



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ PRO BYTOVÝ DŮM

DESIGN OF A HEATING SYSTEM FOR AN APARTMENT BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Poul

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jiří Poul
Název	Návrh systému vytápění pro bytový dům
Vedoucí práce	Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část

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

B. Výpočtová část

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

C. Projekt

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je vhodný návrh systému vytápění a ohřev teplé vody pro bytový dům v Novém Městě na Moravě. Bytový dům je budován na svažitém pozemku. Objekt má jedno podzemní podlaží, čtyři nadzemní podlaží a podkroví. Bytový dům má hromadnou garáž a sklepní kóje, které se nachází v podzemním podlaží. V nadzemních podlažích se nachází 25 bytů.

V teoretické části jsou popsány různé druhy zdrojů tepla.

Ve výpočtové části je řešeno samotné vytápění bytového domu. Je zde podrobný výpočet tepelných ztrát, návrh otopných těles, návrh zdroje tepla, návrh ohřevu vody a zařízení pro správné fungování otopné soustavy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bytový dům, zdroj tepla, měď, plynový kondenzační kotel, kompenzátor, izolace potrubí, ohřev vody, desková otopná tělesa.

ABSTRACT

The aim of bachelor thesis is a suitable design of a heating system and hot water heating system for an apartment building in Nové Město na Moravě. The apartment building is built on a sloping land. The building has one basement, four above-ground floors and an attic. The apartment building has a collective garage and cellars, which are located, in the basement. There are twenty-five apartments on the upper floors.

The theoretical part describes the different types of heat sources.

In the calculation part is solve heating system of the apartment building. There is a detailed calculation of heat losses, design of heaters, design of heat source, design of water heating and equipment for the proper functioning of the heating system.

KEYWORDS

Apartment building, heat source, copper, gas condensing boiler, compensator, pipe insulation, water heating, panel heaters.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jiří Poul *Návrh systému vytápění pro bytový dům*. Brno, 2022. 104 s., 298 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 22. 5. 2022

Jiří Poul
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 22. 5. 2022

Jiří Poul
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Karolíně Vyhlídalové Ph.D. za vstřícný přístup, cenné zkušenosti, rady, odborné vedení, čas a ochotu, který mi věnovala.

Obsah

ÚVOD.....	13
A. TEORETICKÁ ČÁST	14
A.1 ÚVOD.....	14
A.2 KOTLE NA TUHÁ PALIVA.....	14
A.2.1 Kotle pro spalování pelet	15
A.3 KOTLE NA KAPALNÁ PALIVA.....	16
A.3.1 Kotle na lehký topný olej (LTO)	16
A.4 ELEKTRICKÉ VYTÁPĚNÍ.....	17
A.4.1 Lokální (přímotopné) vytápění	17
A.4.2 Elektrokotle se zásobníkem	18
A.5 PLYNOVÉ VYTÁPĚNÍ.....	19
A.5.1 Lokální plynová topidla	19
A.5.2 Plynové kotle	19
A.5.2.1 Závěsné plynové kotle	20
A.5.2.2 Stacionární plynový kotel	21
A.5.2.3 Plynový kondenzační kotel	22
A.6 CENTRALIZOVANÉ ZÁSOBOVANÍ TEPLA (CZT).....	23
A.7 TEPELNÁ ČERPADLA.....	23
A.7.1 Tepelná čerpadla, která využívají teplo ze vzduchu:	24
A.7.1.1 VZDUCH/VODA	24
A.7.1.2 VZDUCH/VZDUCH	25
A.7.1.3 VZDUCH/VODA – VĚTRACÍ VZDUCH	26
A.7.2 TEPELNÁ ČERPADLA, KTERÁ ODEBÍRAJÍ TEPLA ZE ZEMĚ	26
A.7.2.1 ZEMĚ/VODA (PLOCHA)	26
A.7.2.2 ZEMĚ/VODA (VRT)	27
A.7.3 TEPELNÁ ČERPADLA, KTERÁ ODEBÍRAJÍ TEPLA Z VODY	28
A.7.3.1 VODA/VODA (STUDNA)	28
A.7.3.2 VODA/VODA (PLOCHA).....	28
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	29
B.1 ANALÝZA OBJEKTU.....	29
B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU.....	30
B.2.1 VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA	30

B.2.2 PŘEHLED SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA	40
B.2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PRO JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI.....	41
B.2.4 PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ.....	47
B.2.5 PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT PRO JEDNOTLIVÁ PODLAŽÍ	52
B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	53
B.4 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES.....	57
B.4.1 TYPY OTOPNÝCH TĚLES.....	57
B.4.1.1 RADIK VK	57
B.4.1.2 KORALUX LINEAR CLASSIC-M	58
B.4.1.3 NÁVRH JEDNOTLIVÝCH OTOPNÝCH TĚLES.....	59
B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA	62
B.5.1 ODVOD SPALIN	63
B.6 NÁVRH OHŘEVU TEPLÉ VODY	64
B.6.1 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY	64
B.7 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ	67
B.8 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ.....	73
B.9 DILATACE POTRUBÍ.....	75
B.10 NÁVRH OBĚHOVÝ ČERPADEL	77
B.11 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	82
B.11.1 EXPANZNÍ NÁDOBA.....	82
B.11.2 POJISTNÝ VENTIL	84
B.12 NÁVRH VÝŠE NESPECIFIKOVANÝCH ZAŘÍZENÍ.....	85
B.12.1 ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ	85
B.12.2 HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ	85
B.12.3 AUTOMATICKÁ BLOKOVÁ ÚPRAVNA VODY.....	86
B.12.4 ULTRAZVUKOVÝ MĚŘIČ TEPLA.....	86
B.12.5 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ.....	87
B.12.6 NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ	89
B.13 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A PALIVA	92
B.13.1 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE NA PŘÍPRAVU TV	92
B.13.2 ROČNÍ POSTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ.....	92
B.13.3 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE PRO OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ	93
B.13.4 ROČNÍ SPOTŘEBA PALIVA	93

C. PROJEKT.....	94
TECHNICKÁ ZPRÁVA	94
C.1 ÚVOD	94
C.2 PODKLADY	94
C.3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE.....	94
C.3.1 KLIMATICKÉ ÚDAJE	94
C.3.2 VNITŘNÍ PODMÍNKY PROSTŘEDÍ.....	95
C.3.3 PARAMETRY TEPLONOSNÉ LÁTKY.....	95
C.3.4 TEPELNÉ ZTRÁTY A VÝKONY	95
C.3.5 POTŘEBA TEPLA A PALIVA.....	95
C.4 ZDROJ TEPLA.....	95
C.4.1 ODVOD SPALIN A VĚTRÁNÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI.....	95
C.5 OTOPNÁ SOUSTAVA	96
C.5.1 ROZVODY OTOPNÉ SOUSTAVY	96
C.5.2 TEPELNÁ IZOLACE.....	96
C.5.3 OTOPNÁ TĚLESA.....	96
C.5.4 OBĚHOVÁ ČERPADLA	96
C.5.5 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	96
C.5.6 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	97
C.5.7 VYPOUŠTĚNÍ A NAPOUŠTĚNÍ SOUSTAVY	97
C.5.8 REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY	97
C.5.9 MĚŘENÍ A VYÚČTOVÁNÍ SPOTŘEBY TEPLA.....	97
C.6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE.....	97
C.6.1 STAVEBNÍ PRÁCE	97
C.6.2 ZDRAVOTECHNIKA.....	97
C.6.3 PLYNOINSTALACE	97
C.6.4 ELEKTROINSTALACE	97
C.7 MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU	97
C.8 ZKOUŠKY.....	98
C.8.1 ZKOUŠKA TĚŠNOSTI.....	98
C.8.2 DILATAČNÍ ZKOUŠKA.....	98
C.8.3 TOPNÁ ZKOUŠKA	98
C.9 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ.....	98

C.10 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	98
ZÁVĚR	99
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	100
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	102
SEZNAM TABULEK	103
SEZNAM PŘÍLOH.....	104

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je návrh systému vytápění pro bytový dům v Novém Městě na Moravě. Práci tvoří tři části. Jedná se o část teoretickou, výpočtovou a projektovou.

V první teoretické části práce jsou popsány zdroje tepla.

V druhé výpočtové části je detailně popsán postup návrhu otopné soustavy, která odpovídá vypočteným tepelným ztrátám objektu. Dále je navržený vhodný zdroj tepla pro vytápění objektu a desková otopná tělesa v místnostech, které doplňují trubková otopná tělesa v koupelnách. Nachází se zde i výpočet a návrh zásobníkového ohřívače vody a návrh potřebných armatur a zařízení pro správné fungování otopného systému.

V třetí části se nachází technická zpráva a potřebná výkresová dokumentace.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 ÚVOD

V dnešní době je kladen vysoký požadavek na ekologické a ekonomické provedení staveb. V první řadě je samotný návrh stavby a její konstrukční provedení. Hlavně se jedná o správný návrh obálky budovy (konstrukce, které oddělují vytápěný prostor od venkovního nebo nevytápěného prostoru).

Čím menší budou tepelné ztráty objektu, tím mohu navrhnout ekonomicky výhodnější tepelný zdroj pro vytápění. Musím ale dbát na rovnováhu mezi konstrukčním návrhem stavby a návrhem zdroje tepla pro vytápění z ekonomického hlediska stavby. I v našich klimatických podmínkách se nachází stále více a více pasivních domů, které vhodným konstrukčním a energetickým řešením nepotřebují velké zdroje tepla, ale na druhou stranu jejich realizace je někdy stavebně nevýhodná ekonomicky.

Zdroje tepla pro vytápění můžeme rozdělit dle druhu paliva na plynová, na tuhá nebo kapalná paliva nebo elektrické. Dále můžeme využít i obnovitelné a alternativní zdroje, jako jsou tepelná čerpadla, biomasa, solární systémy atd. Dle způsobu umístění máme zdroje tepla buďto stacionární (umístění na podlaze nebo vyvýšeném základu) nebo závěsné (upevněné v předepsané výšce na zdi).

Dle umístění zdroje tepla můžeme rozdělit otopné systémy na ústřední vytápění, kde je zdroj umístěn v samostatně oddělené místnosti a teplo pro vytápění jednotlivých místností je rozvedeno pomocí teplotnosné látky (voda, vzduch) potrubím do radiátorů, kde dochází k předání tepla přes radiátory. Místnosti můžeme vytápět i lokálně za pomoci menších topidel, která jsou umístěna ve vytápěné místnosti. Nebo můžeme použít teplo z CZT (centralizované zásobování tepla), kdy je např. využíváno teplo z teplárny.

Jednotlivé rozdělení zdrojů tepla bude popsáno v následující části práce.

A.2 KOTLE NA TUHÁ PALIVA

Dle použitého materiálu:

- Ocelové
- Litinové

Dle paliva:

- Černé nebo hnědé uhlí, brikety nebo koks
- Dřevo, dřevní štěpky, pelety, dřevěné brikety nebo sláma

Dle odvodu spalin:

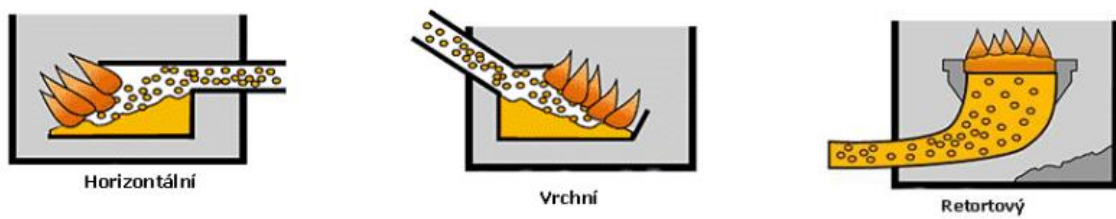
- Přirozený odtah spalin do komína
- Nucený odtah spalin do komína, kdy kotel je vybaven ventilátorem pro odtah spalin

Dle způsobu hoření:

- Prohořivací kotle – jedná se o kotle kde hořlavé plyny a spaliny prochází celou vrstvou paliva a ta následně celá prohoří
- Odhořivací kotle – kotle, kde palivo odhoří pouze ve spodní části kotle na roštu a hořlavé plyny jsou společně se spalinami odvedeny po bocích kotle nebo spodem do výměňkové části
- Zplyňovací kotle – dochází v nich k pyrolýze (tepelný rozklad organických a anorganických látek), jejich účinnost může dosahovat až 90 %. [1], [2]

A.2.1 Kotle pro spalování pelet

V těchto kotlích jsou spalovány dřevěné pelety, které jsou získávány slisováním čisté dřevní hmoty nebo slisování odpadu, který vznikl při zpracování dřeva nebo rostlinné výroby. Výhřevnost pelety z čisté dřevní hmoty se pohybuje okolo 17 MJ/kg. Některé pelety nejsou vhodné pro všechny typy peletových hořáků. Pro méně kvalitní pelety jsou vhodné retortové hořáky.



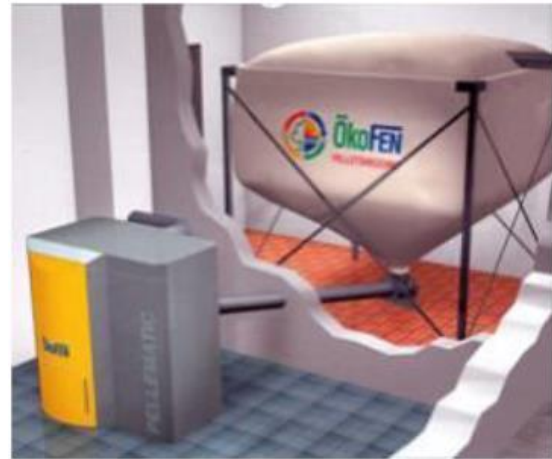
Obrázek 1: Typy peletových hořáků [7]

Kotle mohou být opatřeny integrovaným zásobníkem, do kterého je nutné doplňovat ručně pelety.



Obrázek 2: Kotel s integrovaným zásobníkem na pelety [7]

Vhodnější řešení přísunu pelet do kotle je zajištění skladu pro pelety, který se nachází v blízkosti kotelny, nejlépe hned ve vedlejší místnosti. Konstrukční řešení skladu pelet může být buďto vytvořením falešné podlahy pod určitým sklonem, kdy v uprostřed místnosti v nejnižším místě je pneumatický nebo šnekový dopravník, který dopravuje pelety do integrovaného zásobníku kotle. Sklad může být tvořen také z místnosti, ve které bude umístěn textilní zásobník se šnekovým dopravníkem.



Obrázek 4: Kotel na pelety se skladem pelet [7] **Obrázek 3:** Kotel na pelety s textilním zásobníkem [7]

Výhodou kotlů na pelety je vysoká výhřevnost pelet a jejich menší prostorová objemová hmotnosti oproti dřevu.

Nevýhodou je nutnost zajistit přísun pelet do kotle. Pro objekty s větší tepelnou ztrátou je nutné velké množství pelet a problém s jejich skladováním (velikost skladu). [7]

A.3 KOTLE NA KAPALNÁ PALIVA

Kotle na kapalná paliva se nejčastěji používají tam, kde nejsou zavedeny inženýrské sítě (plynovod, elektrická síť) a bylo by problémové jejich zavedení. A tam kde je nevýhodné topit pevnými palivy jako je např. dřevo nebo uhlí. Nejčastěji se jedná o odlehlá místa od civilizace. [3]

A.3.1 Kotle na lehký topný olej (LTO)

Lehký topný olej se vyrábí destilací nebo rafinací ropy. Má vysokou výhřevnost až 43 MJ/kg, což je zdatně víc než např. černé uhlí až 30 MJ/kg. Vyznačuje se vysokou účinností až 95 %.

Palivo se skladuje v samostatné místnosti nejlépe vedle kotelny, která tvoří samostatný požární úsek. Palivo je skladováno buďto v plastových nádržích nebo dvouplášťových nádržích, kde vnitřní vrstva je z plastu a vnější z pozinkovaného plechu. Nádrže jsou spojovány do baterií a jsou opatřeny odvětrávacím, plnicím a čerpacím potrubím. Podzemní nádrže musí být osazeny v betonové těsné vaně. Musí být zaručena potřebná výměna vzduchu v kotelně. [7]

Výhodou je čistý provoz, snadná automatická regulace, vysoká výhřevnost paliva, vysoká účinnost a dobrá dostupnost paliva.

Nevýhodou je náročné stavební provedení nádrže pro skladování paliva. [9]

A.4 ELEKTRICKÉ VYTÁPĚNÍ

Elektrické vedení je dostupné skoro ve všech lokalitách, a tak jeho použití pro vytápění jak lokální (přímotopy v místnostech) nebo ústřední pomocí elektrokotlů se zdá jako vhodná investice. Bohužel jejich nevýhodou je vysoká cena elektřiny, která v poslední době výrazně roste i když lze žádat o dvoutarifní sazbu. Jedná se sice o čistý, ale zároveň drahý zdroj na provoz. Elektrické vytápění je vhodné pro menší místnosti nebo domy s malými tepelnými ztrátami. [4]

Tabulka 1: Náklady na vytápění, elektřina (denní a noční tarif) [1]

Zdroj tepla	Náklady na vytápění a ohřev vody (5,3 MWh)	Náklady na vytápění a ohřev vody (15,7 MWh)
Hnědé uhlí	5 113 Kč	15 147 Kč
Štěpka	5 227 Kč	15 484 Kč
Tepelné čerpadlo	5 649 Kč	16 735 Kč
Dřevo	5 949 Kč	17 624 Kč
Rostlinné pelety	5 977 Kč	17 707 Kč
Černé uhlí	6 150 Kč	18 219 Kč
Dřevěné pelety	7 127 Kč	21 115 Kč
Dřevěné brikety	7 536 Kč	22 325 Kč
Zemní plyn kond. Kotel	8 079 Kč	23 931 Kč
Koks	8 457 Kč	25 053 Kč
Elektřina přímotop	13 116 Kč	38 854 Kč
Elektřina akumulace	13 393 Kč	39 675 Kč
Propan kond. Kotel	14 752 Kč	43 698 Kč
Lehký topný olej LTO	15 682 Kč	46 454 Kč

A.4.1 Lokální (přímotopné) vytápění

Jedná se o vytápění, které přeměňuje elektrickou energii prostřednictvím topných těles nebo topných ploch na tepelnou energii v místě potřeby. U lokálního vytápění nedochází k energetickým ztrátám z centrálního zdroje v rozvodech tepla. Jedná se o téměř 100% účinnost přeměny energie.

Nejpoužívanější přímotopné systémy jsou:

- Podlahové topení (topné kabely, rohože nebo fólie)
- Topné panely (nástěnné nebo stropní)
- Topné stropní fólie
- Přímotopné konvektory



Obrázek 5: Elektrické topné rohože [6]

Výhodou elektrického přímotopného vytápění je možnost nižší ceny elektrického proudu, oproti jiným systémům jeho nízká pořizovací cena a nízké provozní náklady, vysoká životnost, tichý provoz a ze zdravotního hlediska nedochází k víření prachových částic ve vzduchu.

Hlavní nevýhodou je i přes zajištění lepšího tarifu vysoká cena elektrické energie. [5]

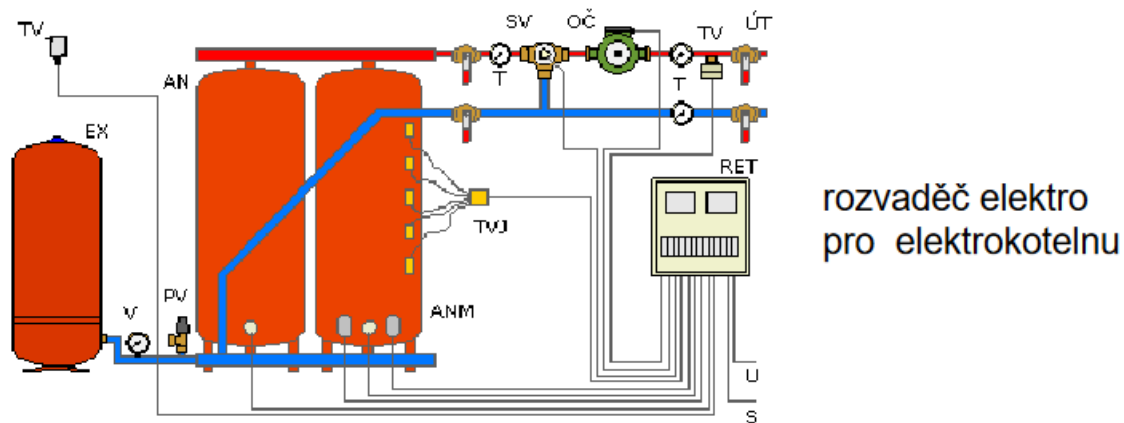
A.4.2 Elektrokotle se zásobníkem

Pro ústřední vytápění lze použít elektrokotel se zásobníkem, kdy v době levnější elektrické energie se akumulací zásobník nahřívá (nabíjí) topnou vodou a následně se v dražší sazbě elektrické energie se vybíjí.

„Elektrokotel s akumulací tepla pracuje na tzv. teplovodním principu, kdy odporové topné tyče ohřívají vodu v topné soustavě. Ta je potom poháněna oběhovým čerpadlem do radiátorů nebo do podlahového topení.“ [4]

Výhodou elektrokotle je jeho pořizovací cena, snadná údržba, tichý provoz, není potřeba komín, žádné problémy s uskladněním paliva a jednoduchá konstrukce.

Nevýhodou je vysoká cena elektrické energie a ztráty, které vznikají při rozvodu vytápění od elektrokotle.



Obrázek 6: Schématické zapojení akumulční kotelny [7]

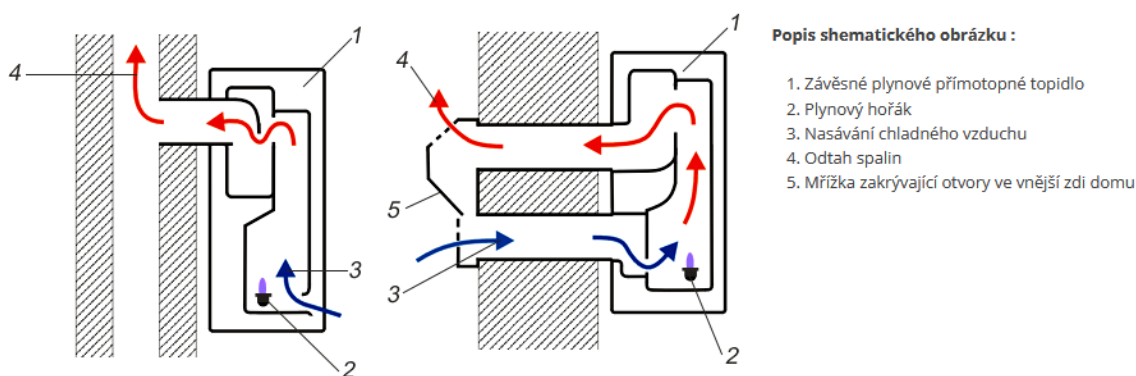
A.5 PLYNOVÉ VYTÁPĚNÍ

V dnešní době je ve většině lokalitách již přístupný plynovod. Zemní plyn je velmi výhodnou volbou jak z hlediska výhřevnosti, tak i malého množství emisí. Z pohledu majitele se jedná o minimální obsluhu vytápění. Dříve se zemní plyn vyplatil i cenově, bohužel jeho cena na rapidně vzrůstá.

A.5.1 Lokální plynová topidla

Nástěnné plynové přímotopy nejsou závislá na rozvedech vytápění. Musí být napojeny na rozvod plynu v domě. Používají se většinou ve starých domech nebo bytech kde je málo místností pro vytápění a nahrazují např. staré kotle na tuhá paliva.

Nástěnné plynové přímotopy lze umístit na zeď, za kterou je vybudovaný komín, kterým může docházet k odvodu spalin nebo na obvodovou zeď, která sousedí s venkovním prostředím pro zajištění odvodu spalin (nedoporučuje se z důvodu zpětného nasátí spalin).



Obrázek 7: Princip nástěnných plynových topidel [8]

Výhodou je rychlá instalace, jednoduchá regulace a nehrozí zamrznutí (neobsahuje vodu).

Nevýhodou je v případě více plynových přímotopů nutnost regulace každého zvlášť, náročnost na údržbu a servis a nebezpečí úniku plynu. [8]

A.5.2 Plynové kotle

Díky dostupnosti zemního plynu a jeho dřívější nízké ceně se jedná o nejčastěji rozšířený zdroj tepla s vysokou účinností. Nejčastěji nahrazují staré kotle na tuhá paliva.

Plynové kotle rozdělujeme dle umístění na závěsné (zavěšené na konzole v určité výšce na stěně) nebo stacionární (umístěny na podlaze).

