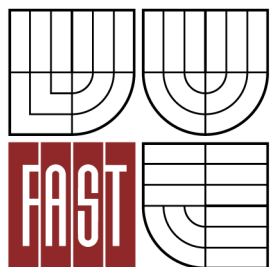




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ GOLFOVÉHO KLUBU

HEATING OF GOLF CLUB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ŠÁRKA MÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ

BRNO 2013



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 Šárka Míková

Název Vytápění golfového klubu

Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Topič

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2012

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - ♣ analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
 - ♣ výpočet tepelného výkonu,
 - ♣ energetický štítek obálky budovy,
 - ♣ návrh otopných ploch,
 - ♣ návrh zdroje tepla,
 - ♣ návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
 - ♣ dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
 - ♣ návrh zabezpečovacího zařízení,
 - ♣ návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
 - ♣ roční potřeba tepla a paliva
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Jan Topič
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na návrh vytápění a ohřevu teplé vody golfového klubu. Teoretická část popisuje ústřední vytápění kusovým dřevem a peletami. Ve výpočtové části je proveden návrh otopné soustavy, kotle a potřebných zařízení. A poslední část obsahuje technickou zprávu a projektovou dokumentaci.

Klíčová slova

Vytápění, dřevo, peleta, kotel, otopná soustava, otopná tělesa, potrubí, palivo, ohřev teplé vody

Abstract

This bachelor thesis focuses on design of heating and warm water heating of golf club. The theoretical part describes central heating by firewood and pellets. In the calculation part is performed design of the heating system, boiler and necessary devices. And the last part includes technical report and project documentation.

Keywords

Heating, wood, pellet, boiler, heating system, heating unit, pipe, fuel, warm water heating

Bibliografická citace VŠKP

MÍKOVÁ, Šárka. *Vytápění golfového klubu*. Brno, 2013. 97 s., 39 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Topič.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20.5.2013

.....
podpis autora
Šárka Míková

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Topičovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu při zpracování této bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	10
A. TEORETICKÁ ČÁST	11
A.1 DŘEVO JAKO PALIVO	12
A.2 TEPELNÉ PŘEMĚNY BIOMASY	13
A.2.1 SPALOVÁNÍ	13
A.2.2 KARBONIZACE.....	14
A.2.3 PYROLÝZA.....	14
A.2.4 ZPLYŇOVÁNÍ	15
A.3 SPALOVACÍ ZAŘÍZENÍ	16
A.4 ROZDĚLENÍ KOTLŮ	16
A.4.1 PODLE ZPŮSOBU PŘIKLÁDÁNÍ PALIVA	16
A.4.2 PODLE TECHNOLOGIE SPALOVÁNÍ.....	17
A.5 SPALOVÁNÍ KUSOVÉHO DŘEVA	20
A.5.1 VLASTNOSTI DŘEVA	20
A.5.2 DRUHY KOTLŮ	21
A.5.2.1 PROHOŘIVACÍ KOTLE.....	21
A.5.2.2 KOTLE SE SPODNÍM ODHOŘÍVÁNÍM.....	23
A.5.2.3 ZPLYŇOVACÍ KOTLE.....	24
A.6 SPALOVÁNÍ PELET	26
A.6.1 VLASTNOSTI DŘEVNÍCH PELET	26
A.6.2 AUTOMATICKÉ KOTLE NA PELETY.....	28
A.6.2.1 HOŘÁKY.....	29
A.6.2.2 SYSTÉMY DODÁVKY PALIV	32
A.7 KOMBINOVANÉ KOTLE.....	33
A.8 AKUMULACE A PROVOZ	34
A.9 ZÁVĚR	35
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	36
B.1 ANALÝZA OBJEKTU	37
B.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU	38
B.2.1 VÝPOČET A POSOUZENÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	38
B.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	40
B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	42
B.3.1 PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY	42
B.3.2 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	45
B.4 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES.....	46
B.5 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	49
B.5.1 BILANCE POTŘEBA TV	49
B.5.2 NÁVRH ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘEVU.....	50
B.6 DIMENZOVÁNÍ OTOPNÉHO SYSTÉMU	51

B.7	NÁVRH ZDROJE TEPLA	62
B.8	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ	64
B.8.1	EXPANZNÍ NÁDOBA.....	64
B.8.2	POJISTNÝ VENTIL	65
B.9	NÁVRH DALŠÍCH ZAŘÍZENÍ KOTELNY	66
B.9.1	AKUMULAČNÍ NÁDRŽ	66
B.9.2	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ.....	67
B.9.3	LADDOMAT 21	68
B.9.4	DOPLŇOVÁNÍ VODY	69
B.10	POTRUBNÍ ROZVODY	70
B.10.1	DILATACE POTRUBÍ	70
B.10.2	UPEVNĚNÍ POTRUBÍ	70
B.10.3	IZOLACE POTRUBÍ	70
B.11	VĚTRÁNÍ A TEPELNÁ BILANCE KOTELNY	71
B.11.1	NÁVRH VĚTRACÍCH OTVORŮ.....	71
B.11.2	TEPELNÁ BILANCE KOTELNY	73
B.12	ORIENTAČNÍ NÁVRH KOMÍNOVÉHO TĚLESA	75
B.13	ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A PALIVA	76
B.13.1	VYTÁPĚNÍ	76
B.13.2	OHŘEV TEPLÉ VODY	77
B.13.3	VZDUCHOTECHNIKA.....	77
B.13.4	ROČNÍ POTŘEBA PALIVA	78
B.14	VELIKOST SKLADU PELET	79
C.	PROJEKT	80
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	81
C.2	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE	89
	ZÁVĚR	90
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	91
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	96
	PŘÍLOHY	98
	SEZNAM PŘÍLOH	99

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je návrh vytápění a ohřevu teplé vody objektu golfového klubu. Tento objekt jsem si vybrala z důvodu jeho umístění v Krušných horách v severních Čechách, odkud sama pocházím.

Práce je rozdělena do tří hlavních částí (teoretická, výpočtová a projekt).

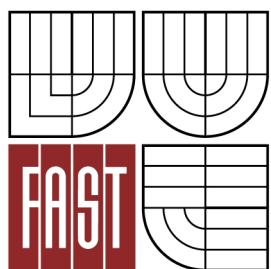
První část práce se pomocí rozboru literatury zaměřuje na ústřední vytápění kusovým dřevem a peletami. Myslím si, že v dnešní době prosazování obnovitelných zdrojů je toto téma velice aktuální. Přibližuji zde blíže dřevo jako palivo, tepelné přeměny biomasy a rozdělují jednotlivé druhy kotlových zařízení. Posléze uvádím vlastnosti kusového dřeva a pelet a jednotlivé druhy kotlů specifických pro tyto druhy paliva.

Ve výpočtové části je po jednotlivých krocích proveden návrh otopné soustavy. Obsahuje výpočet tepelných ztrát objektu, vypracování energetického štítku obálky budovy, návrh otopných těles, návrh ohřevu teplé vody, dimenzování otopné soustavy, návrh zdroje tepla a dalších zařízení nutných pro provoz soustavy. V neposlední řadě je zde uveden způsob větrání kotelny a výpočet roční spotřeby paliva.

Poslední část obsahuje technickou zprávu a projektovou dokumentaci, které upřesňují a specifikují celý návrh vytápění řešeného objektu.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ KUSOVÝM DŘEVEM A PELETAMI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2013

Biomasa představuje široké spektrum možností vytápění objektů. V této práci se zaměřuji pouze na ústřední vytápění kusovým dřevem a peletami, které jsou podle mého názoru nejrozšířenější a stále více lidí se přiklání k tomuto způsobu vytápění ať už z důvodu finančního, nebo z důvodu ekologického.

A.1 Dřevo jako palivo

Dřevo je organická přírodní látka skládající se z prvků jako je uhlík, kyslík, vodík a dusík ve formě tzv. polymerů. Pod názvem polymery se rozumějí dlouhořetězové, vysokomolekulární buněčné řady spojené z jednodušších základních stavebních částí. Ve dřevě jsou především polymery celulóza a polyóza, sestávající se z vyšších cukrů. Tyto dlouhořetězové vazby jsou ve dřevě uspořádány ve formě vláken a jsou navzájem, stručně řečeno, „slepeny“ další organickou hmotou - ligninem. [4]

Dřevem se topilo od nepaměti. Spalovalo se na otevřených topeništích, v krbech, v různých druzích kamen. Bylo to nejsnadněji dosažitelné palivo. Tehdy nikomu nevadilo, že spalování je ne hospodárné. Postupně byla objevována možnost spalování uhlí a plynů a zdálo se, že to jsou výhodnější paliva než dřevo. Zejména při zavádění ústředního topení v bytových jednotkách a při vytápění z centrálních kotelen bylo velmi nevýhodné topit dřevem. Uhlí se naložilo do kotle a další přikládání se již snadno automatizovalo. Společnost se málo zajímala o skutečnost, že se do ovzduší dostává stále větší množství škodlivin z hoření, které ničí životní prostředí. [3]

Vývoj v oblasti využívání biomasy však přinesl nový pohled na možnosti výroby energetické energie. Do popředí se dostává zejména dřevo. Pochopitelně, že i při nejlepším zpracování dřevní hmoty vznikají ztráty, tedy vzniká určitý podíl odpadu. Proto se používají moderní hospodárná zařízení na zpracování dřevní hmoty. Přes tuto snahu však zůstává část odpadu jako dřevní nezpracovatelný odpad, který lze využít jen jako palivo pro energetické účely. [3]

Tento způsob využití má i značné výhody:

- menší negativní dopad na životní prostředí
- je to zdroj obnovitelný a při rozumném využívání je nevyčerpatelný
- tuzemský zdroj energie

Určitou nevýhodou topení dřevem je potřeba poměrně velkých skladovacích prostor pro vysoušení a skladování dřeva. [3]

A.2 Tepelné přeměny biomasy

Tepelné přeměny biomasy v energii můžeme rozdělit na tyto základní procesy.

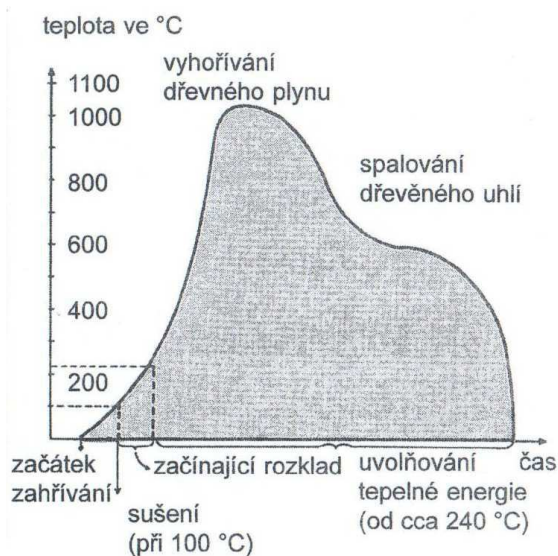
A.2.1 Spalování

Spalování = oxidační proces, při kterém se uvolňuje energie chemicky vázaná v palivu

Při spalování biomasy dochází k hoření, což je souhrn exotermických reakcí hořlavých složek a oksyličovadla. Hořlavé složky, jinak hořlaviny, se vyskytují v tuhých palivech ve 2 formách:

- prchavá hořlavina - plyn uvolňující se z paliva při zahřátí na určitou teplotu projevující se plamenem
- neprchavý zbytek - pevný podíl hořlaviny vázaný v pevném zbytku paliva

V počáteční fázi procesu spalování (Obr. A.1) dochází k zahřívání paliva z biomasy od okolního prostředí (žhavé tzv. základní vrstvy). Při teplotách nad 100 °C dochází k vypaření vody obsažené v palivu. Při zvýšení teploty paliva nad hranici 150 °C se začíná nejprve mírně uvolňovat prchavá hořlavina. Po překročení 200 °C se proces „odplyňování“ začíná značně zrychlovat a okolo hranice 250 °C dochází ke vzplanutí prvních spalitelných složek obsažených v uvolněné prchavé hořlavině, které se při spalování dřeva často trochu nepřesně říká „dřevoplyn“. Při překročení hranice 450 °C se zapalují vodík a uhlovodíky a teplota plamene prudce narůstá na hodnotu 900 – 1400 °C (podle vlhkosti paliva a přebytku spalovacího vzduchu). Při teplotách okolo 600 °C dochází k zapálení pevného podílu hořlaviny v dřevěném uhlí. Aby došlo k dokonalému vyhoření prchavé hořlaviny, je nutné udržet plamen v teplotách nad 900 °C a přivést do něj dostatečné množství kyslíku. Tedy dokonale jej promísit se spalovacím (sekundárním) vzduchem. Velké množství, popřípadě nepředeřtý spalovací vzduch, však mohou ochladit plamen pod kritickou hranici a spalovací proces přerušit. Toho samého efektu (tedy ochlazení) se „docílí“ v okamžiku kontaktu plamene s vodou chlazenými stěnami kotlového tělesa. Výsledkem je snížení účinnosti spalování v důsledku nedokonalého vyhoření uhlíku. Vnější projevem tohoto stavu je tmavý kouř z komína a sazemi zanesené kotlové těleso a komínový průduch. Proto nejmodernější kotle na spalování biomasy mají velké spalovací komory a dlouhé dohořívací cesty s velkým množstvím žáruvzdorné vyzdívky. [9]



Obr. A.1 Průběh spalování dřeva [2]

Spalování je nejběžnější způsob využití biomasy k energetickým účelům. Pro spalování dřevní hmoty je mimořádně důležitá vlhkost dřeva. Podle obsahu vody v palivu je určena spotřeba dřeva pro topení. Vzrůst obsahu vody ve dřevě ze 20 na 40 % způsobuje zvýšení spotřeby paliva skoro o polovinu. Proto je třeba dbát na vysušení dřeva před spalováním a zvolit větší výměník pro využití energie, která je obsažena v odpařující se vodě a spaliny dovést až ke kondenzaci. [3]

A.2.2 Karbonizace

Karbonizace = pomalý pyrolýzní rozklad organických látek bez přístupu vzduchu

Toto zušlechťování dřevní hmoty pro energetické účely je nejstarší. Původní tepelný rozklad dřeva v redukční atmosféře v milířích byl pracný, ne hospodárný a ekologicky nevhodný. Dnes se využívá suché destilace v karbonizačních pecích a retortách. U milířů a karbonizačních pecí se potřebné teplo získává samo ze zuhelnatělého dříví, zatím u retort se teplo dodává zvenku zahříváním pláště retorty. [3]

Metoda se někdy také nazývá výroba dřevěného uhlí a využívá nejvíce v ocelárnách anebo jako nejpoužívanější palivo pro grilování potravin.

A.2.3 Pyrolýza

Pyrolýza = termický rozklad organických látek bez přístupu vzduchu na sloučeniny, které mohou být využívány k výrobě topného oleje nebo topného plynu

Na tomto principu jsou vyráběny kotle pro centrální topení. Provádí se při atmosférickém, zvýšeném nebo také sníženém tlaku při teplotách vysokých nebo nízkých. Perspektivně se uvažuje o zavedení katalytické pyrolýzy, při které bude možné zpracovávat i plasty, papír, pneumatiky a podobné materiály. [3]

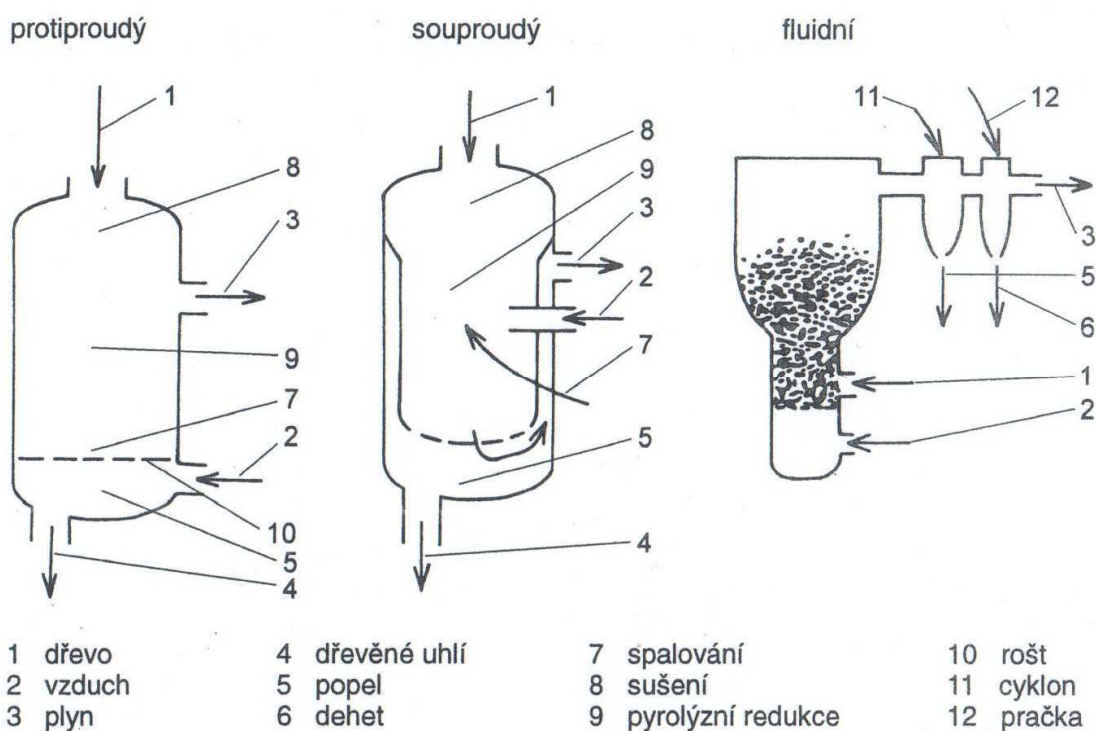
A.2.4 Zplyňování

Zplyňování = tepelný rozklad organických látek na hořlavé plyny bez nebo za omezeného přístupu vzduchu

Dřevní hmota se zplyňuje za přístupu vzduchu v zónách zplyňovače s následujícím průběhem: sušení, pyrolýza, oxidace, redukce.

Zplyňovače (Obr. A.2) můžeme rozdělit na [3]:

- protiproudé - jednoduchý, levný, schopen zplyňovat i materiál s vysokou relativní vlhkostí, nevýhodou je vyšší obsah dehtu v plynu
- souproudé - výstup plynu na dně redukční nádoby a redukční zóna pod zónou oxidační
 - dehet vznikající v pyrolytické zóně, prochází spalovací zónou, účastní se spalování a vycházející plyn je v ideálním případě bez dehtu
- fluidní - v fluidním loži se víří látka určité frakční velikosti (2 - 20 mm) v izotermním reaktoru ve spodní části účinkem předehřátého vzduchu a postupně až vznikajícím plynem



Obr. A.2 Schémata zplyňovačů [3]

Ke zplyňování (uvolňování prchavé hořlaviny) dochází při jakémkoliv spalování paliva. U klasických technologií k němu však dochází ve větší či menší míře živelně a část prchavé hořlaviny v některých fázích hoření „prchne“ komínem bez využití. Označení nové technologie zplyňování vyjadřuje schopnost podstatně vyšší kontroly nad uvolňováním prchavé hořlaviny a nad jejím dokonalým vyhořením. [10]

A.3 Spalovací zařízení

Spalovací zařízení pro vytápění dřevem můžeme rozdělit na lokální topeniště (krby, kamna) a kotle pro ústřední vytápění.

Podle způsobu předávání tepla lze rozlišit [6]:

- přímotopná spalovací zařízení (lokální topeniště - kamna, krby)
 - teplo uvolněné spalováním bezprostředně předávají do místnosti tím, že ohřívají vzduch v místnosti a předměty a zdi prostřednictvím sálavého toku
- kotlová zařízení - teplo uvolněné spalováním a obsažené ve spalinách se předává pracovní látce (vodě), která je pak rozváděna do jednotlivých místností, prostor, budov, technologických zařízení či výměníků

Dále se v této práci budeme zaměřovat pouze na ústřední vytápění v kotlových zařízeních.

Systémy s ústředním (centrálním) vytápěním poskytují podstatně vyšší uživatelský komfort a nabízejí velké množství technických řešení jak na straně zdroje, tak na straně spotřeby. Zdrojem tepla je energie v palivu, spalovaném v teplovodním kotli, dosahujícím dnes poměrně vysoké účinnosti (kolem 85%), zabezpečující svým konstrukčním řešením nízkou produkci škodlivin a umožňující automatickou regulaci provozu podle podmínek a potřeb. Palivem v těchto případech je dřevo, pelety případně štěpka. [6]

A.4 Rozdělení kotlů

Nejdůležitější vlastností pro kotle je jeho schopnost řízení spalovacího procesu, tedy kontrola přísunu paliva a spalovacího vzduchu do ohniště. Čím více je kotel sám schopen optimálně řídit tento proces bez zásahu obsluhy, tím vyšší má předpoklad pro kvalitnější spalování. Proto je jedním ze základních kritérií dělení kotlů právě úroveň bezobslužnosti provozu (způsob přikládání paliva) a další dělení je podle technologie spalování. [10]

A.4.1 Podle způsobu přikládání paliva

Kontrola nad přísunem paliva do prostoru ohniště je velmi důležitá. Čím více paliva je jednorázově přiloženo, tím více se z ohniště odebere tepla, protože palivo se nejdříve ohřívá. Interval při ručním přikládání je dán velikostí násypky a ochotou obsluhy chodit do kotelný častěji přikládat. Při samočinném přikládání je palivo dávkováno mechanicky (periodicky nebo kontinuálně) „pokyny“ regulátoru kotle. [10]

Kotel s ruční dodávkou paliva

→ palivo je dodáváno ručně v intervalech závislých na rychlosti hoření nebo tepelného výkonu [36]

- není možné regulovat jejich tepelný výkon a proces spalování dávkováním paliva
- regulace tepelného výkonu a procesu spalování pouze regulací množství primárního a sekundárního spalovacího vzduchu, resp. jejich správné přerozdělení (přívod primárního vzduchu ovlivňuje uvolňování plynné složky paliva, a tím i výkon kotle, a sekundárním vzduchem se ovlivňuje vypálení hořlavých plynů)
- levné a jednoduché
- klasickým a dosud nejrozšířenějším konstrukčním řešením je velkoobjemové ohniště (se spodním odhoříváním, nebo prohořívací), do kterého lze pro co možná nejdelší periodu přikládání přiložit najednou velké množství paliva
- palivo se dodává do topeniště přes horní nakládací dvířka nebo nakládací dvířka umístěná z čelní (přední) strany [5]

Kotel se samočinnou dodávkou paliva

→ palivo je dodáváno samočinně v závislosti na tepelném výkonu [36]

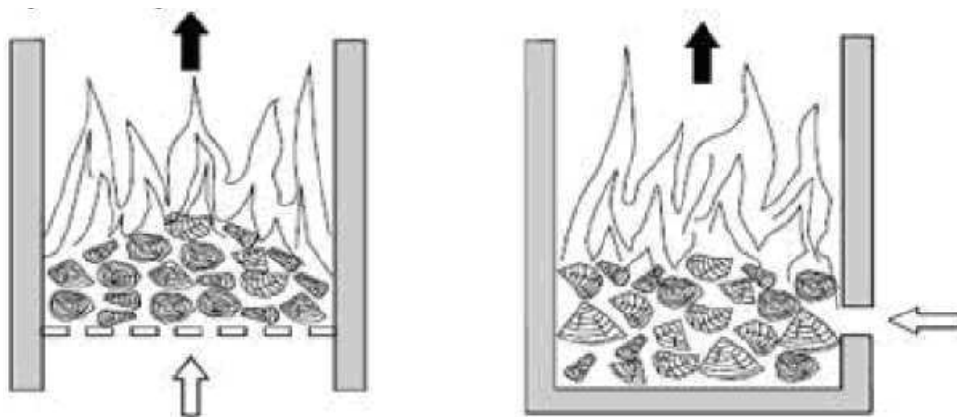
- moderní kotle na spalování pevných paliv používají systém kontinuálního přívodu paliva do ohniště
- doprava pomocí šnekových dopravníků a pomocí otočného válcového roštu
- automatická doprava paliva do kotle zajišťuje stabilitu spalovacího procesu, stabilitu požadovaného výkonu, vysokou účinnost spalování, nízkou produkci škodlivin a komfort pro uživatele [5]

A.4.2 Podle technologie spalování

Prohořívací

→ kotel, v němž probíhá postupné spalování, a spaliny procházejí přes vrstvu paliva [35]

- patří mezi nejjednodušší a nejlevnější zařízení spalující dřevo
- primární spalovací vzduch veden skrz rošt a skrz celou dávku paliva (Obr. A.3)
- sekundární vzduch je přiváděn nad dávku paliva, kde probíhá druhé spalování
- spalování probíhá v celé dávce paliva více či méně ve stejnou dobu
- vhodný pro samostatná zařízení pro vytápění
- nevýhoda - při příliš velké dávce paliva není možné prostorově oddělit zplyňování a oxidaci a tím se snižuje účinnost a zvyšují emise [6]

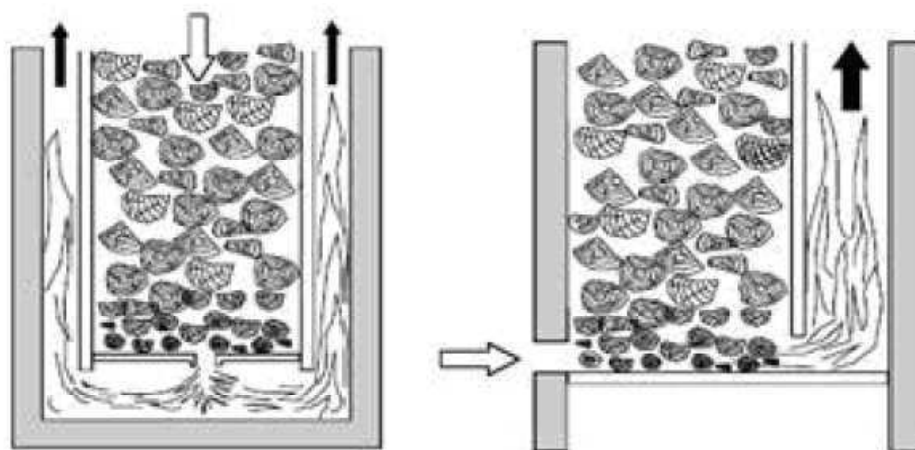


Obr. A.3 Princip spalování v prohořivacím kotli [6]

Odhořivací

→ kotel, v němž probíhá postupné spalování ve vrstvě plynule doplňované, přičemž spaliny neprocházejí přes vrstvu paliva [35]

- plamen a spaliny vedeny dospod (spodní tah) nebo do boku (boční tah) topeniště (Obr. A.4)
- hoří pouze malá část paliva
- zplyňování a konečné spalování probíhá v oddělených komorách, které zajišťují více stabilní spalování
- ve většině případů konstruovány tímto způsobem moderní kotle pro centrální vytápění
- vyšší účinnost než prohořivací systém [6]



Obr. A.4 Princip spalování v odhořivacím kotli [6]

Zplyňovací

→ druh odhořivacího kotle s ručním přikládáním, ve kterém je vyšší úrovně spalování docíleno řízeným přísunem spalovacího vzduchu ventilátorem [10]

- přidáním ventilátoru pro přívod spalovacího vzduchu je do značné míry eliminován vliv komínového tahu na kvalitu spalování
- regulátor provozu kotle může na základě různých požadavků přesněji regulovat průběh spalování i jeho výkon [10]

Automatické

→ kotel se samočinnou dodávkou paliva a ventilátorem s řízeným přísunem spalovacího vzduchu [10]

- vliv obsluhy navíc eliminován řízeným přísunem paliva
- přísun spalovacího vzduchu i paliva řídí regulátor kotle automaticky podle zadaného programu bez nutnosti obslužného zásahu [10]
- automatické kotle na pevná paliva pro ústřední vytápění mohou využívat jak spalování na roštu, tak speciálních hořáků či hořákového provedení spalovací komory, dále spodního přívodu paliva nebo zplyňování [5]

A.5 Spalování kusového dřeva

A.5.1 Vlastnosti dřeva

Palivové dříví (Obr. A.5) představuje tradiční biomasu využívanou jako palivo pro vytápění domácností. Vlastnosti palivového dříví (vlhkost, objemová hmotnost, velikost) nejsou tak přesně definovány, jak je tomu v případě briket nebo pelet. V důsledku této skutečnosti je kvalita spalování silně závislá na vlastnostech palivového dřeva použitého pro spalování.

Mezi nejdůležitější vlastnosti patří:



Obr. A.5 Dřevní polena [15]

- **Vlhkost**

Vlhkost paliva je zásadní vlastností paliva, která ovlivňuje jeho výhřevnost. Výhřevnost paliva s 20% vlhkostí dosahuje přibližně 14,5 MJ/kg, zatímco při 50% vlhkosti dosahuje 8,2 MJ/kg. Čerstvé dřevo má vlhkost kolem 50 %, tato vlhkost může být snížena venkovním sušením na 17 – 23 % za 1,5 – 2 roky.

- **Velikost**

Zařízení spalující dřevěná polena (Obr. A.5) se liší také v závislosti na maximální délce polen, které jsou schopné spálit. Pro spalování se připravují polena o délce 25, 35, 50 nebo 100 cm. Mnoho kamen nebo kotlů na kusové dřevo pro domácnosti, které jsou v posledních letech vyráběny, spalují nejčastěji dřevo délky 50 cm.

