ÚVOD.....	13
1.2 ROZDĚLENÍ ARMATUR.....	13
1.3 ARMATURY NA ROZVODECH POTRUBÍ	14
1.3.1 UZAVÍRACÍ ARMATURY	14
1.3.1.1 KOHOUT	14
1.3.1.2 ŠOUPÁTKO	15
1.3.1.3 UZAVÍRACÍ VENTIL	16
1.3.1.4 UZAVÍRACÍ KLAPKY.....	16
1.3.2 ARMATURY ZPĚTNÉ	17
1.3.2.1 ZPĚTNÝ VENTIL	17
1.3.2.2 ZPĚTNÁ KLAPKA	18
1.3.3 ARMATURY SEŘIZOVACÍ – VYVAŽOVACÍ VENTIL	18
1.3.3.1 DIMENZOVÁNÍ VENTILU.....	19
1.3.4 REGULAČNÍ ARMATURY	20
1.3.4.1 REGULÁTOR TLAKOVÉ DIFERENCE.....	20
1.3.4.2 REGULÁTORY OBJEMOVÉHO PRŮTOKU	21
1.3.4.3 PŘEPOUŠTĚCÍ VENTIL.....	21
1.3.5 SMĚŠOVACÍ ARMATURY	21
1.3.5.1 ČTYŘCESTNÁ ARMATURA	21
1.3.5.2 TROJCESTNÉ SMĚŠOVAČE	22
1.3.6 POJISTNÉ VENTILY	23
1.3.7 ODVZDUŠŇOVACÍ ARMATURY	23
1.3.7.1 ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL	24
1.3.7.2 ODLUČOVAČE VZDUCHU.....	24
1.3.8 ARMATURY MĚŘÍCÍ.....	25
1.3.8.1 TEPLoměRY	25
1.3.8.2 TLAKOMĚRY	26
1.3.8.3 PRŮTOKOMĚRY	26
1.3.8.4 MĚŘIČ TEPLA	27
1.3.9 ARMATURY PRO KOMPENZACI DILATACE	27
1.3.10 FILTRY	28
1.3.11 ARMATURY VYPOUŠTĚCÍ.....	28
1.4 ARMATURY OTOPNÝCH TĚLES	29
1.4.1 TERMOSTATICKÝ RADIÁTOROVÝ VENTIL	29
1.4.2 UZAVÍRACÍ ŠROUBENÍ.....	29
1.4.3 PŘIPOJOVACÍ SOUPRAVA	30
1.4.4 ARMATURY PRO TĚLESA SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	30
1.4.4.1 ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL	31
2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	32
2.1 ANALÝZA OBJEKTU – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ OBJEKTU	32
2.2 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	32
2.2.1 TEPELNÝ ODPOR KONSTRUKCE.....	32

2.2.2	ODPOR KONSTRUKCE PŘI PROSTUPU TEPLA	33
2.2.3	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA	33
2.2.4	OVĚŘENÍ VÝPOČTU SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA U VYBRANÉ KONSTRUKCE34	
2.3	ENERGETICKÝ ŠTÍTEK BUDOVY	35
2.3.1	URČENÍ OBÁLKY BUDOVY	35
2.3.2	ZADÁNÍ KONSTRUKCÍ	35
2.3.3	KLASIFIKACE HODNOCENÉ BUDOVY	36
2.4	TEPELNÝ VÝKON.....	37
2.4.1	NÁVRHOVÝ TEPELNÝ VÝKON MÍSTNOSTI.....	37
2.4.2	CELKOVÁ NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	37
2.4.2.1	DÍLČÍ NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	37
2.4.2.2	MĚRNÝ TEPELNÝ TOK PŘESTUPEM DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ	37
2.4.2.3	MĚRNÝ TEPELNÝ TOK Z VYTÁPĚNÉHO DO SOUSEDNÍHO PROSTORU	37
2.4.2.4	TEPLOTNÍ OPRAVNÝ ČINITEL	38
2.4.3	TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	38
2.4.3.1	KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍ.....	38
2.4.3.2	PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ.....	38
2.4.3.3	OBJEMOVÝ PRŮTOK VZDUCHU	39
2.4.4	RUČNÍ KONTROLNÍ VÝPOČET VYBRANÝCH MÍSTNOSTÍ.....	39
2.5	NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES	43
2.6	ARMATURY OTOPNÝCH TĚLES	44
2.6.1	DESKOVÉ TĚLESO KORADO RADIK VK	44
2.6.2	TRUBKOVÁ TĚLESA KORADO KORALUX	44
2.6.3	KONVEKTORY KORADO LKE	44
2.7	DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ	44
2.7.1	DIMENZOVÁNÍ VYBRANÉ VĚTVE	45
2.7.2	NÁVRH ČERPADLA.....	46
2.7.3	NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU.....	49
2.8	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	49
2.8.1.1	OBJEM ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘÍVAČE	49
2.8.1.2	VÝKON TOPNÉ VLOŽKY OHŘÍVAČE	49
2.8.1.3	TEPELNÉ ZTRÁTY NA ROZVODU TEPLÉ VODY.....	50
2.8.1.4	OVĚŘENÍ PLOCHY TOPNÉ VLOŽKY V OHŘÍVAČI.....	50
2.8.1.5	VÝPOČET	50
2.9	NÁVRH ZDROJE TEPLA	52
2.9.1	VÝKON ZDROJE TEPLA.....	52
2.9.2	VÝPOČET	52
2.10	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	53
2.10.1	EXPANZNÍ NÁDOBA	53
2.10.1.1	EXPANZNÍ OBJEM.....	53
2.10.1.2	PŘEDBĚŽNÝ OBJEM EXPANZNÍ NÁDOBY	53
2.10.1.3	PRŮMĚR EXPANZNÍHO POTRUBÍ	53
2.10.1.4	VÝPOČET	53
2.10.2	POJISTNÝ VENTIL	55
2.10.2.1	PLOCHA SEDLA POJISTNÉHO VENTILU.....	55
2.10.2.2	IDEÁLNÍ PRŮMĚR SEDLA POJISTNÉHO VENTILU	55
2.10.2.3	PRŮMĚR SEDLA SKUTEČNÉHO POJISTNÉHO VENTILU	55
2.10.2.4	VÝPOČET	55
2.11	NÁVRH OSTATNÍCH ZAŘÍZENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	56

2.11.1	HYDRAULICKÝ ODDĚLOVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ	56
2.11.2	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ	57
2.11.3	ZAŘÍZENÍ PRO DOPLNĚNÍ TOPNÉ VODY	57
2.11.4	ZAŘÍZENÍ PRO NEUTRALIZACI KONDENZÁTU	57
2.11.5	KOMPENZÁTOR DÉLKOVÉ ROZTAŽNOSTI POTRUBÍ	58
2.11.5.1	VELIKOST PRODLOUŽENÍ	58
2.11.5.2	VÝPOČET	58
2.11.6	NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ	59
2.12	VĚTRÁNÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	60
2.12.1	TEPELNÁ BILANCE KOTELNY V ZIMĚ	60
2.12.2	TEPELNÁ BILANCE KOTELNY V LÉTĚ	60
2.13	ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A PALIVA PRO VYTÁPĚNÍ	61
2.14	ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A PALIVA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY	62
3	TECHNICKÁ ZPRÁVA	63
3.1	ÚVOD	63
3.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ DOKUMENTACE	63
3.3	POUŽITÉ PŘEDPISY A TECHNICKÉ NORMY	63
3.4	VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU	63
3.5	POTŘEBA ENERGIE A SPOTŘEBA PALIV	64
3.6	OTOPNÁ SOUSTAVA	64
3.6.1	ZDROJ TEPLA	64
3.6.2	ROZVODY POTRUBÍ A TEPELNÁ IZOLACE	64
3.6.3	EXPANZNÍ NÁDOBA	65
3.6.4	POJISTNÝ VENTIL	65
3.6.5	OTOPNÁ TĚLESA	65
3.7	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	65
3.8	PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ SOUSTAVY	65
3.9	ODVZDUŠNĚNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	66
3.10	MĚŘENÍ A REGULACE	66
3.10.1	MĚŘENÍ	66
3.10.2	REGULACE	66
3.11	UVEDENÍ DO PROVOZU A ZKOUŠKA ZAŘÍZENÍ	66
3.12	OBSLUHA A ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ	67
4	ZÁVĚR	67
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	67
5.1	KNIŽNÍ ZDROJE	67
5.2	ONLINE ZDROJE	68
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	72
7	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	75
	PŘÍLOHY	76

ÚVOD

Bakalářská práce obsahuje návrh ústředního vytápění a přípravu teplé vody v bytovém domě v Rýmařově. Skládá se z teoretické a výpočtové části.

Teoretická část je zpracována formou literární rešerše na téma armatury používané v otopných soustavách. Zabývá se rozdělením armatur podle jejich funkce, následně jejich popisem využitím a výhodami.

Výpočtová část je zaměřena na návrh systému vytápění pro bytový dům v Rýmařově a návrh přípravy teplé vody. Část obsahuje postup návrhu všech částí tohoto systému a pro objekt byl vypracován energetický štítek budovy. Část výpočtů byla provedena za pomoci výpočtových softwarů Protech a DEKSOFT. Správnost výsledku součinitele prostupu tepla a tepelná ztráta místnosti byl následně ověřen ručním výpočtem.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Úvod

V teoretické části se zabývám popisem a principem fungování armatur se kterými se můžeme setkat na teplovodních otopných soustavách s nuceným oběhem. Armatury jsou rozděleny do dvou hlavních skupin, armatury instalované na potrubí otopných soustav a armatury instalované na přípojovací potrubí otopných těles.

Armatura je obecné označení pro pomocné a ovládací zařízení potrubních rozvodů tekutin. jsou to zařízení, které slouží k ovládání, řízení a kontrolování provozu soustav. (1) V otopných soustavách armatury umožňují její plnou funkčnost včetně zajištění různých dynamických stavů, jejich sledování, či efektivní opravy jednotlivých částí otopné soustavy. (2) Armatury je možné rozdělit následovně:

1.2 Rozdělení armatur

Podle materiálu

- Ocelové
- Mosazné
- Nerezová ocel

Podle umístění: (1)

- Armatury do potrubí
- Armatury pro otopná tělesa

Podle funkce armatury: (3) (4)

- uzavírací
- zpětné
- seřizovací

- regulační
- směšovací
- měřicí
- pojistné
- kompenzace dilatace
- filtry
- vypouštěcí

1.3 Armatury na rozvodech potrubí

1.3.1 Uzavírací armatury

Obecně slouží k zastavení průtoku kapaliny z jednoho úseku potrubí do druhého. Za běžného provozu soustavy jsou tedy armatury v otevřené poloze. Uzavírací armatury jsou využívány při opravách ostatních zařízení na rozvodech. Uzavírací armatury je vhodné umísťovat na rozvod před a za prvek, u kterého se předpokládá jeho častá výměna nebo údržba. Některé armatury umožňují základní regulaci průtoku nebo tlaku vody, běžně se tak ale nevyužívají. (3)

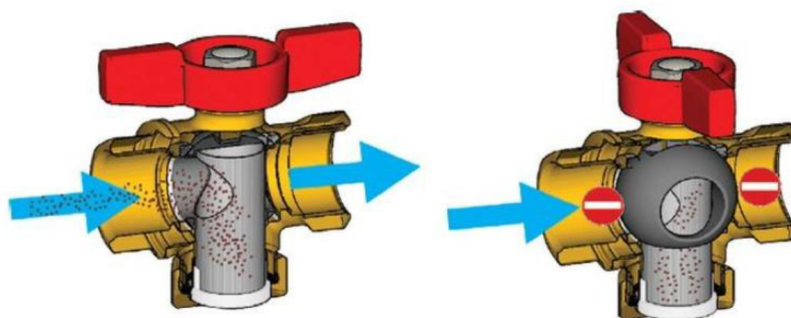
1.3.1.1 Kohout

Jedná se o nejpoužívanější uzavírací armaturu v tepelné technice. Instaluje se na potrubí do DN 50. Uzavírací prvek zde tvoří koule, případně kužel, která se nachází uvnitř armatury a je opatřena otvorem. Kulový kohout je otevřený, když otvor v kouli navazuje na průřez napojeného potrubí. Při uzavření kohoutu je osa otvoru v kouli kolmá na osu potrubí. Ovládání koule je zajištěno pomocí dříku. Dřík může být ovládán ručně, pomocí páky, případně mechanicky, za použití motorických ovládacích systémů. V případě osazení uzavíracího kužele místo koule, se armatura nazývá kuželový kohout. Princip fungování této armatury je totožný s kulovým kohoutem. V dnešní době se ale kuželové kohouty používají zřídka. (3)

Výhodou kulového kohoutu je nízká tlaková ztráta, ta je dána tím, že otvor v kouli zmenšuje průtočný průřez minimálně. Dalšími přednostmi kulového kohoutu jsou jeho malé rozměry, nevyžaduje velký prostor pro instalaci a obsluhu. (3)

Dalším typickým znakem kulového kohoutu je možnost rychlého uzavření. Při rychlém uzavření, nebo otevření průtočného průřezu dochází k náhlým změnám tlaku a průtoku proudící kapaliny. Tyto změny tlaku a průtoku se následně v potrubí šíří ve formě vln, dokud nedojde k jejich ustálení. Tento jev se označuje jako hydraulický ráz. Tlaky hydraulického rázu mohou být tak velké, že může dojít k poškození potrubí. (5)

Na trhu jsou dostupné i kulové kohouty s mechanickým filtrem nečistot. Filtř je možné vyjmout a vyčistit pouze při uzavřeném kohoutu, kdy kapalina neproudí skrz filtr. (6)



Obrázek 1 Kulový kohout s filtrem (6)

1.3.1.2 Šoupátko

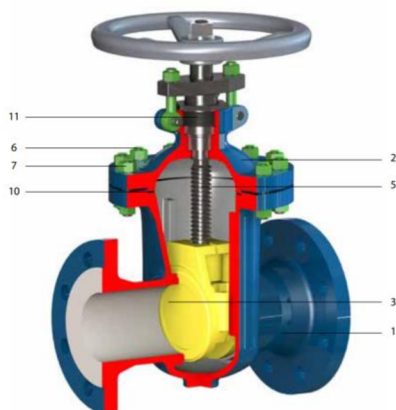
Průtočný průřez armatura uzavírá zasouváním dělicí desky, (občas nazývané klínem, nebo srdcem), mezi dvě těsnící plochy umístěné ve spodní části armatury. Těsnící plochy, ani dělicí plocha nezasahuje do průřezu, a tak mají šoupátka minimální tlakovou ztrátu, jsou-li plně otevřená. Šoupátka se používají na potrubí od DN 50 a připojují se buď přírubou, nebo svařováním. Armatura se uzavírá pomocí ovládacího kola, které převádí pohyb na vřetenem, uzavírání je tedy pomalé. (7) (3)

Šoupátka můžeme rozdělit podle konstrukce otevíracího mechanismu na dva typy.

První typ šoupátek má matici uloženou v dělicí desce. Při otevírání a zavírání armatury se pohybuje pouze klín, vřetenem nikoliv, proto se tento typ šoupátek nazývá jako šoupátka s nestoupacím vřetenem. Nevýhodou tohoto typu šoupátka je, že se závit vřetenem nachází ponořený v dopravované kapalině. Není vhodné tento typ umísťovat na rozvody tekutin o vyšších teplotách. (3)

Druhý typ šoupátek je se stoupacím vřetenem, kdy je matice umístěna na třmenu. Při otáčení dochází ke vzdalování vřetenem včetně ovládacího kola od osy potrubí. Vzdálenost vřetenem od osy potrubí, slouží také jako přibližný ukazatel stavu otevření, u prvního typu se ve výjimečných případech instaluje ukazatel otevření. Vřetenem se závitem se u tohoto typu nenachází v dopravované kapalině, je tedy vhodné jej osadit na rozvody s vysokými teplotami. (3)

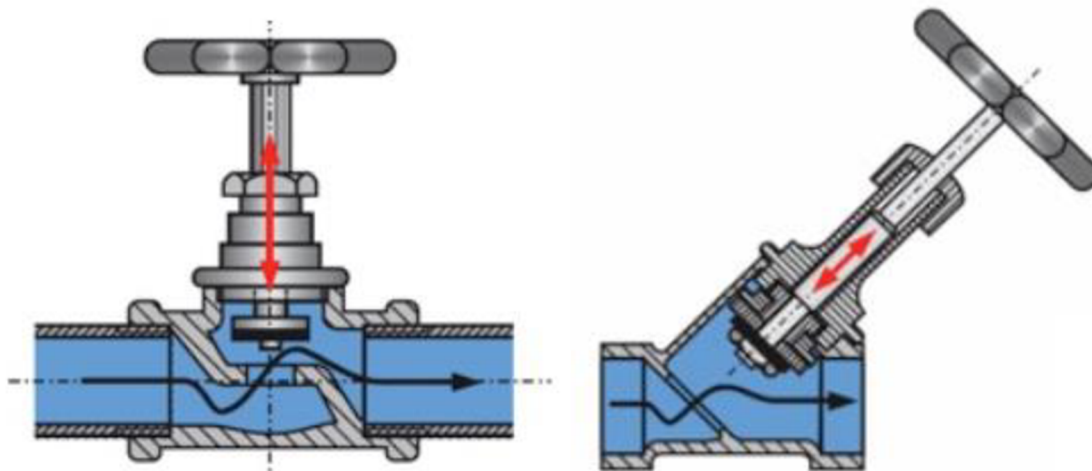
Předností šoupátek je jejich malá tlaková ztráta a skladebná délka. Nevýhodou je vysoká skladebná výška. (7)



Obrázek 2 Šoupátko s nestoupacím vřetenem (8)

1.3.1.3 Uzavírací ventil

Na trhu jsou dostupné tři varianty provedení ventilu, jedná se o ventily rohové, přímé a šikmé. Na rozvodech se zpravidla nejčastěji umísťují ventily přímé. Ventil se skládá z vřetená, sedla a kuželky. K uzavření ventilu dojde tehdy, dosedne-li kuželka na sedlo a tím uzavře průtočný průřez. Hlavní nevýhodou ventilů je, jejich vysoká tlaková ztráta i při plném otevření armatury. Tlaková ztráta vyplývá z konstrukce, kde dopravovaná kapalina musí měnit směr proudění, a navíc sedlo ventilu výrazně zmenšuje průtočnou plochu. Při instalaci ventilu do rozvodu je nutné osadit armaturu tak, aby kapalina přitékala pod sedlo ventilu. V případě opačné montáže bude kohout plnit svoji funkci, bude ale zapotřebí vyvinout vyšší uzavírací sílu. Uzavírací ventily z pravidla umožňují základní regulaci průtoku. (3) (7)



Obrázek 3 Ventil přímý (vlevo), ventil šikmý (vpravo) (7)

1.3.1.4 Uzavírací klapky

V těle uzavírací klapky se nachází dělicí deska, při uzavřeném stavu zaujímá deska pozici kolmou k ose potrubí, pootočením dělicí desky o 90° bude armatura plně otevřená. Ovládání armatury může být ruční, nebo motorickým pohonem. Pro ruční ovládání je na uzavírací klapce osazena páka, případně u větších dimenzí je z důvodu potřeby vyvinutí větší uzavírací síly uzavírání řešeno převodem. Uzavírací klapky s převodem a motorickým pohonem umožňují regulaci průtoku. Klapky osazené pákou částečnou regulaci umožňují pouze, je-li páka opatřena aretačními drážkami. V případě dlouhodobého plnění regulační funkce – dělicí deska je částečně otevřena, výrobci nezaručují úplnou těsnost armatury. (3) (9)



Obrázek 4 Přírubová klapka s elektrickým pohonem (9)

1.3.2 Armatury zpětné

Konstrukce zpětné armatury je navržena tak, aby umožňovala průtok kapaliny pouze v jednom směru. V případě obrácení směru toku dojde k samočinnému uzavření armatury, při obnovení průtoku ve správném směru se opět armatura samočinně otevře. Z toho plyne, že armatury jsou ovládány tlakem proudící kapaliny. (7)

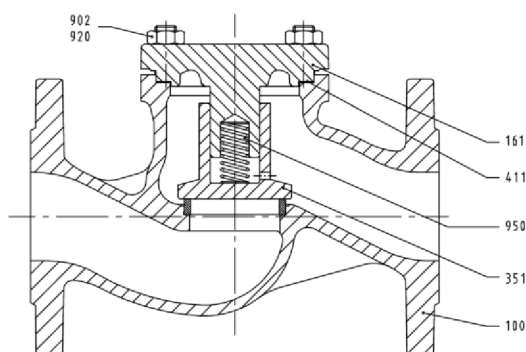
Podle konstrukce rozdělujeme zpětné armatury na:

- Zpětné ventily
- Zpětné klapky

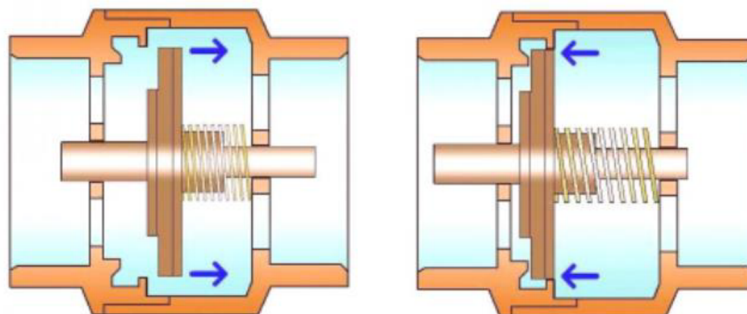
1.3.2.1 Zpětný ventil

Konstrukčně vychází z uzavíracích ventilů. Skládají se ze sedla a kuželky, Na kuželku je nestále vyvíjen tlak působící v proti směru propouštění armatury. (7) Tlak na kuželku je vyvíjen pružinou. V praxi se můžeme setkat s ventilem, u kterého je kapalina přiváděna pod sedlo zpětného ventilu viz obrázek 5, (u tohoto obrázku je propouštěný směr z levé strany na pravou). Tato konstrukce se používá u větších dimenzí a často bývá spojována přírubou, výhodou je možnost rozebrání a vyčištění ventilu.

