VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

HEATING OF FLAT HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE Jiří Hánl
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2019

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	Jiří Hánl
Název	Vytápění bytového domu
Vedoucí práce	Ing. Jan Topič, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.
Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:
a) titulní list,
b) zadání VŠKP,
c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
f) poděkování (nepovinné),
g) obsah,
h) úvod,
i) vlastní text práce s touto osnovou:
A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
B. Výpočtová část
- analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
- 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 nespecifikovaných 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.
j) závěr,
k) seznam použitých zdrojů,
l) seznam použitých zkratek a symbolů,
m) seznam příloh,
n) přílohy – výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:
1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Topič, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

V bakalářské práci zpracovávám návrh na vytápění a přípravu teplé vody v bytovém domě.

Teoretická části řeším použitelnost a konstrukční řešení armatur.

Ve výpočtové části se zabývám návrhem zdroje tepla, přípravou teplé vody, rozvodem otopné vody a otopnými tělesy. Do objektu jsem navrhl dva zdroje tepla, první pro otopnou vodu a druhy pro výrobu teplé užitkové vody. Jako otopné plochy jsem zvolil desková tělesa, trubková tělesa a podlahové konvektory.

V projektové části je technická zpráva a výkresová dokumentace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, příprava teplé vody, otopná tělesa, bytový dům, regulace, zdroj tepla, tepelné ztráty, armatury

ABSTRACT

The theme of my bachelor´s thesis is heating proposal and hot water preparation in apartment house.

The teoretical part is focud on applicability and constructional solution of fittings.

The calculating part consists of heat source proposal, hot water preparation, distribution of heating water and heating elements design. In the building there are proposed two heat sources, the first one for heating water and the second one for hot water preparation. The heating elemets are panel, tubular and floor convectors.

The project part consists of technical report and drawing doocumentation.

KEYWORDS

Heating, hot water preparation, heating elements, apartment house, regulation, heat source, heat loss, circulation pump

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jiří Hánl *Vytápění bytového domu.* Brno, 2019. 98 s., 91 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Topič, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vytápění bytového domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Jiří Hánl
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vytápění bytového domu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Jiří Hánl
autor práce

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Janu Topičovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu, čas a cenné rady při řešení této bakalářské práce. Dále celé rodině a blízkým za velkou podporu.

V Brně dne 24. 5. 2019

……

podpis autora

Jiří Hánl

Obsah

Úvod 12
A. Teoretická část 13
A.1 Úvod 14
A.2 Uzavírací armatura 15
A.2.1 Uzavírací ventil 15
A.2.2 Šoupata 16
A.2.3 Kulové kohouty 17
A.2.4 Uzavírací klapky 18
A.3 Regulační armatury 20
A.3.1 Regulační ventil 20
A.3.2 Regulátor diferenčního tlaku 21
A.3.3 Přepínací ventil 22
A.3.4 Trojcestné regulační armatury 23
A.3.5 Čtyřcestné regulační armatury 23
A.4 Pojistné a ochranné armatury 24
A.4.1 Pojistný ventil 24
A.4.2 Zpětné armatury 24
A.4.3 Filtry 25
A.4.4 Kompenzátory 25
A.4.5 Odvzdušňovací armatury 26
A.5 Ostatní armatury 26
A.5.1 Odvaděče kondenzátu 26
A.5.2 Filtr ball 28
A.5.3 Vypouštěcí armatury 29
A.6 Měřící a kontrolní armatury 29
A.6.1 Měření a kontrola teploty 29
A.6.2 Měření a kontrola tlaku 31
A.6.3 Měření a kontrola průtoku 31
A.6.4 Měření hladiny 32

B. Výpočtová část 33
B.1 Analýza objektu 34
B.2 Výpočet tepelného výkonu 35
B.2.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla 35
B.2.2 Výpočet tepelných ztrát 41
B.2.3 Přehled teplených ztrát 43
B.3 Energetický štítek obálky budovy 46
B.4 Návrh otopných ploch 50
B.5 Návrh zdroje tepla 53
B.6 Návrh přípravy teplé vody 54
B.7 Odvod spalin a přívod vzduchu 57
B.8 Dimenzování potrubí 58
B.8.1 Kompenzace délkové změny potrubím 65
B.9 Návrh oběhových čerpadel 66
B.10 Návrh směšovacích ventilů 70
B.11 Návrh regulačního ventilu pro okruh přípravy TUV 72
B.12 Návrh a posouzení tepelných izolací 73
B.13 Návrh zabezpečovacího zařízení 75
B.13.1 Expanzní nádoba – pro okruh vytápění 75
B.13.2 Pojistný ventil – pro okruh vytápění 76
B.13.3 Expanzní nádoba – pro okruh výroby TUV 77
B.13.4 Pojistný ventil – pro okruh výroby TUV 78
B.14 Vybavení technické místnosti 79
B.14.1 Návrh rozdělovače a sběrače 79
B.14.2 Návrh HDTV 80
B.14.3 Měřič tepla 81
B.15 Roční potřeba tepla a paliva 82

C. Projekt 84
C.1 Technická zpráva 85
C.1.1 Úvod 85
C.1.2 Podklady 85
C.1.3 Potřeba tepla 86
C.1.4 Zdroj tepla pro vytápění 86
C.1.5 Odvod spalin 86
C.1.6 Zdroj tepla pro TUV 86
C.1.7 Ohřev TUV 86
C.1.8 Zabezpečovací zařízení 87
C.1.9 Otopná soustava 87
C.1.10 Otopné plochy 87
C.1.11 Regulace 87
C.1.12 Armatury 88
C.1.13 Oběhová čerpadla 88
C.1.14 Měření spotřeby tepla 88
C.1.15 Zkoušky 88
C.1.16 Požadavky na ostatní profese 89
C.1.17 Závěr 89
D. Závěr 90
E. Seznam použitých zdrojů 91
F. Seznam použitých zkratek a symbolů 97
G. Seznam příloh 98
H. Přílohy – výkresy 98

Úvod

V bakalářské práci zpracovávám návrh na vytápění a přípravu teplé vody v bytovém domě.

V teoretické části řeším použitelnost a konstrukční řešení armatur.

Ve výpočtové části se zabývám výpočtem součinitelů prostupu tepla, výpočtem tepelných ztrát, vypracováním energetického štítku obálky budovy, návrhem a dimenzováním otopné soustavy, navržením zdroje tepla, návrhem zabezpečovacích zařízení a rozmístěním a uspořádáním technické místnosti. Dále řeším přípravu teplé vody, aby byla zajištěna i v krátkodobé odběrové špičce.

V projektové části je vypracovaná technická zpráva a výkresová dokumentace na zadaný objekt. Výkresová dokumentace obsahuje výkresy jednotlivých pater, schéma zapojení otopných těles, schéma zapojení zdroje tepla a půdorys zapojení zdroje.

A. Teoretická část

-

Armatury

A.1 Úvod

Armatury se instalují na otopnou soustavu. Využíváme je k ochraně potrubí, zejména proti velkým tlakům nebo vysokým teplotám. Dále k uzavření, vypouštění a směšování dopravované tekutiny v potrubí. Armatury se používají jako manuální nebo automatické. Dalším rozdělením, dle spoje s potrubím, je na přírubové, závitové nebo přivařované. Armatury se navrhují podle následujících kritérií: jmenovitý přetlak PN, přípustný rozdíl tlaků, jmenovitá světlost DN, maximální pracovní teplota a bezpečnost a odolnost při provozu. [1, s.1; 2, s.102; 5, s.141]

A.2 Uzavírací armatura

Uzavírací armaturou můžeme přerušit průtok dopravované tekutiny v potrubí a je zařízením, které je zabudované do potrubí. V uzavírací armatuře je zařízení, kterým uzavřeme průřez potrubí. Tímto potrubím protéká dopravovaná tekutina. Ovládání armatury, ať uzavření nebo otevření, je uskutečňováno pomocí páky nebo kola. U větších armatur se můžeme setkat s kolem s převodovkou. Ovládání se nachází zevně u všech armatur. Uzavírací armaturu rozdělujeme podle uzavíracího zařízení na ventil, šoupě, kohout a klapku. [1, s.1; 3, s.1032]

A.2.1 Uzavírací ventil

Ventil přeruší průtok prostřednictvím kuželky (desky), která je kolmo na potrubí a pomocí pootočení kola na dříku dosedne na mezistěnu v potrubí do kruhového sedla. Hydraulický odpor, který vznikne při otevření, bývá větší než u ostatních uzavíracích armatur. Nejvíce se využívají v přímém nebo šikmém provedení. Dále se vyrábějí křížové a střídavé. Přímý ventil využíváme k uzavíraní hlavních větví a šikmý ventil k přerušení průtoku u stoupacích větví. Uzavírací ventily se běžně používají v závitovém provedení. Pro ventil jsou vhodné především nižší nebo střední tlaky. Nižší a střední tlaky se označují PN16 až PN40. Uzavírací ventil má největší stavební délku ze všech uzavíracích armatur. Zdvih zařízení je vcelku malý, u většiny je to 30 až 40 % průřezu potrubí, a proto se ventily otevírají, popřípadě zavírají poměrně rychle. [1, s.1; 2, s.102; 3, s.1033; 4, s.1; 5, s.142]

obr. 1 – Ventil přímý

obr. 2 – Ventil šikmý

A.2.2 Šoupata

Šoupě je podobné ventilu, ale potrubí se uzavírá pomocí dělící desky (klínu), která je kolmá na proudící tekutinu. Dělící deska zabírá celý průřez potrubí a je vhodnější pro větší průměry potrubí. Odpor, který vzniká při otevření, bývá malý. Zdvih zařízení při ovládání a uzavírání je vcelku velký. U většiny šoupat je větší než celý průřez potrubí, a proto se ventily otevírají, popřípadě zavírají poměrně pomalu. Šoupata se dělí podle dělící desky, tvaru a uložení vřetenové matice. Dělící desky jsou buď klínové, nebo paralelní. Tvar šoupat je plochý, oválný nebo válcový. Podle uložení se vřetenové matice dělí na dva typy. První je šoupě, kde je do klínu zasunuta matice, tj. šoupě s nestoupajícím vřetenem. Druhý typ je šoupě s nábojem nebo třmenem, ve kterém je upevněna matice, tj. šoupě se stoupajícím vřetenem. [3, s.1035; 5, s.143]

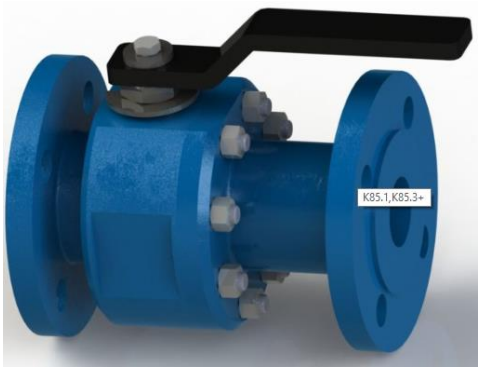
obr. 3 - Šoupě se stoupajícím vřetenem

obr. 6 - Šoupě s nestoupacím vřetenem

A.2.3 Kulové kohouty

Kohout uzavře armaturu pomocí otočné koule s otvorem. Otvor je kolmý na potrubí. Kulový kohout se vyrábí cca od třicátých let 20. století. Ze začátku se moc nepoužívaly, protože byl problém s jejich výrobou, hlavně s geometrií a povrchem koule v zařízení. Postupem času se vyřešily problémy s výrobou koulí a našly se nové plasty, které byly vhodné na výrobu sedla, např. teflon (PTFE). U dřívějších plastových sedel byla nevýhoda, že nevydržely více než 200 ˚C. Dnes se běžně používají kulové kohouty i pro teplotu 500 ˚C, a proto se používají v podstatě všude. Kvůli životnosti a provozním nákladům kulové kohouty nahrazují ostatní uzavírací armatury. Při plném otevření má kulový kohout téměř nulovou tlakovou ztrátu, která se neliší od tlakové ztráty klasického potrubí se stejnou délkou. Kulový kohout se uzavře pomocí páky, která se pootočí o 90˚, tím dosahujeme velmi rychlého uzavření potrubí. Na rychlé uzavření si musíme dávat pozor, protože při tak rychlém zavření vzniká velký tlakový náraz. Průřez je srovnatelný s průřezem potrubí a stavební délka je oproti ventilu malá, přičemž ze zařízení vystupuje pouze páka na ovládání armatury. V případě poškození je nevýhodnější armaturu vyměnit za novou. Vyrábějí se dva typy, a to s plovoucí koulí nebo s koulí v čepech. [3, s.1036; 5, s.144]

obr. 8 - Kulový kohout závitový s koulí v čepech



obr. 7 - Kulový kohout s plovoucí koulí

A.2.4 Uzavírací klapky

Klapka uzavře armaturu pootočením desky, obvykle je kruhová a kolmá k proudící tekutině. Používá se i u větších průměrů potrubí. Dělíme je na centrické, excentrické, dvojitě excentrické a trojitě excentrické. [3, s.1028; 4, s.1]

1. Klapka centrická

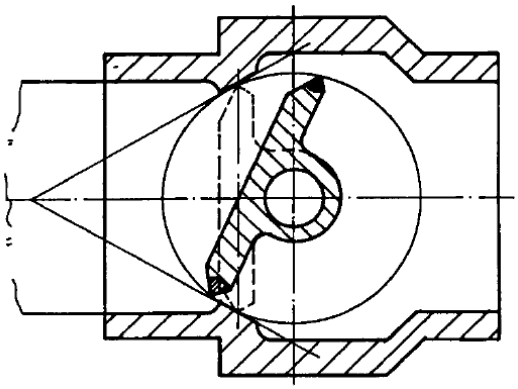
V dnešní době nejvíce používaný typ klapky. Osa otáčeni desky prochází rovinou sedla. V uzavírací klapce musí vzniknout mezi deskou a těsněním vyšší tlak nebo takový rozdílový tlak, aby těsnění klapky fungovalo. Tlak vznikající při těsnění deformuje desku i samotné těleso. Deska nebo těleso musí být z poddajnějšího materiálu, aby nedocházelo k deformacím. Nejčastěji se vyrábí sedlo v tělese z polymeru. Dalším typem je teflonová výstelka s gumovým prvkem v oblasti sedla. Klapky můžou mít malou stavební délku. Na trhu jsou klapky bezpřírubové nebo mezipřírubové. [5, s.146]

obr. 9 - Centrická klapka mezipřírubová

obr. 12 - Centrická klapka bezpřírubová

2. Klapka excentrická

Excentrická klapka je podobná centrické klapce. Velkou výhodou oproti centrické klapce je, že osa desky, která se otáčí, neprochází sedlem, a proto je konstrukce sedla a těsnění čepu jednodušší. Velký rozdíl je v dynamických tlacích. Centrická klapka má v zavřené poloze nulový moment. Proud, který jde u excentrické klapky zleva, se ji snaží otevřít. Proud zprava se ji naopak snaží zavřít. [3, s.1040]

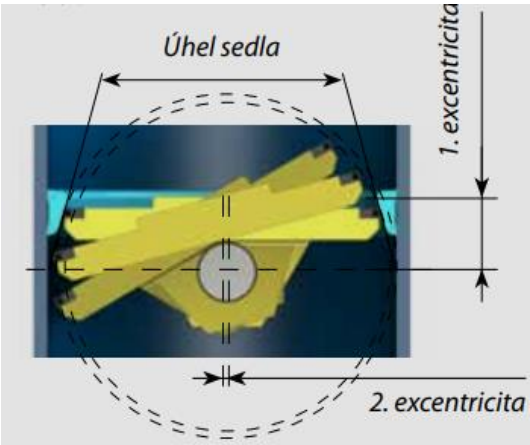


obr. 13 – Řez excentrickou klapkou

obr. 14 – Excentrická klapka

3. Klapka dvojitě excentrická

Hlavním rozdílem oproti předchozím variantám je, že se deska klapky nemůže otáčet v libovolném směru, ale jenom v jednom. Klapka se otevírá proti směru hodinových ručiček. [5, s.147]



obr. 16 - Řez dvojitě excentrickou klapkou

obr. 15 - Dvojitě excentrická klapka

A.3 Regulační armatury

A.3.1 Regulační ventil

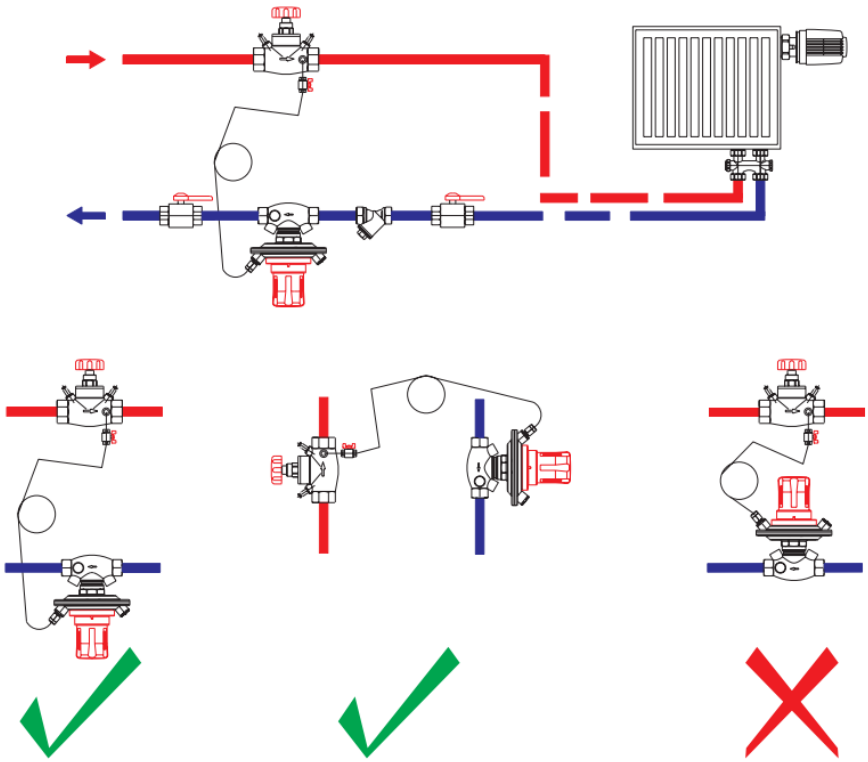
Regulační ventil se využije na nastavení průtoku. Průtok se nastavuje pomocí změny tlakového rozdílu. Regulační ventil má v soustavě velký význam. Bez tohoto ventilu by byly vystaveny velkým průtokům větve, které mají nízký odpor. Proto by měly větve s vysokým odporem nedostatečný průtok. Použitím ventilu dosáhneme úsporného provozu soustavy. Přednastavení se označuje pomocí závěsného štítku. Výhodou regulačního ventilu je možnost připojení regulátoru diferenčního tlaku. [13, s.113; 14, s.4]

obr. 17 - Regulační ventil

A.3.2 Regulátor diferenčního tlaku

Regulátor diferenčního tlaku udržuje tlakový rozdíl v dané větvi na přednastavené hodnotě. Vyrábí se v přímém provedení. K provozu není nutná další energie. Tlakový rozdíl je nastavitelný mezi 50 až 300 mbar. Nastavená hodnota se mění pomocí ovládacího kolečka, které se nachází na horní straně ventilu. Ovládací kolečko se zajistí blokovacím kroužkem proti pootočení. Regulátor diferenčního tlaku je propojený s regulačním ventilem, který najdeme na přívodním potrubí. Regulátory jsou spojeny impulzivním potrubím. [13, s.113; 14, s.8]

obr. 18 - Regulátor diferenčního tlaku



obr. 19 - Schéma připojení

A.3.3 Přepínací ventil

Využívá se v menších systémech. Slouží jako náhrada za regulátor diferenčního tlaku kvůli úspoře nákladů. Přepouštěcí ventil propojuje přívodní a vratné potrubí. Pokud na ventil bude působit větší než přednastavený tlak, tak se ventil plně otevře. To způsobí, že přívod se smíchá s vratným prouděním. Tím se tlak nezreguluje, ale pouze omezí. V případě použití tohoto ventilu dojde k nárůstu teploty vratného toku. Kvůli tomu dojde ke zbytečnému ohřevu vody, protože se voda z přívodní větve smíchá s vratnou vodou. Ve většině případů je výhodnější nainstalovat regulátor diferenčního tlaku. Vyrábí se v přímém a rohovém provedení. [13, s.114]

obr. 20 - Přepouštěcí ventil - přímý

obr. 21 - Přepouštěcí ventil - rohový

A.3.4 Trojcestné regulační armatury

Rozdělují se na směšovací a rozdělovací. Směšovací má dva vstupy a jeden výstup. Rozdělovací má jeden vstup a dva výstupy. Konstrukčně se liší v uspořádání sedla a kuželky. Několik výrobců dodává na trh trojcestné ventily, které můžeme používat jako směšovací i rozdělovací. Často je označován jako Mix. Je využíván k regulaci teploty topné vody ve větvích. Vratná ochlazovaná voda je přimíchávána ve správném poměru do výstupní topné vody. Taková regulace bývá napojena např. na venkovní teplotu. [2, s.104; 5, s.154; 11, s.75]