A.5.2.1 Závěsné plynové kotle

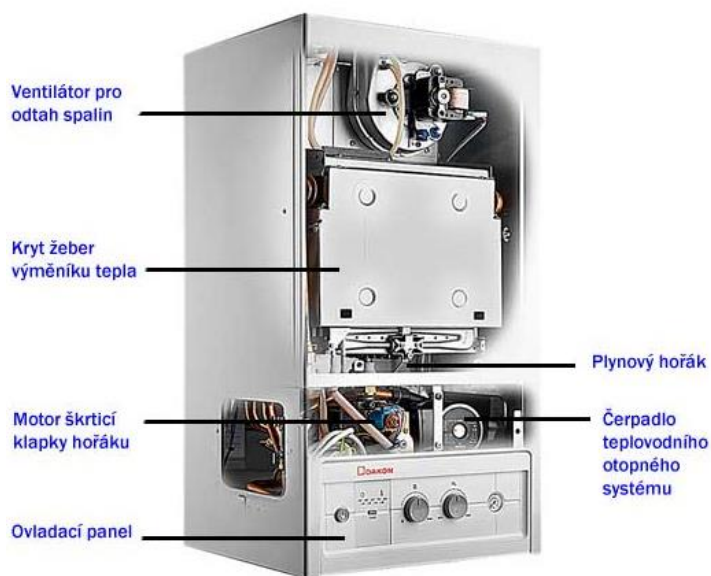
Jedná se o nejčastější zdroje tepla v domácnostech. Nejsou náročné na prostor. Dosahují menší výkonů než stacionární plynové kotle.

Rozdělení dle způsobu využití:

- Závěsné plynové kotle pouze pro vytápění – neobsahují průtokový ohřívač teplé vody ani zásobník teplé vody.
- Závěsné plynové kotle s průtokovým ohřívačem vody – jedná se o nejrozšířenější typ, vhodné umístění co nejbližší k odběru teplé vody.
- Závěsné plynové kotle se zásobníkem teplé vody – zásobník je součástí plynového kotle

Rozdělení dle odvodu spalin:

- S odtahem spalin do komína
- S odtahem spalin přes zeď tzv. turbokotel – obsahují ventilátor, který odvádí spaliny přes zeď do venkovního prostředí (nedoporučuje se z důvodu zpětného nasátí spalin).



Obrázek 8: Schéma závěsného plynového kotle (Dakon) [10]

Výhodou je lehká a kompaktní konstrukce, nízká pořizovací cena a jednoduchost obsluhy.

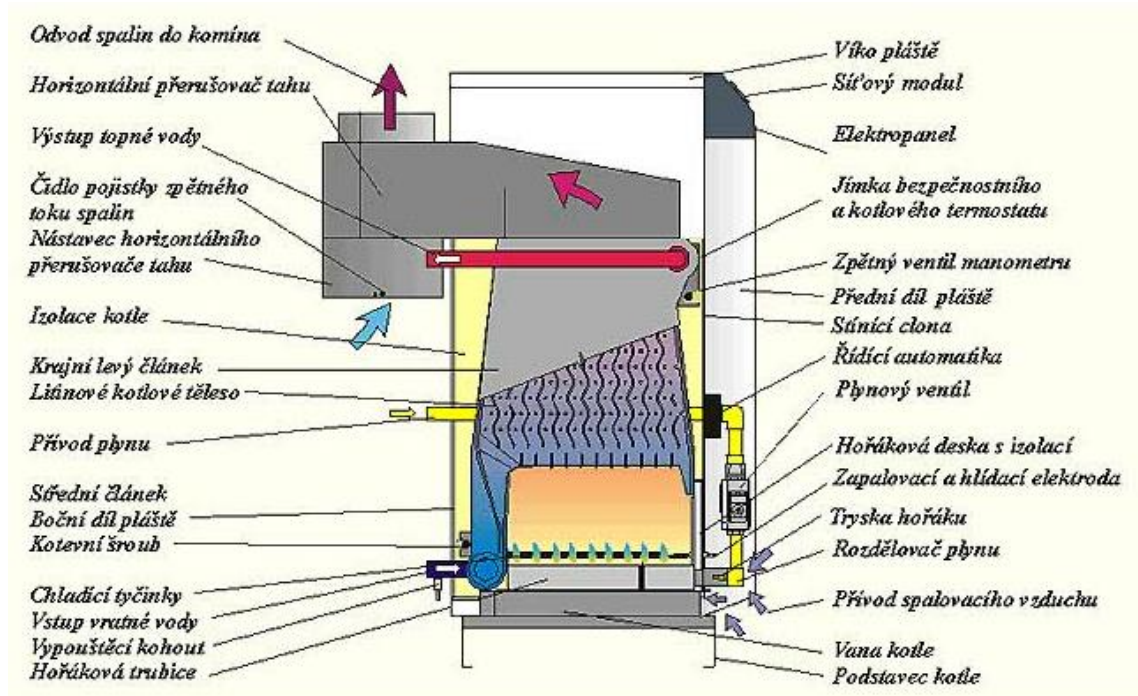
Nevýhodou je menší výkon a musí být zajištěna dostatečná výměna vzduchu v místnosti. [10]

A.5.2.2 Stacionární plynový kotel

Vyrábí se v mnoha variantách a dosahují velkých výkonů. Lze je montovat do sestav více kotlů tzv. kaskádové zapojení. Lze mít plynový kotel buďto samostatně pro vytápění nebo také kombinaci s ohřevem teplé užitkové vody (v integrovaném, externím nebo průtokovém ohřivači)

Rozdělení dle odvodu spalin:

- S odtahem spalin do komína – s přirozeným odtahem nebo s nuceným (obsahuje ventilátor)
- S odtahem spalin přes zeď tzv. turbokotel – obsahují ventilátor, který odvádí spaliny přes zeď do venkovního prostředí (nedoporučuje se z důvodu zpětného nasátí spalin).



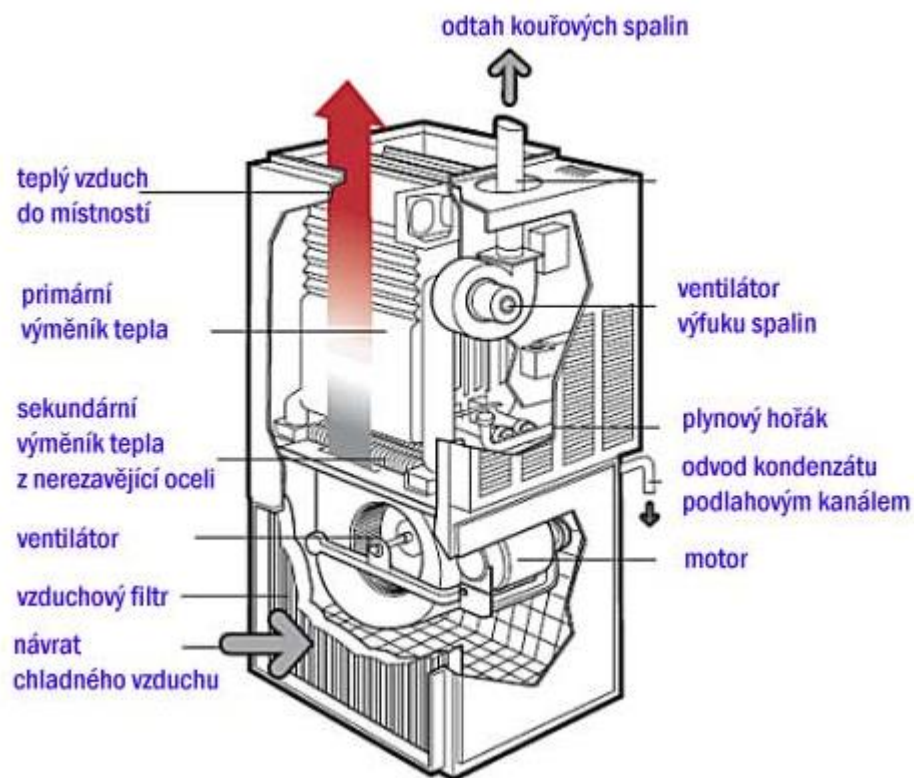
Obrázek 9: Schéma plynového stacionárního kotle (Viadrus G100L) [11]

Výhodou je vysoká účinnost, odolnost konstrukce kotle, dlouhá životnost a jednoduchá obsluha.

Nevýhodou je vysoká pořizovací cena nebo možnost úniku plynu. [11]

A.5.2.3 Plynový kondenzační kotel

Plynový kondenzační kotel na rozdíl od klasického plynového kotle využívá tepelnou energii vodní páry ve spalinách, která vzniká hořením vodíku. Spaliny déle obsahují oxid uhličitý. V kondenzátoru se následně spaliny ochladí a tím se změní skupenství z plynného na kapalné a dojde k předání kondenzačního tepla. Díky tomuto postupu můžeme získat až 11 % účinnosti na víc. Teoreticky by bylo dosaženo účinnosti 111 % ale to je nereálné. Celková účinnost spalování se blíží 98 %.



Obrázek 10: Popis kondenzačního kotle [12]

Výhodou je snadná regulace a vysoká účinnost.

Nevýhodou jsou vysoké provozní náklady a musíme zajistit odvod kondenzátu. [12]

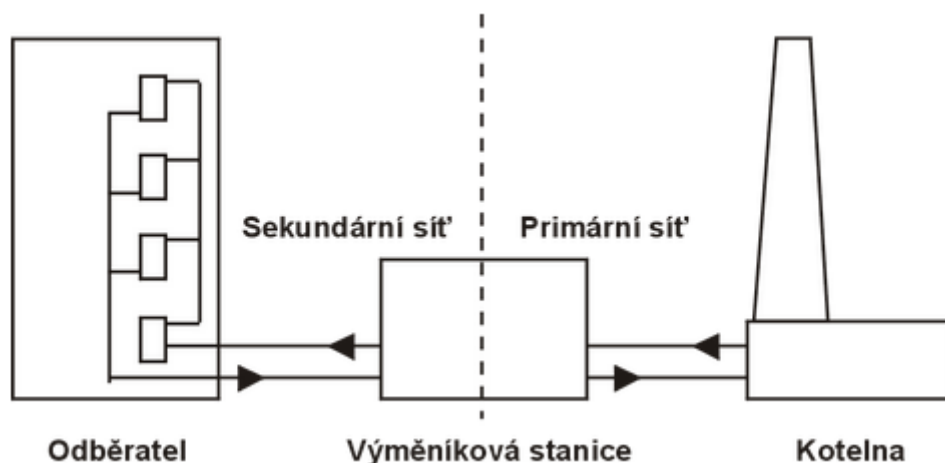
A.6 CENTRALIZOVANÉ ZÁSOBOVANÍ TEPLA (CZT)

Jedná se o centrální výrobu tepla v jednom či více zdrojích a jeho následná distribuce k odběratelům (domácnosti i průmysl) pomocí tepelných sítí. Výroba tepla může probíhat ve výtopně, teplárně, paroplynové teplárně nebo kogeneračním motoru.

Nejjednodušší je výtopna, kde se spalují různé druhy paliva (uhlí, zemní plyn, topné oleje atd.) v kotli a následně dochází k ohřevu vody, která předává energii přes tepelný výměník do distribuční soustavy. Vyznačuje se vysokou 90 % účinností.

Pro distribuci tepla se používá pára, horká nebo teplá voda jako teponosná látka. Potrubní rozvody jsou dlouhé (celkem v ČR 10 000 km) a dochází k tepelné ztrátě i když jsou rozvody dobře zaizolovány. Rozvod je vždy tvořen přívodním a vratným potrubím.

Teponosná látka je dopravována rozvody do vytápěných objektů, která mají domovní předávací stanici, ve které se ohřívá vody pro vytápění a ohřev teplé vody. [13]



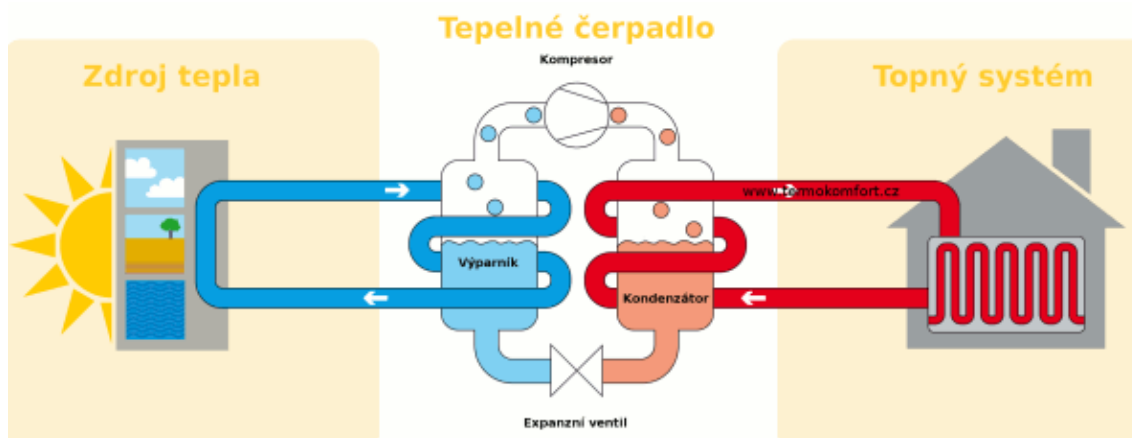
Obrázek 11: Schéma dodávky tepla [14]

A.7 TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelná čerpadla odnímají teplo z okolí (voda, země nebo vzduch) objektu, který vytápím a převádí ho na vyšší teplotu, která se následně použije pro vytápění nebo současně i ohřev teplé vody. K tomuto procesu je využíván např. kompresor, který stlačí páry chladiva a tím je zahřeje. Kompresor musí být poháněn energií nejčastěji se jedná o elektrickou energii, můžeme se ale setkat i se zemním plynem.

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části:

- Kompresor – stlačuje chladivo a tím ho výrazně ohřívá
- Kondenzátor – dochází ke kondenzaci chladiva a odevzdání skupenského tepla
- Expanzní ventil – dochází k prudkému ochlazení chladiva
- Výparník – dochází k přijímání skupenského tepla



Obrázek 12: Princip tepelného čerpadla [15]

Efektivitu neboli úspornost tepelného čerpadla nám udává tzv. COP (Coefficient of Performance). Jedná se o bezrozměrné číslo a čím je toto číslo větší tím efektivnější je tepelné čerpadlo. Je to poměr mezi vyrobenou energií v kWh a spotřebovanou elektrickou energií v kWh. Obvykle se pohybuje v rozmezí od 2-4, nejnovější tepelná čerpadla mohou mít COP až přes 5.

Výhodou je čistý provoz vytápění, mohou žádat o dvojitý tarif elektrické energie a nízké provozní náklady díky, kterým je krátká návratnost.

Nevýhodou je značně velká pořizovací cena i když mohou žádat o státní dotace ale i velké náklady na zemní práce (čerpadlo země/voda).

A.7.1 Tepelná čerpadla, která využívají teplo ze vzduchu:

A.7.1.1 VZDUCH/VODA

Odebírá tepelnou energii rovnou z venkovního vzduchu, kterou následně využívá k ohřevu vody k vytápění nebo zásobníku teplé vody. Jejich jednoduchá a relativně malá konstrukce je vhodná pro rodinné domy s menšími pozemky.

Výhodou je rychlá a snadná instalace, nižší počáteční náklady, lze je využít i pro chlazení v letním období, provozní náklady a čistý provoz.

Nevýhodou je jejich hlučnost, kdy musíme volit umístění, aby nás nebo naše sousedy nerušil hluk a v zimním období, kdy dochází k ochlazení venkovního vzduchu klesá výkon tepelného čerpadla. [16]



Obrázek 13: Tepelné čerpadlo vzduch/voda [16]

A.7.1.2 VZDUCH/VZDUCH

Odebírá teplo z venkovního vzduchu a následně ohřívá vzduch uvnitř budovy. Díky tomuto principu nemusí být opatřen topným systémem a tím nám vzrůstá jeho COP.

Výhodou jsou nejnižší počáteční náklady s porovnáním ostatními tepelnými čerpadly, jednoduchá a snadná instalace a můžeme ho využívat i k chlazení nebo použít doplňkové funkce jako je odvlhčování nebo čištění vzduchu.

Nevýhodou je díky tomu, že ohříváme jenom jednu místnost a ohřátý vzduch nám přirozeně proudí do ostatních částí jeho nevhodné použití pro objekty s malými místnostmi, hlučnost a nemožnost ohřevu teplé vody. [17]



Obrázek 14: Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch [17]

A.7.1.3 VZDUCH/VODA – VĚTRACÍ VZDUCH

Odebírá teplo z odpadního větracího vzduchu, který je následně ochlazen a získané teplo je použito na vytápění nebo ohřev vody nebo pro ohřátí čerstvého vzduchu. Je možné kombinovat odběr tepla ze země a z větracího vzduchu.

Výhodou je jednodušší instalace a možnost rekuperace.

Nevýhodou je menší výkon, který se odvíjí od množství větracího vzduchu, nedosahují velkých výkonů, a tak jejich použití je spíše vhodné do menších nebo pasivních domů.

[18]



Obrázek 15: Tepelné čerpadlo vzduch/voda-větrací vzduch [18]

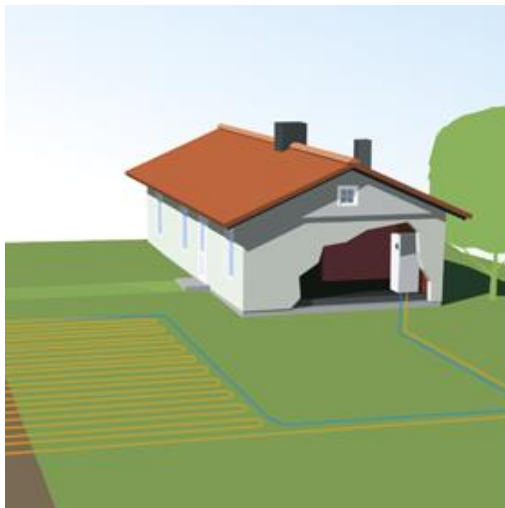
A.7.2 TEPELNÁ ČERPADLA, KTERÁ ODEBÍRAJÍ TEPLO ZE ZEMĚ

A.7.2.1 ZEMĚ/VODA (PLOCHA)

Odebírá teplo ze zeminy pod naším pozemkem, ve kterém jsou umístěny hadice v nezámrazné hloubce. V hadicích proudí nemrznoucí směs, která přenáší teplo ze země do tepelného čerpadla. Jejich obvyklá plocha je okolo 200 až 400 m².

Výhodou je menší spotřeba elektrické energie a menší počáteční náklady než u čerpadel vzduch/voda nebo také i provoz bez hluku.

Nevýhodou je potřeba velkého pozemku pro uložení plošného kolektoru a jeho náročnější stavební provedení a zabere velkou plochu pro budoucí budování na pozemku. [19]



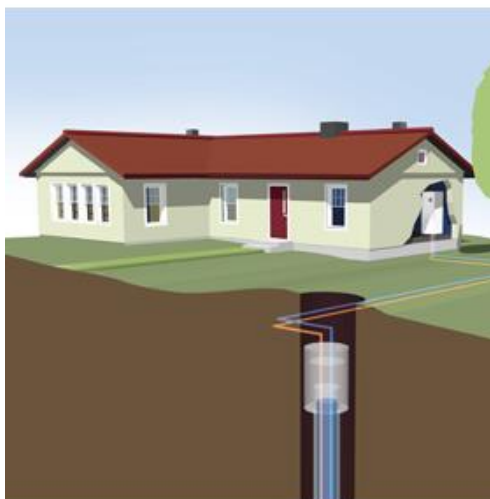
Obrázek 16: Tepelné čerpadlo země/voda (plocha) [19]

A.7.2.2 ZEMĚ/VODA (VRT)

Odebírá teplo ze země, na rozdíl od plošných kolektorů se provádí vrty, které jsou až do stovek metrů. Ve vrtu se nachází plastová sonda, která je také naplněna nemrznoucí směsí. Vrty můžeme provádět jako vertikální, které nejsou vhodné ve všech lokalitách podle geologických podmínek, ale můžeme provádět vrty pod určitým sklonem tzv. koaxiální sondy. Dle požadavku na vytápění se provádí buďto jeden nebo více vrtů.

Výhodou je vysoký topný faktor až do hodnot 5,5 i v zimním období, nižší spotřeba elektrické energie a provoz bez hluku.

Nevýhodou je jeho náročnost na provedení, jak z ekonomického hlediska, tak i z geologického a pro provedení vrtů musím žádat o stavební povolení. [20]



Obrázek 17: Tepelné čerpadlo země/voda (vrt) [20]

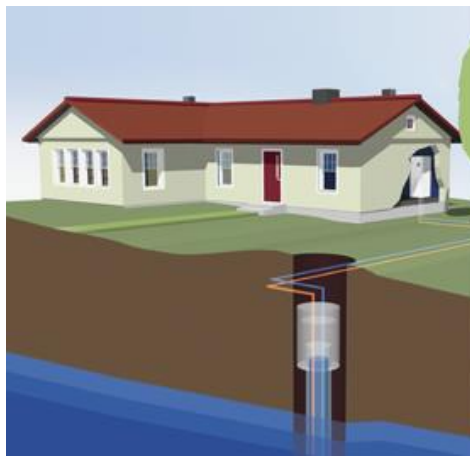
A.7.3 TEPELNÁ ČERPADLA, KTERÁ ODEBÍRAJÍ TEPLU Z VODY

A.7.3.1 VODA/VODA (STUDNA)

Odebírají teplo z podzemních nebo geotermálních vod. Voda je čerpána do výměníku v obsaženém v tepelném čerpadle, kde předá své teplo a ochladí se, následně je vrácena zpět.

Výhodou je největší účinnost ze všech tepelných čerpadel a ekonomicky výhodnější než čerpadle země/voda (vrt).

Nevýhodou je náročnější údržba, nižší životnost a můžeme je použít tam kde máme velké množství spodní nebo geotermální vody. [21]



Obrázek 18: Tepelné čerpadlo voda/voda (studna) [21]

A.7.3.2 VODA/VODA (PLOCHA)

Plošný kolektor je uložen na dně vodní plochy (rybník, jezero nebo řeka), je tvořen plastovými hadicemi a teplonosnou látkou je nemrznoucí směs.

Výhodou je nízké počáteční i provozní náklady a provoz bez hluku.

Nevýhodou je, že musí být umístěny co nejbližší vodní ploše a musíme žádat o povolení správce povodí. [22]



Obrázek 19: Tepelné čerpadlo voda/voda (plocha) [22]

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

Cílem bakalářské práce je vhodný návrh systému vytápění a příprava teplé vody pro bytový domů v Novém Městě na Moravě. Objekt má 1 podzemní podlaží, 4 nadzemní podlaží a podkroví. Objekt je umístěn ve na svažitém pozemku. Výšková úroveň 1.NP je 593,50 m. n. m.

V 1 podzemním podlaží se nachází společná garáž, sklepní kóje a vstupní chodba se schodištěm. V 1.NP až 4.NP se nachází celkem 24 bytů, na každém patře je 6 bytů. V podkroví se nachází jeden prostorný byt s terasou, dále je zde umístěna technická místnost.

Konstrukční systém obvodových a nosných stěn 1.PP je zhotoven z monolitické železobetonové konstrukce. Na straně, kde je konstrukce ve styku se zeminou je obvodová stěna izolována XPS polystyrénem o tloušťce 50 mm a ve styku s exteriérem je opatřena minerální vatou o tloušťce 160 mm. Nosný systém v 1.PP je doplněn železobetonovými sloupy.

Obvodové stěny nadzemních podlaží jsou z keramických broušených tvárnic Porotherm s tepelnou izolací z minerální vaty o tloušťce 160 mm. Vnitřní nosné stěny jsou taktéž z keramických tvárnic a předstěny jsou z vápenopískových tvárnic. Střešní konstrukce je šikmá z dřevěných trámů s tepelnou izolací o tloušťce 400 mm.

V oblasti se nachází plynovod, takže jako vhodné zdroje tepla byly navrženy dva plynové kondenzační kotle o výkonu 74,1 kW. V celém bytovém domě jsou navržena otopná tělesa Korado VK se spodním pravým připojením doplněna o trubková otopná tělesa v koupelnách. Tepelný spád je 75/65°C. Potrubní rozvody otopné soustavy jsou rozděleny do čtyř větví pro jednotlivá otopná tělesa a jedna větev slouží pro přípravu teplé vody v zásobníkovém ohříváči teplé vody. Potrubní rozvody jsou z měděného potrubí a jsou izolovány. Potrubí vede z technické místnosti v podkroví v instalační šachtě do 1.PP, kde jsou pod stropem rozvedeny do jednotlivých instalačních šachet. Rozvody do jednotlivých bytů jsou opatřeny ultrazvukovým měřičem tepla a příslušnými armaturami, potrubí je vedené v konstrukci podlahy.