U druhého konstrukčního řešení je ventil osazený v ose potrubí, tlak na kuželku opět vyvíjí pružina. Tento typ ventilu se používá do DN 50. Konstrukční řešení a princip otevírání je zobrazen na obrázku 7.



Obrázek 5 Zpětný ventil (10)



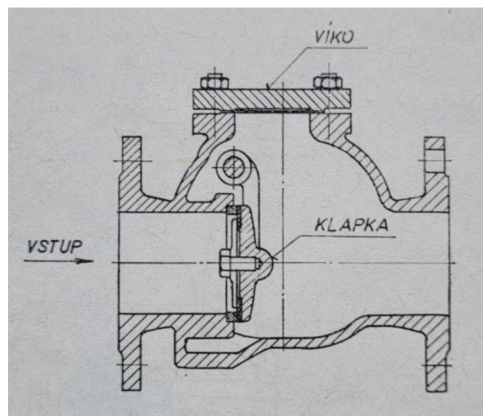
Obrázek 6 Princip fungování osového zpětného ventilu (11)

1.3.2.2 Zpětná klapka

Proudící kapalina je přiváděna pod klapku, která se pod tlakem vody v propouštěném směru pootočí v otočném uložení a nadzvedne se, tím je průřez otevřený. V případě opačného proudu klapka vlastní tíhou klesne a průřez uzavře. (12) Jelikož klapka se uzavírá pomocí vlastní tíhy, je nutné dodržet její orientaci tak, aby správně fungovala, viz obrázek 8. (13) pokud by byla osazená zpětná klapka špatně orientována, gravitací by byla klapka stále otevřena, i v případě opačného toku kapaliny.



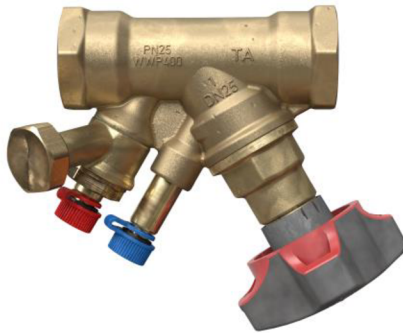
Obrázek 7 Dovolené orientace zpětných klapek na potrubí (13)



Obrázek 8 Zpětná klapka (12)

1.3.3 Armatury seřizovací – vyvažovací ventil

Jedná se o armaturu ventilové konstrukce, pomocí které nastavujeme hydraulický odpor v daném úseku potrubí. Nastavením tlakové ztráty na armaturách se snažíme docílit požadované rozdělení průtoků do jednotlivých částí potrubí. Vyvažovací ventil je opatřen stupnicí, která signalizuje nastavení ventilu. V konstrukci ventilu zpravidla bývají zabudovány jímky pro měření tlakového rozdílu před a za ventilem a vypouštění. (3)



Obrázek 9 Vyvažovací ventil (14)

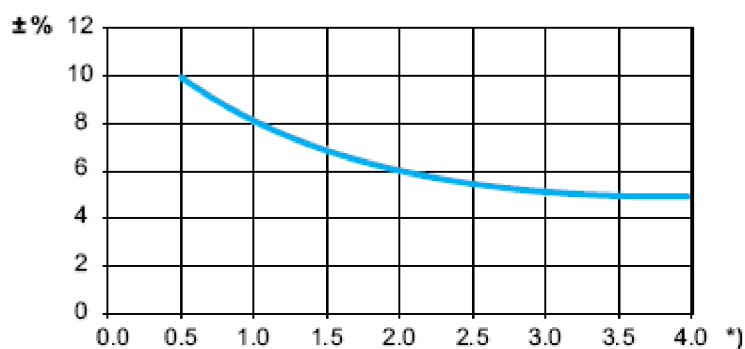
1.3.3.1 Dimenzování ventilu

Při návrhu ventilu je třeba znát vstupní parametry, kterými jsou požadovaný průtok a tlaková ztráta vyvažovaného okruhu. Následně se určí KV hodnota. KV hodnota vyčísluje vztah mezi nastavením ventilu a průtočným množstvím kapaliny. Postup stanovení KV hodnoty zpravidla stanovuje výrobce ventilu v technickém listě výrobce. Běžně se ale používají dva postupy. (14) (15)

Prvním způsobem je vypočítáním KV hodnoty dle vztahu uvedeným výrobcem a následné vyhledání dimenze a nastavení vyvažovacího ventilu v tabulce výrobce, kde jsou uvedeny KV hodnoty v závislosti na nastavení otáček a dimenze ventilu. (14)

Druhým způsobem je vynesení vstupních parametrů do diagramu výrobce, ze kterého stanovíme dimenzi a nastavení otáček vyvažovacího ventilu. (14)

Dimenzi vyvažovací armatury volíme tak, aby byl zdvih ventilu mezi 50 až 100 % a z důvodu zajištění vyšší přesnosti regulace ventilu. Odchylka průtoku skutečného od průtoku podle charakteristiky ventilu se se snižujícím zdvihem zvyšuje, viz obrázek 11, na svislé ose je uváděna odchylka v procentech, na vodorovné ose jsou uvedeny otáčky-nastavení vyvažovacího ventilu. (14) (15)



*) Nastavení, počet otáček.

Obrázek 10 Závislost odchylky průtoku na nastavení vyvažovacího ventilu (14)

1.3.4 Regulační armatury

Jsou to armatury, které slouží k regulaci teplot, tlaků, tlakových rozdílů a průtoků. Vlastnosti regulační armatur jsou vyjádřeny průtočnou charakteristikou, jedná se o závislost poměrného průtoku na poměrném zdvihu, případně natočení regulačního prvku armatury. Regulační armatury se skládají z regulačního prvku, který je konstrukčně řešený jako ventil, kohout, nebo klapka a pohonu. (3)

Pohony mohou být dvojího typu, prvním typem jsou přímočinné, které pro ovládání nevyžadují cizí energii, sem patří termopohony, které reagují na změny objemové roztažnosti vyvolané změnou teploty. (3)

Druhým typem jsou elektropohony a pneupohony, které vyžadují pro fungování cizí energii. (3)

1.3.4.1 Regulátor tlakové difference

Otopné soustavy jsou dimenzovány na jmenovitou tlakovou ztrátu a průtok. Vlivem činnosti jednotlivých termostatických regulačních ventilů osazených v otopných tělesech dochází k neustálým změnám průtoku a tlaku topné vody v potrubí, jmenovité podmínky se tedy v soustavě vyskytují zřídka. Výsledkem zásahů regulačních armatur je provoz otopné soustavy s jinými průtoky a tlakovými ztrátami, než bylo uvažováno při jejím návrhu. Například dojde-li k uzavření termostatického regulačního ventilu na otopném tělese, dochází ke snížení průtoku v daném úseku, a tím i snížením tlakové ztráty potrubní sítě, to má za následek růstu dopravního tlaku čerpadla, který je dán jeho charakteristikou. Regulátor tlakové difference oproti přepouštěcímu ventilu nezvyšuje teplotu vratného potrubí. (15)

Pro stabilizování tlakových diferencí způsobené samočinnými regulačními armaturami slouží regulátor tlakové difference, který zmenšuje přebytečný průtok od čerpadla a tím pokrývá vysoké tlakové difference. (15)

U regulátorů tlakové difference se snímáný tlak před a za regulátorem přivádí na obě strany regulační membrány. Takto je zjišťována skutečná hodnota tlakové difference, podle které regulátor reaguje. (15)



Obrázek 11 Regulátor tlakové difference (16)

1.3.4.2 Regulátory objemového průtoku

Jedná se o armatury, které zajišťují, aby v regulovaném úseku potrubí nebyl překročen požadovaný průtok, a to nezávisle na tlakových diferencích. Regulace probíhá pomocí membrány, ke které se přivádí pracovní tlak. Na trhu jsou dostupné i regulátory, které obsahují dvě membrány a regulují tak tlakovou diferencii i objemový průtok. Regulátor obsahuje vnitřní měřící clonu, kde tlakový rozdíl na cloně je úměrný průtoku. Požadovaný maximální průtok se nastavuje na stupnici. Je výhodné je použít u soustav, kde není možné přednastavení termostatického regulačního ventilu. (15)

1.3.4.3 Přepouštěcí ventil

Jedná se o další armaturu, pomocí které se redukuje zvýšení tlakové difference. V případě zvýšení tlakové difference armatura přepustí přebytečné množství teplotné látky z přívodu do vratného potrubí. Tím je docíleno stálé tlakové difference v regulovaném úseku, zároveň ale dochází ke zvyšování teploty ve vratném potrubí, a to je u některých zdrojů tepla nežádoucí. Například u kondenzačního kotle je vyžadována nízká teplota vratného proudění pro setrvání v kondenzačním režimu. Naopak výhodné je využití regulace v případě klasického plynového kotle, kde přepouštění zabraňuje kondenzaci a s tím spojenou nízkoteplotní korozi, dále zabezpečuje minimální průtok kotlem. Výhodou přepouštěcího ventilu oproti regulátoru tlakové difference je jeho nízká pořizovací cena, nevýhodou je přehřívání zpětného potrubí, ke kterému například u regulátoru tlakových difference nedochází. (3) (15)



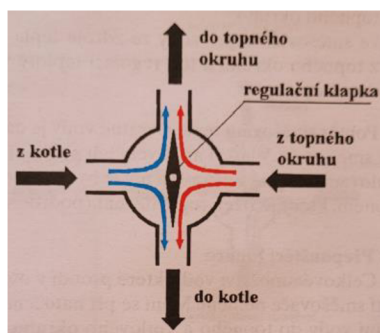
Obrázek 12 Přepouštěcí ventil (17)

1.3.5 Směšovací armatury

Konstrukčně jsou řešeny jako ventily nebo klapky, používají se pro základní regulaci tepelného výkonu teplovodních otopných soustav s nuceným oběhem. Regulují dvěma způsoby, změnou průtoku do místa spotřeby, také nazývaná jako kvantitativní regulace, změnou teploty topné vody proudící do místa spotřeby-kvalitativní regulace. Směšovací armatury mohou zastávat funkci směšovací nebo rozdělovací. Podle konstrukčního uspořádání dělíme směšovače na čtyřcestné a trojcestné. (4)

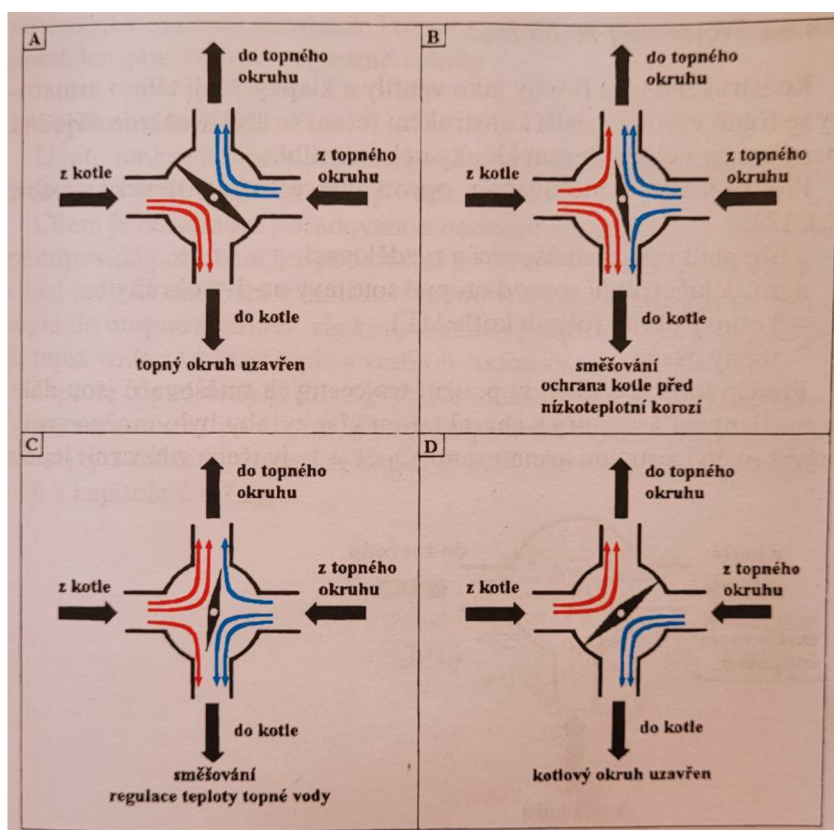
1.3.5.1 Čtyřcestná armatura

Konstrukčně je řešena jako klapka, která je osazena v kruhovém těle armatury. Kruhové tělo armatury je osazeno dvěma vstupy a dvěma výstupy. Vstupy do armatury musí být orientovány vždy proti sobě, stejně tak i výstupy, viz obrázek 13. S klapkou uvnitř těla je možné otáčet o 90° a jejím natočením dochází k rozdělování proudů ze vstupů do jednotlivých výstupů. (4)



Obrázek 13 schéma čtyřcestné armatury (4)

Směšovací funkce je vyobrazena na obrázku 14, schéma B a C. Na situaci B probíhá směšování, jehož výsledkem je snížení teploty topné vody přiváděné do topného okruhu, regulujeme pouze teplotu topné vody, jedná se tedy o kvalitativní regulaci. Situace C reguluje topnou vodu proudící do zdroje tepla. Armaturou lze také uzavírat topný a kotlový okruh, při takovém nastavení nejsou armatury dokonale těsné a mohou propouštět, situace A a D. (4) (15)



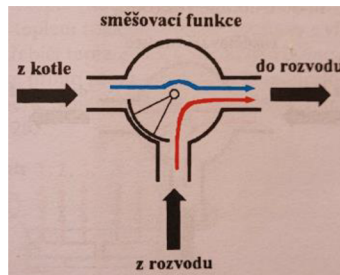
Obrázek 14 Varianty nastavení čtyřcestného směšovače (4)

1.3.5.2 Trojcestné směšovače

Konstrukčně jsou řešeny jako ventily nebo klapky, mají tři vývody. Armatura může plnit funkci směšovací a rozdělovací, oproti čtyřcestnému směšovači ale nemůže uzavírat topný a kotlový okruh. Klapky jsou stejně jako v případě u čtyřcestných směšovacích armatur netěsné, vyšší těsnost dosahují armatury, které jsou konstrukčně řešeny jako ventily. (4)

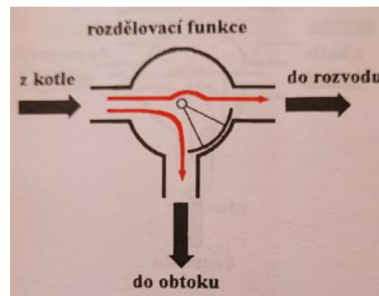
U směšovací funkce má směšovač dva výstupy a jeden vstup, cílem této regulace je dosáhnout požadované teploty topné vody při hospodárném provozu zdroje tepla, opět se jedná o regulaci

kvalitativní, průtok se nemění. Velikost směšovacího poměru je dán natočením regulačního prvku. U směšovací funkce je armatura osazena na vratném potrubí. (4)



Obrázek 15 Směšovací funkce (4)

Rozdělovací funkce má armatura dva výstupy a jeden vstup. Cílem je rozdělit původní množství topné vody ze zdroje tepla do dvou směrů a regulovat tak tepelný výkon otopné soustavy. Armatura je osazena na přívodním potrubí při funkci rozdělovací. (4)



Obrázek 16 Rozdělovací funkce (4)

1.3.6 Pojistné ventily

Pojistné ventily slouží k ochraně otopné soustavy proti nedovolenému přetlaku. Nejčastěji jsou konstrukčně řešeny jako rohové ventily, na jejichž kuželku působí z jedné strany pracovní přetlak a v opačném směru působí síla pružiny. Síla pružiny určuje otevírací tlak pojistného ventilu. Je-li v soustavě překročen maximální dovolený přetlak, pojistný ventil upustí přebytečné množství topné vody ze soustavy a tím se tlak v soustavě sníží. (3)



Obrázek 17 pojistný ventil s pákou pro odvzdušnění (18)

1.3.7 Odvzdušňovací armatury

Slouží k odvzdušnění otopných soustav. Vzduch v soustavách způsobuje značné problémy s provozem soustavy a dají se specifikovat následně: (4)

- výskyt koroze kovových částí soustavy, a tedy i snížení délky životnosti soustavy jako celku, uvolňování částí koroze do soustavy může vést k zanesení armatur.
- snížení tepelného výkonu otopných těles při jejich zavzdušnění,
- zvýšení hluku v důsledku proudění vzduchu v soustavě.

Vzduch se do potrubí může dostat několika způsoby: (4)

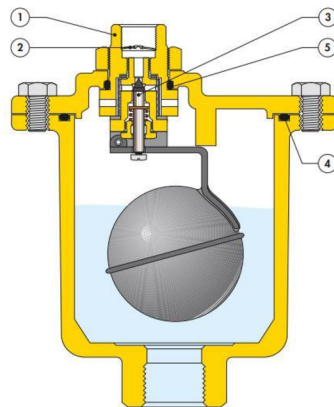
- při každém dopouštění topné vody do systému,
- vylučováním vzduchu z topné vody za provozu,
- malý objem expanzní nádoby, který má za následek častého spínání pojišťovacího ventilu,
- při použití potrubí z plastů bez vrstvy zabraňující infiltrace vzduchu.