obr. 24 - Trojcestný směšovací ventil

A.3.5 Čtyřcestné regulační armatury

Tvar je křížový s válcovým otvorem ve středu. Ve středu otvoru se otáčí klapka nebo se mění zdvih kuželky ventilu. Klapka se pootáčí o 90˚. Proudy se rozdělují ze vstupu do obou výstupů. Rozdělení je závislé na zdvihu kuželky nebo na úhlu pootočení. Vstupní proudy se rozdělují, v závislosti na poloze kuželky nebo klapky, do výstupů. Často je označován jako Duomix. [2, s.104; 5, s.155]

obr. 27 - Čtyřcestný směšovací ventil

A.4 Pojistné a ochranné armatury

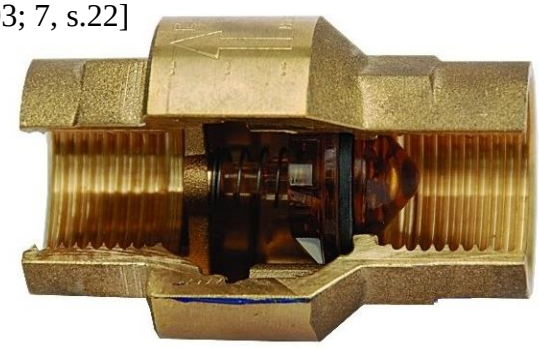
A.4.1 Pojistný ventil

Tento ventil chrání potrubí před nárůstem tlaku nad maximální hranici a proti následnému poškození otopné soustavy. V současnosti se nejvíce používají pružinové pojistné ventily v rohovém provedení. Přetlak látky v kuželce pracuje směrem nahoru a síla od pružiny pracuje směrem dolů. Pojistný ventil má vlastnosti, které jsou dány hodnotou výtokového součinitele α_v, dále průtočnou hodnotou nejmenšího průřezu a samotnou charakteristikou ventilu. Charakteristikou pojistného ventilu je závislost zdvihu kuželky ventilu na přetlaku pod kuželkou. Rozdělujeme je podle funkce na nízkozdvihé, normální, plnozdvihé a proporcionální. [1, s.3; 3, s.1059; 7, s.22]

obr. 30 - Pojistný ventil

A.4.2 Zpětné armatury

Ve válcovém tělese je kruhová deska vyrobená k tomu, aby látka v soustavě proudila stále jedním směrem. V případě změny směru látky se otvor ventilu uzavře. Zpětné armatury dělíme na zpětné ventily a zpětné klapky, s tím, že obě varianty mají stejnou funkci. Zpětné ventily se používají v různých variantách na vodorovná a svislá potrubí. [1, s.3; 2, s.103; 7, s.22]



obr. 31 - Zpětná klapka

A.4.3 Filtry

Filtry zachytávají nečistoty v otopné soustavě. Dáváme je před taková zařízení, která by mohla být poškozena nečistotami, jako je měřící armatura, čerpadlo nebo regulační armatura. Filtr se dává v otopné soustavě nejčastěji mezi dva kulové kohouty, popř. mezi jakoukoli uzavírací armaturu. Filtr se následně vypustí, odinstaluje a vyčistí, aniž by došlo k úniku otopné vody ze sytému. K zachycení nečistot se k filtru běžně dodává sítko. Další možností jsou mikrofiltry, které slouží k zachycení jemných nečistot. [2, s.103; 7, s23]

obr. 32 - Filtr

A.4.4 Kompenzátory

Kompenzátory se instalují v případě, že vzniká velká délková roztažnost. Umisťujeme je tam, kde má trasa potrubí zamezenou délkovou roztažnost. Kompenzaci můžeme vyřešit buď osovými kompenzačními vsuvkami, nebo U-kompenzátory. Kompenzační vsuvky rozdělujeme na vlnovkové nebo ucpávkové. [2, s.103; 7, s.23]

obr. 33 - Kompenzátor

A.4.5 Odvzdušňovací armatury

Odvzdušňovací armatury zavádíme tam, kde by se mohl shromažďovat vzduch. V otopné soustavě může být vzduch příčinou problémů jako je koroze nebo snižování výkonu otopných těles. Ventily montujeme na nejvyšší místa v soustavě, kterými jsou nejčastěji otopná tělesa. Odvzdušnění instalujeme na potrubí i do kotelny. Odvzdušnění probíhá tak, že otevřeme ventil, ze kterého začne ucházet vzduch a odvzdušňujeme až do té doby, než z ventilu začne ucházet voda, poté ventil uzavřeme. Armatury dělíme na mechanické s ručním ovládáním a na automatické s plovákem. [2, s.103]

obr. 34 - Odvzdušňovací ventil

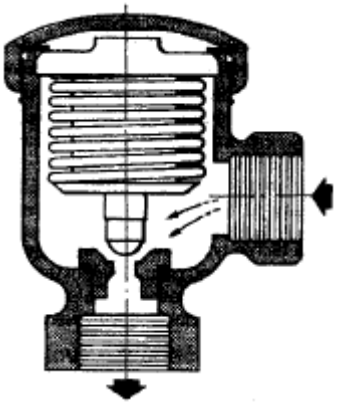
A.5 Ostatní armatury

A.5.1 Odvaděče kondenzátu

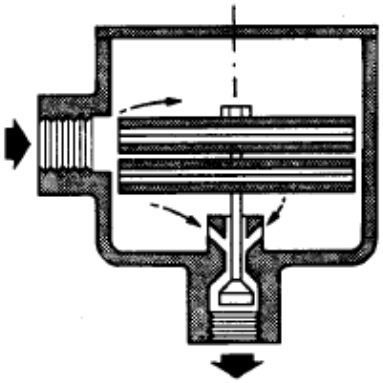
Hlavní částí odvaděče kondenzátu je zařízení, které má na starost průtok. Hlavním zařízením je ventilek, který má jehlový nebo kulový tvar, ploché šoupátko nebo kotouč. Ovládací zařízení funguje na principu rozdílu hustoty látky, rozdílu teplot nebo rychlosti. Používají se pro odvod kondenzátu z ohřívačů a otopných těles. Odvaděče dělíme na termostatické, mechanické a termodynamické. Odvaděče mají velké využití v parních soustavách. [3, s.1061]

1. Termostatické odvaděče

Termostatické odvaděče pracují s rozdílem teplot a dělají se ve vlnovcovém, bimetalovém, membránovém nebo trubicovém provedení. Používají se na nízké pracovní teploty a přetlaky kondenzátu. Bimetalový odvaděč je zvláštní výrobek. V zařízení je namontováno mnoho kovových talířků, destiček a pásků, které jsou propojené do sestavy. Odvaděče jsou ze dvou kovů, které mají různou teplotní roztažnost. Po tom, co se kovy ohřejí, se mohou prohnout nebo ohnout. Více páry se používá proto, že dojde k lepšímu zdvihu ventilku. Výhodou je velký výkon při jeho malém rozměru. [3, s.1061]



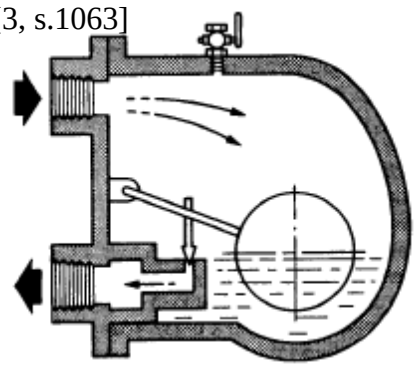
obr. 38 – Termostatický vlnovcový odvaděč



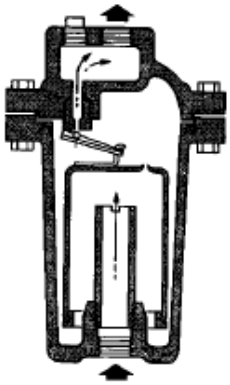
obr. 37 - Bimetalový termostatický odvaděčem

2. Mechanické odvaděče

Mechanické odvaděče reagují na rozdíl hustoty a vyrábí se ve zvonovém nebo plovákovém provedení. Hlavní částí plovákového odvaděče je kulový plovák, který je umístěn uvnitř tělesa a je spojený s ramenem. S ramenem je spojený také ventilek. Zdvih plováku je poměrný ke zdvihu ventilové kuželky. Plovákový odvaděč pracuje tak, že se při přítoku kondenzátu zdvihá hladina a tím se otevírá ventil, kterým se následně upustí kondenzát. Zvonový odvaděč je ve válcovitém tělese, ve kterém plave zvon ve vodním uzávěru. Hrdla jsou tady obráceně, takže výstupní je na horní straně a vstupní je na straně spodní. [3, s.1063]



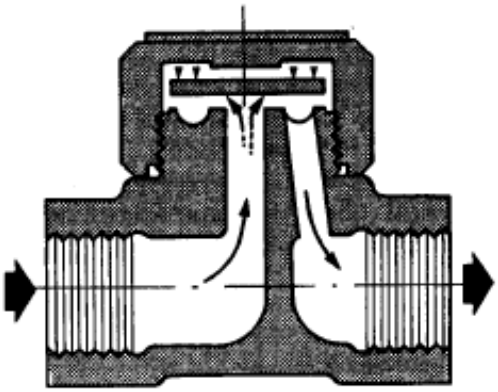
obr. 39 - Mechanický plovákový odvaděč



obr. 42 - Mechanický zvonový odvaděč

3. Termodynamické odvaděče

Termodynamické odvaděče reagují na rozdíl rychlosti kondenzátu. Konstrukce odvaděče se skládá z pohyblivého kotouče. Na kotouč působí pára, která proudí velkou rychlostí a tím se zavírá vstupní a výstupní sedlo. Sedlo pustí kondenzát, který bude mít malou rychlost. Průřez potrubím je velice malý, proto montujeme filtr před odvaděč. Výhodou je dobrá ovladatelnost, jednoduchost, lehká údržba a také to, že funguje jako zpětný ventil. Nevýhodou je, že špatně pracuje při malém tlakovém spádu a dochází ke špatnému odvzdušňování v případě rychlého nárůstu tlaku. [3, s.1064; 8, s.2]



obr. 43 - Termodynamický odvaděč

A.5.2 Filtr ball

Neboli ball ventil je kulový ventil, který má v sobě vyměnitelný filtr. Dvě důležité armatury, uzavírací a filtrační, jsou spojeny do jedné. Filtr zachytává nečistoty v otopné soustavě a poskytuje snadnou kontrolu. Výhodou oproti klasickému uzavíracímu kulovému ventilu a filtru je velká úspora nákladů a prostoru. Ve srovnání s klasickými filtry má dvojnásobný průtok při stejné tlakové ztrátě. Díky těmto vlastnostem je velice využívaný. [9, s.1]

obr. 44 – Filtr ball

A.5.3 Vypouštěcí armatury

Jako vypouštěcí armatura se nejčastěji používá kulový kohout. Ten je umístěný na nejnižším místě otopné soustavy nebo v místech, kde se bude napouštět nebo vypouštět část otopné soustavy např. ke kotli, ke každé větvi otopné soustavy, rozdělovači a sběrači. [2, s.103]

obr. 45 - Vypouštěcí ventil

A.6 Měřící a kontrolní armatury

Měřící a kontrolní armatury použijeme tehdy, když chceme zjistit veličiny dopravované tekutiny v potrubí a stavovou veličinu vytápěného vnějšího nebo vnitřního prostředí. Nejvíce využíváme armatury ke zjištění teploty, tlaku, průtoku a hladiny. Pomocí měřících armatur můžeme otopnou soustavu kontrolovat jako celek. [5, s.155]

A.6.1 Měření a kontrola teploty

Teplota patří mezi nejdůležitější veličiny a řadíme ji mezi vnitřní stavové veličiny. Hodnotu teploty je důležité znát, a to jak z pohledu stavu teplonosné látky, tak i z pohledu teploty vzduchu v daném prostoru. Teplota je velmi důležitá při návrhu otopné soustavy. Fyzikálních dějů, které závisí na teplotě, máme několik. K měření teploty používáme teploměry, které se skládají z indikátoru, čidla a převodového členu. Měření teploty dělíme do dvou kategorií. První kategorií měření jsou dotykové teploměry, které se nachází v měřené místnosti nebo prostředí. Druhou kategorií měření jsou bezdotykové teploměry, které se nenachází v měřené místnosti nebo prostředí. [5, s.156]

1. Dotykové teploměry

Teplonosná látka, venkovní nebo vnitřní vzduch se dotýká teploměru. Z čidla se hodnota přenese na číselník, na kterém se naměřená hodnota zobrazí. Dotykové teploměry se dělí na dilatační teploměry, elektrické teploměry a speciální teploměry. Dilatační teploměr funguje na principu roztažnosti látek. Elektrický teploměr vychází ze změny elektrického odporu vodičů a polovodičů. Speciální teploměr pracuje díky změně fyzikálních vlastností látek. [5, s.156; 6]

obr. 46 - Dotykový teploměr - bimetalický elektrický

obr. 49 - Dotykový teploměr - dilatační

2. Bezdotykové teploměry

U těchto teploměrů se k měření teploty používá sálání, které je vysíláno okolním chladnějším tělesem. [5, s.157]

obr. 50 - Bezdotykový teploměr - infračervený

A.6.2 Měření a kontrola tlaku

Stejně jako teplota je i tlak stavová veličina. Hodnotu teploty je důležité znát, a to jak z pohledu stavu teplonosné látky, tak i z pohledu teploty vzduchu v daném prostoru. Přístroje dělíme dle tlaku a fyzikálního principu. Z hlediska měřeného tlaku můžeme tlakoměry rozdělit na absolutní a diferenční, manometry, barometry, vakuometry. Tlakoměry dělíme na kapalinové (hydrostatické), se silovým účinkem, deformační a elektrické a speciální. [5, s.157]

obr. 53 - Manometr - kapalinový tlakoměr

obr. 54 - Deformační tlakoměr s membránou

A.6.3 Měření a kontrola průtoku

K měření průtoku používáme vodoměry. Používají se k měření studené i teplé vody. Běžně se setkáváme s mechanickým, magneticko-indukčním a ultrazvukovým tlakoměrem. [3, s.158]

1. Mechanický vodoměr

Mechanický vodoměr používá pro měření vrtulku nebo turbínku. Podle počtu otáček mechanické části se určuje průtok. Mechanické vodoměry mohou být lopatkové nebo šroubové. [5, s.158]

obr. 57 - Mechanický vodoměr

2. **Magneticko-indukční vodoměr**

Magneticko-indukční vodoměr pracuje na principu indukce proudu ve vodiči, který se pohybuje v magnetickém poli. Čím se kapalina pohybuje rychleji, tím je magnetická indukce větší. [5, s.159]

obr. 59 - Magneticko-indukční vodoměr

3. **Ultrazvukové vodoměry**

Ultrazvukové vodoměry využívají měření rozdílu rychlosti prostupu ultrazvukového signálu ve směru i proti směru látky protékající potrubím. Čím déle trvá ultrazvuku prostup látkou, tím je rychlejší proudění v potrubí. [5, s.159]

obr. 62 - Ultrazvukový vodoměr

A.6.4 Měření hladiny

Musíme kontrolovat hladiny v tlakových i beztlakových nádobách. Stav, úroveň nebo kolísání. Hladinu kontrolujeme přímo nebo nepřímo. Dělíme na průhledítkové, plovákové, manometrické, pneumatické, elektrické a izotopové. [5, s.160]

B. Výpočtová část

B.1 Analýza objektu

Objekt, který řeším, má tří podlaží. V prvním nadzemním podlaží se nachází kavárna s WC zvlášť pro hosty a zvlášť pro zaměstnance, kteří mají k dispozici navíc také sprchu. Dále se tu nachází šatna, přípravna jídla, sklad a technická místnost. V druhém a třetím nadzemním podlaží se nacházejí vždy dva byty. Obvodová konstrukce je z keramických tvárnic Porotherm 50 T Profi. Stropy jsou z panelu spiroll. Na objektu je plochá střecha.

Do objektu jsem navrhl dva zdroje tepla, první pro vytápění bytového domu a druhý pro výrobu teplé užitkové vody. Zdrojem tepla pro vytápění je kondenzační nástěnný plynový kotel a zdrojem tepla pro přípravu teplé vody je nízkoteplotní nástěnný plynový kotel. Ohřev vody je navržený jako smíšený a pro zajištění krátkodobé odběrové špičky je navržený zásobník tepla Viessmann Vitocell 100-V o objemu 300 l.

Potrubní rozvody jsou měděné a pájené naměkko. Otopný systém je teplovodní, dvoutrubkový s nuceným oběhem. Za otopné plochy jsem zvolil desková tělesa Korado Radik VK, trubková koupelnová tělesa Koralux Linear Comfort – M a podlahové konvektory Koraflex FV.

Regulace v místnosti je možná buď s termostatickou hlavicí, která je na otopném tělese, nebo pomocí teplotního čidla, které je v jedné z místností bytu.

B.2 Výpočet tepelného výkonu

B.2.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla

1. Výpočet součinitelů prostupu tepla konstrukcí

Odpor při přestupu tepla	Směr tepelného toku: nahoru	vodorovně	dolů
R_{si} [m²K/W]	0,1	0,13	0,17
R_{se} [m²K/W]	0,04	0,04	0,04

	Složení	Tloušťka [m]	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	Tepelný odpor R [m²K/W]
P1 - Podlaha na zemině				
R_{si} = 0,17	Keramická dlažba	0,009	1,01	0,009
R_{se} = 0,00	Flexibilní cementové lepidlo	0,002	-	-
	Anhydrit	0,06	1,2	0,050
	PE folie	0,0002	-	-
	EPS 100 Z	0,16	0,039	4,103
	Pásy z modifikovaného asfaltu SBS	0,01	0,21	0,048
	Beton prostý	0,15	1,58	0,095

$$R = \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{0{,}009}{1{,}01} + \frac{0{,}06}{1{,}2} + \frac{0{,}16}{0{,}039} + \frac{0{,}01}{0{,}21} + \frac{0{,}15}{1{,}58} = 4{,}30\ m^2K/W$$

$$R_T = R_{se} + R + R_{si} = 0{,}00 + 4{,}30 + 0{,}17 = 4{,}47\ m^2K/W$$

$$\boldsymbol{U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4{,}47} = 0{,}22\ W/m^2K}$$

$U_{N,20,D}$ = 0,3 W/m²K > U = 0,22 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 0,45 W/m²K > U = 0,22 W/m²K **Vyhoví**

P2 - Strop (podlaha) nad venkovním sezením				
R_{si} = 0,10	Laminátová podlaha	0,008	0,054	0,148
R_{se} = 0,04	Mirelon	0,003	0,038	0,079
	Anhydrit	0,06	1,2	0,050
	PE folie	0,0002	-	-
	Minerální plsť	0,08	0,039	2,051
	Panely spiroll	0,265	1,15	0,230
	Lepící hmota	-	-	-
	EPS 70F	0,12	0,039	3,077
	Kotvení izolantu	-	-	-
	Stěrková hmota	-	-	-
	Výztuž - sklolatentní síťovina	-	-	-
	Základ - na bázi org. pojiva	-	-	-
	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002

U = 0,17 W/m²K

$U_{N,20,D}$ = 0,16 W/m²K < U = 0,17 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 0,24 W/m²K > U = 0,17 W/m²K **Vyhoví**

P3 - Strop (podlaha) mezi patry				
R_{si} = 0,17	Laminátová podlaha	0,008	0,054	0,148
R_{si} = 0,10	Mirelon	0,003	0,038	0,079
	Anhydrit	0,06	1,2	0,050
	PE folie	0,0002	-	-
	Minerální plsť	0,08	0,039	2,051
	Panely spiroll	0,265	1,15	0,230
	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002

U = 0,35 W/m²K

$U_{N,20,D}$ = 1,5 W/m²K > U = 0,35 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 2,2 W/m²K > U = 0,35 W/m²K **Vyhoví**

P4 - Střecha				
R_{si} = 0,10	Říční kamenivo	0,05	-	-
R_{se} = 0,04	Geotextílie	-	-	-
	Prostorová smyšková rohož	0,02		-
	Modifikovaný asfaltový pás SBS	0,0046	0,21	0,022
	Modifikovaný asfaltový pás SBS se spodní samolepící vrstvou	0,0026	0,21	0,012
	EPS 150 S	0,1	0,039	2,564
	EPS 150 S	0,12	0,039	3,077
	Pásy z modifikovaného asfaltu SBS	0,0041	0,21	0,020
	Liapor beton	0,05	0,6	0,083
	Panely spiroll	0,265	1,15	0,230
	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002

U = 0,16 W/m²K

$U_{N,20,D}$ = 0,16 W/m²K = U = 0,16 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 0,24 W/m²K > U = 0,16 W/m²K **Vyhoví**

S1 - Zeď - obvodová nosná				
R_{si} = 0,13	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,005	0,45	0,011
R_{se} = 0,04	TI perlitová	0,03	0,1	0,300
	Porotherm 50 T Profi	0,5	0,066	7,576
	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002

U = 0,12 W/m²K

$U_{N,20,D}$ = 0,2 W/m²K > U = 0,12 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 0,3 W/m²K > U = 0,12 W/m²K **Vyhoví**

S2 - Zeď - vnitřní nosná				
R_{si} = 0,13	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002
R_{si} = 0,13	Porotherm 30 Profi	0,3	0,175	1,714
	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002

U = 0,51 W/m²K

$U_{N,20,D}$ = 1,8 W/m²K > U = 0,51 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 2,7 W/m²K > U = 0,51 W/m²K **Vyhoví**

S3 - Zeď - vnitřní nenosná				
R_{si} = 0,13	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002
R_{si} = 0,13	Porotherm 11,5 Profi	0,115	0,26	0,442
	Jednovrstvá vápenocementová omítka	0,001	0,45	0,002

U = 1,41 W/m²K

$U_{N,20,D}$ = 1,8 W/m²K > U = 1,41 W/m²K

$U_{N,20,P}$ = 2,7 W/m²K > U = 1,41 W/m²K **Vyhoví**

2. Výpočet součinitelů prostupu tepla oken

Ozn.	Délka	Výška	Součinitel prostupu tepla [W/m²K]		
	l [m]	h [m]	U_W	$U_{N,20,D}$	$U_{N,20,P}$
O1	0,75	1,00	**0,70**	1,2	1,5
O2	1,00	1,00	**0,70**		
O3	1,25	1,00	**0,70**		
O4	2,00	1,63	**0,70**		
O5	2,00	3,00	**0,92**		
O6	2,25	1,63	**0,70**		
O7	2,50	3,00	**0,92**		
O8	2,63	3,00	**0,92**		
O9	0,75	0,63	**0,70**		
O10	0,75	1,25	**0,70**		
O11	1,00	0,63	**0,70**		
O12	1,00	1,25	**0,70**		
O13	1,25	0,63	**0,70**		
O14	1,25	1,25	**0,70**		
O15	1,50	1,25	**0,70**		
O16	2,00	2,00	**0,70**		
O17	2,75	1,25	**0,70**		

Okna s označením O5, O7 a O8 jsou hliníková okna s trojsklem typu Futura exklusive, dále okna O1 až O4, O6, O9 až O17 jsou plastová okna s trojsklem typu Premium EVO.