- **Druh dřeva**

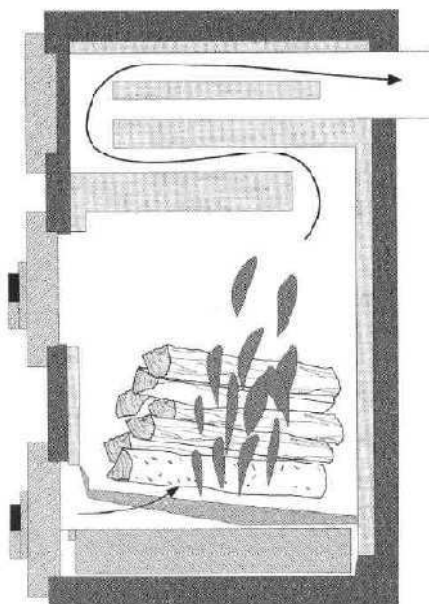
Tvrdé dřevo (buk, dub) má vyšší výhřevnost na metr krychlový než měkké jehličnaté dřevo (smrk, borovice), proto je spalování tvrdého dřeva výhodnější z důvodu delší doby hoření a delších intervalů mezi přikládáním. Nicméně se lépe zapaluje jehličnaté dřevo. Proto se doporučuje spalovat jehličnaté a tvrdé dřevo v poměru 1:5 až 1:8. Pro spalování se využívá výhradně přírodní dřevo. Používání chemicky ošetřeného dřeva (jako jsou například konzervanty) je nežádoucí především vzhledem ke škodlivosti produkovaných karcinogenních látek na lidské zdraví a životní prostředí. [6]

České normy stanovují, že palivové dříví musí splňovat především požadavek na procentuální podíl hniloby (maximálně 70 %), popř. musí nést jiné známky poškození, jako je např. pokřivení, sukovatost apod. [5]

A.5.2 Druhy kotlů

A.5.2.1 Prohořivací kotle

Prohořivací kotle představují jednoduchý a levný systém kotlů pro domácnosti, které spalují kusové dřevo. Obr. A.6 znázorňuje princip klasických prohořivacích kotlů. Tyto kotle jsou běžně vybaveny přívodem primárního vzduchu, který je umístěn pod roštem a přívodem sekundárního vzduchu, který ústí do oblasti, kde dochází ke spalování plynu. Dřevo je dávkováno přes horní dveřní otvor a popel je odstraňován přes spodní dvířka. Kotel využívá přirozeného tahu. Emise nespálených uhlovodíků a CO mohou být vyšší a to v případě, že prohořivací kotel pracuje s nízkou rychlostí spalování. Toto je častý případ, který nastává během jara a podzimu. Environmentálně optimálního spalování může být dosaženo v případě, že kotel pracuje na jmenovitý tepelný výkon. [6]



Obr. A.6 Spalování dřeva v prohořivacím kotli [7]

Problémem u těchto kotlů může být nedostatek kyslíku k iniciaci prvnímu zážehu. Než se k hořlavině dostane dostatek kyslíku z pod roštu, velká její část je vytažena komínem a dochází k velkým ztrátám tepla plynným nedopalem. Zde nastává ono zplyňování bez plamene. Velkým problémem zde však může být netrpělivý kotelník. Pokud otevře horní příkládací dvířka v okamžiku, kdy k zapálení hořlaviny chybí již jen dostatečné množství kyslíku, oním otevřením dvířek kyslík dodá. Výsledkem je pak výbuch, který u tohoto typu kotlů bývá poměrně častým jevem. Zvláště pokud se spalují piliny či drobný dřevní odpad, který velice rychle zplyňuje. [9]

Prohořivací kotle byly původně konstruovány pro spalování koksu, tedy paliva bez prchavky. Příkladací komora je současně komorou spalovací a nad ní je umístěn jen malý výměník tepla pro odnímání tepla ze spalín (Obr. A.7), které prakticky neobsahují žádný spalitelný podíl prchavé hořlaviny, protože koks nehoří plamenem. Vše bez jakékoliv vyzdívky, jejímž účelem je tepelně izolovat plamen od chladných stěn. Množství vzduchu je dáno tahem komína a velice nepřesně regulováno pouze na základě teploty topné vody. Pokud tedy v tomto typu kotlů budeme spalovat kusové dřevo, i v ideálním případě (bez výbuchů) se bude plamen velice rychle ochlazovat o vodou chlazené stěny kotle a bude docházet k velkým ztrátám, protože se zastaví proces vyhořívání „prchavky“. Tmavý kouř valící se z komína bývá velice často důsledkem spalování vlhkého dřeva v litinových prohořivacích kotlích, i když je to spíše přisuzováno na vrub uhlí či pneumatikám. [9]



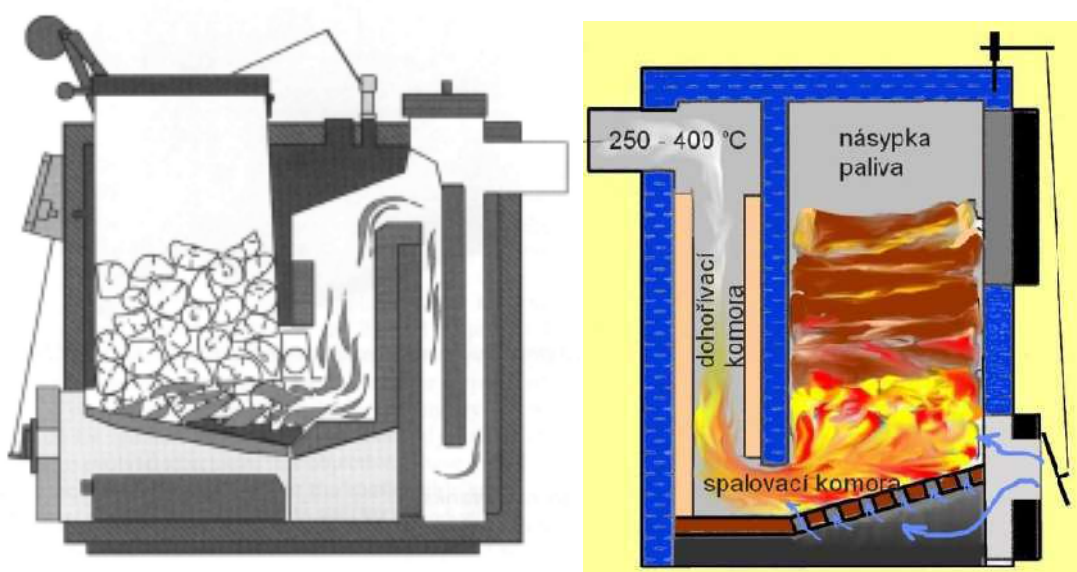
Obr. A.7 Prohořivací kotel [9]

Tyto kotle jsou vhodné především v případech, kdy není spotřebitel schopen zajistit požadovanou vlhkost dřeva. Díky prohořivacímu principu spalování jsou tyto kotle odolnější proti korozi při topení vlhkým dřevem. [6]

A.5.2.2 Kotle se spodním odhoříváním

U kotlů se spodním odhoříváním probíhá zplyňování a částečné spalování v malé části paliva na dně zásobníku. Konečné spalování probíhá v samostatné spalovací komoře. Popel propadá skrz rošt do popelníku. Běžně je v odhořívacích kotlích využíváno přirozeného tahu, ale některé modely jsou vybaveny ventilátorem a větrákem pro odvod spalin. Spalování v odhořívacích kotlích představuje stabilnější proces než u prohořívacích kotlů, a proto také produkují méně emisí. [6]

Princip odhořívacího kotle je znázorněn na Obr. A.8.

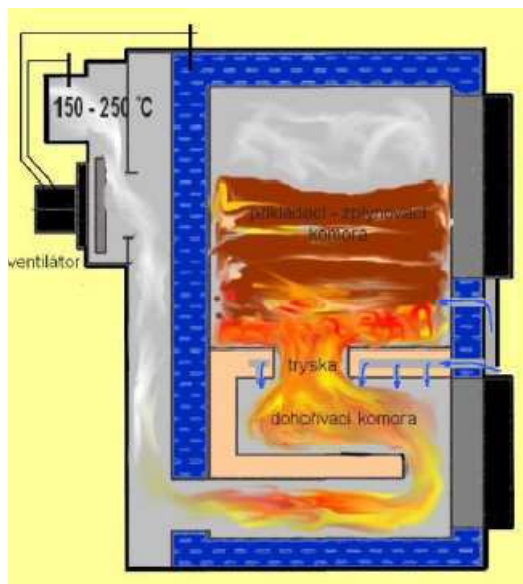


Obr. A.8 Kotel se spodním odhoříváním [7][9]

V těch kotlích již většinou bývá použita částečná vyzdívka a i dohořivací cesty bývají většinou dostatečně dlouhé pro spalování „dlouhoplamenných“ paliv. Zásadní problém však je v přívodu spalovacího vzduchu, jehož přísávané množství je stejně jako u prohořívacího kotle regulováno pouze velikostí komínového tahu. Za optimálních podmínek v počáteční fázi hoření dochází k postupnému uvolňování prchavé hořlaviny a k jejímu relativně kvalitnímu vyhořívání. Kotel se dobře rozhoří a prohřátý komín začne „táhnout“. Velký tah ovšem ještě trvá i nějakou dobu ve fázi, kdy již rychlost zplyňování zpomaluje a je tedy potřebí menšího množství vzduchu. Nedostatečná regulace nemůže zabránit ochlazení plamene velkým nadbytkem nasávaného spalovacího vzduchu a opět dochází k velkému plynnému nedopalu. Stejně špatnou variantou je ovšem uzavření otvorů pro přísávání spalovacího vzduchu obsluhou, které má zabránit přetopení systému. Tím ovšem obsluha způsobí „odsátí“ velkého množství prchavé hořlaviny do komína, neboť ta se i po „odstavení“ kotle v rozžhavené příkládací komoře uvolňuje z paliva a prostě nestačí vyhořet. [9]

A.5.2.3 Zplyňovací kotle

Zplyňovací kotle (Obr. A.9 a Obr. A.10) mají ventilátorem řízený přívod spalovacího vzduchu. Vhodnou konstrukcí násypné (příkládací) komory lze docílit toho, že dřevo se nahřívá postupně a i prchavá hořlavina je uvolňována postupně. Navíc mají velkou dohořivací komoru vytvořenou ze žárobetonových tvarovek, ve které je udržována dostatečná teplota pro vyhoření hořlaviny a do které je přiváděn v optimálních místech sekundární spalovací vzduch. Veškerá uvolněná prchavá hořlavina musí projít rozžhavenou vrstvou paliva a tryskou ve spodní části příkládací komory do spodní spalovací komory. Velikost trysky je dimenzována tak, že dovolí průchod jen takovému množství hořlaviny, které je schopno dohořet v dohořivací komoře. „Nadbytečná“ rychle uvolněná hořlavina se hromadí nad palivem v příkládací komoře a postupně je odtahovým ventilátorem dávkována do spalovacího procesu. Množství ventilátorem přisávaného spalovacího vzduchu je často řízeno na základě údajů z čidla, které ve spalínách vyhodnocuje přebytek kyslíku (přebytek se obecně nazývá α , proto se čidlo nazývá α -sonda). Jen část vzduchu je přiváděna k roštu pro spalování tuhého podílu, větší část je míchána s plamenem v trysce či přiváděna do dohořivací komory. Vytvořený dřevoplyn je tak zužitkován s poměrně velkou efektivitou. [9]

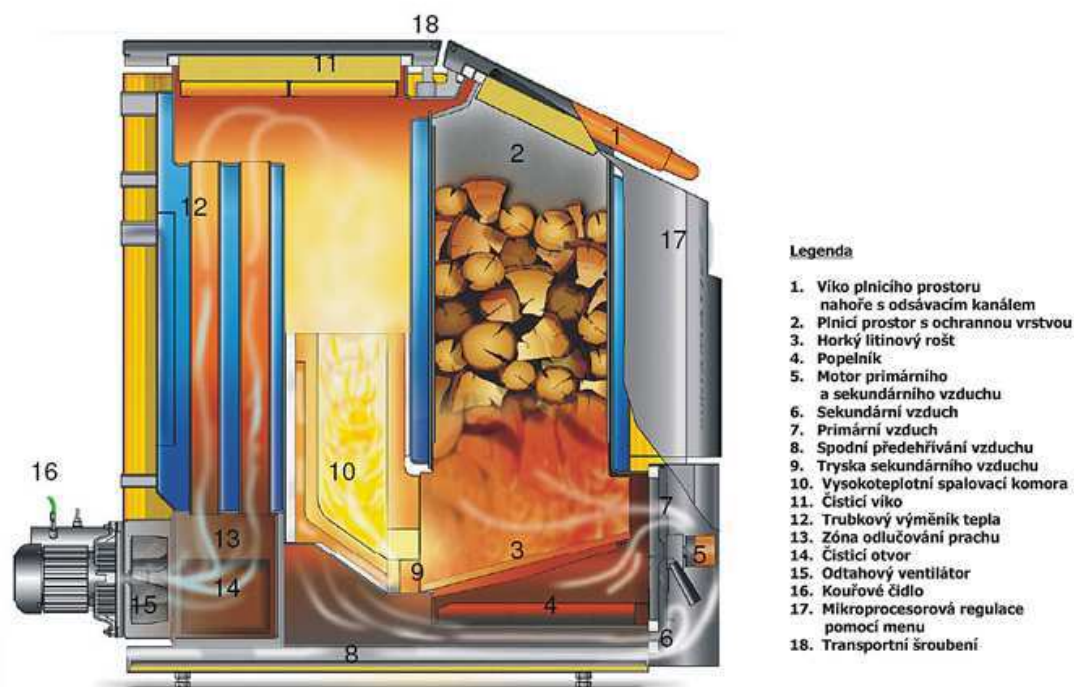


Obr. A.9 Zplyňovací kotel [9]

Proces zplyňování probíhá v zásobníku kotle nad žárobetonovou/keramickou tryskou. V první fázi dochází k vysušení prchavých složek z paliva. Ve druhé fázi se uvolněné plyny smísí v prostoru trysky s předehřátým sekundárním vzduchem a vytvoří hořící směs plynů. Ve třetí fázi dochází ke shoření plynů ve spalovacím prostoru kotle a odvedení spalin přes trubkový výměník tepla do komína. Tento způsob hoření je velmi efektivní, což má za následek výrazné snížení spotřeby paliva oproti kotlům s klasickým spalováním. [5]

Nejrozšířenější a nejúčinnější koncepce zplyňovacích kotlů je tvořena spodním odhoříváním paliva, existují však i starší kotle s horním odhoříváním nebo s postupným prohoříváním paliva. Účinnost zplyňovacích kotlů na biomasu je mezi 88 až 92 %, tepelný výkon je možno automaticky regulovat přívodem vzduchu v závislosti na venkovní teplotě a požadované vnitřní teplotě. Dřevo je nutno spalovat co nejsušší, s vlhkostí do 15 %. [30]

Zplyňovací kotle jsou jedním z nejvíce energeticky úsporných kotlů, které jsou dnes komerčně dostupné. Výhodou těchto kotlů vzhledem k takto vysoké účinnosti je úspora paliv a provozních nákladů. Přínosné je také snadné čištění topeniště za provozu, odstraňování popela ze spodního prostoru a zadního kouřového kanálu. I přes své výhody a pokročilé technologie, jsou zplyňovací kotle z hlediska pořizovacích nákladů mnohem dražší než kotle prohořivací a odhořivací. [6]



Obr. A.10 Zplyňovací kotel na dřevo GUNTAMATIC SYNCHRO [30]

A.6 Spalování pelet

Dřevní peleta je slisované biopalivo z práškové dřevní biomasy s přísadami nebo bez přísad, obvykle ve formě válečků, průměrné délky typicky 5 - 40 mm, s ulomenými konci. [37]



Obr. A.11 Dřevní peleta [29]

A.6.1 Vlastnosti dřevních pelet

Pelety (Obr. A.11) jsou ekologickým ušlechtilým palivem vyráběným z biomasy, vhodným pro automatické spalování ve speciálních kotlích. [5] Kvalitní pelety se vyznačují vysokou měrnou hmotností, hladkým, pevným a nepoškozeným povrchem bez odrolu. [4]

Výroba

- silným stlačením, lisováním z dřevního odpadu a zbytků z dřevní těžby a k soudržnosti přispívá obsah ligninu a pryskyřice ve dřevě (pojiva)
- postup peletování - sušení, mletí, peletování, chlazení, skladování, balení a expedice

Druhy

- prémium (čisté, bílé) - výroba z čisté dřevní hmoty bez příměsí kůry, především z pilin
- katrové (tmavé) - přidání kůry, popř. jehličí a listí, tato peleta má vyšší popelnatost a nebezpečí spékání v hořácích

Parametry

- malé, válcovité tyčinky o průměru 6 - 14 mm s délkou 5 - 40 mm
- hustota vyšší jak 1100 kg/m³ - jednoduchý test kvality se dá provést vložením pelet do vody, které nesmějí plavat na povrchu
- sypaná hmotnost je 650 kg/m³
- vlhkost dřevního odpadu před lisováním by se měla pohybovat kolem 14 % a výsledná vlhkost pelet po vylisování se musí být pod 10 %
- popelnatost - 0,5 - 1,5 %

Výhřevnost

Tato vlastnost je spojená s jedním z mýtů týkajících se dřevních pelet. Mnozí výrobci pelet uvádějí, že kvalitní peleta má výhřevnost srovnatelnou i vyšší s hnědým uhlím, tedy někde mezi 18,5 - 19 MJ/kg. I když se jedná o hodnoty laboratorně ověřené, nelze je při výpočtech přímé účinnosti peletových spalovacích zdrojů, či například při bilančních výpočtech roční spotřeby paliva, použít. Reálná výhřevnost dřevní hmoty je závislá vedle kvality zdroje suroviny hlavně na obsahu vody v ní. Obecně platí, že se vzrůstající vlhkostí reálná výhřevnost klesá (Graf A.1). [8]



Graf A.1 Závislost výhřevnosti na obsahu vody [8]

Doprava

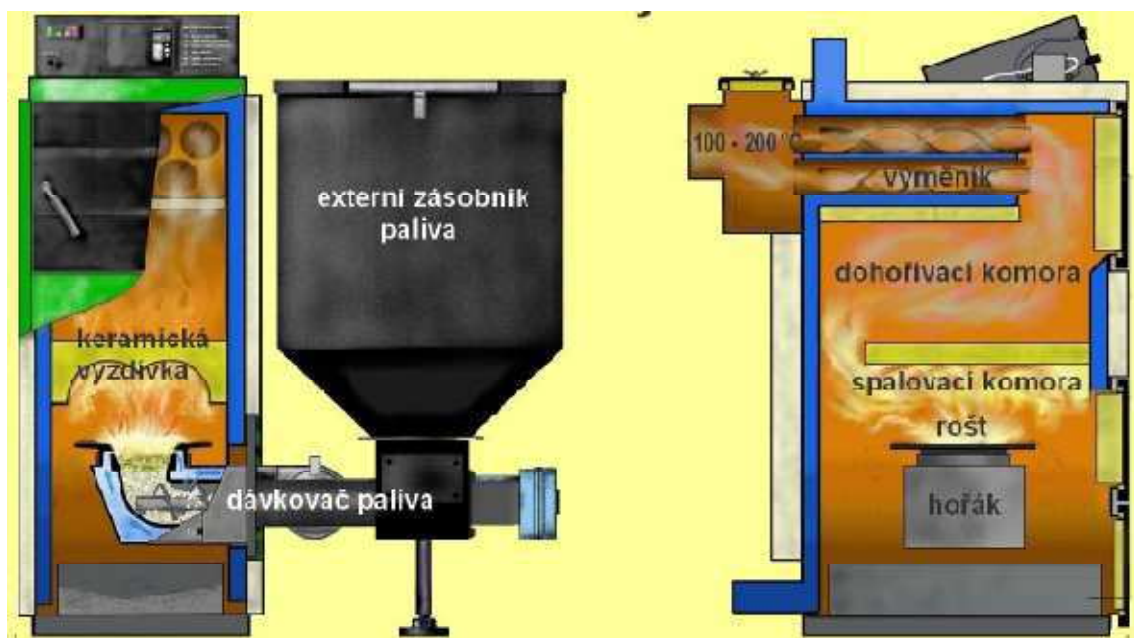
- od výrobce k zákazníkovi v pytlích, vacích či cisternách
- ze skladu ke kotli se používají jednoduché pneumatické či šnekové dopravníky

A.6.2 Automatické kotle na pelety

Jedná se o automatický systém spalování čistého a dobře známého paliva, kdy rychlost spalování je řízena předně dávkováním paliva, než regulací přívodu primárního vzduchu. Dřevní pelety si odebírají automatickým dopravníkem podle potřeby ze zásobníku. Objem zásobníku výrobci kotlů dimenzují tak, aby na jedno naplnění pojmul množství pelet k vytápění na určitou dobu, která se pohybuje od jednoho dne až do jednoho týdne i více. Do tohoto zásobníku se pelety naplňují buď ručně, nebo automaticky např. pomocí šnekového dopravníku ze skladu pelet. [5]

Schéma automatického kotle je zobrazeno na Obr. A.12.

Ze zásobníku jsou, podle pokynů regulace, pelety dopravovány na tzv. peletový hořák, instalovaný v kotlovém tělese. Pracovní cyklus pak probíhá následovně. Při požadavku na dodávku tepla dá automatická regulace pokyn k zažehnutí hořáku (pomocí elektrické energie). Po zapálení hořáku probíhá spalování pelet, přičemž potřebné množství je dodáváno šnekovým dopravníkem. Pokud již není dodávky tepla zapotřebí, automatická regulace zastavuje šnekový dopravník a pelety na hořáku nechá dohořet. Činnost je běžně kontrolována prostřednictvím termostatu umístěného ve vytápěném prostoru, který je umístěn v kotli nebo akumulární nádrži. Vzduch pro spalování je dodáván s pomocí elektrického ventilátoru, který může také zajišťovat dodávku sekundárního vzduchu. Zařízení má minimální požadavky na obsluhu. Kapacita popelníků se liší podle typů kotlů, v některých případech se popelník vysypává po dvou měsících. Vývoj v této oblasti se orientuje směrem ke zvýšení dostupnosti pro uživatele a snížení požadavků na obsluhu. [5]



Obr. A.12 Automatický kotel [9]

A.6.2.1 Hořáky

Podle normy [38] se hořáky spalující pelety třídí podle způsobů řízení (dvoupolohové, spojitě, vícestupňové), prostředků zapalování (ruční, automatické elektrické, horkovzdušné,...), vnějšího nebo vnitřního zásobníku paliva, tvaru spalovací komory, monoblokového či jiného typu.

Tím rozhodujícím kritériem, podle kterého se peletové hořáky odlišují, je způsob, jakým je v nich vytvářena základní vrstva paliva a jak je k ní přiváděn primární spalovací vzduch. To rozhoduje, jak kvalitní (či spíše nekvalitní) peletu je hořák schopen dlouhodobě spalovat, jaký způsob zapalování je nutné zvolit, či jaký výkon je pro danou konstrukci limitní. Základní vrstvu v peletovém hořáku tvoří na roštu nahořelé pelety, které mají v sobě ještě tolik hořlaviny (většinou již jen pevný podíl), že jejich dohořením se uvolní dostatek tepla potřebného pro bezpečné zapálení nově přiložených pelet. Nové pelety se „zbaví“ prchavé hořlaviny a postupně se samy stávají základní vrstvou. [9]

Podle nutnosti zásahu obsluhy kotle rozlišujeme dva způsoby zapálení základní vrstvy [9]:

- ruční - je podstatná asistence obsluhy kotle
 - po zapnutí regulace obsluha uvede do chodu dávkovač paliva do hořáku
 - po přiložení dostatečného množství pelet je dávkovač vypnut a na pelety je zpravidla přidán pevný podpalovač (nebo třísky) a je zapálen, a jakmile takovýmto způsobem vznikne na roštu základní vrstva nahořelých pelet, obsluha přepne regulaci do režimu „Provoz“ a spalování již probíhá automaticky pod „dohledem“ regulace
- automatické - je plně pod kontrolou regulace hořáku a nevyžaduje zásah obsluhy
 - regulace „nechá“ přiložit na rošt předem definované (nastavitelné) množství pelet a spustí zapalovač
 - pro rychlé zapálení musí mít vzduch teplotu alespoň 500 °C
 - regulace musí mít také kontrolu nad průběhem zapalování, aby je po zapálení základní vrstvy mohla ukončit

Dělení hořáků podle spalovací komory

Spalovací komora je konstrukční část vymezující spalovací prostor (spalovací prostor je prostor, ve kterém dochází ke spalování paliva). [34] Tedy převedeno na hořák, ta konstrukční část hořáku, ve které probíhá primární spalování pelet (uvolnění a zapálení prchavé hořlaviny a dohoření pevného podílu) se nazývá spalovací komora hořáku. [9]

Hořáky můžeme rozdělit takto [9]:

- *Miskový hořák* (Obr. A.13)
 - nejrozšířenější typ hořáků
 - spalovací komora má tvar misky, do které přepadávají pelety ze šnekového dávkovače
 - dno „misky“ tvoří rošt, ve kterém jsou otvory pro přívod primárního vzduchu, v bočních stěnách je několik otvorů pro přívod sekundárního vzduchu, pod rostem je umístěno tělísko elektrického zapalovače, které ve fázi zapalování ohřívá vzduch, který pelety obtéká
 - průběh zapalování kontroluje fotocela (optické číslo, které zaregistruvává plamen a dává signál regulaci k ukončení zapalování)



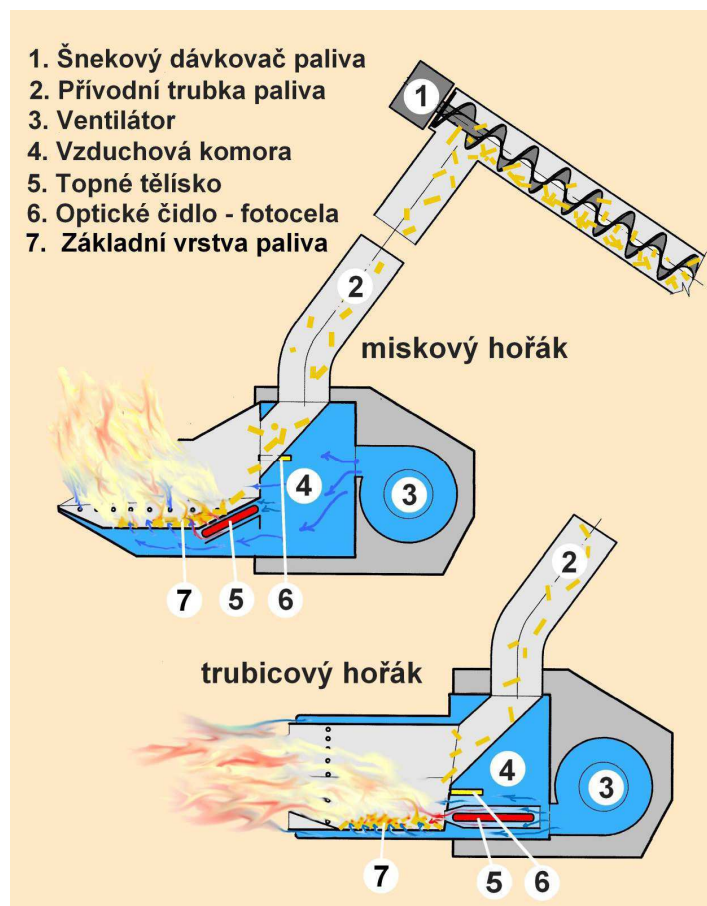
Obr. A.13 Spalovací komora kotle ATMOS s miskovým hořákem [9]

- *Válcový (trubicový) hořák* (Obr. A.14)
 - spalovací komora má tvar válce
 - ve spodní (roštové) části válce jsou opět umístěny otvory pro přívod primárního vzduchu, sekundární vzduch je pak přimícháván do plamene v ústí hořáku
 - v komoře pro rozdělení vzduchu (vzduchová komora) je opět umístěno žhavicí tělísko, které ve fázi zapalování ohřívá vzduch, který kolem něj obtéká a je v úzkém paprsku vháněn na přiložené pelety a vše opět kontroluje fotocela



Obr. A.14 Trubicový hořák [9]

U obou těchto typů hořáku se předpokládá, že vzniklý popel je primárním vzduchem „odfouknut“ ze spalovací komory. Pro jejich správnou funkci je tedy nutné, aby jako palivo byly použity pelety třídy A1 dle [37]. Tedy čisté pelety bez příměsí kůry s nízkým obsahem popelovin (do 0,7 %) a vysokou teplotou deformace popela (nad 1200 °C). Pokud se spalují pelety horší kvality (A2, B), větší množství popela zaplní dno komory a případná struska vytvoří časem na roštu „škraloup“, který zcela zabrání přístupu primárního spalovacího vzduchu. Postupně mizí základní vrstva paliva, hořák ztrácí na výkonu, a pokud se napečence neodstraní manuálně, hořák časem vyhasne. Po přechodu hořáku do útlumového režimu základní vrstva na rozžhaveném roštu rychle vyhoří a i po několika minutách trvání útlumu musí být při opětovném startu znovu zapálena zapalovačem (topným tělískem). [9]



Obr. A.15 Schémata hořáků [9]

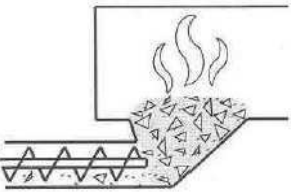
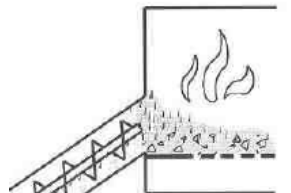
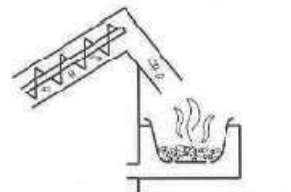
- **Retortový hořák**

- název „přejat“ od zařízení zvaného retorta, což je - velice zjednodušeně - uzavřená nádoba, ve které se „zplyňuje uhlí“ (díky retortám začala před více jak 200 léty plynofikace evropských měst).
- někdy se jim také říká hořáky se spodním přikládáním paliva
- palivo je dodáváno zpočátku horizontálně šnekovým podavačem a v části hořáku zvané retorta (má tvar kolene) mění svůj směr pohybu a je vytlačováno vertikálně do spalovací části hořáku (Obr. A.16)
- vyhořelé zbytky jsou buď odfouknuty spalovacím vzduchem, nebo jsou vytlačeny novým palivem na kruhový rošt, který je nad retortou
- spalovací vzduch je vháněn do základní vrstvy paliva po stranách v horní části retorty - tento typ hořáků vhodný pro spalování méně kvalitních pelet s velkým podílem popelovin a vysokou náklonností ke spékání [9]



Obr. A.16 Schéma retortového hořáku [9]

A.6.2.2 Systémy dodávky paliv

	výhody	nevýhody
ze spodu 	- vysoký výkon	- nespálí se veškeré palivo - chybí kontrola proti zpětnému hoření - nepřesná kontrola hoření
ze strany 	- vysoký výkon - vhodný pro vlhká paliva	- nespálí se veškeré palivo - chybí kontrola proti zpětnému hoření - nepřesná kontrola hoření
shazovací systém 	- zabezpečení proti zpětnému hoření - vysoká účinnost spalování - přesná kontrola spalování	- problematičtější čištění - určeno pouze pro pelety

Tabulka A.1 Systémy dodávky paliv [6]

A.7 Kombinované kotle

Nejnovějším druhem kotlů jsou kombinované kotle (Obr. A.17), které podle potřeby a momentálně dostupného paliva mohou spalovat buď polena anebo pelety. Jejich předností je univerzálnost a provozní, palivová bezpečnost. Při okamžitém nedostatku některého druhu běžně používaného paliva je bez problémů možno využívat jiný druh. Cena těchto zařízení je o něco vyšší. Doporučená oblast využívání je všude tam, kde je dostatek levného polenového dříví, které se uživatel sám může dále upravovat, má dostatečný skladovací prostor, ale jsou na místě k dispozici i pelety, které je možno nasadit, když se z nějakého důvodu požaduje automatický provoz vytápění. [4]



Obr. A.17 Kombinovaný kotel ATMOS na dřevo, pelety a EOT [12]

A.8 Akumulace a provoz

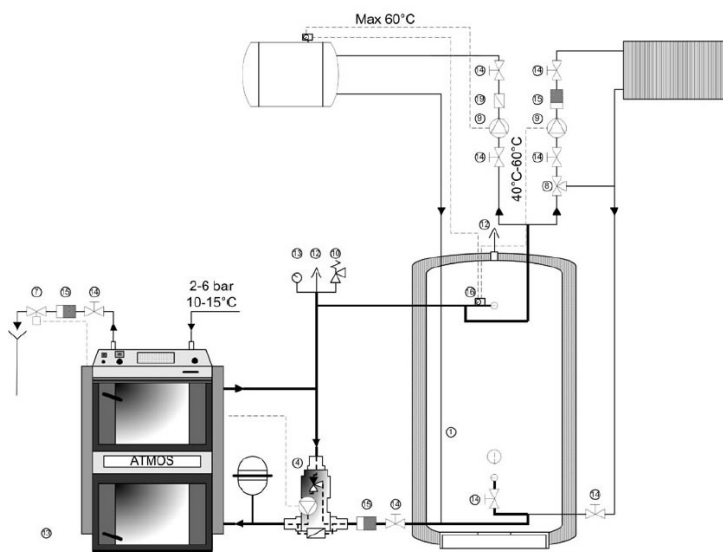
Každé topné zařízení na dřevo dosahuje nejlepší kvality svého spalování jen tehdy, když může hořet na plný výkon. Jmenovitý výkon kotle je v 95 % dnů v roce podstatně vyšší než skutečná potřeba tepla. Kdyby byl kotel na dřevo i v této době provozován na plný výkon, byl by dům přetopen, kotelní voda by se „převařila“ (přetekla by), plýtvalo by se energií a zařízení by utrpělo škodu.[2]

Problému špatného využití výkonu zařízení se dá čelit dvěma opatřeními [2]:

- Zvolením o 10 % nižšího výkonu kotle než je špičková potřeba. Ve dnech špičkové spotřeby tepla většinou postačí vytápět jeden nebo dva pokoje o něco slaběji pro udržení tepelné pohody v objektu.
- Periodickým provozem s maximálním zatížením a akumulací tepla. Pokud oheň ze dřeva hoří, udržuje se topení na plný výkon. Tak se vyprodukuje více tepla, než otopná tělesa a ohřev teplé vody momentálně vyžadují a nespotřebované teplo se přivádí k zásobníku. Je-li tento tepelný zásobník plný, to znamená vyhřátý na 90 °C, pak se oheň ze dřeva nechá uhasnout. Další potřebné teplo se nyní odebírá ze zásobníku.