Odvzdušňovací armatury se osazují zásadně do uzavřených otopných soustav s nuceným oběhem. (19)

1.3.7.1 Odvzdušňovací ventil

Konstrukčně jsou provedeny tak, aby v případě nahromadění volného vzduchu v otopné soustavě se propojily s venkovním prostorem a tím vyloučily vzduch ze soustavy, odvzdušňování je zcela ukončeno v případě, začne-li vytékat voda z armatury. Podle ovládání rozlišujeme tři typy odvzdušňovacích ventilů. Mechanické, automatické a mechanické s automatickým provozem. (4)

Automatický odvzdušňovací ventil je řízen buď plovákem nebo jsou v armatuře speciální kroužky, které mění svůj objem v závislosti jsou-li vystaveny vodě nebo vzduchu. (4)



Obrázek 18 Schéma automatického odvzdušňovacího ventilu s plovákem (20)

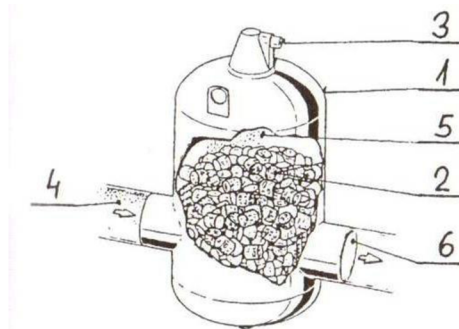
Odvzdušňovací ventily se instalují zásadně na nejvýše položená místa otopné soustavy. (19)

1.3.7.2 Odlučovače vzduchu

Jsou to armatury, které slouží k vyloučení vzduchu z topné vody. Existují dva způsoby pro vyloučení vzduchu z topné vody. (4)

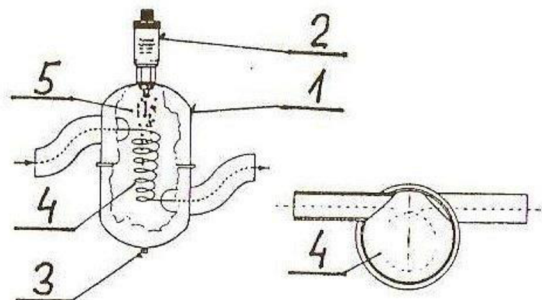
První způsobem proudící topná voda v jímacím prostoru sníží rychlost proudění a začnou se z ní uvolňovat částice vzduchu. Takto uvolněný vzduch stoupá vzhůru do vzduchové komory, kde se shromáždí a následně automatickým odvzdušňovacím ventilem jsou vyloučeny ze soustavy.

Tento způsob se nazývá princip zklidnění proudící vody, pro zklidnění se používají např. speciální gumové kroužky. (4)



Obrázek 19 Odlučovač vzduchu - princip zklidnění (4)

Druhý způsob je přesně opačný, v jímacím prostoru je zachován vysoký průtok, topná voda je tlačena proti stěně a vyloučený vzduch je soustředěn v ose odlučovače a pomocí automatického odvzdušňovacího ventilu je vzduch vyloučen z otopné soustavy. (4)



Obrázek 20 Odlučovač vzduchu - princip rotace (4)

1.3.8 Armatury měřící

Používají se pro měření a kontrolu provozních parametrů otopné soustavy. Nejčastěji jde o teplotu, tlak, průtok a množství dopraveného tepla. (4)

1.3.8.1 Teploměry

Umožňují měřit teplotu topné a vratné vody, podle druhu látky obsažené v čidle můžeme rozdělit teploměry na kapalinové, bimetalové, odporové a teploměry měřící infračervené záření. Zabudování teploměru do trubního rozvodu závisí na jeho provedení. Nejčastěji se používají teploměry příložné, které se připevňují přímo na potrubí otopné soustavy. Musí se dbát na to, aby se kontaktní plocha teploměru dotýkala povrchu potrubí. Dalším způsobem upevnění je do jímky, která je zapuštěná do potrubí, jímkami bývají vybaveny i některé armatury. (4) (21)



Obrázek 21 Příložný teploměr (22)

1.3.8.2 Tlakoměry

Často se také nazývají manometry, slouží k měření tlakových poměrů v důležitých místech otopných soustav, například u kotle, čerpadla a vyvažovacího ventilu. Základním principem měření tlaku je využití deformace čidla účinkem tlaku. Nejčastěji používaným čidlem je Bourdonovo pero, jedná se o trubici z tenkého plechu, která se pod účinkem tlaku přetváří, toto přetvoření se přenese na ukazatel tlakoměru. (4)



Obrázek 22 tlakoměr (23)

Tlakoměr je vhodné připojovat na otopnou soustavu přes manometrický kohout, který umožňuje kontrolu a výměnu manometru. (24)



Obrázek 23 Manometrický kohout (24)

Dalším typem tlakoměru jsou elektrické, kde se u měřicího čidla měří změna jeho elektrického odporu, jelikož při mechanickém namáhání kovových vodičů dochází ke změnám jejich elektrického odporu. Tento děj se také nazývá piezorezistní jev. (25)

1.3.8.3 Průtokoměry

Slouží pro měření průtoku teplotné pracovní látky. Jako průtokoměrné členy měřičů tepla slouží vodoměry. Nejpoužívanějšími jsou mechanické, magneticko-indukční vodoměry a ultrazvukové vodoměry. (2)

Mechanické vodoměry

Při měření používají pohyb mechanické části, většinou se jedná o vrtulky nebo turbínky. Protékající topná voda roztáčí vrtulku a na základě počtu otáček se určí objem teplotné látky která protékla průtokoměrem. Přítomnost pohyblivých částí ve vodoměru způsobuje trvalou tlakovou ztrátu a také se časem opotřebovávají a jejich přesnost se snižuje. (2)

Magneticko-indukční vodoměry

Principem měření magneticko-indukčních vodoměrů je indukce proudu ve vodiči pohybujícím se v magnetickém poli. Jako vodič slouží teplotně vodivá látka. Magnetické pole se vytváří přímo v měřiči. Čím je rychlejší pohyb kapaliny v potrubí, tím větší je magnetická indukce. (2)

Ultrazvukové vodoměry

Využívají měření rozdílu rychlostí prostupu ultrazvukového signálu ve směru a protisměru proudu teplotně vodivé látky protékající potrubím. Čím vyšší je rychlost proudění, tím větší je časový rozdíl mezi prostupem ultrazvuku ve směru proudu a proti proudu. Jejich výhodou je, že ultrazvukový průtokoměr nezasahuje do průřezu potrubí, má tedy nulové tlakové ztráty a vykazuje vysokou přesnost měření. Nevýhodou průtokoměru je, že v případě proudění vzduchu v měřené kapalině, dochází k nepřesnostem měření, jelikož vzduchem se ultrazvukový signál šíří rychleji než danou kapalinou. (2)

1.3.8.4 Měřič tepla

Nazývá se také jako kalorimetr, slouží k přímému měření spotřeby tepla, které je dodáváno topnou vodou do měřeného úseku. Měřič se skládá z průtokoměru a dvou teploměrů. Teploměry se instalují na přívodní a vratné potrubí, umístění průtokoměru určuje výrobce. Množství dodaného tepla přístroj vypočítá z kalorimetrické rovnice. (26)



Obrázek 24 Měřič tepla (27)

1.3.9 Armatury pro kompenzaci dilatace

Armatury se nazývají kompenzátory, používají se pro kompenzaci délkové teplotní roztažnosti potrubí. Konstrukčně jsou řešeny tak, aby byl umožněn osový pohyb potrubí. (4)

Kompenzátory dělíme na ohybové a rovinné. (28)

Rovinné kompenzátory vyrovnávají délkovou dilataci svým vlastním přetvořením. Do této kategorie patří kompenzační smyčka a kompenzátor tvaru „U“ a „Z“. (28)

Osové kompenzátory vyrovnávají dilataci potrubí stlačením pružných součástí. Patří sem kompenzátory vlnovcové a ucpávkové. (28)



Obrázek 25 Vlnocový kompenzátor (29)

1.3.10 Filtry

Jsou to armatury, které slouží k zachycení nečistot z otopného systému, odloučení a vypouštění kalů. Filtry se osazují před zařízení, které by mohly případné nečistoty poškodit, jako např. oběhová čerpadla, zdroje tepla. Filtry je vhodné osazovat mezi dvě uzavírací armatury, aby se mohl daný úsek uzavřít a filtr vyčistit. Používají se filtry síťové a mikrofiltry, síťové filtry se používají pro zachycení hrubších nečistot, mikrofiltry se používají ve výjimečných případech, jsou schopné zachytit i jemné uvolněné částice. (1)



Obrázek 26 Filtr (30)

1.3.11 Armatury vypouštěcí

Slouží k vypouštění topné vody z topné soustavy. Umisťují se na nejnižší místo otopné soustavy. Vypouštěcí armatura je konstrukčně řešena jako kulový kohout, který je opatřený hadicovou koncovkou. (4) Hadice se připojuje pro odvedení topné vody do kanalizace. Proto je vhodné umístit vypouštěcí armatury do místností s podlahovou vpusť.



Obrázek 27 Vypouštěcí kohout (31)

1.4 Armatury otopných těles

Otopná tělesa jsou k otopné soustavě připojena přípojovacími potrubími, na které se umísťují armatury otopných těles, a to před vstupem a výstupem topné vody z otopného tělesa. Armatury musí umožnit uzavření a hydraulické vyvážení otopného tělesa. (1)

1.4.1 Termostatický radiátorový ventil

Umísťuje se na přívodním potrubí před otopné těleso, plní funkci uzavírací, nebo regulační a uzavírací. Vyrábí se s možností přednastavení nebo bez. Dostupné jsou termostatické ventily v provedení přímém, rohovém a axiálním. Ventily umožňují osazení termostatické hlavice, která reguluje výkon otopného tělesa v závislosti na vnitřní teplotě. (1)



Obrázek 28 Termostatický radiátorový ventil přímý (32)

Termostatické hlavice jsou vybaveny kapalinovým nebo paroplýnným čidlem. Při zvýšení teploty v místnosti se čidlo ohřeje, jeho náplň zvětší svůj objem, tento pohyb se převede přes dřík na kuželku ventilu, který začne uzavírat ventil. Termostatické hlavice obsahují stupnici, na které se nastavuje teplota a pojistku proti teplotnímu přetížení, které může nastat při oslnění hlavice. (3)

Termostatické hlavice pracují s trvalou regulační odchylkou jejíž maximální hodnota bývá 2 K. To znamená, že při nastavení teploty na termostatické hlavici na hodnotu 20 °C a po zvýšení na 22 °C termostatická hlavice prostřednictvím ventilu uzavře průtok do tělesa. Armatura tedy bude udržovat teplotu mezi 20 a 22 °C. (3)



Obrázek 29 Termostatická hlavice (33)

1.4.2 Uzavírací šroubení

Používá se uzavírací šroubení s regulací, které umožňuje uzavření otopného tělesa bez omezení provozu otopné soustavy, regulaci průtoku topné vody otopným tělesem a případné vypuštění otopného tělesa. (1)



Obrázek 30 Uzavírací šroubení přímé (34)

1.4.3 Připojovací souprava

Používá se pro napojení otopného tělesa na dvoutrubkovou soustavu, souprava obsahuje dvoutrubkový rozdělovač se zabudovanou regulační kuželkou a uzavřením, přesné ocelové trubky a termostatický ventil. Souprava urychluje instalatérské práce a je určena pro hvězdicový systém, při kterém je každé těleso napojeno na etážový rozdělovač a sběrač. (1)



Obrázek 31 Připojovací souprava (35)

1.4.4 Armatury pro tělesa se spodním připojením

Jedná se o otopná tělesa s označením VK-ventil kompak, které mají z výroby již zabudovaný termostatický ventil a propojovací rozvod. Připojovací body se nachází na spodní straně tělesa, rozteč připojovacích bodů je 50 mm. Pro připojení se používá dvojitě kompaktní uzavírací šroubení. Šroubení může být v provedení přímém, nebo rohovém.



Obrázek 32 Přímé kompaktní připojovací šroubení (36)

1.4.5 Odvzdušňovací ventil

V dnešní době bývá již osazen v otopném tělese, jedná se zpravidla o odvzdušňovací ventily s ručním ovládním. (1)

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu

Obsahem projektové dokumentace je návrh systému ústředního vytápění a přípravy vody pro bytový dům nacházející se ve městě Rýmařov, okres Bruntál.

Objekt má pět pater, z toho jsou čtyři nadzemní a jedno podzemní. V budově je navrženo dvacet čtyři bytových jednotek a dvě kanceláře, kanceláře se nachází v prvním nadzemním podlaží. Objekt disponuje osobním výtahem a zastřešenou garáží, která je přístupná z podzemního podlaží.

Konstrukčně je objekt navržený ze železobetonového skeletu. Stropy jsou skládané z prefabrikovaných železobetonových dílců, střecha je valbová. Obvodové zdi jsou z keramických zdících bloků opatřených tepelnou izolací

V objektu bude přirozené větrání, v koupelnách bude výměna vzduchu zajištěna odtahovým ventilátorem, přívod vzduchu bude ze sousedních místností.

V objektu bude navržena teplovodní otopná soustava s nuceným oběhem vody. Zdrojem topné vody budou plynové kondenzační kotle, které budou osazeny v technické místnosti. Z kotlů bude topná voda dopravena do rozdělovače. Rozdělovač bude distribuovat topnou do čtyř větví. První větev bude zajišťovat ohřev teplé vody, ze druhé a třetí větve budou napojena otopná tělesa v bytech a kancelářích. Čtvrtá větev bude zajišťovat vytápění společných prostor. Větve zajišťující vytápění místností budou směřovány, teplota přívodního potrubí je 55 °C a vratného 40 °C. Rozvody topné vody budou vedeny v suterénu pod stropem a následně instalačními šachtami do bytů. Na přívodním potrubí do bytů a kanceláří bude osazen měřič tepla. Příprava teplé vody bude probíhat v zásobníkovém ohřivači v technické místnosti.

Předávání tepla do vytápěných místností bude probíhat deskovými a trubkovými otopnými tělesy a konvektory.

2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla

Výpočet součinitele prostupu tepla U a jeho porovnání s požadovanými a doporučenými hodnotami $U_{N,20}$ a $U_{rec,20}$, jsem provedl ve výpočtovém software TV (tepelný výkon) od společnosti Protech. Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla jsou převzaty z ČSN 73 0540-2. Správnost výstupu jsem následně ověřil ručním výpočtem vybrané konstrukce.

2.2.1 Tepelný odpor konstrukce

Tepelně izolační vlastnost materiálu vyjadřujeme pomocí tepelného odporu, značíme R , který nám udává, jakou plochou materiálu a při jakém rozdílu teplot na jejích površích dojde k přenosu energie o velikosti 1 Watt. (37)

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}] \quad (1.1)$$

Kde: R_i tepelný odpor vrstvy materiálu [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$];
 d_i tloušťka vrstvy konstrukce [m];
 λ_i součinitel tepelné vodivosti [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$].

V případě konstrukce složené z více materiálů s různými součiniteli tepelné vodivosti se tepelný odpor takovéto konstrukce stanoví jako součet jednotlivých tepelných odporů daných vrstev materiálů. (37)

$$R = \sum R_i [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}] \quad (1.2)$$

Kde: R tepelný odpor vícevrstvé konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$];
 R_i tloušťka vrstvy konstrukce [m];
 λ_i součinitel tepelné vodivosti [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$].

2.2.2 Odpor konstrukce při prostupu tepla

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}] \quad (1.3)$$

Kde: R_T odpor konstrukce při prostupu tepla [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$];
 R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$];
 R tepelný odpor vícevrstvé konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$];
 R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$].

2.2.3 Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U_{tbk} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}] \quad (1.4)$$

Kde: U součinitel prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$];
 R_T odpor konstrukce při prostupu tepla [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$];
 ΔU_{tbk} korekční člen součinitele prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$].

2.2.4 Ověření výpočtu součinitele prostupu tepla u vybrané konstrukce

Konstrukce: SO1	d_i	λ_i	R_i	R	R_{si}	R_{se}	R_T	ΔU_{tbk}	U
materiál vrstvy	[m]	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$	$[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$	$[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$	$[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$	$[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$	$[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}]$	$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}]$
omítka UniWhite	0,002	0,450	0,004						
omítka Manu	0,010	0,610	0,016						
Přednástřík	0,004	1,110	0,004						
Porotherm 30 Profi Dryfix	0,300	0,180	1,667						
Lepidlo/stěrka Duo-Contact	0,010	0,800	0,012	6,494	0,13	0,04	6,664	0,05	0,202
Isover EPS GreyWall	0,150	0,032	4,688						
Lepidlo/stěrka Duo-Contact	0,008	0,080	0,100						
Omítka NanoporTop	0,002	0,700	0,003						

Tabulka 1 Ruční výpočet součinitele prostupu tepla

Posouzení konstrukce podle ČSN 73 0540-2:2011

978660 - Tomáš Bobrovský - Klobouky u Brna
TV - tepelný výkon .STV

TOB v.15.6.8 © PROTECH spol. s r.o.
Datum tisku: 06.05.2022

Přehled konstrukcí

Stavba: Bytový dům

Místo: Rýmařov

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka: TV - tepelný výkon .STV

Archiv:

Projektant:

Datum: 06.02.2022

E-mail:

Telefon:

SO1	V1	Porotherm 300 + 150 EPS
-----	----	-------------------------

ČSN 73 0540-2:2011: Stěna vnější (těžká)

UN,20 = 0,30 Urec,20 = 0,25 Upas,20,h = 0,18 Upas,20,d = 0,12 W/(m².K)

$\theta_i = 20 \text{ °C}$ UN = 0,30 Urec = 0,25 Upas,h = 0,18 Upas,d = 0,12 W/(m².K)

Korekční činitel $\Delta U_{tbk} = 0,050 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, Vypočítaná hodnota $U = 0,202 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

Složení konstrukce

č.v.				d	λ	ZTM	λ_{ekv}	R_v	U
				mm	W/(m.K)		W/(m.K)	(m ² .K)/W	W/(m ² .K)
Rsi		Odpor při přestupu						0,130	
1	420e-015	UniWhite (VPC omítka)	Z vr.	2,00	0,450	0,00	0,450	0,004	
2	420e-016	Manu 1 (VPC omítka)	Z vr.	10,00	0,610	0,00	0,610	0,016	
3	420b-002	přednástřík 4 mm (špic)	Z vr.	4,00	1,110	0,00	1,110	0,004	
4	217e-003	POROTHERM 30 Profi Dryfix	Z vr.	300,00	0,180	0,00	0,180	1,667	
5	420g-003	DuoContact (lepidlo/stěrka)	Z vr.	10,00	0,800	0,00	0,800	0,012	
6	634h-122	Isover EPS GreyWall	Z vr.	150,00	0,032	0,00	0,032	4,688	
7	420g-003	DuoContact (lepidlo/stěrka)	Z vr.	8,00	0,800	0,00	0,800	0,010	
8	420j-004	NanoporTop omítka	Z vr.	2,00	0,700	0,00	0,700	0,003	
Rse		Odpor při přestupu						0,040	
		Odpor celkem R_T						6,574	$= (1/R_T) + \Delta U_{tbk}$
									0,202

Tabulka 2 Výpočet součinitele prostupu tepla pomocí softwaru TV, Protech

Závěr: konstrukce je v programu zadána správně, součinitel prostupu tepla U je shodný s ručním výpočtem. Výpočet všech konstrukcí a výplní viz příloha P1 výpočet součinitel prostupu tepla.

2.3 Energetický štítek budovy

Výpočet energetického štítku byl proveden ve výpočtovém software Energetika od společnosti Deksoft.

2.3.1 Určení obálky budovy

Obálka budovy se určí jako vnější obrys vytápěné zóny. V řešeném objektu se nachází temperovaný suterén, vytápěná nadzemní podlaží a nevytápěný půdní prostor. Obálku budovy tedy tvoří vnější obrys budovy bez půdního prostoru, viz obrázek 33.



Obrázek 33 Hranice obálky budovy, pohled severní

2.3.2 Zadání konstrukcí

Konstrukce jsou zadány pro každou světovou stranu zvlášť. Součinitel prostupu tepla pro konstrukce a výplně byl převzat z programu TV. U konstrukcí je programem TV do součinitele prostupu tepla již započítaný korekční člen ΔU_{tbk} , který pro potřeby výpočtu energetického štítku byl od součinitele odečten. Zadávaný součinitel prostupu tepla u konstrukcí do programu Energetika je tedy o ΔU_{tbk} nižší, než je stanovený v TV. U výplní nebylo třeba součinitel prostupu tepla upravovat, je shodný s výstupem z TV.

Korekční člen ΔU_{em} , je uvažován 0,05.

Venkovní výpočtová teplota je stanovena dle ČSN 73 0540-3 přílohy H pro teplotní oblast 3.