3. Výpočet součinitelů prostupu tepla dveří

Ozn.	Délka	Výška	Součinitel prostupu tepla [W/m²K]		
	l [m]	h [m]	U_W	$U_{N,20,D}$	$U_{N,20,P}$
T1	1,5	3,02	**1,10**	1,2	1,7
T2	1,7	3,02	**1,10**		
T3	2	3,02	**1,10**		
T4	1,5	2,22	**1,10**		
T5	0,9	2,22	**1,10**		
T6	0,9	2,02	**2,00**	2,3	3,5
T7	1	2,02	**2,00**		
T8	0,8	2,02	**2,00**		
T9	0,9	2,1	**0,93**		

Dveře s označením T1 až T5 jsou vchodové hliníkové dveře typu Futura standard, dveře T6 až T8 jsou interiérové dřevěné dveře a dveře T9 jsou vchodové plastové dveře s trojsklem typu Komfort EVO.

4. Přehled vypočtených součinitelů prostupu tepla

Označení konstrukce	U [W/m^2 * K]		Posouzení U_N > U
	Požadované U_N	Výpočet U	
P1 - Podlaha na zemině	0,45	0,22	Vyhovuje
P2 - Strop (podlaha) nad venkovním sezením	0,24	0,17	Vyhovuje
P3 - Strop (podlaha) mezi patry	2,2	0,35	Vyhovuje
P4 - Střecha	0,24	0,16	Vyhovuje
S1 - Zeď - obvodová nosná	0,3	0,12	Vyhovuje
S2 - Zeď - vnitřní nosná	2,7	0,51	Vyhovuje
S3 - Zeď - vnitřní nenosná	2,7	1,41	Vyhovuje
O1	1,5	0,70	Vyhovuje
O2	1,5	0,70	Vyhovuje
O3	1,5	0,70	Vyhovuje
O4	1,5	0,70	Vyhovuje
O5	1,5	0,92	Vyhovuje
O6	1,5	0,70	Vyhovuje
O7	1,5	0,92	Vyhovuje
O8	1,5	0,92	Vyhovuje
O9	1,5	0,70	Vyhovuje
O10	1,5	0,70	Vyhovuje
O11	1,5	0,70	Vyhovuje
O12	1,5	0,70	Vyhovuje
O13	1,5	0,70	Vyhovuje
O14	1,5	0,70	Vyhovuje
O15	1,5	0,70	Vyhovuje
O16	1,5	0,70	Vyhovuje
O17	1,5	0,70	Vyhovuje
T1	1,7	1,10	Vyhovuje
T2	1,7	1,10	Vyhovuje
T3	1,7	1,10	Vyhovuje
T4	1,7	1,10	Vyhovuje
T5	1,7	1,10	Vyhovuje
T6	3,5	2,00	Vyhovuje
T7	3,5	2,00	Vyhovuje
T8	3,5	2,00	Vyhovuje
T9	3,5	0,93	Vyhovuje

B.2.2 Výpočet tepelných ztrát

Příklad výpočtu tepelných ztrát na místnosti č.107

Ostatní místnosti viz. kapitola G. Seznam příloh - Výpočet tepelných ztrát

Číslo místností	Název místností	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	
107	Úklidová místnost	20	°C

Tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Č.k.	Popis	A_k [m²]	U_k [W/m²*K]	ΔU [W/m2*K]	U_{kc} [W/m2*K]	e_k	$H_{T,ie} = A_k*U_{kc}*e_k$ [W/K]
S1	Zeď obvodová nosná	3,45	0,12	0,05	0,17	1,00	0,60
O2	Okno	1,00	0,70	0,05	0,75	1,00	0,75
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k*U_{kc}*e_k$ [W/K]							**1,35**

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Č.k.	Popis	A_k [m²]	U_k [W/m²*K]	ΔU [W/m2*K]	U_{kc} [W/m2*K]	b_u	$H_{T,iue} = A_k*U_{kc}*b_u$ [W/K]
Celková měrná tepelná ztráta přímo přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k*U_{kc}*b_u$ [W/K]							**0,00**

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Č.k.	Popis	A_k [m²]	U_k [W/m²*K]	f_{ij}	$H_{T,ij} = A_k*U_{kc}*f_{ij}$ [W/K]
P3	Strop (podlaha) mezi patry	2,51	0,35	-0,11	-0,10
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnými teplotami $H_{T,ij} = \sum_k A_k*U_{kc}*f_{ij}$ [W/K]					**-0,10**

Tepelné ztráty zeminou

Č.k.	Popis	A_k [m²]	$U_{equiv,k}$ [W/m2*K]	$A_k*U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1}*f_{g2}*G_w$
P1	Podlaha na zemině	2,51	0,22	0,56	1,45	0,5	1,00	0,68
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\Sigma_k A_k * U_{equiv,k}) * (f_{g1} * F_{g2} * G_w)$ [W/K]								**0,38**

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ [W/K]	**1,63**

	$\theta_{int,i}$	θ_e		$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	**Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]**
	20	-15,00		35,00	1,63	**57,06**

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání				
Objem místnosti V_1 [m3]	Výpočtový venkovní teplota θ_e [°C]	Výpočtový vnitřní teplota θi [°C]	Hygienické požadavky	
			n (1/h)	V_{min} (m3/h)
7,78	-15,00	20	0,5	3,89

Počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m3/h)
1	4,5	0,02	1	1,40

Výpočet tepelné ztráty větráním			
max z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}$- θ_e	**Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]**
3,89	1,32	35,00	**46,30**

CELKOVÝ NÁVRHOVÝ TEPELNÝ VÝKON MÍSTNOSTI: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH}$	**103,36 W**

B.2.3 Přehled teplených ztrát

1NP		
Č.M.	Název místnosti	Ztráta místnosti [W]
101	Sezení	4043,83
102	Bar	
103	Chodba	4,41
104	Předsíňka ženy	283,71
105	WC invalida	176,19
106	WC ženy	100,91
107	Úklidová místnost	103,36
108	Předsíňka muži	59,97
109	WC stání	247,33
110	Venkovní sezení	-
111	Sezení muži 1	42,80
112	Sezení muži 2	60,74
113	Schodiště	252,37
114	Přípravna	694,81
115	Sklad 1	80,20
116	Umývarna	492,81
117	Předsíňka	-14,48
118	WC	65,01
119	Chodba	46,15
120	Šatna	504,40
121	Technická místnost	194,93

2NP		
Č.M.	Název místnosti	Ztráta místnosti [W]
201	Schodiště	27,18
202	Zádveří	40,90
203	Chodba	7,11
204	WC	127,50
205	Koupelna	393,77
206	Ložnice	272,53
207	Kuchyň + obývací pokoj	694,82
208	Spíž	14,74
209	Dětský pokoj	481,81
210	Šatna 1	20,11
211	Šatna 2	28,96
212	Zádveří	45,36
213	Chodba	10,21
214	WC	125,58
215	Koupelna	412,93
216	Ložnice	258,19
217	Kuchyň + obývací pokoj	712,79
218	Spíž	8,89
219	Dětský pokoj	496,09
220	Šatna 1	15,29
221	Šatna 2	34,59

3NP		
Č.M.	Název místnosti	Ztráta místnosti [W]
301	Schodiště	116,81
302	Zádveří	86,17
303	Chodba	101,98
304	WC	144,35
305	Koupelna	480,46
306	Ložnice	374,88
307	Kuchyň + obývací pokoj	661,61
308	Spíž	23,46
309	Dětský pokoj	676,20
310	Šatna 1	64,59
311	Šatna 2	51,61
312	Zádveří	94,16
313	Chodba	94,82
314	WC	144,35
315	Koupelna	487,48
316	Ložnice	370,30
317	Kuchyň + obývací pokoj	919,07
318	Spíž	8,45
319	Dětský pokoj	695,44
320	Šatna 1	62,71
321	Šatna 2	59,89

Návrhový tepelný výkon pro jednotlivá patra		
1NP		7439,43
2NP		4229,35
3NP		5718,79
Celkem		**17387,57**

B.3 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Bytový dům s kavárnou Hlučín, Písečná, 748 01 Hlučín, č. kat. 968/2 Jiří Hánl
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa Telefon / e-mail	Jiří Hánl U Stadionu 357, Nový Hrádek 807 568 891, hanjiri09@seznam.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2867,78 m^3
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1312,60 m^2
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,46
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20°C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-15°C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	**Referenční budova** (stanovení požadavku)				**Hodnocená budova**			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční součinitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční součinitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	$U_{N,20,P}$	b	H_T	A	$U_{N,20,P}$	b	H_T
	m^2	[W/m^2 K]	(-)	[W/K]	m^2	[W/m^2 K]	(-)	[W/K]
Podlaha na zemině	261,31	0,45	1	117,59	261,31	0,22	1	58,41
Strop nad venkovním sezením	24,93	0,24	1	5,98	24,93	0,17	1	4,24
Střecha	286,24	0,24	1	68,70	286,24	0,16	1	46,54
Zeď - obvodová nosná	674,00	0,3	1	202,20	674,00	0,12	1	83,63
Okna - O5, O7, O8	21,00	1,5	1	31,50	21,00	0,92	1	19,32
Okna - O1 až O4	6,25	1,5	1	9,38	6,25	0,70	1	4,38
Okno - O6	3,66	1,5	1	5,49	3,66	0,70	1	2,56
Okna - O9 až O17	15,00	1,5	1	22,50	15,00	0,70	1	10,50
Dveře - T1 až T5	21,38	1,7	1	36,34	21,38	1,10	1	23,51
Celkem	1313,8	-	-	499,68	1313,8	-	-	253,08
Tepelné vazby		0,02*	1313,8	26,28		0,05*	1313,8	65,69
Celková měrná ztráta prostupem tepla		-		525,95		-		318,77
Průměrný součinitel prostupu tepla:	$U_{em,rq} = \sum(U_{n,i} * A_i * b_j)/\sum A_i$ + 0,02, nejvýše však 0,05				Vypočtená hodnota: U_{em}			
	525,95/1313,77 = 0,40				318,77/1313,77 = 0,24			
Požadovaná hodnota:	$U_{em,rq}$=	0,40			Vypočtená hodnota:	U_{em} =		0,24
Doporučená hodnota:	$U_{em,rc}$ =	$U_{em,rq}$*075 =		0,30	Vyhovuje			
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				U_{em}/ $U_{em,rq}$ 0,24 / 0,40 = 0,61	Třída **B - vyhovující**			

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třída	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/m²*K]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel Cl
A	$U_{em}<0,5 * U_{em,rq}$	Velmi úsporná	<0,5
B	**$0,5 * U_{em,rq} < U_{em} < 0,8 * U_{em,rq}$**	**Úsporná**	**<0,8**
C	$0,8 * U_{em,rq} < U_{em} < 1,0 * U_{em,rq}$	Vyhovující	<1
D	$1,0 * U_{em,rq} < U_{em} < 1,5 * U_{em,rq}$	Nevyhovující	<1,5
E	$1,5 * U_{em,rq} < U_{em} < 2,0 * U_{em,rq}$	Nehospodárná	<2
F	$2,0 * U_{em,rq} < U_{em} < 2,5 * U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	<2,5
G	$2,5 * U_{em,rq} < U_{em}$	Mimořádně nehospodárná	2,5<

Klasifikace: B – vyhovující

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 19.1.2019

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Jiří Hánl

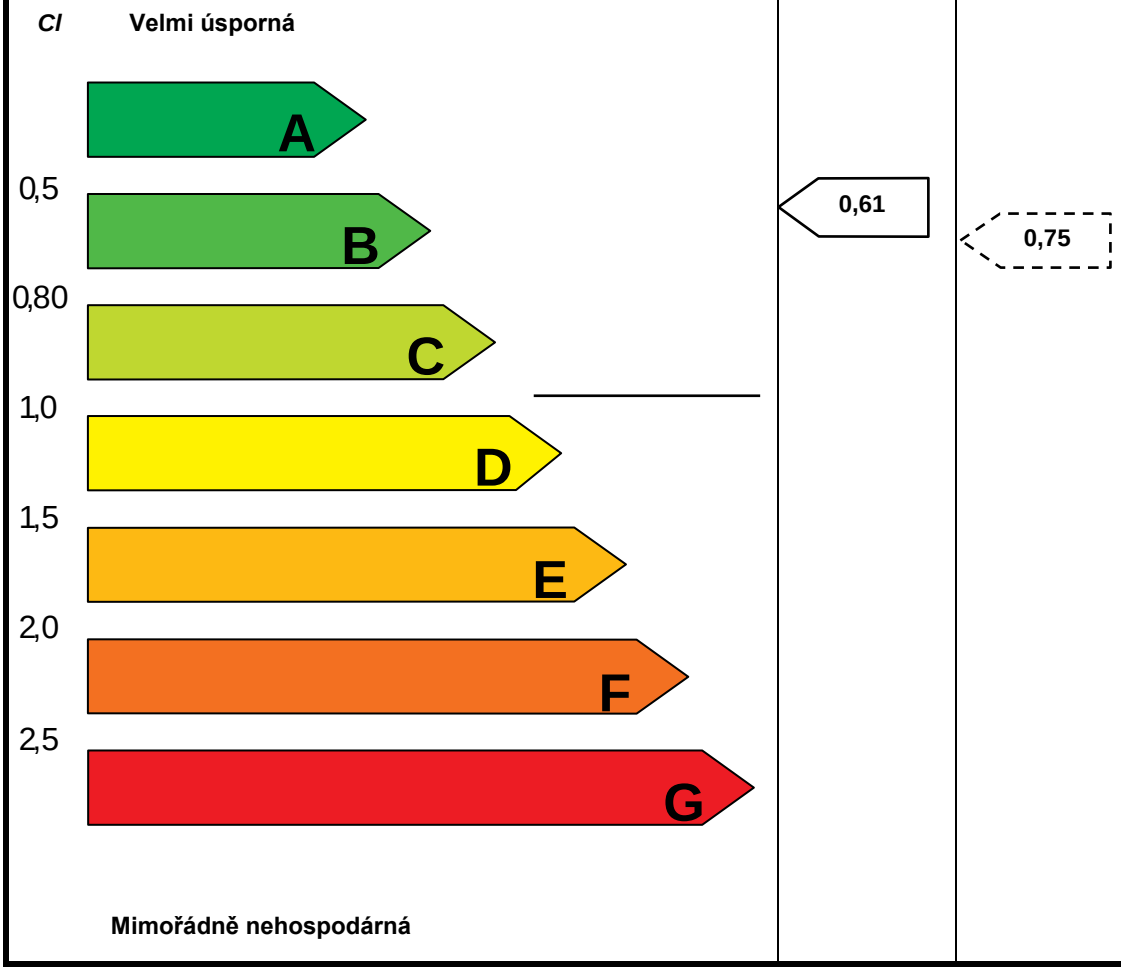
Adresa zpracovatele: U Stadionu 357, Nový Hrádek

Zpracoval: Jiří Hánl

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Bytový dům s kavárnou Wellnerova 134/7, 779 00 Olomouc	Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha A_c = 3 545,9 m²	**stávající**	**doporučení**



KLASIFIKACE		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy: U_{em} ve W/(m²·K) $U_{em} = H_T / A$	**0,24**	0,30
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m²·K)	**0,40**	0,40

Klasifikační ukazatele *CI* a jim odpovídající hodnoty U_{em}

CI	0,50	0,80	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,20	0,32	0,40	0,60	0,80	1,00

Platnost štítku do: 19. 01. 2029	Datum vystavení štítku: 19. 01. 2019
Štítek vypracoval(a):	Jiří Hánl

B.4 Návrh otopných ploch

Č.M.	Název místností	Tepelná ztráta místnosti [W]	t_i [°C]	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa [W] - 50/40	Skutečný výkon otopného tělesa [W]	Skutečný výkon všech otopných těles v místnosti [W]
1NP							
101+ 102	Sezení + bar	4043,83	22	Koraflex FV 8/16 - 2400 - 5	664	664	4207
				Koraflex FV 8/16 - 2400 - 4	664	664	
				Koraflex FV 8/16 - 2400 - 3	664	664	
				Koraflex FV 8/16 - 2000 - 2	522	522	
				Koraflex FV 8/16 - 2000 - 1	522	522	
				Radik VK 22 - 600/2000	1171	1171	
103	Chodba	4,41	20	-	-	-	-
104	Předsíňka ženy	283,71	20	Radik VK 11 - 600/800	319	319	319
105	WC invalida	176,19	20	Radik VK 11 - 600/600	239	239	239
106	WC ženy	100,91	20	-	-	-	-
107	Úklidová místnost	103,36	20	-	-	-	-
108	Předsíňka muži	59,97	20	-	-	-	-
109	WC stání	247,33	20	Radik VK 11 - 600/800	319	319	319
110	Venkovní sezení	-	-15	-	-	-	-
111	WC sezení muži 1	42,80	20	-	-	-	-
112	WC sezení muži 2	60,74	20	-	-	-	-
113	Schodiště	252,37	5	-	-	-	-
114	Přípravna	694,81	22	Radik VK 11 - 600/2000	712	712	712
115	Sklad 1	80,20	18	-	-	-	-
116	Umývarna	492,81	24	Radik VK 11- 600/1000	315	315	582
				KLTM - 1500/600	267	267	
117	Předsíňka	-14,48	20	-	-	-	-
118	WC	65,01	20	-	-	-	-
119	Chodba	46,15	15	-	-	-	-
120	Šatna	504,40	20	Radik VK 11 - 600/1800	718	718	718
121	Technická místnost	194,93	10	-	-	-	-

Č.M.	Název místností	Tepelná ztráta místnosti [W]	t_i [°C]	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa [W] - 50/35	Skutečný výkon otopného tělesa (těles) [W]	Skutečný výkon všech otopných těles v místnosti [W]
2NP							
201	Schodiště	27,18	5	-	-	-	-
202	Zádveří	40,90	18	-	-	-	-
203	Chodba	7,11	20	-	-	-	-
204	WC	127,50	24	Radik VK 11 - 600/600	152	144	144
205	Koupelna	393,77	24	Radik VK 11 - 600/900	228	228	444
				KLTM - 1500/600	216	216	
206	Ložnice	272,53	20	Radik VK 11 - 600/1200	403	403	403
207	Kuchyň + obývací pokoj	694,82	20	Radik VK 11 - 600/2300	773	773	773
208	Spíž	14,74	15	-	-	-	-
209	Dětský pokoj	481,81	20	Radik VK 11 - 600/900 - 2	302	302	604
				Radik VK 11 - 600/900 - 1	302	302	
210	Šatna 1	20,11	20	-	-	-	-
211	Šatna 2	28,96	20	-	-	-	-
212	Zádveří	45,36	18	-	-	-	-
213	Chodba	10,21	20	-	-	-	-
214	WC	125,58	24	Radik VK 11 - 600/600	152	144	144
215	Koupelna	412,93	24	Radik VK 11 - 600/900	228	228	444
				KLTM - 1500/600	216	216	
216	Ložnice	258,19	20	Radik VK 11 - 600/1200	403	403	403
217	Kuchyň + obývací pokoj	712,79	20	Radik VK 11 - 600/900 - 3	302	302	940
				Radik VK 11 - 600/700 - 2	235	235	
				Radik VK 11 - 600/1200 - 1	403	403	
218	Spíž	8,89	15	-	-	-	-
219	Dětský pokoj	496,09	20	Radik VK 11 - 600/900 - 2	302	302	604
				Radik VK 11 - 600/900 - 1	302	302	
220	Šatna 1	15,29	20	-	-	-	-
221	Šatna 2	34,59	20	-	-	-	-