B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

B.2.1 VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Tabulka 2: Výpočet součinitelů tepla U pro konstrukce

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SO1	Obvodová ŽB stěna + XPS		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Železobeton	0,3	1,74	0,17
2x mod. asf. pás	0,008	0,21	0,04
XPS polystyren	0,05	0,034	1,47
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			1,68
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,00
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	1,81
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,55

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SO2	Obvodová ŽB stěna + min. vata		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti	Tepelný odpor R=d/ λ
Železobeton	0,3	1,74	0,17
Minerální vata	0,16	0,035	4,57
Cementovláknité desky	0,0125	0,17	0,07
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			4,82
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	5,08
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,20

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN1	Pórobetonová stěna		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti	Tepelný odpor R=d/ λ
Ytong	0,125	0,13	0,96
EPS polystyren	0,1	0,037	2,70
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			3,66
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	3,92
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,25

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN2	Stěna z betonových skořepinových tvárnic 250mm		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti	Tepelný odpor R=d/λ
Skořep. tvár. + beton	0,25	1,3	0,19
$\Sigma R [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$			0,19
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,45
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	2,21

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN3	Nosná ŽB stěna + EPS		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti	Tepelný odpor R=d/λ
Železobeton	0,3	1,74	0,17
EPS polystyren	0,1	0,037	2,70
$\Sigma R [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$			2,88
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	3,14
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	0,32

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN4	Stěna z betonových skořepinových tvárnic 125mm		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti	Tepelný odpor R=d/λ
Skořep. tvár. + beton	0,15	1,74	0,09
$\Sigma R [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$			0,09
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se} [m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	0,35
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	2,89

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
PDL1	Podlaha suterén		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor $R=d/\lambda$ [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Železobeton	0,25	1,74	0,14
2x mod. asf. pás	0,008	0,21	0,04
Podkladní beton	0,1	1,3	0,08
ΣR [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]			0,26
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,17
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,00
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	0,43
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	2,33

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SC2	Terasa		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]	Tepelný odpor $R=d/\lambda$ [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]
Betonová dlažba	0,045	1,3	0,03
Štěrkopísek	0,05	0,26	0,19
Mod. asf. pás	0,004	0,21	0,02
Samolepící mod. asf. pás	0,003	0,21	0,01
OSB deska	0,018	0,15	0,12
XPS	0,04	0,033	1,21
Mod. asf. pás	0,004	0,21	0,02
Cementový potěr	0,08	1,16	0,07
Železobeton	0,25	1,74	0,14
ΣR [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]			1,82
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,10
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]	1,96
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	0,50

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SO3	Obvodová stěna + min. vata		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Keramické tvárnice	0,3	0,18	1,67
Minerální vata	0,16	0,035	4,57
Silikonová omítka	0,007	0,7	0,01
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			6,26
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	6,43
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,16

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN5	Vnitřní příčka		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Keramické tvárnice	0,115	0,26	0,44
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			0,47
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	0,73
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	1,36

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN6	Vnitřní nosné zdivo		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Keramické tvárnice	0,24	0,28	0,86
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			0,89
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	1,15
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,87

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN7	Vnitřní příčka + předstěna		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Pórobeton	0,075	0,14	0,54
Keramické tvárnice	0,115	0,26	0,44
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			0,99
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	1,25
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,80

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN8	Vnitřní nosná stěna + předstěna		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Keramické tvárnice	0,24	0,28	0,86
Pórobeton	0,075	0,14	0,54
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			1,41
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	1,67
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,60

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN9	Předstěna + nosná stěna + předstěna		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Pórobeton	0,075	0,14	0,54
Keramické tvárnice	0,25	0,26	0,96
Pórobeton	0,075	0,14	0,54
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			2,03
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	2,29
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,44

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
PDL2	Podlaha nad suterénem		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
PIR deska	0,16	0,022	7,27
ŽB	0,25	1,74	0,14
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			7,42
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,17
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,17
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	7,76
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,13

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
Str1	Mezibytový strop		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Zvuková izolace	0,05	0,039	1,28
ŽB	0,2	1,74	0,11
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			1,41
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,17
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,17
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	1,75
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,57

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SC1	Šikmá střecha		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Sádrokartonová deska	0,0125	0,22	0,06
Minerální vata	0,4	0,035	11,43
Dřevěný krov	0,2	1,2	0,17
OSB desky	0,018	0,15	0,12
Samolep. asf. pás SBS	0,0018	0,21	0,01
OSB desky	0,018	0,15	0,12
Střešní krytina	0,006	0,21	0,03
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			11,94
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,10
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	12,08
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,08

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SC3	Střešní terasa		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Železobeton	0,2	1,74	0,11
Mod. asf. pás	0,004	0,21	0,02
EPS polystyren	0,05	0,037	1,35
PIR deska	0,14	0,022	6,36
OSB desky	0,018	0,15	0,12
PVC folie	0,0015	0,16	0,01
Dlažba	0,04	1	0,04
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			8,03
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,10
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	8,17
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,12

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SC4	Šikmá střecha půda		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Sádkartonová deska	0,0125	0,22	0,06
Dřevěný krov	0,2	1,2	0,17
OSB desky	0,018	0,15	0,12
Samolep. asf. pás SBS	0,0018	0,21	0,01
OSB desky	0,018	0,15	0,12
Střešní krytina	0,006	0,21	0,03
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			0,52
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,10
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	0,66
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	1,52

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
Str2	Strop pod půdou		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Železobeton	0,2	1,74	0,11
Minerální vata	0,2	0,039	5,13
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			5,26
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		$R_{si} =$	0,10
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		$R_{se} =$	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		$R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [m ² *K*W ⁻¹]	5,40
Součinitel prostupu tepla		$U = 1/R_T$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,19

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SO4	EPS + obvodová stěna + min. vata		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
EPS polystyren	0,1	0,037	2,70
Keramické tvárnice	0,3	0,18	1,67
Minerální vata	0,16	0,035	4,57
Silikonová omítka	0,007	0,7	0,01
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			8,95
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	9,12
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,11

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SO5	EPS + obvodová stěna		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Keramické tvárnice	0,3	0,18	1,67
EPS polystyren	0,1	0,037	2,70
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			4,38
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	4,55
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,22

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SO6	EPS + obvodová stěna + předstěna		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Pórobeton	0,075	0,14	0,54
Keramické tvárnice	0,3	0,18	1,67
EPS polystyren	0,1	0,037	2,70
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			4,92
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,04
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	5,09
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,20

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN10	Vnitřní nosné zdivo + SDK		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti λ [W*m ⁻¹ *K ⁻¹]	Tepelný odpor R=d/ λ [m ² *K*W ⁻¹]
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
SDK	0,08	0,21	0,38
Keramické tvárnice	0,24	0,28	0,86
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			1,27
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	1,53
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,65

Ozn. kce.	Popis konstrukce		
SN1	Pórobetonová stěna 100mm		
Skladba	Tloušťka d [m]	Souč. tep. vodivosti	Tepelný odpor R=d/ λ
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
Ytong	0,1	0,13	0,77
Štuková omítka	0,015	0,99	0,02
ΣR [m ² *K*W ⁻¹]			0,80
Tep. odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu		R _{si} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		R _{se} =	0,13
Tep. odpor při přestupu tepla kci		R _T = R _{si} +R+R _{se} [m ² *K*W ⁻¹]	1,06
Součinitel prostupu tepla		U=1/R _T [W*m ⁻² *K ⁻¹]	0,94

B.2.2 PŘEHLED SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA

Tabulka 3: Přehled součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

Označení kce.	Název konstrukce	$U_{N,20}$ [W*m-2*K-1]	U_k [W*m-2*K-1]	ΔU [W*m-2*K-1]
SO1	Sut. obvodová ŽB stěna + XPS	0,45	0,55	0,05
SO1 do 1m	Sut. obvodová ŽB stěna + XPS	0,45	0,44	0,05
SO1 od 1m do 2m	Sut. obvodová ŽB stěna + XPS	0,45	0,39	0,05
SO1 od 2m do 3m	Sut. obvodová ŽB stěna + XPS	0,45	0,35	0,05
SO1 nad 3m	Sut. obvodová ŽB stěna + XPS	0,45	0,32	0,05
SO2	Sut. Obvodová ŽB stěna + min. vata	0,30	0,20	0,05
SO3	Obvodová stěna + min. vata	0,30	0,16	0,05
SO4	EPS + obvodová stěna + min. vata	0,30	0,11	0,05
SO5	EPS + obvodová stěna	0,30	0,22	0,05
SO6	EPS + obvodová stěna + předstěna	0,30	0,20	0,05
SN1	Pórobetonová stěna	0,75	0,25	0
SN2	Stěna z betonových skořepinových tvárnic*	1,30	2,21	0
SN3	Nosná ŽB stěna + EPS	0,75	0,32	0
SN4	Stěna z betonových skořepinových tvárnic 125mm*	2,70	2,89	0
SN5	Vnitřní příčka 125mm	2,70	1,36	0
SN6	Vnitřní nosné zdivo 250mm	1,30	0,87	0
SN7	Vnitřní příčka + přestěna	2,70	0,80	0
SN8	Vnitřní nosná stěna + předstěna	2,70	0,60	0
SN9	Předstěna + příčka + předstěna	2,70	0,44	0
SN10	Vnitřní nosné zdivo + SDK	0,75	0,65	0
SN11	Pórobetonová stěna 100mm	0,75	0,94	0
PDL1	Podlaha suterén*	0,45	2,33	0
PDL1 ekv	Podlaha suterén	0,45	0,29	0
PDL2	Podlaha nad suterénem	0,60	0,13	0
Str1	Mezibytový strop	2,20	0,57	0
Str2	Strop pod půdou	0,30	0,19	0
SC1	Šikmá střecha	0,24	0,08	0,05
SC2	Terasa*	0,24	0,50	0,05
SC3	Střešní terasa	0,24	0,12	0,05
SC4	Šikmá střecha půda*	0,24	1,52	0,05
Ok	Okna	1,70	0,90	0
DVE*	Dveře venkovní	1,70	1,75	0
DVI*	Dveře vnitřní	1,70	1,30	0
DVT	Dveře na terasu	1,70	0,90	0
Vrata	Garážová vrata	1,70	1,00	0

*výpočet dle skutečného provedení - vhodné dodatečně zateplit

B.2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PRO JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI

Výpočet tepelných ztrát je zpracován ručně pomocí softwaru Excel.

Vstupní hodnoty:

- $t_e = -15 \text{ °C}$ dle nejbližší lokality Žďár nad Sázavou (11 km)
- $t_i =$ dle účelu místnosti -6 °C , 5 °C , 15 °C , 20 °C a 24 °C

Tabulka 4: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 0.G.02 – Garáž. [P17]

Označení místnosti:		0.G.02 Garáž		Výpočtová tep. Místnosti:		5 °C		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	e_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
SO2	Nosná ŽB stěna + EPS	2,52	0,20	0,05	0,25	1	0,63	
Vrata	Garážová vrata 2,5mx2,2m	5,50	1,00	0	1	1	5,50	
SC2	Terasa	5,50	0,50	0,05	0,55	1	3,03	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							$H_{T,je} =$	9,16
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	b_u [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							$H_{T,juv} =$	0
Tepelné ztráty z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{ij} [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou							$H_{T,ij} =$	0
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{k1}	f_{k2}	G_w	$A_k*U_{equiv,k}*f_{k1}*f_{k2}*G_w$ [W*K ⁻¹]	
SO1	Nosná ŽB stěna + XPS	23,83	0,32	1,45	0,095	1	1,05	
PDL1 ekv	Podlaha suterén	21,12	0,29	1,45	0,095	1	0,84	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							$H_{T,sk} =$	1,89
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							$H_{T,j} = H_{T,je} + H_{T,juv} + H_{T,ij} + H_{T,sk} =$	11,05
$\Theta_{int,j}$	Θ_e	$\Theta_{int,j} - \Theta_e$	$H_{T,j}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
5	-15	20	11,05	221,00				
Tepelná ztráta větráním								
Objem míst. V_i [m ³]	Výp. venkovní teplota Θ_e	Výp. vnitřní teplota $\Theta_{int,j}$	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	$V_{min,j}$ [m ³ /h]				
51,75	-15	5	0,5	25,88				
Počet nech. otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,j}$ [m ³ /h]				
1	1	0,03	4,5	13,97				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
Max. z $V_{min,j}$, $V_{inf,j}$	$H_{v,j}$	$\Theta_{int,j} - \Theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]					
25,88	8,80	20	175,96					
Celková tepelná ztráta místnosti							396,96	

Tabulka 5: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 1.02.06 - Pokoj. [P17]

Označení místnosti:		1.02.06 - Pokoj		Výpočtová tep. Místnosti:		20 °C	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	e_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]
SO3	Obvodová stěna + min. vata	4,71	0,16	0,05	0,21	1	0,99
OK	Okno	2,32	0,90	0	0,9	1	2,09
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{t,ie} =$							3,08
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	b_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]
PDL2	Podlaha nad suterénem	8	0,13	0	0,13	0,43	0,45
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{t,iue} =$							0,45
Tepelné ztráty z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{ij} [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou $H_{t,ij} =$							0,00
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{k1}	f_{k2}	G_w	$A_k*U_{equiv,k}*f_{k1}*f_{k2}*G_w$ [W*K ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{t,ik} =$							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ij} + H_{t,ik} =$							3,52
$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]			
20	-15	35	3,52	123,32			
Tepelná ztráta větráním							
Objem míst. V_i [m ³]	Výp. venkovní teplota Θ_e	Výp. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$	Hygienické požadavky				
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]			
20,80	-15	20	0,5	10,40			
Počet nech. otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ /h]			
1	1	0,034	4,5	6,3648			
Výpočet tepelné ztráty větráním							
Max. z $V_{min,i}$ $V_{int,i}$	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]				
10,40	3,54	35	123,76				
Celková tepelná ztráta místnosti							247,08

Tabulka 6: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 2.08.01 - Chodba. [P17]

Označení místnosti:		2.08.01 - Chodba		Výpočtová tep. Místnosti:		20 °C		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	e_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							$H_{L,air} =$	0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	b_u [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							$H_{L,use} =$	0,00
Tepelné ztráty z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{ij} [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
SN6	Vnitřní nosné zdivo 250mm	3,78	0,87	0	0,87	0,14	0,47	
DVI	Dveře vnitřní	2,02	1,30	0	1,3	0,14	0,38	
SN8	Vnitřní nosná stěna + předstěna	9,28	0,60	0	0,6	-0,11	-0,64	
SN5	Vnitřní příčka 125mm	5,27	1,36	0	1,36	-0,11	-0,82	
DVI	Dveře vnitřní	1,62	1,30	0	1,3	-0,11	-0,24	
SN7	Vnitřní příčka + předstěna	5,37	0,80	0	0,8	-0,11	-0,49	
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou							$H_{L,ij} =$	-1,34
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{k1}	f_{k2}	G_w	$A_k*U_{equiv,k}*f_{k1}*f_{k2}*G_w$ [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							$H_{L,k} =$	0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,je} + H_{T,ij} + H_{T,ik} =$	-1,34
$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,j} - \Theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
20	-15	35	-1,34	-46,95				
Tepelná ztráta větráním								
Objem míst. V_i [m ³]	Výp. venkovní teplota Θ_e	Výp. vnitřní teplota $\Theta_{int,j}$	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	$V_{min,j}$ [m ³ /h]				
46,15	-15	20	0,5	23,08				
Počet nech. otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,j}$ [m ³ /h]				
0	1	0	4,5	0				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
Max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,j}$	$H_{v,i}$	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]					
23,08	7,85	35	274,59					
Celková tepelná ztráta místnosti							227,65	

Tabulka 7: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 3.14.02 - Chodba. [P17]

Označení místnosti:		3.14.02 - Koupelna		Výpočtová tep. Místnosti:		24 °C		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	e_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							$H_{L,je} =$	0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	b_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							$H_{L,ue} =$	0,00
Tepelné ztráty z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
SN11	Pórobetonová stěna 100mm	5,365	0,94	0	0,94	0,10	0,52	
SN5	Vnitřní příčka 125mm	5,2715	1,36	0	1,36	0,10	0,74	
DVI	Dveře vnitřní	1,616	1,30	0	1,3	0,10	0,22	
SN7	Vnitřní příčka + předstěna	5,365	0,80	0	0,8	0,10	0,44	
SN8	Nosná stěna z ker. tvárnice 250	1,16	0,60	0	0,6	0,10	0,07	
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou							$H_{L,ij} =$	1,98
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{k1}	f_{k2}	G_w	$A_k*U_{equiv,k}*f_{k1}*f_{k2}*G_w$ [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							$H_{L,sk} =$	0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							$H_{T,j} = H_{T,je} + H_{T,ue} + H_{T,ij} + H_{T,sk} =$	1,98
$\Theta_{int,ij}$	Θ_e	$\Theta_{int,ij} - \Theta_e$	$H_{T,j}$	Návrhová ztráta prostupem		$\Phi_{T,j}$ [W]		
24	-15	39	1,98			77,20		
Tepelná ztráta větráním								
Objem míst. V_i [m ³]	Výp. venkovní teplota Θ_e	Výp. vnitřní teplota $\Theta_{int,ij}$	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	$V_{min,ij}$ [m ³ /h]				
9,00	-15	24	1,5	13,49				
Počet nech. otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zaclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,ij}$ [m ³ /h]				
0	1	0	4,5	0				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
Max. z $V_{min,ij}$, $V_{inf,ij}$	$H_{v,j}$	$\Theta_{int,ij} - \Theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,j}$ [W]					
13,49	4,59	39	178,93					
Celková tepelná ztráta místnosti				256,14				

Tabulka 8: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 4.22.03 – Obývací pokoj + KK. [P17]

Označení místnosti:		4.22.03 - Obývací pokoj + KK		Výpočtová tep. Místnosti:		20 °C	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	e_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]
SO3	Obvodová stěna + min. vata	8,57	0,16	0,05	0,21	1	1,80
Ok	Okno	1,31	0,90	0	0,9	1	1,17
OK	Okno	2,96	0,90	0	0,9	1	2,66
SC3	Střešní terasa	17,55	0,12	0,05	0,17	1	2,98
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí						$H_{t,lv} =$	8,62
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	b_v [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor						$H_{t,luv} =$	0,00
Tepelné ztráty z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{ij} [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]
SNS	Vnitřní příčka 125mm	9,6425	1,36	0	1,36	-0,11	-1,50
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou						$H_{t,ij} =$	-1,50
Tepelné ztráty zeminou							
Stavební konstrukce							
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$A_k*U_{equiv,k}*f_{g1}*f_{g2}*G_w$ [W*K ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{t,sk} =$	0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{t,i} = H_{t,je} + H_{t,luv} + H_{t,ij} + H_{t,sk} =$	7,12
$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,j} - \Theta_e$	$H_{t,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]			
20	-15	35	7,12	249,29			
Tepelná ztráta větráním							
Objem míst. V_i [m ³]	Výp. venkovní teplota Θ_e	Výp. vnitřní teplota $\Theta_{int,j}$	Hygienické požadavky				
			n [h ⁻¹]	$V_{min,j}$ [m ³ /h]			
57,85	-15	20	1,5	86,78			
Počet nech. otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,j}$ [m ³ /h]			
2	1	0,05	4,5	26,0325			
Výpočet tepelné ztráty větráním							
Max. z $V_{min,j}$, $V_{inf,j}$	$H_{v,j}$	$\Theta_{int,j} - \Theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]				
86,78	29,50	35	1032,62				
Celková tepelná ztráta místnosti				1281,91			

Tabulka 9: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 5.25.08 - Pokoj. [P17]

Označení místnosti:		5.25.08 - Pokoj		Výpočtová tep. Místnosti:		20 °C		
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	e_k [-]	A_k*U*e_k [W*K ⁻¹]	
SO3	Obvodová stěna + min. vata	2,64	0,16	0,05	0,21	1	0,55	
Ok	Okno	2,56	0,90	0	0,9	1	2,30	
SC1	Šikmá střecha	12,60	0,08	0,05	0,13	1	1,64	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí							$H_{t,le} =$	4,50
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	b_k [-]	A_k*U*b_k [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							$H_{t,lu} =$	0,00
Tepelné ztráty z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	U_k [W*m ⁻² *K ⁻¹]	ΔU [W*m ⁻² *K ⁻¹]	U [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_k [-]	A_k*U*f_k [W*K ⁻¹]	
SN6	Vnitřní nosné zdivo 250mm	7,00	0,87	0	0,87	0,14	0,87	
SN10	Vnitřní nosná stěna + SDK	8,00	0,65	0	0,65	0,14	0,74	
SN5	Vnitřní příčka 125mm	4,78	1,36	0	1,36	-0,11	-0,74	
DVI	Dveře vnitřní	1,62	1,30	0	1,3	-0,11	-0,24	
Str1	Mezibytový strop	1,13	0,57	0	0,57	-0,11	-0,07	
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s rozdílnou teplotou							$H_{t,lj} =$	0,56
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Ozn. kce.	Popis	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W*m ⁻² *K ⁻¹]	f_{k1}	f_{k2}	G_w	$A_k*U_{equiv,k}*f_{k1}*f_{k2}*G_w$ [W*K ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							$H_{t,k} =$	0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem							$H_{t,l} = H_{t,le} + H_{t,lu} + H_{t,lj} + H_{t,k} =$	5,05
$\Theta_{int,l}$	Θ_e	$\Theta_{int,l} - \Theta_e$	$H_{t,l}$	Návrhová ztráta prostupem			$\Phi_{t,l}$ [W]	
20	-15	35	5,05				176,83	
Tepelná ztráta větráním								
Objem míst. V_i [m ³]	Výp. venkovní teplota Θ_e	Výp. vnitřní teplota $\Theta_{int,l}$	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	$V_{min,l}$ [m ³ /h]				
30,50	-15	20	0,5	15,25				
Počet nech. otvorů	Výškový korekční činitel ϵ	Činitel zclonění e	n_{50}	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,l}$ [m ³ /h]				
1	1	0,03	4,5	8,235				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
Max. z $V_{min,l}$, $V_{inf,l}$	$H_{v,l}$	$\Theta_{int,l} - \Theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,l}$ [W]					
15,25	5,19	35	181,48					
Celková tepelná ztráta místnosti				358,31				

B.2.4 PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Tabulka 10: Přehled tepelných ztrát všech místností 1.PP. [P17]

Přehled tepelných ztrát všech místností 1.PP					
Označení místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tep. výkon pro tep. ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tep. výkon pro tep. ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkový tep. výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
0.G.01	Garáž	5	-334,62	4002,80	3668,18
0.G.02	Garáž	5	221,00	175,96	396,96
0.G.03	Garáž	5	203,40	175,96	379,36
0.SK.01	Sklep	5	246,63	56,00	302,63
0.SK.02	Sklep	5	84,70	40,63	125,32
0.SK.03	Sklep	5	81,81	39,20	121,01
0.SK.04	Sklep	5	80,02	39,20	119,22
0.SK.05	Sklep	5	103,96	39,73	143,69
0.SK.06	Sklep	5	147,66	41,09	188,75
0.SK.07	Sklep	5	81,88	40,75	122,63
0.SK.08	Sklep	5	84,96	42,29	127,25
0.SK.09	Sklep	5	104,61	58,17	162,79
0.SK.10	Sklep	5	44,52	58,17	102,70
0.SK.11	Sklep	5	55,95	42,29	98,24
0.SK.12	Sklep	5	54,37	41,09	95,47
0.SK.13	Sklep	5	53,92	40,75	94,67
0.SK.14	Sklep	5	55,28	41,77	97,05
0.SK.15	Sklep	5	54,37	41,09	95,47
0.SK.16	Sklep	5	53,92	40,75	94,67
0.SK.17	Sklep	5	55,28	41,77	97,05
0.SK.18	Sklep	5	55,95	42,29	98,24
0.SK.19	Sklep	5	26,94	30,10	57,04
0.00.01	Zádveří	5	361,93	52,06	414,00
0.00.02	Chodba	15	493,17	143,87	637,04
0.00.03	Výtahová šachta	5	-396,49	65,88	-330,61
0.00.04	Schodiště	15	370,58	112,84	483,42
0.00.05	Úklidová místnost	15	311,94	67,00	378,94
Celkem [W]					8371,19

Tabulka 11: Přehled tepelných ztrát všech místností 1.NP. [P17]