2.3.3 Klasifikace hodnocené budovy

program ENERGETIKA
verze 6.0.7

DEKSOFT®

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY		
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	, Rýmařov	
Katastrální území:		
Parcelní číslo:		
Celková podlahová plocha $A_e = 390,7$ [m ²]	hodnocená	doporučení
<p>mimořádně úsporná</p> <p>mimořádně neekonomická</p>	0,273	
KLASIFIKACE	B	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em} = H_T/A$	0,273	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,classe}$ W/(m ² .K) typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.	0,337	-
Platnost štítku do (datum):	04.04.2032 (nebo do změny obálky budovy)	
Jméno a příjmení:	Tomáš Bobrovský	

Obrázek 34 Energetický štítek budovy, Energetika DEKSOFT

Podrobný protokol k výpočtu energetického štítku viz příloha P2 energetický štítek budovy.

2.4 Tepelný výkon

Výpočet tepelného výkonu je proveden dle ČSN 12 831-1. Výpočet tepelného výkonu byl proveden ve výpočtovém softwaru TV. Tepelné ztráty jednotlivých místností viz příloha P3 výpočet tepelných ztrát místností. Tepelná ztráta celého objektu se následně určí součtem tepelných ztrát jednotlivých místností, viz příloha P4 tepelná ztráta objektu.

2.4.1 Návrhový tepelný výkon místnosti

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} [W] \quad (1.5)$$

Kde: $\Phi_{T,i}$ celková návrhová ztráta prostupem [W];

$\Phi_{V,i}$ návrhová ztráta větráním [W].

2.4.2 Celková návrhová tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,i} = \sum_x \Phi_{i,x} [W] \quad (1.6)$$

Kde: $\Phi_{i,x}$ dílčí návrhová tepelná ztráta prostupem [W].

2.4.2.1 Dílčí návrhová tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,ix} = H_{T,ix} \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e) [W] \quad (1.7)$$

Kde: $H_{T,ix}$ měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do: [W·K⁻¹]

- venkovního prostředí;
- sousední místnosti

2.4.2.2 Měrný tepelný tok přestupem do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{u,k} \cdot f_{ie,k} [W \cdot K^{-1}] \quad (1.8)$$

Kde: A_k plocha konstrukce [m²];

U_k součinitel prostupu tepla konstrukcí [W·m⁻²·K⁻¹];

ΔU_{TB} přírážka na vliv tepelných vazeb (korekční člen) [W·m⁻²·K⁻¹];

$f_{u,k}$ opravný činitel zohledňující vliv vlastností tavebních částí a povětrnostní vlivy [-];

$f_{ie,k}$ teplotní opravný činitel [-].

2.4.2.3 Měrný tepelný tok z vytápěného do sousedního prostoru

$$H_{T,ia} = A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k} [W \cdot K^{-1}] \quad (1.9)$$

Kde: A_k plocha konstrukce [m²];

U_k součinitel prostupu tepla konstrukcí [W·m⁻²·K⁻¹];

$f_{ia,k}$ teplotní opravný činitel [-].

2.4.2.4 Teplotní opravný činitel

$$f_{ia,k} = f_1 + f_2 [-] \quad (1.10)$$

Kde: f_1 opravný činitel dle (1.11) [-];

f_2 opravný činitel dle (1.12) [-].

$$f_1 = \frac{\Theta_{int,i} - \Theta_x}{\Theta_{int,i} - \Theta_e} [-] \quad (1.11)$$

$$f_2 = \frac{\Theta_{int,k} - \Theta_{int,i}}{\Theta_{int,i} - \Theta_e} [-] \quad (1.12)$$

Kde: $\Theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota vytápěného prostoru [°C];

Θ_x teplota sousedního prostoru [°C];

Θ_e venkovní výpočtová teplota [°C];

$\Theta_{int,k}$ průměrná vnitřní povrchová teplota stavební konstrukce [°C].

2.4.3 Tepelná ztráta větráním

2.4.3.1 Kaskádové větrání

Výpočet je odvozen ze základní metody uvedené v ČSN 12 831-1.

$$\Phi_{V,i} = \rho \cdot c \cdot q_{v,transfer,ij} \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_{int,ij}) [W] \quad (1.13)$$

Kde: ρ hustota vzduchu [kg·m⁻³];

c měrná tepelná kapacita vzduchu [Wh·kg⁻¹·K⁻¹];

$q_{v,transfer,ij}$ objemový průtok vzduchu přestupující do místnosti ze sousední místnosti [m³·h⁻¹];

$\Theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota vytápěného prostoru [°C];

$\Theta_{int,ij}$ teplota vzduchu v sousední místnosti [°C].

2.4.3.2 Přirozené větrání

$$\Phi_{V,i} = \rho \cdot c \cdot q_{v,min} \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e) [W] \quad (1.14)$$

Kde: ρ hustota vzduchu [kg·m⁻³];

c měrná tepelná kapacita vzduchu [Wh·kg⁻¹·K⁻¹];

$q_{v,min}$ minimální objemový průtok vzduchu místnosti [m³·h⁻¹];

$\Theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota vytápěného prostoru [°C];

Θ_e venkovní výpočtová teplota [°C].

2.4.3.3 Objemový průtok vzduchu

$$q_{v,min} = n_{min,i} \cdot V_i \quad (1.15)$$

Kde: $n_{min,i}$ minimální intenzita větrání místnosti [h⁻¹];

V_i vnitřní objem místnosti [m³].

2.4.4 Ruční kontrolní výpočet vybraných místností

Číslo místnosti: 111	Účel: Koupelna	označení konstrukce	x	y	A	počet otvorů	Ao	Ak	U _k	Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i}	Θ _e	Θ _{int,i}	Θ _e	f _{iak}	H _{Ti,e}	H _{Ti,a}	Φ _{Tix}	A	s.v.v.	V _i	n	c·ρ	objemový průtok vzduchu	teplota vzduchu v sousední místnosti	Φ _{N,i}		
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[W·K ⁻¹]	[W·K ⁻¹]	[W]	[m ²]	[m]	[m ³]	[h ⁻¹]	[Wh·m ⁻³ ·K ⁻¹]	[m ³ ·h ⁻¹]	[°C]	[W]	
SNS5			1,92	3,05	5,86	0	0	5,86	0,556		42	10	14	0,333	1,085	45,58															
SNS5			2,13	3,05	6,50	0	0	6,50	0,556		42	20	4	0,095	0,344	14,45															
SNS10			3,02	3,05	9,21	0	0	9,21	1,381		42	20	4	0,095	1,211	50,88															
SNS10			1,66	3,05	5,06	1	1,64	3,42	1,381		42	20	4	0,095	0,450	18,91															
DN3			0,80	2,05	1,64	0	0	1,64	1,500		42	20	4	0,095	0,234	9,84															
SNS10			1,00	3,05	3,05	0	0	3,05	1,381		42	20	4	0,095	0,401	16,85															
SNS5			0,82	3,05	2,50	0	0	2,50	0,556		42	20	4	0,095	0,132	5,56															
SNS6			0,30	3,05	0,92	0	0	0,92	1,927		42	20	4	0,095	0,168	7,05															
PDL2			9,11	1,00	9,11	0	0	9,11	0,384		42	10	14	0,333	1,166	48,98															

Φ_{Ti,i} = 218,10
Φ_{N,i} = 33,79

Tabulka 3 Ruční výpočet tepelné ztráty místnosti č. 111

Číslo místnosti: 113 Účel: ložnice

Tabulka 4 Ruční výpočet tepelné ztráty místnosti č. 113

označení konstrukce	délka	šířka nebo výška	plocha	počet otvorů	plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla včetně korekčního členu Δu_{tbk}	vnitřní výpočtová teplota	venkovní výpočtová teplota	teplotní rozdíl	teplota sousedního prostoru	teplotní rozdíl	teplotní opravný činitel	měrný tepelný tok prostupem	celková návrhová tepelná ztráta prostupem	plocha	světelná výška	objem vzduchu v místnosti	požadovaná výměna vzduchu	měrná tepelná kapacita vzduchu	objemový průtok vzduchu	teplota vzduchu v sousední místnosti	tepelná ztráta větráním	
	x	y	A	po	A _o	A _k	U _k	$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	Θ_x	$\Theta_{int,i} - \Theta_x$	f _{ak}	H _{T,ie} H _{T,ia}	$\Phi_{T,ix}$	A	s _{v.v.}	V _i	n	c·ρ	q _{v,min}	Θ_e	$\Phi_{v,i}$	
	[m]	[m]	[m ²]	[-]	[m ²]	[m ²]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[-]	[W·K ⁻¹]	[W]	[m ²]	[m]	[m ³]	[h ⁻¹]	[Wh·m ⁻³ ·K ⁻¹]	[m ³ ·h ⁻¹]	[°C]		
SO1	2,81	3,05	8,57	1	3,6	4,97	0,202	20	-18	38	-18	42	1,000	1,004	38,15									
DO2	1,60	2,25	3,60	0	0	3,60	1,122			38	-18	42	1,000	4,039	153,49									
SO7	0,30	3,05	0,92	0	0	0,92	0,245			38	-18	42	1,000	0,224	8,52	9,7	2,6	25,22	0,5	0,34	12,61	-18	162,92	
SN5	3,86	3,05	11,77	0	0	11,77	0,556			38	10	14	0,263	1,723	65,46									
SN6	0,30	3,05	0,92	0	0	0,92	1,927			38	10	14	0,263	0,464	17,63									
PDI2	12,86	1,00	12,86	0	0	12,86	0,384			38	10	14	0,263	1,300	49,38									

$\Phi_{H,i} = 333 + 163 = 496 \text{ W}$ $\Phi_{T,i} = 332,63$ $\Phi_{v,i} = 162,92$

Výpočet místnosti - varianta 1

Stavba:	Bytový dům	Zadavatel:	
Místo:	Rýmařov	Archiv:	
Zpracovatel:	Tomáš Bobrovský	Datum:	06.02.2022
Zakázka:	TV - tepelný výkon .STV	Telefon:	
Projektant:			
E-mail:			

111 Koupelna

$t_i = 24\text{ °C}$ $t_e = -18\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	U_b, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SN5	Z	2,13	3,05	0,556	4	0,10	0	6,5	0,0	6,5	0,3	23,7
SN5	Z	1,92	3,05	0,556	14	0,33	0	5,9	0,0	5,9	1,1	23,0
SN10	Z	3,02	3,05	1,381	4	0,10	0	9,2	0,0	9,2	1,2	23,3
SN10	Z	1,66	3,05	1,381	4	0,10	1	5,1	1,6	3,4	0,5	23,3
DN3	0	0,80	2,05	1,500	4	0,10	1	1,6	1,6	1,6	0,2	23,3
SN10	Z	1,00	3,05	1,381	4	0,10	0	3,0	0,0	3,0	0,4	23,3
SN5	Z	0,82	3,05	0,556	4	0,10	0	2,5	0,0	2,5	0,1	23,7
SN6	Z	0,30	3,05	1,927	4	0,10	0	0,9	0,0	0,9	0,2	23,0
PDL2	Z	9,11	1,00	0,384	14	0,33	0	9,1	0,0	9,1	1,2	23,1

Výměna vzduchu

Hygienický požadavek V_{np} 24,8 m³·h⁻¹
 Infiltrace pláštěm V_{n50} 0,0 m³·h⁻¹

Součinitel tepelné ztráty

Prostupem H_{Tm} 5,2 W·K⁻¹
 Výměnou vzduchu H_{Vm} 0,8 W·K⁻¹

Tepelná ztráta

Prostupem Φ_{Tm} 218 W
 Výměnou vzduchu Φ_{Vm} 34 W
 Zátopová Φ_{RHm} 0 W
Celkem Φ_{HLM} 252 W
 Tepelný zisk Q_z 0 W

Tabulka 5 Výpočet tepelné ztráty místnosti č. 111 pomocí softwaru TV, Protech

Tepelný výkon ČSN EN 12831978660 - Tomáš Bobrovský - Klobouky u Brna
Zakázka: TV - tepelný výkon .STV

TV v.5.0.17 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 11.05.2022

Výpočet místnosti - varianta 1

Stavba: Bytový dům

Místo: Rýmařov

Zadavatel:

Zpracovatel: **Tomáš Bobrovský**

Zakázka: TV - tepelný výkon .STV

Archiv:

Projektant:

Datum: 06.02.2022

E-mail:

Telefon:

113 Ložnice $t_i = 20\text{ °C}$ $t_e = -18\text{ °C}$ $\Delta B = 0$ kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	U_i, Ψ_{eq}	Δt K	b	PO	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W·K ⁻¹	t_{si} °C
SO1	Z	2,81	3,05	0,202	38	1,00	1	8,6	3,6	5,0	1,0	19,0
DO2	Z	1,60	2,25	1,122	38	1,00	1	3,6	3,6	3,6	4,0	14,7
SO7	Z	0,30	3,05	0,245	38	1,00	0	0,9	0,0	0,9	0,2	18,8
SN5	Z	3,86	3,05	0,556	10	0,26	0	11,8	0,0	11,8	1,7	19,3
SN6	Z	0,30	3,05	1,927	10	0,26	0	0,9	0,0	0,9	0,5	17,6
PDL2	Z	12,86	1,00	0,384	10	0,26	0	12,9	0,0	12,9	1,3	19,4

Výměna vzduchuHygienický požadavek V_{np} 12,6 m³·h⁻¹Infiltrace pláštěm V_{n50} 4,0 m³·h⁻¹**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem H_{Tm} 8,8 W·K⁻¹Výměnou vzduchu H_{Vm} 4,3 W·K⁻¹**Tepelná ztráta**Prostupem Φ_{Tm} 333 WVýměnou vzduchu Φ_{Vm} 163 WZátopová Φ_{RHm} 0 W**Celkem** Φ_{HLm} 496 WTepelný zisk Q_z 0 W

Tabulka 6 výpočet tepelné ztráty místnosti č. 113 pomocí softwaru TV, Protech

Závěr: výsledky ručního výpočtu se shodují s výsledky ze softwaru TV. Místnosti jsou v programu zadány správně.

2.5 Návrh otopných těles

V objektu jsou navrženy tři druhy otopných těles od výrobce KORADO. V místnostech s nízkými parapety jsou navrženy lavicové konvektory Koralux typ LKE. V koupelnách jednotlivých bytů jsou z důvodu výskytu vyšší vlhkosti navržena trubková tělesa typu LINEAR MAX a RONDO MAX, se středovým připojením. V ostatních místnostech jsou navržena otopná tělesa typu VK se spodním pravým připojením.

Otopná tělesa jsou dimenzována pro teplotu přívodního potrubí 55 °C a vratného potrubí 40 °C, teplotní spád je 15 °C. Otopná tělesa byla navrhována tak, aby součet redukováných výkonů jednotlivých těles v místnosti byl vyšší, než je tepelná ztráta dané místnosti. Z estetického hlediska byla délka těles volena tak, aby délka otopného tělesa byla stejná, jako je šířka okna, pod kterým je těleso umístěno, popřípadě aby byla délka tělesa maximálně o 20 % kratší, než je šířka okna. Výška těles byla volena tak, aby pod osazeným tělesem byl prostor vysoký minimálně 200 mm pro montáž šroubení.

Příklad navržených otopných těles viz tabulka 7. Celý seznam viz příloha P5 návrh otopných těles

tw1 = 55,0 °C Δt = 15,0 K

č.m.	QMu	QMi	QMi	Číslo	Model	Specifikace	Q
	W	W	%				W
002	3 720	3 866	103,9	002-01	RADIK VK	33-050160-60	2118
				002-02	RADIK VK	22-050100-60	874
				002-03	RADIK VK	22-050100-60	874
003	431	459	106,6	003-01	RADIK VK	20-050090-60	459
004	242	255	105,5	004-01	RADIK VK	20-050050-60	255
006	1 067	1 122	105,2	006-01	RADIK VK	20-050110-60	561
				006-02	RADIK VK	20-050110-60	561
101	369	390	105,6	101-01	KORALINE LKE	LKE1400913Y10	390
104	1 555	1 770	113,8	104-01	KORALINE LKE	LKE1601523Y10	885
				104-02	KORALINE LKE	LKE1601523Y10	885
108	1 001	1 042	104,1	108-01	RADIK VK	20-050140-60	521
				108-02	RADIK VK	20-050140-60	521
109	174	226	130,2	109-01	KORALUX LINEAR MAX - M	KLM-150045-00M	226
111	252	273	108,3	111-01	KORALUX LINEAR MAX - M	KLM-182045-00M	273
112	702	754	107,5	112-01	RADIK VK	22-090080-60	754
113	496	566	114,2	113-01	RADIK VK	22-090060-60	566
117	496	566	114,2	117-01	RADIK VK	22-090060-60	566
118	702	754	107,5	118-01	RADIK VK	22-090080-60	754
119	258	273	105,6	119-01	KORALUX LINEAR MAX - M	KLM-182045-00M	273
121	174	226	130,2	121-01	KORALUX LINEAR MAX - M	KLM-150045-00M	226
122	976	1 042	106,8	122-01	RADIK VK	20-050140-60	521
				122-02	RADIK VK	20-050140-60	521
123	2 237	2 397	107,1	123-01	KORALINE LKE	LKE1401523Y10	756
				123-02	KORALINE LKE	LKE1601523Y10	885
				123-03	KORALINE LKE	LKE1401523Y10	756

Tabulka 7 Příklad návrhu otopných těles pro 1.PP a 1.NP, software TV

2.6 Armatury otopných těles

2.6.1 Deskové těleso KORADO RADIK VK

Tělesa jsou dodávána s již osazeným termostatickým ventilem Heimeier č. 4360. Tento ventil i při plném otevření, neumožnil úplné hydraulické vyvážení tělesa. Z tohoto důvodu bude ventil zaměněn ventilem IMI Heimeier Eclipse, tento ventil je tlakově nezávislý a udržuje nastavený průtok i při změnách diferenčního tlaku v soustavě.

Připojení deskového tělesa na otopnou soustavu bude proveden rohovým přípojovacím šroubením IMI HEIMEIER Vekolux, které umožňuje vypuštění tělesa.

Uživatelská regulace výkonu tělesa bude umožněna osazenou termostatickou hlavicí IMI HEIMEIER typ K.

2.6.2 Trubková tělesa KORADO KORALUX

Tělesa jsou navržena se spodním středovým připojením. Těleso bývá dodáváno s kompaktní armaturou pro středové připojení, tato armatura bude zaměněna a připojení tělesa k soustavě bude provedeno pomocí kompaktní přípojovací armatury IMI HEIMEIER Multilux V Eclipse. Tato armatura má v sobě zabudovaný tlakově nezávislý termostatický ventil Eclipse. Armatura umožňuje uzavření a vypuštění tělesa a bude osazena termostatickou hlavicí IMI HEIMEIER typ K.

2.6.3 Konvektory KORADO LKE

Lavicové konvektory jsou dodávány s axiálním termostatickým ventilem, tento ventil bude zaměněn za axiální termostatický ventil IMI HEIMEIER Eclipse, s tlakově nezávislou termostatickou vložkou. Na termostatický ventil bude osazena termostatická hlavice IMI HEIMEIER typ K.

Konvektory budou připojovány pomocí přímého šroubení IMI HEIMEIER Vekolux s vypouštěním.