Č.M.	Název místností	Tepelná ztráta místnosti [W]	t_i [°C]	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa [W] - 50/35	Skutečný výkon otopného tělesa (těles) [W]	Skutečný výkon všech otopných těles v místnosti [W]
3NP							
301	Schodiště	116,81	5	-	-	-	-
302	Zádveří	86,17	18	-	-	-	-
303	Chodba	101,98	20	-	-	-	-
304	WC	144,35	24	Radik VK 11 - 600/700	177	168	168
305	Koupelna	480,46	24	Radik VK 11 - 600/1000	253	253	518
				KLTM - 1820/600	265	265	
306	Ložnice	374,88	20	Radik VK 11 - 600/1200	403	403	403
307	Kuchyň + obývací pokoj	661,61	20	Radik VK 11 - 600/2300	773	773	773
308	Spíž	23,46	15	-	-	-	-
309	Dětský pokoj	676,20	20	Radik VK 11 - 600/1100 - 2	369	369	738
				Radik VK 11 - 600/1100 - 1	369	369	
310	Šatna 1	64,59	20	-	-	-	-
311	Šatna 2	51,61	20	-	-	-	-
312	Zádveří	94,16	18	-	-	-	-
313	Chodba	94,82	20	-	-	-	-
314	WC	144,35	24	Radik VK 11 - 600/700	177	168	168
315	Koupelna	487,48	24	Radik VK 11 - 600/1000	253	253	518
				KLTM - 1820/600	265	265	
316	Ložnice	370,30	20	Radik VK 11 - 600/1200	403	403	403
317	Kuchyň + obývací pokoj	919,07	20	Radik VK 11 - 600/900 -3	302	302	940
				Radik VK 11 - 600/700 - 2	235	235	
				Radik VK 11 - 600/1200 - 1	403	403	
318	Spíž	8,45	15	-	-	-	-
319	Dětský pokoj	695,44	20	Radik VK 11 - 600/1100 - 2	369	369	738
				Radik VK 11 - 600/1100 - 1	369	369	
320	Šatna 1	62,71	20	-	-	-	-
321	Šatna 2	59,89	20	-	-	-	-
Instalovaný výkon těles							**17367 kW**

B.5 Návrh zdroje tepla

Tepelná ztráta objektu: Q_{VYT} = 17,39 kW

Instalovaný výkon OT: Q_{OT} = 17,37 kW

Ohřev TV má samostatný zdroj tepla

Návrh zdroje:

Vytápění objektu s přerušovaným větráním a přípravou teplé vody:

$Q_{PRIP} = 0,7 \times Q_{VYT} + 0,7 \times Q_{VZT} + Q_{TV} + (Q_{TECH})$

$Q_{PRIP} = 0,7 \times 17,39 + 0 + 0 + 0$

$Q_{PRIP} =$ 12,17 kW

Vytápění objektu s trvalým větráním nebo technologickým ohřevem:

$Q_{PRIP} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + (Q_{TECH})$

$Q_{PRIP} = 17,39 + 0 + 0$

$Q_{PRIP} =$ 17,39 kW

Návrh kotle:

Nástěnný plynový kondenzační kotel Viessmann Vitodens 100-W - 26 kW

B.6 Návrh přípravy teplé vody

Návrh dle ČSN 060320:

1. Návrh zásobníkového ohřevu teplé vody

Kavárna:	50	osob
Vaření a mytí nádobí - jen výdej:	0,001	
Umyvadlo:	5	ks
Objem dávky V_d:	0,002	
Sprcha:	1	ks
Objem dávky V_d:	0,025	
Byty:	16	osob
Stavba pro bydlení:	0,082	

Denní potřeba TV: 50 x 0,001 + 5 x 0,002 + 1 x 0,025 + 16 x 0,082 = 1,397 m^3

Teplo odebrané: $Q_{2t} = 1{,}163 \times V_{2p} \times (\theta_2 - \theta_1)$

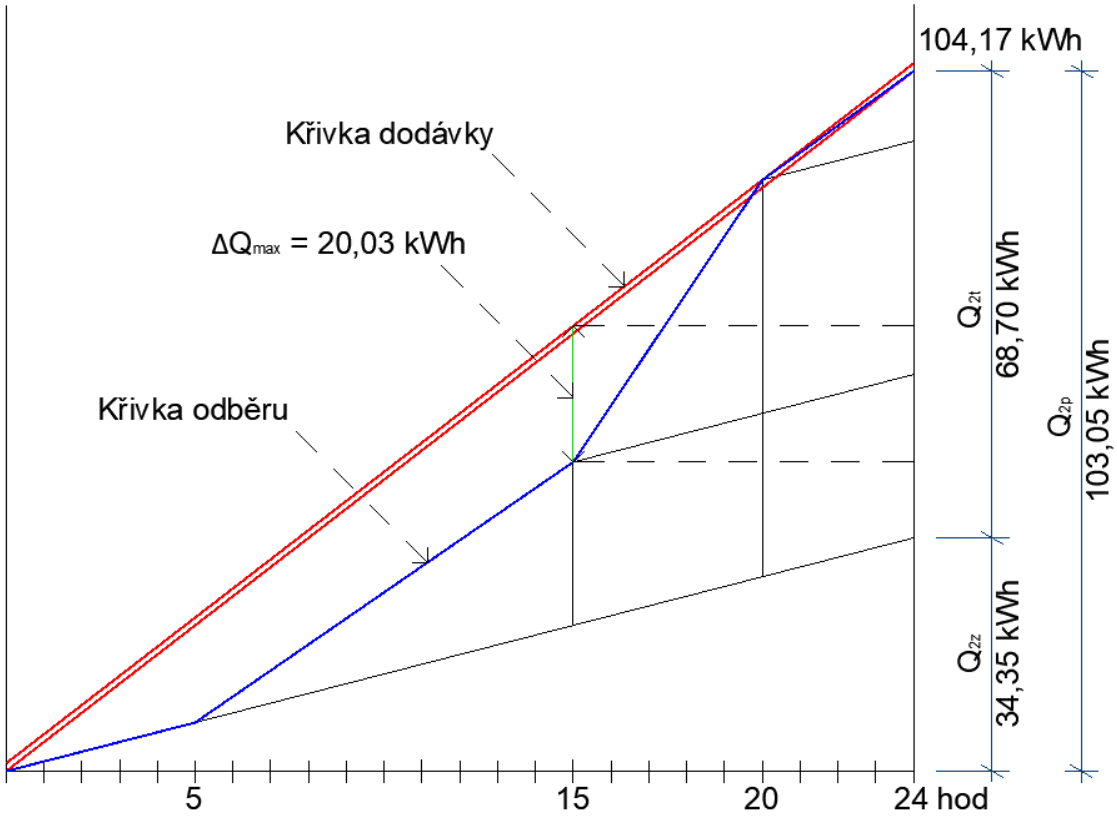
$Q_{2t} = 1{,}163 \times 1{,}397 \times (55 - 10) = 68{,}7$ kWh

Teplo ztracené: $Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 68{,}7 \times 0{,}5 = 34{,}35$ kWh

Teplo celkem: $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2p} = 68{,}7 + 34{,}35 = 103{,}05$ kWh

Rozložení dne [hod]	[%]	Teplo odebrané [kWh]	Teplo celkem [kWh]
5 - 15	35%	24,045	36,068
15 - 20	50%	34,350	51,525
20 - 24	15%	10,305	15,458
		Σ = 68,70	Σ = 103,05

Odběrový diagram:



Velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c.(\theta_2 - \theta_1)} = \frac{20{,}03}{1{,}163.(55-10)} = 0{,}383 m^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu:

$$Q_{1n} = (\frac{Q_1}{t})_{max} = \frac{104{,}17}{24} = 4{,}34\ kWh$$

Potřebná teplosměnná plocha (75/60):

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1})} = \frac{(75-55)-(60-10)}{\ln(\frac{75-55}{60-10})} = 32{,}74^{\circ}C$$

$$A = \frac{Q_{1n}.10^3}{U.\Delta t} = \frac{4{,}34.10^3}{420.32{,}74} = 0{,}316 m^2$$

2. Smíšený ohřev teplé vody

Hodinová špička - 15 až 20 hod.

Kapacita zásobníku:

$$\frac{Denní\ potřeba\ TV}{t} = \frac{1{,}397}{5} = 0{,}279m^3 = 279l$$

Požadavek výkonu (se zahrnutím ztraceného tepla):

$$Q_{1n} = \left(\frac{Q_1}{t}\right) = \left(\frac{51{,}525}{5}\right) = 10{,}305kW$$

Potřebná teplosměnná plocha výměníku:

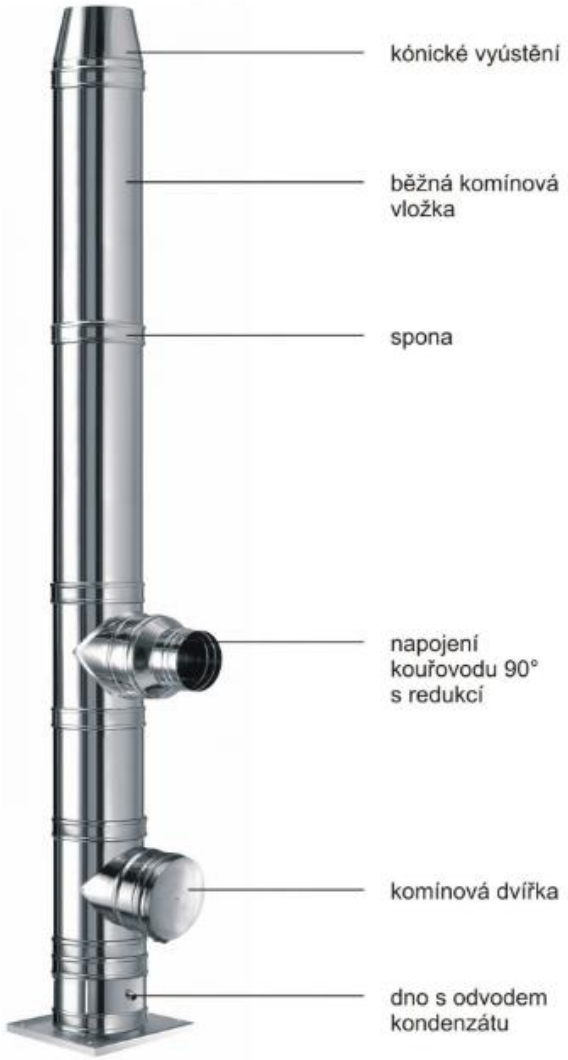
$$A = \frac{Q_{1n}.10^3}{U.\Delta t} = \frac{10{,}305.10^3}{420.32{,}74} = 0{,}749m^2$$

U - součinitel prostupu tepla topné plochy, pro médium TV: U = 420 W/m^{2}K

Návrh:
Smíšený ohřev teplé vody
Zásobník Vieassmann Vitocell 100-V 300 CVAA + nástěnný plynový kotel Viessmann Vitopend 100-W

B.7 Odvod spalin a přívod vzduchu

- Pro navržené kotle volím systém Schiedel ICS 25
- Návrh provede firma Schiedel
- Je to třívrstvý nerezový systém
- Komínový systém lze použit pro všechny druhy paliva a pro běžné i kondenzační kotle
- Odvod od obou kotlu bude zajištěný jedním komínovým tělesem
- Výška komína nad střechu je 1 m
- Tloušťka tepelné izolace je 25 mm
- Maximální výška komína je 27,5 m



obr. 63 - Skladba komínového tělesa

B.8 Dimenzování potrubí

Dimenzování potrubí se provádí hydraulickým výpočtem. Pří výpočtu navrhujeme takové dimenze potrubí, aby celková tlaková ztráta byla maximálně rovna tlaku, který máme k dispozici, tj. dispoziční přetlak.

Okruh V1 – 1NP Kavárna

Dimenzování k OT VK22 - 600/2000 č.m.101 Teplotní spád 50/40 °C Δt = 10

Č. Ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN [Dxt]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δ p_{RV} [Pa]	R.I+Z+ Δ p_{RV} [Pa]	Δ p_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu												
1	1171	101	4,15	15x1	62,7	0,215	260,29	11,1	256,55	1500	2 016,84	2 016,84
2	1693	146	4,04	15x1	117,1	0,309	473,08	4,5	214,83	0	687,92	2 704,75
3	2215	190	2,62	15x1	204,2	0,400	535,00	1,2	96,00	0	631,00	3 335,76
4	3092	266	14,97	18x1	136,3	0,370	2040,41	3,5	239,58	0	2 279,99	5 615,74
5	3756	323	5,02	22x1	66,5	0,291	333,83	2,2	93,15	0	426,98	6 042,72
6	4420	380	6,12	22x1	88,2	0,342	539,78	0,9	52,63	0	592,42	6 635,14
7	5084	437	6,70	22x1	103,3	0,393	691,70	7,8	602,35	0	1 294,05	7 929,19
8	7096	610	2,00	22x1	209,0	0,550	418,00	2,6	393,25	0	811,25	**8 740,44**

Dimenzování k OT Koraflex FV 8/16 - 2000 - 1 č.m.101												
9	522	45	2,85	15x1	10,6	0,10	30,21	11,1	51	0	**81,25**	
Rozdíl tlaků			**1 935,58**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**81,25**	**2 016,84**

Dimenzování k OT Koraflex FV 8/16 - 2000 - 2 č.m.101												
10	522	45	1,92	15x1	10,6	0,10	20,35	5,9	27	0	**47,48**	
Rozdíl tlaků			**2 657,27**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**47,48**	**2 704,75**

Dimenzování k OT VK11 - 600/600 č.m.105												
11	239	21	6,92	15x1	4,1	0,040	28,37	8,5	6,80	0	35,17	
13	558	48	7,16	15x1	10,6	0,100	75,90	7,4	37,00	0	112,90	
15	877	75	5,90	15x1	38,4	0,160	226,56	1,2	15,36	0	241,92	
Rozdíl tlaků			**2 945,77**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**389,99**	**3 335,76**

Dimenzování k OT VK11 - 600/800 č.m.104												
12	319	27	3,45	15x1	6,2	0,06	21,38	11,1	20	0	41,36	
13	558	48	7,16	15x1	10,6	0,100	75,90	7,4	37,00	0	112,90	
15	877	75	5,90	15x1	38,4	0,160	226,56	1,2	15,36	0	241,92	
Rozdíl tlaků			**2 939,58**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**396,17**	**3 335,76**

Dimenzování k OT VK11 - 600/800 č.m.109												
14	319	27	11,64	15x1	6,2	0,06	72,14	11,1	20	0	92,12	
15	877	75	5,90	15x1	38,4	0,160	226,56	1,2	15,36	0	241,92	
Rozdíl tlaků			**3 001,71**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**334,04**	**3 335,76**

Dimenzování k OT Koraflex FV 8/16 - 2400 - 3 č.m.101												
16	664	57	2,19	15x1	17,4	0,12	38,11	5,6	40	0	**78,43**	
Rozdíl tlaků			**5 537,32**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**78,43**	**5 615,74**

Dimenzování k OT Koraflex FV 8/16 - 2400 - 4 č.m.101												
17	664	57	1,15	15x1	17,4	0,12	20,01	5,6	40	0	**60,33**	
Rozdíl tlaků			**5 982,39**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**60,33**	**6 042,72**

Dimenzování k OT Koraflex FV 8/16 - 2400 -5 č.m.101												
18	664	57	1,15	15x1	17,4	0,12	20,01	5,6	40	0	**60,33**	
Rozdíl tlaků			**6 574,81**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**60,33**	**6 635,14**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1000 č.m.116												
21	315	27	2,62	15x1	6,2	0,060	16,24	11,1	20	0	36,22	
23	582	50	11,54	15x1	13,7	0,110	158,10	3,8	22,99	0	181,09	
25	1300	112	3,82	15x1	75,0	0,240	286,50	2,5	72,00	0	358,50	
20	2012	173	12,30	15x1	177,8	0,370	2186,94	1,2	82,14	0	2 269,08	
Rozdíl tlaků			**5 084,30**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**2 844,89**	**7 929,19**

Dimenzování k KLTM - 1500/600 č.m.116												
22	267	23	3,35	15x1	5,2	0,050	17,40	5,9	7	0	24,77	
23	582	50	11,54	15x1	13,7	0,110	158,10	3,8	22,99	0	181,09	
25	1300	112	3,82	15x1	75,0	0,240	286,50	2,5	72,00	0	358,50	
20	2012	173	12,30	15x1	177,8	0,370	2186,94	1,2	82,14	0	2 269,08	
Rozdíl tlaků			**5 095,75**		**PŘEDNASTAVENÍ (4)**						**2 833,44**	**7 929,19**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1800 č.m.120												
24	718	62	6,90	15x1	21,6	0,130	148,95	13,7	116	0	264,72	
25	1300	112	3,82	15x1	75,0	0,240	286,50	2,5	72,00	0	358,50	
20	2012	173	12,30	15x1	177,8	0,370	2186,94	1,2	82,14	0	2 269,08	
Rozdíl tlaků			**5 036,89**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**2 892,30**	**7 929,19**

Dimenzování k OT VK11 - 600/2000 č.m.114												
19	712	61	14,47	15x1	21,6	0,130	312,51	13,7	116	0	428,27	
20	2012	173	12,30	15x1	177,8	0,370	2186,94	1,2	82,14	0	2 269,08	
Rozdíl tlaků			**5 231,83**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**2 697,35**	**7 929,19**

Okruh V2 – 3NP pravý byt

Dimenzování k OT VK11 - 600/1200 - 1 č.m.317

Teplotní spád 50/35 °C $\Delta t =$ 15

Č. Ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN [Dxt]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δ p_{RV} [Pa]	R.I+Z+ Δ p_{RV} [Pa]	Δ p_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu												
1	403	23	5,22	15x1	5,0	0,048	26,10	11	12,67	0	38,77	38,77
2	638	37	3,63	15x1	8,1	0,078	29,40	2,2	6,69	0	36,10	74,87
3	940	54	13,04	15x1	15,5	0,115	202,12	3,7	24,47	0	226,59	301,45
4	1678	96	2,47	15x1	61,9	0,203	152,89	2,4	49,45	0	202,34	503,80
5	2767	159	9,95	15x1	149,9	0,336	1491,51	9,9	558,84	0	2 050,34	2 554,14
6	5367	308	3,05	18x1	178,9	0,431	545,65	4,7	436,54	0	982,18	3 536,32
7	7903	453	0,05	22x1	120,5	0,405	6,03	0,9	73,81	0	79,84	3 616,16
8	10271	589	30,50	22x1	193,4	0,527	5898,70	8,7	1 208,12	0	7 106,82	**10 722,98**

Dimenzování k OT VK11 - 600/700 - 2 č.m.317												
9	235	13	2,22	15x1	2,8	0,027	6,22	8,4	3	0	9,28	
Rozdíl tlaků			**29,49**		**PŘEDNASTAVENÍ (5)**						**9,28**	**38,77**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 - 3 č.m.317												
10	302	17	3,82	15x1	3,7	0,036	14,13	8,4	5	0	19,58	
Rozdíl tlaků			**55,29**		**PŘEDNASTAVENÍ (6)**						**19,58**	**74,87**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 - 1 č.m.319												
11	369	21	6,71	15x1	4,6	0,044	30,87	8,4	8	0	39,00	
12	738	42	9,24	15x1	9,3	0,090	85,89	3,7	15	0	100,88	
Rozdíl tlaků			**161,58**		**PŘEDNASTAVENÍ (6)**						**139,88**	**301,45**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 - 2 č.m.319												
13	369	21	2,21	15x1	4,6	0,044	10,17	8,4	8	0	18,30	
12	738	42	9,24	15x1	9,3	0,090	85,89	3,7	15	0	100,88	
Rozdíl tlaků			**182,28**		**PŘEDNASTAVENÍ (6)**						**119,18**	**301,45**

Dimenzování k KLTM - 1820/600 č.m.315												
14	265	15	3,53	15x1	3,3	0,032	11,65	11,0	6	0	17,28	
16	518	30	2,65	15x1	6,6	0,064	17,50	2,4	5	0	22,42	
18	686	39	6,45	15x1	8,6	0,083	55,49	3,5	12	0	67,54	
20	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	1,2	10	0	90,10	
Rozdíl tlaků			**306,45**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**197,34**	**503,80**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1000 č.m.315												
15	253	15	5,43	15x1	3,3	0,032	17,93	8,4	4	0	22,23	
16	518	30	2,65	15x1	6,6	0,064	17,50	2,4	5	0	22,42	
18	686	39	6,45	15x1	8,6	0,083	55,49	3,5	12	0	67,54	
20	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	1,2	10	0	90,10	
Rozdíl tlaků			**301,50**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**202,30**	**503,80**