Při vytápění dřevem s vyrovnávacím zásobníkem je možné se účinně vyhnout nevýhodnému spalování s nízkým zatížením. Protože se složky dřeva při slabém, doutnajícím ohni spalují pouze nedokonale, objevují se v peci a v komíně nevyhořelé saze a také usazeniny dehtu a smoly a tím vzniká potřeba rozsáhlejší údržby. Akumulační vytápění vede k lepší účinnosti, nižším nákladům na údržbu a delší životnosti. [2]

Velmi důležitou podmínkou pro správný provoz kotle je teplota vratné vody. Ta by neměla nikdy klesnout pod 60 °C (teplota rosného bodu), jinak je nebezpečí dehtování kotle, tvorby kyselin ze spalín dřeva a následné vyleptání tělesa kotle. [3] Teplota vratné vody se dá udržovat zapojením termostaticky řízeného směšovacího ventilu nebo například zapojením armatury LADDOMAT od firmy ATMOS (Obr. A.18), která nahrazuje zapojení z jednotlivých dílů.



Obr. A.18 Schéma zapojení kotle s Laddomatem [11]

A.9 Závěr

Používání dřeva jako paliva je v dnešní době velice aktuální a stále používanější variantou vytápění budov. Dřevo je poměrně snadno dostupná obnovitelná surovina organického původu, která se vyznačuje snadnou zpracovatelností a maximální ohleduplností k životnímu prostředí. Z těchto důvodů, ale také kvůli stále se zvyšujícím cenám ostatních paliv mnoho lidí přechází k vytápění dřevem.

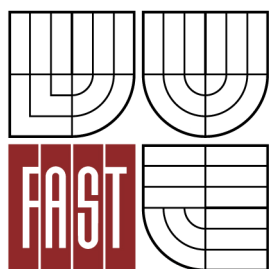
V teoretické části jsem se zaměřila na rozdíly ve vytápění mezi kusovým dřevem a peletami. Spalování kusového dřeva se řadí k nejlevnějším variantám vytápění, obzvláště při možnosti osobního zpracování, a to od lesa až do domu. Nevýhodami tohoto typu vytápění je větší časová náročnost (přikládání, štípání) a velké nároky na skladovací prostor. Dřevo je potřeba před spalováním nechat vyschnout zhruba dva roky, z tohoto důvodu je nutné mít skladovací prostor s dostatkem místa pro uskladnění dřeva pro dvě topné sezóny.

Oproti tomu spalování pelet v automatických kotlích představuje mnohem větší úsporu času díky automatizaci provozu. Skladování pelet nemá takové prostorové nároky. Pelety jsou díky výrobě zbaveny vlhkosti a tím není nutné jejich sušení. Možnosti skladování jsou různorodé, takže se skladování pelet může uzpůsobit možnostem objektu.

Analýzou této části práce, ve které jsou uvedeny jednotlivé možnosti vytápění, jsem dospěla k názoru, že se pro zadaný objekt jeví jako nejvýhodnější řešení zdroje tepla automatický kotel na pelety. A to z důvodu úspory nákladů na vytápění a automatizace provozu bez nutnosti pravidelné obsluhy.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2013

B.1 Analýza objektu

Řešeným objektem je volně stojící novostavba horského hotelu s restaurací u golfového hřiště v Ústeckém kraji v obci Cínovec s nadmořskou výškou 866,2 m n.m.

Jedná se o trvale užívaný podsklepený objekt s dvěma nadzemními podlažími. V nevytápěném podzemním podlaží, které se nachází jen pod částí objektu, se nachází kotelna a sklady. V prvním nadzemním podlaží se nachází restaurace s kapacitou pro 70 osob, kuchyně, hygienická zařízení pro restauraci a nevytápěné garáže pro techniku golfového hřiště. V druhém nadzemním podlaží se nachází 6 podkrovních hotelových pokojů s vlastním hygienickým zařízením pro ubytování 12 osob, šatna zaměstnanců a kancelář. Konstrukční systém je zděný kombinací systémů Porothem a Ytong, stropní konstrukce je ze systému Spiroll. Konstrukce šikmé dvouplášťové střechy je valbového typu.

Projekt řeší vytápění objektu a přípravu teplé vody.

Návrhová venkovní teplota je $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Větrání objektu je z velké části řešeno jako přirozené. Pro větrání kuchyně je navržena vzduchotechnická jednotka s potřebou výkonu 17 kW, jejíž návrh není součástí tohoto projektu. Větrání hygienických zařízení bude zajištěno nuceně větracími mřížkami na vstupních dveřích do těchto prostor a odsáváním vzduchu ventilátory.

Pokrytí tepelných ztrát bude zajištěno deskovými a trubkovými otopnými tělesy. Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková uzavřená se spodním rozvodem, horizontálním napojením otopných těles a nuceným oběhem vody. Teplotní spád otopné soustavy je 60/50.

Jako zdroj tepla je navržen automatický kotel na pelety, který bude zajišťovat topnou vodu pro potřeby vytápění a celoročně pro přípravu teplé vody. Kotel je navržen s akumulací nádrží pro lepší využití výkonu. Pelety budou skladovány ve vyspádovaném skladu vedle kotelny a ke kotli dopravovány soustavou 2 šnekových dopravníků. Sklad pelet bude plněn pneumatickou dopravou z cisternového vozu.

Příprava teplé vody bude zajištěna nepřímotopným zásobníkovým ohřívačem z topné vody o teplotním spádu 70/60.

Kvůli možnosti neobsazenosti hotelových pokojů a možnosti regulace vytápění podle venkovní teploty je otopná soustava rozdělena na tři větve: 1NP, 2NP západní, 2NP východní.

B.2 Výpočet tepelných ztrát objektu

B.2.1 Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \leq U_N$$

kce	skladba	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	U [W/m²K]	U _N [W/m²K]
venkovní stěna 365	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	0,15	0,3
	Porotherm 36,5 P+D	0,365	0,145	2,517				
	EPS 100 F	0,150	0,037	4,054				
	vnější štuková omítka	0,005	0,800	0,006				
		Σd =	0,535	ΣR =	6,595	R _T =	6,76	vyhovuje
venkovní stěna 300	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,04	0,18	0,3
	Porotherm 30 P+D	0,300	0,250	1,200				
	EPS 100 F	0,150	0,037	4,054				
	vnější štuková omítka	0,005	0,800	0,006				
		Σd =	0,470	ΣR =	5,277	R _T =	5,45	vyhovuje
vnitřní stěna 365	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,36	0,6
	Porotherm 36,5 P+D	0,365	0,145	2,517				
	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
		k nevytáp. prostoru Σd =	0,395	ΣR =	2,551	R _T =	2,81	vyhovuje
vnitřní stěna 150	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,72	není požadavek
	Ytong P2-500	0,150	0,137	1,095				
	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
		Σd =	0,180	ΣR =	1,129	R _T =	1,39	
vnitřní stěna 200	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,57	0,6
	Ytong P4-500	0,200	0,137	1,460				
	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
		k nevytáp. prostoru Σd =	0,230	ΣR =	1,494	R _T =	1,75	vyhovuje
vnitřní stěna 100	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017	0,13	0,13	0,98	není požadavek
	Ytong P2-500	0,100	0,137	0,730				
	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
		Σd =	0,130	ΣR =	0,764	R _T =	1,02	
podlaha 1NP - podsklepené	keramická dlažba	0,030	1,010	0,030	0,17	0,17	0,21	0,6
	cementový potěr	0,080	1,160	0,069				
	lepenka A400	0,0007	0,210	0,003				
	EPS 100 S	0,150	0,037	4,054				
	IPA S400H	0,0054	0,210	0,026				
	Spiroll	0,265	1,470	0,180				
	omítka vápenná	0,015	0,880	0,017				
		k nevytáp. prostoru Σd =	0,546	ΣR =	4,379	R _T =	4,72	vyhovuje

<i>kce</i>	<i>skladba</i>	<i>d</i> [m]	<i>λ</i> [W/mK]	<i>R</i> [m²K/W]	<i>R_{si}</i> [m²K/W]	<i>R_{se}</i> [m²K/W]	<i>U</i> [W/m²K]	<i>U_N</i> [W/m²K]
podlaha 1NP - nepodsklepené	keramická dlažba	0,030	1,010	0,030	0,17	0,17	0,22	0,45
	cementový potěr	0,080	1,160	0,069				
	lepenka A400	0,0007	0,210	0,003				
	EPS 100 S	0,150	0,037	4,054				
	HI - asfaltový pás	0,008	0,210	0,038				
	ŽB deska	0,150	1,500	0,100				
	podlaha na zemině	$\Sigma d =$	0,419	$\Sigma R =$	4,294	$R_T =$	4,63	vyhovuje
podlaha 2NP	koberec	0,005	0,065	0,077	0,17	0,17	0,29	není požadavek
	cementový potěr	0,080	1,160	0,069				
	lepenka A400	0,0007	0,210	0,003				
	EPS 100 S	0,100	0,037	2,703				
	IPA S400H	0,0054	0,210	0,026				
	Spiroll	0,265	1,470	0,180				
	SDK podhled	0,015	0,220	0,068				
		$\Sigma d =$	0,471	$\Sigma R =$	3,126	$R_T =$	3,47	
strop k půdě (-9°C)	PVC fólie	0,0005	0,180	0,003	0,1	0,1	0,18	0,3
	MW	0,200	0,037	5,405				
	PE fólie	0,0100	0,350	0,029				
	SDK podhled	0,015	0,220	0,068				
	nevytápěná půda	$\Sigma d =$	0,226	$\Sigma R =$	5,505	$R_T =$	5,70	vyhovuje
střecha	PVC fólie	0,0005	0,180	0,003	0,1	0,04	0,18	0,24
	MW	0,200	0,037	5,405				
	PE fólie	0,0100	0,350	0,029				
	SDK podhled	0,0150	0,220	0,068				
		$\Sigma d =$	0,226	$\Sigma R =$	5,505	$R_T =$	5,64	vyhovuje
strop nad garáží (-9°C)	Spiroll	0,2650	1,470	0,180	0,1	0,1	0,24	0,3
	MW	0,140	0,037	3,784				
	SDK podhled	0,0150	0,220	0,068				
	nevytápěná půda	$\Sigma d =$	0,420	$\Sigma R =$	4,032	$R_T =$	4,23	vyhovuje

Výplně otvorů	<i>U</i> [W/m²K]	<i>U_N</i> [W/m²K]	
okna, dřevěná s izolačním dvojsklem	1,1	1,5	vyhovuje
střešní okna dřevěná s izolačním dvojsklem	1,4	1,4	vyhovuje
dveře dřevěné	1,3	1,7	vyhovuje
dveře dřevěné vnitřní	2,5	není požadavek	
dveře dřevěné k nevytápěnému prostoru	1,6	3,5	vyhovuje
skleněné dveře	1,1	3,5	vyhovuje

B.2.2 Výpočet tepelných ztrát

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540

Ztráty 2010

Název objektu : **Vytápění golfového klubu**

Zakázka : **Bakalářská práce**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -18.0 °C

Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 5.7 °C

Činitel ročního kolísání venkovní teploty f_{g1} : 1.45

Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.5 °C

Půdorysná plocha podlahy objektu A: 251.9 m²

Exponovaný obvod objektu P: 87.6 m

Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: 1184.7 m³

Typ objektu : **nebytový**

TABULKA TEPELNÝCH ZTRÁT MÍSTNOSTÍ

Označ. p./č.m.	Název místnosti	Teplota	Vytápěná plocha	Objem vzduchu	Celk. ztráta	% z celk.	Podíl $F_{iHL}/(T_i - T_e)$
		T_i	$A_f [m^2]$	$V [m^3]$	$F_{iHL} [W]$	F_{iHL}	$[W/K]$
1/ 101	WC personál	20.0	4.8	13.3	93	0.4%	2.46
1/ 102	WC ženy	20.0	5.4	15.6	128	0.5%	3.36
1/ 103	WC muži	20.0	9.3	25.9	294	1.2%	7.74
1/ 104	schodiště	15.0	10.9	45.7	352	1.5%	10.67
1/ 105	sklad potravin	10.0	6.9	19.3	107	0.5%	3.81
1/ 106	chodba	15.0	3.1	8.6	114	0.5%	3.46
1/ 107	příruční sklad	20.0	10.2	28.4	136	0.6%	3.59
1/ 108	kuchyně	20.0	22.4	62.4	666	2.8%	17.54
1/ 109	restaurace	20.0	142.2	396.7	12510	52.8%	329.21
1/ 111	golf shop	20.0	21.5	51.1	925	3.9%	24.34
1/ 113	hlavní vstup	15.0	7.4	19.5	333	1.4%	10.08
1/ 116	WC terénní	15.0	1.5	4.9	321	1.4%	9.74

Označ. p./č.m.	Název místnosti	Teplota T_i	Vytápěná plocha A_i [m ²]	Objem vzduchu V [m ³]	Celk. ztráta F_{iHL} [W]	% z celk. F_{iHL}	Podíl $F_{iHL}/(T_i-T_e)$ [W/K]
2/ 201	šatna personál	20.0	12.2	31.7	499	2.1%	13.13
2/ 202	koupelna	24.0	8.8	19.6	714	3.0%	16.99
2/ 203	předsíň	20.0	2.3	6.0	24	0.1%	0.64
2/ 204	WC	20.0	2.0	2.2	24	0.1%	0.64
2/ 205	pokoj	20.0	15.9	35.1	572	2.4%	15.05
2/ 206	pokoj	20.0	13.6	30.2	497	2.1%	13.07
2/ 207	koupelna	24.0	5.8	12.6	478	2.0%	11.37
2/ 208	koupelna	24.0	5.1	10.3	396	1.7%	9.42
2/ 209	předsíň	20.0	2.7	7.1	5	0.0%	0.13
2/ 211	pokoj	20.0	16.9	33.6	553	2.3%	14.55
2/ 212	pokoj	20.0	16.9	33.6	553	2.3%	14.55
2/ 213	předsíň	20.0	2.7	7.1	5	0.0%	0.13
2/ 214	koupelna	24.0	5.1	10.3	396	1.7%	9.42
2/ 215	koupelna	24.0	5.5	11.5	448	1.9%	10.66
2/ 216	předsíň	20.0	2.0	5.2	-1	-0.0%	-0.04
2/ 217	pokoj	20.0	12.7	27.9	453	1.9%	11.92
2/ 218	pokoj	20.0	16.3	35.9	573	2.4%	15.07
2/ 219	předsíň	20.0	2.3	6.1	24	0.1%	0.64
2/ 221	WC	20.0	2.1	4.0	31	0.1%	0.80
2/ 222	koupelna	24.0	8.8	19.6	696	2.9%	16.57
2/ 223	kancelář	20.0	15.8	35.8	855	3.6%	22.50
2/ 224	chodba	15.0	23.9	62.2	-84	-0.4%	-2.53

Součet: 445.3 1138.9 23688 100.0% 620.68

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Součet tep.ztrát (tep.výkon) F_{iHL} 23.688 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem F_{iT} **8.062 kW 34.0 %**

Součet tep. ztrát větráním F_{iV} **15.626 kW 66.0 %**

Podrobný výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností se nachází v příloze B1.

B.3 Energetický štítek obálky budovy

B.3.1 Protokol k energetickému štítku obálky budovy

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Restaurace a hotel Cínovec
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	1184,7 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	886,93 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,75 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-18,0 °C

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	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)]	[-]	[W/K]	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]
okna	35,01	1,50	1,00	52,52	35,01	1,10	1,00	38,51
střešní okna	23,01	1,40	1,00	32,21	23,01	1,40	1,00	32,21
dveře	8,28	1,70	1,00	14,08	8,28	1,30	1,00	10,76
dveře do 10°C	1,58	1,70	0,26	0,70	1,58	1,60	0,26	0,66
dveře do -3°C	1,77	1,70	0,61	1,82	1,77	1,30	0,61	1,39
Celkem započitatelná plocha výplní otvorů	69,65			101,33	69,65			83,53
stěna 365	212,82	0,30	1,00	63,85	212,82	0,15	1,00	31,92
stěna 300	31,80	0,30	1,00	9,54	31,80	0,18	1,00	5,72
stěna 365 do 10°C	5,96	0,60	0,26	0,93	5,96	0,36	0,26	0,56
stěna 365 do -3°C	21,38	0,60	0,61	7,83	21,38	0,36	0,61	4,70
stěna 365 do -9°C	23,76	0,60	0,76	10,83	23,76	0,36	0,76	6,50
stěna 200 do 10°C	8,50	0,60	0,26	1,33	8,50	0,57	0,26	1,26
Celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	304,22			94,31	304,22			50,66
Zbývající část plochy výplně otvorů započtena jako obvodová stěna	0	0,3	1	0	-	-	-	-
střecha	132,00	0,24	1,00	31,68	132,00	0,18	1,00	23,76
podhled do -9°C	102,80	0,30	0,76	23,44	102,80	0,18	0,76	14,06
podlaha na zemině	166,88	0,45	0,39	29,29	166,88	0,22	0,39	14,32
strop do 5°C	83,12	0,60	0,39	19,45	83,12	0,21	0,39	6,81
strop do 15°C	28,26	0,60	0,13	2,20	28,26	0,21	0,13	0,77
Celkem	886,93			301,70	886,93			193,91
Tepelné vazby		886,93*0,02		17,74	886,93*0,05			44,35
Celková měrná ztráta prostupem tepla				319,44				238,26
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U _{em} = 0,5		požadovaná hodnota:	238,26/886,93			0,27 Vyhovuje požadované hodnotě
		301,7/886,93+0,02=		0,36				
		75% z požadované hodnoty 0,36*0,75=		doporučená hodnota:				
				0,27				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,27/0,36 =	0,75		Třída B - Úsporná	

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	238,26
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,27
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,27
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,36

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,18
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,27
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,36
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,54
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,72
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	0,90
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: **B – Úsporná**

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 24. 3. 32013

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Míková Šárka

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2010/31/EU a ČSN EN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

B.3.2 Energetický štítek obálky budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Restaurace a hotel Cínovec				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 503,8 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
	B					
0,75	C					
1,0	D					
1,5	E					
2,0	F					
2,5	G					
Mimořádně ne hospodárná						
KLASIFIKACE				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,27	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,36	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,18	0,27	0,36	0,54	0,72	0,90
Platnost štítku do				Datum 24.3.2023		
Štítek vypracoval				Míková Šárka		

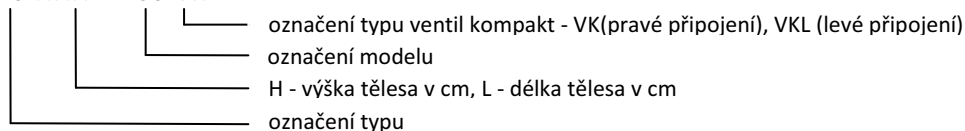
B.4 Návrh otopných těles

Pro vytápění objektu byla navržena otopná tělesa KORADO.

Desková otopná tělesa RADIK VK se spodním pravým nebo levým připojením pomocí rohového H-šroubení jsou v provedení Ventil Kompakt, vybavena odvzdušňovacím ventilem a budou opatřena termostatickou hlavicí.

Vysvětlení kódu tělesa

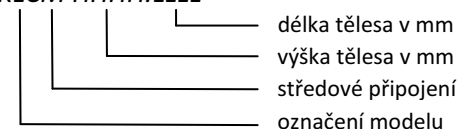
10-HHHLLL-60-VK



Koupelnová trubková otopná tělesa KORALUX LINEAR CLASSIC-M budou napojena na otopný systém středovým spodním připojením díky integrované rohové regulační armatuře HM, která bude opatřena termostatickou hlavicí.

Vysvětlení kódu tělesa

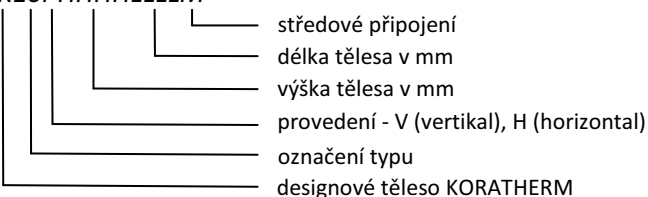
KLCM HHHH.LLLL



V restauraci budou instalována designová otopná tělesa KORATHERM VERTIKAL-M a HORIZONTAL-M, která budou připojena stejně jako tělesa KORALUX rohovou armaturou HM a opatřena termostatickou hlavicí.

Vysvětlení kódu tělesa

K10PHHHHLLLLM



Návrhový teplotní spád

60/50

Skutečný výkon těles

$$Q_{Tskut} = Q_T \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3$$

Q_T – výkon tělesa pro návrhové podmínky

φ - součinitel na způsob připojení těles $\varphi = 1$

z_1 – součinitel na úpravu okolí

z_2 - součinitel na počet článků $z_2 = 1$

z_3 – součinitel na umístění tělesa v místnosti

Pro místnost musí platit

$$\sum Q_{Tskut} \geq Q_H$$

Otopná tělesa 1NP

č.	místnost	t_i [°C]	tepelná ztráta Q_H [W]	$Z_1 \cdot Z_3$	typ otopného tělesa	počet těles	skutečný výkon tělesa Q_{Tskut} [W]	skutečný výkon těles v místnosti ΣQ_{Tskut} [W]
101	WC	20	93	1	10-030050-E0-VKL	1	103	103
102	WC	20	128	1	10-040060-60-VK	1	158	158
103	WC	20	294	1	10-050050-60-VK	2	161	322
104	schodiště do 2NP	15	352	1	11-050070-E0-VKL	1	403	403
105	sklad potravin	10	107	nevytápěná místnost				
106	chodba	15	114	1	10-030050-60-VK	1	123	123
107	příruční sklad	20	136	nevytápěná místnost				
108	kuchyň	20	666	1	11-050160-60-VK	1	856	856
109	restaurace	20	12510	1	K20V14000662M	2	939	13770
				1	K22H05141100M	12	991	
111	golfshop	20	925	1	K20H03660700M	3	334	1002
113	hlavní vchod	15	333	nevytápěná místnost				
116	WC	15	321	1	11-050060-60-VK	1	384	384
Tepelná ztráta			15979	Celkový výkon těles				17121

Otopná tělesa 2NP - východní větev

č.	místnost	t_i [°C]	tepelná ztráta Q_H [W]	$z_1 \cdot z_3$	typ otopného tělesa	počet těles	skutečný výkon tělesa Q_{Tskut} [W]	skutečný výkon těles v místnosti ΣQ_{Tskut} [W]
201	šatna	20	499	1	21-060070-60-VK	1	559	559
202	koupelna	24	714	1	21-050060-60-VK	1	353	807
				1	KLCM 1500.0750	1	454	
203	předsíň	20	24	nevytápěná místnost				
204	WC	20	24	nevytápěná místnost				
205	pokoj	20	572	1	11-050070-60-VK	1	337	674
					11-050070-E0-VKL	1	337	
206	pokoj	20	497	1	11-050060-E0-VKL	1	289	578
					11-050060-60-VK	1	289	
207	koupelna	24	478	1	10-050070-E0-VKL	1	192	493
				1	KLCM 1220.0600	1	301	
208	koupelna	24	396	1	10-050070-E0-VKL	1	192	441
				1	KLCM 1220.0450	1	249	
209	předsíň	20	5	nevytápěná místnost				
211	pokoj	20	553	1	10-030060-E0-VKL	1	111	693
				1	K11H03661600M	1	582	
Tepelná ztráta			3762	Celkový výkon těles				4245

Otopná tělesa 2NP - západní větev

č.	místnost	t_i [°C]	tepelná ztráta Q_H [W]	$Z_1 \cdot Z_3$	typ otopného tělesa	počet těles	skutečný výkon tělesa Q_{Tskut} [W]	skutečný výkon těles v místnosti ΣQ_{Tskut} [W]
212	pokoj	20	553	1	10-030060-60-VK	1	111	693
				1	K11H03661600M	1	582	
213	předsíň	20	5	nevytápěná místnost				
214	koupelna	24	396	1	KLCM 1220.0450	1	249	441
				1	10-050070-60-VK	1	192	
215	koupelna	24	448	1	10-050060-E0-VKL	1	164	482
				1	KLCM 1220.0600	1	318	
217	pokoj	20	453	1	11-050060-60-VK	1	289	578
					11-050060-E0-VKL	1	289	
218	pokoj	20	573	1	11-050070-60-VK	1	337	674
					11-050070-E0-VKL	1	337	
219	předsíň	20	24	nevytápěná místnost				
221	WC	20	31	nevytápěná místnost				
222	koupelna	24	696	1	21-050060-E0-VKL	1	353	807
				1	KLCM 1500.0750	1	454	
223	kancelář	20	855	1	K11H03660600M	2	219	1025
					K11H05141200M	1	587	
224	chodba	15	-84	nevytápěná místnost				
Tepelná ztráta			3950	Celkový výkon těles				4700

Celková tepelná ztráta [W]	23691	Celkový výkon těles objektu [W]	26066
----------------------------	-------	---------------------------------	-------

Návrh těles proveden v softwaru KORADO SW – verze 4.33/2013

Technické listy otopných těles KORADO [22], přípojovací armatury KORADO HM a grafy pro přednastavení jsou zařazeny v příloze B2.