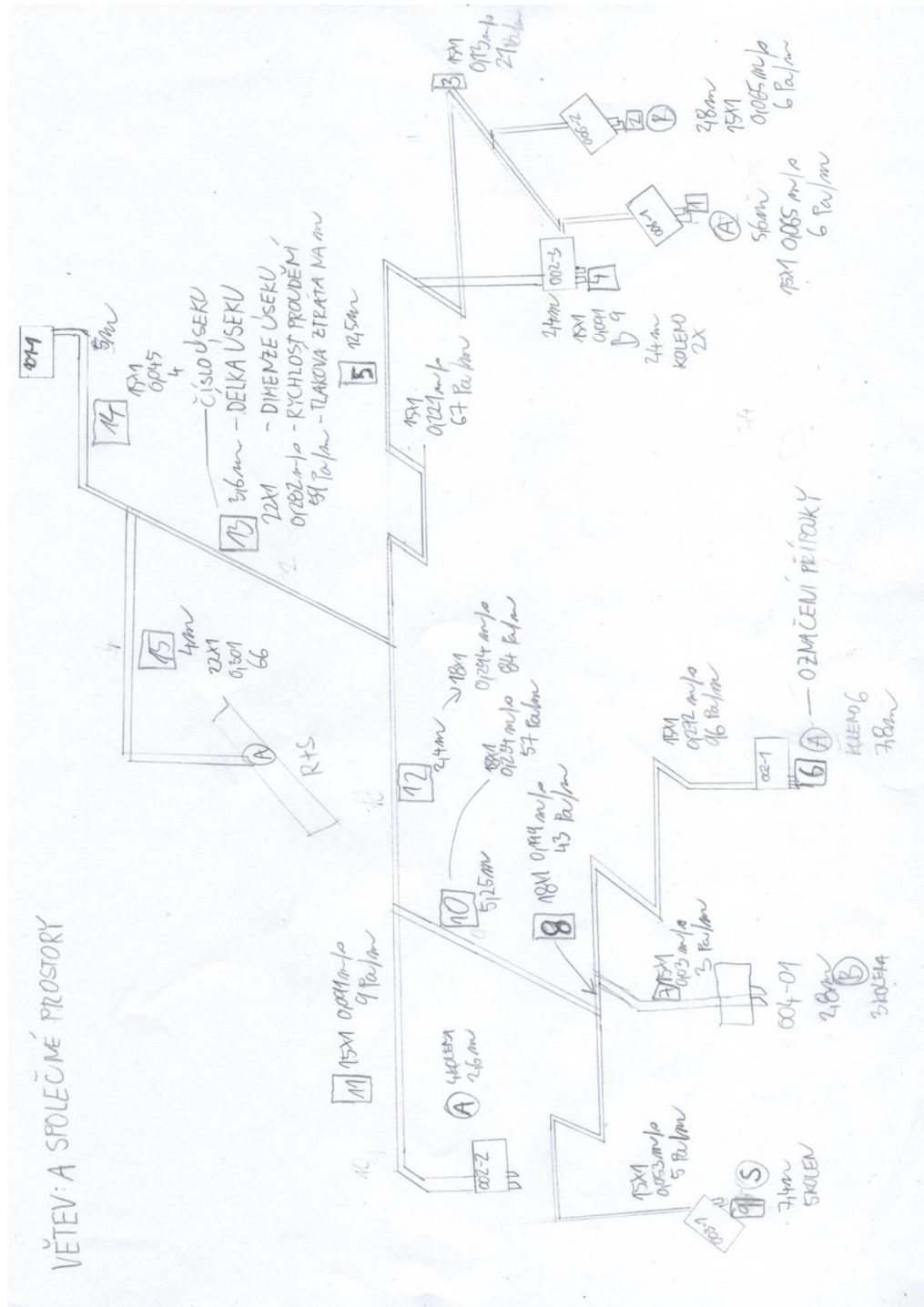
U konvektorů výšky 150 mm a více je součástí dodávky prodlužovací kus, který se instaluje na přívodní potrubí mezi přípojovací šroubení a axiální ventil.

2.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Dimenzování a hydraulické vyvážení otopné soustavy bylo provedeno ve výpočtovém software DIMOS.

2.7.1 Dimenzování vybrané větve

Pro popis postupu dimenzování jsem vybral větev Jako podklad pro navrhování bylo zpracováno 3D schéma dimenzované větve viz obrázek 35, ze kterého je patrná trasa potrubí, počet kolen, T kusů a označení napojených otopných těles. Do schéma bylo doplněno číslování úseků a délka úseku. postupuje se od nejdálějšího otopného tělesa k rozdělovači. Pomocí programu DIMOS byly následně voleny dimenze potrubí, v závislosti na tlakové ztrátě a rychlosti proudění. Potrubí bylo voleno tak, aby rychlost topné vody nepřesahovala $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a tlakovou ztrátu $100 \text{ Pa}\cdot\text{m}^{-1}$. Při určení dimenze daného úseku byly tyto hodnoty zapsány do 3D schématu. Výpočet úseků viz tabulka 8.



Obrázek 35 schéma pro dimenzování větve „A“ společné prostory

3.1 Výpočet úseků větve V3a - $t_w = 55,0\text{ }^\circ\text{C}$; požadovaný výkon společné prostory

Větev	čís	O.S.	Q	L		M	w	ΣZ	Δp_s	Δp_u	l.a2.RP	DNv	N/P	kv	DTRS	dif
			W	m	d x s	$\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$		Pa	Pa				$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$	Pa	Pa
V3a	1	006-01	533	5,6	15x1	30,6	0,065	14,13	7	63		15	3,2		17 440	0
V3a	1z			5,6	15x1	30,6	0,065	12		69	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	2	006-02	533	2,8	15x1	30,6	0,065	15,4	7	49		15	3,2		17 482	0
V3a	2z			2,8	15x1	30,6	0,065	9,3		41	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	3		1 066	5,2	15x1	61,2	0,13	6,53		161						
V3a	3z			5,2	15x1	61,2	0,129	6,88		148						
V3a	4	002-03	744	2,4	15x1	42,7	0,091	15,32	14	83		15	4,4		17 736	0
V3a	4z			2,4	15x1	42,7	0,09	7,19		55	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	5		1 810	12,5	15x1	104	0,221	13,02		1 150						
V3a	5z			12,5	15x1	104	0,219	16,47		1 287						
V3a	6	002-01	2 232	7,8	15x1	128,2	0,272	15,8	93	1 328		15	13,2		15 757	0
V3a	6z			7,8	15x1	128,2	0,271	13,73		1 298	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	7	004-01	242	2,8	15x1	13,9	0,03	57,05	2	33		15	1,6		18 435	0
V3a	7z			2,8	15x1	13,9	0,029			6	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	8		2 474	0,3	18x1	142,1	0,199	4,68		105						
V3a	8z			0,3	18x1	142,1	0,198	5,23		117						
V3a	9	003-01	431	7,4	15x1	24,8	0,053	36,2	5	86		15	2,6		18 476	0
V3a	9z			7,4	15x1	24,8	0,052	61,51		131	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	10		2 905	5,3	18x1	166,9	0,234	3,98		408						
V3a	10z			5,3	18x1	166,9	0,232	2,97		399						
V3a	11	002-02	744	2,6	15x1	42,7	0,091	35,7	14	168		15	4,4		19 163	0
V3a	11z			2,6	15x1	42,7	0,09	32,55		160	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	12		3 649	2,4	18x1	209,6	0,294	4,32		386						
V3a	12z			2,4	18x1	209,6	0,292	5,17		434						
V3a	13		5 459	3,6	22x1	313,6	0,282	4,44		385						
V3a	13z			3,6	22x1	313,6	0,28	5,08		422						
V3a	14	101-01	369	2,55	15x1	21,2	0,045	54,93	11	66		15	2		20 784	0
V3a	14z			2,55	15x1	21,2	0,045	257,4		271	Vekolux KORADO	15	1	1,48		
V3a	15		5 828	4	22x1	334,8	0,301	1,5		331						
V3a	15z			4	22x1	334,8	0,298	1,5		346						

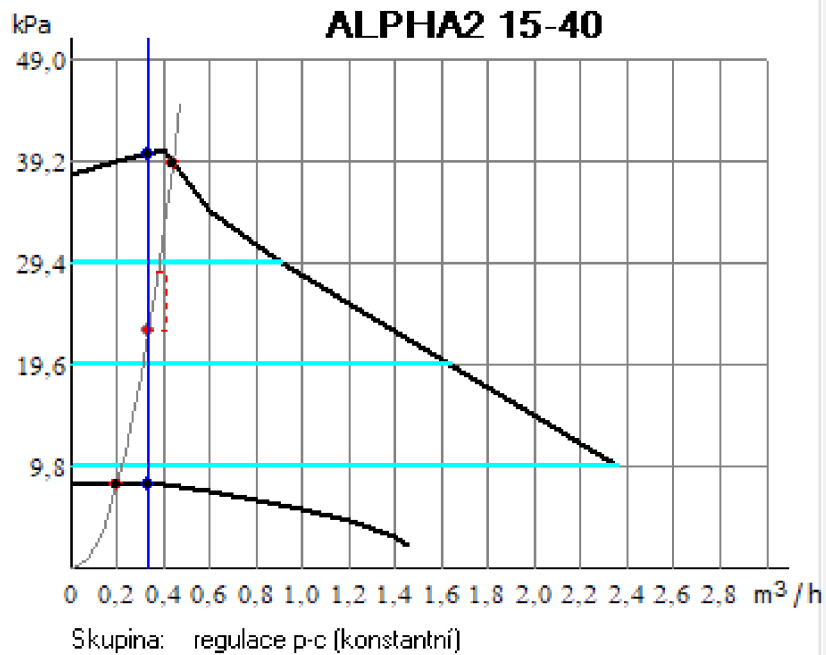
Tabulka 8 Dimenzování větve „A“, společné prostory, DIMOS, Protech

Veškerá schémata pro dimenzování jednotlivých větví jsou uvedena v příloze P6 schéma pro dimenzování.

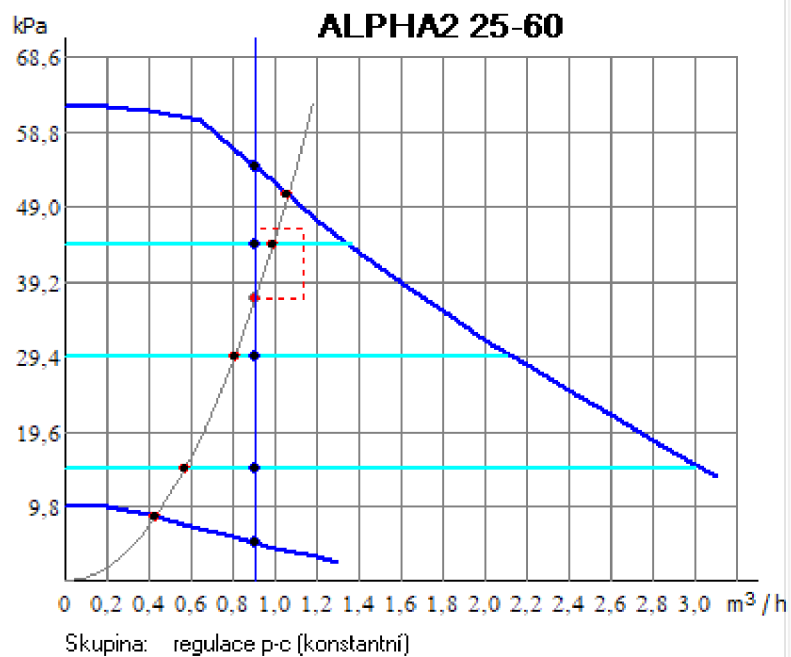
Navržené dimenze potrubí viz příloha P7 Dimenze potrubí.

2.7.2 Návrh čerpadla

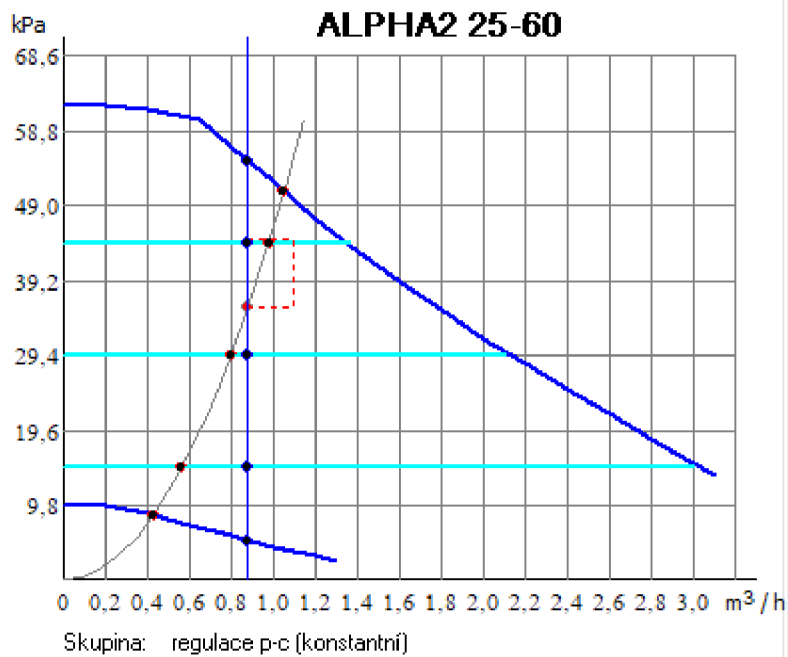
Při zadávání úseků pro dimenzování se do jednotlivých úseků zadávají také armatury a tvarovky, které tvoří tlakové ztráty. Na základě zjištěných tlakových ztrát a požadovaného průtoku na větví A bylo v programu navrženo oběhové čerpadlo. Pracovní diagram čerpadla viz obrázek 36. Pracovní bod je v diagramu označen červeným bodem. Bylo navrženo čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 15-40.



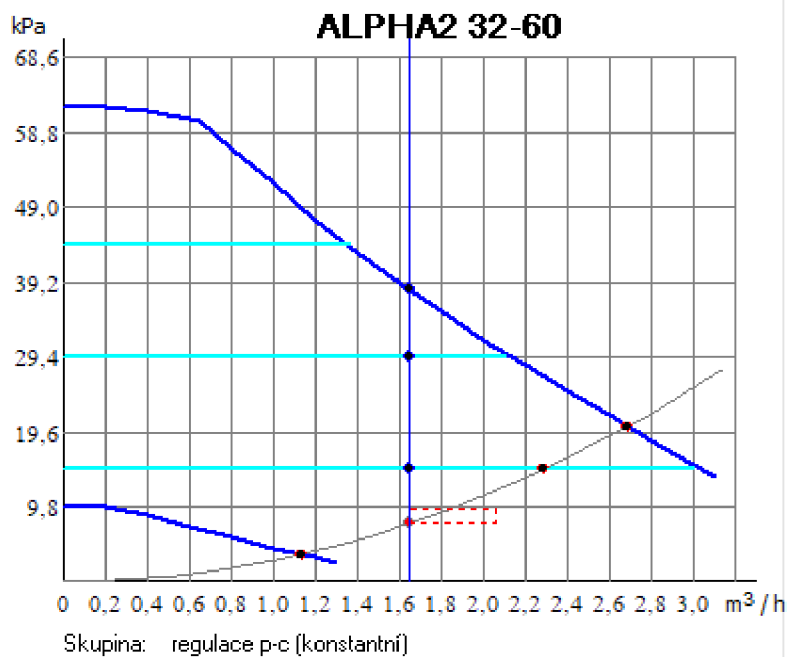
Obrázek 36 Charakteristika čerpadla, větev „A“ společné prostory, DIMOS, Protech



Obrázek 37 Charakteristika čerpadla, větev "B", DIMOS, Protech



Obrázek 38 Charakteristika čerpadla, větev "C, DIMOS, Protech



Obrázek 39 Charakteristika čerpadla, větev pro přípravu TV, DIMOS, Protech

Výpis navržených čerpadel viz příloha P8 paty větvi.

2.7.3 Návrh vyvažovacího ventilu

Vyvažovací ventil byl navržen na průtok $334,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Je navržen vyvažovací ventil IMI TA STAD, DN 20, nastavení ventilu 2,16.

4.1 Vyvažovací ventily

Větev	Ml	Pata	KC	Typ	Kód	DN	SkDT1	DTVS	NpVS	kv	Δp_{VS}	Zdvih	SkDT2
	$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$						Pa	Pa		$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	Pa	%	Pa
V3a	334,8	21	IMI 21102	STAD	129	20	21 855	2 029	2,16	2,187	2 379	54	

Tabulka 9 Vyvažovací ventil, větev A, DIMOS, Protech

Výpis navržených vyvažovacích ventilů viz příloha P8 paty větví. Výpis vyvažovacích ventilů zásobníkových ohřivačů teplé vody viz příloha P9 vyvažovací ventily TV.

2.8 Příprava teplé vody

Návrh je proveden metodou zohledňující špičky odběru teplé vody dle H – 132 98.

2.8.1.1 Objem zásobníkového ohřivače

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi [l] \quad (1.16)$$

Kde: V_z objem zásobníkového ohřivače [l];

$q_{TV,max}$ maximální specifická potřeba teplé vody [l/(spotřební jednotka · den)];

n počet spotřebních jednotek [obyvatel];

K_{TV} součinitel nerovnoměrnosti [spotřební jednotka · den];

φ součinitel mrtvého prostoru ohřivače [-].

2.8.1.2 Výkon topné vložky ohřivače

$$Q_{z,ov} = \frac{V_{z,skut} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{z \cdot 3600} + Q_{cirk} [kW] \quad (1.17)$$

Kde: $Q_{z,ov}$ výkon topné vložky zásobníkového ohřivače [kW];

$V_{z,skut}$ skutečný objem zásobníkového ohřivače [l];

ρ hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{l}^{-1}$];

c měrná tepelná kapacita vody [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$];

t_1 teplota studené vody [$^{\circ}\text{C}$];

t_2 teplota teplé vody [$^{\circ}\text{C}$];

z doba ohřevu vody [h];

Q_{cirk} tepelné ztráty rozvodu [kW].

2.8.1.3 Tepelné ztráty na rozvodu teplé vody

$$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot l_i [W] \quad (1.18)$$

Kde Q_{cirk} tepelné ztráty rozvodu [kW];

q_i délková tepelná ztráta potrubí dle vyhlášky č. 193/2007 [$W \cdot m^{-1}$];

l_i délka potrubí [m].

2.8.1.4 Ověření plochy topné vložky v ohřivači.

Stanovení rozdílu teplot v ohřivači.

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} [K] \quad (1.19)$$

Kde T_1 teplota přívodní topné vody [$^{\circ}C$];

T_2 teplota vratné topné vody [$^{\circ}C$];

t_1 teplota studené vody [$^{\circ}C$];

t_2 teplota teplé vody [$^{\circ}C$].

Stanovení minimální plochy topné vložky

$$A = \frac{Q_{z,ov}}{U \cdot \Delta t} [m^2] \quad (1.20)$$

Kde $Q_{z,ov}$ výkon topné vložky zásobníkového ohřivače [W];

U součinitel prostupu tepla topné vložky [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$];

Δt rozdíl teplot dle (1.8) [K];

2.8.1.5 Výpočet


V bytovém domě je navrženo 24 bytových jednotek a dvě kanceláře. Bytová jednotka je navržena pro trvalý pobyt dvou osob, v kancelářích je předpokládáno 8 zaměstnanců. Specifická potřeba teplé vody je pro obyvatele bytového domu 60 l/den a zaměstnance kanceláře 14 l/den. Součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody pro bytový dům je 0,34, při uvažované době ohřevu teplé vody 2 h. Je předpokládán zásobníkový ohřivač se součinitelem mrtvého prostoru 1,15.

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \varphi = (48 \cdot 60 + 8 \cdot 14) \cdot 0,34 \cdot 1,15 = 1170 \text{ l}$$

Na základě potřebného objemu byly navrženy dva zásobníkové ohřivače s nepřímým ohřevem Regulus RBC 750 HP. Ohřivač má užitný objem 716 l, celkový objem ohřivačů je 1432 l.