Přehled tepelných ztrát všech místností 1.NP					
Označení místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tep. výkon pro tep. ztráty prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	Tep. výkon pro tep. ztráty větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	Celkový tep. výkon $\Phi_{HL,j}$ [W]
1.01.01	Chodba	20	23,52	181,77	205,30
1.01.02	Koupelna + WC	24	198,65	351,98	550,63
1.01.03	Obývací pokoj + KK	20	379,30	1114,30	1493,61
1.01.04	Ložnice	20	187,04	194,21	381,24
1.02.01	Chodba	20	-12,33	274,59	262,26
1.02.02	Koupelna	24	85,97	183,58	269,56
1.02.03	WC	20	-21,67	20,11	-1,56
1.02.04	Obývací pokoj + KK	20	430,71	1123,59	1554,30
1.02.05	Ložnice	20	173,47	187,65	361,12
1.02.06	Pokoj	20	123,32	123,76	247,08
1.03.01	Chodba	20	17,70	120,51	138,21
1.03.02	Koupelna + WC	24	118,37	325,80	444,16
1.03.03	Obývací pokoj + KK	20	207,57	1032,62	1240,19
1.03.04	Ložnice	20	136,67	222,46	359,13
1.04.01	Chodba	20	17,70	120,51	138,21
1.04.02	Koupelna + WC	24	118,37	325,80	444,16
1.04.03	Obývací pokoj + KK	20	207,57	1032,62	1240,19
1.04.04	Ložnice	20	136,67	222,46	359,13
1.05.01	Chodba	20	3,65	274,59	278,24
1.05.02	Koupelna	24	85,58	178,93	264,51
1.05.03	WC	20	-21,67	20,11	-1,56
1.05.04	Obývací pokoj + KK	20	430,71	1123,59	1554,30
1.05.05	Pokoj	20	123,32	123,76	247,08
1.05.06	Ložnice	20	173,47	187,65	361,12
1.06.01	Chodba	20	14,84	181,77	196,62
1.06.02	Koupelna + WC	24	137,08	351,40	488,47
1.06.03	Obývací pokoj + KK	20	379,21	1114,30	1493,51
1.06.04	Ložnice	20	194,50	194,15	388,65
1.00.01 + 1.00.03	Chodba + schodiště	15	472,75	349,14	821,89
1.00.02	Výtahová šachta	5	-522,24	43,23	-479,01
Celkem [W]					15300,74

Tabulka 12: Přehled tepelných ztrát všech místností 2.NP. [P17]

Přehled tepelných ztrát všech místností 2.NP					
Označení místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tep. výkon pro tep. ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tep. výkon pro tep. ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkový tep. výkon $\Phi_{H,i}$ [W]
2.07.01	Chodba	20	-8,06	181,77	173,71
2.07.02	Koupelna + WC	24	183,72	351,98	535,70
2.07.03	Obývací pokoj + KK	20	313,07	1114,30	1427,37
2.07.04	Ložnice	20	170,03	194,15	364,18
2.08.01	Chodba	20	-46,95	274,59	227,65
2.08.02	Koupelna	24	77,20	178,93	256,14
2.08.03	WC	20	-24,21	20,11	-4,10
2.08.04	Obývací pokoj + KK	20	364,18	1123,59	1487,77
2.08.05	Ložnice	20	149,82	187,65	337,47
2.08.06	Pokoj	20	107,72	123,80	231,52
2.09.01	Chodba	20	2,51	120,51	123,02
2.09.02	Koupelna + WC	24	102,81	325,80	428,60
2.09.03	Obývací pokoj + KK	20	144,86	1032,62	1177,49
2.09.04	Ložnice	20	97,76	222,46	320,22
2.10.01	Chodba	20	2,51	120,51	123,02
2.10.02	Koupelna + WC	24	102,81	325,80	428,60
2.10.03	Obývací pokoj + KK	20	144,86	1032,62	1177,49
2.10.04	Ložnice	20	97,76	222,46	320,22
2.11.01	Chodba	20	-46,95	274,59	227,65
2.11.02	Koupelna	24	77,20	178,93	256,14
2.11.03	WC	20	-24,21	20,11	-4,10
2.11.04	Obývací pokoj + KK	20	364,18	1123,59	1487,77
2.11.05	Ložnice	20	149,82	187,65	337,47
2.11.06	Pokoj	20	107,72	123,80	231,52
2.12.01	Chodba	20	-8,06	181,77	173,71
2.12.02	Koupelna + WC	24	183,72	351,98	535,70
2.12.03	Obývací pokoj + KK	20	313,07	1114,30	1427,37
2.12.04	Ložnice	20	170,03	194,15	364,18
2.00.01 + 2.00.03	Chodba + schodiště	15	486,55	349,14	835,68
2.00.02	Výťahová šachta	5	-522,24	43,23	-479,01
Celkem					14530,13

Tabulka 13: Přehled tepelných ztrát všech místností 3.NP. [P17]

Přehled tepelných ztrát všech místností 3.NP					
Označení místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tep. výkon pro tep. ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tep. výkon pro tep. ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkový tep. výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
3.13.01	Chodba	20	-8,06	181,77	173,71
3.13.02	Koupelna + WC	24	183,72	351,98	535,70
3.13.03	Obývací pokoj + KK	20	313,07	1114,30	1427,37
3.13.04	Ložnice	20	170,03	194,15	364,18
3.14.01	Chodba	20	-46,95	274,59	227,65
3.14.02	Koupelna	24	77,20	178,93	256,14
3.14.03	WC	20	-24,21	20,11	-4,10
3.14.04	Obývací pokoj + KK	20	364,18	1123,59	1487,77
3.14.05	Ložnice	20	149,82	187,65	337,47
3.14.06	Pokoj	20	107,72	123,76	231,48
3.15.01	Chodba	20	2,51	120,51	123,02
3.15.02	Koupelna + WC	24	102,81	325,80	428,60
3.15.03	Obývací pokoj + KK	20	144,86	1032,62	1177,49
3.15.04	Ložnice	20	97,76	222,46	320,22
3.16.01	Chodba	20	2,51	120,51	123,02
3.16.02	Koupelna + WC	24	102,81	325,80	428,60
3.16.03	Obývací pokoj + KK	20	144,86	1032,62	1177,49
3.16.04	Ložnice	20	97,76	222,46	320,22
3.17.01	Chodba	20	-46,95	274,59	227,65
3.17.02	Koupelna	24	77,20	178,93	256,14
3.17.03	WC	20	-24,21	20,11	-4,10
3.17.04	Obývací pokoj + KK	20	364,18	1123,59	1487,77
3.17.05	Ložnice	20	149,82	187,65	337,47
3.17.06	Pokoj	20	107,72	123,76	231,48
3.18.01	Chodba	20	-8,06	181,77	173,71
3.18.02	Koupelna + WC	24	183,72	351,98	535,70
3.18.03	Obývací pokoj + KK	20	313,07	1114,30	1427,37
3.18.04	Ložnice	20	170,03	194,15	364,18
3.00.01 + 3.00.03	Chodba + schodiště	15	438,52	349,14	787,66
3.00.02	Výtahová šachta	5	-522,24	43,23	-479,01
Celkem [W]					14482,03

Tabulka 14: Přehled tepelných ztrát všech místností 4.NP. [P17]

Přehled tepelných ztrát všech místností 4.NP					
Označení místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tep. výkon pro tep. ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tep. výkon pro tep. ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkový tep. výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
4.19.01	Chodba	20	18,90	181,77	200,67
4.19.02	Koupelna + WC	24	214,63	351,98	566,61
4.19.03	Obývací pokoj + KK	20	427,81	1114,30	1542,12
4.19.04	Ložnice	20	170,03	194,21	364,24
4.20.01	Chodba	20	-12,57	274,59	262,02
4.20.02	Koupelna	24	97,44	183,58	281,02
4.20.03	WC	20	-17,79	20,11	2,32
4.20.04	Obývací pokoj + KK	20	483,78	1123,59	1607,37
4.20.05	Ložnice	20	225,51	187,65	413,16
4.20.06	Pokoj	20	157,64	123,76	281,40
4.21.01	Chodba	20	2,51	120,51	123,02
4.21.02	Koupelna + WC	24	110,25	325,80	436,05
4.21.03	Obývací pokoj + KK	20	133,69	1032,62	1166,31
4.21.04	Ložnice	20	97,76	222,46	320,22
4.22.01	Chodba	20	2,51	120,51	123,02
4.22.02	Koupelna + WC	24	132,73	325,80	458,53
4.22.03	Obývací pokoj + KK	20	249,29	1032,62	1281,91
4.22.04	Ložnice	20	97,76	222,46	320,22
4.23.01	Chodba	20	-27,39	274,59	247,20
4.23.02	Koupelna	24	96,93	178,93	275,86
4.23.03	WC	20	-17,79	20,11	2,32
4.23.04	Obývací pokoj + KK	20	492,67	1123,59	1616,26
4.23.05	Ložnice	20	209,73	187,65	397,38
4.23.06	Pokoj	20	147,25	123,76	271,01
4.24.01	Chodba	20	32,22	181,77	214,00
4.24.02	Koupelna + WC	24	228,45	351,40	579,85
4.24.03	Obývací pokoj + KK	20	431,67	1114,30	1545,97
4.24.04	Ložnice	20	205,81	194,15	399,96
4.00.01 + 4.00.03	Chodba + schodiště	15	490,03	349,14	839,16
4.00.02	Výťahová šachta	5	-522,24	43,23	-479,01
Celkem [W]					15660,16

Tabulka 15: Přehled tepelných ztrát všech místností Podkroví. [P17]

Přehled tepelných ztrát všech místností Podkroví					
Označení místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tep. výkon pro tep. ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tep. výkon pro tep. ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkový tep. výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
5.25.01	Chodba	20	64,11	157,08	221,19
5.25.02	Koupelna	24	123,46	198,90	322,36
5.25.03	WC	20	71,01	37,49	108,50
5.25.04	Prádelna	20	53,64	60,10	113,73
5.25.05	Obývací pokoj + KK	20	1065,30	2499,00	3564,30
5.25.06	Ložnice	20	302,05	238,60	540,65
5.25.07	Šatna	20	123,01	67,83	190,84
5.25.08	Pokoj	20	176,83	181,48	358,31
5.25.09	Koupelna + WC	24	153,59	121,33	274,92
5.25.10	Šatna	20	29,60	42,84	72,44
5.00.01 + 5.00.03	Chodba + schodiště	15	372,41	306,00	678,41
5.00.02	Výtahová šachta	5	-711,62	50,69	-660,93
5.00.04	Technická místnost	15	141,24	252,45	393,69
Podkroví u terasy	-	-6	755,01	167,44	922,45
Podkroví	-	-6	626,29	151,78	778,07
Celkem [W]					7878,92

B.2.5 PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT PRO JEDNOTLIVÁ PODLAŽÍ

- 1.PP – Celková tepelná ztráta = 8371,19 W
- 1.NP – Celková tepelná ztráta = 15300,74 W
- 2.NP – Celková tepelná ztráta = 14530,13 W
- 3.NP – Celková tepelná ztráta = 14482,03 W
- 4.NP – Celková tepelná ztráta = 15660,16 W
- Podkroví – Celková tepelná ztráta = 7878,92 W
- Celková tepelná ztráta objektu = 76 223,17 W

Kompletní výpočet tepelných ztrát je obsažen v příloze. [P17]

B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Nové Město na Moravě
Katastrální území a katastrální číslo	-
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	-
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	-
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	-
Telefon / E-mail	-

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	6157,3 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1708,2 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,2774 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období ϑ_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období ϑ_e	-15,0 °C

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podle 5.2)						
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	
Sut. Obvodová ŽB stěna + min. vata	29,1	0,3	1	8,73	29,1	0,2	1	5,82
Obvodová stěna + min. vata	389,1	0,3	1	116,73	389,1	0,16	1	62,26
EPS + obvodová stěna20	24,4	0,3	0,74	5,42	24,4	0,22	0,74	3,97
EPS + obvodová stěna15	8,8	0,3	0,7	1,85	8,8	0,22	0,7	1,36
EPS + obvodová stěna + předstěna20	3,3	0,3	0,74	0,74	3,3	0,2	0,74	0,49
EPS + obvodová stěna + předstěna24	10,0	0,3	0,74	2,22	10,0	0,2	0,74	1,48
Pórobetonová stěna	39,2	0,75	0,43	12,64	39,2	0,25	0,43	4,21
Nosná ŽB stěna + EPS	32,9	0,75	0,43	10,61	32,9	0,32	0,43	4,53
Podlaha suterén	44,5	0,45	0,33	6,61	44,5	0,29	0,33	4,26
Podlaha nad suterénem20	383,4	0,6	0,43	98,92	383,4	0,13	0,43	21,43
Podlaha nad suterénem24	26,1	0,6	0,49	7,67	26,1	0,13	0,49	1,67
Strop pod půdou20	166,0	0,3	0,74	36,85	166,0	0,19	0,74	23,34
Strop pod půdou24	17,1	0,3	0,77	3,95	17,1	0,19	0,77	2,50
Šikmá střecha	225,5	0,24	1	54,12	225,5	0,08	1	18,04
Terasa	6,0	0,24	1	1,44	6,0	0,5	1	3,00
Střešní terasa	32,0	0,24	1	7,68	32,0	0,12	1	3,84
Dveře venkovní	9,9	1,7	1	16,83	9,9	1,75	1	17,33
Dveře vnitřní půda	1,1	1,7	0,7	1,31	1,1	1,3	0,7	1,00
Dveře vnitřní	6,7	1,7	0,43	4,90	6,7	1,3	0,43	3,75
Okna	253,1	1,7	1	430,27	253,1	0,9	1	227,79
Celkem	1708,2			829,49	1708,2			412,0
Tepelné vazby		1708,2*0,05		85,4		1708,2*0,05		85,4
Celková měrná ztráta prostupem tepla				914,89				497,4
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5	max. Uem pro A/V 0,2219		požadovaná hodnota:	497,4/1708,2				
	914,89/1708,2=		0,535				0,291	
	75% z požadované hodnoty 0,535*0,75=		doporučená hodnota: 0,400				Vyhovuje	
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,292/0,535	0,55	Třída B – Úsporná		

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	497,4
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,291
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,400
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,535

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em, N}$	0,267
B	0,75	0,75. $U_{em, N}$	0,400
C	1,0	1. $U_{em, N}$	0,535
D	1,5	1,5. $U_{em, N}$	0,801
E	2,0	2. $U_{em, N}$	1,070
F	2,5	2,5. $U_{em, N}$	1,337
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em, N}$	-

Klasifikace: B – Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 15.03.2022

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval: Jiri Poul

Podpis:

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Bytový dům Nové Město na Moravě				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 2435,1 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná			0,55		
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
Mimořádně nevhodná						
klasifikace				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,291	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,535	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,267	0,400	0,535	0,801	1,070	1,337
Platnost štítku do -				Datum 15.03.2022		
Štítek vypracoval: Jiří Poul						

B.4 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

Návrh otopných těles byl proveden ručně za pomoci online softwaru od společnosti KORADO. Výkon otopných těles musí být vždy větší než tepelná ztráta dané místnosti.

Teplotní spád byl navržen 75/65 °C.

B.4.1 TYPY OTOPNÝCH TĚLES

Navržena byla, desková otopná tělesa RADIK VK s pravým spodním připojením v obytných místnostech, vstupní chodbě, schodišti a společné chodbě. V koupelnách byla navržena trubková otopná tělesa KORALUX LINEAR CLASSIC.

B.4.1.1 RADIK VK

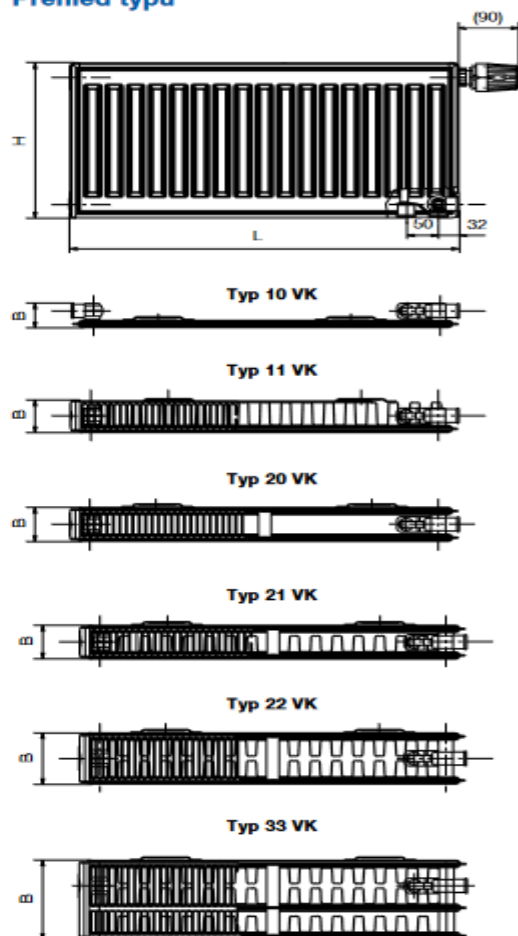
RADIK VK



Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní přičytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest přičytek.

Přehled typů



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní pětřlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu



Obrázek 20: Otopné těleso RADIK VK [23]

B.4.1.2 KORALUX LINEAR CLASSIC-M

KORALUX LINEAR CLASSIC, LINEAR CLASSIC - M



Technické údaje

Výška H	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka L	450, 500, 600, 750 mm
Hloubka B	30 mm
Připojovací rozteč (KLC)	$h = L - 30$ mm
Připojovací rozteč (KLCM)	50 mm
Připojovací závit (KLC)	4 x G 1/2 vnitřní
Připojovací závit (KLCM)	6 x G 1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Zkušební přetlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Průtokový součinitel (KLC)	$A_p = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Průtokový součinitel (KLCM)	$A_p = 7,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Součinitel odporu (KLC)	$\xi_r = 1,8$
Součinitel odporu (KLCM)	$\xi_r = 16,0$

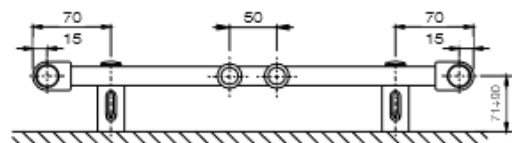
Konstrukce

KORALUX LINEAR CLASSIC (KLC) je trubkové otopné těleso se **spodním připojením zdola dolů** a připojovací roztečí **h** odvozenou z jeho délky **L**. Konstrukce tělesa rovněž umožňuje **oboustranné připojení shora dolů**.

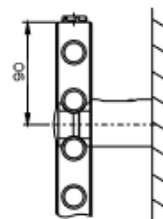
KORALUX LINEAR CLASSIC - M (KLCM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s připojovací roztečí 50 mm.

Ocelové trubky $\varnothing 20$ mm
Ocelový profil 40 x 30 mm

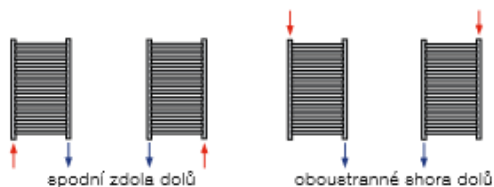
Upevnění



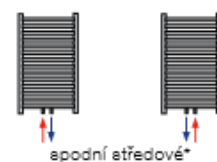
Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návod na montáž.



Způsob připojení KORALUX LINEAR CLASSIC



Způsob připojení KORALUX LINEAR CLASSIC - M



Obrázek 21: Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC-M [24]

B.4.1.3 NÁVRH JEDNOTLIVÝCH OTOPNÝCH TĚLES

Tabulka 16: Návrh jednotlivých otopných těles

Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplota místnosti [°C]	Tepelná ztráta místnosti [W]	Typ otopného tělesa	Výkon OT teplotní spát 75/65°C	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon tělesa [W]
0.G.01	Hromadná garáž	5	3668,18	-	-	1	1	1	1	0
0.G.02	Garáž	5	396,96	-	-	1	1	1	1	0
0.G.03	Garáž	5	379,36	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.01	Sklep	5	302,63	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.02	Sklep	5	125,32	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.03	Sklep	5	121,01	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.04	Sklep	5	119,22	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.05	Sklep	5	143,69	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.06	Sklep	5	188,75	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.07	Sklep	5	122,63	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.08	Sklep	5	127,25	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.09	Sklep	5	162,79	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.10	Sklep	5	102,70	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.11	Sklep	5	98,24	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.12	Sklep	5	95,47	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.13	Sklep	5	94,67	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.14	Sklep	5	97,05	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.15	Sklep	5	95,47	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.16	Sklep	5	94,67	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.17	Sklep	5	97,05	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.18	Sklep	5	98,24	-	-	1	1	1	1	0
0.SK.19	Sklep	5	57,04	-	-	1	1	1	1	0
0.00.01	Zádvěří	5	414,00	-	-	1	1	1	1	0
0.00.02	Chodba	15	637,04	11 VK 400x900	637	1	1	1	1	637
0.00.03	Výtahová šachta	5	-330,61	-	-	1	1	1	1	0
0.00.04	Schodiště	15	483,42	11 VK 400x700	496	1	1	1	1	496
0.00.05	Úklidový místnost	15	378,94	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
1.01.01	Chodba	20	205,30	-	-	1	1	1	1	0
1.01.02	Koupelna	24	550,63	KLC-M 1500x450	564	1	1	1	1	564
1.01.03	Obývací pokoj + KK	20	1493,61	21 VK 300x900 22 VK 300x900	671 869	1	1	1	1	671 869
1.01.04	Ložnice	20	381,24	11 VK 300x800	439	1	1	1	1	439
1.02.01	Chodba	20	262,26	-	-	1	1	1	1	0
1.02.02	Koupelna	24	269,56	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
1.02.03	WC	20	-1,56	-	-	1	1	1	1	0
1.02.04	Obývací pokoj + KK	20	1554,30	20 VK 600x700 20 VK 600x1000	685 978	1	1	1	1	685 978
1.02.05	Ložnice	20	361,12	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
1.02.06	Pokoj	20	247,08	10 VK 400x600	254	1	1	1	1	254
1.03.01	Chodba	20	138,21	-	-	1	1	1	1	0
1.03.02	Koupelna + WC	24	444,16	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
1.03.03	Obývací pokoj + KK	20	1240,19	21 VK 700x900	1305	1	1	1	1	1305
1.03.04	Ložnice	20	359,13	21 VK 300x500	373	1	1	1	1	373
1.04.01	Chodba	20	138,21	-	-	1	1	1	1	0
1.04.02	Koupelna + WC	24	444,16	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
1.04.03	Obývací pokoj + KK	20	1240,19	21 VK 700x900	1305	1	1	1	1	1305
1.04.04	Ložnice	20	359,13	21 VK 300x500	373	1	1	1	1	373
1.05.01	Chodba	20	278,24	-	-	1	1	1	1	0
1.05.02	Koupelna	24	264,51	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
1.05.03	WC	20	-1,56	-	-	1	1	1	1	0
1.05.04	Obývací pokoj + KK	20	1554,30	20 VK 600x700 20 VK 600x1000	685 978	1	1	1	1	685 978
1.05.05	Pokoj	20	247,08	10 VK 400x600	254	1	1	1	1	254
1.05.06	Ložnice	20	361,12	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
1.06.01	Chodba	20	196,62	-	-	1	1	1	1	0
1.06.02	Koupelna + WC	24	488,47	KLC-M 1500x450	564	1	1	1	1	564
1.06.03	Obývací pokoj + KK	20	1493,51	21 VK 300x900 22 VK 300x900	671 869	1	1	1	1	671 869
1.06.04	Ložnice	20	388,65	11 VK 300x800	439	1	1	1	1	439