B.5 Návrh přípravy teplé vody

B.5.1 Bilance potřeba TV

	<i>měrná jednotka</i>	<i>spotřeba [m³/per]</i>	<i>součinitel současnosti</i>
hotel	12 osob	0,1	1,0
restaurační provoz	120 jídel	0,002	0,8
úklid	100 m ²	0,02	1,0

Teplota vody $t_2/t_1 = 55/10$

Teplota topné vody $T_1/T_2 = 70/60$

Denní potřeba teplé vody

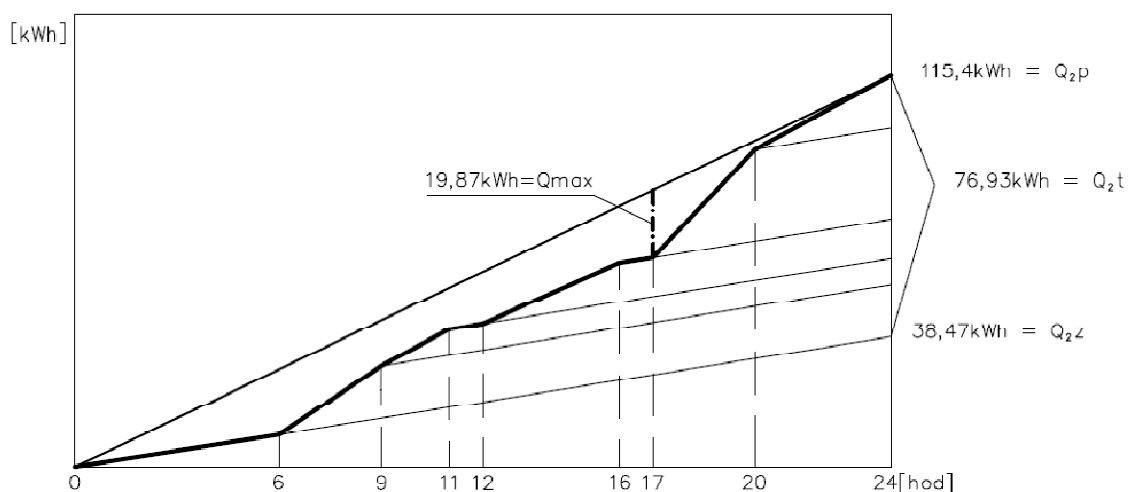
$$V_p = 12 \cdot 0,1 + 120 \cdot 0,002 \cdot 0,8 + \frac{411,88}{100} \cdot 0,02 = 1,47 \text{ m}^3$$

$$\text{Teplo odebrané} \quad Q_t = 1,163 \cdot V_{2p}(t_2 - t_1) = 1,163 \cdot 1,47(55 - 10) = 76,93 \text{ kWh}$$

$$\text{Teplo ztracené} \quad Q_z = Q_t \cdot z = 76,93 \cdot 0,5 = 38,47 \text{ kWh}$$

$$\text{Teplo celkem} \quad Q_p = Q_t + Q_z = 76,93 + 38,47 = \mathbf{115,4 \text{ kWh}}$$

		Q_t [kWh]	Q_p [kWh]
6-9 hod	20%	15,39	23,08
9-11 hod	10%	7,7	11,54
12-16 hod	15%	11,54	17,31
17-20 hod	35%	26,93	40,39
20-24 hod	20%	15,39	23,08



Graf B.1 Odběrový diagram

→ maximální rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla

$$\Delta Q_{max} = 19,87 \text{ kWh}$$

B.5.2 Návrh zásobníkového ohřevu

Velikost zásobníku $V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{1,163 \cdot \Delta t} = \frac{19,87}{1,163 \cdot 45} = 0,38 m^3 = 380 l$

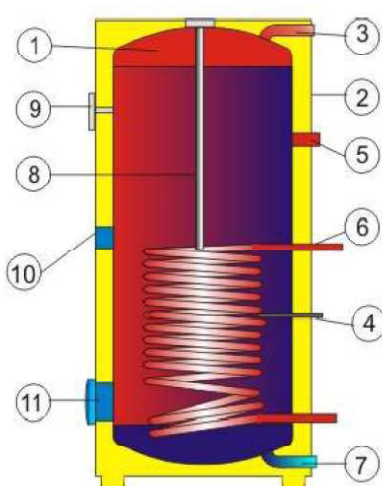
Jmenovitý výkon ohřevu $Q_n = (Q_p/t_p)_{max} = 115,4/24 = 4,81 kW$

Potřebná teplosměnná plocha $\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(60 - 10)}} = 29,07$

$A = Q_n \cdot 10^3 / (U \cdot \Delta t) = 4,81 \cdot 10^3 / (420 \cdot 29,07) = 0,4 m^2$

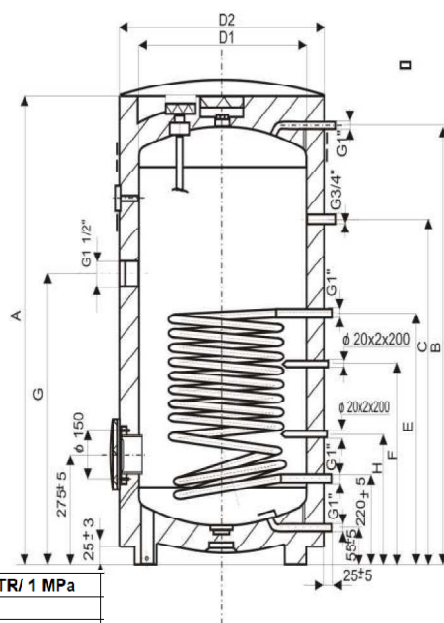
Navrhuji nepřímotopný zásobníkový ohřivač **DRAŽICE** typu **OKC 400 NTR/1MPa**

Technická specifikace ohřivače



- 1 Ocelová smaltovaná nádoba
- 2 Plášť ohřivače
- 3 Výstup TUV
- 4 Jímka snímače teploty
- 5 Cirkulace
- 6 Trubkový výměník
- 7 Vstup studené vody
- 8 Mg anoda
- 9 Teploměr
- 10 Otvor pro přídavné topné těleso
- 11 Otvor pro topné těleso
- Čistící a revizní otvor

Typ	OKC 400 NTR/ 1 MPa
A	1591
B	1523
C	1111
D1	597
D2	700
E	909
F	684
G	957
H	369



Typ		OKC 300 NTR/1MPa	OKC 400 NTR/1MPa	OKC 500 NTR/1MPa
Objem zásobníku	l	300	385	485
Průměr	mm	670	700	700
Hmotnost	kg	108	123	173
Provozní tlak TUV	MPa	1	1	1
Provozní tlak topné vody	MPa	1	1	1
Max.teplota topné vody	°C	110	110	110
Max.teplota TUV	°C	95	95	95
Výhřevná plocha výměníku	m ²	1,5	1,8	1,9
Výkon výměníku při tep.spádu 80/60 °C	kW	35	57	65
Výkonnostní číslo dle DIN 4708	NL	8	15,2	19,1
Trvalý výkon TUV *	l/h	1100	1395	1590
Doba ohřevu TUV* výměníkem při tep.spádu 80/60 °C	min	24	20	23
Tepelné ztráty	kWh/24h	1,86	2	2,3

Tech. list B.1 Nepřímotopný ohřivač DRAŽICE [16]

B.6 Dimenzování otopného systému

Z rozdělovače a sběrače umístěného v kotelně vedou 3 topné okruhy. Topná voda je vedena v měděných trubkách a rozvody v jednotlivých podlažích jsou uloženy v podlaze.

Teplotní spád

60/50

Dimenzování větve 1NP

základní okruh - místnost 109 - těleso K22H05141100M

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)
1	991	85,21	5,90	15x1	46,71	0,182	275,59	114,24	1892,04	HM(4) 1300	3467,63	3467,63
2	1982	170,42	4,20	18x1	57,76	0,240	242,59	0,9	25,92	0	268,51	3736,14
3	2973	255,63	4,20	18x1	116,64	0,359	489,89	0,9	58,00	0	547,88	4284,03
4	3964	340,84	6,70	18x1	192,84	0,478	1292,03	11,3	1290,93	0	2582,96	6866,99
5	4955	426,05	1,86	18x1	285,94	0,598	531,85	1,14	203,83	0	735,68	7602,67
6	7928	681,69	6,70	22x1	226,29	0,613	1516,14	5,5	1033,36	0	2549,51	10152,18
7	11892	1022,53	5,43	28x1,5	159,60	0,588	866,63	7,64	1320,74	0	2187,37	12339,55
spojení větví 1NP												
8	17121	1472,14	10,36	28x1,5	304,93	0,842	3159,07	34,14	12102,0	0	15261,09	27600,64
tlaková ztráta filtru										1583,17		29183,81
tlaková ztráta třicestného směšovacího ventilu										13544,98		42728,79
Σξ ₁ = OT+6xK+R.Z+S = 105,7+6x1,3+0,2+0,04+0,5 = 114,24												
Σξ _{2,3} = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												
Σξ ₄ = průchod+8xK = 0,3+0,6+8x1,3 = 11,3												
Σξ ₅ = průchod+R.Z = 0,3+0,6+0,2+0,04 = 1,14												
Σξ ₆ = protiproud+2xS = 3+1,5+2x0,5 = 5,5												
Σξ ₇ = odbočka+4xK+R.Z = 1,3+0,9+4x1,3+0,2+0,04 = 7,64												
Σξ ₈ = protiproud+4xK+RS+S+6xR.Z+4xKK+4xVV+ZV = 3+1,5+4x1,3+1+0,5+0,5+6x(0,2+0,04)+4x0,5+4x1,5+13 = 34,14												

filtr **HERZ** – velikost oka 0,4 mm

dimenze 1'' - křivka 3

$k_v = 11,7 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{1472,14}{100 \cdot 11,7} \right)^2 = 1583,17 \text{ Pa}$$

třicestný směšovací ventil **IVAR.MIX 3**

$\Delta p_{\text{dis}} = 29183,81 \text{ Pa}$

$\Delta p = (30 \sim 50\%) \Delta p_{\text{dis}} = 14591,9 \text{ Pa}$

$$k_{v, \text{teor}} = \frac{M}{100 \sqrt{\Delta p}} = \frac{1472,14}{100 \sqrt{14,592}} = 3,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

→ dimenze 3/4''

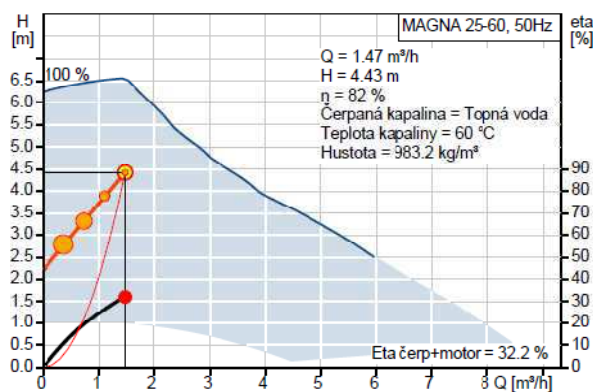
$k_v = 4 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{1472,14}{100 \cdot 4} \right)^2 = 13544,98 \text{ Pa}$$

oběhové čerpadlo **Grundfos MAGNA 25-60**

$$H = \frac{\Sigma p_{\text{dis}}}{\rho \cdot g} = \frac{42728,79}{983,2 \cdot 9,81} = 4,43 \text{ m}$$

návrh pomocí Grundfos WEBCAPS



Graf B.2 Čerpadlo MAGNA 25-60 [18]

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
8	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	3467,63	1539,24
Σξ ₈ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(4)	
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
9	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	3736,14	1807,76
Σξ ₉ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(4)	
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
10	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	4284,03	2355,64
Σξ ₁₀ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(3)	
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
11	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	6866,99	4938,60
Σξ ₁₁ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(2)	
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
12	991	85,21	4,33	15x1	46,71	0,182	202,25	116,34	1926,82	2129,08	7602,67	4858,68
13	1982	170,42	4,20	18x1	57,76	0,240	242,59	0,9	25,92	268,51		
14	2973	255,63	2,34	18x1	116,64	0,359	272,94	1,14	73,46	346,40		
										Σ	2743,99	
Σξ ₁₂ = OT+8xK+R,Z = 105,7+8x1,3+0,2+0,04 = 116,34											přednastavení HM(2)	
Σξ ₁₃ = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												
Σξ ₁₄ = průchod+R,Z = 0,3+0,6+0,2+0,04 = 1,14												
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
15	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	7602,67	5021,93
16	1982	170,42	4,20	18x1	57,76	0,240	242,59	2,2	63,36	305,95		
14	2973	255,63	2,34	18x1	116,64	0,359	272,94	1,14	73,46	346,40		
										Σ	2580,74	
Σξ ₁₅ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(2)	
Σξ ₁₆ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
17	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	7602,67	5244,11
18	2973	255,63	2,34	18x1	116,64	0,359	272,94	2,44	157,23	430,17		
										Σ	2358,56	
Σξ ₁₇ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(2)	
Σξ ₁₈ = odbočka+R,Z = 1,3+0,9+0,2+0,04 = 2,44												
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
19	991	85,21	5,90	15x1	46,71	0,182	275,59	113,74	1883,76	2159,35	10152,18	5800,75
20	1982	170,42	2,10	18x1	57,76	0,240	121,30	0,9	25,92	147,22		
21	3964	340,84	13,20	18x1	116,64	0,359	1539,65	7,84	505,21	2044,86		
										Σ	4351,43	
Σξ ₁₉ = OT+6xK+R,Z = 105,7+6x1,3+0,2+0,04 = 113,74											přednastavení HM(2)	
Σξ ₂₀ = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												
Σξ ₂₁ = protiproud+2xK+R,Z+S = 3+1,5+2x1,3+0,2+0,04+0,5 = 7,84												
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
22	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	10152,18	5994,28
23	1982	170,42	2,10	18x1	57,76	0,240	121,30	2,2	63,36	184,66		
21	3964	340,84	13,20	18x1	116,64	0,359	1539,65	7,84	505,21	2044,86		
										Σ	4157,91	
Σξ ₂₂ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(2)	
Σξ ₂₃ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
24	991	85,21	4,33	15x1	46,71	0,182	202,25	116,84	1935,10	2137,36	10152,18	5822,75
25	1982	170,42	2,10	18x1	57,76	0,240	121,30	0,9	25,92	147,22		
21	3964	340,84	13,20	18x1	116,64	0,359	1539,65	7,84	505,21	2044,86		
										Σ	4329,44	
Σξ ₂₄ = OT+8xK+R,Z+S = 105,7+8x1,3+0,2+0,04+0,5 = 116,84											přednastavení HM(2)	
Σξ ₂₅ = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 109 - těleso K22H05141100M												
26	991	85,21	1,70	15x1	46,71	0,182	79,41	111,64	1848,98	1928,39	10152,18	5994,28
27	1982	170,42	2,10	18x1	57,76	0,240	121,30	2,2	63,36	184,66		
21	3964	340,84	13,20	18x1	116,64	0,359	1539,65	7,84	505,21	2044,86		
Σ										4157,91		
Σξ ₂₆ = OT+4xK+R,Z+S = 105,7+4x1,3+0,2+0,04+0,5 = 111,64											přednastavení HM(2)	
Σξ ₂₇ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												

základní okruh - místnost 116 - těleso 11-050060-60-VK												
č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)
1	384	33,02	8,82	12x1	31,93	0,118	281,62	19,04	132,56	TRV(6) 160	574,18	574,18
2	507	43,59	8,38	12x1	51,18	0,158	428,89	3,74	46,68	0	475,57	1049,75
3	1363	117,20	5,72	15x1	80,25	0,248	459,03	0,9	27,68	0	486,71	1536,46
4	2365	203,35	11,44	15x1	209,73	0,432	2399,31	3,74	348,99	0	2748,30	4284,76
5	5229	449,61	12,08	18x1	314,51	0,631	3799,28	10,68	2126,18	0	5925,46	10210,22
tlaková ztráta vyvažovacího ventilu										2129,33		12339,55
Σξ ₁ = OT+6xK+2xH+R,Z = 3+6x1,3+2x4+0,2+0,04 = 19,04												
Σξ _{2,4} = průchod+2xK+R,Z = 0,3+0,6+2x1,3+0,2+0,04 = 3,74												
Σξ ₃ = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												
Σξ ₅ = protiproud+4xK+2xR,Z+S = 3+1,5+4x1,3+2x(0,2+0,04)+0,5 = 10,68												

vyvažovací ventil OVENTROP



Smyčkový regulační ventil "Hydrocontrol VTR", bronz PN25, DN15, vnitř. záv. 1/2", zaslep. zátky

Popis

OVENTROP-Smyčkový regulační ventil "Hydrocontrol VTR", bronz
PN25, DN15, vnitř. záv. 1/2", zaslep. zátky

Materiál: bronz
Hodnota kv: 3,88
Jmenovitá světlost DN 15
Maximální provozní tlak PN 25
Maximální provozní teplota 150 °C

Č. výrobku: 1060104
Kód - EAN: 4026755124941

Výpočet ventilu

Medium: Voda

Teplota přívodu: 60 °C

Teplota zpátečky: 50 °C

Výkon: 5229 Watt

↓

Průtok: 449,610 kg/h

Diferenční tlak: 2129,33 Pascal

Hodnota kv: 3,13

Nastavení: 5,6

Stupeň otevření: 80,2

Tech. list B.2 Výpočet vyvažovacího ventilu OVENTROP [24]

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 106 - těleso 10-030050-60-VK												
7	123	10,58	7,57	10x1	13,73	0,059	103,94	17,16	29,87	133,80	574,18	440,38
Σξ ₇ = OT+4xK+2xH+4xR,Z+S = 3+4x1,3+2x4+4x(0,2+0,04)+0,5 = 17,16											přednastavení TRV(3)	
místnost 108 - těleso 11-050160-60-VK												
8	856	73,60	1,70	15x1	36,34	0,157	61,78	16,7	205,82	267,60	1049,75	782,15
Σξ ₈ = OT+4xK+2xH+S = 3+4x1,3+2x4+0,5 = 16,7											přednastavení TRV(6)	
místnost 111 - těleso K20H03660700M												
9	334	28,72	4,74	15x1	5,36	0,061	25,41	114	212,10	237,50	1536,46	716,80
10	668	57,44	1,77	15x1	23,82	0,121	42,16	0,9	6,59	48,75		
11	1002	86,16	9,25	15x1	47,60	0,184	440,30	5,5	93,10	533,40		
Σ										819,66	přednastavení HM(2)	
Σξ ₉ = OT+6xK+S = 105,7+6x1,3+0,5 = 114												
Σξ ₁₀ = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												
Σξ ₁₁ = protiproud+2xS = 3+1,5+2x0,5 = 5,5												
místnost 111 - těleso K20H03660700M												
12	334	28,72	1,70	15x1	5,36	0,061	9,11	111,4	207,26	216,37	1536,46	728,41
13	668	57,44	1,77	15x1	23,82	0,121	42,16	2,2	16,11	58,27		
11	1002	86,16	9,25	15x1	47,60	0,184	440,30	5,5	93,10	533,40		
Σ										808,04	přednastavení HM(2)	
Σξ ₁₂ = OT+4xK+S = 105,7+4x1,3+0,5 = 111,4												
Σξ ₁₃ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												
místnost 111 - těleso K20H03660700M												
14	334	28,72	2,97	15x1	5,36	0,061	15,92	113,50	211,17	227,09	1536,46	775,97
11	1002	86,16	9,25	15x1	47,60	0,184	440,30	5,5	93,10	533,40		
Σ										760,49		
Σξ ₁₄ = OT+6xK = 105,7+6x1,3+ = 113,5											přednastavení HM(2)	
místnost 103 - těleso 10-050050-60-VK												
15	161	13,84	2,90	10x1	18,05	0,078	52,35	19,28	58,65	110,99	4284,76	1542,64
16	322	27,69	6,18	10x1	67,46	0,155	416,90	5,48	65,83	482,73		
17	725	62,34	6,24	15x1	27,36	0,133	170,73	11,3	99,94	270,67		
18	986	84,78	5,80	15x1	46,30	0,181	268,54	1,14	18,67	287,21		
19	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	3,5	209,50	1590,51		
Σ										2742,12	přednastavení TRV(2)	
Σξ ₁₅ = OT+6xK+2xH+2xR,Z = 3+6x1,3+2x4+2x(0,2+0,04) = 19,28												
Σξ ₁₆ = protiproud+2xR,Z+S = 3+1,5+2x(0,2+0,04)+0,5 = 5,48												
Σξ ₁₇ = průchod+8xK = 0,3+0,6+8x1,3 = 11,3												
Σξ ₁₈ = průchod+xR,Z = 0,3+0,6+0,2+0,04 = 1,14												
Σξ ₁₉ = průchod+2xK = 0,3+0,6+2x1,3 = 3,5												
místnost 103 - těleso 10-050050-60-VK												
20	161	13,84	2,70	10x1	18,05	0,078	48,74	19,78	60,17	108,91	4284,76	1544,73
16	322	27,69	6,18	10x1	67,46	0,155	416,90	5,48	65,83	482,73		
17	725	62,34	6,24	15x1	27,36	0,133	170,73	11,3	99,94	270,67		
18	986	84,78	5,80	15x1	46,30	0,181	268,54	1,14	18,67	287,21		
19	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	3,5	209,50	1590,51		
Σ										2740,03	přednastavení TRV(2)	
Σξ ₂₀ = OT+6xK+2xH+2xR,Z+S = 3+6x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 19,78												
místnost 104 - těleso 11-050070-E0-VKL												
21	403	34,65	5,56	15x1	10,13	0,074	56,32	22,38	61,28	117,60	4284,76	2007,27
22	725	62,34	6,24	15x1	27,36	0,133	170,73	12,6	111,44	282,17		
18	986	84,78	5,80	15x1	46,30	0,181	268,54	1,14	18,67	287,21		
19	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	3,5	209,50	1590,51		
Σ										2277,49	přednastavení TRV(3)	
Σξ ₂₁ = OT+8xK+2xH+2xR,Z+S = 3+8x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 22,38												
Σξ ₂₂ = odbočka+8xK = 1,3+0,9+8x1,3 = 12,6												

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	
místnost 102 - těleso 10-040060-60-VK													
23	158	13,59	4,60	10x1	17,70	0,076	81,42	19,28	55,68	137,10	4284,76	1936,78	
24	264	22,70	4,88	10x1	48,33	0,127	235,85	5,98	48,23	284,08			
25	986	84,78	6,40	15x1	46,30	0,181	296,32	2,44	39,97	336,29			
19	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	3,5	209,50	1590,51			
Σ										2347,97			
Σξ ₂₃ = OT+6xK+2xH+2xR,Z = 3+6x1,3+2x4+2x(0,2+0,04) = 19,28 Σξ ₂₄ = protiproud+2xR,Z+2xS = 3+1,5+2x(0,2+0,04)+2x0,5 = 5,98 Σξ ₂₅ = odbočka+R,Z = 1,3+0,9+0,2+0,04 = 2,44											přednastavení TRV(2)		
místnost 101 - těleso 10-030050-E0-VKL													
26	103	8,86	4,37	10x1	11,53	0,050	50,39	19,28	24,10	74,49	4284,76	1999,39	
24	264	22,70	4,88	10x1	48,33	0,127	235,85	5,98	48,23	284,08			
26	986	84,78	6,40	15x1	46,30	0,181	296,32	2,44	39,97	336,29			
19	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	3,5	209,50	1590,51			
Σ										2285,36			
Σξ ₂₆ = OT+6xK+2xH+2xR,Z = 3+6x1,3+2x4+2x(0,2+0,04) = 19,28											přednastavení TRV(2)		
místnost 109 - těleso K20V14000662M													
27	939	80,74	3,30	18x1	15,98	0,113	52,73	79,0	504,38	557,11	4284,76	1790,34	
28	1878	161,48	4,20	18x1	52,49	0,226	220,46	1,9	48,52	268,98			
29	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	4,8	287,32	1668,33			
Σ										2494,41			
Σξ ₂₇ = OT+4xK = 73,8+4x1,3 = 79,0 Σξ ₂₈ = protiproud+2S = 0,3+0,6+2x0,5 = 1,9 Σξ ₂₉ = odbočka+2xK = 1,3+0,9+2x1,3 = 4,8											přednastavení HM(4)		
místnost 109 - těleso K20V14000662M													
30	939	80,74	3,30	18x1	15,98	0,113	52,73	79,0	504,38	557,11	4284,76		1790,34
28	1878	161,48	4,20	18x1	52,49	0,226	220,46	1,9	48,52	268,98			
29	2864	246,26	12,62	18x1	109,43	0,346	1381,01	4,8	287,32	1668,33			
Σ										2494,41			
Σξ ₃₀ = OT+4xK = 73,8+4x1,3 = 79,0											přednastavení HM(4)		

Dimenzování větve 2NP - východní

základní okruh - místnost 201 - těleso 21-060070-60-VK

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{dis} (Pa)
1	559	48,07	14,27	15x1	17,60	0,102	251,15	16,2	84,27	TRV(6) 320	655,42	655,42
2	1013	87,10	3,49	15x1	48,49	0,186	169,23	6,1	105,52	0	274,75	930,17
3	1366	117,45	5,20	15x1	80,56	0,250	418,91	0,9	28,13	0	447,04	1377,21
4	1703	146,43	5,07	15x1	119,19	0,313	604,29	0,9	44,09	0	648,38	2025,59
5	2040	175,41	4,53	15x1	162,35	0,373	735,45	0,9	62,61	0	798,05	2823,64
6	2329	200,26	6,47	15x1	204,11	0,426	1320,59	11,3	1025,34	0	2345,93	5169,57
7	2618	225,11	1,47	15x1	251,11	0,479	370,14	0,9	103,25	0	473,38	5642,96
8	4245	365,00	24,66	18x1	217,89	0,513	5373,17	46,3	6092,36	0	11465,53	17108,49
tlaková ztráta filtru										1386,32		18494,81
tlaková ztráta třicestného směšovacího ventilu										6607,07		25101,88
$\Sigma\xi_1 = OT+4xkoleno+2xH\text{sroubení} = 3+4x1,3+2x4 = 16,2$ $\Sigma\xi_2 = 4xK+\text{průchod} = 4x1,3+0,3+0,6 = 6,1$ $\Sigma\xi_{3,4,5,7} = \text{průchod} = 0,3+0,6 = 0,9$ $\Sigma\xi_6 = 8xK+\text{průchod} = 8x1,3+0,3+0,6 = 11,3$ $\Sigma\xi_8 = \text{protiproud}+8xK+S+RS+10xR, Z+4xKK+4xVV+ZV = 3+1,5+8x1,3+0,5+0,5+1+10x(0,2+0,04)+4x1+4x2+15 = 46,3$												

filtr **HERZ** – velikost oka 0,4 mm

dimenze 1/2'' - křivka 1

$k_v = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{365}{100 \cdot 3,1} \right)^2 = 1386,32 \text{ Pa}$$

třícestný směšovací ventil **HEIMEIER** s nastavením

$$\Delta p_{\text{dis}} = 18494,81 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = (30 \sim 50\%) \Delta p_{\text{dis}} = 9247,41 \text{ Pa}$$

$$k_{v, \text{teor}} = \frac{M}{100 \sqrt{\Delta p}} = \frac{365}{100 \sqrt{9,25}} = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

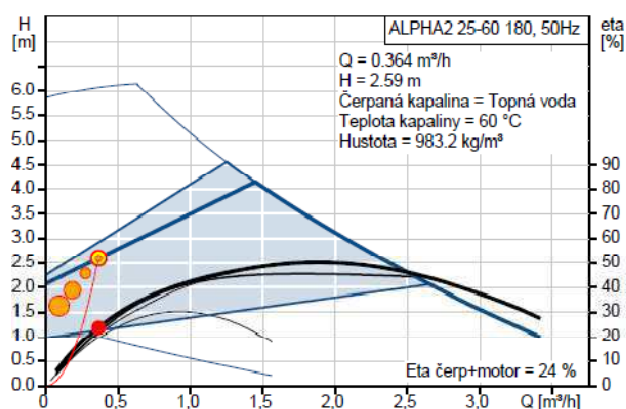
$$\rightarrow k_v = 1,42 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{nastavená 4}$$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{365}{100 \cdot 1,42} \right)^2 = 6607,07 \text{ Pa}$$

oběhové čerpadlo **Grundfos ALPHA2 25-60 180**

$$H = \frac{\Sigma p_{\text{dis}}}{\rho \cdot g} = \frac{25101,88}{983,2 \cdot 9,81} = 2,6 \text{ m}$$

návrh pomocí Grundfos WEBCAPS



Graf B.3 Čerpadlo ALPHA2 25-60 180 [18]

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 202 - těleso KLCM 1500.0750												
9	454	39,04	5,80	15x1	13,00	0,083	75,40	21,70	74,75	150,15	655,42	505,28
Σξ ₉ = OT+4xK+S = 16+4x1,3+0,5 = 21,7											přednastavení HM(3)	
místnost 202 - těleso 21-050060-60-VK												
10	353	30,35	1,70	12x1	27,77	0,11	47,21	17,18	103,94	151,15	930,17	779,02
Σξ ₁₀ = OT+4xK+2xR,Z+2xH+S = 3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+2x4+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(4)	
místnost 205 - těleso 11-050070-E0-VKL												
11	337	28,98	1,70	12x1	25,66	0,104	43,62	17,18	92,91	136,53	1377,21	1240,68
Σξ ₁₁ = OT+4xK+2xR,Z+2xH+S = 3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+2x4+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(3)	
místnost 205 - těleso 11-050070-60-VK												
12	337	28,98	1,70	12x1	25,66	0,104	43,62	17,18	92,91	136,53	2025,59	1889,06
Σξ ₁₂ = OT+4xK+2xR,Z+2xH+S = 3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+2x4+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(3)	
místnost 206 - těleso 11-050060-E0-VKL												
13	289	24,85	1,70	12x1	19,81	0,089	33,68	17,18	68,04	101,72	2823,64	2721,92
Σξ ₁₃ = OT+4xK+2xR,Z+2xH+S = 3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+2x4+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(3)	
místnost 206 - těleso 11-050060-60-VK												
14	289	24,85	1,70	12x1	19,81	0,089	33,68	17,18	68,04	101,72	5169,57	5067,85
Σξ ₁₄ = OT+4xK+2xR,Z+2xH+S = 3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+2x4+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(2)	

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 211 - těleso K11H03661600M												
15	582	50,04	11,03	12x1	64,65	0,180	713,09	146,44	2372,33	3085,42	5642,96	1383,64
16	693	59,59	3,04	12x1	87,23	0,214	265,18	0,9	20,61	285,79		
17	942	81,00	1,21	12x1	147,81	0,285	178,85	1,14	46,30	225,15		
18	1134	97,51	4,56	15x1	58,86	0,208	268,40	0,9	19,47	287,87		
19	1326	114,02	0,92	15x1	77,02	0,231	70,86	0,9	24,01	94,87		
20	1627	139,90	2,09	15x1	109,86	0,298	229,61	1,14	50,62	280,23		
Σ										4259,32		
Σξ ₁₅ = OT+8xK+R,Z+S = 135,3+8x1,3+0,2+0,04+0,5 = 146,44											přednastavení HM(3)	
Σξ _{16,18,19} = průchod = 0,3+0,6 = 0,9												
Σξ _{17,20} = průchod + R,Z = 0,3+0,6+0,2+0,04 = 1,14												
místnost 211 - těleso 10-030060-E0-VKL												
21	111	9,54	1,70	10x1	12,42	0,054	21,11	17,42	25,40	46,51	5642,96	4392,78
22	693	59,59	3,04	12x1	87,23	0,214	265,18	2,2	50,38	315,55		
17	942	81,00	1,21	12x1	147,81	0,285	178,85	1,14	46,30	225,15		
18	1134	97,51	4,56	15x1	58,86	0,208	268,40	0,9	19,47	287,87		
19	1326	114,02	0,92	15x1	77,02	0,231	70,86	0,9	24,01	94,87		
20	1627	139,90	2,09	15x1	109,86	0,298	229,61	1,14	50,62	280,23		
Σ										1250,18		
Σξ ₂₁ = OT+4xK+2xH+3xR,Z+S = 3+4x1,3+2x4+3x(0,2+0,04)+0,5 = 17,42											přednastavení TRV(1)	
Σξ ₂₂ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												
místnost 208 - těleso KLCM 1220.0450												
23	249	21,41	4,93	10x1	27,88	0,120	137,45	25,02	180,14	317,59	5642,96	4384,45
24	942	81,00	1,21	12x1	147,81	0,285	178,85	2,44	99,09	277,94		
18	1134	97,51	4,56	15x1	58,86	0,208	268,40	0,9	19,47	287,87		
19	1326	114,02	0,92	15x1	77,02	0,231	70,86	0,9	24,01	94,87		
20	1627	139,90	2,09	15x1	109,86	0,298	229,61	1,14	50,62	280,23		
Σ										1258,50		
Σξ ₂₃ = OT+6xK+3xR,Z+S = 16+6x1,3+3x(0,2+0,04)+0,5 = 25,02											přednastavení HM(0,5)	
Σξ ₂₄ = odbočka+R,Z = 1,3+0,9+0,2+0,04 = 2,44												
místnost 208 - těleso 10-050070-E0-VKL												
25	192	16,51	1,70	10x1	21,48	0,093	36,52	17,66	76,37	112,89	5642,96	4838,98
26	1134	97,51	4,56	15x1	58,86	0,208	268,40	2,2	47,59	315,99		
19	1326	114,02	0,92	15x1	77,02	0,231	70,86	0,9	24,01	94,87		
20	1627	139,90	2,09	15x1	109,86	0,298	229,61	1,14	50,62	280,23		
Σ										803,98		
Σξ ₂₅ = OT+4xK+2xH+4xR,Z+S = 3+4x1,3+2x4+4x(0,2+0,04)+0,5 = 17,66											přednastavení TRV(2)	
Σξ ₂₆ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												
místnost 207 - těleso 10-050070-E0-VKL												
27	192	16,51	1,70	10x1	21,48	0,093	36,52	17,66	76,37	112,89	5642,96	5120,29
28	1326	114,02	0,92	15x1	77,02	0,231	70,86	2,2	58,70	129,56		
20	1627	139,90	2,09	15x1	109,86	0,298	229,61	1,14	50,62	280,23		
Σ										522,67		
Σξ ₂₇ = OT+4xK+2xH+4xR,Z+S = 3+4x1,3+2x4+4x(0,2+0,04)+0,5 = 17,66											přednastavení TRV(2)	
Σξ ₂₈ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2												
místnost 207 - těleso KLCM 1200.0600												
29	301	25,88	7,50	10x1	60,31	0,145	452,33	22,66	238,21	690,54	5642,96	4614,47
30	1627	139,90	2,09	15x1	109,86	0,298	229,61	2,44	108,34	337,95		
Σ										1028,49		
Σξ ₂₉ = OT+4xK+4xR,Z+S = 16+4x1,3+4x(0,2+0,04)+0,5 = 22,66											přednastavení HM(0,5)	
Σξ ₃₀ = odbočka + R,Z = 1,3+0,9+0,2+0,04 = 2,44												