TECHNICKÝ LIST

Zásobník RBC 750 HP

	Základní charakteristika	
	Použití	Zásobník s integrovaným smaltovaným výměníkem se zvětšenou teplosměnnou plochou slouží pro přípravu teplé vody. Je dodáván včetně izolace a magneziové anody, která chrání vnitřní povrchy zásobníku proti korozi. Volitelně lze místo magneziové anody instalovat elektronickou anodu, objednávací kód viz tabulka Příslušenství. V případě potřeby je možné do zásobníku instalovat elektrické topné těleso.
	Pracovní kapalina	voda (zásobník), voda, směs voda-glykol (max. 1:1) nebo voda-glycerin (max. 2:1) (výměník)
	Objednávací kód	10537
Energetické parametry [dle Nařízení Komise (EU) č. 812/2013]		
Třída energetické účinnosti	neudává se	
Statická ztráta	119 W	
Užitný objem	716 l	
Technické údaje		
Celkový objem zásobníku	764 l	
Objem kapaliny v zásobníku	716 l	
Objem kapaliny ve výměníku	48 l	
Plocha výměníku	7,5 m ²	
Max. teplota v zásobníku	95 °C	
Max. teplota ve výměníku	110 °C	
Max. tlak v zásobníku	10 bar	
Max. tlak ve výměníku	10 bar	
Průměr zásobníku	790 mm	
Průměr zásobníku s izolací	950 mm	
Celková výška zásobníku	1870 mm	
Klopná výška	2100 mm	
Hmotnost prázdného zásobníku	290 kg	

Tabulka 10 Technický list navrženého zásobníku Regulus RBC 750 HP (38)

$$Q_{z,ov} = \frac{V_{z,skut} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{z \cdot 3600} + Q_{cirk} = \frac{1432 \cdot 1 \cdot 4,2 \cdot (55 - 10)}{2 \cdot 3600} + 1,654 = 37,59 \text{ kW}$$

Rozvody teplé vody budou vedeny pod stropem v suterénu a následně instalačními šachtami do jednotlivých bytů. Délka ležatého potrubí v suterénu byla odhadnuta na 86 m a stoupacího potrubí na 138 m. Přibližné hodnoty délkové tepelné ztráty pro ležaté 8 W·m⁻¹ a stoupací potrubí 7 W·m⁻¹.

$$Q_{cirk} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot l_i = 86 \cdot 8 + 138 \cdot 7 = 1654 \text{ W} = 1,654 \text{ kW}$$

Ověření plochy topné vložky

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(65 - 55) - (45 - 10)}{\ln \frac{(65 - 55)}{(45 - 10)}} = 19,96 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{z,ov}}{U \cdot \Delta t} = \frac{18800}{420 \cdot 19,96} = 2,24 \text{ m}^2$$

Plocha výměníku v ohřívači je 7,5 m², Zásobník Regulus RBC 750 HP vyhovuje.

2.9 Návrh zdroje tepla

2.9.1 Výkon zdroje tepla

$$Q_{zdroj} = \max\{0,7 \cdot Q_z + Q_{z,ov}; Q_z\} [kW] \quad (1.21)$$

Kde: $Q_{z,ov}$ výkon topné vložky zásobníkového ohřívače [kW];

Q_z celková tepelná ztráta objektu [kW];

$Q_{z,ov}$ tepelný výkon pro ohřev teplé vody [kW].

2.9.2 Výpočet

Výkon zdroje tepla:

$$Q_{zdroj} = \max\{0,7 \cdot Q_z + Q_{z,ov}; Q_z\} = \max\{0,7 \cdot 37,0 + 37,6; 37,0\} = \max\{63,5; 37,0\} = 63,5 kW$$

Na základě potřebného výkonu jsou navrženy dva plynové kotle Baxi Luna Duo-tec MP+ 1.30 , které budou zapojeny do kaskády. Výkon jednoho kotle je 33,8 kW. Kaskáda bude zajišťovat výkon 67,6 kW.

TECHNICKÉ PARAMETRY kotlů MP+ 1.35 - 1.50 - 1.60 - 1.70					
Model: LUNA DUO-TEC MP+		1.35	1.50	1.60	1.70
Kategorie		II2H3P			
Druh plynu	-	G20 - G31			
Jmenovitý tepelný příkon	kW	34,8	46,3	56,6	66,9
Minimální tepelný příkon	kW	5,1	5,1	6,3	7,4
Jmenovitý tepelný výkon vytápění 80/60 °C	kW	33,8	45	55	65
Jmenovitý tepelný výkon vytápění 50/30 °C	kW	36,5	48,6	59,4	70,2
Minimální tepelný výkon vytápění 80/60 °C	kW	5,0	5,0	6,1	7,2
Minimální tepelný výkon vytápění 50/30 °C	kW	5,4	5,4	6,6	7,8
Jmenovitá účinnost 50/30 °C	%	105,0	105,0	105,0	105,0
Maximální přetlak vody v topném okruhu	bar	4			
Minimální přetlak vody v topném okruhu	bar	0,5			
Rozsah teploty v topném okruhu	°C	25+80			
Typ odkouření	-	C13 - C33 - C43 - C53 - C63 - C83 - C93 - b23			
Průměr vedení koax. odkouření	mm	80/125			
Průměr vedení děleného odkouření	mm	80/80			
Max. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,016	0,021	0,026	0,031
Min. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,002	0,002	0,003	0,004
Max. teplota spalin	°C	76	80	80	74
Připojovací přetlak zemní plyn 2H	mbar	20			
Připojovací přetlak propan 3P	mbar	37			
Elektrické napětí	V	230			
Elektrická frekvence	Hz	50			
Jmenovitý elektrický příkon	W	180	230	230	230
Hmotnost netto	kg	40	40	40	50
Rozměry - výška	mm	766			
- šířka	mm	450			
- hloubka	mm	377	377	377	505
Elektrické krytí (EN 60529)	-	IPX5D			
objem vody	litr	4	4	5	6
Certifikát CE	č.	0085CM0128			

Tabulka 11 Technické parametry navrženého zdroje tepla BAXI LUNA DUO-TEC MP+ 1.35 (39)

2.10 Návrh zabezpečovacího zařízení otopné soustavy

2.10.1 Expanzní nádoba

Expanzní nádoba slouží k vyrovnání objemových změn topné vody v soustavě vlivem tepelné objemové roztažnosti bez ztrát topné vody ze systému.

2.10.1.1 Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_0 \cdot n \quad [l] \quad (1.1)$$

Kde: V_0 celkový objem topné vody v systému [l];

n koeficient tepelné roztažnosti [-].

2.10.1.2 Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} \quad [l] \quad (1.1)$$

Kde: p_{hp} nejvyšší provozní přetlak [kPa];

p_d nejnižší provozní přetlak [kPa].

2.10.1.3 Průměr expanzního potrubí

$$d = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{\frac{1}{2}} \quad [mm] \quad (1.1)$$

Kde: Q_p pojistný výkon [kW].

2.10.1.4 Výpočet

Výška otopné soustavy: 13,1 m

Výška manometrické roviny 1,0 m

Minimální konstrukční přetlak 400 kPa

Objem topné vody v systému:

Technické zařízení	Objem topné vody [l]	ks	Celkový objem [l]
Rozvody, tělesa	698,1	1	698,1
Plynový kotel	4	2	8
HVDT	5,5	1	5,5
Rozdělovač, sběrač	7,7	1	7,7
Ohřívač vody	48	2	96
Celkový objem topné vody v systému V_0:		Σ	815,3

Tabulka 12 Stanovení celkového objemu topné vody v soustavě

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_0 \cdot n = 1,3 \cdot 815,3 \cdot 0,0295 = 31,3 \text{ l}$$

Nejvyšší provozní přetlak:

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g) = 400000 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,82) = 390180 \text{ Pa} = 390,18 \text{ kPa}$$

p_{hp} volím 300 kPa

Nejnižší provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot (h - h_{mr}) \cdot \rho \cdot g = 1,1 \cdot (13,1 - 1) \cdot 1000 \cdot 9,82 = 130700 \text{ Pa} = 130,7 \text{ kPa}$$

p_d volím 140 kPa

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{31,3 \cdot (300 + 100)}{(300 - 140)} = 78,3 \text{ l}$$

Navrhuji membránovou tlakovou expanzní nádobu Reflex N 100, s maximálním využitelným objemem 90 l.

podrobnosti

Typ	N 100
Jmenovitý objem	100 l
Max. využitelný objem	90 l
Max. přípustná teplota soustavy	120 °C
Max. dovol. provozní teplota	70 °C
Max. dovol. provozní tlak	6 bar
Předtlak plynu – nastavení z výroby	1,5 bar
Připojení	R 1"
Průměr	512 mm
Max. výška	669 mm
Výška přípojky vody	172 mm
Sklopný rozměr cca	842 mm
Hmotnost	15,84 kg

Tabulka 13 Technické parametry navržené expanzní nádoby (40)

Dimenze expanzního potrubí

$$d = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{\frac{1}{2}} = 10 + 0,6 \cdot 67,6^{\frac{1}{2}} = 14,9 \text{ mm}$$

Připojení expanzní nádoby bude provedeno měděným potrubím 28x1,5 vnitřní průměr potrubí je 25 mm.

2.10.2 Pojistný ventil

2.10.2.1 Plocha sedla pojistného ventilu

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} \text{ [mm}^2\text{]} \quad (1.1)$$

Kde: Q_p pojistný výkon [kW];

α_v výtokový součinitel pojistného ventilu [-];

K konstanta závislá na stavu syté páry [-].

2.10.2.2 Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_o}{\pi}} \text{ [mm]} \quad (1.1)$$

Kde: A_o plocha sedla pojistného ventilu [mm²].

2.10.2.3 Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_o = a \cdot d_i \text{ [mm]} \quad (1.1)$$

Kde: a součinitel zvětšení sedla [-];

d_i ideální průměr sedla pojistného ventilu [mm].

2.10.2.4 Výpočet

Pro výpočet bude uvažován pojistný ventil Honeywell SM 120-3/4 B.

Připojení		Rozměry (mm)				Hmotnost	Pro soustavu do výkonu		Koeficient	Průměr sedla	Objednáací číslo
vstup	výstup	H	h	l	Do	kg	kW	kcal/h	α_v	mm	
Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 2,5 bar											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 A
¾"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 – 3/4 A
1"	1 ¼"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 – 1 A
1 ¼"	1 ½"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 – 1 1/4 A
Pro uzavřené otopné soustavy, nastavený tlak 3,0 bar											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 B
¾"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	0,449	16	SM 120 – 3/4 B
1"	1 ¼"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	0,558	24	SM 120 – 1 B
1 ¼"	1 ½"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	0,583	27	SM 120 – 1 1/4 B
Pro uzavřené solární soustavy, nastavený tlak 6,0 bar											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 C
Zákaznické provedení, nastavený tlak může být v rozsahu 2,5 až 6,0 bar (nutno specifikovat v objednávce)											
½"	¾"	93	28	36	15	0,3	100	90 000	0,289	16	SM 120 – 1/2 Z

Tabulka 14 Technické parametry pojistného ventilu Honeywell SM 120 (41)

Plocha sedla pojistného ventilu

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} = \frac{67,6}{0,558 \cdot 1,26} = 96,1 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{96,1}{\pi}} = 11,06 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_o = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 11,06 = 14,82 \text{ mm}$$

Skutečný průměr sedla je 16 mm. Navrhovaný pojistný ventil Honeywell SM 120 – 1 B vyhovuje.

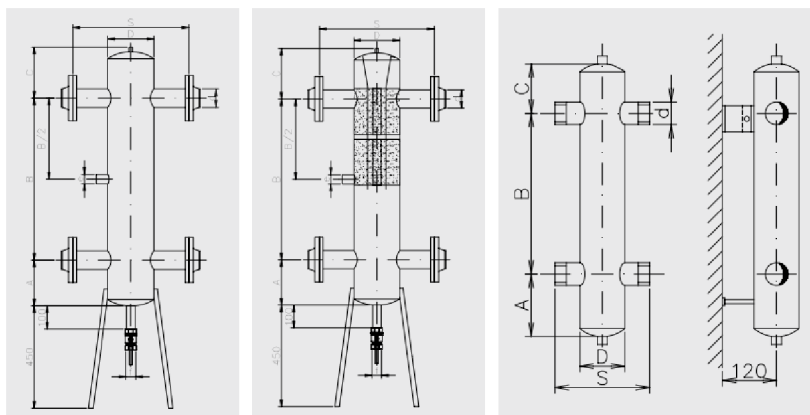
2.11 Návrh ostatních zařízení otopné soustavy

2.11.1 Hydraulický oddělovač dynamických tlaků

Hydraulický oddělovač dynamických tlaků (HVDT) bude umístěn mezi zdrojem tepla a kombinovaným rozdělovačem a sběračem. Oddělovač bude zajišťovat hydraulické oddělení čerpadel umístěných na jednotlivých větvích z rozdělovače od čerpadel umístěných na straně zdroje tepla.

Oddělovač, se navrhuje na maximální průtok v daném úseku.

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT



HVDT – základní rozměry

Typ HVDT	Max. průtok (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	S (mm)	d (mm)	e	f	Hmotnost (kg)
24B	1,8	100	300	65	89	200	5/4"	-	-	5
63B	2,5	110	380	80	108	230	6/4"	-	-	9
1B	4,0	110	400	100	108	240	2"	-	-	9,5
I	4,0	100	400	100	108	385	57	1"	5/4"	33
II	8,0	150	500	100	159	400	76	1"	5/4"	43
III	12,0	200	700	200	219	500	89	1"	5/4"	80
IV	20,0	200	700	200	219	500	108	5/4"	5/4"	86
V	30,0	250	900	200	273	560	133	6/4"	6/4"	145
VI	50,0	300	1000	200	324	620	159	6/4"	6/4"	191
VIa	80,0	350	1300	300	406	750	219	2"	6/4"	239
VII	100,0	400	1500	300	508	800	219	2 1/2"	6/4"	305

HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojiny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí HVDT je konzola pro uchycení) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní syntetický nátěr.

Tabulka 15 Technické parametry, hydraulický vyvažovač dynamických tlaků (42)

2.11.2 Rozdělovač a sběrač

Rozdělovač a sběrač je navržen na maximální průtok topné vody, který nastane při maximálním výkonu obou zdrojů tepla. Průtok je stanoven z kalorimetrické rovnice.

$$m_{max} = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{67600}{1,163 \cdot 20} = 2910 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1} = 2,91 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Podle průtoku byl navržen kombinovaný rozdělovač a sběrač RS MU84-125 od výrobce ETL.

Typ RS	Hrdla od zdroje	Hrdla výstupní	Rozteč výst. hrdel (mm)	Modul	Výška hrdel (mm)	Počet výst. větví	Celková délka (mm)	Hmotnost (kg)	* Q _{max} [m ³ /hod]
RS MU82-90	G 5/4"	G 3/4"	90	80	100	2	580	6	3
RS MU83-90	G 5/4"	G 3/4"	90	80	100	3	820	10	3
RS MU84-90	G 5/4"	G 3/4"	90	80	100	4	1060	13	3
RS MU82-125	G 6/4"	G 1"	125	80	100	2	650	7	4,5
RS MU83-125	G 6/4"	G 1"	125	80	100	3	925	11	4,5
RS MU84-125	G 6/4"	G 1"	125	80	100	4	1200	14	4,5
RS MU102	G 2"	G 6/4"	250	100	150	2	1200	17	7,5
RS MU103	G 2"	G 6/4"	250	100	150	3	1700	23	7,5
RS MU104	G 2"	G 6/4"	250	100	150	4	2200	29	7,5
RS MU124	G 2 1/2"	G 2"	250	120	150	4	2200	31	14

* Doporučené maximální průtočné množství

Tabulka 16 Technické parametry kombinovaného rozdělovače a sběrače (42)

2.11.3 Zařízení pro doplnění topné vody

Sestava se skládá ze tří zařízení. První zařízení, Reflex Fillcontrol Auto Compact, které je napojeno na straně domovního vodovodu obsahuje oddělovací nádobu domovní vody a topné vody v systému vytápění. Zařízení je vybaveno řídicí jednotkou a čerpadlem. Za tímto zařízením bude osazena armatura pro úpravu plnicí vody Reflex Fillsoft FG I se změkčovací patronou Reflex Fillsoft FSP 6000. Posledním zařízením sestavy je digitální vodoměr a měřič vodivosti Fillguard Mini. Který bude kontrolovat stav vody dodávané do systému a změkčovací patrony.

2.11.4 Zařízení pro neutralizaci kondenzátu

Při práci kotle v kondenzačním režimu dochází ke kondenzaci vodní páry obsažené ve spalínách. Tato zkondenzovaná vodní pára je kyselá, má hodnotu PH na stupnici nižší než 6, a není možné ji neupravenou vypouštět do kanalizace. Proto na je navržen neutralizační box, který kyselost kondenzátu upraví na neutrální hodnotu. Velikost neutralizačního boxu se volí podle výkonů instalovaných kondenzačních kotlů. Instalovaný výkon kotlů je 67,6 kW, navrhuji neutralizační box Brilon neutrakon 100/70.

Brilon neutrakon®

Neutralizační box pro nerezové výměníky kotlů

maximální výkon kotle / kotelny	vhodný typ neutralizačního boxu	objednací číslo	cena bez DPH
100 kW	Neutrakon 100/70	N001-S	3 990 Kč
500 kW	Neutrakon 500/100	N002-S	4 990 Kč
1 000 kW	Neutrakon 1000/650 Air	N005-N	12 490 Kč
1 500 kW	Neutrakon 1500/1000 Air	N006-N	15 990 Kč

Tabulka 17 Technické parametry neutralizačního boxu Brilon neutrakon (43)

Do neutralizačního boxu bude sveden kondenzát z obou kondenzačních kotlů a z koaxiálního kaskádového odkouření.

2.11.5 Kompenzátor délkové roztažnosti potrubí

Rozdíl teplot při montáži a provozu otopné soustavy způsobuje prodloužení potrubí. Tuto velikost prodloužení je nutné vykompenzovat kompenzátory, jinak by docházelo k osovému namáhání potrubí.

2.11.5.1 Velikost prodloužení

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t \text{ [mm]} \quad (1.1)$$

Kde: α součinitel délkové roztažnosti materiálu [$\text{mm} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$];

l_0 výpočtová délka [m];

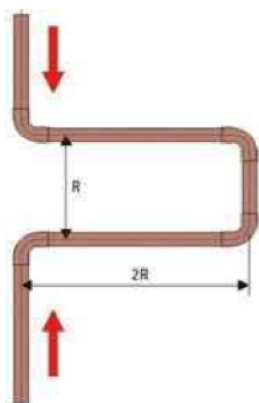
Δt rozdíl provozní a montážní teploty [K].

2.11.5.2 Výpočet

Nejdelší výpočtová délka potrubí se nachází v suterénu na větví A v místnosti 002. Délka přímého potrubí je 17,1 m. potrubí je měděné, součinitel délkové roztažnosti mědi je $0,017 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Provozní teplota je teplota na přívodním potrubí $55 \text{ }^\circ\text{C}$, montážní teplota je uvažována $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t = 0,017 \cdot 17,1 \cdot 45 = 13,1 \text{ mm}$$

Pro dilataci 13,1 mm bude navržen U kompenzátor. Rozměry kompenzátoru se stanoví dle následující tabulky. Kompenzátor bude osazen na potrubí dimenze 15x1. Rozměr kompenzátoru R= 218 mm a 2R=436 mm.



Vnější průměr trubky d [mm]	Prodloužení trubky Δl [mm]							
	12	25	38	50	75	100	125	150
	Charakteristický rozměr kompenzátoru R [mm]							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592

Tabulka 18 Charakteristický rozměr kompenzátoru (44)

Ostatní dilatace potrubí jsou kompenzovány trasou potrubí.

2.11.6 Návrh tepelné izolace potrubí

Tloušťka tepelné izolace se stanovuje na základě určujícího součinitele prostupu tepla U_o , který nám předepisuje vyhláška 193/2007. Tento součinitel závisí na vnitřním průměru potrubí. Návrh tepelné izolace byl zpracován v tabulce, viz tabulka 19. Výpočet tloušťky izolace byl proveden na stránkách TZB INFO (45)

Navrhovaná tloušťka tepelné izolace rozvodů v konstrukcích může být oproti požadované tloušťce snížena na půlku.

Dimenze potrubí	Tepelná izolace	Určující součinitel prostupu tepla U_o	Požadovaná tloušťka izolace	Navrhovaná tloušťka izolace	Součinitel prostupu tepla U_{iz}
[mm]	[-]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[mm]	[mm]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Potrubí vedené v konstrukcích					
15x1	Mirelon PRO	0,15	26	13	0,203
18x1	Mirelon PRO	0,15	33	20	0,187
Potrubí vedené mimo konstrukce					
15x1	ROCKWOOL 800	0,15	23	30	0,136
18x1	ROCKWOOL 800	0,15	30	30	0,148
22x1	ROCKWOOL 800	0,18	25	30	0,165
28x1,5	ROCKWOOL 800	0,18	33	40	0,163
35x1,5	ROCKWOOL 800	0,18	42	50	0,165
42x1,5	ROCKWOOL 800	0,27	51	60	0,166

Tabulka 19 Návrh tepelné izolace potrubí

2.12 Větrání technické místnosti

2.12.1 Tepelná bilance kotelny v zimě

Tepelná produkce kotlů a potrubních rozvodů do okolí (1% z instalovaného výkonu)

$$Q_{z,z} = p \cdot Q_z = 0,01 \cdot 67,6 = 0,676 \text{ kW} = 676 \text{ W}$$

Tepelná ztráta místnosti při výpočtové teplotě místnosti 15 °C, venkovní teplotě -15 °C a výměnou vzduchu 0,5 h⁻¹ je 688 W.