1.00.01+1 .00.03	Chodba + schodiště	15	821,89	21 VK 400x900	843	1	1	1	1	843
1.00.02	Výtahová šachta	5	-479,01	-	-	1	1	1	1	0
2.07.01	Chodba	20	173,71	-	-	1	1	1	1	0
2.07.02	Koupelna	24	535,70	KLC-M 1500x450	564	1	1	1	1	564
2.07.03	Obývací pokoj + KK	20	1427,37	21 VK 300x900	671	1	1	1	1	671
				22 VK 300x900	869	1	1	1	1	869
2.07.04	Ložnice	20	364,18	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
2.08.01	Chodba	20	227,65	-	-	1	1	1	1	0
2.08.02	Koupelna	24	256,14	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
2.08.03	WC	20	-4,10	-	-	1	1	1	1	0
2.08.04	Obývací pokoj + KK	20	1487,77	20 VK 600x700	685	1	1	1	1	685
				20 VK 600x1000	978	1	1	1	1	978
2.08.05	Ložnice	20	337,47	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
2.08.06	Pokoj	20	231,52	10 VK 400x600	254	1	1	1	1	254
2.09.01	Chodba	20	123,02	-	-	1	1	1	1	0
2.09.02	Koupelna + WC	24	428,60	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
2.09.03	Obývací pokoj + KK	20	1177,49	21 VK 300x1600	1192	1	1	1	1	1192
2.09.04	Ložnice	20	320,22	11 VK 300x600	329	1	1	1	1	329
2.10.01	Chodba	20	123,02	-	-	1	1	1	1	0
2.10.02	Koupelna + WC	24	428,60	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
2.10.03	Obývací pokoj + KK	20	1177,49	21 VK 300x1600	1192	1	1	1	1	1192
2.10.04	Ložnice	20	320,22	11 VK 300x600	329	1	1	1	1	329
2.11.01	Chodba	20	227,65	-	-	1	1	1	1	0
2.11.02	Koupelna	24	256,14	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
2.11.03	WC	20	-4,10	-	-	1	1	1	1	0
2.11.04	Obývací pokoj + KK	20	1487,77	20 VK 600x700	685	1	1	1	1	685
				20 VK 600x1000	978	1	1	1	1	978
2.11.05	Pokoj	20	337,47	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
2.11.06	Ložnice	20	231,52	10 VK 400x600	254	1	1	1	1	254
2.12.01	Chodba	20	173,71	-	-	1	1	1	1	0
2.12.02	Koupelna + WC	24	535,70	KLC-M 1500x450	564	1	1	1	1	564
2.12.03	Obývací pokoj + KK	20	1427,37	21 VK 300x900	671	1	1	1	1	671
				22 VK 300x900	869	1	1	1	1	869
2.12.04	Ložnice	20	364,18	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
2.00.01+2 .00.03	Chodba + schodiště	15	835,68	21 VK 400x900	843	1	1	1	1	843
2.00.02	Výtahová šachta	5	-479,01	-	-	1	1	1	1	0
3.13.01	Chodba	20	173,71	-	-	1	1	1	1	0
3.13.02	Koupelna	24	535,70	KLC-M 1500x450	564	1	1	1	1	564
3.13.03	Obývací pokoj + KK	20	1427,37	21 VK 300x900	671	1	1	1	1	671
				22 VK 300x900	869	1	1	1	1	869
3.13.04	Ložnice	20	364,18	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
3.14.01	Chodba	20	227,65	-	-	1	1	1	1	0
3.14.02	Koupelna	24	256,14	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
3.14.03	WC	20	-4,10	-	-	1	1	1	1	0
3.14.04	Obývací pokoj + KK	20	1487,77	20 VK 600x700	685	1	1	1	1	685
				20 VK 600x1000	978	1	1	1	1	978
3.14.05	Ložnice	20	337,47	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
3.14.06	Pokoj	20	231,48	10 VK 400x600	254	1	1	1	1	254
3.15.01	Chodba	20	123,02	-	-	1	1	1	1	0
3.15.02	Koupelna + WC	24	428,60	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
3.15.03	Obývací pokoj + KK	20	1177,49	21 VK 300x1600	1192	1	1	1	1	1192
3.15.04	Ložnice	20	320,22	11 VK 300x600	329	1	1	1	1	329
3.16.01	Chodba	20	123,02	-	-	1	1	1	1	0
3.16.02	Koupelna + WC	24	428,60	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
3.16.03	Obývací pokoj + KK	20	1177,49	21 VK 300x1600	1192	1	1	1	1	1192
3.16.04	Ložnice	20	320,22	11 VK 300x600	329	1	1	1	1	329
3.17.01	Chodba	20	227,65	-	-	1	1	1	1	0
3.17.02	Koupelna	24	256,14	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
3.17.03	WC	20	-4,10	-	-	1	1	1	1	0

3.17.04	Obývací pokoj + KK	20	1487,77	20 VK 600x700	685	1	1	1	1	685
				20 VK 600x1000	978					
3.17.05	Pokoj	20	337,47	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
3.17.06	Ložnice	20	231,48	10 VK 400x600	254	1	1	1	1	254
3.18.01	Chodba	20	173,71	-	-	1	1	1	1	0
3.18.02	Koupelna + WC	24	535,70	KLC-M 1500x450	564	1	1	1	1	564
3.18.03	Obývací pokoj + KK	20	1427,37	21 VK 300x900	671	1	1	1	1	671
				22 VK 300x900	869					
3.18.04	Ložnice	20	364,18	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
3.00.01+3.00.03	Chodba + schodiště	15	787,66	21 VK 400x900	843	1	1	1	1	843
3.00.02	Výtahová šachta	5	-479,01	-	-	1	1	1	1	0
4.19.01	Chodba	20	200,67	-	-	1	1	1	1	0
4.19.02	Koupelna	24	566,61	KLC-M 1500x500	619	1	1	1	1	619
4.19.03	Obývací pokoj + KK	20	1542,12	2x 22 VK 300x800	1546	1	1	1	1	1546
4.19.04	Ložnice	20	364,24	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
4.20.01	Chodba	20	262,02	-	-	1	1	1	1	0
4.20.02	Koupelna	24	281,02	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
4.20.03	WC	20	2,32	-	-	1	1	1	1	0
4.20.04	Obývací pokoj + KK	20	1607,37	20 VK 600x700	685	1	1	1	1	685
				20 VK 600x1000	978	1	1	1	1	978
4.20.05	Ložnice	20	413,16	11 VK 300x800	439	1	1	1	1	439
4.20.06	Pokoj	20	281,40	11 VK 400x400	283	1	1	1	1	283
4.21.01	Chodba	20	123,02	-	-	1	1	1	1	0
4.21.02	Koupelna + WC	24	436,05	KLC-M 1220x450	454	1	1	1	1	454
4.21.03	Obývací pokoj + KK	20	1166,31	21 VK 300x1600	1192	1	1	1	1	1192
4.21.04	Ložnice	20	320,22	11 VK 300x600	329	1	1	1	1	329
4.22.01	Chodba	20	123,02	-	-	1	1	1	1	0
4.22.02	Koupelna + WC	24	458,53	KLC-M 1220x500	498	1	1	1	1	498
4.22.03	Obývací pokoj + KK	20	1281,91	21 VK 700x900	1305	1	1	1	1	1305
4.22.04	Ložnice	20	320,22	11 VK 300x600	329	1	1	1	1	329
4.23.01	Chodba	20	247,20	-	-	1	1	1	1	0
4.23.02	Koupelna	24	275,86	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
4.23.03	WC	20	2,32	-	-	1	1	1	1	0
4.23.04	Obývací pokoj + KK	20	1616,26	20 VK 600x700	685	1	1	1	1	685
				20 VK 600x1000	978	1	1	1	1	978
4.23.05	Pokoj	20	397,38	11 VK 300x800	439	1	1	1	1	439
4.23.06	Ložnice	20	271,01	10 VK 700x500	347	1	1	1	1	347
4.24.01	Chodba	20	214,00	-	-	1	1	1	1	0
4.24.02	Koupelna + WC	24	579,85	KLC-M 1500x500	619	1	1	1	1	619
4.24.03	Obývací pokoj + KK	20	1545,97	2x 22 VK 300x800	1546	1	1	1	1	1546
4.24.04	Ložnice	20	399,96	VK 11 300x800	439	1	1	1	1	439
4.00.01+4.00.03	Chodba + schodiště	15	839,16	21 VK 400x900	843	1	1	1	1	843
4.00.02	Výtahová šachta	5	-479,01	-	-	1	1	1	1	0
5.25.01	Chodba	20	221,19	-	-	1	1	1	1	0
5.25.02	Koupelna	24	322,36	KLC-M 900x450	333	1	1	1	1	333
5.25.03	WC	20	108,50	10 VK 300x500	165	1	1	1	1	165
5.25.04	Prádelna	20	113,73	-	-	1	1	1	1	0
5.25.05	Obývací pokoj + KK	20	3564,30	2x 33 VK 300x900	2482	1	1	1	1	2482
				22 VK 300x1200	1159	1	1	1	1	1159
5.25.06	Ložnice	20	540,65	11 VK 300x1000	549	1	1	1	1	549
5.25.07	Šatna	20	190,84	-	-	1	1	1	1	0
5.25.08	Pokoj	20	358,31	11 VK 300x700	384	1	1	1	1	384
5.25.09	Koupelna + WC	24	274,92	KLC-M 700x500	284	1	1	1	1	284
5.25.10	Šatna	20	72,44	-	-	1	1	1	1	0
5.00.01+5.00.03	Chodba + schodiště	15	678,41	11 VK 700x600	683	1	1	1	1	683
5.00.02	Výtahová šachta	5	-660,93	-	-	1	1	1	1	0
5.00.04	Tech. Místnost	15	393,69	-	-	1	1	1	1	0
Podkroví u terasy	Podkroví u terasy	-6	922,45	-	-	1	1	1	1	0
Podkroví	Podkroví	-6	778,08	-	-	1	1	1	1	0

B.5 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Zdroj pro vytápění a ohřev vody je umístěn v technické místnosti v podkroví.

Vstupní údaje

Výkon otopných těles: $Q_{VYT} = 66,83 \text{ kW}$

Potřeba tepla na přípravu TV: $Q_{TV} = 14,22 \text{ kW}$

Potřeba tepla pro vzduchotechniku: $Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$

Výkon technické místnosti

$$Q_{prip} = \max \{Q_{prip1}; Q_{prip2}\}$$

$$Q_{prip1} = 0,7 \times Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TV}$$

$$Q_{prip1} = 0,7 \times 66,83 + 0 + 14,22 = 61,00 \text{ kW}$$

$$Q_{prip2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$$

$$Q_{prip2} = 66,83 + 0 + 0 = 66,83 \text{ kW}$$

$$Q_{prip} = \max\{61,00; 66,83\} \text{ kW}$$

$$Q_{prip} = 66,83 \text{ kW}$$

Výkon zdroje potřebný pro vytápění a ohřev vody je **66,83 kW**.

Navrhuji 3x plynový kondenzační kotel Protherm Panther Condens 25 KKO-CS/1.

Výkon: 3,0 – 24,7 kW

Společný výkon kotlů: 74,1 kW.

Technická dokumentace kotlů je obsažena v příloze. [P18]

B.5.1 ODVOD SPALIN

Odvod spalin od kotlů bude řešen dle stanoveného řešení od výrobce. Z potrubí odvodu spalin a od kotlů musí být odveden kondenzát do neutralizačního boxu a následně do kanalizace.

Základní přehled délek odkouření, doplňující informace naleznete v jednotlivých návodech pro daný typ kotle a jeho odkouření.	průměr potrubí v mm		
	60/100	80/125	2x 80
	max. m + koleno	max. m + koleno	min / max
Panther Condens 15 KKO-CS/1 2,7 - 16,4 (20,0 TV) kW	10 + 1x87°	11 + 3x87°	max 8 + 33
Panther Condens 25 KKO-CS/1 3,3 - 26,9 (28,0 TV) kW	10 + 1x87°	28 + 3x87°	max 8 + 33
Panther Condens 30 KKO-CS/1 4,4 - 32,8 (34,8 TV) kW	8 + 1x87°	23 + 3x87°	max 8 + 33
Panther Condens 20/26 KKV-CS/1 3,3 - 21,7 (26,0 TV) kW	10 + 1x87°	23 + 3x87°	max 8 + 33
Panther Condens 25/31 KKV-CS/1 3,9 - 27,3 (31,0 TV) kW	8 + 1x87°	23 + 3x87°	max 8 + 33

Obrázek 22: Systémové odkouření od kotlů [P18]

B.6 NÁVRH OHŘEVU TEPLÉ VODY

B.6.1 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY

Vstupní údaje

$$V_{2p, os} = 0,082 \text{ m}^3/1 \text{ os.den}$$

$$V_{2p, spol} = 0,02 \text{ m}^3/\text{výměra}$$

$$n = 60 \text{ osob}$$

$$A = 161,9 \text{ m}^2$$

teplota teplé vody: 55 °C

teplota studené vody: 10 °C

Výpočet

$$V_{2p, os} = 0,082 \times 60 = 4,92 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$V_{2p, spol} = \frac{161,9 \times 0,02}{100} = 0,033 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$V_{2p} = V_{2p, os} + V_{2p, spol} = 4,92 + 0,033 = 4,953 \text{ m}^3/\text{den}$$

Stanovení potřeby tepla

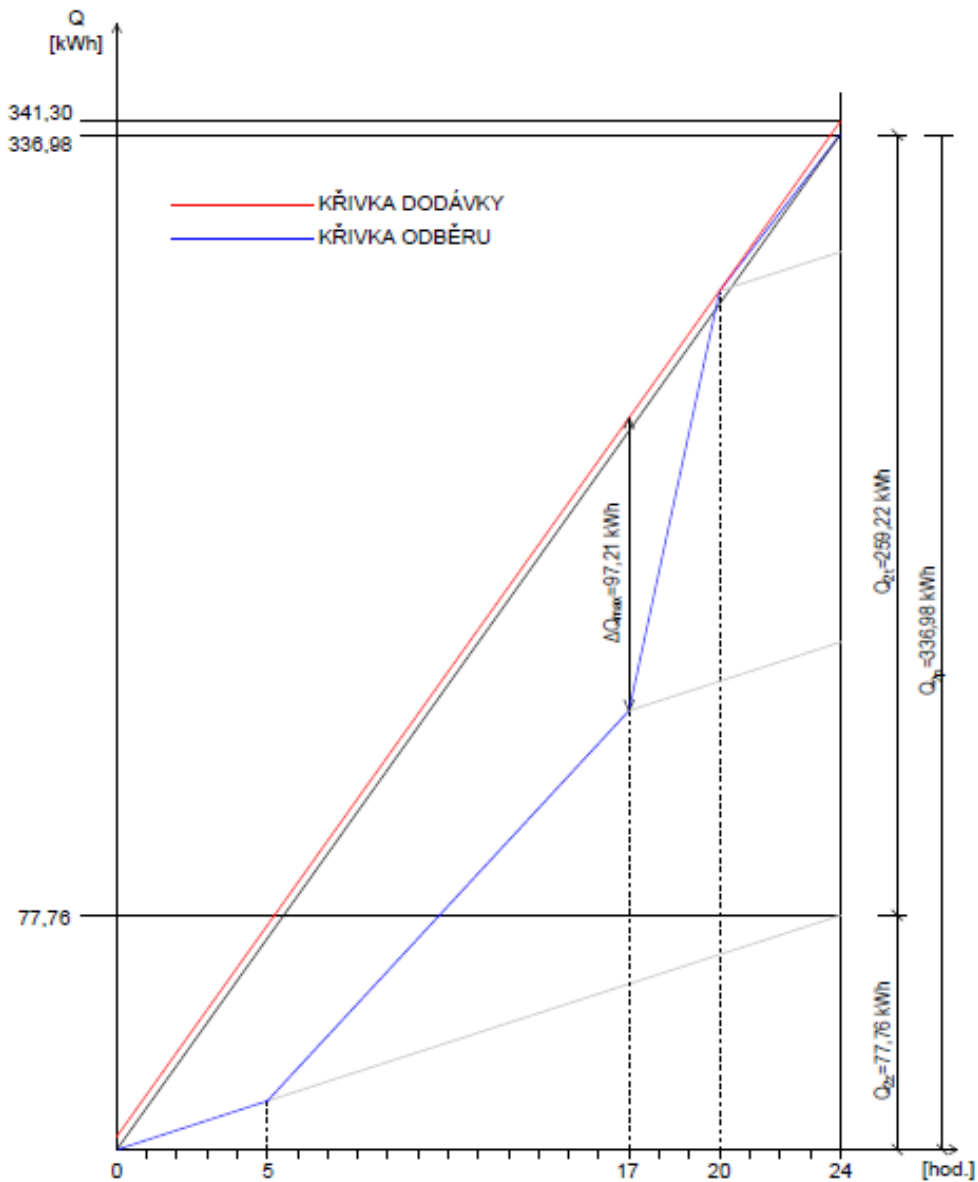
$$Q_{2t} = c \times V_{2p} \times (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \times 4,953 \times (55 - 10) = 259,22 \text{ kWh}$$

$$Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 259,22 \times 0,3 = 77,76 \text{ kWh}$$

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 259,22 + 77,76 = 336,98 \text{ kWh/per.}$$

Tabulka 17: Potřeba tepla pro přípravu teplé vody během dne

Čas	Podíl odběru (%)	Odebrané teplo Q_{2t} (kWh)	Ztracené teplo Q_{2z} (kWh)	Teplo celkem Q_{2p} (kWh)
5-17	35	90,73	27,22	117,95
17-20	50	129,61	38,88	168,49
20-24	15	38,88	11,66	50,54
Celkem	100	259,22	77,76	336,98



Obrázek 23: Odběrový diagram teplé vody

Stanovený parametrů zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \times (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{97,21}{1,163 \times (55 - 10)} = 1,86 \text{ m}^3$$

$$Q_{tn} = \left(\frac{Q_1}{t}\right)_{max} = \left(\frac{341,3}{24}\right)_{max} = 14,22 \text{ kW}$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} = \frac{(75 - 55) - (65 - 10)}{\ln\left(\frac{75 - 55}{65 - 10}\right)} = 34,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{tn} \times 1000}{U \times \Delta t} = \frac{14,22 \times 1000}{420 \times 34,6} = 0,98 \text{ m}^2$$

Dle vypočítaných parametrů navrhuji zásobníkový ohřívač teplé vody Regulus RBC 2000.

Objem nádrže: 2006l

Plocha výměníku: 4,5 m²

Hmotnost: 496 kg

Technická dokumentace zásobníkového ohřívače teplé vody obsažena v příloze. [P19]

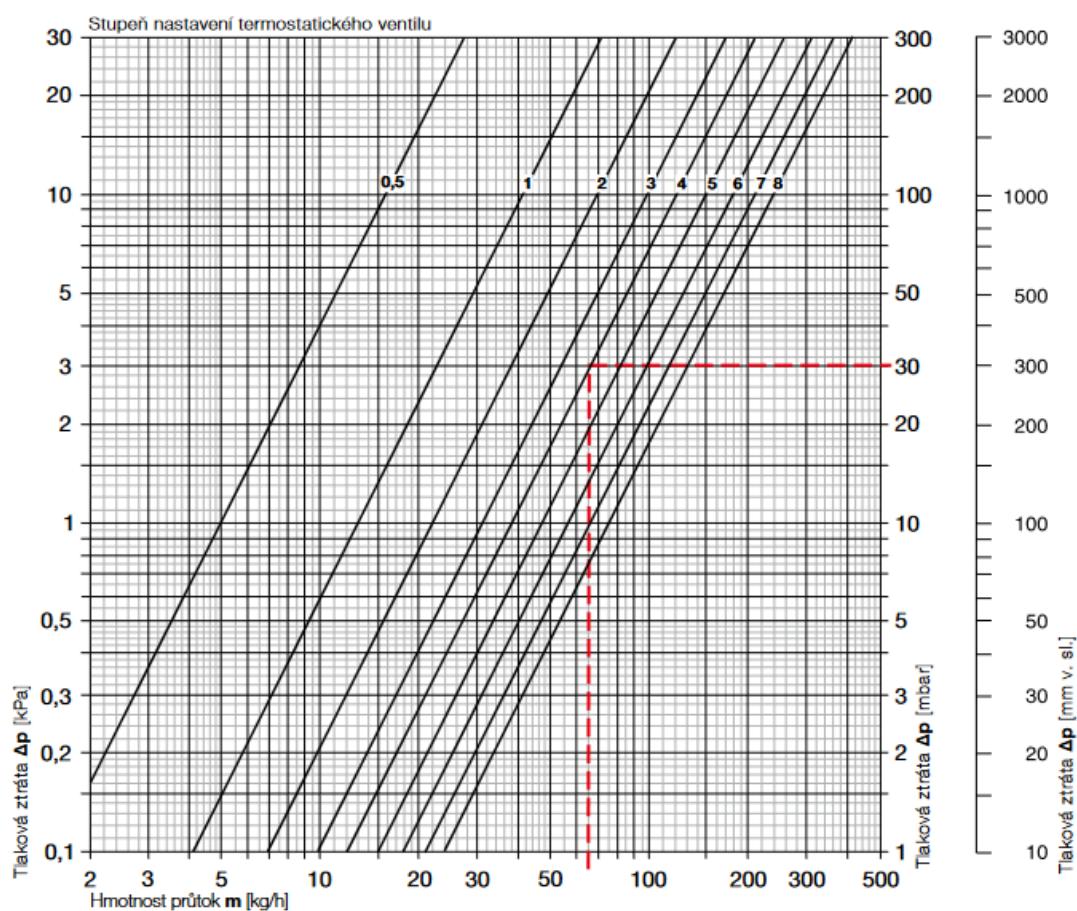
B.7 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ

Otopná soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem vody. Je rozdělena do čtyř větví pro vytápění a jedna větev pro ohřev teplé vody. Potrubní rozvody jsou měděné a izolované dle návrhu.

Teplotní spád: 75/65 °C

Regulace je zajištěna pomocí termostatických ventilů VK. Tělesa jsou osazena H šroubením pro vypouštění otopného tělesa.

Dvoutrubková otopná soustava



Tabulka

Otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT bez přípojovacích armatur

Ventil s termostatickou hlavici

Stupeň nastavení ventilu	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
k_v [m ³ /h]	0,05	0,13	0,18	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,66	0,71	0,75

Ventil bez termostatické hlavice

Stupeň nastavení ventilu	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
k_v [m ³ /h]	0,05	0,16	0,22	0,27	0,33	0,38	0,41	0,43	0,54	0,65	0,82	0,98	1,11	1,23	1,33	1,43

Nejvyšší přípustná prov. teplota: 110 °C

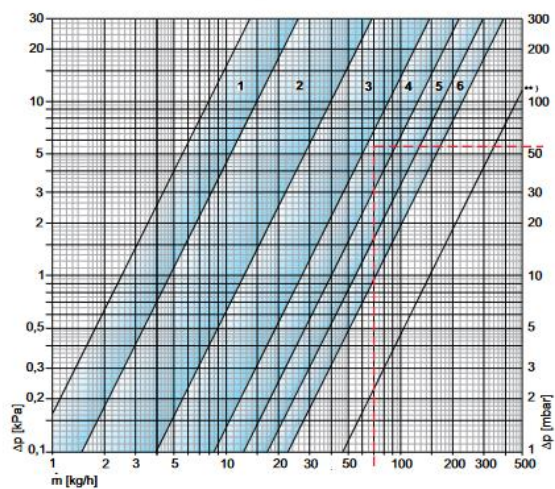
Nejvyšší přípustný prov. přetlak: 1,0 MPa

Uvedené hodnoty k_v odpovídají pásmu proporcionality 2 K

Obrázek 24: Graf a tabulka pro návrh VK ventilu na otopném tělese. [23]

Technická data – Dvourubková soustava

Ventilová vložka VHV se 6 stupni nastavení



Otopné těleso VK s rohovým a přímým šroubením Vekolux ve dvourubkovém provedení

	Nastavení ventilové vložky								Kvs Vekolux bez otopného tělesa
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ventilová vložka VHV se 6 stupni nastavení a termostatickou hlavici									
min	0,025	0,047	0,126	0,265	0,401	0,556	-	-	1,48
Kv-hodnota	-	-	-	-	-	-	-	-	
max	0,047	0,126	0,265	0,401	0,556	0,730	-	-	
Kvs	0,051	0,133	0,289	0,413	0,579	0,817	-	-	

Obrázek 25: Graf a tabulka pro nastavení H šroubení na otopných tělesech. [25]

Tabulka 18: Dimenzování a hydraulické posouzení větve 2 [P20]

Nucený oběh - návrh otopné soustavy - větve 2

t_1 [°C] = 75,0	ρ_1 [kg/m ³] = 974,8	g [m/s ²] = 9,81	JMÉNO: Jiří Poul
t_2 [°C] = 65,0	ρ_2 [kg/m ³] = 980,5		
t_m [°C] = 70,0	ρ_m [kg/m ³] = 977,8	$\Delta\rho$ [kg/m ³] = 5,7	
Δt [K] = 10,0	c [J/kg.K] = 4 186	ν [m ² /s ⁻¹] = 0,404 · 10 ⁻⁶ (kinematická viskozita při 70°C)	
		k [mm] = 0,02 (drsnot potrubí)	

pásmo proporcionality: 2 [K]

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]
okruh	OT1	- základ.	h [m] = 15,50			Δp_h [Pa] = 867						
		Σl [m] = 74,6					info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z
1	5,57	479,2	13,9	22x1	20	125	1738	0,43	17,6	91,8	1616	3 353
2	4,89	420,5	2,9	22x1	20	100	289	0,38	0,3	70,7	21	311
3	4,05	348,0	2,9	22x1	20	69	201	0,31	0,3	48,4	15	215
4	3,20	275,5	2,9	22x1	20	47	137	0,25	2,3	30,3	70	206
5	2,36	203,0	2,9	22x1	20	26	76	0,18	0,7	16,5	12	88
6	1,52	130,5	0,9	18x1	16	35	32	0,18	3,6	16,6	60	91
7	1,13	97,4	2,9	18x1	16	23	66	0,14	2,0	9,3	19	84
8	v 0,64	54,8	8,2	15x1	13	22	180	0,12	6,8	6,7	46	226
8'	s 0,64	54,8	8,1	15x1	13	22	178	0,12	7,1	6,7	48	226
7'	1,13	97,4	3,1	18x1	16	23	70	0,14	2,3	9,3	21	91
6'	1,52	130,5	1,0	18x1	16	35	35	0,18	3,9	16,6	65	100
5'	2,36	203,0	2,9	22x1	20	26	76	0,18	1,0	16,5	16	93
4'	3,20	275,5	2,9	22x1	20	47	137	0,25	2,6	30,3	79	215
3'	4,05	348,0	2,9	22x1	20	69	201	0,31	0,6	48,4	29	230
2'	4,89	420,5	2,9	22x1	20	100	289	0,38	0,6	70,7	42	332
1'	5,57	479,2	13,3	22x1	20	125	1663	0,43	22,4	91,8	2056	3 719
						$\Sigma = 5 367$				$\Sigma = 4 214$		9 580

započtení vlivu účinného tlaku (0 až 0,75) = 0,50		* Δp_h [Pa] = 433
typ OT: 11	$\xi_{OT} [-] = 19,0$	$m = 55$ [kg/h] $w_{DN15} = 0,08$ $(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 2,9$
VK ventil DN 15	přednastavení 8	$k_v = 0,750$ [m ³ /h] $V = 56$ [dm ³ /h] 558
H šroubení DN 15		$k_v = 0,82$ [m ³ /h] 470
Potřebný dopravní tlak oběhového čerpadla Δp_c [Pa] =		10 230
Potřebný průtok oběhovým čerpadlem m [kg/h] =		479