Dimenzování větve 2NP – západní

základní okruh - místnost 223 - těleso K11H05141200M

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma\xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{rv} (Pa)	R.l + Z + Δp_{rv} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
1	587	50,47	8,60	15x1	19,84	0,107	170,62	146,2	836,92	HM(4) 460	1467,55	1467,55
2	806	69,30	3,63	15x1	32,42	0,146	117,68	0,9	9,59	0	127,28	1594,82
3	1025	88,13	5,14	15x1	49,06	0,187	252,17	0,9	15,74	0	267,90	1862,73
4	1479	127,17	1,46	15x1	92,18	0,269	134,58	0,9	32,56	0	167,15	2029,87
5	1832	157,52	7,59	15x1	134,41	0,335	1020,17	11,3	634,07	0	1654,24	3684,12
6	2169	186,50	5,07	15x1	180,12	0,396	913,21	0,9	70,57	0	983,78	4667,89
7	2501	215,05	4,53	15x1	232,10	0,452	1051,41	0,9	91,94	0	1143,35	5811,24
8	2795	240,33	4,47	15x1	279,80	0,510	1250,71	0,9	117,05	0	1367,75	7178,99
9	3084	265,18	0,42	15x1	333,75	0,564	140,18	1,14	181,31	0	321,49	7500,48
10	4700	404,13	36,66	18x1	260,78	0,568	9560,19	51,5	8307,57	0	17867,76	25368,24
tlaková ztráta filtru										1699,49		27067,73
tlaková ztráta třicestného směšovacího ventilu										8099,64		35167,37

$$\Sigma\xi_1 = OT + 8xK + S = 135,3 + 8x1,3 + 0,5 = 146,2$$

$$\Sigma\xi_{2,3,4,6,7,8} = \text{průchod} = 0,3 + 0,6 = 0,9$$

$$\Sigma\xi_5 = \text{průchod} + 8K = 0,3 + 0,6 + 8x1,3 = 11,3$$

$$\Sigma\xi_9 = \text{průchod} + R, Z = 0,3 + 0,6 + 0,2 + 0,04 = 1,14$$

$$\Sigma\xi_{10} = \text{protiproud} + 12xK + S + RS + 10xR, Z + 4xKK + 4xVV + ZV = 3 + 1,5 + 12x1,3 + 0,5 + 0,5 + 1 + 10x(0,2 + 0,04) + 4x1 + 4x2 + 15 = 51,5$$

filtr **HERZ** – velikost oka 0,4 mm

dimenze 1/2'' - křivka 1

$$k_v = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{404,13}{100 \cdot 3,1} \right)^2 = 1699,49 \text{ Pa}$$

třicestný směšovací ventil **HEIMEIER** s nastavením

$$\Delta p_{dis} = 27067,73 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = (30 \sim 50\%) \Delta p_{dis} = 13533,9 \text{ Pa}$$

$$k_{v, teor} = \frac{M}{100 \sqrt{\Delta p}} = \frac{404,13}{100 \sqrt{13,53}} = 1,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

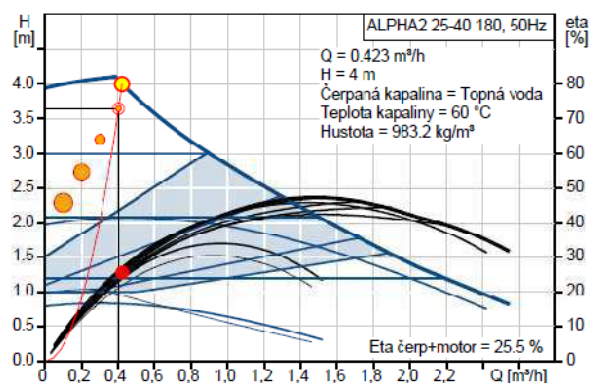
$$\rightarrow k_v = 1,42 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{nastavená 4}$$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{404,13}{100 \cdot 1,42} \right)^2 = 8099,64 \text{ Pa}$$

oběhové čerpadlo **Grundfos ALPHA2 25-40 180**

$$H = \frac{\Sigma p_{dis}}{\rho \cdot g} = \frac{35167,37}{983,2 \cdot 9,81} = 3,65 \text{ m}$$

návrh pomocí Grundfos WEBCAPS



Graf B.4 Čerpadlo ALPHA2 25-40 180 [18]

č.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.I + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 223 - těleso K11H03660600M												
11	219	18,83	1,70	12x1	10,02	0,068	17,03	141,48	327,10	344,14	1467,55	1123,41
Σξ ₁₁ = OT+4xK+2xR,Z+S = 135,3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+0,5 = 141,48											přednastavení HM(0,5)	
místnost 223 - těleso K11H03660600M												
12	219	18,83	1,70	12x1	10,02	0,068	17,03	141,48	327,10	344,14	1594,82	1250,69
Σξ ₁₂ = OT+4xK+2xR,Z+S = 135,3+4x1,3+2x(0,2+0,04)+0,5 = 141,48											přednastavení HM(0,5)	
místnost 222 - těleso KLCM 1500.0750												
13	454	39,04	5,98	15x1	13,00	0,083	77,74	22,18	76,40	154,14	1862,73	1708,59
Σξ ₁₃ = OT+4xK+2xR,Z+S = 16+4x1,3+2x(0,2+0,04)+0,5 = 22,18											přednastavení HM(1)	
místnost 222 - těleso 21-050060-E0-VKL												
14	353	30,35	1,70	12x1	27,77	0,11	47,21	17,18	103,94	151,15	2029,87	1878,72
Σξ ₁₄ = OT+4xK+2xH+2x(R,Z)+S = 3+4x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(3)	
místnost 218 - těleso 11-050070-60-VK												
15	337	28,98	1,70	12x1	25,66	0,104	43,62	17,18	92,91	136,53	3684,12	3547,58
Σξ ₁₅ = OT+4xK+2xH+2x(R,Z)+S = 3+4x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(3)	
místnost 218 - těleso 11-050070-E0-VKL												
16	337	28,98	1,70	12x1	25,66	0,104	43,62	17,18	92,91	136,53	4667,89	4531,36
Σξ ₁₆ = OT+4xK+2xH+2x(R,Z)+S = 3+4x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(3)	
místnost 217 - těleso 11-050060-60-VK												
17	289	24,85	1,70	12x1	19,81	0,089	33,68	17,18	68,04	101,72	5811,24	5709,52
Σξ ₁₇ = OT+4xK+2xH+2x(R,Z)+S = 3+4x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(2)	
místnost 217 - těleso 11-050060-E0-VKL												
18	289	24,85	1,70	12x1	19,81	0,089	33,68	17,18	68,04	101,72	7178,99	7077,27
Σξ ₁₈ = OT+4xK+2xH+2x(R,Z)+S = 3+4x1,3+2x4+2x(0,2+0,04)+0,5 = 17,18											přednastavení TRV(2)	
místnost 212 - těleso K11H03661600M												
19	582	50,04	11,04	12x1	64,64	0,180	713,63	145,7	2360,34	3073,97	7500,48	1425,91
20	693	59,59	3,13	12x1	87,23	0,214	273,03	0,9	20,61	293,64		
21	942	81,00	1,01	12x1	147,81	0,291	149,29	0,9	38,11	187,39		
22	1134	97,51	3,68	12x1	203,37	0,350	748,40	0,9	55,13	803,53		
23	1452	124,85	1,98	12x1	312,21	0,449	618,18	1,14	114,91	733,09		
24	1616	138,95	5,30	15x1	99,50	0,281	527,35	11,54	455,60	982,95		
Σ										6074,57		
Σξ ₁₉ = OT+8xK = 135,3+8x1,3 = 145,7 Σξ _{20,21,22} = průchod = 0,3+0,6 = 0,9 Σξ ₂₃ = průchod+R,Z = 0,3+0,6+0,2+0,04 = 1,14 Σξ ₂₄ = průchod +8xK+R,Z = 0,3+0,6+8x1,3+0,2+0,04 = 11,54											přednastavení HM(3)	
místnost 212 - těleso 10-030060-60-VK												
25	111	9,54	1,70	10x1	12,42	0,054	21,11	16,94	24,70	45,81	7500,48	4424,30
26	693	59,59	3,13	12x1	87,23	0,214	273,03	2,2	50,38	323,41		
21	942	81,00	1,01	12x1	147,81	0,291	149,29	0,9	38,11	187,39		
22	1134	97,51	3,68	12x1	203,37	0,350	748,40	0,9	55,13	803,53		
23	1452	124,85	1,98	12x1	312,21	0,449	618,18	1,14	114,91	733,09		
24	1616	138,95	5,30	15x1	99,50	0,281	527,35	11,54	455,60	982,95		
Σ										3076,18		
Σξ ₂₅ = OT+4xK+2xH+R,Z+S = 3+4x1,3+2x4+0,2+0,04+0,5 = 16,94 Σξ ₂₆ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2											přednastavení TRV(1)	
místnost 214 - těleso KLCM 1220.0450												
27	249	21,41	5,04	10x1	27,88	0,120	140,52	24,78	178,42	318,93	7500,48	4419,54
28	942	81,00	1,01	12x1	147,81	0,291	149,29	2,2	93,15	242,44		
22	1134	97,51	3,68	12x1	203,37	0,350	748,40	0,9	55,13	803,53		
23	1452	124,85	1,98	12x1	312,21	0,449	618,18	1,14	114,91	733,09		
24	1616	138,95	5,30	15x1	99,50	0,281	527,35	11,54	455,60	982,95		
Σ										3080,94		
Σξ ₂₇ = OT+6xK+2xR,Z+S = 16+6x1,3+2x(0,2+0,04)+0,5 = 24,78 Σξ ₂₈ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2											přednastavení HM(0,5)	

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{Dis} (Pa)	Δp _{rv} (Pa)
místnost 214 - těleso 10-050070-60-VK												
29	192	16,51	1,70	10x1	21,48	0,093	36,52	16,94	73,26	109,77	7500,48	4791,51
30	1134	97,51	3,68	12x1	203,37	0,350	748,40	2,2	134,75	883,15		
23	1452	124,85	1,98	12x1	312,21	0,449	618,18	1,14	114,91	733,09		
24	1616	138,95	5,30	15x1	99,50	0,281	527,35	11,54	455,60	982,95		
Σ										2708,97		
Σξ ₂₉ = OT+4xK+2xH+R,Z+S = 3+4x1,3+2x4+0,2+0,04+0,5 = 16,94 Σξ ₃₀ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2											přednastavení TRV(2)	
místnost 215 - těleso KLCM 1220.0600												
31	318	27,34	4,52	10x1	62,00	0,153	280,24	24,78	290,04	570,28	7500,48	5107,31
32	1452	124,85	1,98	12x1	312,21	0,449	618,18	2,2	221,76	839,94		
24	1616	138,95	5,30	15x1	99,50	0,281	527,35	11,54	455,60	982,95		
Σ										2393,17		
Σξ ₃₁ = OT+6xK+2xR,Z+S = 16+6x1,3+2x(0,2+0,04)+0,5 = 24,78 Σξ ₃₂ = odbočka = 1,3+0,9 = 2,2											přednastavení HM(0,5)	
místnost 215 - těleso 10-050060-E0-VKL												
33	164	14,10	1,70	10x1	18,38	0,079	31,25	16,94	52,86	84,11	7500,48	6372,62
34	1616	138,95	5,30	15x1	99,50	0,281	527,35	13,08	516,40	1043,75		
Σ										1127,86		
Σξ ₃₃ = OT+4xK+2xH+R,Z+S = 3+4x1,3+2x4+0,2+0,04+0,5 = 16,94 Σξ ₃₄ = odbočka +8xK+2xR,Z = 1,3+0,9+8x1,3+2x(0,2+0,04) = 13,08											přednastavení TRV(1)	

Dimenzování větve TV

Teplotní spád

70/60

č.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN D _{xt}	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	R.l + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)
1	4180	359,42	13,54	15x1	570,61	0,765	7726,059	44,42	12997,85	0	20723,91	20723,91
tlaková ztráta filtru										1344,25		22068,16
Σξ = 10xK+4xKK+ZV+4xVV+výměník+8xR,Z = 10x1,3+4x1+15+4x2+2,5+8x(0,2+0,04) = 44,42												

filtr **HERZ** – velikost oka 0,4 mm

dimenze 1/2'' - křivka 1

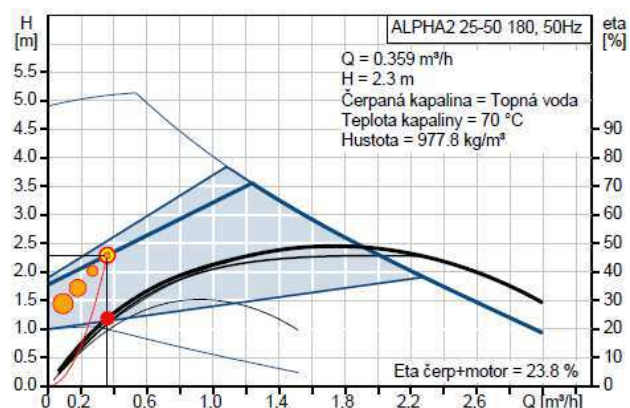
$k_v = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{359,42}{100 \cdot 3,1} \right)^2 = 1344,25 \text{ Pa}$$

oběhové čerpadlo **Grundfos ALPHA2 25-50 180**

$$H = \frac{\Sigma p_{dis}}{\rho \cdot g} = \frac{22068,16}{977,76 \cdot 9,81} = 2,3 \text{ m}$$

návrh pomocí Grundfos WEBCAPS



Graf B.5 Čerpadlo ALPHA2 25-50 180 [18]

Dimenzování větve VZT

Teplotní spád

70/50

č.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	R.I + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)
1	17000	730,87	14,66	22x1	255,68	0,657	3748,269	37,34	8058,89	0	11807,16	31770,27
tlaková ztráta filtru										1121,97		32892,24
Σξ = 8xK+4xKK+ZV+4xVV+výměník+6xR,Z = 8x1,3+4x0,5+15+4x1,5+2,5+6x(0,2+0,04) = 37,34												

filtr **HERZ** – velikost oka 0,4 mm

dimenze 3/4'' - křivka 2

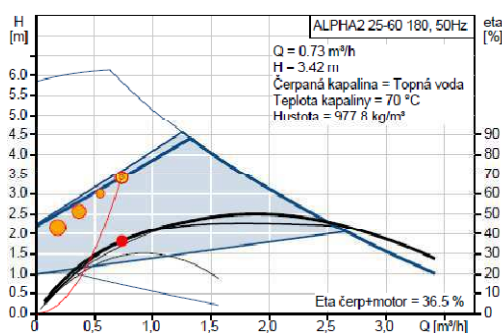
$$k_v = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{730,87}{100 \cdot 6,9} \right)^2 = 1121,97 \text{ Pa}$$

oběhové čerpadlo **Grundfos ALPHA2 25-60 180**

$$H = \frac{\Sigma p_{dis}}{\rho \cdot g} = \frac{32892,24}{977,76 \cdot 9,81} = 3,43 \text{ m}$$

návrh pomocí Grundfos WEBCAPS



Graf B.6 Čerpadlo ALPHA2 25-60 180 [18]

Dimenzování okruhu kotel – rozdělovač, sběrač

Teplotní spád

85/65

č.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.I (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{rv} (Pa)	R.I + Z + Δp _{rv} (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)
okruh rozdělovač, sběrač - akumulční nádrž												
	47246	3331,56	2,58	42x1,5	155,68	0,788	401,6544	7,4	2297,49	0	2699,15	2699,15
Σξ = 4xK+4xKK+VV = 4x1,3+4x0,3+1 = 7,4												
okruh kotel - akumulční nádrž												
	45000	1934,65	13,4	42x1,5	59,02	0,458	790,868	37,7	3954,05	0	4744,92	4744,92
tlaková ztráta filtru										427,19		5172,11
Σξ = 12xK+7xKK+ZV+VV+třicestný+kotel = 12x1,3+7x0,3+13+1+3,5+2,5 = 37,7												

filtr **HERZ** – velikost oka 0,4 mm

dimenze 1 1/2'' - křivka 5

$$k_v = 29,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta p = \left(\frac{M}{100 \cdot k_v} \right)^2 = \left(\frac{1934,65}{100 \cdot 29,6} \right)^2 = 427,19 \text{ Pa}$$

oběhové čerpadlo – součástí zařízení Laddomat

Vysvětlivky zkratk tvarovek úseků a armatur

K – koleno

H – H-šroubení

KK – kulový kohout

OT – otopné těleso

S – shybka

ZV – zpětný ventil

R,Z – rozšíření, zúžení

RS – rozdělovač+sběrač

VV – vypouštěcí ventil

odbočka – dělení+spojení proudů

průchod – dělení+spojení proudů

protiproud – dělení+ spojení proudů

Technická specifikace filtru HERZ [19] se nachází v příloze B3, třicestného ventilu HEIMEIER [31] a třicestného ventilu IVAR [21] v příloze B4, návrh čerpadel [18] v příloze B5.

B.7 Návrh zdroje tepla

Celková tepelná ztráta objektu	23,7 kW
Potřeba tepla pro VZT	17 kW
Potřeba tepla pro přípravu TV	4,81 kW

Výkon zdroje

$$Q_{PRIP} = 0,7Q_{VYT} + 0,7Q_{VZT} + Q_{TV} + Q_{TECH} = 0,7 \cdot 23,7 + 0,7 \cdot 17 + 4,81 + 0 = 33,3 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = Q_{VYT} + Q_{VZT(TECH)} = 23,7 + 17 = \mathbf{40,7 \text{ kW}}$$

Požadovaný výkon zdroje je 40,7 kW a 4,81 kW pro letní provoz.

Návrh automatický kotel na pelety **ATMOS D45P**

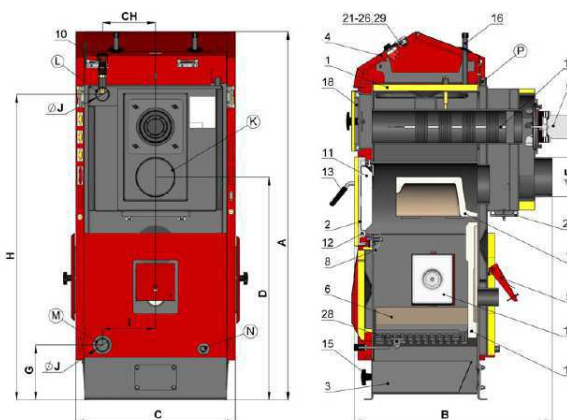
$Q = 13,5 - 45 \text{ kW}$

účinnost $\eta = 91,1\%$

kotel splňuje podmínky normy ČSN EN 303-5 - třída kotle 3

Technická specifikace kotle na pelety

Řezy kotlem D20P, D30P, D45P



Rozměry	D45P
A	1405
B	1154
C	606
D	848
E	150/152
G	211
H	1163
CH	202
J	6/4"

K - hrdlo kouřovodu
L - výstup vody z kotle
M - vstup vody do kotle
N - nátrubek pro napouštěcí kohout
P - nátrubek pro čidlo ventilu ovládajícího chladicí smyčku (TS 131, STS 20)



Typ kotle ATMOS		D15P	D20P	D30P	D45P
Výkon kotle	kW	4,5 - 15	6,5 - 22	8,9 - 29,8	13,5 - 45
Výhřevná plocha	m²	1,9	2	2,7	3,6
Objem palivové šachty	dm³	70	70	105	140
Rozměr plnicího otvoru	mm	270x450	270x450	270x450	270x450
Předepsaný tah komína	Pa	18	15	21	23
Max. prac. přetlak vody	kPa	250	250	250	250
Hmotnost kotle	kg	305	315	386	455
Průměr odtahového hrdla	mm	150/152	150/152	150/152	150/152
Výška kotle	mm	1405	1405	1405	1405
Šířka kotle	mm	606	606	606	606
Hloubka kotle	mm	708	754	954	1154
Krytí el. části	IP	20			
Elektrický příkon - při spuštění - při provozu	W	522	572	530	530
		42	92	97	97
Účinnost kotle	%	90,4	91,1	92,4	91,1
Třída kotle		5	5	5	5
Teplota spalin při jmenovitém výkonu (pelety)	°C	141	128	158	123
Hmot. průtok spalin při jmen. výkonu (pelety)	kg/s	0,012	0,016	0,025	0,035
Předepsané palivo		kvalitní pelety o průměru 6 - 8 mm o délce 5 až 25 mm a výhřevnosti 16 - 19 MJ kg ⁻¹ (bílé pelety)			
Náhradní palivo pro případ nouze		suché dřevo o výhřevnosti 15 - 17 MJ kg ⁻¹ o obsahu vody 12 - 20 %, průměru 80 - 150 mm			
Průměrná spotřeba paliva - pelet při jm. výkonu	kg.h ⁻¹	3,7	5	8,6	10,6
Max. délka polen	mm	310	310	510	710
Doba hoření při jmenovitém výkonu - na dřevo	hod.	2	2	2	2
Objem vody v kotli	l	65	82	91	117
Hydraulická ztráta kotle	mbar	0,22	0,22	0,23	0,24
Minimální objem vyrovnávací nádrže	l	500	500	750	1000
Připojovací napětí	V/Hz	230/50			
Předepsaná minimální teplota vratné vody v provozu je 65 °C.					
Předepsaná provozní teplota kotle je 80 - 90 °C.					

Tech. list B.3 Kotel na pelety ATMOS D45P [13]

B.8 Návrh zabezpečovacích zařízení

B.8.1 Expanzní nádoba

Výška otopné soustavy	$h = 5,6 \text{ m}$
Výška manometrické roviny	$h_{MR} = 1,5 \text{ m}$
Maximální teplota vody	$t_m = 85 \text{ °C}$
Objem vody v otopné soustavě	$V_0 = 1,479 \text{ m}^3$
Součinitel zvětšení objemu	$\Delta t_m = t_m - 10 \text{ °C} = 85 - 10 = 75 \text{ °C} \rightarrow n = 0,03198$
Pojistný výkon	$Q_p = 45 \text{ kW}$

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_0 \cdot n = 1,3 \cdot 1,479 \cdot 0,03198 = 0,0615 \text{ m}^3$$

Nejnižší provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 5,6 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 60,43 \text{ kPa}$$

volím $p_d = 70 \text{ kPa}$

Horní (otevírací) přetlak

kotel – maximální pracovní přetlak vody $p_k = 250 \text{ kPa}$

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 250 - (1,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 235,3 \text{ kPa}$$

volím $p_h = 200 \text{ kPa}$

Objem expanzní nádoby

$$V = \frac{V_e(p_h + 100)}{(p_h - p_d)} = \frac{0,0615 \cdot (200 + 100)}{(200 - 70)} = 0,142 \text{ m}^3 \rightarrow \text{volím } 150 \text{ l}$$

Průměr expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 45^{0,5} = 14,02 \text{ mm}$$

navrženo měděné potrubí 18x1

Na vratné potrubí bude připojena expanzní nádoba **IVAR.AQUAHOT ACRV150**



KÓD	OBJEM	TLAK BAR	VÝŠKA (h) mm	PRŮMĚR (Q) mm	PŘIPOJENÍ	CENA Kč
IVACR5	5 l	6	300	155	3/4"	609,-
IVACR8	8 l	6	325	195	3/4"	659,-
IVACR15	15 l	6	360	260	3/4"	739,-
IVACR20	20 l	6	420	260	3/4"	799,-
IVACR24	24 l	6	420	295	3/4"	879,-
IVACR33	33 l	6	415	365	3/4"	999,-
IVACRV 33	33 l	6	425	365	3/4"	1.099,-
IVACRV 50	50 l	6	625	370	3/4"-1"	1.499,-
IVACRV 60	60 l	6	580	415	3/4"-1"	1.799,-
IVACRV 80	80 l	6	645	460	1"	2.049,-
IVACRV 100	100 l	6	765	460	1"	2.549,-
IVACRV 150	150 l	6	800	500	1"	4.299,-
IVACRV 200	200 l	6	912	600	1"	5.999,-
IVACRV 300	300 l	6	1110	650	1"	7.999,-

Tech. list B.4 Expanzní nádoba IVAR.AQUAHOT ACRV150 [20]

B.8.2 Pojistný ventil

Pojistný výkon

$Q_p = 45 \text{ kW}$

Konstanta syté vodní páry

dle otevíracího přetlaku $p_{OT} = p_h = 200 \text{ kPa}$

$K = 0,97 \text{ kW/mm}^2$

Výtokový součinitel pojistného výkonu

$\alpha_v = 0,565$

Průřez sedla pojistného ventilu

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} = \frac{45}{0,565 \cdot 0,97} = 82,11 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla

$$d_i = \sqrt{\frac{A_o \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{82,11 \cdot 4}{\pi}} = 10,22 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

součinitel zvětšení sedla

$a = 1,34$

pro $\alpha_v = 0,565$

$$d_0 = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 10,22 = 13,7 \text{ mm}$$

Profil pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 45^{0,5} = 24,4 \text{ mm} \rightarrow DN 25$$

Navrhují pojistný ventil **MEIBES 3/4" x 1"**

DN 20, skutečný průřez sedla 15mm, otevírací přetlak 200 kPa



	Ventily pro topení/přirubové
Tlak při plném otevření p_{max} :	$1,2 p_n$
Materiál tělesa:	mosaz/seda litina
Těsnění kuželky	silikonová pryž
Materiál membrány	EPDM - pryž
Maximální pracovní teplota	110° C
Jmenovitý tlak PN	1600 kPa/1000kPa

Označení Typ DUCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance $\pm 10\%$ Při p_o nad 300 kPa tolerance $\pm 30 \text{ kPa}$
Pro topení:				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" x 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" x 3/4" M	15	113	0,444	250

Tech. list B.5 Pojistný ventil MEIBES [23]

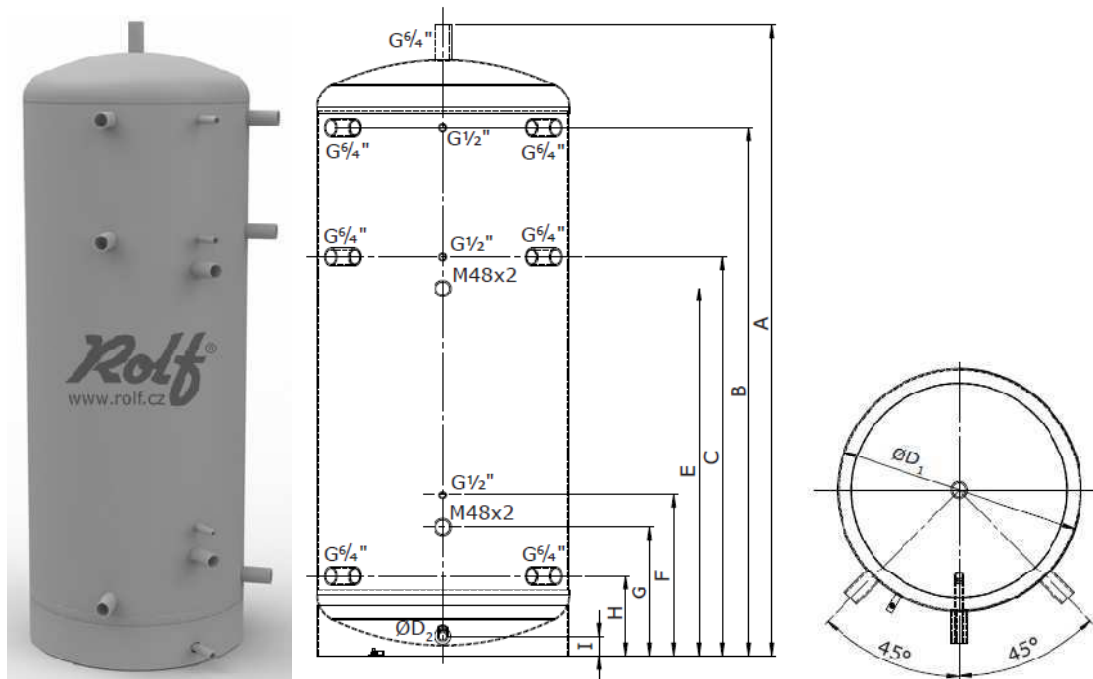
B.9 Návrh dalších zařízení kotelny

B.9.1 Akumulační nádrž

Podle podkladů výrobce minimální objem akumulční nádrže 1000l.