Měrná tepelná ztráta pro výpočtovou teplotu technické místnosti +15 °C

$$H_T = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{688}{28} = 24,57 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Teplota vzduchu v kotelně

$$Q_{i,z} = t_e + \frac{Q_{z,z}}{H_T} = -18 + \frac{676}{24,57} = 9,5 \text{ °C}$$

Minimální teplota v místnosti musí být 7,5 °C. Místnost nepotřebuje dodatečné otopné těleso.

2.12.2 Tepelná bilance kotelny v létě

V létě se počítá s výkonem pouze pro ohřev teplé vody

$$Q_{z,l} = p \cdot Q_{z,l} = 0,015 \cdot 38 = 0,57 \text{ kW} = 570 \text{ W}$$

Teplota kotelny pro letní teplotu 30 °C

$$Q_{i,l} = t_e + \frac{Q_{z,z}}{H_T} = 30 + \frac{570}{24,57} = 53,3 \text{ °C}$$

Maximální přípustná teplota v kotelně je 35°C. Tepelná zátěž musí být odvedena nuceným větráním.

$$V_l = \frac{Q_{z,l}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{570}{1300 \cdot 5} = 0,088 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 316,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Technická místnost má obvodovou stěnu přilehlou k zemině, větrání technické místnosti bude zajišťovat vzduchotechnika. Minimální průtok vzduchu je 316,8 m³/h.

2.13 Roční potřeba tepla a paliva pro vytápění

Tepelné ztráty

978660 - Tomáš Bobrovský - Klobouky u Brna
Zakázka: TV - tepelný výkon .STV

TV v.5.0.17 © PROTECH spol. s r.o.
Datum tisku: 14.05.2022

Potřeba energie a paliva - varianta 1

Stavba: Bytový dům

Místo: Rýmařov

Zadavatel:

Zpracovatel: **Tomáš Bobrovský**

Zakázka: TV - tepelný výkon .STV

Archiv:

Projektant:

Datum: 06.02.2022

E-mail:

Telefon:

Do výpočtu jsou zahrnuty všechny úseky

Tepelná ztráta	Q = 37 044 W
Výpočtová venkovní teplota	$t_e = -18 \text{ °C}$
Průměrná vnitřní teplota	$t_{is} = 19,0 \text{ °C}$
Počet topných dnů	d = 275
Střední teplota venkovního vzduchu	$t_{es} = 4,0 \text{ °C}$
Vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot	$f_1 = 0,85$
Vliv režimu vytápění	$f_2 = 0,95$
Vliv zvýšení vnitřní teploty	$f_3 = 1,00$
Vliv regulace	$f_4 = 1,04$
Palivo	Zemní plyn
Výhřevnost	H = 35,8 MJ/m ³
Účinnost systému	$\eta = 85,0 \text{ %}$

Rozložení potřeby energie E_v a paliva B_v

měsíc	počet dnů	t_{es} °C	E_v kWh	E_v GJ	E_v %	B_v		
						m ³	kWh	GJ
8	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
9	30	12,2	4 117	14,8	4,9	487,0	4 843,0	17,4
10	31	7,4	7 256	26,1	8,7	858,5	8 537,0	30,7
11	30	2,1	10 231	36,8	12,3	1 210,4	12 036,3	43,3
12	31	-1,4	12 761	45,9	15,3	1 509,7	15 013,3	54,0
1	31	-3,3	13 950	50,2	16,8	1 650,3	16 411,6	59,1
2	28	-1,8	11 752	42,3	14,1	1 390,4	13 826,3	49,8
3	31	1,8	10 760	38,7	12,9	1 272,9	12 658,3	45,6
4	30	6,5	7 567	27,2	9,1	895,2	8 902,6	32,0
5	31	11,5	4 692	16,9	5,6	555,0	5 519,6	19,9
6	2	15,0	161	0,6	0,2	19,1	189,9	0,7
	275		83 247	299,7	100,0	9 848,5	97 937,8	352,6

E_v - potřeba energie

B_v - potřeba paliva a energie na vstupu

Tabulka 20 Potřeba energie a paliva pro vytápění, software TV, Protech

2.14 Roční potřeba tepla a paliva pro ohřev teplé vody

Tepelné ztráty

978660 - Tomáš Bobrovský - Klobouky u Brna
Zakázka: TV - tepelný výkon .STV

TV v.5.0.17 © PROTECH spol. s r.o.
Datum tisku: 14.05.2022

Potřeba energie a paliva na ohřev TV podle ČSN 06 0320:2006

Stavba:	Bytový dům	Zadavatel:
Místo:	Rýmařov	
Zpracovatel:	Tomáš Bobrovský	
Zakázka:	TV - tepelný výkon .STV	Archiv:
Projektant:		Datum: 06.02.2022
E-mail:		Telefon:

Výpočet potřeby tepla - úsek TUV 1

popis	jednotka	energie/jednotka	počet jednotek	počet dnů	energie celkem [kWh]
Komplexní činnost	potřeba na osobu	4,30	48	365	75 336,00
Umývání	potřeba na osobu	0,80	8	250	1 600,00
Úklid	potřeba na 100 m ²	0,80	307,30	52	127,84
Vaření a mytí	potřeba na 1 jídlo	0,00	0	365	0,00
Jiná potřeba		0,00	0	365	0,00
Množství ohřáté vody		0.00 dm ³	ΔT 0.0 K	365	0,00
Součet					77 063,84
Z jiných zdrojů bude dodáno					0,00
Základ pro výpočet paliva					77 063,84

Palivo	Výhřevnost	Účinnost systému
Zemní plyn	H = 35.8 MJ/m ³	η = 85 %

Rozložení potřeby energie E_{TUV} a paliva B_{TUV}

měsíc	%	E _{TUV} kWh	E _{TUV} GJ	B _{TUV}		
				m ³	kWh	GJ
7	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
8	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
9	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
10	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
11	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
12	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
1	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
2	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
3	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
4	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
5	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
6	8,330	6 419,4	23,1	759,4	7 552,3	27,2
	100,0	77 033,0	277,3	9 113,3	90 627,1	326,3

Tabulka 21 potřeba energie a paliva pro ohřev teplé vody, software TV, Protech

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 Úvod

Technická zpráva je součástí projektové dokumentace systému vytápění a přípravy teplé vody pro bytový dům v Rýmařově.

3.2 Podklady pro zpracování dokumentace

Výkresy architektonické studie objektu:

Půdorysy jednotlivých podlaží, měřítko 1:50

Řez podélný, měřítko 1:50

Pohled severní, jižní, východní, západní, měřítko 1:50.

3.3 Použité předpisy a technické normy

ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – část 1: tepelný výkon pro vytápění, modul M3-3.

ČSN EN 12831-3 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – část 3: tepelný výkon pro soustavy přípravy teplé vody a charakteristika potřeb, Modul M8-2, M8-3.

ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení.

ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov-Část 1: Terminologie.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov-Část 2: Požadavky.

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov-Část 3: Návrhové hodnoty veličin.

ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – výpočtové metody

Vyhláška č. 193/2007 o podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.

Nařízení vlády č. 361/2007 sb. O podmínkách ochrany zdraví při práci

3.4 Výpočet tepelného výkonu

Objekt se nachází v Rýmařově, v okrese Bruntál. Pro výpočet tepelných ztrát byla použita venkovní výpočtová teplota $t_e = -18\text{ °C}$. Navržené konstrukce odpovídají tepelně technickým požadavkům požadovanými normou ČSN 73 0540-2. Celková tepelná ztráta objektu je 37733 W.

Energetický štítek budovy byl vypracován pro venkovní návrhovou teplotu -17 °C , podle ČSN 73 0540. Objekt je zatříděn do klasifikační třídy B.

3.5 Potřeba energie a spotřeba paliv

	Potřeba energie [GJ]	Spotřeba paliva [m ³]
Vytápění	299,7	9848,5
Ohřev teplé vody	277,3	9113,3
Celkem	577,0	18961,8

Tabulka 22 Potřeba energie a spotřeba paliv

Celková energie pro vytápění a ohřev teplé vody v objektu je 577,0 GJ. Tomu odpovídá 18961,8 m³ zemního plynu.

3.6 Otopná soustava

V objektu je navržena dvourubková otopná soustava s nuceným oběhem topné vody v systému. V kombinovaném rozdělovači a sběrači je soustava dělena do čtyř větví, na první větev jsou napojeny dva zásobníkové ohřivače teplé vody, tato větev není směřována. Ostatní větve jsou regulovány směšováním. Dvě slouží pro vytápění bytových domů a kanceláří. Poslední větev slouží pro vytápění společných prostorů.

3.6.1 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla jsou navrženy dva, do kaskády zapojené, plynové závěsné kondenzační kotle BAXI Luna Duo-tec MP+ 1.35. Kotel má jmenovitý výkon 33,8 kW při teplotním spádu 80/60 °C. Kaskáda dvou kotlů bude tedy zajišťovat tepelný výkon 67,6 kW.

Kotle budou zavěšeny v technické místnosti na stěně ve výšce 1250 mm nad podlahou.

Kotle jsou v provedení typu C, přiváděcí vzduch pro spalování a odvádění spalin do komínu bude probíhat pomocí kaskádového koaxiálního odkouření od firmy BAXI. Komin bude opatřen koaxiálním vedením a bude vyveden nad střechu objektu. Vzniklý kondenzát v koaxiálním kouřovodu a v jednotlivých kotlích bude polyethylenovou hadicí sveden do neutralizačního boxu BRILON NEUTRAKON 100/70. Ze kterého bude přepadem neutralizovaný kondenzát odváděn přes zápachovou uzávěrku do domovní kanalizace.

3.6.2 Rozvody potrubí a tepelná izolace

Veškerý rozvod topné vody v soustavě bude zhotoven z měděného potrubí SUPERSAN. Potrubí bude spojováno kapilárním pájením. Rozvody v technické místnosti budou vedeny volně podél stěn a stropů. Horizontální rozvod k jednotlivým stoupačkám bude veden volně zavěšený pod stropem. Připojovací potrubí otopných těles v suterénu bude k otopnému tělesu vedeno drážkami ve zdivu.

Stoupačky budou volně vedeny v instalačních šachtách. Ze stoupaček budou následně zhotoveny odbočky pro jednotlivé bytové jednotky a kanceláře. Ve kterých bude rozvod veden v podlaze, ve vrstvě tepelné izolace podlahy. Připojení těles v případě osazení přímého šroubení bude provedeno z podlahy. Tělesa opatřená rohovým šroubením budou napojena přípojovacím potrubím ze stěny.

Tepelná izolace potrubí vedeného v konstrukcích bude provedena z termoizolačních návleků MIRELON STABIL. Rozvody vedené volně budou izolovány tepelnou izolací ROCKWOOL 800. Tloušťky tepelných izolací jsou uvedeny v návrhu tepelné izolace.

3.6.3 Expanzní nádoba

Plynové kondenzační kotle nemají zabudovanou expanzní tlakovou nádobu, v otopné soustavě byla navržena expanzní nádoba s pružnou membránou REFLEX N 100, a bude připojena pomocí expanzního měděného potrubí 28x1,5.

3.6.4 Pojistný ventil

Honey Well SM 120 – 1B je navržen na otevírací přetlak 300 kPa. Bude osazen na expanzním potrubí. V plynových kotlích jsou dále z výroby nainstalovány pojistné ventily s otevíracím přetlakem 400 kPa.

3.6.5 Otopná tělesa

V objektu jsou navrženy tři druhy otopných těles.

V koupelnách jsou navržena trubková tělesa se středovým připojením, na přívodu jsou opatřeny rohovou, případně přímou uzavírací armaturou s regulačním ventilem.

Konvektory budou na přívodním potrubí osazeny axiálním termostatickým ventilem a přímou uzavírací armaturou. V případě konvektoru výšky 150 mm bude mezi uzavírací armaturou a axiální termostatickým ventilem osazen prodlužovací kus.

Ocelová desková tělesa VK, napojení těles bude na pravé straně, ze spodní strany tělesa. Na připojení bude osazena rohová uzavírací armatura.

Veškeré termostatické ventily otopných těles budou vybaveny termostatickou hlavicí a ventilem vložkou IMI HEIMEIER Eclipse.

3.7 Příprava teplé vody

Přípravu teplé vody budou zajišťovat dva zásobníkové ohřívače s nepřímým ohřevem REGULUS RBC 750 HP o objemu 716 l. Ohřívače budou napojeny z kombinovaného rozdělovače a sběrače samotnou větví, která nebude směřována. Teplotní spád v připojovacím potrubí je navržen 65/45 °C. Voda bude v ohřívačích ohřívána na teplotu 55°C. Na každém připojovacím potrubí pro ohřívač bude umístěn vyvažovací ventil IMI HEIMEIER STAD.

3.8 Plnění a vypouštění soustavy

Doplňování topné vody do soustavy bude zajištěno zařízením REFLEX FILLCONTROL AUTO COMPACT. Z tohoto zařízení bude napojeno zařízení REFLEX FILLSOFT FG I, které upraví doplňovanou vodu do soustavy, následně bude osazeno zařízením pro kontrolu kvality upravené vody FLLGUARD MINI, potrubí bude napojeno na soustavu v technické místnosti.

Pro vypouštění soustavy jsou v suterénu, v nejnižších místech otopné soustavy, instalovány vypouštěcí kohouty.

3.9 Odvzdušnění otopné soustavy

Odvzdušnění otopné soustavy zajišťují automatické odvzdušňovací ventily, které jsou nainstalovány v nejvyšších místech otopné soustavy.

3.10 Měření a regulace

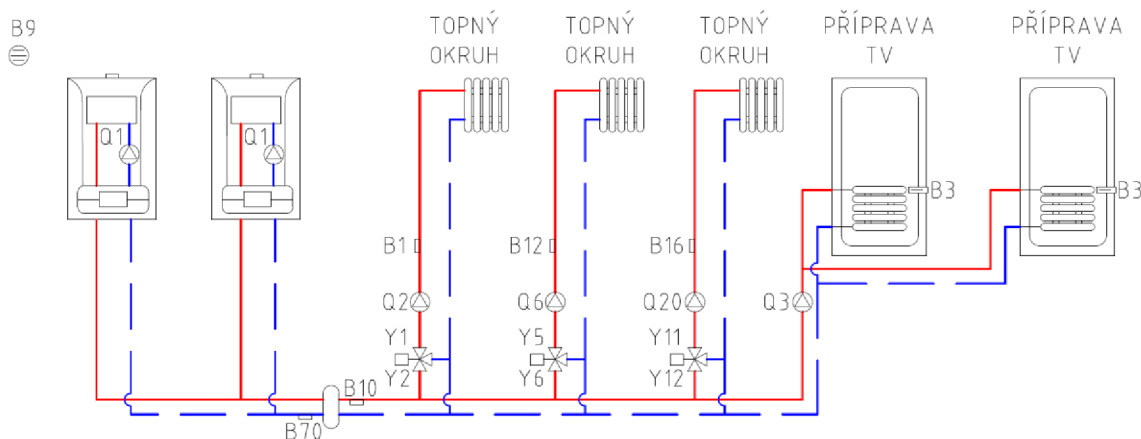
3.10.1 Měření

Měření množství odebraného tepla pro vytápění bytovými jednotkami a kanceláři bude zajištěno měřiči tepla. Měřič tepla bude osazen na přívodním potrubí měřeného celku. Průtokoměr měřiče tepla bude osazený na vratném potrubí mezi dva uzávěry. Uzávěr s jímkou měřiče tepla bude instalován na přívodním potrubí.

3.10.2 Regulace

Regulace tepelného výkonu otopné soustavy bude zajištěna ekvitermní regulací. Schéma regulace je znázorněno na obrázku 40. Ve zdroji tepla bude nainstalovaný rozšiřovací modul AVS 75, (3ks). Kotle budou propojeny komunikačním modulem BUS MODUL OCI 345 (2ks). Na soustavě budou instalována teplotní čidla (označení Bx). Na severní straně domu bude instalováno venkovní čidlo teploty (označení B9). Na schématu regulace jsou dále označena místa pro připojení datového kabelu, čerpadlo (označení Qx) a směšovací ventil (označení Yx).

Veškerá teplotní čidla, oběhová čerpadla budou propojena datovými kabely v kotli způsobem předepisující výrobce tepelného zdroje.



Obrázek 40 schéma regulace výkonu otopné soustavy (39)

3.11 Uvedení do provozu a zkouška zařízení

Činnosti provádí dodavatel zařízení.

Před uvedením do provozu musí být soustava vyčištěna a propláchnuta. Po instalaci zařízení bude soustava napuštěna upravenou vodou a odvzdušněna, následovat bude zkouška těsnosti přetlakem. Poslední zkouškou bude otopná zkouška, při které bude prováděno seřízení otopné soustavy.

Dodavatel zařízení následně proškolí budoucího správce o obsluze a provozu zařízení.

3.12 Obsluha a údržba zařízení

Obsluhu systému vytápění bude provádět osoba pověřená provozovatelem, osoba musí být prokazatelně seznámena se základními pokyny pro provoz, kontrolu a obsluhu zařízení. Provozovatel je povinen udržovat zařízení ve stavu, které odpovídá příslušným technickým normám a právním předpisům.

Údržbu zařízení bude provádět organizace oprávněná opravy plynových zařízení a ústředního vytápění. Organizace pro údržbu bude zařizovat provozovatel systému vytápění.

4 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout systém vytápění a přípravu teplé vody pro bytový dům v Rýmařově.

V teoretické zprávě jsem se zabýval popisem armatur používanými v otopných soustavách. Získané znalosti jsem následně uplatnil při návrhu regulačních armatur otopných těles ve výpočtové části. Ve které jsem popsal postup návrhu systému vytápění. Výpočtová část sloužila jako podklad pro zpracování výkresové dokumentace. Poslední částí je technická zpráva.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

5.1 Knižní zdroje

1. POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN isbn978-80-7366-116-8.
2. PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN isbn80-8076020-9.
3. BAŠTA, Jiří. *Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001. ISBN isbn80-86176-82-7.
4. TAJBR, Stanislav. *Vytápění pro 1. a 2. ročník učebního oboru instalatér*. 2., upr. vyd. Praha: Sobotáles, 2003. ISBN isbn80-85920-96-4.
7. Ing. Ladislav LUPTÁK, Lubomír ŠMARDA. *Učební text pro obor Instatér 3. ročník*. Brno : Střední škola polytechnická, Brno, Jílová 36g, 2016. ISBN 978-80-88058-32-8.
12. ŠÍCHA Josef, *Topenář*. Praha: Tisková, ediční a propagační služba místního hospodářství, 1971.
15. Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D. *Hydraulika a řízení otopných soustav*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-010-2808-9.

19. Ing. Ladislav LUPTÁK, Lubomír ŠMARDA. *Učební text pro obor Instalatér, 2. ročník*. Brno : Střední škola polytechnická, Brno, Jílová 36g, 2016. ISBN 978-80-88058-29-8.

28. Ing. Ladislav LUPTÁK, Lubomír ŠMARDA. *Učební text pro obor Instalatér, 1. ročník*. Brno : Střední škola polytechnická, Brno, Jílová 36g, 2016. ISBN 978-80-88058-26-7

5.2 Online zdroje

5. KRUPIČKA Jan, O hydraulickém rázu [online] 2022 [17.5.2022]. Dostupné z: <http://www.vodraz.cz/oRazu.html>.

6. GIACOMINI CZECH, s.r.o. Kulový kohout se sítkem „Filter Ball“. [online]. 22.7.2019 [cit. 17.5.2022] Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/124964-r701f-kulovy-kohout-se-sitkem-filter-ball>

8. ARMATURY Group a.s.. Šoupátka [online]. 2017 [cit. 15.5.2022] Dostupné z: https://www.armaturygroup.cz/armatury/soupatka_ca5

9. ARMATURY Group a.s.. Uzavírací a škrťící klapky [online]. 2017 [cit. 18.5.5.2022] Dostupné z: https://www.armaturygroup.cz/armatury/uzaviraci-a-skrctici-klapky_ca3

10. KSB – PUMPY + ARMATURY s.r.o.. Zpětný ventil BOA-R [online]. [cit. 18.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.ksb.com/cs-cz/lc/produkty/armatura/zpetny-ventil/boa-r/B10A>

11. Dům-vybavení. Zkontrolujte ventil na vodu [online]. 12.11.2022 [cit. 18.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.dum-vybaveni.cz/zkontrolujte-ventil-na-vodu-515>

13. GIACOMINI CZECH, s.r.o. Zpětná klapka, humové těsnění N5. [online]. 5.6.2016 [cit. 18.5.2022] Dostupné z: <https://www.giacomini.cz/data/technicke-dokumenty/katalogove-listy/katalogovylistn5.pdf>.