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT2		h [m] = 15,50			Δp_h [Pa] = 867					Δp_{ois} [Pa] = 986		
		Σl [m] = 5,8				* Δp_h [Pa] = 433,4	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z	č. is. 9 677
9	v 0,50	42,7	2,9	15x1	13	10	29,0	0,09	4,6	4,08	19	48	1 3353
9'	s 0,50	42,7	2,9	15x1	13	10	29,0	0,09	4,9	4,08	20	49	2 311
						$\Sigma = 58,0$				$\Sigma = 39$		97	3 215
typ OT: 11	$\xi_{OT} [-] = 19,0$	$m = 43$ [kg/h] $w_{DN15} = 0,06$ $(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 1,7$				$k_v = 0,470$ [m ³ /h] $V = 44$ [dm ³ /h] 856						33	4 206
VK ventil DN 15	přednastavení 5											0	5 88
H šroubení DN 15												0	6 91
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] =												986	
Δp_{ois} [Pa] =												986	
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...												0	
													7 84
													8 226
													9 48
													9' 49
													8' 226
													7' 91
													6' 100
													5' 93
													4' 215
													3' 230
													2' 332
													1' 3 719

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT3		h [m] = 15,50			Δp_h [Pa] = 867					Δp_{dis} [Pa] = 1710		
		Σl [m] = 20,1	0,50	*	Δp_h [Pa] = 433,4	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z		čís. [Pa]
10	v	0,38	33,0	9,9	15x1	13	5	49,5	0,07	12,4	2,44	30	1 3 353
10'	s	0,38	33,0	10,2	15x1	13	5	51,0	0,07	12,7	2,44	31	2 311
						$\Sigma = 100,5$					$\Sigma = 61$	162	3 215
typ OT:	11	$\xi_{OT} [-] = 19,0$	m = 33	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,05$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 1,0$						20	4 206
	VK ventil DN 15	přednastavení	3	$k_v = 0,220$	[m ³ /h]	V = 34	[dm ³ /h]					1529	5 88
	H šroubení DN 15											0	6 91
						celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] =						1710	6' 100
											Δp_{dis} [Pa] =	1710	5' 93
						nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...						0	4' 215
													3' 230
													2' 332
													1' 3 719

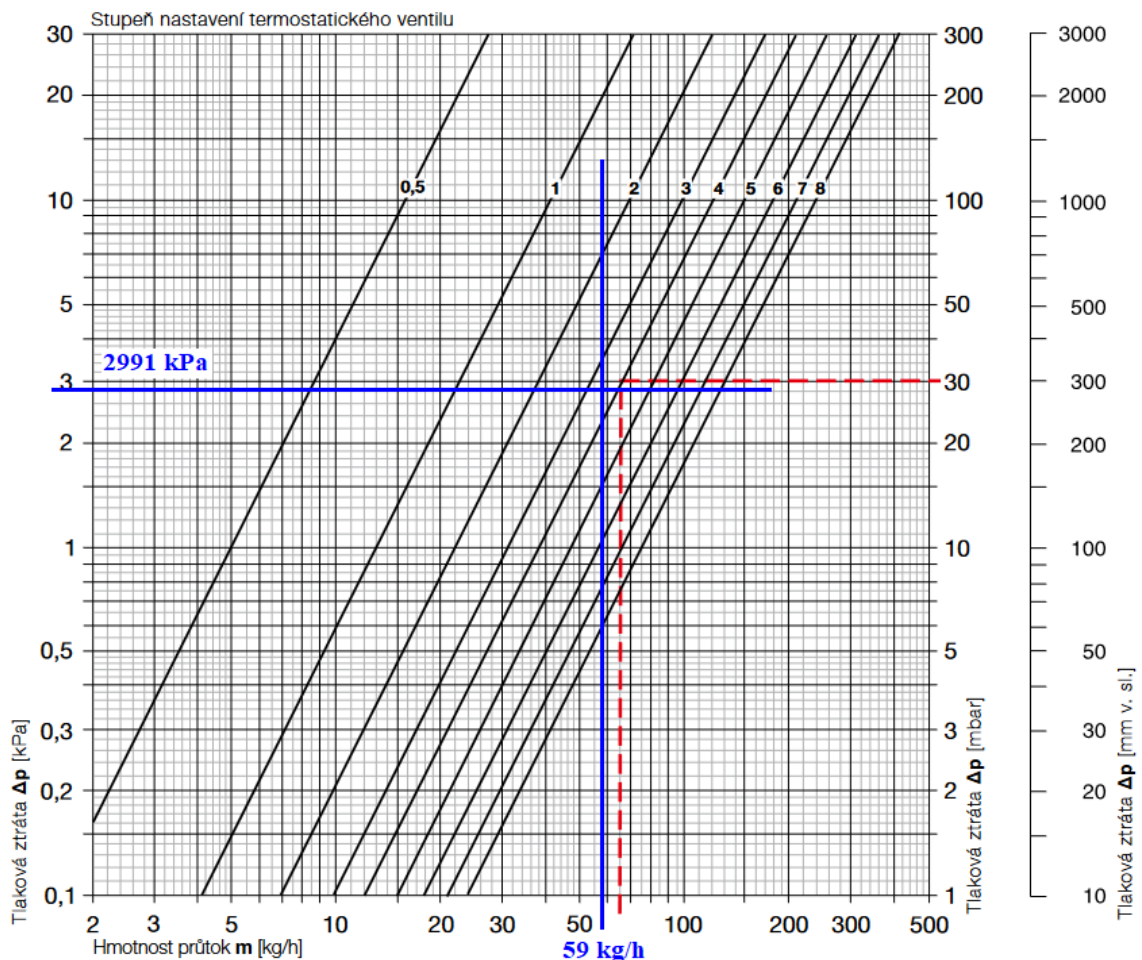
č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT4		h [m] = 12,50			Δp_h [Pa] = 699					Δp_{dis} [Pa] = 1817		
		Σl [m] = 1,5	0,50	*	Δp_h [Pa] = 349,5	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z		čís. [Pa]
11	v	0,84	72,5	0,6	15x1	13	37	22,2	0,16	4,6	11,77	54	1 3 353
11'	s	0,84	72,5	0,9	15x1	13	37	33,3	0,16	4,9	11,77	58	2 311
						$\Sigma = 55,5$					$\Sigma = 112$	167	3 215
typ OT:	21	$\xi_{OT} [-] = 8,5$	m = 72	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,10$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 5,0$						43	4 206
	VK ventil DN 15	přednastavení	6	$k_v = 0,570$	[m ³ /h]	V = 74	[dm ³ /h]					1608	5 88
	H šroubení DN 15											0	5' 93
						celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] =						1817	4' 215
											Δp_{dis} [Pa] =	1817	3' 230
						nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...						0	2' 332
													1' 3 719

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT5		h [m] = 9,50			Δp_h [Pa] = 531					Δp_{dis} [Pa] = 1914		
		Σl [m] = 1,5	0,50	*	Δp_h [Pa] = 265,6	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z		čís. [Pa]
12	v	0,84	72,5	0,6	15x1	13	37	22,2	0,16	5,0	11,77	59	1 3 353
12'	s	0,84	72,5	0,9	15x1	13	37	33,3	0,16	5,3	11,77	62	2 311
						$\Sigma = 55,5$					$\Sigma = 121$	177	3 215
typ OT:	21	$\xi_{OT} [-] = 8,5$	m = 72	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,10$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 5,0$						43	4 206
	VK ventil DN 15	přednastavení	6	$k_v = 0,570$	[m ³ /h]	V = 74	[dm ³ /h]					1695	4' 215
	H šroubení DN 15											0	3' 230
						celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] =						1914	2' 332
											Δp_{dis} [Pa] =	1914	1' 3 719
						nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...						0	

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT6		h [m] = 6,50			Δp_h [Pa] = 363					Δp_{dis} [Pa] = 2252		
		Σl [m] = 1,5	0,50	*	Δp_h [Pa] = 181,7	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z		čís. [Pa]
13	v	0,84	72,5	0,6	15x1	13	37	22,2	0,16	5,0	11,77	59	1 3 353
13'	s	0,84	72,5	0,9	15x1	13	37	33,3	0,16	5,3	11,77	62	2 311
						$\Sigma = 55,5$					$\Sigma = 121$	177	3 215
typ OT:	21	$\xi_{OT} [-] = 8,5$	m = 72	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,10$	$(w_{DN15}^2/2) \times \rho = 5,0$						43	3' 230
	VK ventil DN 15	přednastavení	6	$k_v = 0,570$	[m ³ /h]	V = 74	[dm ³ /h]					2033	2' 332
	H šroubení DN 15											0	1' 3 719
						celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] =						2252	
											Δp_{dis} [Pa] =	2252	
						nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...						0	

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT7		h [m] = 3,50			Δp_h [Pa] = 196					Δp_{dis} [Pa] = 2 613		čís. [Pa]
			Σl [m] = 1,5	0,50	*	Δp_h [Pa] = 97,9	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z	1 3 353
14 v	0,84	72,5	0,6	15x1	13	37	22,2	0,16	5,0	11,77	59	81	2 311
14' s	0,84	72,5	0,9	15x1	13	37	33,3	0,16	5,3	11,77	62	96	2' 332
						$\Sigma = 55,5$					$\Sigma = 121$	177	2' 332
typ OT: 21 $\xi_{ot} [-] = 8,5$ m = 72 [kg/h] $w_{DN15} = 0,10$ ($w_{DN15}^2/2$) x $\rho = 5,0$ 43													1' 3 719
VK ventil DN 15 přednastavení 5 $k_v = 0,470$ [m^3/h] $V = 74$ [dm^3/h] 2 394													
H šroubení DN 15 0													
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] = 2 613													
Δp_{dis} [Pa] = 2 613													
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... 0													

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	DN [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	$(w^2/2) \times \rho$ [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky tlak. ztráta [Pa]
okruh	OT8		h [m] = 0,50			Δp_h [Pa] = 28					Δp_{dis} [Pa] = 3 172		čís. [Pa]
			Σl [m] = 1,5	0,50	*	Δp_h [Pa] = 14,0	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s					Δp_z	7 072
15 v	0,68	58,7	0,6	15x1	13	26	15,6	0,13	5,0	7,73	39	54	1 3 353
15' s	0,68	58,7	0,9	15x1	13	26	23,4	0,13	5,3	7,73	41	64	1' 3 719
						$\Sigma = 39,0$					$\Sigma = 80$	119	
typ OT: 11 $\xi_{ot} [-] = 19,0$ m = 59 [kg/h] $w_{DN15} = 0,08$ ($w_{DN15}^2/2$) x $\rho = 3,3$ 62													
VK ventil DN 15 přednastavení 4 $k_v = 0,380$ [m^3/h] $V = 60$ [dm^3/h] 2 991													
H šroubení DN 15 0													
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu Δp_o [Pa] = 3 172													
Δp_{dis} [Pa] = 3 172													
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... 0													



Odečtení nastavení VK ventilu na OT8 je modrou barvou

Obrázek 26: Příklad nastavení ventilu na OT8

Tabulka 19: Tabulka místních odporů pro jednotlivé úseky větve 2 [P20]

TABULKA MÍSTNÍ ODPORŮ PRO JEDNOTLIVÉ ÚSEKY 2 VĚTVĚ


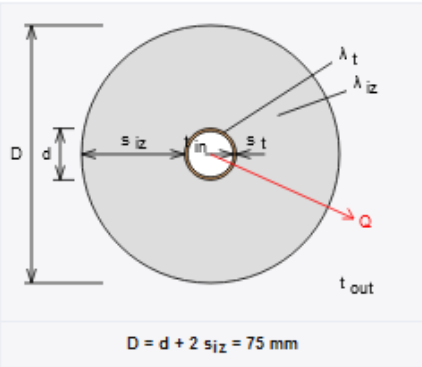
číslo úseku	celkové $\Sigma \xi$ [-]	DN [mm]	redukce		sřibka nebo obchoz DN	oblouky 90°		R/d = 1.5		Kompeřizátor	Kohout	Zpětná Klapka	filtr	kolena 90°		Dělení proudů		průchod		protiproud		R + S OT ne - je řešeno jinde	
			o více DN	o DN		10 - 15	20 - 25	32 - 40	50 <					10 - 15	20 - 25	32 - 40	50 <	dělení proudů	spojení proudů	dělení proudů	spojení proudů		dělení proudů
1	17,6	22x1	0,4	0,8	0,5	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0	2,0	4,3	2,0	2,0	2,0	1,3	0,9	0,3	0,6	1,5	3,0	1,0	0,5
1'	22,4	22x1				7					4	1										1	
2	0,3	22x1				7					3	1											
2'	0,6	22x1																					
3	0,3	22x1																					
3'	0,6	22x1																					
4	2,3	22x1								1													
4'	2,6	22x1								1													
5	0,7	22x1	1																				
5'	1,0	22x1	1																				
6	3,6	18x1									1												
6'	3,9	18x1									1												
7	2,0	18x1	1																				
7'	2,3	18x1	1																				
8	6,8	15x1																					
8'	7,1	15x1																					
9	4,6	15x1	1																				
9'	4,9	15x1	1																				
10	12,4	15x1	1																				
10'	12,7	15x1	1																				
11	4,6	15x1	1																				
11'	4,9	15x1	1																				
12	5,0	15x1	1																				
12'	5,3	15x1	1																				
13	5,0	15x1	1																				
13'	5,3	15x1	1																				
14	5,0	15x1	1																				
14'	5,3	15x1	1																				
15	5,0	15x1	1																				
15'	5,3	15x1	1																				

Kompletní výpočet dimenzování a hydraulického posouzení je obsaženo v příloze. [P20]

Dimenzační schémata všech větví jsou, obsaženy v příloze. [P07], [P08], [P09], [P10],

B.8 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ

Návrh tepelné izolace potrubí je zpracován pomocí online softwaru dostupném na www.tzb-info.cz. Tloušťky tepelné izolace vyhovují vyhlášce 193/2007.

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K																
Trubka Měď Rozměry trubky - 15x1 Průměr $d = 15$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K																
		Øezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C														
Potrubí		<table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 70$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$rh = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>	Teplota média	$t_{in} = 70$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C															
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C															
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???															
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C															
Součinitel přestupu tepla																
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K															
Délka potrubí	$l = 1$ m															
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 $\Rightarrow U_{O,193/2007} = 0.15$ W / m K															
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_O = 0.138 \leq 0.15$ W / m K \Rightarrow VYHOVUJE požadavkům vyhláky é. 193/2007															
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 18.2$ °C $> t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci															
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 25.9$ W/m															
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.6$ W/m															
Energetická úspora izolovaného potrubí	71 %															
Střední spotřeba izolace	0.1414 m ² - platí pro plo'nou izolaci															

Obrázek 27: Posouzení tloušťky izolace měděného potrubí 15x1 [26]

Tabulka 20: Návrh tloušťky tepelné izolace pro jednotlivé rozměry potrubí.

Materiál	Rozměr [mm]	Okolní teplota [°C]	Materiál izolace	Tloušťka izolace [mm]
Meď	15x1	20	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	15x1	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	18x1	20	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	18x1	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	22x1	20	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	22x1	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	28x1,5	20	ROCKWOOL PIPO/ALS	40
Meď	28x1,5	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	40
Meď	35x1,5	20	ROCKWOOL PIPO/ALS	50
Meď	35x1,5	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	50
Meď	42x1,5	20	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	42x1,5	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	30
Meď	54x2	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	40
Meď	64x2	15	ROCKWOOL PIPO/ALS	50

B.9 DILATACE POTRUBÍ

Díky rozdílné teplotě při montáži a provozu potrubí, potrubí mění délku tzn. dilatuje (smršťování nebo prodloužení potrubí).

Potrubí otopné vody se bude prodlužovat, jelikož provozní teplota je vyšší než teplota v době montáže.

Navrhují pryžový kompenzátor BRA.T8.500, technická dokumentace je obsažena v příloze. [P23]

Tabulka 21: Návrh pryžových kompenzátorů

Větev č.1		
Část:	Stoupačka	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{K}$	$^{\circ}C$	[m]
0,017	55	14,9
Prodloužení potrubí [mm]		13,9
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Stoupačka k OT do podkrovní	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{K}$	$^{\circ}C$	[m]
0,017	55	13,3
Prodloužení potrubí [mm]		12,4
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Stoupačka k OT do 4.NP	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{K}$	$^{\circ}C$	[m]
0,017	55	10,9
Prodloužení potrubí [mm]		10,2
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Větev č.2		
Část:	Stoupačka	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{K}$	$^{\circ}C$	[m]
0,017	55	14,4
Prodloužení potrubí [mm]		13,5
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		

Větev č.3		
Část:	Stoupačka	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	14,9
Prodloužení portubí [mm]		13,9
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Rozvod suterén	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	17,6
Prodloužení portubí [mm]		16,5
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Stoupačka k OT vlevo	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	10,7
Prodloužení portubí [mm]		10,0
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Stoupačka k OT vpravo	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	10,7
Prodloužení portubí [mm]		10,0
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		

Větev č.4		
Část:	Stoupačka	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	14,9
Prodloužení portubí [mm]		13,9
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Bližší stoupačka k OT	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	11
Prodloužení portubí [mm]		10,3
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		
Část:	Vzdálenější stoupačka k OT	
α	Δt	l_0
$\frac{1}{s}$	$^{\circ}C$	$[m]$
0,017	55	11
Prodloužení portubí [mm]		10,3
Navrhují kompenzátor BRA.T8.500		

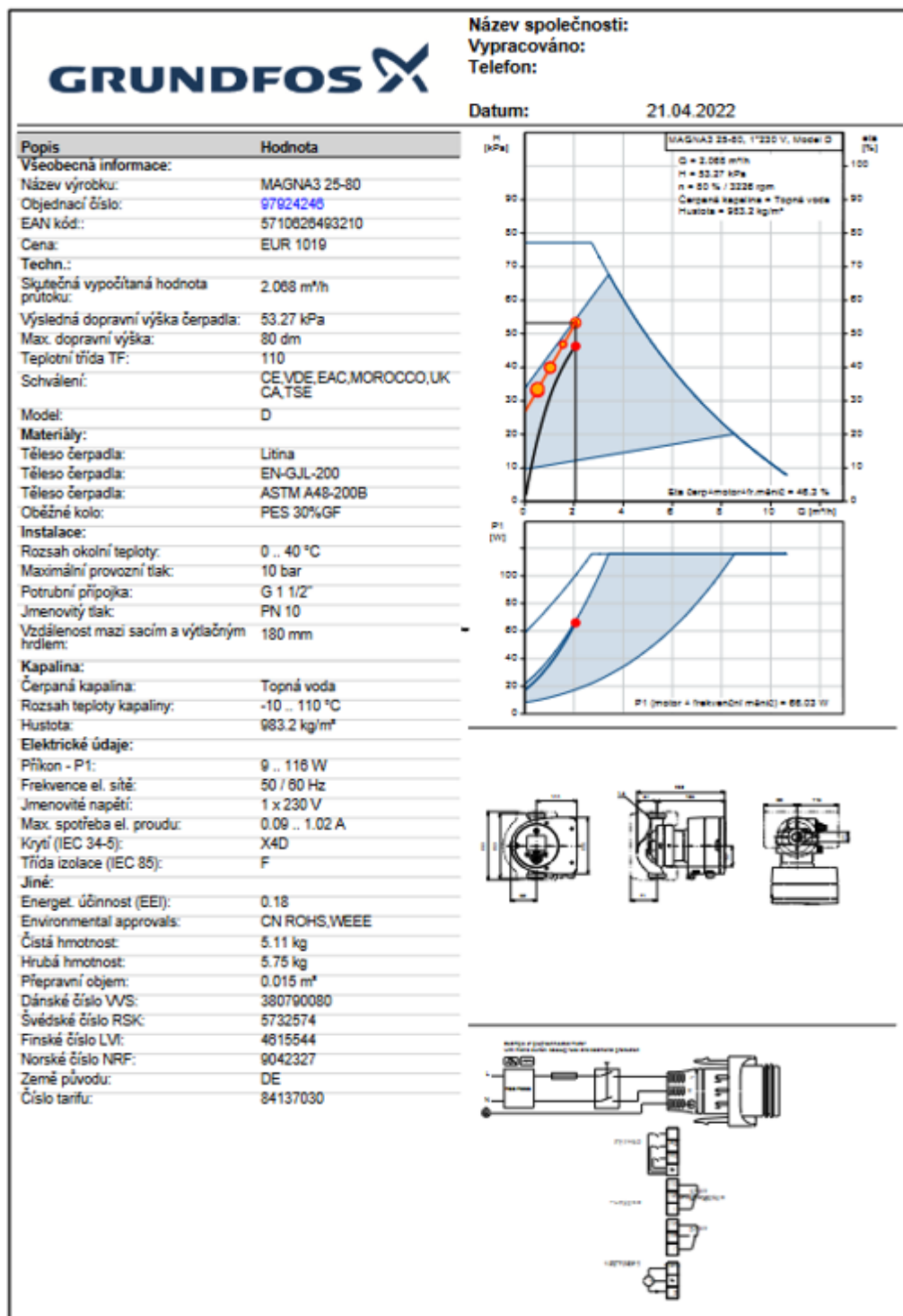
B.10 NÁVRH OBĚHOVÝ ČERPADEL

Návrh oběhových čerpadel byl proveden pomocí online softwaru od výrobce Grundfos. [27]

Větev 1

Tlaková ztráta: Okruhu + trojcestný ventil + vyvažovací ventil = 23,54 + 10,76 + 18,94 = 53,24 kPa

Hmotnostní průtok čerpadlem: 2067 kg/h




Obrázek 28: Oběhové čerpadlo MAGNA3 25-80. [27]

Větev 2

Tlaková ztráta: Okruhu + TRV + VV = 10,23 + 3,67 + 6,36 = 20,26 kPa

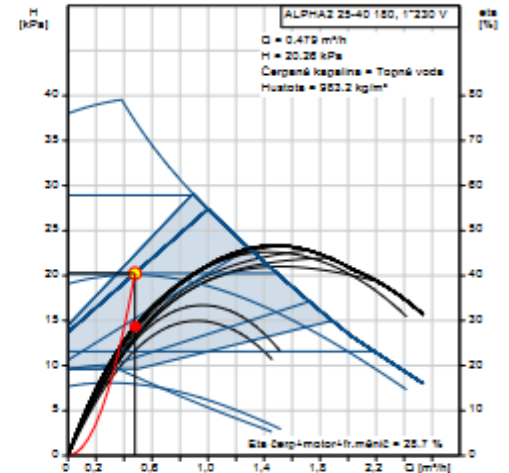
Hmotnostní průtok čerpadlem: 479 kg/h



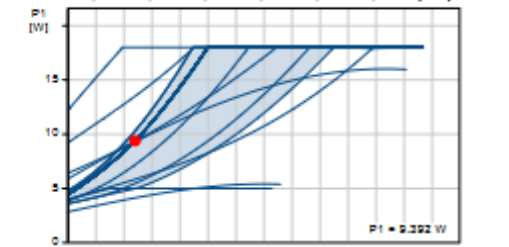
Název společnosti:
Vypracováno:
Telefon:

Datum: 21.04.2022

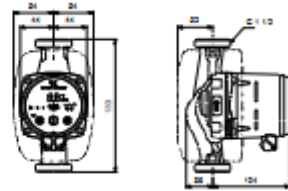

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-40 180
Objednací číslo:	99411185
EAN kód:	5713828674908
Cena:	EUR 348
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.479 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	20.26 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE, CE, EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
Těleso čerpadla:	EN-GJL-150
Těleso čerpadla:	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubií přípojka:	G 1 1/2
Jmenovitý tlak:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 18 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.18 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Zabudovaná motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídicí jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.15
Čistá hmotnost:	2.01 kg
Hrubá hmotnost:	2.17 kg
Přepravní objem:	0.004 m³
Dánské číslo VVS:	380473240
Švédské číslo RSK:	5758779
Finské číslo LVI:	4815339
Norské číslo NRF:	9043148
Země původu:	DK
Číslo tarifu:	84137030