Dimenzování k OT VK11 - 600/700 č.m.314												
17	168	10	4,31	15x1	2,3	0,022	9,91	11,0	3	0	12,58	
18	686	39	6,45	15x1	8,6	0,083	55,49	3,5	12	0	67,54	
20	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	1,2	10	0	90,10	
Rozdíl tlaků			**333,58**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**170,22**	**503,80**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1200 č.m.316												
19	403	23	11,81	15x1	5,1	0,049	60,24	11,0	13	0	73,45	
20	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	1,2	10	0	90,10	
Rozdíl tlaků			**340,25**		**PŘEDNASTAVENÍ (5)**						**163,55**	**503,80**

Okruh V2 - 3NP levý byt

Dimenzování k OT VK11 - 600/1100 - 1 č.m.309												
21	369	21	6,70	15x1	4,6	0,044	30,82	11,0	11	0	41,47	
22	738	42	10,92	15x1	9,3	0,090	101,56	2,2	9	0	110,47	
23	1511	87	2,37	15x1	52,7	0,185	124,90	1,2	21	0	145,43	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**436,23**		**PŘEDNASTAVENÍ (4)**						**2 117,91**	**2 554,14**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1100 - 2 č.m.309												
25	369	21	2,21	15x1	4,6	0,044	10,17	11,0	11	0	20,81	
22	738	42	10,92	15x1	9,3	0,090	101,56	2,2	9	0	110,47	
23	1511	87	2,37	15x1	52,7	0,185	124,90	1,2	21	0	145,43	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**456,88**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**2 097,25**	**2 554,14**

Dimenzování k OT VK11 - 600/2300 č.m.307												
26	773	44	16,93	15x1	9,7	0,094	164,22	13,6	60	0	224,31	
23	1511	87	2,37	15x1	52,7	0,185	124,90	1,2	21	0	145,43	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**363,86**		**PŘEDNASTAVENÍ (8)**						**2 190,28**	**2 554,14**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1000 č.m.305												
29	253	15	6,41	15x1	3,3	0,032	21,15	11,0	6	0	26,79	
30	518	30	4,69	15x1	6,6	0,064	30,95	2,4	5	0	35,87	
31	686	39	6,53	15x1	8,6	0,083	56,19	3,7	13	0	68,94	
28	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	0,9	8	0	87,49	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**514,52**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**2 039,62**	**2 554,14**

Dimenzování k OT KLTM - 1820/600 č.m.305												
32	265	15	1,67	15x1	3,3	0,032	5,50	5,8	3	0	8,47	
30	518	30	4,69	15x1	6,6	0,064	30,95	2,4	5	0	35,87	
31	686	39	6,53	15x1	8,6	0,083	56,19	3,7	13	0	68,94	
28	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	0,9	8	0	87,49	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**532,83**		**PŘEDNASTAVENÍ (4)**						**2 021,31**	**2 554,14**

Dimenzování k OT VK 11 - 600/700 č.m.304												
33	168	10	3,98	15x1	2,3	0,022	9,15	5,8	1	0	10,56	
31	686	39	6,53	15x1	8,6	0,083	56,19	3,7	13	0	68,94	
28	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	0,9	8	0	87,49	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**566,61**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**1 987,52**	**2 554,14**

Dimenzování k OT VK 11 - 600/1200 č.m.306												
27	403	23	14,90	15x1	5,1	0,049	75,99	13,6	16	0	92,32	
28	1089	62	3,54	15x1	22,5	0,132	79,65	0,9	8	0	87,49	
24	2600	149	10,90	15x1	134,5	0,316	1466,05	7,1	354	0	1 820,54	
Rozdíl tlaků			**553,79**		**PŘEDNASTAVENÍ (3)**						**2 000,35**	**2 554,14**

Okruh V2 - 2NP - pravý byt

Dimenzování k OT VK11 - 600/1200 - 1 č.m.217												
34	403	23	5,22	15x1	5,1	0,049	26,62	11	13	0	39,83	
35	638	37	3,63	15x1	8,2	0,079	29,77	2,2	7	0	36,63	
36	940	54	13,04	15x1	15,5	0,115	202,12	3,7	24	0	226,59	
37	1544	89	2,47	15x1	54,7	0,189	135,11	2,4	43	0	177,97	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 307,15**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**2 229,17**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/700 - 2 č.m.217												
39	235	13	2,22	15x1	2,9	0,028	6,44	11	4	0	10,75	
35	638	37	3,63	15x1	8,2	0,079	29,77	2,2	7	0	36,63	
36	940	54	13,04	15x1	15,5	0,115	202,12	3,7	24	0	226,59	
37	1544	89	2,47	15x1	54,7	0,189	135,11	2,4	43	0	177,97	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 336,23**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**2 200,09**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 - 3 č.m.217												
40	302	17	3,82	15x1	3,8	0,037	14,52	11	8	0	22,05	
36	940	54	13,04	15x1	15,5	0,115	202,12	3,7	24	0	226,59	
37	1544	89	2,47	15x1	54,7	0,189	135,11	2,4	43	0	177,97	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 361,56**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**2 174,76**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1100 - 1 č.m.219												
41	302	17	6,71	15x1	3,8	0,037	25,50	8,4	6	0	31,25	
42	604	35	9,24	15x1	7,8	0,075	72,04	3,7	10	0	82,45	
37	1544	89	2,47	15x1	54,7	0,189	135,11	2,4	43	0	177,97	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 496,50**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**2 039,82**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1100 - 2 č.m.219												
43	302	17	2,21	15x1	3,8	0,037	8,40	8,4	6	0	14,15	
42	604	35	9,24	15x1	7,8	0,075	72,04	3,7	10	0	82,45	
37	1544	89	2,47	15x1	54,7	0,189	135,11	2,4	43	0	177,97	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 513,60**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**2 022,72**	**3 536,32**

Dimenzování k KLTM - 1500/600 č.m.215												
44	216	12	3,53	15x1	2,7	0,026	9,53	11,0	4	0	13,25	
46	444	25	2,65	15x1	5,6	0,054	14,85	2,4	3	0	18,35	
48	588	34	6,45	15x1	7,5	0,073	48,39	3,5	9	0	57,72	
50	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	1,2	9	0	71,80	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 627,06**		**PŘEDNASTAVENÍ (4)**						**1 909,26**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 č.m.215												
45	228	13	3,53	15x1	2,9	0,028	10,23	11,0	4	0	14,55	
46	444	25	2,65	15x1	5,6	0,054	14,85	2,4	3	0	18,35	
48	588	34	6,45	15x1	7,5	0,073	48,39	3,5	9	0	57,72	
50	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	1,2	9	0	71,80	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 625,76**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**1 910,56**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/600 č.m.214												
47	144	8	4,31	15x1	1,9	0,018	8,19	11,0	2	0	9,97	
48	588	34	6,45	15x1	7,5	0,073	48,39	3,5	9	0	57,72	
50	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	1,2	9	0	71,80	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 648,69**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**1 887,64**	**3 536,32**

Dimenzování k OT VK11 - 600/1200 č.m.216												
49	403	23	11,81	15x1	5,1	0,049	60,24	11,0	13	0	73,45	
50	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	1,2	9	0	71,80	
38	2535	145	9,95	15x1	128,5	0,308	1278,58	9,9	470	0	1 748,15	
Rozdíl tlaků			**1 642,93**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**1 893,40**	**3 536,32**

Okruh V2 - 2NP levý byt

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 - 1 č.m.209												
51	302	17	6,70	15x1	3,8	0,037	25,46	11,0	8	0	32,99	
52	604	35	10,92	15x1	7,8	0,075	85,18	2,2	6	0	91,36	
53	1377	79	2,37	15x1	44,0	0,168	104,28	1,2	17	0	121,21	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 821,68**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**1 794,48**	**3 616,16**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 - 2 č.m.209												
55	302	17	2,21	15x1	3,8	0,037	8,40	11,0	8	0	15,93	
52	604	35	10,92	15x1	7,8	0,075	85,18	2,2	6	0	91,36	
53	1377	79	2,37	15x1	44,0	0,168	104,28	1,2	17	0	121,21	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 838,74**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**1 777,41**	**3 616,16**

Dimenzování k OT VK11 - 600/2300 č.m.207												
56	773	44	16,93	15x1	9,7	0,094	164,22	13,6	60	0	224,31	
53	1377	79	2,37	15x1	44,0	0,168	104,28	1,2	17	0	121,21	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 721,73**		**PŘEDNASTAVENÍ (4)**						**1 894,43**	**3 616,16**

Dimenzování k OT VK11 - 600/900 č.m.205												
59	228	13	6,41	15x1	2,9	0,028	18,59	11,0	4	0	22,90	
60	444	25	4,69	15x1	5,6	0,054	26,26	2,4	3	0	29,76	
61	588	34	6,53	15x1	7,5	0,073	49,01	3,7	10	0	58,86	
58	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	0,9	7	0	69,60	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 886,12**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**1 730,04**	**3 616,16**

Dimenzování k KLTM - 1500/600 č.m.205												
62	216	12	1,67	15x1	2,7	0,026	4,50	5,8	2	0	6,46	
60	444	25	4,69	15x1	5,6	0,054	26,26	2,4	3	0	29,76	
61	588	34	6,53	15x1	7,5	0,073	49,01	3,7	10	0	58,86	
58	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	0,9	7	0	69,60	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 902,56**		**PŘEDNASTAVENÍ (4)**						**1 713,60**	**3 616,16**

Dimenzování k OT VK 11 - 600/600 č.m.204												
63	144	8	3,98	15x1	1,9	0,018	7,56	5,8	1	0	8,50	
61	588	34	6,53	15x1	7,5	0,073	49,01	3,7	10	0	58,86	
58	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	0,9	7	0	69,60	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 930,28**		**PŘEDNASTAVENÍ (1)**						**1 685,88**	**3 616,16**

Dimenzování k OT VK 11 - 600/1200 č.m.206												
57	403	23	14,90	15x1	5,1	0,049	75,99	13,6	16	0	92,32	
58	991	57	3,54	15x1	17,8	0,121	63,01	0,9	7	0	69,60	
54	2368	136	10,90	15x1	114,9	0,289	1252,41	7,1	296	0	1 548,91	
Rozdíl tlaků			**1 905,33**		**PŘEDNASTAVENÍ (2)**						**1 710,83**	**3 616,16**

Dimenzování od R+S ke zdroji

Teplotní spád 50/35 °C $\Delta t =$ 15

Č. Ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN [Dxt]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δ p_{RV} [Pa]	R.I+Z +Δ p_{RV} [Pa]	Δ p_{DIS} [Pa]
1.	17370	996	3,20	22x1	484,1	0,901	1549,12	5,2	2 110,68	0	3 659,80	3 659,80

Dimenzování od zásobníku ke zdroji

Teplotní spád 75/60 °C $\Delta t =$ 15

Č. Ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN [Dxt]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δ p_{RV} [Pa]	R.I+Z +Δ p_{RV} [Pa]	Δ p_{DIS} [Pa]
1.		907	1,35	22X1	401,1	0,820	541,49	10,4	3 496,48	0	4 037,97	4 037,97

B.8.1 Kompenzace délkové změny potrubím

Kompenzátory se instalují v případě, že vzniká velká délková roztažnost. Instalujeme je tam, kde má trasa potrubí zamezenou délkovou roztažnost.

Kompenzaci můžeme vyřešit buď osovými kompenzačními vsuvkami, nebo U-kompenzátory.

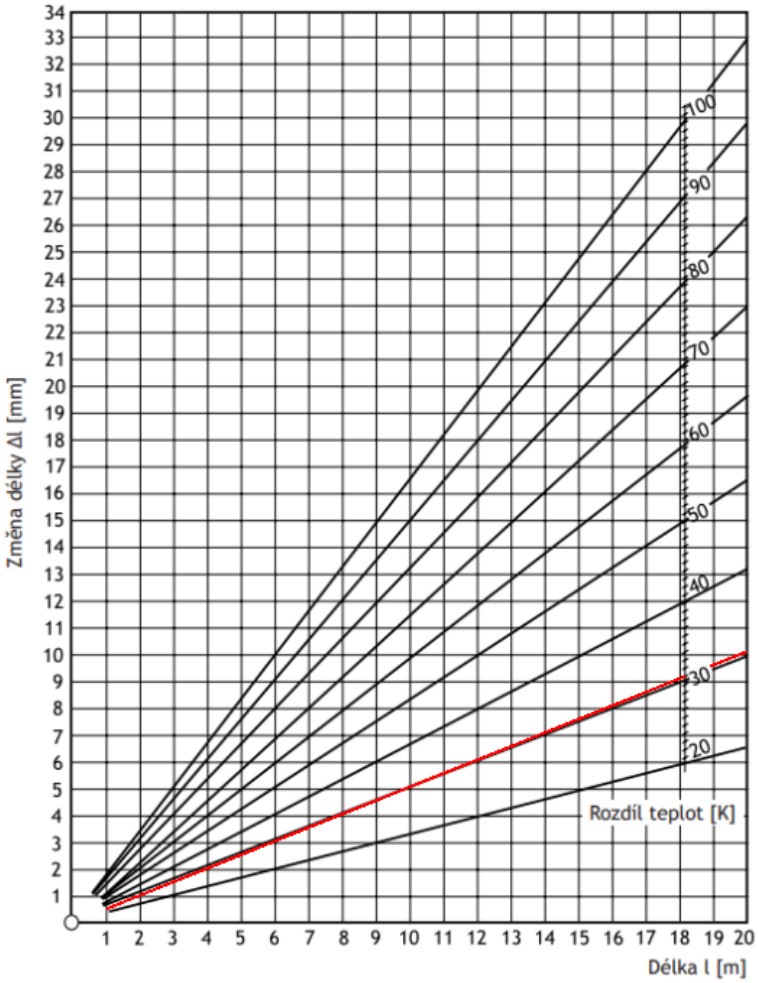
1. **Výpočet prodloužení potrubí:**

Součinitel tepelné roztažnosti: $\alpha = 1{,}7 \cdot 10^{-5}\ [K^{-1}]$

Rozdíl teplot (nejvyšší teplota teplonosné kapaliny − nejnižší teplota okolí):

$$\Delta t = (t_m - t_i) = (50 - 19) = 31\ °C$$

Délka úseku: dle projektu [m]



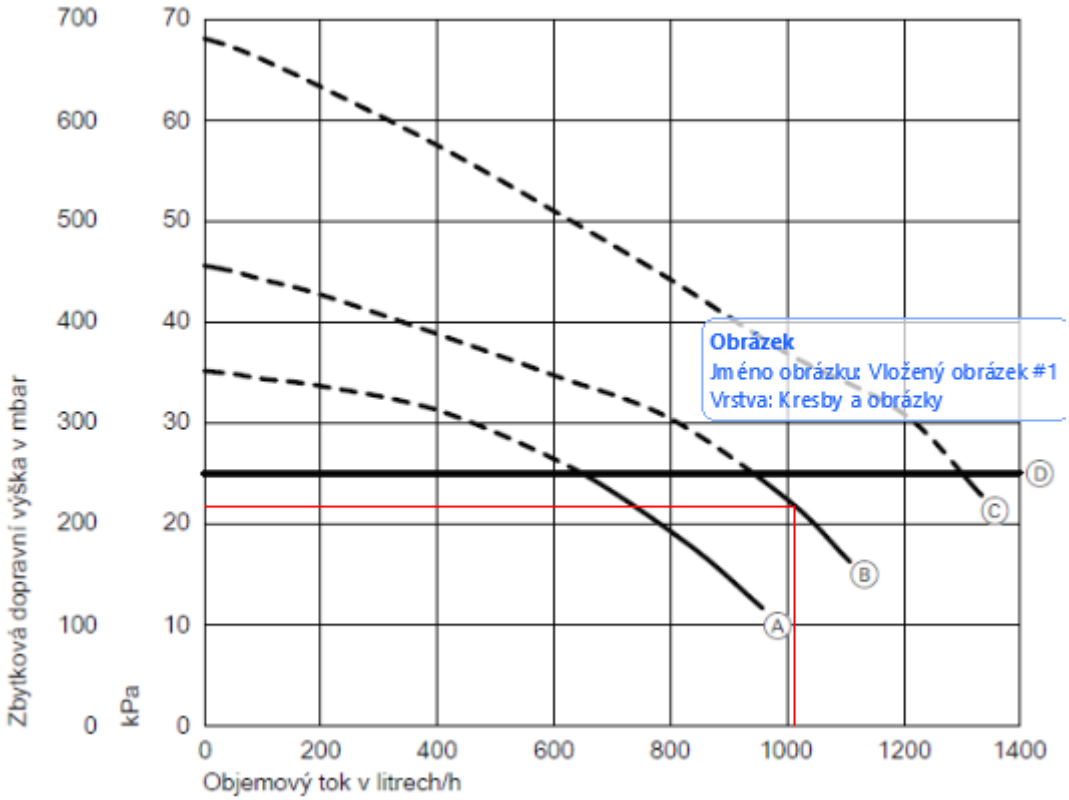
Délka prodloužení je v mezích. Kompenzace je vyřešena trasou soustavy.

B.9 Návrh oběhových čerpadel

1. Nastavení čerpadla pro kondenzační kotel Vitodents 100-W – 26 kW

Objemový průtok: V = 1,008 m^3/h = 1008 l/h

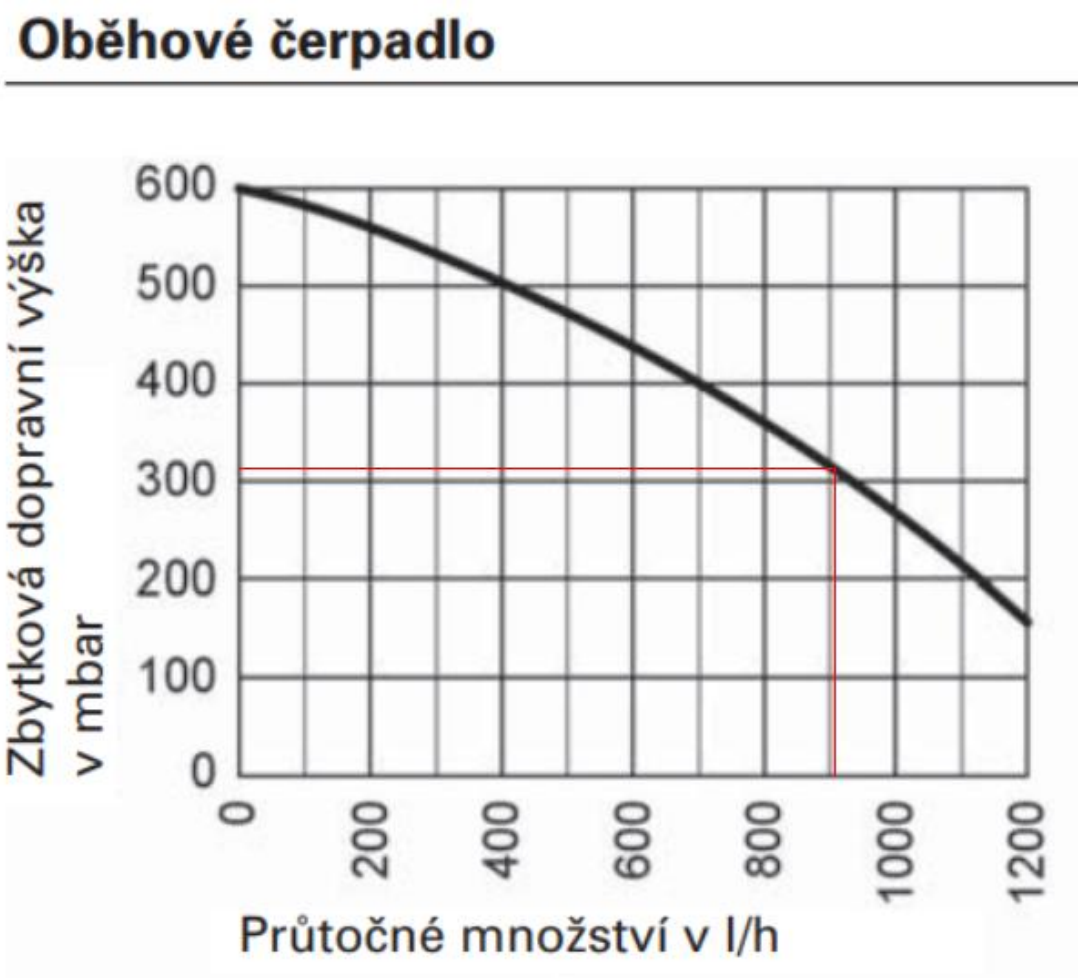
Tlaková ztráta: Δp_{DIS} = 3,660kPa → 36,60 mbar



2. Nastavení čerpadla pro kondenzační kotel Vitopend 100-W

Objemový průtok: $V = 0{,}930\ m^3/h = 930\ l/h$

Tlaková ztráta: $\Delta p_{DIS} = 4{,}038\ kPa \rightarrow 40{,}38\ mbar$



3. Návrh čerpadla pro větev V1

Název společnosti:	VUT - FAST Brno
Vypracováno:	Jiří Hánl
Telefon:	
Datum:	26.04.2019

Projekt:	Návrh čerpadla pro větev V1	**Zákazník:**	
Reference č.:		**Číslo zákazníka:**	
		Kontakt:	