Návrh

Navržena akumulční nádrž **ROLF FE AKU ST 1000 I**



Objem (l)	1 000
A (mm)	2 225
B (mm)	1 895
C (mm)	1 495
E (mm)	1 395
F (mm)	495
G (mm)	395
H (mm)	245
I (mm)	60
ØD ₁ (mm)	790
ØD ₂	G 3/4\"
Váha (kg)	132

Technická specifikace nádrže

- nádrž vyrobena z oceli ČSN 11 321 / ČSN 11 375
- vnější povrchová úprava - antikorozní email
- vnitřní povrchová úprava - bez úpravy
- maximální provozní tlak nádrže 0,6 MPa (6 bar)
- maximální provozní teplota nádrže 110 °C
- záruční doba nádrže 36 měsíců

Tepelná izolace CF11 A PV 100 mm

Standardní izolace z měkké polyuretanové pěny (molitanu):

- 100 mm recyklovatelné PU měkké pěny, $\lambda = 0,039 \text{ W/m}^\circ\text{K}$
- vnější povrch izolace tvoří PVC fólie, barva RAL 9006
- vrchní poklop z tvrděného plastu, barva černá
- umělohmotný zip umožňující rychlou a snadnou montáž izolace
- plastové rosety k optickému zakrytí nátrubků, barva černá

Tech. list B.6 Akumulační nádrž ROLF [27]

B.9.2 Rozdělovač a sběrač

3 topné větve	18x1	M = 365 kg/h
	18x1	M = 404,13 kg/h
	28x1,5	M = 1472,14 kg/h
větev VZT	22x1	M = 730,87 kg/h
větev TV	15x1	M = 359,42 kg/h
nápojení zdroje	42x1,5	M = 3331,56 kg/h

maximální dimenze hrdel pro napojení topných větví 1"

dimenze hrdel pro napojení zdroje 6/4"

Navržen kombinovaný rozdělovač a sběrač **RACIOTERM KRS 70.100.06.2**

šířka průřezu 70 mm

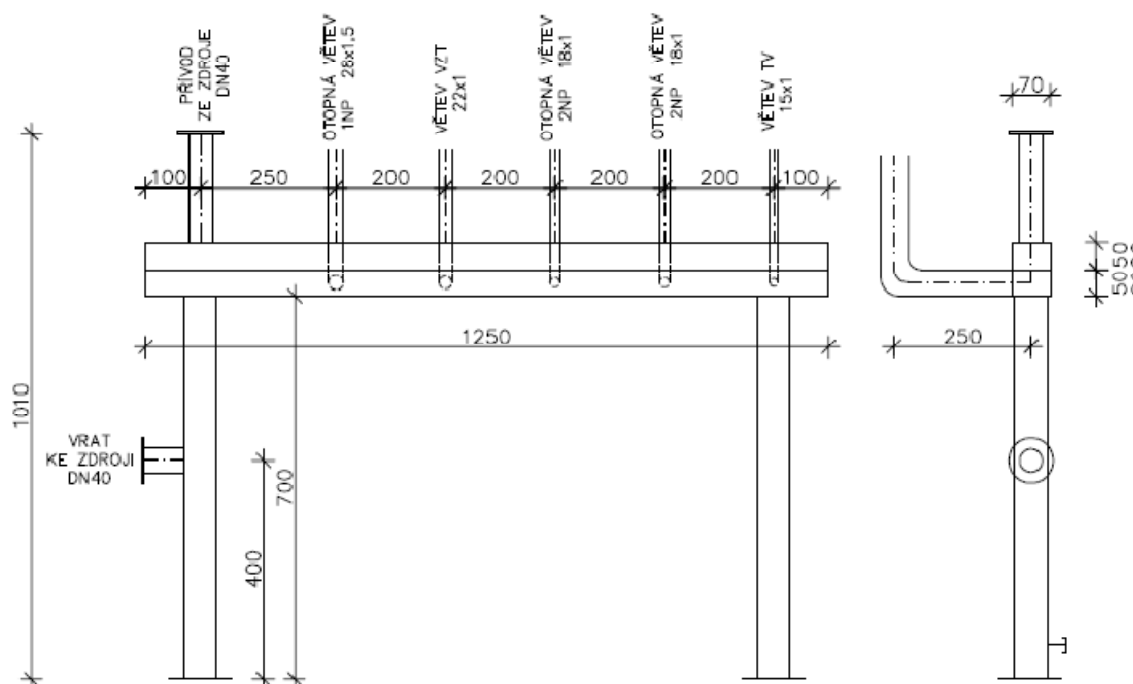
výška průřezu 100 mm

jmenovitý tlak PN6

trubkové nohy, ocel tř. 11

Velikosti KRS v závislosti na průtoku					
Průřez KRS celkový (mm)	Průřez komory rozdělovače / sběrače (mm)	Maximální dimenze hrdel pro napojení zdroje	Maximální dimenze hrdel pro napojení topných větví	Maximální průtok [m³/h]	Max. přenášený výkon při $\Delta t=20^{\circ}\text{C}$ (kW)
50 x 80	50 x 40	1"	3/4"	1,75	40
70 x 100	70 x 50	6/4"	1"	4,00	95
80 x 120	80 x 60	2"	6/4"	6,50	150

Tech. list B.7 Kombinovaný rozdělovač a sběrač RACIOTERM [25]



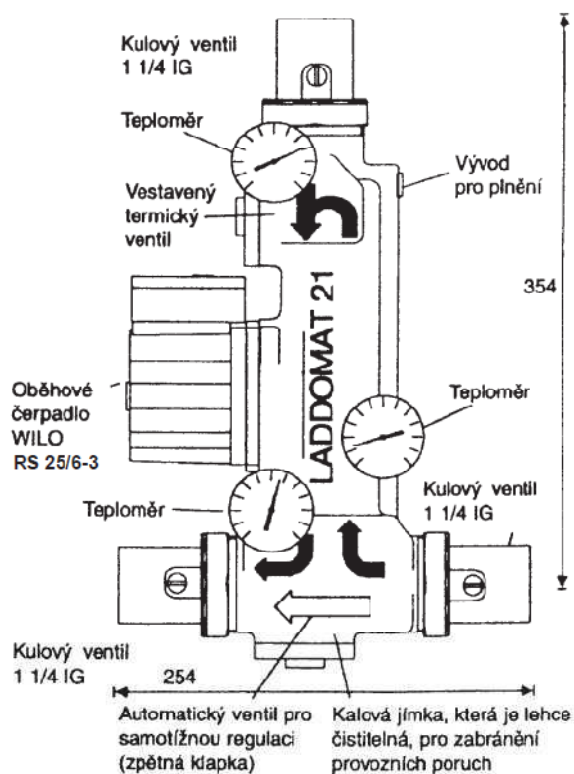
Obr. B.1 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače

B.9.3 Laddomat 21

Teplota vratné vody do kotle podle požadavků výrobce musí činit minimálně 65 °C.

Doporučené zapojení s Laddomatem nahrazuje klasické zapojení z jednotlivých dílů.

Laddomat se skládá z litinového tělesa, termoregulačního ventilu, čerpadla, zpětné klapky, kulových ventilů a teploměrů.



TECHNICKÉ ÚDAJE - LADDOMAT 21

Čerpadlo: WILO RS25/6-3

Připojení: R32 / 5/4"

Teplota otevření: 78 °C (standardní)

72 °C (příbal)

57 °C, 63 °C, nebo 83 °C nutné objednat

Max. výkon kotle: 50 kW

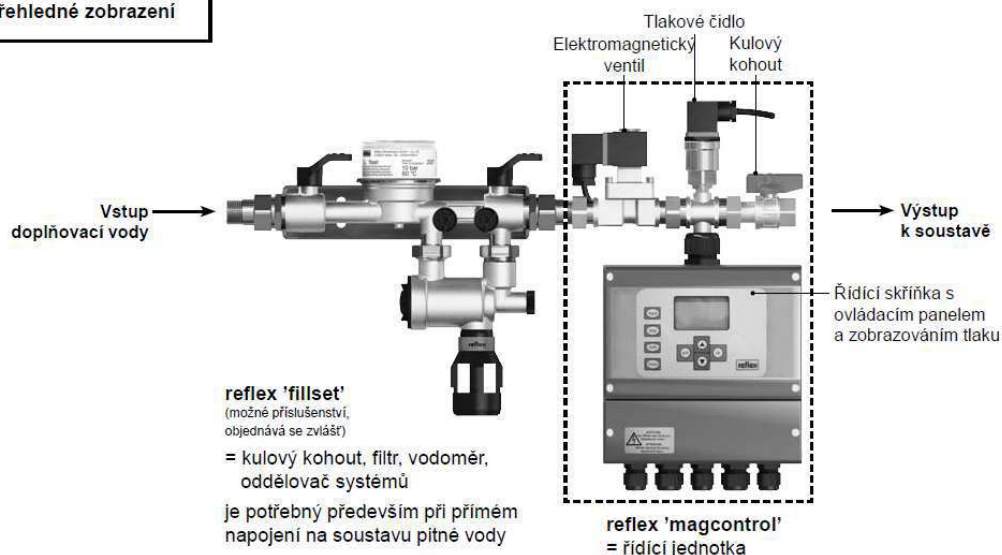
PROVOZNÍ ÚDAJE	
Maximální provozní tlak	0,25 MPa
Výpočtový přetlak	0,25 MPa
Zkušební přetlak	0,33 MPa
Nejvyšší pracovní teplota	100 °C

Tech. list B.8 Laddomat [14]

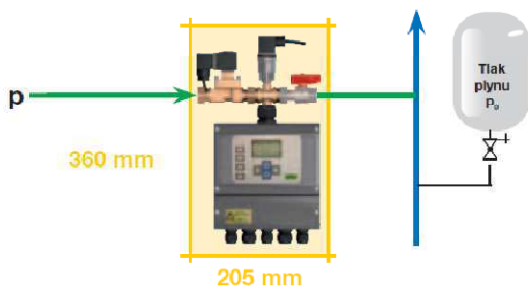
B.9.4 Doplnění vody

Doplňování vody bude pomocí automatického doplňovacího zařízení **REFLEX MAGNOCONTROL** doplněný o příslušenství pro přímé propojení otopné soustavy s rozvodem pitné vody **FILLSET**.

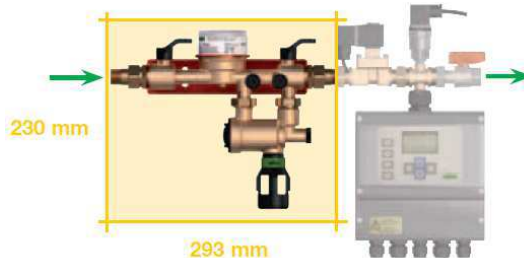
Přehledné zobrazení



magcontrol Doplňovací zařízení bez čerpadla



fillset



Technická data

- ▶ Objednávací číslo : 6812100
- ▶ Max. provozní přetlak : 10 barů
- ▶ Max. provozní teplota : 90 °C
- ▶ Průtokový součinitel K_{vs}
 - samostatný magcontrol : 1,4 m³/h
 - ve spojení s fillsetem : 0,7 m³/h
- ▶ Min. tlak zdroje doplňování : $p_0 + 1,3$ bar
- ▶ Max. tlak zdroje doplňování : $p_0 + 4,0$ bar**
- ▶ Připojení Vstup : G ¾
- ▶ Výstup : G ½
- ▶ Hmotnost : 2,5 kg
- ▶ Připojení elektro : 230 V / 50 Hz, 10 W zástrčka

Technická data

- ▶ Max. provozní přetlak : 10 bar
- ▶ Max. provozní teplota : 60 °C
- ▶ Průtokový součinitel K_{vs}
 - samostatný fillset : 0,8 m³/h
 - ve spojení se zařízeními magcontrol, variomat reflexomat nebo servitec : 0,7 m³/h
- ▶ Min. tlak zdroje doplňování p : $p_0 + 1,3$ bar
- ▶ Max. tlak zdroje doplňování : max. 10 bar
- ▶ Připojení Vstup : R ½
- ▶ Výstup : R ½
- ▶ Hmotnost : 1,7 kg

Tech. list B.9 Doplňovací zařízení REFLEX [26]

B.10 Potrubní rozvody

B.10.1 Dilatace potrubí

součinitel délkové roztažnosti

$$\alpha_{cu} = 0,017 \text{ mm/mK}$$

rozdíl teplot

$$\Delta t = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

délkové prodloužení

$$\Delta l = 5 \text{ mm}$$

Délka úseku potrubí

$$l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta t} = \frac{5}{0,017 \cdot 60} = 4,9 \text{ m} \quad \rightarrow \text{po přibližně 5 metrech nutná kompenzace potrubí}$$

Výpočet kompenzátoru tvaru U

$$L = 16,25 \sqrt{d_p \cdot \Delta l} = 16,25 \sqrt{15 \cdot 10} = 199 \text{ mm} \rightarrow 200 \text{ mm}$$

$$L = 16,25 \sqrt{d_p \cdot \Delta l} = 16,25 \sqrt{18 \cdot 10} = 218 \text{ mm} \rightarrow 250 \text{ mm}$$

B.10.2 Upevnění potrubí

vnější průměr trubky [mm]	12	15	18	22	28	35	42	54
trubky bez izolace	1,25	1,25	1,5	2	2,25	2,75	3	3,5
trubky s izolací	1	1,1	1,3	1,3	1,5	1,6	1,7	2

Tabulka B.1 Maximální vzdálenosti upevnění potrubí [1]

B.10.3 Izolace potrubí

Potrubí vedená v podlaze ve vrstvě tepelné izolace se podle výrobců měděných potrubí nemusí nijak zvlášť izolovat.

Na toto potrubí bude použita nápleková tepelná izolace **MIRELON PET** tl. 13 mm

Potrubní rozvody v kotelně budou zavěšeny pod stropem a opatřeny tepelnou izolací **ROCKWOOL PIPO ALS** tloušťky podle dimenze potrubí.

Návrh proveden pomocí interaktivním výpočtu [32], který musí vyhovovat vyhlášce č. 193/2007.

Tloušťky tepelných izolací

topný okruh	18x1	30 mm
	28x1,5	40 mm
TV	15x1	30 mm
VZT	22x1	30 mm
kotlový okruh	42x1,5	30 mm

Jednotlivé návrhy zobrazeny v příloze B6.

B.11 Větrání a tepelná bilance kotelny

B.11.1 Návrh větracích otvorů

Potřeba spalovacího vzduchu a objem spalin

<i>analytický ukazatel</i>	<i>značka</i>	<i>hodnota</i>
výhřevnost	Q_i, H	16,8 MJ/kg
voda	W^r	8,91 %
popel	A^r	0,36 %
uhlík	C^r	46,28 %
vodík	H^r	6,6 %
dusík	N^r	0,19 %
síra	S^r	0,051 %
kyslík	O^r	37,57 %

Tabulka B.2 Výhřevnost a prvkové složení dřevní pelety [8]

Spotřeba paliva

E - vyrobená energie E = 45 kW

η - účinnost zdroje $\eta = 91,1 \%$

$$P = \frac{E \cdot 3,6}{H \cdot \eta} = \frac{45 \cdot 3,6}{16,8 \cdot 0,911} = 10,58 \text{ kg/h}$$

Stechiometrický objem suchého spalovacího vzduchu na jednotku paliva

$$V_{V_{Smin}} = \frac{22,39}{0,2095} \left(\frac{C^r}{12,01} + \frac{H^r}{4,032} + \frac{S^r}{32,066} - \frac{O^r}{32,00} \right) \\ = \frac{22,39}{0,2095} \left(\frac{0,4628}{12,01} + \frac{0,066}{4,032} + \frac{0,00051}{32,066} - \frac{0,3757}{32,00} \right) = 4,62 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

Objem vzduchu pro spalování

v - součinitel na zvětšení objemu v důsledku vlhkosti $v = 1,016$

α - součinitel přebytku vzduchu $\alpha = 1,5$

$$V_V = \alpha \cdot v \cdot V_{V_{Smin}} = 1,5 \cdot 1,016 \cdot 4,62 = 7,04 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

Stechiometrický objem suchých spalin na jednotku paliva

$$V_{SSmin} = \frac{22,26}{12,011} C^r + \frac{21,89}{32,066} S^r + \frac{22,40}{28,016} N^r + 0,7905 \cdot V_{V_{Smin}} \\ = \frac{22,26}{12,011} \cdot 0,4628 + \frac{21,89}{32,066} \cdot 0,00051 + \frac{22,40}{28,016} \cdot 0,0019 + 0,7905 \cdot 4,62 \\ = 4,51 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

Objem spalin

$$V_{SH_2O} = 11,1111 \cdot H^r + 1,2433 \cdot W^r + (v - 1) V_{V_{Smin}} \\ = 11,1111 \cdot 0,066 + 1,2433 \cdot 0,0891 + (1,016 - 1) \cdot 4,62 = 0,92 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$V_{Smin} = V_{SSmin} + V_{SH_2O} = 4,51 + 0,92 = 5,43 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$$V_S = V_{Smin} + (\alpha - 1) \cdot v \cdot V_{V_{Smin}} = 5,43 + (1,5 - 1) \cdot 1,016 \cdot 4,62 = 7,78 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

Průtok spalovacího vzduchu

$$V = V_V \cdot P = 7,04 \cdot 10,58 = 74,52 \text{ m}^3/\text{h} = 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$$

Průtok vzduchu pro větrání stanovený z minimální 0,5 násobné výměny vzduchu

$$O - \text{objem místnosti} \quad O = 6,65 \cdot 4,25 \cdot 2,6 = 73,48 \text{ m}^3$$

$$V_n = n \cdot O = 0,5 \cdot 73,48 = 36,74 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0102 \text{ m}^3/\text{h}$$

→ průtok vzduchu pro spalování se podílí i na větrání kotelny

$$\text{výměna vzduchu} \quad n = \frac{V}{O} = \frac{74,52}{73,48} = 1,01/\text{h}$$

Návrh větracího otvoru

Plocha protidešťové žaluzie pro přívod vzduchu

$$v - \text{rychlost proudění vzduchu} \quad v = 1,5 \text{ m/s}$$

$$S = \frac{V}{v} = \frac{0,021}{1,5} = 0,014 \text{ m}^2$$

Plocha protidešťové žaluzie pro odvod vzduchu v době odstávky kotle

$$S = \frac{V_n}{v} = \frac{0,0102}{1,5} = 0,0068 \text{ m}^2$$

Navržena stejná protidešťová žaluzie pro přívod i odvod vzduchu

IMOS - PZ AL 200x200mm

$$S = 0,02 \text{ m}^2$$



Obr. B.2 Protidešťová žaluzie [33]

Kotelna se nachází pouze částečně nad terénem, proto přívod vzduchu k podlaze bude zajištěn pomocí čtvercového vzduchovodu 200x200 mm.

B.11.2 Tepelná bilance kotelny

ZIMA

Vnitřní tepelná zátěž od kotle, potrubí a armatur

Z - podíl tepelného toku uvolněného z celkového výkonu kotle do kotelny

$Z = 1,2 - 1,5 \%$ pro tuhá paliva

Q - tepelný výkon kotle $Q = 45 \text{ kW}$

zvýšení tepelných zisků vlivem přestupu tepla z povrchu potrubí a armatur se respektuje součinitelem 1,3 až 2

$$Q_{z,z} = (1,3 \text{ až } 2) \cdot (Z/100) \cdot Q = 1,5 \cdot 0,015 \cdot 45 = 1,013 \text{ kW}$$

Měrná tepelná ztráta kotelny prostupem

výpočtová teplota kotelny $t_i = 15 \text{ }^\circ\text{C}$

výpočtová venkovní teplota $t_e = -18 \text{ }^\circ\text{C}$

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540

Ztráty 2010

Číslo podlaží:	1	Název podlaží:	1PP
Číslo místnosti:	3	Název místnosti:	kotelna
Půd. plocha A:	28.3 m ²	Objem vzduchu V:	73.5 m ³
Exp. obvod P:	21.8 m	Počet na podlaží:	1
Teplota T _i :	15.0 °C	Typ vytápění:	převažující přirozená konvekce

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H _T
stěna 365	4.3	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.85 W/K
okno	0.5	1.10	e = 1.00	0.00	-----	0.55 W/K
stěna 365	6.8	0.17	G _w = 1.00	-----	0.15	0.40 W/K
podlaha	28.3	0.22	G _w = 1.00	-----	0.16	1.88 W/K
stěna 150	26.6	0.72	b _u = 0.18	0.00	-----	3.44 W/K
stěna 200	17.3	0.56	b _u = 0.18	0.00	-----	1.74 W/K
dveře	2.8	2.50	b _u = 0.18	0.00	-----	1.27 W/K
strop	28.3	0.21	f _i = -0.15	0.00	-----	-0.90 W/K

Ztráta prostupem H_{Ti} : **305 W**

$$H_T = \frac{H_{Ti}}{(t_i - t_e)} = \frac{305}{(15 + 18)} = 9,24 \text{ W/K}$$

Měrná tepelná ztráta kotelny větráním pro průtok vzduchu pro spalování

$$H_v = V \cdot \rho \cdot c = 0,021 \cdot 1300 = 27,3 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotelně za návrhových podmínek

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_z}{H_T + H_v} = -18 + \frac{1013}{9,24 + 27,3} = 9,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

→ splněna minimální předepsaná teplota 7,5 °C

LÉTO

Tepelné zisky

oslunění západního okna $I = 80 \text{ W/m}^2$

plocha okna $S_0 = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ m}^2$

letní provoz kotle $Q = 13,5 \text{ kW}$

$$Q_{Z,L} = (1,3 \text{ až } 2) \cdot (Z/100) \cdot Q + I \cdot S_0 = 1,5 \cdot 0,015 \cdot 13500 + 80 \cdot 0,5 = 343,75 \text{ W}$$

Měrná tepelná zátěž větráním pro letní průtok spalovacího vzduchu

$$V_L = V_V \cdot P = 7,04 \cdot \frac{13,5 \cdot 3,6}{16,8 \cdot 0,911} = 22,36 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0062 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_n = n \cdot O = 0,5 \cdot 73,48 = 36,74 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0102 \text{ m}^3/\text{h}$$

→ v létě rozhoduje průtok větracího vzduchu pro 0,5 násobnou výměnu vzduchu

$$H_v = V_L \cdot \rho \cdot c = 0,0102 \cdot 1300 = 13,26 \text{ W/K}$$

Teplota v kotelně pro průměrnou letní teplotu

$$t_{i,L} = t_e + \frac{Q_{Z,L}}{H_v} = 25 + \frac{343,75}{13,26} = 50,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

→ maximální přípustná teplota v kotelně je 35 °C

Zvýšení průtoku vzduchu pro odvedení tepelné zátěže

$$V = \frac{Q_{Z,L}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{343,75}{1300 \cdot 5} = 0,053 \text{ m}^3/\text{s} = 190,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

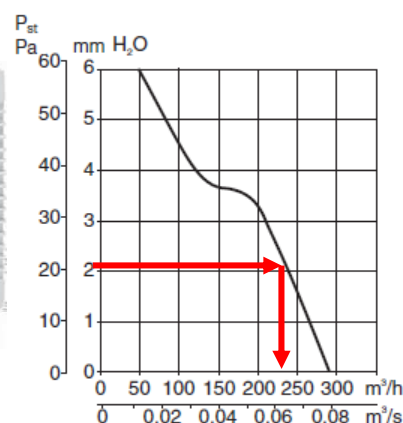
$$\text{výměna vzduchu} \quad n = \frac{V}{O} = \frac{190,4}{73,48} = 2,6/\text{h}$$

Nucený přívod vzduchu zajištěn axiálním ventilátorem **ELEKTRODESIGN DECOR 300**

- tlaková ztráta protidešťové žaluzie - $p = 20 \text{ Pa}$

- tlaková ztráta přívodním potrubím
zanedbatelná - pod 1 Pa

→ při tlakové ztrátě 20 Pa průtok vzduchu ventilátorem 240 m³/h (vyhoví pro odvod tepelné zátěže)



Typ	otáčky [min ⁻¹]	průtok (0 Pa) [m³/h]	výkon [W]	napětí [V]	max. teplota [°C]	potrubí Ø [mm]	akust. tlak [dB(A)]	hmotnost [kg]	regulátor	doběhový spínač
DECOR 300	2200	280	35	230	40	150*	4/7	1,44	REB 1	ZN /08, DT 3, DT 4

Tech. list B.10 Ventilátor ELEKTRODESIGN [17]

Rychlost proudění vzduchu při přetlakovém větrání přívodní a odvodní protidešťovou žaluzií

$$v = \frac{(V - V_L)/3600}{2 \cdot S} = \frac{(240 - 22,36)/3600}{2 \cdot 0,02} = 1,5 \text{ m/s} < 2,5 \text{ m/s}$$

→ otvory mají dostatečnou plochu pro průtok vzduchu přiváděný ventilátorem

B.12 Orientační návrh komínového tělesa

Výkon kotle $Q = 45 \text{ kW}$
Účinná výška komína $H = 9,7 \text{ m}$
Průměr odtahového hrdla 152 mm

Návrh dle diagramu SCHIEDEL

Navržen komínový systém SCHIEDEL ABSOLUT Ø25

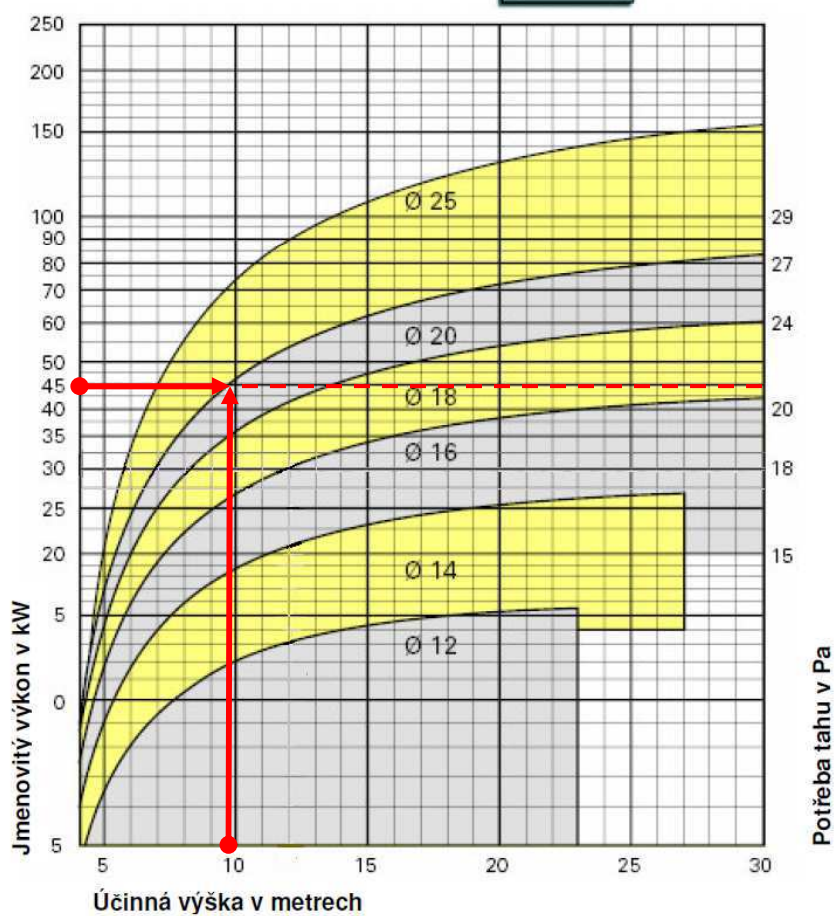
Dimenzování komínů ABSOLUT

Diagram 10.7.1 Pelety

Kotel s potřebou tahu
Teplota spalin na výstupu z kotle
 $T_w \geq 140^\circ\text{C} < 190^\circ\text{C}$



140 °C



Graf B.7 Návrh komínu SCHIEDEL ABSOLUT [28]

B.13 Roční potřeba tepla a paliva

B.13.1 Vytápění

výpočtová tepelná ztráta	$Q_T = 23,7 \text{ kW}$
vnitřní výpočtová teplota	$t_i = 20 \text{ °C}$
průměrná teplota vytápěných místností	$t_{is} = 19,5 \text{ °C}$
venkovní výpočtová teplota	$t_e = -18 \text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+1} = Q/\Delta t = 23,7 \cdot 10^3 / (20 + 18) = 623,7 \text{ W/K}$$

Poměrná doba vytápěcího období

- střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období $t_{eo} = 13 \text{ °C}$
- pro $t_e = -18 \text{ °C}$ $t_a = 6,0$; $t_b = 27$; $t_c = 12$

$$v = \frac{t_{eo} + t_a}{t_b} = \frac{13 + 6}{27} = 0,704$$

Průměrná venkovní teplota v otopném období

$$t_{ep} = 0,5 \cdot t_b \cdot v - t_a - \frac{t_c}{32 \cdot v} = 0,5 \cdot 27 \cdot 0,704 - 6 - \frac{12}{32 \cdot 0,704} = 3 \text{ °C}$$

Počet dnů otopného období $d = 0,704 \cdot 365 = 257 \text{ dnů}$

Počet denostupňů $D = d(t_{is} - t_{ep}) = 257(19,5 - 3) = 4240,5$

Součinitel nesoučasnosti infiltrace během roku $\varepsilon = 0,9$

Součinitel vlivu přerušovaného vytápění $e = 1,0$

Požadovaná energie

$$E = 24 \cdot e \cdot \varepsilon \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 4240,5 \cdot 623,7 = 57,1 \text{ MWh}$$

Spotřebovaná energie

$$E_{VT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{dist}} = \frac{57,1}{0,911 \cdot 0,95} = 66 \text{ MWh/r}$$

B.13.2 Ohřev teplé vody

spotřeba teplé vody denně $V = 1,47 \text{ m}^3$
výstupní teplota vody $t_2 = 55 \text{ °C}$
vstupní teplota vody $t_1 = 10 \text{ °C (zima); } t_1 = 15 \text{ °C (léto)}$
způsob přípravy - ohřev v zásobníkovém ohřívači topnou vodou

Teplota pro ohřev vody

$$E_d = V \cdot c(t_2 - t_1) = 1,47 \cdot 1,163(55 - 10) = 76,93 \text{ kWh/den}$$

Korekce pro proměnlivou vstupní teplotu vody

$$k = \frac{t_2 - t_{1,L}}{t_2 - t_{1,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Požadovaná energie

$$E = E_d \cdot d + k \cdot E_d(350 - d) = 76,93 \cdot 257 + 0,89 \cdot 76,93(350 - 257) = 26,14 \text{ MWh/r}$$

Spotřebovaná energie

$$E_{TV} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{dist}} = \frac{26,14}{0,911 \cdot 0,5} = 57,4 \text{ MWh}$$

B.13.3 Vzduchotechnika

tepelný výkon ohřivačů VZT jednotek $Q_{VZT} = 17 \text{ kW}$
průměrná teplota větraných místností $t_{is} = 20 \text{ °C}$
VZT zajišťuje větrání kuchyně, ohřev vzduchu topnou vodou z kotelny
- provoz celoročně, 7dní v týdnu, 16hodin denně

Měrná tepelná ztráta

$$H_V = Q/\Delta t = 17 \cdot 10^3/38 = 447,37 \text{ W/K}$$

Počet provozních dnů $e = 1$

Počet provozních hodin $h = 16 \text{ hod}$

Poměrná doba vytápěcího období

- střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období

pro účely vzduchotechniky $t_{em} = 15 \text{ °C}$

- pro $t_e = -18 \text{ °C}$ $t_a = 6,0; t_b = 27; t_c = 12$

$$v = \frac{t_{eo} + t_a}{t_b} = \frac{15 + 6}{27} = 0,78$$

Průměrná venkovní teplota období s ohřevem vzduchu

$$t_{es} = 0,5 \cdot t_b \cdot v - t_a - \frac{t_c}{32 \cdot v} = 0,5 \cdot 27 \cdot 0,78 - 6 - \frac{12}{32 \cdot 0,78} = 4,1 \text{ °C}$$

Počet dnů s teplotou nižší než ve větraném prostoru $Z = 0,78 \cdot 365 = 285$ dnů

Počet větracích denostupňů $D_V = Z(t_{is} - t_{es}) = 285(20 - 4,1) = 4531,5$

Požadovaná energie

$$E = e \cdot h \cdot D_V \cdot H_V = 1 \cdot 16 \cdot 4531,5 \cdot 447,37 = 32,4 \text{ MWh}$$

Spotřebovaná energie

$$E_{VZT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{dist}} = \frac{32,4}{0,911 \cdot 0,95} = 37,4 \text{ MWh/r}$$

B.13.4 Roční potřeba paliva

$$E = 3600 \frac{(E_{VT} + E_{TV} + E_{VZT})}{H} = 3600 \frac{(66 + 57,4 + 37,4)}{16,8} = 34,5 \text{ t/rok}$$

B.14 Velikost skladu pelet

Prostorová objemová hmotnost 680 kg/m^3

Požadavek na velikost skladovacího prostoru $V = 34500/680 = 50,7 \text{ m}^3$

Redukovaný objem skladu podle prostorové využitelnosti

η_{sk} - objemová využitelnost vyspávaného skladu je 70 %

$$V_R = \frac{V \cdot 100}{\eta_{sk}} = \frac{50,7 \cdot 100}{70} = 72,4 \text{ m}^3$$

Velikost skladu pelet $V = 4,45 \cdot 5,6 \cdot 2,6 = 61,88 \text{ m}^3$

Velikost skladu nevyhovuje uskladnění 34,5 t pelet za rok. Doplnění pelet bude 2x ročně.