ALPHA2 25-40 180, 1*230 V
 $Q = 0.479 \text{ m}^3/\text{h}$
 $H = 20.26 \text{ kPa}$
 Čerpaná kapalina = Topná voda
 Hustota = 983.2 kg/m³
 $\eta_{\text{ele čerp+motor+tr.ménic}} = 25.7 \%$



$P1 = 3.322 \text{ W}$

Vytisknuto z Grundfos CAPS [2022 17.005]


1/1

Obrázek 29: Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-40 180. [27]

Větev 3

Tlaková ztráta: Okruhu + TRV + VV = 33,14 + 7,5 + 19,89 = 60,53 kPa

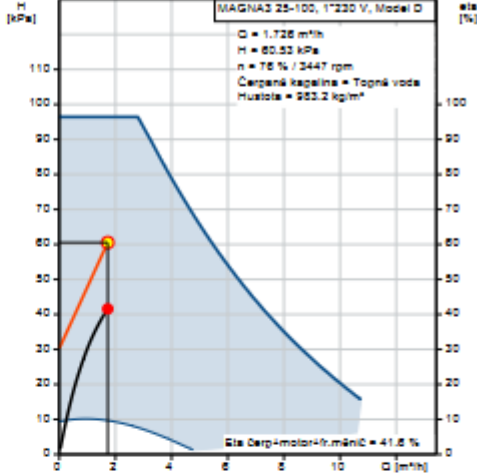
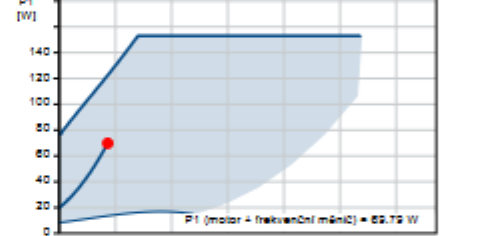
Hmotnostní průtok čerpadlem: 1726 kg/h

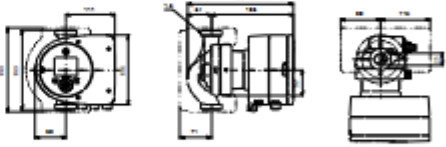


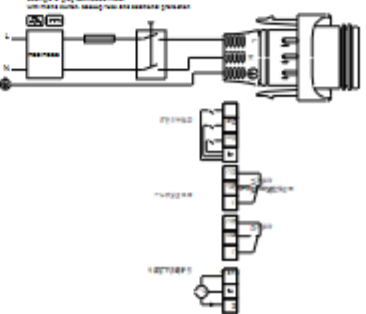
Název společnosti:
Vypracováno:
Telefon:

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	MAGNA3 25-100
Objednáací číslo:	97924247
EAN kód:	5710826493227
Cena:	EUR 1118
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.726 m ³ /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	60.52 kPa
Max. dopravní výška:	100 dm
Teplotní třída TF:	110
Schválení:	CE,VDE,EAC,MOROCCO,UK,CA,TSE
Model:	D
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
Těleso čerpadla:	EN-GJL-200
Těleso čerpadla:	ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2"
Jmenovitý tlak:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Hustota:	983.2 kg/m ³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	9 .. 153 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí [V]:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 1.33 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.18
Environmental approvals:	CN,ROHS,WEEE
Čistá hmotnost:	5.11 kg
Hrubá hmotnost:	5.75 kg
Přepavní objem:	0.015 m ³
Dánské číslo VVS:	380790100
Švédské číslo RSK:	5732575
Finské číslo LVI:	4815512
Norské číslo NRF:	9042328
Země původu:	DE
Číslo tarifu:	84137030

Datum: 12.05.2022





Vytisknuto z Grundfos CAPS [2022.20.005]

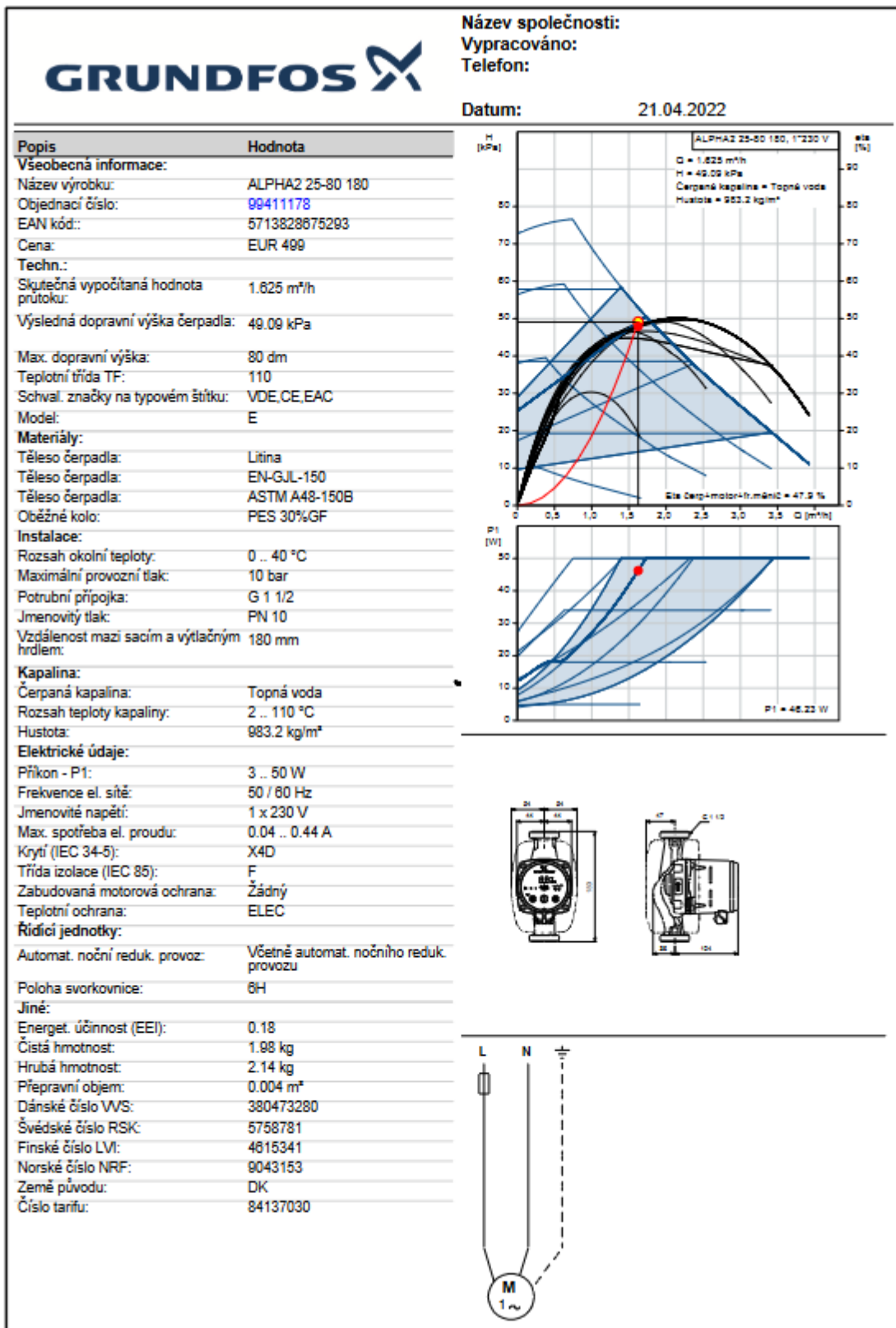
1/1

Obrázek 30: Oběhové čerpadlo MAGNA3 25-100. [27]

Větev 4

Tlaková ztráta: Okruhu + TRV + VV = 24,81 + 6,65 + 17,63 = 49,09 kPa

Hmotnostní průtok čerpadlem: 1625 kg/h

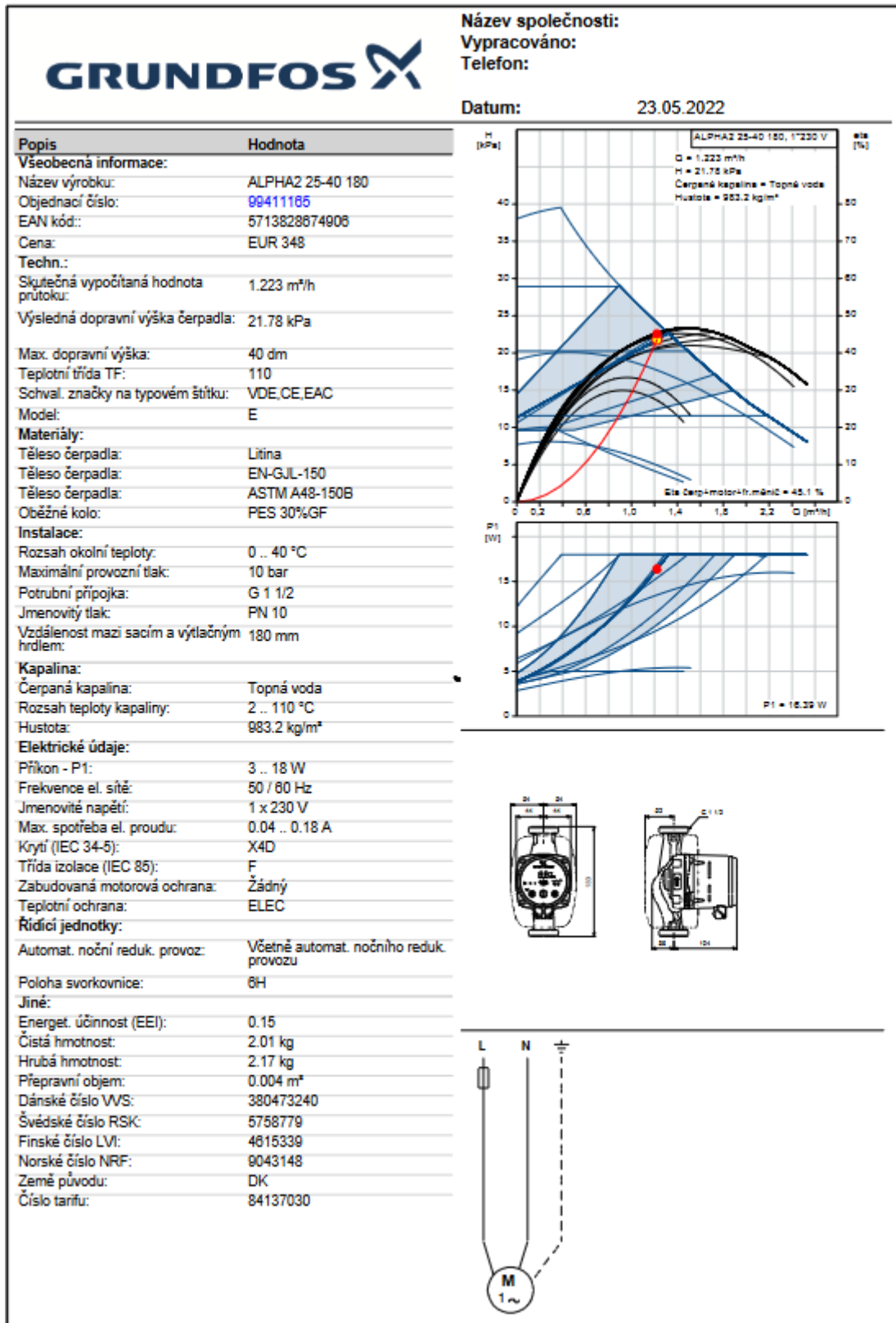


Obrázek 31: Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-80 180. [27]

Větev TV

Tlaková ztráta: Okruhu + VV = 11,8 + 9,99 = 21,79 kPa

Hmotnostní průtok čerpadlem: 1223 kg/h



Vytlačeno z Grundfos CAPS [2022 22 007]

1/1

Obrázek 32: Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-40 180. [27]

B.11 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

B.11.1 EXPANZNÍ NÁDOBA

Výška manometrické roviny: $h_{MR} = 1,0$ m

Maximální teplota otopné vody: $t_{max} = 75$ °C

Výkon kotlů: $Q_p = 74,1$ kW

Objem vody v soustavě:

Objem vody v potrubí: $V_p = 561,18$ l

Vnější průměr (mm)	Vnitřní průměr (mm)	Délka (m)	Objem vody (l)
15	13	537	71,42
18	16	334	67,13
22	20	226	70,96
28	25	117	57,45
35	32	214	172,06
42	39	72	86,04
54	50	4	7,85
64	60	10	28,27
Celkem =			561,18

Objem vody v otopných tělesech: $V_{OT} = 116 + 250,53 = 366,53$ l

KORALUX LINEAR CLASSIC – M

Typ otopného tělesa (typ/výška/délka)	Počet (ks)	Objem vody v tělese (l)
KLC-M 700/500	1	2,7
KLC-M 900/450	9	30,6
KLC-M 1220/450	7	31,5
KLC-M 1220/500	1	4,8
KLC-M 1500/450	6	34,2
KLC-M 1500/500	2	12,2
Celkem (l) =		116

RADIK VK

Typ otopného tělesa (typ/výška/délka)	Počet (ks)	Objem vody v tělese (l/m)	Objem vody v tělese (l)
10 VK 300/500	1	1,9	0,95
10 VK 400/600	6	2,3	8,28
10 VK 700/500	1	3,5	1,75
11 VK 300/600	6	1,9	6,84
11 VK 300/700	13	1,9	17,29
11 VK 300/800	4	1,9	6,08
11 VK 300/1000	1	1,9	1,9
11 VK 400/400	1	2,3	0,92
11 VK 400/700	1	2,3	1,61
11 VK 400/900	1	2,3	2,07
11 VK 700/600	1	3,5	2,1
20 VK 600/700	8	5,8	32,48
20 VK 600/1000	8	5,8	46,4
21 VK 300/500	2	3,7	3,7
21 VK 300/900	6	3,7	19,98
21 VK 300/1600	5	3,7	29,6
21 VK 400/900	4	4,4	15,84
21 VK 700/900	3	6,6	17,82
22 VK 300/800	2	3,1	4,96
22 VK 300/900	6	3,1	16,74
22 VK 300/1200	1	3,1	3,72
33 VK 300/900	2	5,3	9,54
Celkem (l) =			250,53

Objem vody v R + S: Cca 8 l

Objem vody HVDT: Cca 5 l

Objem vody v kotli: Cca 17 l

Objem vody v ZO: Cca 6 l

Celkový objem vody v soustavě:

$$V_O = V_P + V_{OT} + V_{R+S} + V_{HVDT} + V_K + V_{ZO}$$

$$V_O = 561,17 + 366,53 + 8 + 5 + 17 + 6 = 963,7 \text{ l} \rightarrow 0,9637 \text{ m}^3$$

VÝPOČET

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \times V_o \times n = 1,3 \times 0,9637 \times 0,02551 = 0,032 \text{ m}^3 \rightarrow 32 \text{ l}$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak soustavy:

Jelikož se jedná o podstřešní technickou místnost a není zde zajištěn přetlak pomocí vodního sloupce, volím $p_d = 50 \text{ kPa}$

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy:

$$p_{hdov} = p_k - h_{MR} \times \rho \times g \times 10^{-3} \geq p_{hp}$$

$$p_{hdov} = 300 - 1,0 \times 1000 \times 10^{-3} \geq p_{hp}$$

$$p_{hdov} = 290,2 \geq \text{volím } p_{hp} = 250 \text{ kPa}$$

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e \times (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,032 \times (250 + 100)}{(250 - 50)} = 0,056 \text{ m}^3$$

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \times Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \times 74,1^{0,5} = 15,16 \text{ mm} \rightarrow \text{Cu } 18 \times 1 \text{ mm}$$

Navrhuji expanzní nádobu Reflex N 80.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P21]

B.11.2 POJISTNÝ VENTIL

Výpočet průřezu sedla pojistného ventilu:

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \times K} = \frac{74,1}{0,558 \times 1,12} = 118,56 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \times A_o}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 118,56}{\pi}} = 12,29 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného ventilu:

$$d_o = a \times d_i = 1,34 \times 12,29 = 16,47 \text{ mm}$$

Profil pojistného potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 \times Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \times 74,1^{0,5} = 27,05 \text{ mm} \rightarrow \text{DN32}$$

Navrhuji pojistný ventil Honeywell SM 120 - 1A.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P22]

B.12 NÁVRH VÝŠE NESPECIFIKOVANÝCH ZAŘÍZENÍ

B.12.1 ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ

Celkový objemový průtok:

$$m = 7,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Celkový výkon:

$$Q = 81,07 \text{ kW}$$

Tabulka 22: Kombinovaný R+S od firmy ETL. [28]

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDEL!								
Q _{max} = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S _p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Navrhuji kombinovaný rozdělovač a sběrač od firmy ETL modul 100. R + S bude obsahovat pět větví. Čtyři větve na vytápění a jednu na ohřev teplé vody. [28]

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P25]

B.12.2 HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ

Vyrovnává tlaky mezi primárním a sekundárním okruhem otopné soustavy.

Celkový objemový průtok:

$$m = 7,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabulka 23: HVDT II od firmy ETL. [28]

HVDT - základní rozměry

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

Navrhuji hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků od firmy ETL typ HVDT II. [28]

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P24]

B.12.3 AUTOMATICKÁ BLOKOVÁ ÚPRAVNA VODY

Navrhuji automatickou blokovou úpravnu vody ABUV 150/1 od firmy DETO, která bude osazena na vodovodním potrubí. Jejím úkolem je změkčování vody a doplňování vody. Je osazena automatickým změkčovačem a jednou dávkovací jednotkou na korekční směsnou chemikálii. [29]

Tabulka 24: DETO ABUV 150. [29]

Technické údaje \ typ	Jednotky	ABUV 150	ABUV 200	ABUV 250	ABUV 350
Přetlak napájecí vody	MPa		0,2 - 0,6		
Maximální pracovní teplota	°C		40		
Elektrické napájení	V/Hz		230 / 50		
Příkon	VA		30		
Nominální průtok	l/h	320	680	1 320	2 500
Maximální průtok	l/h	1 800	2 000	2 500	2 500
Objem náplně změkč.pryskyřice	l	11	17	40	68
Kapacita	mol	6,6	10,2	24	40,8
Spotřeba NaCl na 1 regeneraci	kg	2,2	3,4	8	15,8
Rozměry úpravny šířka/hloubka	mm		800 / 450		
Připojovací výška vstupu	mm	850	850	850	1 230
Připojovací výška výstupu	mm	580	580	580	950
Připojovací rozměr odpadu Js 1/2"	mm	960	960	1 070	1 430
Průměr solné nádrže	mm	380	380	380	500
Hmotnost	kg	30	40	54	94

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P28]

B.12.4 ULTRAZVUKOVÝ MĚŘIČ TEPLA

Pro měření a rozúčtování spotřebované energie pro vytápění navrhuji kompaktní ultrazvukový měřič tepla SHARKY 775. Bytová měřicí soustava bude opatřena na přívodním potrubí kulovým kohoutem, filtrem, ultrazvukovým měřičem tepla a kulovým kohoutem. Na vratném potrubí bude osazen kulový kohout s měřicí jímkou. [30]

Tabulka 25: Ultrazvukový měřič tepla SHARKY 775. [30]

		Sharky 775										
Jmenovitá světlost	DN	mm	15	15	20	25	25	40	50	65	80	100
Jmenovitý průtok	q _p	m ³ /h	0,6	1,5	2,5	3,5	6	10	15	25	40	60/100
Stavební délka		mm	110	110	130	260	260	300	270	300	300	360
Závit		inch	¾	¾	1	5/4	5/4	2	příruba	příruba	příruba	příruba
Rozběhový průtok		l/h	1	2,5	4	7	7	20	40	50	80	120
Maximální průtok		m ³ /h	1,2	3	5	7	12	20	30	50	80	120
PN		bar	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Max. teplota (měřič tepla)		°C	130	130	130	150	150	150	150	150	150	150

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P29]

B.12.5 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ

Trojcestný směšovací ventil bude osazen na patě (u R + S) každé větve pro vytápění.

Větev 1

Tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 23,539 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 2,067 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty:

$$P_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 23,539 = 11,77 \text{ kPa}$$

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = V \times \frac{\sqrt{p_o}}{\sqrt{P_{v100}}} = 2,067 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{11,77}} = 6,03 \rightarrow k_{vs} = 6,3$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{2,067}{6,3}\right)^2 = 10,76 \text{ kPa}$$

Ověření:

$3 \text{ kPa} < 10,76 \text{ kPa} \rightarrow$ podmínka splněna

Navrhují TRV VRG131 DN 20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P26]

Větev 2

Tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 10,23 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 0,479 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty:

$$P_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 10,23 = 5,115 \text{ kPa}$$

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = V \times \frac{\sqrt{p_o}}{\sqrt{P_{v100}}} = 0,479 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{5,115}} = 2,12 \rightarrow k_{vs} = 2,5$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{0,479}{2,5}\right)^2 = 3,67 \text{ kPa}$$

Ověření:

$3 \text{ kPa} < 3,67 \text{ kPa} \rightarrow$ podmínka splněna

Navrhují TRV VRG131 DN 20 $k_{vs} = 2,5$

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P26]

Větev 3

Tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 33,141 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 1,726 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty:

$$P_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 33,141 = 16,57 \text{ kPa}$$

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = V \times \frac{\sqrt{p_o}}{\sqrt{P_{v100}}} = 1,726 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{16,57}} = 4,24 \rightarrow k_{vs} = 6,3$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{1,726}{6,3}\right)^2 = 7,5 \text{ kPa}$$

Ověření:

$3 \text{ kPa} < 7,5 \text{ kPa} \rightarrow$ podmínka splněna

Navrhuji TRV VRG131 DN 20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P26]

Větev 4

Tlaková ztráta okruhu: $p_{dis} = 24,806 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 1,625 \text{ m}^3/\text{hod}$

Výpočet

Požadovaná tlaková ztráta ventilu pro návrh k_{vs} hodnoty:

$$P_{v100} = P'_v \times p_{dis} = 0,5 \times 24,806 = 12,403 \text{ kPa}$$

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = V \times \frac{\sqrt{p_o}}{\sqrt{P_{v100}}} = 1,625 \times \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{12,403}} = 4,61 \rightarrow k_{vs} = 6,3$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{1,625}{6,3}\right)^2 = 6,65 \text{ kPa}$$

Ověření:

$3 \text{ kPa} < 6,65 \text{ kPa} \rightarrow$ podmínka splněna

Navrhuji TRV VRG131 DN 20 $k_{vs} = 6,3$

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P26]

B.12.6 NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ

Vyvažovací ventil bude osazen na patě (u R+S) každé větve.

Větev 1

Tlaková ztráta okruhu: $\Delta p = 23,539 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 2,067 \text{ m}^3/\text{hod} \rightarrow q = 0,574 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,574}{\sqrt{23,539}} = 4,26 \rightarrow k_{vs} = 4,75$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{2,067}{4,75}\right)^2 = 18,94 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN 20 $k_{vs} = 4,75$, což odpovídá nastavení na 3,5 otáčky.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P27]

Větev 2

Tlaková ztráta okruhu: $\Delta p = 10,23 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 0,479 \text{ m}^3/\text{hod} \rightarrow q = 0,133 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,133}{\sqrt{10,23}} = 1,5 \rightarrow k_{vs} = 1,9$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 = \left(\frac{0,479}{1,9}\right)^2 = 6,36 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN 20 $k_{vs} = 1,9$, což odpovídá nastavení na 2 otáčky.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P27]

Větev 3

Tlaková ztráta okruhu: $\Delta p = 33,141 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 1,726 \text{ m}^3/\text{hod} \rightarrow q = 0,479 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,479}{\sqrt{33,141}} = 3,0 \rightarrow k_{vs} = 3,87$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{1,726}{3,87} \right)^2 = 19,89 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN 20 $k_{vs} = 3,87$, což odpovídá nastavení na 3 otáčky.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P27]

Větev 4

Tlaková ztráta okruhu: $\Delta p = 24,806 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 1,625 \text{ m}^3/\text{hod} \rightarrow q = 0,451 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,451}{\sqrt{24,806}} = 3,26 \rightarrow k_{vs} = 3,87$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{1,625}{3,87} \right)^2 = 17,63 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN 20 $k_{vs} = 3,87$, což odpovídá nastavení na 3 otáčky.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P27]

Větev TV

Tlaková ztráta okruhu: $\Delta p = 11,803 \text{ kPa}$

Objemový průtok: $V = 1,223 \text{ m}^3/\text{hod} \rightarrow q = 0,340 \text{ l/s}$

Výpočet

Návrh k_{vs} hodnoty:

$$k_{vs} = 36 \times \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 36 \times \frac{0,340}{\sqrt{11,803}} = 3,56 \rightarrow k_{vs} = 3,87$$

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$p_{vr} = \left(\frac{V}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{1,223}{3,87} \right)^2 = 9,99 \text{ kPa}$$

Navrhuji vyvažovací ventil STAD DN 20 $k_{vs} = 3,87$, což odpovídá nastavení na 3 otáčky.