96556278 CR 1S-4A-A-A-E-HQQE 50 Hz

Zadání

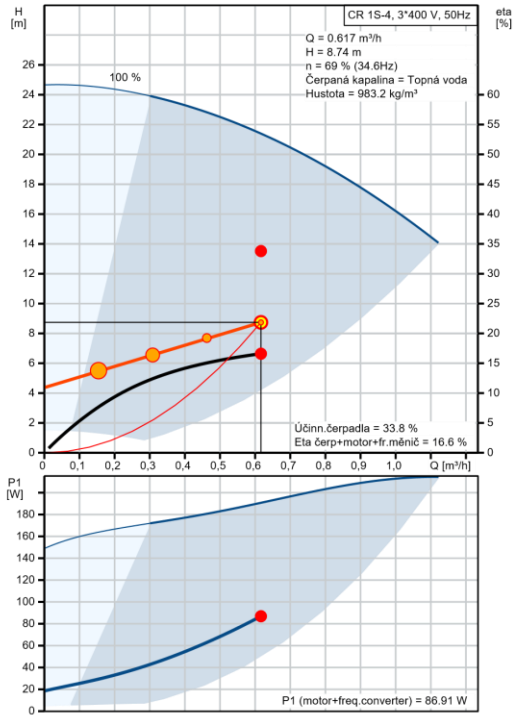
Obecný	
Aplikace	Vytápění
Oblast aplikace	Obytné budovy
Typ instalace	Hlavní oběhové čerpadlo
Průtok (Q)	0.617 m³/h
Dopravní výška (H)	8.74 m
BMS connectivity	Ne
Prefer fast delivery	Ne
Vaše požadavky	
Čerpaná kapalina	Topná voda
Min. teplota kapaliny	20 °C
Max. teplota kapaliny	60 °C
Teplota kapaliny při provozu	60 °C
Min. tlak na sání	1.5 bar
Dovolené poddimenzování průtoku	10 %
Způsob regulace	
	Dvoutrubkový systém / proměnný průtok
Způsob regulace	Řízení na proporcionální tlak
Pokles při nízkém průtoku	50 %
Třída krytí	IP20
Remote controlled by external controller	Ne
Změnit Zátěžový profil	
Topná sezóna	285 dny
Zátěžový profil	Standardní profil
Redukovaný noční provoz	Ne
Provozní podmínky	
Frekvence	50 Hz
Fáze	1 nebo 3
Min. hodnota pro spínání hvězda/trojúhelník	5.5 kW
Napětí	1 x 230 nebo 3 x 400 V
Okolní teplota	20 °C
Life cycle cost	
Include savings in heat energy	Ne
Nastavení seznamu nabízených čerpadel v Dimezování.	
Cena energie	0.15 €/kWh
Nárůst ceny el. energie	6 %
Výpočtové období	15 roky

Nahrát profil

	1	2	3	4	
Q	100	75	50	25	%
H	100	88	75	63	%
P1	0.087	0.063	0.044	0.029	kW
Eta celk.	16.6	15.1	12.4	7.7	%
Doba	410	1026	2394	3010	h/a
Spotřeba energie	36	65	104	88	kWh/Rok
Množství	1	1	1	1	

Výsledky dimenzování

Typ	CR 1S-4	
Množství	1	
Motor	0.37 kW	
Q	0.617	m³/h
H	8.74	m
Min.tlak sání	-0.66	bar (60 °C, proti atmosféře)
Příkon P1	0.087	kW
Výkon P2	0.043	kW
Eta čerp.	33.8	%
Eta motoru	57.4	%
Eta čerp+motor	16.6	% =Účinn. čerp.* motoru
Eta celk.	16.6	% =Účin.vztažená k prac.bodu
Spotřeba energie	293	kWh/Rok
Emise CO2	167	kg/Rok
Cena	Na vyžádání	
Náklady LCC	3373	EUR /15Roky



Vytištěno z Grundfos CAPS [2019.02.002] 1/1

4. Návrh čerpadla pro větev V2

Název společnosti:	VUT - FAST Brno
Vypracováno:	Jiří Hánl
Telefon:	
Datum:	26.04.2019

Projekt:	Návrh čerpadla pro větev V2	**Zákazník:**	
Reference č.:		**Číslo zákazníka:**	
		Kontakt:	

96556279 CR 1S-5A-A-A-E-HQQE 50 Hz

Zadání

Obecný

Aplikace	Vytápění
Oblast aplikace	Obytné budovy
Typ instalace	Hlavní oběhové čerpadlo
Průtok (Q)	0.597 m³/h
Dopravní výška (H)	10.72 m
BMS connectivity	Ne
Prefer fast delivery	Ne

Vaše požadavky

Čerpaná kapalina	Topná voda
Min. teplota kapaliny	20 °C
Max. teplota kapaliny	60 °C
Teplota kapaliny při provozu	60 °C
Min. tlak na sání	1.5 bar
Dovolené poddimenzování průtoku	10 %

Způsob regulace

	Dvoutrubkový systém / proměnný průtok
Způsob regulace	Řízení na proporcionální tlak
Pokles při nízkém průtoku	50 %
Třída krytí	IP20
Remote controlled by external controller	Ne

Změnit Zátěžový profil

Topná sezóna	285 dny
Zátěžový profil	Standardní profil
Redukovaný noční provoz	Ne

Provozní podmínky

Frekvence	50 Hz
Fáze	1 nebo 3
Min. hodnota pro spínání hvězda/trojúhelník	5.5 kW
Napětí	1 x 230 nebo 3 x 400 V
Okolní teplota	20 °C

Life cycle cost

Include savings in heat energy	Ne

Nastavení seznamu nabízených čerpadel v Dimezování.

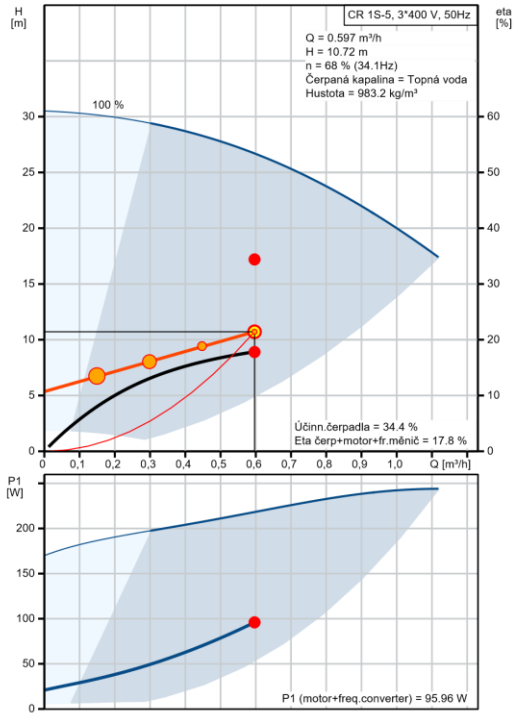
Cena energie	0.15 €/kWh
Nárůst ceny el. energie	6 %
Výpočtové období	15 roky

Nahrát profil

	1	2	3	4	
Q	100	75	50	25	%
H	100	88	75	63	%
P1	0.096	0.07	0.049	0.033	kW
Eta celk.	17.8	16.0	13.1	8.0	%
Doba	410	1026	2394	3010	h/a
Spotřeba energie	39	72	118	101	kWh/Rok
Množství	1	1	1	1	

Výsledky dimenzování

Typ	CR 1S-5	
Množství	1	
Motor	0.37 kW	
Q	0.597	m³/h
H	10.72	m
Min.tlak sání	-0.67	bar (60 °C, proti atmosféře)
Příkon P1	0.096	kW
Výkon P2	0.05	kW
Eta čerp.	34.4	%
Eta motoru	59.8	%
Eta čerp+motor	17.8	% =Účinn. čerp.* motoru
Eta celk.	17.8	% =Účin.vztažená k prac.bodu
Spotřeba energie	329	kWh/Rok
Emise CO2	188	kg/Rok
Cena	Na vyžádání	
Náklady LCC	3537	EUR /15Roky



Vytištěno z Grundfos CAPS [2019.02.002] 1/1

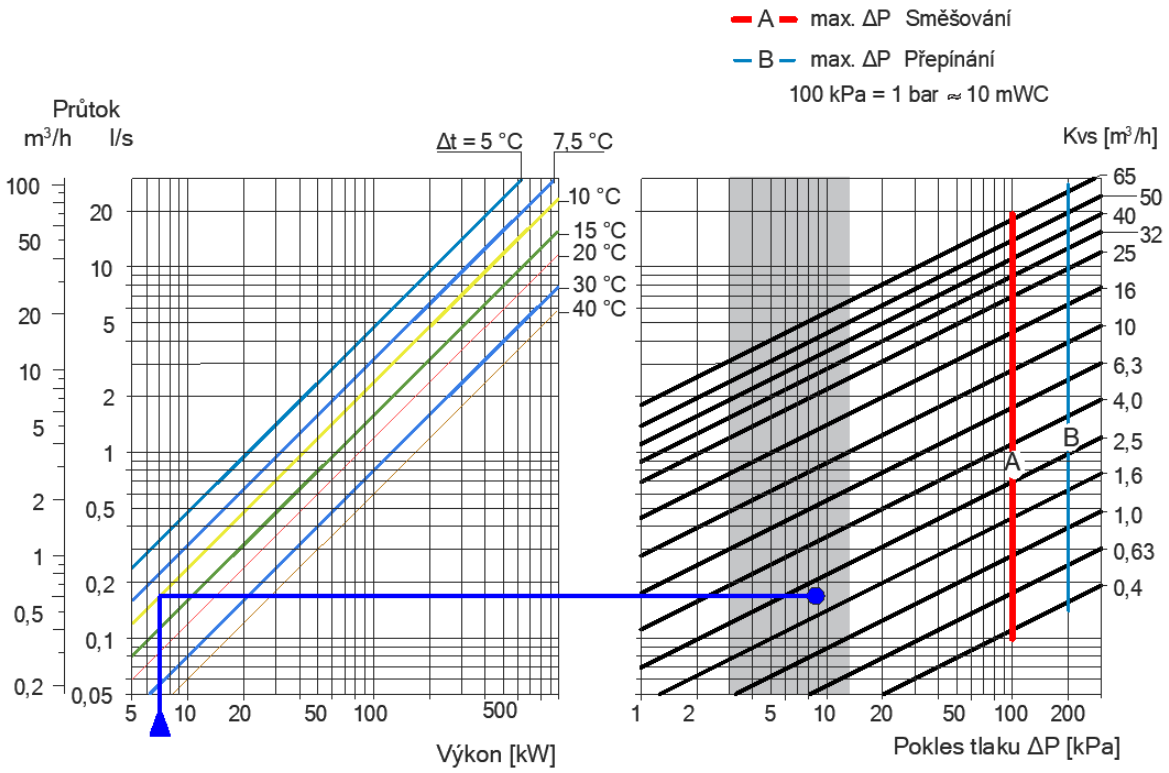
B.10 Návrh směšovacích ventilů

1. Návrh směšovacího ventilu pro okruh V1

Výkon: Q = 7,096 kW

Objemový průtok: $M = \frac{Q}{1{,}163 \,.\Delta t \,.\rho} = \frac{7\,096}{1{,}163\,.\,10\,.\,988} = 0{,}617\ m^3/h$

Tlaková ztráta: Δp_{DIS} = 8,740 kPa



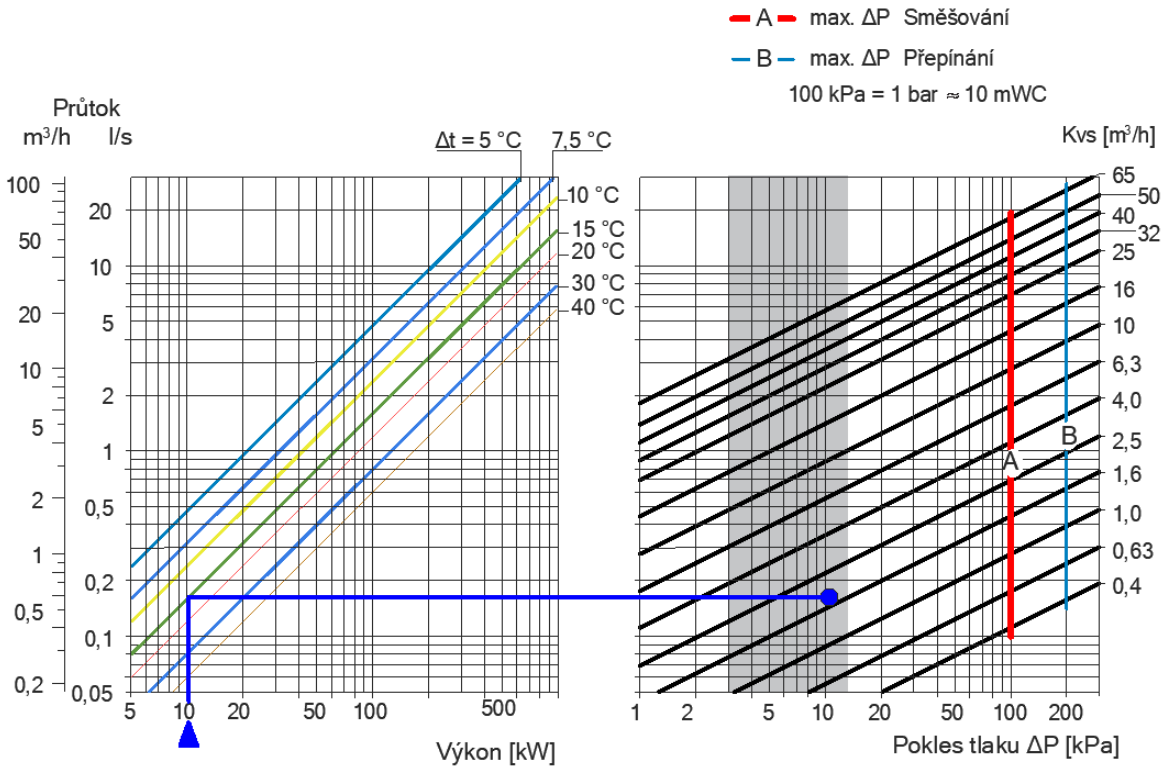
Návrh: Třícestný směšovací ventil ESBE VRG131, DN 15, K_{VS} = 1,6 m^3/h doplněny regulátorem ESBE CRB122.

2. Návrh směšovacího ventilu pro okruh V2

Výkon: Q = 10,271 kW

Objemový průtok: $M = \frac{Q}{1{,}163 \,.\Delta t \,.\rho} = \frac{10271}{1{,}163 \,.\, 15 \,.\, 988} = 0{,}597 \; m^3/h$

Tlaková ztráta: Δp_{DIS} = 10,723 kPa



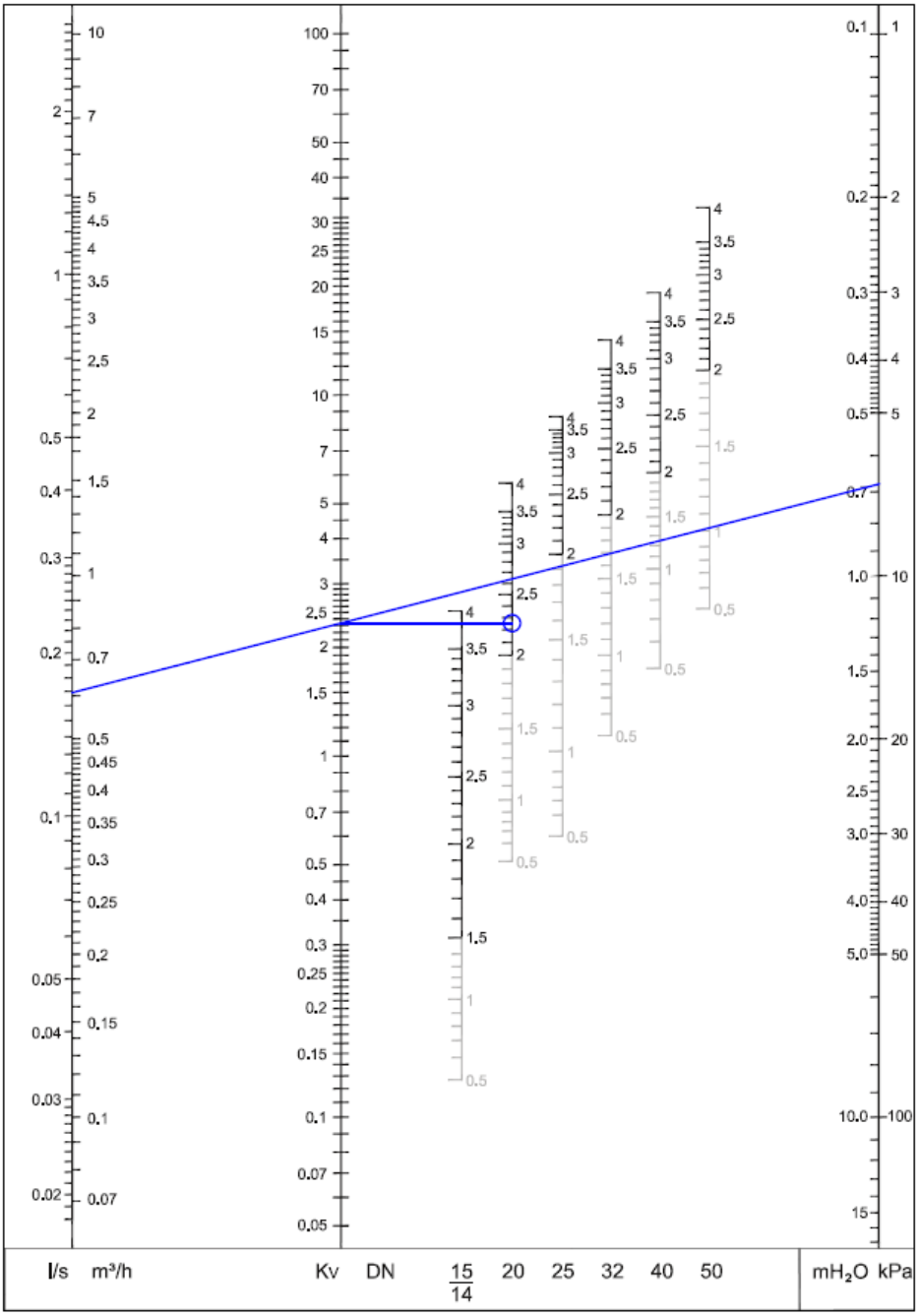
Návrh: Třícestný směšovací ventil ESBE VRG131, DN 15, K_{VS} = 1,6 m^3/h doplněny regulátorem ESBE CRB122.

B.11 Návrh regulačního ventilu pro okruh přípravy TUV

Objemový průtok: $V = \frac{Q}{1{,}163 \,.\Delta t \,.\rho} = \frac{10500}{1{,}163 \,.\, 15 \,.\, 988} = 0{,}609\ m^3/h = \ 609\ l/h$

Tlaková ztráta: Δp_{DIS} = 6,759 kPa

Průtok armaturou: $K_V = 0{,}01 \,.\frac{V}{\sqrt{\Delta p_{DIS}}} = 0{,}01 \,.\frac{609}{\sqrt{6{,}759}} = 2{,}34$ m^3/h → K_{VS} = 2,8 m^3/h



Návrh: Vyvažovací ventil STAD-C DN20, K_{VS} = 2,8 m^3/h při 2,5 otáčkách.

B.12 Návrh a posouzení tepelných izolací

Návrh tloušťky tepelné izolace byl proveden pomocí výpočtového nástroje na www.tzb-info.cz.

Je požita tepelná izolace ROCKWOOL PIPO.

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 25

Tloušťka s_{iz} = 25 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 15x1

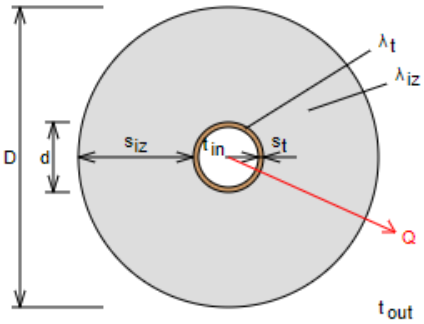
Průměr d = 15 mm

Tloušťka stěny s_t = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t= 372 W / m K

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kašírovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C



$D = d + 2\, s_{iz}$ = 65 mm

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	50	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m^2 K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007}$ = 0.15 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_o = 0.146 ≤ 0.15 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 22.1 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 14.1 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 4.4 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	69 %
Střední spotřeba izolace	0.1257 m^2 - platí pro plošnou izolaci

1. **Tabulka použitých izolací:**

Potrubí		Izolace		
Materiál	Rozměry	Typ	Tloušťka	Množství
Měď	15x1	Rockwool pipo	25 mm	477,594 m
Měď	18x1	Rockwool pipo	30 mm	20,68 m
Měď	22x1	Rockwool pipo	40 mm	38,4 m

2. **Izolace pro potrubí vedené v podlaze:**

Pro potrubí vedené v podlaze v prvním nadzemním podlaží je navržena technická izolace THERMAFLEX FRZ 13 mm. Ve druhém a ve třetím nadzemním podlaží je navržená THERMAFLEX FRZ 9 mm.