14. IMI Hydronic Engineering – Česká republika. STAD – PN 25. [online]. [cit. 18.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/stad-pn-25>

16. IMI Hydronic Engineering – Česká republika. STAP. [online]. [cit. 18.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/stap>

17. IMI Hydronic Engineering – Česká republika. Hydrolux Přepouštěcí ventil s přímým nastavením tlaku na stupnici. [online]. [cit. 19.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/hydrolux>

18. IMI Hydronic Engineering – Česká republika. Pojistný ventil Pojistné ventily pro vytápění. [online]. [cit. 19.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/pojistny-ventil-0>
20. OBCHOD-VTP.CZ - AQUA 4U profistore s.r.o.. MAXCAL 501 3/4" Automatický od-vzdušňovací ventil pro otopné, klimatizační a chladicí systémy. [online]. [cit. 18.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.obchod-vtp.cz/MAXCAL-501-automaticky-od-vzdusnovaci-ventil-topeni-klimatizace-chladici-systemy>
21. Ing. ZÍTKA Pavel, Orientace v armaturách a zařízeních. [online]. [cit.19.5.2022] Dostupné z: https://www.cuok.cz/uploads/attachment/url/39/TOP_3_text_Pr.doc
22. PROFESS, spol. s r.o.. měření teploty bimetalové a plynové teploměry. [online]. 2022 [cit.18.5.2022] Dostupné z: https://www.profess.cz/cs/pci/produkty/mereni-teploty/bimetalove_a_plynov_e teplomyery/teplomer-bimetalovy-prilozny-na-potrubi
23. GMS velkoobchod s.r.o.. MANOMETR STANDARDNÍ MS DN 100 a 160 - Průměr 100 a 160 mm mm, spodní nebo zadní připojení, bez glycerínu. [online]. 2018 [cit.19.5.2022] Dostupné z: https://www.gms.cz/manometr-standardni-ms-dn-100-a-160?variant=2650491&gclid=Cj0KCQjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQJTHQY2-Myk-pUcnk7woc-ZDF6X7vmead5w91TCO-8NQ7rx2G7c5_U0aAsuoEALw_wcB
24. BOLA spol s.r.o.. Manometrický kohout SUKU, mosaz, M20x1,5, PN25. [online]. 2022 [cit.19.5.2022] Dostupné z: <https://www.bola.cz/manometricky-kohout-suku-mosaz-m20x1-5-pn25>
25. Ústav počítačové a řídicí techniky vysoké školy chemicko-technologické. Měření tlaku [cit.18.5.2022] Dostupné z: <http://uprt.vscht.cz/kminekm/mrt/f4/f4k42-tlak.htm#k42>.
26. SGE STAVEBNÍ s.r.o. typy měřidel tepla. [online]. 2022 [cit.18.5.2022] Dostupné z: <https://www.merentionline.cz/index.php/mereni-tepla>
27. PROFI-UNION, spol. s r.o. Sontex SUPERCAL 739 DN20 - 2,5m3 - 130mm měřič spotřeby tepla. [online]. 2022 [cit.20.5.2022] Dostupné z: <https://www.topeni-levne.cz/sontex-supercal-739-dn20-2-5m3-130mm-meric-spotreby-tepla-p34647/>
29. Schwer Fittings s. r. o.. vlnovcový kompenzátor KF-MB [online]. 2022 [cit.20.5.2022] Dostupné z: https://www.schwer.com/cs_CZ/vlnovcov%C3%BD-kompenz%C3%A1tor/pr/KF-MB

30. PDE s.r.o. Giacomini R74A filtr 2"1/2 2x vnitřní závit, mosaz. [online]. 2022 [cit. 20.5.2022] Dostupné z: https://www.pde.cz/katalog/instalace/vytapeni/giacomini-r74a-filtr-2-1-2-2x-vnitri-zavit-mosaz/?gclid=Cj0KCQjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQKbc5y0zDgeAtp9UYoY1Ibf3Y1vM9nBVcsDbKcRFvlgdyvGcBEnckYaAtCQE-ALw_wcB
31. BOLA spol s.r.o.. KFE kulový vypouštěcí kohout Meibes přímý 1/2" [online]. 2022 [cit.20.5.2022] Dostupné z: <https://www.bola.cz/kfe-kulovy-vypousteci-kohout-meibes-primy-1-2>
- 32 . BOLA spol s.r.o.. Radiátorový ventil přímý Siemens VDN 220 3/4" [online]. 2022 [cit.20.5.2022] Dostupné z: <https://www.bola.cz/radiatorovy-ventil-primy-siemens-vdn-220-3-4>
33. BOLA spol s.r.o.. Termostatická hlavice IMI Heimeier K s připojením M30x1,5 [online]. 2022 [cit.20.5.2022] Dostupné z: www.bola.cz/termostaticka-hlavice-imi-heimeier-k-s-pripojenim-m30x1-5?gclid=Cj0KCQjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQIfHzBwWmF8EjSqcEQ0O2q5y3wC-vSxXEfCTE-gGP_P4qwf9PDNcqywaAoP8EALw_wcB
34. BAUSHOP s.r.o. Heimeier Šroubení radiátorové Regutec, přímé, uzavíratelné 1/2" x 1/2". [online]. 2022 [cit.19.5.2022] Dostupné z: https://www.baushop.cz/heimeier-sroubeni-radiatorove-regutec-prime-uzaviratelne?varianty-produktu=1-2-x-1-2&gclid=Cj0KCQjw1ZeUBhDyARIsAOzAqQKaNQdLnd-TXrs1_xfG8oP_w7zxCngSrt__alb908sgSvj_5GzHoPjlaAol9EALw_wcB
35. GIACOMINI CZECH, s.r.o. R436TG. [online]. 2022 [cit. 18.5.2022] Dostupné z: <https://www.giacomini.cz/katalog/r436tg>
36. IMI Hydronic Engineering – Česká republika. Vekolux Připojovací šroubení s vypouštěním pro otopná tělesa s integrovanou ventilovou vložkou, připojení R1/2 a G3/4. [online]. 2022 [cit. 20.5.5.2022] Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/vekolux>
37. Tepelný odpor R. [online]. [cit. 20.5.5.2022] Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/312-tepelny-odpor-r>
38. REGULUS spol. s r.o. Zásobník RBC 750 HP. [Online] 2022 [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/zasobnik-rbc-750-hp>.

39. BDR Thermea (Czech republic) s.r.o.. Luna Duo-tec MP+. [Online] 2022 [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.baxi.cz/kondenzacni-plynové-kotle-xl/luna-duo-tec-mp-plus/>
- 40 Reflex Winkelmann GmbH. Reflex Reflex N 100. [Online] 2022 [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/cz/produkty/reflex_products/8216300/
41. Honeywell s.r.o.. SM120 mebránový pojistný ventil pro uzavřené otopné a solární soustavy. [Online] 2008 [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://productcatalog.honeywellhome.com/cz/pdf/sm120klcz01r0108.pdf>
42. ETL - Ekotherm a.s.. Produktový katalog. [Online] 2020 [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://www.etl.cz/prilohy/Produktov%C3%BD%20katalog%202020.pdf>
43. Brilon a.s.. Neutralizační boxy Neutrakon. [Online] 2022 [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: https://www.neutrakon.cz/#ke_stazeni.
44. POSPÍŠIL Pavel. KOMPENZACE DÉLKOVÝCH ZMĚN POTRUBÍ. [Online] [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://docplayer.cz/8392671-Kompensace-delkovych-zmen-potrub.html>.
45. Ing. REINBERK Zdeněk. Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací. [Online] [Citace: 24. 5 2022.] Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubu-s-izolaci>

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

- DN – jmenovitá světlost potrubí
- KV – ztrátový součinitel
- VK – ventil kompakt
- TV – tepelný výkon (software)

Fyzikální veličiny

- A_k – plocha konstrukce [m^2]
- A – plocha topné vložky [m^2]
- a – součinitel zvětšení sedla [-]
- A_o – plocha sedla pojistného ventilu [-],
- B_{TUV} – potřeba paliva pro ohřev teplé vody [m^3]
- B_v – potřeba paliva pro vytápění [m^3]
- c – měrná tepelná kapacita vzduchu [$Wh \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]
- d_i – tloušťka vrstvy konstrukce [m]
- d_i – ideální průměr sedla [mm]
- d_o – skutečný průměr sedla [mm]
- DT_{RS} – dispoziční tlak pro regulace spotřebiče [Pa]
- d – dimenze expanzního potrubí [mm]
- E_{TUV} – potřeba energie pro ohřev teplé vody [kWh, GJ]
- E_v – potřeba energie pro vytápění [kWh, GJ]
- f_1 – opravný činitel [-]
- f_2 – opravný činitel [-]
- $f_{u,k}$ – opravný činitel zohledňující vliv vlastností tavebních částí a povětrnostní vlivy [-]
- $f_{ia,k}$ – teplotní opravný činitel [-]
- $f_{ie,k}$ – teplotní opravný činitel [-]
- H_T – měrná tepelná ztráta [$W \cdot K^{-1}$]
- $H_{T,ie}$ – měrný tepelný tok přestupem do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]
- $H_{T,ix}$ – měrný tepelný tok přestupem z vytápěného prostoru do venkovního [$W \cdot K^{-1}$]
- K_{TV} – součinitel nerovnoměrnosti [spotřební jednotka · den]
- L – délka [m]
- l_i – délka potrubí [m]
- l_o – výpočtová délka [m]
- M – hmotnostní průtok [$kg \cdot h^{-1}$]
- m_{max} – maximální objemový průtok [$m^3 \cdot h^{-1}$]
- n – počet spotřebních jednotek [obyvatel]
- $n_{min,i}$ – minimální intenzita větrání místnosti [h^{-1}]
- N_p – nastavení předregulace [-]
- V_i – vnitřní objem místnosti [m^3]
- V_z – objem zásobníkového ohřivače [l]
- $V_{z,skut}$ – skutečný objem zásobníkového ohřivače [l]
- P_d – nejnižší provozní přetlak [kPa]
- p_{hp} – nejvyšší provozní přetlak [kPa]

Q	tepelný výkon [kW]
$q_{TV,max}$	maximální specifická potřeba teplé vody [l/(spotřební jednotka · den)]
q_i	délková tepelná ztráta potrubí [$W \cdot m^{-1}$]
$q_{v,transfer,ij}$	objemový průtok vzduchu přestupující do místnosti ze sousední místnosti [$m^3 \cdot h^{-1}$]
$q_{v,min}$	minimální objemový průtok vzduchu místnosti [$m^3 \cdot h^{-1}$]
$Q_{i,l}$	teplota kotelny pro letní období [$^{\circ}C$]
$Q_{i,z}$	teplota vzduchu v kotelně v zimě [$^{\circ}C$]
Q_{cirk}	tepelné ztráty rozvodu [kW]
Q_p	pojistný výkon [kW]
$Q_{z,l}$	tepelná produkce kotlů a zařízení v létě [$^{\circ}C$]
$Q_{z,ov}$	výkon topné vložky zásobníkového ohříváče [kW]
$Q_{z,z}$	tepelná produkce kotlů a zařízení v zimě [kW]
Q_Z	Výkon zdrojů tepla [kW]
R	– tepelný odpor [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_i	– tepelný odpor vrstvy materiálu [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_{se}	– odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_{si}	– odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_T	– odpor konstrukce při prostupu tepla [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
R_i	– tepelný odpor vrstvy materiálu [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
t_1	teplota studené vody [$^{\circ}C$]
T_1	teplota přívodní topné vody [$^{\circ}C$]
t_2	teplota teplé vody [$^{\circ}C$]
T_2	teplota vratné topné vody [$^{\circ}C$]
U	– součinitel prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
U_k	součinitel prostupu tepla konstrukcí [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
$U_{N,20}$	– požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
$U_{rec,20}$	– doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [$m^{-2} \cdot K^{-1}$]
V_e	expanzní objem [l]
V_{ep}	předběžný objem expanzní nádoby [l]
V_o	celkový objem topné vody v systému [l]
V_1	průtok vzduchu pro odvedení zátěže [$m^3 \cdot h^{-1}$]
W	Rychlost proudění [$m \cdot s^{-1}$]
z	doba ohřevu vody [h]
α	součinitel délkové roztažnosti materiálu [$mm \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]
α_v	výtokový součinitel pojistného ventilu [-]
λ_i	– součinitel tepelné vodivosti vrstvy materiálu [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]
$\sum Z$	suma součinitelů místních odporů [-]
$\Phi_{HL,i}$	Návrhový tepelný výkon místnosti [W]
$\Phi_{T,i}$	celková návrhová ztráta prostupem [W]
$\Phi_{T,ix}$	dílčí návrhová tepelná ztráta prostupem [W]
$\Phi_{V,i}$	návrhová ztráta větráním [W]
Δl	velikost prodloužení [mm]
Δ_{p1max}	maximální přípustná tlaková ztráta [Pa]
Δp	tlaková ztráta regulačního prvku [Pa]
Δ_{pu}	tlaková ztráta úseku [Pa]

- Δ_{pz} tlaková ztráta místních odporů []
 Δt rozdíl teplot dle [K]
 ΔU_{tbk} – korekční člen součinitele prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 ΔU_{TB} přírážka na vliv tepelných vazeb (korekční člen) [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 ΔU_{em} – korekční člen průměrného součinitele prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
 $\Theta_{int,i}$ – vnitřní výpočtová teplota [$^{\circ}C$]
 $\Theta_{int,ij}$ teplota vzduchu v sousední místnosti [$^{\circ}C$]
 $\Theta_{int,k}$ – průměrná vnitřní povrchová teplota stavební konstrukce [$^{\circ}C$]
 Θ_e – venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}C$]
 Θ_x teplota sousedního prostoru [$^{\circ}C$]
 ρ hustota vzduchu [$kg \cdot m^{-3}$]
 φ součinitel mrtvého prostoru ohříváče [-]

7 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obrázek 1 Kulový kohout s filtrem (6).....	15
Obrázek 2 Šoupátko s nestoupacím větvenem (8).....	15
Obrázek 3 Ventil přímý (vlevo), ventil šikmý (vpravo) (7).....	16
Obrázek 4 Přírubová klapka s elektrickým pohonem (9)	16
Obrázek 5 Zpětný ventil (10).....	17
Obrázek 6 Princip fungování osového zpětného ventilu (11).....	17
Obrázek 7 Dovolené orientace zpětných klapek na potrubí (13).....	18
Obrázek 8 Zpětná klapka (12)	18
Obrázek 9 Vyvažovací ventil (14).....	19
Obrázek 10 Závislost odchylky průtoku na nastavení vyvažovacího ventilu (14)	19
Obrázek 11 Regulátor tlakové diference (16).....	20
Obrázek 12 Přepouštěcí ventil (17)	21
Obrázek 13 schéma čtyřcestné armatury (4).....	22
Obrázek 14 Varianty nastavení čtyřcestného směšovače (4).....	22
Obrázek 15 Směšovací funkce (4)	23
Obrázek 16 Rozdělovací funkce (4)	23
Obrázek 17 pojistný ventil s pákou pro odvzdušnění (18)	23
Obrázek 18 Schéma automatického odvzdušňovacího ventilu s plovákem (20).....	24
Obrázek 19 Odlučovač vzduchu - princip zklidnění (4).....	25
Obrázek 20 Odlučovač vzduchu - princip rotace (4).....	25
Obrázek 21 Příložný teploměr (22)	25
Obrázek 22 tlakoměr (23).....	26
Obrázek 23 Manometrický kohout (24).....	26
Obrázek 24 Měřič tepla (27).....	27
Obrázek 25 Vlnovcový kompenzátor (29).....	28
Obrázek 26 Filtr (30)	28
Obrázek 27 Vypouštěcí kohout (31).....	28
Obrázek 28 Termostatický radiátorový ventil přímý (32)	29
Obrázek 29 Termostatická hlavice (33).....	29
Obrázek 30 Uzavírací šroubení přímé (34).....	30
Obrázek 31 Připojovací souprava (35)	30
Obrázek 32 Přímé kompaktní připojovací šroubení (36).....	31
Obrázek 33 Hranice obálky budovy, pohled severní	35
Obrázek 34 Energetický štítek budovy, Energetika DEKSOFT.....	36
Obrázek 35 schéma pro dimenzování větve „A“ společné prostory.....	45
Obrázek 36 Charakteristika čerpadla, větev „A“ společné prostory, DIMOS, Protech.....	47
Obrázek 37 Charakteristika čerpadla, větev "B", DIMOS, Protech	47
Obrázek 38 Charakteristika čerpadla, větev "C, DIMOS, Protech	48
Obrázek 39 Charakteristika čerpadla, větev pro přípravu TV, DIMOS, Protech	48
Obrázek 40 schéma regulace výkonu otopné soustavy (39).....	66

Tabulky

Tabulka 1 Ruční výpočet součinitele prostupu tepla	34
Tabulka 2 Výpočet součinitele prostupu tepla pomocí softwaru TV, Protech.....	34
Tabulka 3 Ruční výpočet tepelné ztráty místnosti č. 111	39
Tabulka 4 Ruční výpočet tepelné ztráty místnosti č. 113	40
Tabulka 5 Výpočet tepelné ztráty místnosti č. 111 pomocí softwaru TV, Protech.....	41
Tabulka 6 výpočet tepelné ztráty místnosti č. 113 pomocí softwaru TV, Protech.....	42
Tabulka 7 Příklad návrhu otopných těles pro 1.PP a 1.NP, software TV	43
Tabulka 8 Dimenzování větve „A“, společné prostory, DIMOS, Protech.....	46
Tabulka 9 Vyvažovací ventil, větev A, DIMOS, Protech.....	49
Tabulka 10 Technický list navrženého zásobníku Regulus RBC 750 HP (38)	51
Tabulka 11 Technické parametry navrženého zdroje tepla BAXI LUNA DUO-TEC MP+ 1.35 (39).....	52
Tabulka 12 Stanovení celkového objemu topné vody v soustavě.....	53
Tabulka 13 Technické parametry navržené expanzní nádoby (40).....	54
Tabulka 14 Technické parametry pojistného ventilu Honeywell SM 120 (41)	55
Tabulka 15 Technické parametry, hydraulický vyvažovač dynamických tlaků (42).....	56
Tabulka 16 Technické parametry kombinovaného rozdělovače a sběrače (42)	57
Tabulka 17 Technické parametry neutralizačního boxu Brilon neutrakon (43)	58
Tabulka 18 Charakteristický rozměr kompenzátoru (44)	59
Tabulka 19 Návrh tepelné izolace potrubí.....	59
Tabulka 20 Potřeba energie a paliva pro vytápění, software TV, Protech.....	61
Tabulka 21 potřeba energie a paliva pro ohřev teplé vody, software TV, Protech	62
Tabulka 22 Potřeba energie a spotřeba paliv	64

PŘÍLOHY

Výkresy

Výkres V1 půdorys 1.PP
Výkres V2 půdorys 1.NP
Výkres V3 půdorys 2.NP
Výkres V4 půdorys 3.NP
Výkres V5 půdorys 4.NP
Výkres V6 svislé schéma
Výkres V7 půdorys a svislé schéma technické místnosti

Ostatní přílohy

Příloha P1 výpočet součinitele prostupu tepla
Příloha P2 energetický štítek budovy
Příloha P3 výpočet tepelných ztrát místností
Příloha P4 tepelná ztráta objektu
Příloha P5 návrh otopných těles
Příloha P7 dimenze potrubí
Příloha P8 paty větví
Příloha P9 vyvažovací ventily TV