Technická dokumentace je obsažena v příloze. [P27]

B.13 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A PALIVA

Tepelná ztráta budovy: $Q_{ztr} = 76,22 \text{ kW}$

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15 \text{ °C}$

Počet dní otopného období: $d = 252$

Průměrná teplota v otopném období: $t_{es} = +2,4 \text{ °C}$

Průměrná vnitřní teplota: $t_{is} = 20 \text{ °C}$

Denní potřeba teplé vody za den: $V = 4,953 \text{ m}^3/\text{den}$

Teplota vody na výstupu z ohřívače: $t_{tv} = 55 \text{ °C}$

Teplota studené vody v létě: $t_{sv,l} = 15 \text{ °C}$

Teplota studené vody v zimě: $t_{sv,z} = 10 \text{ °C}$

B.13.1 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE NA PŘÍPRAVU TV

Energie pro ohřev vody:

$$E_{TV,d} = V \times c \times \Delta t = 4,953 \times 1,163 \times (55 - 10) = 259,22 \text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou vstupní hodnotu:

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,l}}{t_{tv} - t_{sv,z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba energie pro přípravu teplé vody:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \times d + k_t \times E_{TV,d}(365 - d)$$

$$E_{TV} = 259,22 \times 252 + 0,89 \times 259,22 \times (365 - 252) = 91,39 \text{ MWh/rok}$$

Roční spotřeba energie pro ohřev teplé vody:

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \times \eta_{distr}} = \frac{91,39}{0,97 \times 0,55} = 171,3 \text{ MWh/rok}$$

B.13.2 ROČNÍ POSTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ

Měrná tepelná ztráta prostupem:

$$H_{T+1} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{76220}{35} = 2177,7 \text{ W/K}$$

Roční potřeba energie pro vytápění:

$$E_{UT} = 24 \times \varepsilon \times e \times D \times H_{T+1}$$

$$E_{UT} = 24 \times 0,9 \times 0,9 \times 4435 \times 2177,7 = 187,75 \text{ MWh/rok}$$

Počet denostupňů:

$$D = d \times (t_{is} - t_{es}) = 252 \times (20 - 2,4) = 4435$$

Roční spotřeba energie pro vytápění:

$$E_{UV,SK} = \frac{E_{UV}}{\eta_{zdroj} \times \eta_{distr}} = \frac{187,75}{0,97 \times 0,98} = 197,5 \text{ MWh/rok}$$

B.13.3 ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE PRO OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ

$$E_{CELK} = E_{TV,SK} + E_{UT,SK} = 171,3 + 197,5 = 368,8 \text{ MWh/rok}$$

B.13.4 ROČNÍ SPOTŘEBA PALIVA

$$E = \frac{E_{CELK}}{H} \times 3600 = \frac{368,8}{35} \times 3600 = 37\,934 \text{ m}^3/\text{rok}$$

H – výhřevnost zemního plynu

C. PROJEKT

TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1 ÚVOD

Cílem bakalářské práce je vhodný návrh systému vytápění a příprava teplé vody pro bytový dům v Novém Městě na Moravě. Objekt má 1 podzemní podlaží, 4 nadzemní podlaží a podkroví. Objekt je umístěn ve na svažitém pozemku. Výšková úroveň 1.NP je 593,50 m. n. m.

V 1 podzemním podlaží se nachází společná garáž, sklepní kóje a vstupní chodba se schodištěm. V 1.NP až 4.NP se nachází celkem 24 bytů, na každém patře je 6 bytů. V podkroví se nachází jeden prostorný byt s terasou, dále je zde umístěna technická místnost.

Konstrukční systém obvodových a nosných stěn 1.PP je zhotoven z monolitické železobetonové konstrukce. Na straně, kde je konstrukce ve styku se zemínou je obvodová stěna izolována XPS polystyrénem o tloušťce 50 mm a ve styku s exteriérem je opatřena minerální vatou o tloušťce 160 mm. Nosný systém v 1.PP je doplněn železobetonovými sloupy.

Obvodové stěny nadzemních podlaží jsou z keramických broušených tvárnic Porotherm s tepelnou izolací z minerální vaty o tloušťce 160 mm. Vnitřní nosné stěny jsou taktéž z keramických tvárnic a předstěny jsou z vápenopískových tvárnic. Střešní konstrukce je šikmá z dřevěných trámů s tepelnou izolací o tloušťce 400 mm.

C.2 PODKLADY

Pro vhodný návrh vytápění byla použita projektová dokumentace stavby a příslušné normy, hygienické předpisy a vyhlášky.

C.3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

C.3.1 KLIMATICKÉ ÚDAJE

Bytový dům se nachází v kraji Vysočina ve městě Nové Město na Moravě. Pro tuto lokalitu jsou brány tyto hodnoty:

Nadmožská výška	593,50 m. n. m.
Venkovní výpočtová teplota	-15 °C
Průměrná venkovní teplota	+ 2,4 °C
Počet dní v otopném období	252

C.3.2 VNITŘNÍ PODMÍNKY PROSTŘEDÍ

Vnitřní teploty místností:

Podkroví:	- 6 °C
Garáže, sklepní kóje, vstupní chodba, výtah a zádveří	5 °C
Schodiště, společné chodby, technická místnost	15 °C
Obývací pokoj + KK, ložnice, pokoje, WC a chodba bytů	20 °C
Koupelny	24 °C

C.3.3 PARAMETRY TEPLONOSNÉ LÁTKY

Teplotní spád okruhu pro vytápění	75/65 °C
Teplotní spát okruhu TV	75/65 °C

C.3.4 TEPELNÉ ZTRÁTY A VÝKONY

Tepelná ztráta budovy	76,22 kW
Tepelný výkon pro vytápění	66,85 kW
Tepelný výkon pro TV	14,22 kW

C.3.5 POTŘEBA TEPLA A PALIVA

Celková roční potřeba tepla pro vytápění a TV	368,8 MWh/rok
Celková roční spotřeba paliva	37 934 m ³ /rok

C.4 ZDROJ TEPLA

Tepelný zdroj pro vytápění a ohřev teplé vody bude 3x závěsný plynový kondenzační kotel Protherm Panther Condens 25 KKO – CS/1 o výkonu 3,0 – 24,7 kW. Kotle budou umístěny v technické místnosti v podkroví. Každý kotel obsahuje pojistný ventil a oběhové čerpadlo.

C.4.1 ODVOD SPALIN A VĚTRÁNÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

Odvod spalin od kotlů bude proveden certifikovaným systémovým odkouřením od výrobce kotlů. Kouřovod bude ukončený hlavicí ve výšce 1 m nad střechou. Odvod kondenzátu z kouřovodů a od kotlů bude sveden do neutralizačního boxu a následně odveden do kanalizace.

Větrání technické místnosti je nutné provést jako nucené větrání pomocí vzduchotechniky. Potrubí vzduchotechniky musí mít splňovat požární předpisy.

C.5 OTOPNÁ SOUSTAVA

C.5.1 ROZVODY OTOPNÉ SOUSTAVY

Soustava je dvoutrubková teplovodní, uzavřená s teplotním spádem 75/65 °C s nuceným oběhem vody. Je rozdělena na pět větví, čtyři pro vytápění a jedna pro ohřev teplé vody.

Potrubí od kotlů napojeno na HVDT a následně do rozdělovače a sběrače. Rozvody pro vytápění jsou svedeny z technické místnosti do podkroví instalační šachtou, kde následně jsou rozvedeny pod stropem 1. PP do jednotlivých instalačních šachet a vyvedeny stoupacím potrubím. Následně je potrubí vedeno v podlaze k otopným tělesům. Potrubí je měděné a izolované. Dlouhé úseky potrubí jsou osazeny pryžovým kompenzátorem pro vyrovnání dilatace potrubí.

C.5.2 TEPELNÁ IZOLACE

Rozvody otopné vody budou zaizolovány tepelnou izolací ROCKWOOL PIPO/ALS dle výpočtu, který je obsahem této práce. Zaizolovány budou také všechna zařízení v technické místnosti jako je zásobníkový ohřívač teplé vody, R + S, HVDT a bude provedena dle pokynů od jednotlivých výrobců.

C.5.3 OTOPNÁ TĚLESA

V místnostech, které budou vytápěny jsou osazeny desková otopná tělesa RADIK VK se spodním pravým připojením od firmy Korado. V koupelnách budou trubková otopná tělesa Koralux Linear Classic – M se středovým připojením. Všechna otopná tělesa budou opatřena termostatickou hlavicí a odvzdušňovacím ventilem. Otopná tělesa budou pomocí konzol připevněny ke stěně a osazeny ve výšce 100 mm nad podlahou.

C.5.4 OBĚHOVÁ ČERPADLA

Oběhová čerpadla jsou osazena na všech větvích a zajišťují nucený oběh vody. Jsou dodávány od výrobce Grundfos a navržena v jeho online softwaru.

Jednotlivé typy čerpadel:

Větev 1	MAGNA3 25-80
Větev 2	ALPHA2 25-40 180
Větev 3	MAGNA3 25-100
Větev 4	ALPHA2 25-80 180
Větev TV	ALPHA2 25-40 180

C.5.5 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Byl navržen pojistný ventil Honeywell SM 120 nastavený na otevírací přetlak 250 kPa.

Byla navržena expanzní nádoba o objemu 80 l typ Reflex NG 80. Expanzní potrubí je 18x1 mm.

C.5.6 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Pro pokrytí potřeby teplé vody byl navrhnout zásobníkový ohřívač teplé vody Regulus RBC 2000 s objemem 2006 l a jeho výkon je 14,22 kW.

C.5.7 VYPOUŠTĚNÍ A NAPOUŠTĚNÍ SOUSTAVY

Napouštění soustavy je možné provádět ručně nebo automaticky pomocí automatické blokované úpravny vody DETO ABUV 150.

Vypouštění bude prováděno pomocí jednotlivých vypouštěcích kohoutů, které jsou umístěny na patách větví u R + S, na potrubí v 1.PP, kde přechází do stoupacího potrubí, u HVDT nebo na R + S.

C.5.8 REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY

Regulace a bude provedena pomocí jednotlivých vyvažovacích ventilů STAD a trojcestných směšovacích ventilů VRG131, které regulují teplotu otopné vody. Tělesa, která budou v místnosti s termostatem nebudou osazena termostatickou hlavicí.

C.5.9 MĚŘENÍ A VYÚČTOVÁNÍ SPOTŘEBY TEPLA

Každá bytová jednotka bude mít osazen ultrazvukový měřič tepla SHARKY 775.

C.6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

C.6.1 STAVEBNÍ PRÁCE

Rozvody v 1. PP budou umístěny pod stropem a uchyceny do ocelových objímek. Potrubí vedeno v konstrukci podlahy musí být zhotoveno před zhotovením roznášecí vrstvy.

C.6.2 ZDRAVOTECHNIKA

Do technické místnosti musí být přivedeno vodovodní potrubí, musí být napojeno do zásobníkového ohřívače teplé vody a automatické blokované stanice. Z kotlů a kouřovodů bude odveden kondenzát do neutralizačního boxu a následně do kanalizačního potrubí. V technické místnosti bude osazena vpusť.

C.6.3 PLYNOINSTALACE

Jednotlivé kotle budou napojeny na plynové potrubí.

C.6.4 ELEKTROINSTALACE

Jednotlivé zařízení technické místnosti, jako jsou např. kotle nebo oběhová čerpadla.

C.7 MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU

Zapojení zdrojů a otopné soustavy smí prováděn jen osoba s příslušnou kvalifikací a oprávněním.

C.8 ZKOUŠKY

C.8.1 ZKOUŠKA TĚSNOSTI

Zkouška se musí provést před zapravením potrubí (prostupy a drážky) a montáží izolace. Potrubí se naplní a následně se provede vizuální zkouška, zda nedochází k uniky vody na potrubí a všech zařízení otopné soustavy. Otopná soustava se zkouší na nejvyšší dovolený přetlak, tedy 250 kPa. Pokud po dobu 6 hodin se neobjeví žádné netěsnosti a nenastane pokles tlaku považujeme zkoušku za úspěšnou.

C.8.2 DILATAČNÍ ZKOUŠKA

Zkouška se provádí před zkouškou těsnosti a montáží izolace. Teplonosná látka se ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a následně se nechá ochladit. Ohřátí provedeme ještě jednou a pokud se neobjeví žádné netěsnosti ani únik vody je zkouška úspěšná.

C.8.3 TOPNÁ ZKOUŠKA

Zkouška se provádí, abychom zjistili, zda otopná soustava funguje tak jak má. Kontroluje se správné nastavení armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, správná funkce regulačních armatur, pojistných ventilů a expanzní nádoby.

C.9 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ

Při montáži a provozu otopné soustavy musíme dbát na bezpečnost a ochranu zdraví všech osob v souladu s všemi platnými normami ČSN, vyhláškami a předpisy o ochraně zdraví při práci. Dále je nutné se řídit požadavky na požární ochranu.

Zprovoznění a obsluhu otopné soustavy a její zařízení smí provádět jen kvalifikované osoby.

C.10 POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY

ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov

ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu

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

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb

ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

Vyhláška č. 269/2015 Sb., o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody

Vyhláška č. 193/2007 Sb., o tepelné izolaci

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byl návrh vhodného systému vytápění a přípravu teplé vody bytového domu v Nové Měšti na Moravě.

První část práce je teoretická, jsou v ní rozděleny zdroje tepla.

Druhá část je výpočtová, ve které jsem se zabýval samotným návrhem otopné soustavy a přípravou teplé vody. Jako zdroj tepla jsou navrženy tři závěsné plynové kondenzační kotle Protherm Panther Condens 25 KKO - CS/1 o společném výkonu 74,1 kW, které pokrývají výkon pro vytápění, který činí 66,85 kW. Tepelná ztráta objektu je 76,22 kW. Pro ohřev teplé vody je navržen zásobníkový ohřivač teplé vody Regulus RBC 2000.

Otopná soustava je uzavřená, dvoutrubková s nuceným oběhem vody pomocí oběhových čerpadel Grundfos, které jsou umístěny na patách větví. Teplotní spád je 75/65 °C. V místnostech jsou navržena otopná desková tělesa Radik VK se spodním pravým připojením a trubková otopná tělesa Koralux Linear Classic – M. O zabezpečení otopné soustavy se starají vhodně navržené pojistné ventily a expanzní nádoba o obsahu 80 l a další zařízení soustavy.

Každý byt má svůj ultrazvukový měřič tepla Sharky 775.

Třetí část obsahuje projektovou dokumentaci a technickou zprávu.

Návrh systému vytápění a přípravu teplé vody byl zpracován dle platných norem a předpisů a technických listů od jednotlivých výrobců zařízení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Typy kotlů na pevná paliva*. Topmeuhlim.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topmeuhlim.cz/typy-kotlu-na-pevna-paliva/>
- [2] *Pyrolýza*. Wikipedia.org [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrol%C3%BDza>
- [3] *Kotle na kapalná paliva*. Topeni-topenari.eu [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-na-kapalna-paliva/>
- [4] *Elektrokotel*. Drevostavitel.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/elektrokotel>
- [5] *Elektrické vytápění*. Elektricke-topeni.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.elektricke-topeni.cz/11,0,Elektricke-vytapeni.html>
- [6] *Elektrické podlahové topení*. Topeni-chlazení.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <http://www.topeni-chlazení.cz/elektricke-podlahove-topeni/>
- [7] *Zdroje tepla*. Moodle vutbr [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://lms.fce.vutbr.cz/pluginfile.php/?file=/66177/mod_resource/content/0/BT002%20P5%20nov%C3%A1.pdf
- [8] *Plynové přímotopy nástěnné*. Topeni-topenari.eu [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/plynove-primotopy/nastenne/>
- [9] *Topení lehkým topným olejem*. Topeni-topenari.eu [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-na-kapalna-paliva/kotle-na-olej/>
- [10] *Závěsné plynové kotle*. Topeni-topenari.eu [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/zavesne/>
- [11] *Stacionární plynové kotle*. Topeni-topenari.eu [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/stacionarni/>
- [12] *Kondenzační plynové kotle*. Topeni-topenari.eu [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-plynove/kondenzacni/>
- [13] *Jak funguje soustava centrální zásobování teplem v ČR?* Oenergetice.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplo/jak-funguje-soustava-centralniho-zasobovani-teplem-v-cr>
- [14] *Co je CZT*. Tepelné hospodářství Prachatice [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.thpt.cz/co-je-czt.html>
- [15] *Princip tepelného čerpadla*. Termokomfort.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <http://www.termokomfort.cz/princip-tepelneho-cerpadla.html>
- [16] *Tepelná čerpadla vzduch - voda*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>

- [17] *Tepelná čerpadla vzduch - vzduch*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/tepelna-cerpada-vzduch-vzduch>
- [18] *Tepelná čerpadla země/voda*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/tepelna-cerpada-zeme-voda-vetraci-vzduch>
- [19] *Tepelná čerpadla země/voda - plocha*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/tepelna-cerpada-zeme-voda-plocha>
- [20] *Tepelná čerpadla země/voda - vrt*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/tepelna-cerpada-zeme-voda-vrt>
- [21] *Tepelná čerpadla voda/voda - studny*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/tepelna-cerpada-voda-voda-studny>
- [22] *Tepelná čerpadla země/voda – vodní plocha*. Cerpada-ivt.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.cerpada-ivt.cz/cz/tepelna-cerpada-zeme-voda-vodni-plocha>
- [23] *RADIK VK*. Korado.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/radik-vk>
- [24] *KORALUX LINEAR CLASSIC-M*. Korado.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/koralux-linear-classic-m>
- [25] *Připojovací šroubení s vypouštěním pro otopná tělesa*. Imi-hydronic.com [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/vekolux>
- [26] *Výpočet tepelné ztráty potrubím s izolací*. TZB-info.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubu-s-izolaci>
- [27] Grundfos - product center. [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz>
- [28] ETL – Ekotherm a.s. [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/>
- [29] *Automatická úpravna vody*. Deto.cz [online]. [cit 2022-05-25]. Dostupné z: <http://deto.cz/produkty/zarizeni-na-upravu-vody-zmekcovace-blokove-upravny/blokove-upravny/automaticka-upravna-vody-s-davkovaci-jednotkou-abuv-150---350>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Typy peletových hořáků [7]	15
Obrázek 2: Kotel s integrovaným zásobníkem na pelety [7]	15
Obrázek 3: Kotel na pelety s textilním zásobníkem [7]	16
Obrázek 4: Kotel na pelety se skladem pelet [7].....	16
Obrázek 5: Elektrické topné rohože [6]	18
Obrázek 6: Schématické zapojení akumulční kotelny [7]	18
Obrázek 7: Princip nástěnných plynových topidel [8].....	19
Obrázek 8: Schéma závěsného plynového kotle (Dakon) [10].....	20
Obrázek 9: Schéma plynového stacionárního kotle (Viadrus G100L) [11].....	21
Obrázek 10: Popis kondenzačního kotle [12]	22
Obrázek 11: Schéma dodávky tepla [14]	23
Obrázek 12: Princip tepelného čerpadla [15].....	24
Obrázek 13: Tepelné čerpadlo vzduch/voda [16]	25
Obrázek 14: Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch [17].....	25
Obrázek 15: Tepelné čerpadlo vzduch/voda-větrací vzduch [18].....	26
Obrázek 16: Tepelné čerpadlo země/voda (plocha) [19]	27
Obrázek 17: Tepelné čerpadlo země/voda (vrt) [20]	27
Obrázek 18: Tepelné čerpadlo voda/voda (studna) [21]	28
Obrázek 19: Tepelné čerpadlo voda/voda (plocha) [22].....	28
Obrázek 20: Otopné těleso RADIK VK [23]	57
Obrázek 21: Trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC-M [24]	58
Obrázek 22: Systémové odkouření od kotlů [P18]	63
Obrázek 23: Odběrový diagram teplé vody	65
Obrázek 24: Graf a tabulka pro návrh VK ventilu na otopném tělese. [23]	67
Obrázek 25: Graf a tabulka pro nastavení H šroubení na otopných tělesech. [25].....	68
Obrázek 26: Příklad nastavení ventilu na OT8	71
Obrázek 27: Posouzení tloušťky izolace měděného potrubí 15x1 [26]	73
Obrázek 28: Oběhové čerpadlo MAGNA3 25-80. [27].....	77
Obrázek 29: Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-40 180. [27].....	78
Obrázek 30: Oběhové čerpadlo MAGNA3 25-100. [27].....	79
Obrázek 31: Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-80 180. [27].....	80
Obrázek 32: Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-40 180. [27].....	81

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Náklady na vytápění, elektřina (denní a noční tarif) [1]	17
Tabulka 2: Výpočet součinitelů tepla U pro konstrukce	30
Tabulka 3: Přehled součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce	40
Tabulka 4: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 0.G.02 - Garáž. [P17]	41
Tabulka 5: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 1.02.06 - Pokoj. [P17]	42
Tabulka 6: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 2.08.01 - Chodba. [P17]	43
Tabulka 7: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 3.14.02 - Chodba. [P17]	44
Tabulka 8: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 4.22.03 – Obývací pokoj + KK. [P17]	45
Tabulka 9: Výpočet tepelné ztráty pro místnost 5.25.08 - Pokoj. [P17]	46
Tabulka 10: Přehled tepelných ztrát všech místností 1.PP. [P17]	47
Tabulka 11: Přehled tepelných ztrát všech místností 1.NP. [P17]	48
Tabulka 12: Přehled tepelných ztrát všech místností 2.NP. [P17]	49
Tabulka 13: Přehled tepelných ztrát všech místností 3.NP. [P17]	50
Tabulka 14: Přehled tepelných ztrát všech místností 4.NP. [P17]	51
Tabulka 15: Přehled tepelných ztrát všech místností Podkroví. [P17]	52
Tabulka 16: Návrh jednotlivých otopných těles	59
Tabulka 17: Potřeba tepla pro přípravu teplé vody během dne.....	65
Tabulka 18: Dimenzování a hydraulické posouzení větve 2 [P20].....	69
Tabulka 19: Tabulka místních odporů pro jednotlivé úseky větve 2 [P20]	72
Tabulka 20: Návrh tloušťky tepelné izolace pro jednotlivé rozměry potrubí.	74
Tabulka 21: Návrh pryžových kompenzátorů	75
Tabulka 22: Kombinovaný R+S od firmy ETL. [28].....	85
Tabulka 23: HVDT II od firmy ETL. [28]	85
Tabulka 24: DETO ABUV 150. [29]	86
Tabulka 25: Ultrazvukový měřič tepla SHARKY 775. [30].....	86

SEZNAM PŘÍLOH

VÝKRESY

- P1 PŮDORYS 1.PP
- P2 PŮDORYS 1.NP
- P3 PŮDORYS 2.NP
- P4 PŮDORYS 3.NP
- P5 PŮDORYS 4.NP
- P6 PŮDORYS PODKROVÍ
- P7 DIMENZAČNÍ SCHÉMA VĚTVE 1
- P8 DIMENZAČNÍ SCHÉMA VĚTVE 2
- P9 DIMENZAČNÍ SCHÉMA VĚTVE 3
- P10 DIMENZAČNÍ SCHÉMA VĚTVE 4
- P11 ROZVINUTÝ ŘEZ VĚTVE 1
- P12 ROZVINUTÝ ŘEZ VĚTVE 2
- P13 ROZVINUTÝ ŘEZ VĚTVE 3
- P14 ROZVINUTÝ ŘEZ VĚTVE 4
- P15 PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
- P16 SCHÉMA TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

TEXTOVÉ PŘÍLOHY

- P17 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT
- P18 TECHNICKÁ DOKUMENTACE KOTLE PROTHERM PANTHER CONDENS 25 KKO – CS/1
- P19 TECHNICKÁ DOKUMENTACE OHŘÍVAČE REGULUS RBC 2000
- P20 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ VYVÁŽENÍ
- P21 TECHNICKÁ DOKUMENTACE EXPANZNÍ NÁDOBY REFLEX NG 80
- P22 TECHNICKÁ DOKUMENTACE POJISTNÉHO VENTILU HONEYWELL SM 120
- P23 TECHNICKÁ DOKUMENTACE PRYŽOVÉHO KOMPENZÁTORU
- P24 TECHNICKÁ DOKUMENTACE HVDT
- P25 TECHNICKÁ DOKUMENTACE R + S
- P26 TECHNICKÁ DOKUMENTACE TROJCESTNÉHO VENTILU
- P27 TECHNICKÁ DOKUMENTACE VYVAŽOVACÍHO VENTILU
- P28 TECHNICKÁ DOKUMENTACE DETO ABUV 150
- P29 TECHNICKÁ DOKUMENTACE MEŘIČE TEPLA SHARKY 775