B.13 Návrh zabezpečovacího zařízení

B.13.1 Expanzní nádoba – pro okruh vytápění

Návrh dle ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

Výška otopné soustavy:	h = 6,8 m
Objem vody v otopné soustavě:	$V_o = V_p + V_{OT} + V_{OTK} + V_{OTŽ} + V_K$ [m^3]
Objem potrubí:	V_p = 3 l/kW
Objem otopných těles:	V_{OT} = 10 l/kW
	V_{OTK} = 0,22 l/bm
	$V_{OTŽ}$ = 8 l/kW
Objem kotle:	V_K = 8 l/kW

V = 3 . 17,367 + 10 . 13,102 + 0,22 * (2,4 . 3 + 2 . 2) + 8 . 1,229 + 8 . 26 = 403,417 l =
= 0,403 m^3

Maximální teplota otopné vody: t_m = 50 °C

Manometrická rovina: h_{MR} = 1,5 m

Výpočet:

Nejnižší dovolený provozní přetlak: $p_{ddov} \geq 1{,}1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_Z$ [kPa]

$P_{ddov} \geq 1{,}1 \cdot 6{,}8 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 10^{-3} + 0$

$P_{ddov} \geq 73{,}38$ kPa → volím 80 kPa = p_d

Minimální konstrukční přetlak prvku: p_k = 300 kPa

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy: $p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3})$ [kPa]

$p_{hdov} \leq 300 - (1{,}5 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 10^{-3})$

$p_{hdov} \leq 285{,}3$ kPa → 250 kPa = p_{hp}

Expanzní objem:

$V_e = 1{,}3 \cdot V_o \cdot n = 1{,}3 \cdot 0{,}403 \cdot 0{,}0175 = 0{,}0092$ m^3

n – koeficient tepelné roztažnosti, pro t_m = 50 je n = 0,0175

Předběžný objem EN s membránou:

$$V_{ep} = \frac{V_e\ (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0{,}0092\ .\ (250 + 100)}{(250 - 80)} = 0{,}0189\ m^3$$

P_{hp} – předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

P_d – nejnižší provozní přetlak [kPa]

Průměr expanzního potrubí:

$d_p = 10 + 0{,}6\ .\ Q_p^{0,5} = 10 + 0{,}6 * 26^{0,5} = 13{,}1$ mm → 18x1

Tlaková EN o objemu 8l je součástí kotle Vitodens 100-W, takže musíme doplnit ještě EN o objemu minimálně 11 l.

Návrh: Regulus expanzní nádoba HS012, objem EN 12l, připojení DN20

B.13.2 Pojistný ventil – pro okruh vytápění

Jmenovitý výkon kotel: $Q_p = 26$ kW

Otevírací (provozní) přetlak: $p_{hp} = 250$ kPa

Zaručený výtokový součinitel: $\alpha_w = 0{,}444$

Výpočet:

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v\ .\ K} = \frac{26}{0{,}444\ .\ 1{,}12} = 52{,}28\ mm^2$$

K – konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku p_{hp} [kW/mm^2], při p_{hp} = 250 kPa je K = 1,12

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2\ .\ (\frac{A_0}{\pi})^{0,5} = 2\ .\ (\frac{52{,}28}{\pi})^{0,5} = 8{,}159\ mm$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu:

$d_0 = a\ .\ d_i = 1{,}58\ .\ 8{,}159 = 12{,}891$ mm

a – součinitel zvětšení sedla – pro výtokový součinitel $\alpha_w = 0{,}444$ je a = 1,58

Profil (vnitřní průměr) pojistného potrubí:

$d_p = 15 + 1{,}4 \,.\, Q_p^{0,5} = 15 + 1{,}4 \,.\, 26^{0,5} = 22{,}14$ mm → 28x1,5

Návrh pojistného ventilu: Regulus pojistný ventil G ¾´´ FF, nastavený na otevírací přetlak 250 kPa a připojení DN20

B.13.3 Expanzní nádoba – pro okruh výroby TUV

Návrh dle ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

Výška otopné soustavy:	h = 1 m
Objem vody v otopné soustavě:	$V_o = V_p + V_K + V_Z$ [m^3]
Objem potrubí:	V_p = 3 l/kW
Objem kotle:	V_K = 8 l/kW
Objem zásobníku:	V_Z = 100 l

$V = 3 \,.\, 10{,}5 + 8 \,.\, 10{,}5 + 10 = 125{,}5$ l = 0,1255 m^3

Maximální teplota otopné vody:	t_m = 75 °C
Manometrická rovina:	h_{MR} = 1,5 m
Jmenovitý výkon kotle:	Q_K = 10,5 kW

Výpočet:

Nejnižší dovolený provozní přetlak: $p_{ddov} \geq 1{,}1 \,.\, h \,.\, \rho \,.\, g \,.\, 10^{-3} + \Delta p_Z$ [kPa]

$P_{ddov} \geq 1{,}1 \,.\, 1 \,.\, 1000 \,.\, 9{,}81 \,.\, 10^{-3} + 0$

$P_{ddov} \geq 10{,}8$ kPa → volím 80 kPa = p_d

Minimální konstrukční přetlak prvku: p_k = 300 kPa

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy: $p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \,.\, \rho \,.\, g \,.\, 10^{-3})$ [kPa]

$p_{hdov} \leq 300 - (1{,}5 \,.\, 1000 \,.\, 9{,}81 \,.\, 10^{-3})$

$p_{hdov} \leq 285{,}3$ kPa → 250 kPa = p_{hp}

Expanzní objem:

$V_e = 1{,}3 \,.\, V_o \,.\, n = 1{,}3 \,.\, 0{,}1255 \,.\, 0{,}03225 = 0{,}00526$ m^3

n – koeficient tepelné roztažnosti, pro t_m = 75 je n = 0,03225

Předběžný objem EN s membránou:

$V_{ep} = V_e \,.\, (p_{hp} + 100) / (p_{hp} - p_d) = 0{,}00526 \,.\, (250 + 100) / (250 - 80) = 0{,}00928\ m^3$

P_{hp} – předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

P_d – nejnižší provozní přetlak [kPa]

Průměr expanzního potrubí:

$d_p = 10 + 0{,}6 \,.\, Q_p^{0,5} = 10 + 0{,}6 * 10{,}5^{0,5} = 11{,}9$ mm → navrženo potrubí 15x1

Návrh: tlaková EN o objemu 10l je součástí kotle Vitopens 100-W, tím není třeba instalovat další EN

B.13.4 Pojistný ventil – pro okruh výroby TUV

Jmenovitý výkon kotel: $Q_p = 10{,}5$ kW

Otevírací (provozní) přetlak: $p_{hp} = 250$ kPa

Zaručený výtokový součinitel $\alpha_w = 0{,}444$

Výpočet:

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \,.\, K} = \frac{10{,}5}{0{,}444 \,.\, 1{,}12} = 21{,}31\ mm^2$$

K – konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku p_{hp} [kW/mm^2], při p_{hp} = 250 kPa je K = 1,12

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \,.\, (\frac{A_0}{\pi})^{0,5} = 2 \,.\, (\frac{21{,}31}{\pi})^{0,5} = 5{,}21\ mm$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu:

$d_0 = a \,.\, d_i = 1{,}58 \,.\, 5{,}21 = 8{,}23$ mm

a – součinitel zvětšení sedla – pro výtokový součinitel $\alpha_w = 0{,}444$ je a = 1,58

Profil (vnitřní průměr) pojistného potrubí:

$d_p = 15 + 1{,}4 \,.\, Q_p^{0,5} = 15 + 1{,}4 \,.\, 10{,}5^{0,5} = 19{,}54$ mm → 22x1

Návrh pojistného ventilu: Regulus pojistný ventil G ½´´ F/F, nastavený na otevírací přetlak 250 kPa a připojení DN 15

B.14 Vybavení technické místnosti

B.14.1 Návrh rozdělovače a sběrače

Instalovaný výkon těles: Q_Z = 17,37 kW

Objemový průtok: V = 1,013 m^3/h

Návrh kombinovaného rozdělovače + sběrače: Regulus R+S HV 60/125

Technické údaje R+S:

Max. pracovní teplota: 90 °C

Max. tlak: 6 bar

Izolace: EPS

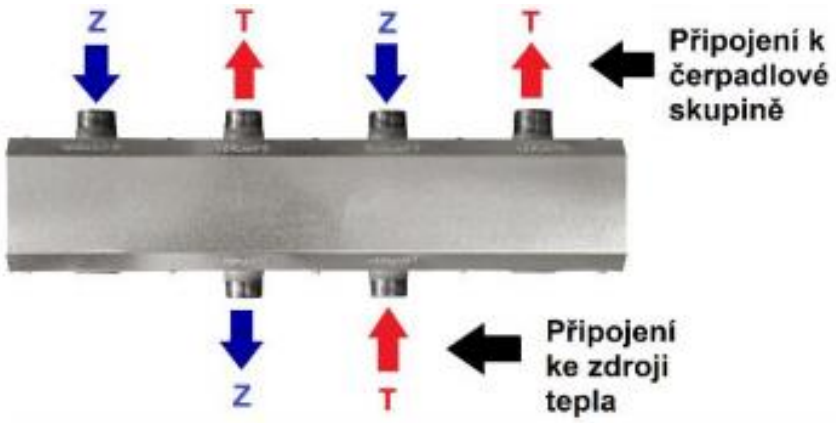
Osová vzdálenost trubek: 125 mm

Max. průtok: 2 m^3/h

Osová vzdálenost připojení ze strany kotle: 125 mm

Délka: 508 mm

Připojení zdroje tepla: DN25



obr. 64 - Rozdělovač/sběrač

B.14.2 Návrh HDTV

Instalovaný výkon těles: Q_Z = 17,37 kW

Objemový průtok: V = 1,013 m^3/h

Návrh HVDT: Regulus HVDT HW 60/125

Technické údaje HVDT:

Max. pracovní teplota: 90 °C

Max. tlak: 6 bar

Izolace: EPS

Osová vzdálenost trubek pro připojení k rozdělovači: 125 mm

Osová vzdálenost trubek pro připojení ke kotli: 250 mm

Max. průtok: 2 m^3/h

Připojení zdroje tepla: DN25

obr. 65 - Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

B.14.3 Měřič tepla

1. **Pro okruh V1 – měřič nainstalujeme v TM**

Návrh: Měřič tepla ENGELMANN SensoStar 2U

Technické údaje měřiče:

Jmenovitý průtok:	q_p = 1500 l/h
Minimální průtok:	q_i = 15 l/h
Maximální průtok:	q_s = 3000 l/h
Tlaková ztráta při q_p a q_s:	0,21/0,87 bar
Teplotní rozsah:	t = 15-90 °C
Jmenovitý tlak:	PN = 16 bar
Počet:	1 ks

obr. 66 - Měřič tepla

2. **Pro okruh V2 – měřič nainstalujeme před každý byt + Na okruh pro přípravu teplé vody**

Návrh: Měřič tepla ENGELMANN SensoStar 2U

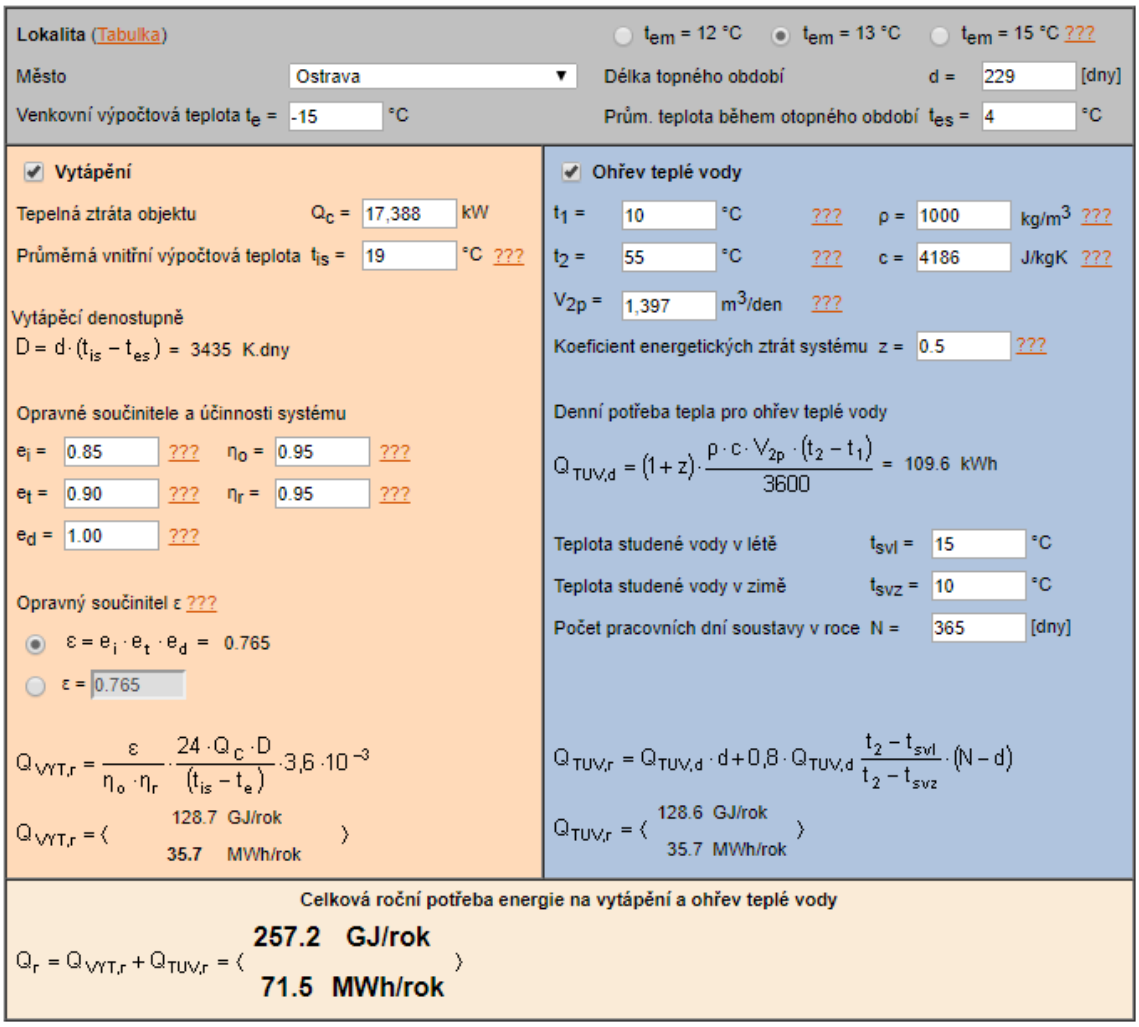
Technické údaje měřiče:

Jmenovitý průtok:	q_p = 600 l/h
Minimální průtok:	q_i = 12 l/h
Maximální průtok:	q_s = 1200 l/h
Tlaková ztráta při q_p a q_s:	0,03/0,15 bar
Teplotní rozsah:	t = 15-90 °C
Jmenovitý tlak:	PN = 16 bar
Počet:	5 ks

B.15 Roční potřeba tepla a paliva

Výpočet je prováděný podle denostupňové metody.

Návrh roční potřeby tepla byl proveden pomocí výpočtového nástroje na www.tzb-info.cz.



Lokalita (Tabulka) — t_{em} = 12 °C; t_{em} = 13 °C; t_{em} = 15 °C ???

Město: Ostrava — Délka topného období d = 229 [dny]

Venkovní výpočtová teplota t_e = -15 °C — Prům. teplota během otopného období t_{es} = 4 °C

Vytápění

Tepelná ztráta objektu Q_c = 17,388 kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota t_{is} = 19 °C ???

Vytápěcí denostupně

$D = d \cdot (t_{is} - t_{es})$ = 3435 K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

e_i = 0.85 ??? η_o = 0.95 ???

e_t = 0.90 ??? η_r = 0.95 ???

e_d = 1.00 ???

Opravný součinitel ε ???

$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d$ = 0.765

ε = 0.765

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3{,}6 \cdot 10^{-3}$$

$Q_{VYT,r}$ = ⟨ 128.7 GJ/rok; 35.7 MWh/rok ⟩

Ohřev teplé vody

t_1 = 10 °C ??? ρ = 1000 kg/m³ ???

t_2 = 55 °C ??? c = 4186 J/kgK ???

V_{2p} = 1,397 m³/den ???

Koeficient energetických ztrát systému z = 0.5 ???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 109.6 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě t_{svl} = 15 °C

Teplota studené vody v zimě t_{svz} = 10 °C

Počet pracovních dní soustavy v roce N = 365 [dny]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0{,}8 \cdot Q_{TUV,d} \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$Q_{TUV,r}$ = ⟨ 128.6 GJ/rok; 35.7 MWh/rok ⟩

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r}$ = ⟨ **257.2 GJ/rok**; **71.5 MWh/rok** ⟩

1. **Vytápění – spotřeba energie**

$$E_{VYT,r} = \frac{Q_{VYT,r}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distribuce}} = \frac{35{,}7}{0{,}98 \,.\, 0{,}95} = 38{,}35\ MWh$$

η_{zdroj} – účinnost kondenzačního kotle Vitodens 100-W je 98%

$\eta_{distribuce}$ - účinnost distribuce závisí na tepelné izolaci rozvodu a regulaci soustavy 95%

2. **Ohřev teplé vody – spotřeba energie**

$$E_{TUV,r} = \frac{Q_{TUV,r}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distribuce}} = \frac{35{,}7}{0{,}84 \,.\, 0{,}5} = 85\ MWh$$

η_{zdroj} – účinnost kotle Vitopend 100-W je 84%

$\eta_{distribuce}$ - účinnost systému distribuce 40% ~ 60%

3. **Roční spotřeba paliva**

$$E = 3600 \,.\, \frac{E}{H} = 3600 \,.\, \frac{(E_{VYT,r} + E_{TUV,r})}{H} = 3600 \,.\, \frac{(38{,}35 + 85).\, 10^6}{35 \,.\, 10^6} = 12\ 687\ m^3/rok$$

H – výhřevnost zemního plynu 35 MJ/m^3

C. Projekt

C.1 Technická zpráva

C.1.1 Úvod

Projektová dokumentace řeší vytápění a přípravu teplé vody v novostavbě bytového domu s kavárnou. Jedná se o třípodlažní objekt. V prvním nadzemním podlaží se nachází kavárna s WC zvlášť pro hosty a zvlášť pro zaměstnance. Zaměstnanci mají k dispozici navíc také sprchu a šatnu. Dále se tu nachází přípravna jídla, sklad a technická místnost. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nachází vždy dva byty. Obvodová konstrukce je z keramických tvárnic Porotherm 50 T Profi. Stropy jsou z panelu Spiroll. Na objektu je plochá střecha.

C.1.2 Podklady

Pro zpracování projektu byla použita výkresová dokumentace a technické listy výrobců pro jednotlivá zařízení.

Jako podklady k návrhu byly použity normy:

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 73 05040 – Tepelná ochrana budov

ČSN 01 3452 – Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení

ČSN 060320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

ČSN EN 12831 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 12828 - Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav

ČSN 73 4201 - Komíny a kouřovody

TNI 730331 – Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

C.1.3 Potřeba tepla

Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN 12831 pro venkovní teplotu -15 °C.

Obálka budovy spadá do klasifikační třídy B – úsporná. Podrobný výpočet viz. kapitola B.3 Energetický štítek obálky budovy.

Tepelná ztráta objektu – 17,388 kW
Výkon otopných těles – 17,367 kW
Roční spotřeba tepla pro vytápění – 38,35 MWh/rok
Roční spotřeba tepla pro ohřev vody – 85 MWh/rok
Roční spotřeba paliva (zemního plynu) – 12 687 m^3/rok

C.1.4 Zdroj tepla pro vytápění

Objekt bude vytápěn kondenzačním nástěnným plynovým kotlem Viessmann Vitodens 100-W o jmenovitém výkonu 26 kW. Palivem kotle bude zemní plyn. Regulace kotle je zajištěna plynulou lineární modulací v rozsahu 4,4 – 26 kW. Kotel obsahuje oběhové čerpadlo, expanzní nádobu o objemu 8 l, která je doplněna ještě o další expanzní nádobu o objemu 12 l. Dále je ke kotli navržen pojistný ventil. Topná voda je z kotle vedena přes HVDT o max. průtoku 2 m^3/h do R+S o max. průtoku 2 m^3/h. Z rozdělovače jdou dvě topné větve. Topná větev V1 je vedena do prvního nadzemního podlaží do kavárny a topná větev V2 je vedena do obou nadzemních podlaží. Kotel se nachází v technické místnosti č.m.121.

C.1.5 Odvod spalin

Návrh a montáž komínového systému provede firma Schiedel. Dále musí být splněny požadavky výrobce. Odkouření kotlů bude navrhnuto dle ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody. Před zapojením kotlů budou komínové průduchy revidovány.

C.1.6 Zdroj tepla pro TUV

Teplotní spád u zdroje tepla pro ohřev teplé užitkové vody je nastavený na 75/60 °C a okruh je vyvážen vyvažovacím ventilem STAD-C.

C.1.7 Ohřev TUV

Ohřev teplé užitkové vody je zajištěný smíšeným ohřevem. Je navržen zásobník Viessmann Vitocell 100-V o objemu 300 l, který pokryje hodinovou špičku. Zásobník bude napojen na nízkoteplotní zdroj tepla Viessmann Vitopend 100-W.