Sklad se nachází v podzemním podlaží v místnosti číslo 004 vedle kotelny. Přísun pelet z cisterny bude pomocí pneumatické dopravy a 2 ocelových zazděných trubek průměru 100 mm, které jsou z venkovního prostředí na přírubách opatřeny vzduchotěsnými kryty. Doprava pelet ke kotli bude pomocí 2 šnekových dopravníků 4,5 m a 6 m vyrobených na míru například firmou AGRIMONT. Podlaha skladu bude vyspádována do středu podle projektové dokumentace pod úhlem 40° pomocí ocelových úhelníků a dřevotřískových desek. Sklad musí být zcela uzavřen až na jeden dostatečně vzduchotěsný otvor, který bude realizován jako dveře dělené horizontálně na dvě části pro možnost kontroly. Dveře musí být chráněny proti velkému tlaku pomocí prkenné rozebíratelné zábrany. Dále bude sklad pelet vybaven gumovou odrazovou stěnou pro zabránění dopadání pelet velkou rychlostí na zděnou stěnu.

Orientační množství popela za rok

Roční potřeba paliva $P = 34,5 \text{ t}$

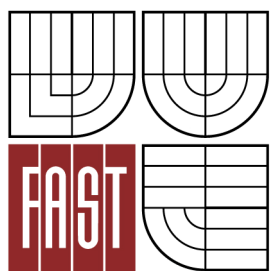
Obsah popela v peletách $A^r = 0,36 \%$

$$M_P = P \cdot A^d \cdot (1 - W^r) = P \cdot A^r = 34,5 \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ t} = 124,2 \text{ kg/rok}$$

Ke kotli ATMOS je možno zapojit automatické odpopelnění z tělesa kotle do přídatného externího popelníku. Zvolen střední přídatný popelník o objemu 68 l.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. PROJEKT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2013

C.1 Technická zpráva

1. ÚVOD

Navrhovaný objekt leží na okraji obce Cínovec v Ústeckém kraji v areálu golfového klubu. Jedná se o volně stojící novostavbu s dvěma nadzemními a jedním podzemním podlažím. Podsklepená je pouze část objektu. Nadzemní podlaží budou využívána pro restauraci s kapacitou 70 osob a hotel s ubytovací kapacitou 12 osob. Konstrukční systém je zděný kombinací systémů Porotherm a Ytong, stropní konstrukce je ze systému Spiroll. Konstrukce šikmé dvouplášťové střechy je valbového typu.

Některé části objektu (garáže, sklepní prostor) jsou nevytápěné.

Objekt bude využíván celoročně.

2. PODKLADY

Podkladem pro zpracování systému vytápění budovy byla projektová dokumentace jednotlivých půdorysů a řezů stavební části, české technické normy, zákony a podklady výrobců zařízení.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - část 2: Požadavky

ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování

ČSN 73 4201 Komíny a kouřovody - Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv

ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení

3. ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

3.1. Klimatické poměry

Nadmořská výška 866,2 m n.m.

Výpočtová venkovní teplota $t_e = -18\text{ °C}$

Jedná se o samostatně stojící v krajině nechráněný objekt.

3.2. Vnitřní teploty

Průměrná vnitřní teplota objektu je 19,5 °C.

3.3. Tepelně technické parametry konstrukcí

Výpočtové tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí musí být v souladu s požadavky ČSN 730540-2: 2011 a jsou vypočteny ze zadaných stavebních prvků.

Tepelné ztráty byly vypočteny dle ČSN EN 12831.

Výpočtová tepelná ztráta prostupem	8,06 kW
Výpočtová tepelná ztráta větráním	15,63 kW
Celková tepelná ztráta objektu	23,69 kW

3.4. Potřeba tepla

Potřeba tepla pro vytápění	66,0 MWh/r
Potřeba tepla pro ohřev TV	57,4 MWh/r
Potřeba tepla pro VZT	37,4 MWh/r
Celková potřeba tepla pro objekt	160,8 MWh/r

4. ZDROJ TEPLA

4.1. Zdroj tepla

Zdroj tepla pro vytápění, ohřev teplé vody a vzduchotechniku bude automatický kotel na pelety ATMOS D45P o výkonu 13,5 - 45 kW. Podle doporučení výrobce je projektováno zapojení s jednou akumulací nádrží ROLF FE AKU ST o objemu 1000l a Laddomatem 21. K Laddomatu je připojeno čerpadlo, které je spínáno termostatem při teplotě cca 55°C a trojcestný mísící ventil bude ovládán ekvitermní regulací přes servopohon. Akumulační nádrž bude opatřena tepelnou izolací tloušťky 100 mm.

Teplotní spád v kotlovém okruhu po akumulací nádrži bude 85/65.

Kotel, akumulací nádrž a zásobníky teplé vody budou umístěny v kotelně v podzemním podlaží objektu. V kotelně je zajištěna minimální výměna vzduchu a dostatek vzduchu pro spalování. Větrání je zajištěno přirozené a v letních měsících doplněné nuceným přívodem vzduchu ventilátorem ELEKTRODESIGN DECOR 300 (průtok vzduchu 240 m³/h).

4.2. Primární energie

Primárním zdrojem energie bude výrobce předepsané palivo - kvalitní pelety o průměru 6-8 mm, délce 5-25 mm a výhřevnosti 16-19 MJ/kg. Jako náhradní palivo lze použít suché štípané polenové dřevo o průměru 80-150 mm minimálně 2 roky staré, o vlhkosti 12-20%, délce polen maximálně 710 mm a výhřevnosti 16 - 19 MJ/kg.

Pelety budou skladovány v samostatné místnosti v podzemním podlaží objektu. Podlaha skladu bude vyspádována se sklonem 40° z ocelových úhelníků a na nich připevněných dřevotřískových desek. Přístup do skladu bude protipožárními dveřmi opatřenými prkennou rozebírací zábranou proti nadměrnému tlaku. Doprava pelet do skladu bude pomocí pneumatické dopravy z cisternového automobilu. Doprava pelet ke kotli je realizována pomocí 2 šnekových dopravníků.

Plnění skladu pelet bude 2x ročně.

4.3. Zabezpečovací zařízení

Zabezpečovací zařízení bude chránit soustavu proti překročení nejvyššího pracovního přetlaku nebo podtlaku a překročení nejvyšší pracovní teploty.

Skládá se z tlakové expanzní nádoby s membránou IVAR.AQUAHOT ACRV150 o objemu 150 l a pojistného ventilu MEIBES 3/4" x 1" na pojistném potrubí DN20 s otvíracím přetlakem 200 kPa. Expanzní potrubí DN 20 je připojeno na vratné potrubí.

Kotel je vybaven chladicí smyčkou proti přetopení zapojenou s pojistným ventilem HONEYWELL TS 130 - 3/4 (95°C).

5. OTOPNÁ SOUSTAVA

5.1. Popis otopné soustavy

V projektu je navržena dvoutrubková uzavřená teplovodní otopná soustava se spodním rozvodem, horizontálním napojením otopných těles a nuceným oběhem vody.

Teplotní spád otopné soustavy bude 60/50.

Potrubní rozvody budou z měděných trubek spojovaných pájením na měkko. Potrubní rozvody budou vedeny v podlaze a rozvody v kotelně budou zavěšeny pod stropem.

Jednotlivé větve do samostatných podlaží budou rozvedeny z kombinovaného rozdělovače a sběrače RACIOTERM KRS 70.100.06.2 umístěného v kotelně. Rozdělovač a sběrač je napojen na potrubí z akumulární nádrže. Navržen rozdělovač a sběrač pro 5 okruhů: 3 topné okruhy, ohřev teplé vody a ohřev vzduchu ve vzduchotechnickém zařízení. Specifikace topných okruhů z rozdělovače a sběrače:

1NP	průtok 1472,14 kg/h, tlaková ztráta 42,7 kPa čerpadlo GRUNDFOS MAGNA 25-60 (elektronické řízení otáček)
2NP - západ	průtok 404,13kg/h, tlaková ztráta 35,2 kPa čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 180 (elektronické řízení otáček)
2NP - východ	průtok 365 kg/h, tlaková ztráta 25,1 kPa čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-60 180 (elektronické řízení otáček)

5.2. Plnění a vypouštění a odvzdušnění otopné soustavy

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou. V oblasti je měkká voda, tudíž není potřeba předchozího změkčování. Navrženo je automatické doplňovací zařízení REFLEX MAGNOCONTROL s členem FILLSET, které bude napojeno na soustavu v blízkosti napojení expanzního potrubí.

Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími ventily ve spodní části svislých potrubí.

Otopná tělesa jsou dodávána s odvzdušňovacím ventilem a rozvody v kotelně budou odvzdušněny pomocí automatického odvzdušňovacího ventilu v nejvyšších částech jednotlivých okruhů.

5.3. Otopné plochy

Velikost otopných ploch je navržena na základě výsledků výpočtu tepelných ztrát místností. Otopná tělesa budou zavěšena převážně pod okny na radiátorových konzolách přichycených na zdi. V hotelových pokojích budou tělesa zakryta pro lepší možnost umístění zařizovacích předmětů.

V objektu jsou instalována desková otopná tělesa KORADO RADIK VK a RADIK VKL, trubková tělesa KORALUX Linear Clasic a designová otopná tělesa KORATHERM Vertikal a Horizontal. Umístění těles, a jejich specifikace jsou zřejmé z návrhu a projektové dokumentace.

Tělesa RADIK VK jsou opatřena nastavitelnou ventilovou vložkou a připojena na otopnou soustavu rohovým dvojitém uzavíracím šroubením. Tělesa KORATHERM a KORALUX jsou připojena speciální rohovou armaturou HM s možností přednastavení průtoku.

5.4. Měření a regulace

Provoz kotle, řízení otopné soustavy a přípravy teplé vody bude prováděno pomocí ekvitermní regulace SIEMENS RVS 63.238 a rozšiřujícím modulem AVS 75.390 a vazbou na vnitřní teplotu. Prostorové jednotky pro regulaci a snímání vnitřní teploty budou umístěny v místnostech číslo 201, 223 a 111, kdy v těchto místnostech budou tělesa bez termostatické hlavičky. Zapojení a řešení regulace není součástí tohoto projektu.

Jednotlivé větve otopného systému se regulují kvalitativně pomocí třicestného směšovacího ventilu.

Všechna tělesa jsou opatřena termostatickými ventily a s výjimkou místností s prostorovou jednotkou osazena termostatickou hlavičkou.

5.5. Izolace potrubí

Potrubní rozvody vedené v podlaze budou opatřeny návlekovou tepelnou izolací MIRELON PET tloušťky 13mm. Rozvody v kotelně budou zavěšeny pod stropem a opatřeny tepelnou izolací ROCKWOOL PIPA ALS 30 mm a 40 mm podle návrhu.

Izolována budou veškerá zařízení v kotelně jako rozdělovač, tělesa armatur a čerpadel, expanzní potrubí.

Tepelné izolace splňují požadavky na úsporu tepla podle vyhlášky č. 193/2007.

6. OHŘEV TEPLÉ VODY

Ohřev teplé vody bude celoročně zajišťovat kotel na pelety.

Pro celý objekt je navržen nepřímotopný zásobníkový ohříváč DRAŽICE OKC 400NTR/1MPa s objemem vody 385 l.

Teplotní spád pro ohřev teplé vody je 70/60.

Potrubí pro ohřev je napojeno na kompaktní rozdělovač a sběrač a čerpání topné vody je zajištěno pomocí čerpadla GRUNDFOS ALPHA2 25-50 180 (průtok 359,42 kg/h, tlaková ztráta 22,1 kPa).

7. VZDUCHOTECHNIKA

Návrh vzduchotechnických zařízení není součástí tohoto projektu.

Požadavek na tepelný výkon byl 17 kW. Přívod topné vody do ohříváče vzduchu bude zajišťovat kotel na pelety o teplotním spádu 70/50.

Potrubí pro ohřev je napojeno na kompaktní rozdělovač a sběrač a čerpání topné vody je zajištěno pomocí čerpadla GRUNDFOS ALPHA2 25-60 180 (průtok 731,87 kg/h, tlaková ztráta 32,9 kPa).

8. POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

8.1. Stavební práce

Vedení potrubí v podlaze musí být provedeno před zalitím čisté podlahy. Vedení potrubí v kotelně bude zavěšeno pomocí ocelových úchytek se zvukovou izolační vložkou do stropní konstrukce. Pro instalaci je nutné zřízení prostupů zdmi a provedení drážek ve stěnách pro zakryté připojení jednotlivých otopných těles.

Pro sklad pelet je nutno zřídit prostupy šnekových dopravníků zdmi a prostupy pro vzduchotěsné zazdění ocelových trubek pro pneumatickou dopravu pelet do skladu z cisternového vozu. Dále je nutno vybudovat spád podlahy ve skladu z ocelových úhelníků a dřevotřískových desek. V kotelně se musí v obvodové stěně vynechat otvory na přirozený přívod a odvod vzduchu a pro přívod vzduchu pomocí ventilátoru. Otvory se opatří protidešťovou žaluzií.

8.2. Zdravotechnika

Nepřímotopný zásobník pro ohřev teplé vody je nutno napojit na rozvody přívodní studené vody, na rozvody teplé vody do objektu a cirkulace. Dále je nutno napojit přívodní studenou vodu na doplňovací jednotku vody do systému a na smyčku kotle proti přetopení. Dále se zřídí podlahová vpust pro kotelnu.

8.3. Elektroinstalace

Pro napojení kotle a regulátoru na elektrickou instalaci je nutno zřídit do blízkosti kotle samostatně jištěný přívod ukončený zásuvkami s proudem 230 V. Pro napojení venkovního snímače teploty je nutno instalovat kabelové vedení od kotle na chráněné místo na neosluněné části budovy. Ventilátor v kotelně bude napojen na MaR a řízen podle aktuální teploty v místnosti.

9. MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU

9.1. Zdroj

Montáž, kontrolní zátop a zaškolení obsluhy provede montážní firma zaškolená výrobcem, která také vyplní protokol o instalaci kotle.

Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace.

9.2. Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se řídí dle ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením o zácviku, vystaveném jednatelem použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení zkoušky těsnosti instalovaného zařízení.

9.3. Zkoušky zařízení

Uvedení otopné teplovodní soustavy do provozu spočívá v provedení zkoušek dle ČSN 06 0310.

Před zkouškami a uvedením do provozu musí být každé zařízení propláchnuto. Propláchnutí se provede při demontovaných armaturách, u nichž by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození. Provede se při 24 hodinovém provozu oběhových čerpadel. Na všech k tomu určených místech je nutno pravidelně odkalovat až do úplně čistého stavu. Před uvedením do provozu se musí zabudovat demontované prvky, provést nastavení seřizovacích armatur a armatur na otopných tělesech a naplnit zařízení vodou podle ČSN 07 7401 nebo ČSN 38 3350. Vyčistění a propláchnutí soustavy je součástí montáže a o jeho provedení má být proveden zápis.

Při zkoušce těsnosti se soustava naplní vodou, řádně odvzdušní a celé zařízení se prohlédne, přičemž se nesmějí projevovat viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti anebo neprojeví-li se znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě. Voda ke zkoušce těsnosti nesmí být teplejší než 50 °C. Zkouška vodou bude provedena na nejvyšší dovolený přetlak 250 kPa. Zkouška musí být potvrzena protokolem o zkoušce.

Dilatační zkouška se provede při ohřátí teploty látky na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se tento postup ještě jednou opakuje. Zjistí-li se pak po podrobné prohlídce netěsnosti zařízení, popř. jiné závady, je nutno zkoušku po provedení opravy opakovat. Výsledek zkoušky se zapíše do stavebního deníku nebo se provede samostatný zápis.

Topné zkoušky se provádějí za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se zejména správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení technických předpokladů projektu, správná funkce regulačních, měřicích a zabezpečovacích zařízení, havarijních opatření, nejvyšší výkon zdrojů tepla, výkon zdroje tepla při přípravě teplé užitkové vody, dosažení projektované účinnosti a ověření emisních limitů. Topná zkouška trvá nejméně 24 hodin. Zkouška se pokládá za úspěšnou při splnění rovnoměrném prohřívání všech otopných těles.

10. KOMÍN A KOUŘOVOD

Předběžným návrhem bylo navrženo komínové těleso SCHIEDEL Absolut průměru 25 mm. Jedná se o dvousložkový komínový systém odolný vůči vlhkosti s integrovanou tepelnou izolací a s tenkostěnnou vnitřní keramickou vložkou.

Kouřovod o průměru 152 mm bude realizován z ocelového plechu.

11. OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Instalací a provozem otopné soustavy nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí. Projekt plně respektuje požadavky na užití energie a pravidla pro vytápění v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. a dle ustanovení vyhlášky ČÚBP č. 48/1982 a souvisejících norem a předpisů.

12. POŽÁRNÍ OCHRANA A BEZPEČNOST

12.1. Požární ochrana

Při instalaci a provozu se řídíme ČSN 061008 - Požární bezpečnost lokálních spotřebičů a zdrojů tepla. Musí být dodržena bezpečná vzdálenost od stavebních hmot, minimálně 200 mm. Tato vzdálenost platí pro kotle a kouřovody umístěné v blízkosti hořlavých hmot stupně hořlavosti B, C1 a C2. V ostatních případech se může vzdálenost buď zvýšit, nebo snížit. Bezpečná vzdálenost se musí dodržet i při ukládání zařizovacích předmětů do blízkosti kotlů.

Podle nařízení vlády č. 91/2010 Sb. o podmínkách požární bezpečnosti při provozu komínů, kouřovodů a spotřebičů paliv je nutno u spotřebičů na pevná paliva do 50 kW při celoročním provozu čištění spalínové cesty 3x ročně, čištění spotřebiče 2x ročně a kontrola spalínové cesty 1x ročně.

12.2. Bezpečnost při provozu

Zařízení při provozu smí obsluhovat pouze zaškolená osoba, která je povinna dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

C.2 Projektová dokumentace

Výkres C1 - Půdorys 1NP	M 1:50
Výkres C2 - Půdorys 2NP	M 1:50
Výkres C3 - Půdorys 1PP	M 1:50
Výkres C4 - Schéma zapojení otopných těles	M 1:50
Výkres C5 - Půdorys kotelny	M 1:25
Výkres C6 - Schéma zapojení kotelny	M 1:20

Projektová dokumentace je zařazena v *příloze C1 - C5*

ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navržení otopné soustavy, zdroje tepla a přípravy teplé vody pro budovu golfového klubu.

V teoretické části byl vypracován přehled některých možností vytápění dřevem. Na základě zhodnocení jednotlivých parametrů kotlů jsem vybrala pro navrhovaný objekt nejvýhodnější zdroj tepla.

Výpočtovou částí byl splněn předpoklad, že navržená otopná soustava bude zajišťovat tepelnou pohodu daného objektu. Vytápění objektu budou zajišťovat desková a trubková otopná tělesa KORADO. Jako zdroj tepla byl navržen automatický kotel na pelety ATMOS, který nejvíce vyhovoval podmínkám provozu tohoto objektu. Výpočtem roční potřeby paliva jsem dospěla k tomu, že sklad pelet bude muset být plněn dvakrát ročně. Pro objekt byl vytvořen energetický štítek obálky budovy s výslednou klasifikací B - úsporná.

Výsledkem této práce je projektová dokumentace, ve které se nachází specifikace vedení otopné soustavy a jednotlivých zařízení a technická zpráva.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura

- [1] BAŠTA, Jiří a kol. *Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. 1. vyd. Praha: GAS, 2001. ISBN 80-86176-83-5
- [2] EBERT, Hans-Peter. *Topení dřevem ve všech druzích kamen*. 1. české vyd. Ostrava: Hel, 2007, 159 s. ISBN 978-80-86167-29-9
- [3] HANOUSEK, Miloš. *Topíme dřevem*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001, 80 s. Profi. ISBN 80-247-0082-4
- [4] HOLZ, Thomas. *Topíme dřevěnými peletami: návrh, instalace a provoz*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 133 s. ISBN 978-80-247-1634-3
- [5] KOLONIČNÝ, Jan, Jiří HORÁK a Silvie PETRÁNKOVÁ ŠEVČÍKOVÁ. *Kotle malých výkonů na pevná paliva*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011, 105 s. ISBN 978-80-248-2542-7
- [6] KOLONIČNÝ, Jan a Silvie PETRÁNKOVÁ ŠEVČÍKOVÁ. *Spalovací zařízení pro domácnosti do 50 kW na biomasu*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2011, 39 s. ISBN 978-80-248-2509-0
- [7] Loo S., Koppejan J. *The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing*, EARTHSCAN December 2007, 464 pages, ISBN 978-1-84407-249-1
- [8] LYČKA, Zdeněk. *Dřevní peleta, aneb, Peleta mýtů zbavená*. 1. vyd. Krnov: LING Vydavatelství, 2011. ISBN 978-809-0491-403
- [9] LYČKA, Zdeněk. *Dřevní peleta II: spalování v malých zdrojích tepla*. 1. vyd. Krnov: LING Vydavatelství, 2011, 71 s. ISBN 978-80-904914-1-0
- [10] LYČKA, Zdeněk. *Malé teplovodní kotle na pevná paliva: spalování pevných paliv po roce 2013*. 1. vyd. Krnov: LING Vydavatelství, 2012, 95 s. ISBN 978-80-904914-2-7

Elektronické zdroje

- [11] ATMOS. *Instalace kotlů: Doporučená zapojení* [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/instalace-kotlu-006-dalsi-doporuce-zapojeni>
- [12] ATMOS. *Kombi kotle na dřevo, peleta a ETO* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-003>
- [13] ATMOS. *Kotle na pelety* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.atmos.cz/czech/kotle-004>
- [14] ATMOS. *Návod k použití: Laddomat 21* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.atmos.cz/czech/files/instalace-kotlu/Laddomat%2021_CZ_pdf.pdf
- [15] ČESKÁ PELETA. [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://ceska-peleta.cz/pelety-brikety-drevo-zakladni-prehled/>
- [16] DZ DRAŽICE. [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/index.php/cs>
- [17] ELEKTRODESIGN. *Katalogový list: Axiální ventilátory* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/download/30045>
- [18] GRUNDFOS. *Grundfos WebCAPS* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://net.grundfos.com/Apl/WebCAPS/custom?userid=GCZ>

- [19] HERZ. *Technické listy: Filtr* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.herz.cz/download-technicke-udaje/?file=4111_Filtr_CZ.pdf
- [20] IVAR CS. *Tlakové expanzní nádoby: Technický list* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.ivarcs.cz/?download=_/aquahot/letak_tlakove_nadoby_cz.pdf
- [21] IVAR CS. *Směšovací ventil třícestný: Technický list* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.ivarcs.cz/?download=_/p.ivar.mix3/sv_mix3-4.pdf
- [22] KORADO. *Katalogy* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.korado.cz/cs/korado_servis/ke_stazeni/katalogy.shtml
- [23] MEIBES. *Katalog ventily pojistné a směšovací* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.meibes.cz/file.php?type=file&disk_filename=file_1664_GENERAL.pdf
- [24] OVENTROP. [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.oventrop.de/products.asp?wg=030-1&pg=3&sprache=CZ>
- [25] RACIOTERM. *Kombinovaný rozdělovač - sběrač* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.racioterm.cz/katalog-produktu/vyrobky-racioterm/rozdelovac-sberac>
- [26] REFLEX CZ. *Technické podklady: Doplnovací zařízení control* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.reflexcz.cz/?download=tk/g_doplnovaci_systemy.pdf
- [27] ROLF. *Akumulační nádrže: Dokumentace* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.rolf.cz/portals/67/Sys41/file1/6917.pdf>
- [28] SCHIEDEL. *Technické podklady: Diagramy pro návrh průřezu* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: http://www.schiedel.cz/?download=_/technicke-podklady/schiedel_kominy_absolut_diag_zaklad.pdf
- [29] STUPAVSKÝ, Vladimír: *Pelety z biomasy - dřevěné, rostlinné, kůrové pelety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>. ISSN: 1801-2655
- [30] STUPAVSKÝ, Vladimír: *Zplynovací kotel na kusové dřevo, polena a dřevěné brikety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zplynovaci-kotel-na-kusove-drevo-polena-a-drevene-brikety>. ISSN: 1801-2655
- [31] TA HYDRONICS. *Třícestné směšovací ventily: Technický katalog* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.tahydronics.com/cs/produkty-a-eeni/termostaticka-regulace/termostaticke-ventily-a-roubeni/3-cestne-termostaticke-ventily/Ticestne-smovaci-ventily/>
- [32] TZB-INFO. *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [33] VKV-PARDUBICE. *Protidešťové žaluzie* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.vkv-pardubice.cz/produkty/vzduchotechnicke-mrizky-a-protidestove-zaluzie/protidestove-zaluzie.htm>

Normy

- [34] ČSN 06 1000. *Lokální spotřebiče pevných, kapalných a plyných paliv. Termíny a definice.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1994
- [35] ČSN 070240. *Teplovodní a nízkotlaké parní kotle: Základní ustanovení.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993
- [36] ČSN EN 303-5. *Kotle pro ústřední vytápění - Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční a samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW - Terminologie, požadavky, zkoušení a značení.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [37] ČSN EN 14961-2. *Tuhá biopaliva - Specifikace a třídy paliv - Část 2: Dřevní pelety pro maloodběratele.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [38] ČSN EN 15270. *Hořáky spalující pelety pro kotle malých výkonů - Terminologie, požadavky, zkoušení, značení.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

t_e	[°C]	výpočtová venkovní teplota
t_{em}	[°C]	průměrná venkovní teplota
t_i	[°C]	výpočtová vnitřní teplota
t_{im}	[°C]	průměrná vnitřní teplota
t_1	[°C]	teplota studené vody
t_2	[°C]	teplota teplé vody
T_1	[°C]	teplota přívodní topné vody
T_2	[°C]	teplota vratné topné vody
U	[W/(m ² K)]	součinitel prostupu tepla
U_N	[W/m ² K]	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla
R	[m ² K/W]	tepelný odpor vrstvy, konstrukce
R_T	[m ² K/W]	odpor konstrukce při prostupu tepla
R_{si}	[m ² K/W]	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
R_{se}	[m ² K/W]	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
d	[m]	tloušťka vrstvy konstrukce
λ	[W/(mK)]	součinitel tepelné vodivosti
A	[m ²]	půdorysná plocha
V	[m ³]	objem
H_T	[W/K]	měrná ztráta prostupem tepla
Q_H	[W]	tepelná ztráta místnosti
z	[per ⁻¹]	poměrná ztráta při ohřevu vody a distribuce
t_p	[hod]	doba trvání periody
Q	[W]	tepelný výkon
M	[kg/h]	hmotnostní průtok
l	[m]	délka potrubí
DN	[mm]	jmenovitá světlost potrubí, armatur
R	[Pa/m]	tlaková ztráta na metr potrubí
w	[m/s]	rychlost proudění
ξ	[-]	součinitel místních odporů
Z	[Pa]	tlaková ztráta místními odpory

Δp_{rv}	[Pa]	tlaková ztráta ventilu
Δp_{dis}	[Pa]	tlaková ztráta potrubí
k_v	[m ³ /s]	průtokový součinitel ventilu
H	[m]	dopravní výška
Q_{VYT}	[W]	tepelný výkon potřebný pro vytápění
Q_{TV}	[W]	tepelný výkon potřebný pro přípravu teplé vody
Q_{TECH}	[W]	tepelný výkon potřebný pro ostatní technologie
d_p	[m]	průměr potrubí
p_d	[Pa]	provozní přetlak
p_h	[Pa]	otevírací přetlak
v	[m/s]	rychlost proudění vzduchu
E	[MWh/r]	spotřeba energie za rok
L	[mm]	charakteristický rozměr „U“ kompenzátoru
ρ	[kg/m ³]	hustota
g	[m/s ²]	gravitační zrychlení
c	[kJ/(kgK)]	měrná tepelná kapacita
η	[-]	účinnost
H	[MJ/kg]	výhřevnost

pozn. ostatní zkratky jsou popsány u jednotlivých výpočtů

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obr. A.1 Průběh spalování dřeva	13
Obr. A.2 Schémata zplyňovačů	15
Obr. A.3 Princip spalování v prohořivacím kotli	18
Obr. A.4 Princip spalování v odhořivacím kotli	18
Obr. A.5 Dřevní polena	20
Obr. A.6 Spalování dřeva v prohořivacím kotli	21
Obr. A.7 Prohořivací kotel.....	22
Obr. A.8 Kotel se spodním odhoříváním.....	23
Obr. A.9 Zplyňovací kotel.....	24
Obr. A.10 Zplyňovací kotel na dřevo GUNTAMATIC SYNCHRO	25
Obr. A.11 Dřevní peleta	26
Obr. A.12 Automatický kotel	28
Obr. A.13 Spalovací komora kotle ATMOS s miskovým hořákem	30
Obr. A.14 Trubicový hořák.....	30
Obr. A.15 Schémata hořáků.....	31
Obr. A.16 Schéma retortového hořáku	31
Obr. A.17 Kombinovaný kotel ATMOS na dřevo, pelety a EOT	33
Obr. A.18 Schéma zapojení kotle s Laddomatem	34
Obr. B.1 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače	67
Obr. B.2 Protidešťová žaluzie.....	72