C.1.8 Zabezpečovací zařízení

Kotel pro vytápění má integrovanou membránovou tlakovou expanzní nádobu o objemu 8 l, která je doplněna druhou expanzní nádobou o objemu 12 l a pojišťovacím ventilem Regulus o otevíracím přetlaku 0,25 MPa.

Kotel pro ohřev vody má integrovanou membránovou tlakovou expanzní nádobu o objemu 8 l a je doplněn pojišťovacím ventilem Regulus o otevíracím přetlaku 0,25 MPa.

C.1.9 Otopná soustava

Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková s nuceným oběhem vody. Objekt je rozdělený do dvou větví. Primární okruh (mezi kotlem a R+S) má teplotní spád 50/35 °C. Sekundární okruh první větve má teplotní spád 50/40 °C a na okruhu druhé větve je 50/35 °C. Všechny potrubní rozvody jsou z měděných polotvrdých trubek. Měděné trubky jsou spojovány pájením. Na potrubí je navržena tepelná izolace. Rozvody jsou vedeny v tepelné izolaci podlahy a stoupací potrubí je vedeno v předstěně na schodišti. Kompenzace je vyřešena trasou soustavy. Sklon potrubí v podhledu a v technické místnosti je 3 %.

C.1.10 Otopné plochy

V objektu jsou navržena desková tělesa Korado VK, trubková koupelnová tělesa Koralux Linear Comfort – M a podlahové konvektory Koraflex FV. Otopná tělesa VK budou připojena rohovým H-šroubením ze stěny. Tělesa budou upevněna na zeď pomocí upevňovací konzole, kterou dodá výrobce.

C.1.11 Regulace

Topná voda se bude regulovat na obou otopných větvích ekvitermně. Ekvitermní regulace závisí na venkovní teplotě.

Na otopná tělesa jsou umístěny termostatické hlavice, vždy kromě jedné místnosti v bytě. Do místnosti, kde nebude termostatická hlavice, bude umístěno teplotní čidlo s týdenním programem. Teplotní čidlo bude umístěno na stěnu na místo bez průvanu. Desková tělesa budou přednastavením na ventilové vložce. Ventilová vložka bude osazena v tělese. Podlahové konvektory budou osazeny termostatickými ventily pro přednastavení otáček a osazeny regulační hlavicí.

Teplotní spád u zdroje tepla pro ohřev teplé užitkové vody je nastavený na 75/60 °C a okruh je vyvážen vyvažovacím ventilem STAD-C.

C.1.12 Armatury

Na armaturách jsou použity závitové spoje.

Kulový kohout, filtr, pojišťovací ventil a vypouštěcí ventil je od firmy Regulus. Směšovací ventil je od firmy ESBE, vyvažovací ventil STAD-C, zpětná klapka Valvex, Ball ventil od IVAR.CS a automatický odvzdušňovací ventil Giacomini.

C.1.13 Oběhová čerpadla

Oběhové čerpadlo Grundfos CR 1S – 4 zajišťuje nucený oběh vody pro sekundární okruh V1 a pro okruh V2 je navrženo oběhové čerpadlo Grundfos CR 1S – 5.

C.1.14 Měření spotřeby tepla

Spotřeba tepla na okruhu V2 bude měřena elektrickým přístrojem ENGELMANN SensoStar 2U. Spotřeba tepla bude měřena pro každý byt zvlášť. Měřič bude umístěn na chodbě v předstěně. Pro topný okruh V1 bude měřič umístěn nad R+S.

C.1.15 Zkoušky

Zkoušky se provádí dle ČSN 06 0310. Před začátkem zkoušky a uvedením do provozu musíme zařízení propláchnout. Máme dva druhy zkoušek. Zkouška těsnosti a zkouška provozní, do které patří dilatační a topná zkouška.

1. **Zkouška těsnosti**

Provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací. Zkouška se provádí na nejvyšší dovolený přetlak, který je určený v projektu. Soustavu naplníme vodou, odvzdušníme ji a celou soustavu prohlédneme, a přitom se nesmí objevovat netěsnosti. Soustavu necháme napuštěnou nejméně 6 hodin a poté znovu zkontrolujeme. Za úspěšnou zkoušku se bere ta, při které se neobjeví netěsnosti nebo viditelný pokles hladiny v expanzní nádobě. O provedené zkoušce musí být vydán protokol.

2. **Dilatační zkouška**

Provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací. Voda se ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté proces zopakujeme. Pokud zjistíme při prohlídce netěsnosti nebo jiné závady, tak po opravení těchto závad musíme zkoušku opakovat. Zkouška se může provádět v jakékoli ročním období. O provedené zkoušce musí být vydán protokol.

3. Topná zkouška

Zkouška se provádí za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Při zkoušce se kontroluje hlavně: funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, správná funkce zabezpečovacích zařízení, nejvyšší výkon zdrojů tepla a správná funkce regulačních a měřících zařízení. Zkouška musí trvat nejméně 24 hodin.

C.1.16 Požadavky na ostatní profese

1. Elektroinstalace

Napojení plynových kotlů, napojení zařízení v technické místnosti a napojení jednotlivých komponentů (měřič tepla, regulace, teplotní čidla).

2. Stavební práce

Je nutné zajistit prostupy konstrukcemi a zhotovení drážek pro rozvody. Po instalaci rozvodu pod stropem je nutné udělat podhledy, po instalaci rozvodu do tepelné izolace v podlaze je možné dodělat podlahu. Po dokončení rozvodů je nutná oprava prostupu a drážek v konstrukcích.

3. Požadavky na rozvod zdravotechniky

V technické místnosti bude umístěna podlahová vpusť se zápachovou uzávěrkou. Pojišťovací ventily budou napojeny do kanalizace.

4. Požadavky na měření a regulace

Osazení, zapojení a zprovoznění systému MaR.

C.1.17 Závěr

Jakákoli provedená změna oproti projektu musí být konzultována s projektantem.

D. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout vhodný systém vytápění a přípravy teplé vody v novostavbě bytového domu, který je situován ve městě Hlučín na území Moravskoslezského kraje. Dům je zděný s plochou střechou. Má tři nadzemní podlaží. V prvním nadzemním podlaží se nachází kavárna a zbylá dvě patra jsou obytná.

Do objektu jsem navrhl dva zdroje tepla, první pro vytápění bytového domu a druhý pro výrobu teplé užitkové vody. Zdrojem tepla pro vytápění je kondenzační nástěnný plynový kotel a zdrojem tepla pro přípravu teplé vody je nízkoteplotní nástěnný plynový kotel.

Ohřev vody jsem navrhl jako smíšený a pro zajištění krátkodobé odběrové špičky je navržený zásobník tepla Viessmann Vitocell 100-V o objemu 300 l.

Za otopné plochy jsem zvolil desková tělesa Korado Radik VK, trubková koupelnová tělesa Koralux Linear Comfort – M a v prvním nadzemním podlaží se nacházejí i podlahové konvektory Koraflex FV.

V teoretické části jsem řešil použitelnost a konstrukční řešení armatur.

E. Seznam použitých zdrojů

Knižní a elektronické zdroje

[1] Centrum odborné přípravy technické Kroměříž, Armatury, 2008, [online], https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=27471&revision=-1&instance=2

[2] POČINKOVÁ, Marcela; TREUOVÁ, Lea. Vytápění. 4. aktualizované vydání. Brno: ERA, 2008, ISBN 978-80-7366-116-8.

[3] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, ISBN 80-86176-82-7.

[4] Armatury/měřící technika, Základní charakteristiky armatur, [online]

[5] PETRÁŠ, Dušan a kol. Vytápění rodinných a bytových domů. Bratislava: JAGA group, 2005, ISBN 80-8076-020-9.

[6] MAREŠ, Luděk, Teplota a její měření, 2006, [online], https://vytapeni.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/3115-teplota-a-jeji-mereni

[7] POČINKOVÁ, Marcela; Otopné plochy (pokračování) – Armatury a materiály potrubních rozvodů [přednáška]. Brno.

[8] MAFLEX, Odvaděče kondenzátu [přednáška], https://www.maflex.cz/frontend/files/cms/odvadece.pdf

[9] IVAR.CZ, Technický list, Kulový uzávěr vody s filtrem – filtr ball, [online] https://www.ivarcs.cz/storage/File/30001-32000/30708-file-CSTL-IVAR.51F.pdf

[10] EUROFLUID, Pojistné, přepouštěcí, sledu f, [online] https://www.eurofluid.cz/k299-hydraulicke-ventily-pojistne-prepousteci-sledu-f

[11] BAŠTA, Jiří. Regulace v technice prostředí staveb. Praha: ČVUT, 2014, ISBN 978-80-01-05455-0.

[12] BAJGAR, Miloš, 2017, Jsou ještě vyvažovací ventily potřebné, [online] https://vytapeni.tzb-info.cz/15388-jsou-jeste-vyvazovaci-ventily-potrebne

[13] JAUSCHOWT, Rudolf; Srdce teplovodního topení – hydraulika [online]. Vídeň: Herz armaturen Ges.m.b.H, 2004, ISBN 3-.

[14] HERZ, Profesionální vyvažování, Vídeň, akt. vydání 2018. https://www.herz.cz/data/article/images/109/herz_profesionalni_vyvazovani_cz.pdf

[15] SLOVARM, Ventil přímý K-83T DN20 3/4", [online], https://triker.cz/p-166004110890/Ventil-primy-k-83t-dn20-3-4/

[16] SLOVARM, Ventil šikmý K-5083 DN15 1/2", [online], https://triker.cz/p-166004120250/Ventil-sikmy-k-5083-dn15-1-2/

[17] MORAVIASYSTEMS, Šoupátko třmenové S30, [online], https://www.moraviasystems.cz/cz/soupatko-trmenove-s30-d18781/

[18] MORAVIASYSTEMS, Šoupátko víkové S15, [online], https://www.moraviasystems.cz/cz/soupatko-vikove-s15-d18780/

[19] MORAVIASYSTEMS, Kulový kohout dvoudílný, závitový s plným průtokem, [online], https://www.moraviasystems.cz/cz/kulovy-kohout-dvoudilny-zavitovy-s-plnym-prutokem-d18746/

[20] KLAD ARMATURY, Kulový kohout – těsnění kov-kov, koule plovoucí K 85.3, C 85.3, [online], https://klad.cz/produkt/kulovy-ventil-tesneni-kov-kov-koule-plovouci-k85-3-c85-3-2/

[21] FEBE ARMATURY, Klapka uzavírací mezipřírubová centriká – L32.5 Wafer, [online], http://www.febearmatury.cz/files/produkty-PDF/klapky/uzaviraci/L32.5_DN_40-600_PN10_16_klapka_uzaviraci_meziprirubova_FEBE.pdf

[22] ATJ SPECIAL.SRO, Bezpřírubová uzavírací klapka, [online], http://www.atj.cz/klapky-ostatni-bezprirubova-uzaviraci-klapka

[23] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, s.1040, ISBN 80-86176-82-7.

[24] ARMATURY GROUP, Uzavírací klapka s jednou excentricitou L32.6, [online], https://www.armaturygroup.cz/data/files/5af87d561ffcc67d3122dba3e9c1c75c_L32.6_CZ.pdf

[25] ARMATURY GROUP, Řez uzavírací klapkou s dvojitou excentricitou L32.7, [online], https://www.armaturygroup.cz/data/files/69b1a670171ec5c6ecdcdad432fdc075_L32.7_CZ.pdf

[26] ARMATURY GROUP, Uzavírací klapka s dvojitou excentricitou L32.7, [online], https://www.armaturygroup.cz/data/files/69b1a670171ec5c6ecdcdad432fdc075_L32.7_CZ.pdf

[27] HERZ – profesionální vyvažování, Regulační ventil, [online], https://www.herz.cz/data/article/images/109/herz_profesionalni_vyvazovani_cz.pdf

[28] HERZ – profesionální vyvažování, Regulátor diferenčního tlaku, [online], https://www.herz.cz/data/article/images/109/herz_profesionalni_vyvazovani_cz.pdf

[29] HERZ - Regulátor tlakovej diferencie , [online], https://www.herz-sk.sk/public/media/15666/tp740074007f4207rtd2.pdf

[30] HERZ, Přepouštěcí ventil, přímý DN 15, 10-2000 l/h, 1400431, [online], https://www.zbozi.cz/vyrobek/herz-prepousteci-ventil-primy-dn-15-10-2000-l-h-1400431/

[31] HERZ, Přepouštěcí ventil, rohový DN 15, 10-2000 l/h, 1400441, [online], https://www.zbozi.cz/vyrobek/herz-prepousteci-ventil-rohovy-dn-15-10-2000-l-h-1400441/

[32] ESBE, Trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 131 20-4, [online], https://www.bola.cz/trojcestny-smesovaci-ventil-esbe-vrg-131-20-4

[33] ESBE, Čtyřcestný směšovací ventil ESBE VRG 141 25-10, [online], https://www.bola.cz/ctyrcestny-smesovaci-ventil-esbe-vrg-141-25-10

[34] REGULUS, Pojistný ventil G 1/2“ F/F, [online], https://www.regulus.cz/cz/pojistny-ventil-g-1-2-f-f

[35] EUROBLOCK, Mosazná zpětná klapka 5/4", [online], https://www.cerpadlabezstarosti.cz/prislusenstvi/590-mosazna-zpetna-klapka-54

[36] REGULUS, Filtr 1/2", [online], https://www.regulus.cz/cz/filtr-1-2

[37] VIEGA, Cu kompenzátor 2251 lisovaný přípoj 28, [online], https://www.etzbshop.cz/p/cu-kompenzator-2251-lisovany-pripoj-28

[38] GIACOMINI, Automatický odvzdušňovací ventil Giacomini R88I svislý se ZP, mosaz, 1/2", [online], https://www.hornbach.cz/shop/Automaticky-odvzdusnovaci-ventil-Giacomini-R88I-svisly-se-ZP-mosaz-1-2/6333346/artikl.html?

[39] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, s.1062, ISBN 80-86176-82-7.

[40] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, s.1062, ISBN 80-86176-82-7.

[41] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, s.1062, ISBN 80-86176-82-7.

[42] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, s.1063, ISBN 80-86176-82-7.

[43] BAŠTA, Jiří a kol. Topenářská příručka. Praha: Gas, 2001, s.1063, ISBN 80-86176-82-7.

[44] IVAR.CS, Kulový uzávěr vody s filtrem – filtr ball, [online], https://www.ivarcs.cz/storage/File/30001-32000/30708-file-CSTL-IVAR.51F.pdf

[45] REGULUS, [online], https://www.regulus.cz/cz/ventil-vypousteci-topenarsky-g-1-2-m-cervena-kov-packa

[46] CAMON, Bimetalický Elektrický Kontaktní Teploměr, [online], http://cz.a-pressure.com/thermometer/bimetallic-thermometer/bimetallic-electric-contact-temperature.html

[47] ELEC, Snímač teploty – dilatační, [online], https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1583

[48] CEM, Profesionální infračervený teploměr CEM DT-8862, [online], https://www.gme.cz/profesionalni-infracerveny-teplomer-cem-dt-8862

[49] NOVASERVIS, Manometr - tlakoměr 63mm 1/4" Radiál - spodní vývod 0-4 bar, [online], https://www.topenilevne.cz/manometr-tlakomer-63mm-1-4-radial-spodni-vyvod-0-4-bar-p50480/

[50] PREMATLAK, Membránový tlakoměr se spodní přírubou 03379 M20x1,5, [online], https://www.gas-as.cz/x78084/03379

[51] KADEN, Mechanický bytový vodoměr kaden s 050 [online], https://www.hydrostop.cz/eshop/mechanicky-bytovy-vodomer-kaden-s-050/pro92.html

[52] HORIZONTAL, Acquamag DN 15-25 PN 16 kompaktní verze, [online], https://eshop.vodomerypraha.cz/magneticko-indukcni-prutokomery/acquamag-dn-15-25-pn-16/

[53] APATOR METRA, Ultrazvukový vodoměr Ultrimis S, [online], https://metra-su.cz/cs/produkt/ultrazvukovy-vodomer-ultrimis-w

[54] SCHIEDEL, Schiedel ICS 25, [online], https://www.schiedel.com/cz/produkty/nerezove-kominove-systemy/ics/

[55] REGULUS, Rozdělovače/sběrače, [online], https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_rozdelovace-vyrovnavace-tlaku.pdf

[56] REGULUS, hydraulické vyrovnávače dynamických tlaků, [online], https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_rozdelovace-vyrovnavace-tlaku.pdf

[57] ENGELMANN, SensoStar 2U, [online], http://www.profitherm.cz/portfolio-item/kompaktni-meric-tepla-engelmann-sensostar-2u/

Seznam obrázků

obr. 1 - Ventil přímý [15] 15
obr. 2 - Ventil rohový [16] 15
obr. 3 - Šoupě se stoupajícím vřetenem [17] 16
obr. 4 - Šoupě s nestoupacím vřetenem [18] 16
obr. 5 - Kulový kohout závitový s kouli v čepech [19] 17
obr. 6 - Kulový kohout s plovoucí koulí [20] 17
obr. 7 - Centrická klapka mezipřírubová [21] 18
obr. 8 - Centrická klapka bezpřírubová [22] 18
obr. 9 - Řez excentrickou klapkou [23] 19
obr. 10 - Excentriká klapka [24] 19
obr. 11 - Řez dvojitě excentrickou klapkou [25] 19
obr. 12 - Dvojitě excentrická klapka.[26] 19
obr. 13 - Regulační ventil [27] 20
obr. 14 - Regulátor diferenčního tlaku [28] 21
obr. 15 - Schéma připojení [29] 21
obr. 16 - Přepouštěcí ventil – přímý [30] 22
obr. 17 - Přepouštěcí ventil – rohový [31] 22
obr. 18 - Trojcestný směšovací ventil [32] 23
obr. 19 - Čtyřcestný směšovací ventil [33] 23
obr. 20 - Pojistný ventil [34] 24
obr. 21 - Zpětná klapka [35] 24
obr. 22 – Filtr [36] 25

obr. 23 – Kompenzátor [37] 25
obr. 24 - Odvzdušňovací ventil [38] 26
obr. 25 - Termostatický vlnovcový odvaděč [39] 26
obr. 26 - Bimetalový termostatický odvaděčem [40] 27
obr. 27 - Mechanický plovákový odvaděč [41] 27
obr. 28 - Mechanický zvonový odvaděč [42] 27
obr. 29 - Termodynamický odvaděč [43] 28
obr. 30 - Filtr ball [44] 28
obr. 31 - Vypouštěcí ventil [45] 29
obr. 32 - Dotykový teploměr – bimetalický elektricky [46] 30
obr. 33 - Dotykový teploměr – dilatační [47] 30
obr. 34 - Bezdotykový teploměr – infračervený [48] 30
obr. 35 - Manometr - kapalinový tlakoměr [49] 31
obr. 36 - Deformační tlakoměr s membránou [50] 31
obr. 37 - Mechanický vodoměr [51] 31
obr. 38 - Magneticko-indukční vodoměr [52] 32
obr. 39 - Ultrazvukové vodoměry [53] 32
obr. 40 - Skladba komínového tělesa [54] 57
obr. 41 - Rozdělovač/sběrač [55] 79
obr. 42 - Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [56] 80
obr. 43 - Měřič tepla [57] 81

F. Seznam použitých zkratek a symbolů

TUV	-	Teplá užitková voda
HDTV	-	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků
R + S	-	Rozdělovač/sběrač
DN	-	Jmenovitá světlost
PN	-	Jmenovitý tlak
d	-	Tloušťka vrstvy konstrukce [m]
R_T	-	Tepelný odpor při prostupu tepla [m^2K/W]
U	-	Součinitel prostupu tepla [W/m^2K]
$U_{N,20,D}$	-	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [W/m^2K]
$U_{N,20,P}$	-	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m^2K]
e_k	-	Korekční činitel zahrnující exponování
B_u	-	Součinitel redukce teploty
F_{ij}	-	Součinitel redukce teploty
$U_{equiv,k}$	-	Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou
f_{g1}	-	Opravný součinitel
f_{g2}	-	Opravný teplotní součinitel
G_w	-	Opravný součinitel na vliv spodní vody
e	-	Činitel zaclonění
ε	-	Výškový korekční činitel
Q	-	Tepelný výkon [W]
M	-	Hmotnostní průtok [Kg/h]
R	-	Měrná tlaková ztráta třením [Pa/m]
w	-	Rychlost proudění vody v potrubí [m/s]
ξ	-	Součinitel místních odporů
Z	-	Tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]
Δp_{RV}	-	Tlaková ztráta koncového prvku [Pa]
Δp_{DIS}	-	Tlaková ztráta pro čerpadlo [Pa

G. Seznam příloh

Výpočet tepelných ztrát

H. Přílohy – výkresy

Výkres č.1 – PŮDORYS 1NP

Výkres č.2 – PŮDORYS 2NP

Výkres č.3 – PŮDORYS 3NP

Výkres č. 4 - SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES

Výkres č. 5 - PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

Výkres č. 6 - SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE TEPLA