Tabulky

Tabulka A.1 Systémy dodávky paliv.....	32
Tabulka B.1 Maximální vzdálenosti upevnění potrubí	70
Tabulka B.2 Výhřevnost a prvkové složení dřevní pelety	71

Grafy

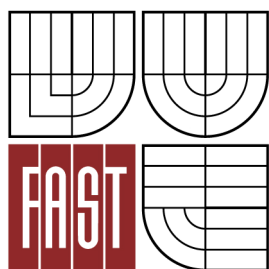
Graf A.1 Závislost výhřevnosti na obsahu vody	27
Graf B.1 Odběrový diagram	49
Graf B.2 Čerpadlo MAGNA 25-60	51
Graf B.3 Čerpadlo ALPHA2 25-60 180.....	56
Graf B.4 Čerpadlo ALPHA2 25-40 180.....	58
Graf B.5 Čerpadlo ALPHA2 25-50 180.....	60
Graf B.6 Čerpadlo ALPHA2 25-60 180.....	61
Graf B.7 Návrh komínu SCHIDEL ABSOLUT	75

Technické listy

Tech. list B.1 Nepřímotopný ohřívač DRAŽICE.....	50
Tech. list B.2 Výpočet vyvažovacího ventilu OVENTROP	53
Tech. list B.3 Kotel na pelety ATMOS D45P	63
Tech. list B.4 Expanzní nádoba IVAR.AQUAHOT ACRV150	64
Tech. list B.5 Pojistný ventil MEIBES.....	65
Tech. list B.6 Akumulační nádrž ROLF.....	66
Tech. list B.7 Kombinovaný rozdělovač a sběrač RACIOTERM	67
Tech. list B.8 Laddomat	68
Tech. list B.9 Doplnňovací zařízení REFLEX.....	69
Tech. list B.10 Ventilátor ELEKTRODESIGN.....	74



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

PŘÍLOHY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2013

Seznam příloh

B1	Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností
B2	Otopná tělesa a jejich příslušenství
B3	Filtr
B4	Třícestný směšovací ventil
B5	Návrh čerpadel
B6	Izolace potrubí
C1	Půdorys 1NP
C2	Půdorys 2NP
C3	Půdorys 1PP
C4	Schéma zapojení otopných těles
C5	Půdorys kotelny
C6	Schéma zapojení kotelny

PŘÍLOHA B1

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540
Ztráty 2010

Název objektu : **Vytápění golfového klubu**
Zakázka : **Bakalářská práce**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota T_e : -18.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{e,m}$: 5.7 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty $fg1$: 1.45
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$: 19.5 C

Půdorysná plocha podlahy objektu A : 251.9 m²
Exponovaný obvod objektu P : 87.6 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V : 1184.7 m³
Typ objektu : nebytový

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	101	Název místnosti :	WC personál
Půd. plocha A :	4.8 m ²	Objem vzduchu V :	13.3 m ³
Exp. obvod P :	8.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V_{su} :	80.0 m ³ /h
Odvod V_{ex} :	80.0 m ³ /h	Teplota větr. vzduchu :	20.0 C
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	5.2	0.15	e = 1.00	0.05	-----	1.04 W/K
okna	0.5	1.10	e = 1.00	0.00	-----	0.55 W/K
podlaha zem	4.8	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.42 W/K
stěna 365 - 15°	0.4	0.36	f _i = 0.13	0.00	-----	0.02 W/K
strop 24°C	3.9	0.29	f _i = -0.11	0.00	-----	-0.12 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.12 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	73 W,	tj.	0.9 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	21 W,	tj.	0.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	93 W,	tj.	0.4 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	102	Název místnosti :	WC ženy
Půd. plocha A :	5.4 m ²	Objem vzduchu V :	15.6 m ³
Exp. obvod P :	9.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W

Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 160.0 m³/h
 Odvod Vex : 160.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 20.0 C
 Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	7.2	0.15	e = 1.00	0.05	-----	1.44 W/K
okna	0.8	1.10	e = 1.00	0.00	-----	0.83 W/K
podlaha zem	5.4	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.48 W/K
strop 24°C	0.8	0.29	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.02 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.12 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 103 W, tj. 1.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 24 W, tj. 0.2 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 128 W, tj. 0.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
 Číslo místnosti : 103 Název místnosti : WC muži
 Pūd. plocha A : 9.3 m² Objem vzduchu V : 25.9 m³
 Exp. obvod P : 14.1 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 210.0 m³/h
 Odvod Vex : 210.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 20.0 C
 Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	15.4	0.15	e = 1.00	0.05	-----	3.09 W/K
okna	1.2	1.10	e = 1.00	0.00	-----	1.32 W/K
podlaha zem	9.3	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.82 W/K
stěna 200 - 15°	10.0	0.57	f,i = 0.13	0.00	-----	0.75 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.20 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 227 W, tj. 2.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 67 W, tj. 0.4 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 294 W, tj. 1.2 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
 Číslo místnosti : 104 Název místnosti : schodiště
 Pūd. plocha A : 10.9 m² Objem vzduchu V : 45.7 m³
 Exp. obvod P : 14.3 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 15.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	11.6	0.15	e = 1.00	0.05	-----	2.33 W/K
okna	1.3	1.10	e = 1.00	0.00	-----	1.39 W/K
střecha	5.7	0.18	e = 1.00	0.05	-----	1.32 W/K
podlaha zem	10.9	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.73 W/K
podhled	3.1	0.18	bu= 0.73	0.05	-----	0.52 W/K
stěna 200 - 10°	8.8	0.57	f,i = 0.15	0.00	-----	0.76 W/K
stěna 150 - 20°	9.3	0.72	f,i =-0.15	0.00	-----	-1.01 W/K
stěna 200 - 20°	24.9	0.57	f,i =-0.15	0.00	-----	-2.15 W/K
dveře 20°C	2.4	2.50	f,i =-0.15	0.00	-----	-0.89 W/K
strop 20°C	1.7	0.29	f,i =-0.15	0.00	-----	-0.07 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 96 W, tj. 1.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 256 W, tj. 1.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 352 W, tj. 1.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
Číslo místnosti : 105 Název místnosti : sklad potravin
Půd. plocha A : 6.9 m² Objem vzduchu V : 19.3 m³
Exp. obvod P : 10.7 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 10.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	5.6	0.15	e = 1.00	0.05	-----	1.12 W/K
okna	0.6	1.10	e = 1.00	0.00	-----	0.62 W/K
podlaha zem	6.9	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.25 W/K
stěna 365 - -3°	8.8	0.36	bu= 0.46	0.05	-----	1.66 W/K
stěna 200 - 15°	8.8	0.57	f,i =-0.18	0.00	-----	-0.89 W/K
stěna 100 - 15°	4.6	0.98	f,i =-0.18	0.00	-----	-0.80 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f,i =-0.18	0.00	-----	-0.71 W/K
strop 20°C	6.9	0.29	f,i =-0.36	0.00	-----	-0.72 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 15 W, tj. 0.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 92 W, tj. 0.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 107 W, tj. 0.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
Číslo místnosti : 106 Název místnosti : chodba
Půd. plocha A : 3.1 m² Objem vzduchu V : 8.6 m³
Exp. obvod P : 7.2 m Počet na podlaží : 1

Teplota T_i : 15.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
 Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
podlaha zem	3.1	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.20 W/K
stěna 365 - -3°	2.1	0.36	bu= 0.55	0.05	-----	0.48 W/K
dveře -3°C	1.8	1.30	bu= 0.55	0.00	-----	1.27 W/K
stěna 150 - 20°	4.6	0.72	$f_{i,i} = -0.15$	0.00	-----	-0.50 W/K
dveře 20°C	1.6	2.50	$f_{i,i} = -0.15$	0.00	-----	-0.60 W/K
stěna 100 - 10°	4.6	0.98	$f_{i,i} = 0.15$	0.00	-----	0.68 W/K
dveře 10°C	1.6	2.50	$f_{i,i} = 0.15$	0.00	-----	0.60 W/K
strop 20°C	3.1	0.29	$f_{i,i} = -0.15$	0.00	-----	-0.14 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 66 W, tj. 0.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 48 W, tj. 0.3 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 114 W, tj. 0.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
 Číslo místnosti : 107 Název místnosti : příruční sklad
 Půd. plocha A : 10.2 m² Objem vzduchu V : 28.4 m³
 Exp. obvod P : 13.9 m Počet na podlaží : 1
 Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
 Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
 Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.0 1/h
 Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
podlaha zem	10.2	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.90 W/K
stěna 365 - -3°	4.7	0.36	bu= 0.61	0.05	-----	1.19 W/K
stěna 150 - 15°	11.5	0.72	$f_{i,i} = 0.13$	0.00	-----	1.09 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	$f_{i,i} = 0.13$	0.00	-----	0.52 W/K
strop 24°C	7.1	0.29	$f_{i,i} = -0.11$	0.00	-----	-0.22 W/K
strop 15°C	2.7	0.29	$f_{i,i} = 0.13$	0.00	-----	0.10 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 136 W, tj. 1.7 % z celkové ztráty prostupem objektu
 Ztráta větráním $F_{i,V}$: 0 W, tj. 0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
 Ztráta celková $F_{i,HL}$: 136 W, tj. 0.6 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
 Číslo místnosti : 108 Název místnosti : kuchyně
 Půd. plocha A : 22.4 m² Objem vzduchu V : 62.4 m³
 Exp. obvod P : 18.9 m Počet na podlaží : 1

Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	7.3	0.15	$e = 1.00$	0.05	-----	1.46 W/K
okna	3.0	1.10	$e = 1.00$	0.00	-----	3.30 W/K
podlaha zem	22.4	0.22	$G_w = 1.00$	-----	0.16	1.98 W/K
strop 15°C	6.0	0.29	$f_{i,j} = 0.13$	0.00	-----	0.23 W/K
strop 24°C	1.4	0.29	$f_{i,j} = -0.11$	0.00	-----	-0.04 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	264 W,	tj.	3.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	403 W,	tj.	2.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	666 W,	tj.	2.8 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	109	Název místnosti :	restaurace
Půd. plocha A :	142.2 m ²	Objem vzduchu V :	396.7 m ³
Exp. obvod P :	62.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	2.0 1/h
Výměna n_{50} :	2.0 1/h	Činitelé $e + \epsilon$:	0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	64.7	0.15	$e = 1.00$	0.05	-----	12.95 W/K
okna	23.1	1.10	$e = 1.00$	0.00	-----	25.41 W/K
dveře ven	4.8	1.30	$e = 1.00$	0.00	-----	6.30 W/K
podlaha zem	44.7	0.22	$G_w = 1.00$	-----	0.16	3.96 W/K
stěna 365 - 10°	6.0	0.36	$b_u = 0.26$	0.05	-----	0.64 W/K
dveře 10°C	1.6	1.60	$b_u = 0.26$	0.00	-----	0.66 W/K
strop sklep 5°C	74.2	0.21	$b_u = 0.39$	0.05	-----	7.53 W/K
strop sklep 15°	27.8	0.21	$b_u = 0.13$	0.05	-----	0.94 W/K
stěna 365 - 15°	2.4	0.36	$f_{i,j} = 0.13$	0.00	-----	0.11 W/K
skl.dveře - 15°	3.6	1.10	$f_{i,j} = 0.13$	0.00	-----	0.53 W/K
strop 15°C	11.9	0.29	$f_{i,j} = 0.13$	0.00	-----	0.45 W/K
strop 24°C	25.7	0.29	$f_{i,j} = -0.11$	0.00	-----	-0.78 W/K
dveře 15°C	2.4	2.50	$f_{i,j} = 0.13$	0.00	-----	0.78 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 2.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	2260 W,	tj.	28.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	10250 W,	tj.	65.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	12510 W,	tj.	52.8 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
Číslo místnosti : 111 Název místnosti : golf shop
Půd. plocha A : 21.5 m² Objem vzduchu V : 51.1 m³
Exp. obvod P : 18.6 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n₅₀ : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 300	15.8	0.18	e = 1.00	0.05	-----	3.63 W/K
střešní okna	3.3	1.40	e = 1.00	0.00	-----	4.59 W/K
střecha	10.9	0.18	e = 1.00	0.05	-----	2.51 W/K
podlaha zem	21.5	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	1.91 W/K
stěna 200 - 10°	8.1	0.57	bu= 0.26	0.05	-----	1.31 W/K
podhled	9.7	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	1.70 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 595 W, tj. 7.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 330 W, tj. 2.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 925 W, tj. 3.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 1 Název podlaží : 1NP
Číslo místnosti : 113 Název místnosti : hlavní vstup
Půd. plocha A : 7.4 m² Objem vzduchu V : 19.5 m³
Exp. obvod P : 10.9 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 15.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.0 1/h
Výměna n₅₀ : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 300	16.0	0.18	e = 1.00	0.05	-----	3.68 W/K
dveře ven	3.4	1.30	e = 1.00	0.00	-----	4.47 W/K
střecha	3.3	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.76 W/K
podlaha zem	7.4	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.49 W/K
podhled	4.6	0.18	bu= 0.73	0.05	-----	0.76 W/K
stěna 365 - 20°	3.2	0.36	f _i = -0.15	0.00	-----	-0.17 W/K
dveře 20°C	3.6	1.30	f _i = -0.15	0.00	-----	-0.72 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.12 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 306 W, tj. 3.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 26 W, tj. 0.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 333 W, tj. 1.4 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	116	Název místnosti :	WC terénní
Půd. plocha A :	1.5 m ²	Objem vzduchu V :	4.9 m ³
Exp. obvod P :	5.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	15.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T
stěna 300	4.2	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.97 W/K
okna	0.3	1.10	e = 1.00	0.00	-----	0.28 W/K
podlaha zem	1.4	0.22	Gw= 1.00	-----	0.16	0.09 W/K
stěna 200 - -9°	7.4	0.57	bu= 0.73	0.05	-----	3.35 W/K
stěna 150 - -3°	3.2	0.72	bu= 0.55	0.05	-----	1.36 W/K
dveře -9°C	1.4	2.50	bu= 0.73	0.00	-----	2.52 W/K
podhled garáž	1.5	0.24	bu= 0.73	0.05	-----	0.33 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F _{i,T} :	294 W,	tj.	3.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F _{i,V} :	28 W,	tj.	0.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F _{i,HL} :	321 W,	tj.	1.4 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem F _{i,T} :	4434 W,	tj.	55.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F _{i,V} :	11545 W,	tj.	73.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F _{i,HL} :	15980 W,	tj.	67.5 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	201	Název místnosti :	šatna personál
Půd. plocha A :	12.2 m ²	Objem vzduchu V :	31.7 m ³
Exp. obvod P :	16.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T
stěna 365	2.9	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.57 W/K
střešní okna	0.8	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.06 W/K
střecha	9.0	0.18	e = 1.00	0.05	-----	2.08 W/K
stěna 365 - -9°	6.1	0.36	bu= 0.76	0.05	-----	1.90 W/K
podhled	2.6	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.46 W/K
stěna 200 - 15°	5.6	0.57	f _i = 0.13	0.00	-----	0.42 W/K
stěna 150 - 15°	5.1	0.72	f _i = 0.13	0.00	-----	0.48 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f _i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K
stěna 150 - 24°	6.2	0.72	f _i = -0.11	0.00	-----	-0.47 W/K

podlaha 10°C	6.9	0.29	f _i = 0.26	0.00	-----	0.53 W/K
podlaha 15°C	5.0	0.29	f _i = 0.13	0.00	-----	0.19 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F _{i,T} :	294 W,	tj.	3.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F _{i,V} :	205 W,	tj.	1.3 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F _{i,HL} :	499 W,	tj.	2.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	202	Název místnosti :	koupelna
Půd. plocha A :	8.8 m ²	Objem vzduchu V :	19.6 m ³
Exp. obvod P :	12.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
střešní okna	1.1	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.53 W/K
střecha	4.9	0.18	e = 1.00	0.05	-----	1.12 W/K
stěna 365 - -9°	3.4	0.36	bu = 0.79	0.05	-----	1.09 W/K
podhled	3.9	0.18	bu = 0.79	0.05	-----	0.71 W/K
stěna 150 - 20°	13.7	0.72	f _i = 0.10	0.00	-----	0.94 W/K
dveře 20°C	1.4	2.50	f _i = 0.10	0.00	-----	0.33 W/K
stěna 150 - 15°	6.8	0.72	f _i = 0.21	0.00	-----	1.04 W/K
podlaha 20°C	8.3	0.29	f _i = 0.10	0.00	-----	0.23 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F _{i,T} :	294 W,	tj.	3.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F _{i,V} :	420 W,	tj.	2.7 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F _{i,HL} :	714 W,	tj.	3.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	203	Název místnosti :	předsíň
Půd. plocha A :	2.3 m ²	Objem vzduchu V :	6.0 m ³
Exp. obvod P :	6.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.0 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
střecha	0.3	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.07 W/K
podhled	2.3	0.18	bu = 0.76	0.05	-----	0.39 W/K
stěna 150 - 24°	2.6	0.72	f _i = -0.11	0.00	-----	-0.20 W/K
dveře 24°C	1.4	2.50	f _i = -0.11	0.00	-----	-0.36 W/K

dveře 15°C	1.6	2.50	f _i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K
stěna 150 - 15°	2.3	0.72	f _i = 0.13	0.00	-----	0.22 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem F _{i,T} :	24 W,	tj.	0.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F _{i,V} :	0 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F _{i,HL} :	24 W,	tj.	0.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	204	Název místnosti :	WC
Půd. plocha A :	2.0 m2	Objem vzduchu V :	2.2 m3
Exp. obvod P :	5.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	nucené	Přívod vzduchu V _{su} :	50.0 m3/h
Odvod V _{ex} :	50.0 m3/h	Teplota větr. vzduchu :	20.0 C
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T
stěna 365	1.5	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.30 W/K
střecha	2.5	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.58 W/K
stěna 150 - 24°	3.3	0.72	f _i = -0.11	0.00	-----	-0.25 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem F _{i,T} :	24 W,	tj.	0.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F _{i,V} :	0 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F _{i,HL} :	24 W,	tj.	0.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	205	Název místnosti :	pokoj
Půd. plocha A :	15.9 m2	Objem vzduchu V :	35.1 m3
Exp. obvod P :	16.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T _i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F _{i,z} :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U _{eq}	H,T
stěna 365	2.5	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.49 W/K
střešní okna	2.2	1.40	e = 1.00	0.00	-----	3.05 W/K
střecha	9.0	0.18	e = 1.00	0.05	-----	2.06 W/K
podhled	6.8	0.18	bu = 0.76	0.05	-----	1.18 W/K
stěna 365 - -9°	3.8	0.36	bu = 0.76	0.05	-----	1.20 W/K
stěna 150 - 15°	11.7	0.72	f _i = 0.13	0.00	-----	1.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 346 W, tj. 4.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 226 W, tj. 1.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 572 W, tj. 2.4 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 206 Název místnosti : pokoj
Půd. plocha A : 13.6 m² Objem vzduchu V : 30.2 m³
Exp. obvod P : 14.8 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
střešní okna	2.2	1.40	$e = 1.00$	0.00	-----	3.05 W/K
střecha	7.0	0.18	$e = 1.00$	0.05	-----	1.61 W/K
podhled	6.0	0.18	$bu = 0.76$	0.05	-----	1.05 W/K
stěna 365 - -9°	4.9	0.36	$bu = 0.76$	0.05	-----	1.54 W/K
stěna 150 - 24°	4.0	0.72	$f_{,i} = -0.11$	0.00	-----	-0.30 W/K
dveře 24°C	1.4	2.50	$f_{,i} = -0.11$	0.00	-----	-0.36 W/K
stěna 150 - 15°	8.8	0.72	$f_{,i} = 0.13$	0.00	-----	0.84 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	$f_{,i} = 0.13$	0.00	-----	0.52 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 302 W, tj. 3.7 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 195 W, tj. 1.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 497 W, tj. 2.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 207 Název místnosti : koupelna
Půd. plocha A : 5.8 m² Objem vzduchu V : 12.6 m³
Exp. obvod P : 10.7 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 24.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 1.5 1/h
Výměna n_{50} : 2.0 1/h Činitelé $e + \epsilon$: 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	0.9	0.15	$e = 1.00$	0.05	-----	0.18 W/K
střešní okna	0.9	1.40	$e = 1.00$	0.00	-----	1.29 W/K
střecha	3.6	0.18	$e = 1.00$	0.05	-----	0.82 W/K
podhled	2.9	0.18	$bu = 0.79$	0.05	-----	0.53 W/K
stěna 365 - -9°	1.2	0.36	$bu = 0.79$	0.05	-----	0.40 W/K
stěna 150 - 20°	6.6	0.72	$f_{,i} = 0.10$	0.00	-----	0.45 W/K

dveře 20°C	1.4	2.50	f _i = 0.10	0.00	-----	0.33 W/K
stěna 150 - 15°	5.1	0.72	f _i = 0.21	0.00	-----	0.78 W/K
podlaha 20°C	5.8	0.29	f _i = 0.10	0.00	-----	0.16 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 208 W, tj. 2.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 270 W, tj. 1.7 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 478 W, tj. 2.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 208 Název místnosti : koupelna
Půd. plocha A : 5.1 m² Objem vzduchu V : 10.3 m³
Exp. obvod P : 9.0 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 24.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 1.5 1/h
Výměna n₅₀ : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	2.9	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.57 W/K
střešní okna	0.9	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.29 W/K
střecha	4.1	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.95 W/K
podhled	0.9	0.18	bu = 0.79	0.05	-----	0.16 W/K
stěna 150 - 20°	4.7	0.72	f _i = 0.10	0.00	-----	0.32 W/K
stěna 100 - 20°	4.3	0.98	f _i = 0.10	0.00	-----	0.41 W/K
dveře 20°C	1.4	2.50	f _i = 0.10	0.00	-----	0.33 W/K
podlaha 20°C	5.1	0.29	f _i = 0.10	0.00	-----	0.14 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F_{i,RH} : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F_{i,T} : 175 W, tj. 2.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F_{i,V} : 221 W, tj. 1.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F_{i,HL} : 396 W, tj. 1.7 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 209 Název místnosti : předsíň
Půd. plocha A : 2.7 m² Objem vzduchu V : 7.1 m³
Exp. obvod P : 7.8 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk F_{i,z} : 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.0 1/h
Výměna n₅₀ : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
podhled	2.7	0.18	bu = 0.76	0.05	-----	0.48 W/K
stěna 150 - 24°	2.6	0.72	f _i = -0.11	0.00	-----	-0.20 W/K

stěna 150 - 15°	1.4	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	0.14 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f,i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K
stěna 100 - 24°	4.3	0.98	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.45 W/K
dveře 24°C	1.4	2.50	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.36 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	5 W,	tj.	0.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	0 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	5 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	211	Název místnosti :	pokoj
Pūd. plocha A :	16.9 m ²	Objem vzduchu V :	33.6 m ³
Exp. obvod P :	16.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	10.7	0.15	e = 1.00	0.05	-----	2.14 W/K
okna	1.7	1.10	e = 1.00	0.00	-----	1.86 W/K
střešní okna	1.1	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.53 W/K
střecha	13.8	0.18	e = 1.00	0.05	-----	3.18 W/K
podhled	2.8	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.50 W/K
stěna 150 - 24°	4.7	0.72	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.35 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	336 W,	tj.	4.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	217 W,	tj.	1.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	553 W,	tj.	2.3 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	212	Název místnosti :	pokoj
Pūd. plocha A :	16.9 m ²	Objem vzduchu V :	33.6 m ³
Exp. obvod P :	16.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	10.7	0.15	e = 1.00	0.05	-----	2.14 W/K
okna	1.7	1.10	e = 1.00	0.00	-----	1.86 W/K
střešní okna	1.1	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.53 W/K
střecha	13.8	0.18	e = 1.00	0.05	-----	3.18 W/K

podhled	2.8	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.50 W/K
stěna 150 - 24°	4.7	0.72	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.35 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	336 W,	tj.	4.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	217 W,	tj.	1.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	553 W,	tj.	2.3 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	213	Název místnosti :	předsíň
Pūd. plocha A :	2.7 m2	Objem vzduchu V :	7.1 m3
Exp. obvod P :	7.8 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.0 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
podhled	2.7	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.48 W/K
stěna 150 - 24°	2.6	0.72	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.20 W/K
stěna 150 - 15°	1.4	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	0.14 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f,i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K
stěna 100 - 24°	4.3	0.98	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.45 W/K
dveře 24°C	1.4	2.50	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.36 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem Fi,T :	5 W,	tj.	0.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V :	0 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL :	5 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	214	Název místnosti :	koupelna
Pūd. plocha A :	5.1 m2	Objem vzduchu V :	10.3 m3
Exp. obvod P :	9.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	2.9	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.57 W/K
střešní okna	0.9	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.29 W/K
střecha	4.1	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.95 W/K
podhled	0.9	0.18	bu= 0.79	0.05	-----	0.16 W/K
stěna 150 - 20°	4.7	0.72	f,i = 0.10	0.00	-----	0.32 W/K

stěna 100 - 20°	4.3	0.98	f,i = 0.10	0.00	-----	0.41 W/K
dveře 20°C	1.4	2.50	f,i = 0.10	0.00	-----	0.33 W/K
podlaha 20°C	5.1	0.29	f,i = 0.10	0.00	-----	0.14 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 175 W, tj. 2.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V : 221 W, tj. 1.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL : 396 W, tj. 1.7 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 215 Název místnosti : koupelna
Pūd. plocha A : 5.5 m2 Objem vzduchu V : 11.5 m3
Exp. obvod P : 10.4 m Počet na podlaží : 1
Teplota Ti : 24.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk Fi,z : 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 1.5 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	2.7	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.55 W/K
střešní okna	0.9	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.29 W/K
střecha	3.9	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.90 W/K
podhled	1.6	0.18	bu= 0.79	0.05	-----	0.29 W/K
stěna 150 - 20°	2.6	0.72	f,i = 0.10	0.00	-----	0.18 W/K
stěna 150 - 15°	2.3	0.72	f,i = 0.21	0.00	-----	0.36 W/K
stěna 100 - 20°	8.0	0.98	f,i = 0.10	0.00	-----	0.74 W/K
dveře 20°C	1.4	2.50	f,i = 0.10	0.00	-----	0.33 W/K
podlaha 20°C	5.5	0.29	f,i = 0.10	0.00	-----	0.15 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 201 W, tj. 2.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním Fi,V : 247 W, tj. 1.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková Fi,HL : 448 W, tj. 1.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 216 Název místnosti : předsíň
Pūd. plocha A : 2.0 m2 Objem vzduchu V : 5.2 m3
Exp. obvod P : 6.2 m Počet na podlaží : 1
Teplota Ti : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk Fi,z : 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.0 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
střecha	0.1	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.02 W/K
podhled	2.1	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.36 W/K
stěna 150 - 15°	2.6	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	0.24 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f,i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K
stěna 100 - 24°	8.0	0.98	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.82 W/K
dveře 24°C	1.4	2.50	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.36 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: -1 W, tj. -0.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 0 W, tj. 0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: -1 W, tj. -0.0 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 217 Název místnosti : pokoj
Půd. plocha A : 12.7 m² Objem vzduchu V : 27.9 m³
Exp. obvod P : 14.8 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	5.2	0.15	e = 1.00	0.05	-----	1.04 W/K
střešní okna	2.2	1.40	e = 1.00	0.00	-----	3.05 W/K
střecha	7.0	0.18	e = 1.00	0.05	-----	1.61 W/K
podhled	5.3	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.92 W/K
stěna 100 - 24°	3.0	0.98	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.31 W/K
stěna 150 - 15°	9.1	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	0.86 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 273 W, tj. 3.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 180 W, tj. 1.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 453 W, tj. 1.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 218 Název místnosti : pokoj
Půd. plocha A : 16.3 m² Objem vzduchu V : 35.9 m³
Exp. obvod P : 16.7 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	4.9	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.97 W/K
střešní okna	2.2	1.40	e = 1.00	0.00	-----	3.05 W/K
střecha	9.2	0.18	e = 1.00	0.05	-----	2.12 W/K
podhled	6.9	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	1.21 W/K
stěna 365 - -9°	1.6	0.36	bu= 0.76	0.05	-----	0.49 W/K
stěna 150 - 15°	12.0	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	1.13 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 341 W, tj. 4.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 232 W, tj. 1.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 573 W, tj. 2.4 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 219 Název místnosti : předsíň
Půd. plocha A : 2.3 m² Objem vzduchu V : 6.1 m³
Exp. obvod P : 6.1 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.0 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
střecha	0.3	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.07 W/K
podhled	2.3	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.39 W/K
stěna 150 - 24°	2.6	0.72	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.20 W/K
dveře 24°C	1.4	2.50	f,i = -0.11	0.00	-----	-0.36 W/K
stěna 150 - 15°	2.3	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	0.22 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f,i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 24 W, tj. 0.3 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 0 W, tj. 0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 24 W, tj. 0.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 221 Název místnosti : WC
Půd. plocha A : 2.1 m² Objem vzduchu V : 4.0 m³
Exp. obvod P : 6.0 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 20.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : nucené Přívod vzduchu V_{su} : 50.0 m³/h
Odvod V_{ex} : 50.0 m³/h Teplota větr. vzduchu : 20.0 C
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
střecha	2.5	0.18	e = 1.00	0.05	-----	0.58 W/K
stěna 365 - -9°	1.5	0.36	bu= 0.76	0.05	-----	0.47 W/K
stěna 150 - 24°	3.3	0.72	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.25 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	31 W,	tj.	0.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	0 W,	tj.	0.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	31 W,	tj.	0.1 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	222	Název místnosti :	koupelna
Půd. plocha A :	8.8 m ²	Objem vzduchu V :	19.6 m ³
Exp. obvod P :	12.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.03 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	3.4	0.15	e = 1.00	0.05	-----	0.68 W/K
střešní okna	1.1	1.40	e = 1.00	0.00	-----	1.53 W/K
střecha	4.9	0.18	e = 1.00	0.05	-----	1.12 W/K
podhled	3.9	0.18	bu= 0.79	0.05	-----	0.71 W/K
stěna 150 - 20°	13.7	0.72	f,i = 0.10	0.00	-----	0.94 W/K
stěna 150 - 15°	6.8	0.72	f,i = 0.21	0.00	-----	1.04 W/K
dveře 20°C	1.4	2.50	f,i = 0.10	0.00	-----	0.33 W/K
podlaha 20°C	8.2	0.29	f,i = 0.10	0.00	-----	0.23 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W

Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$:	276 W,	tj.	3.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$:	420 W,	tj.	2.7 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$:	696 W,	tj.	2.9 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	223	Název místnosti :	kancelář
Půd. plocha A :	15.8 m ²	Objem vzduchu V :	35.8 m ³
Exp. obvod P :	16.2 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T_i :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$:	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.0 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitelé e + epsilon :	0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
stěna 365	10.5	0.15	e = 1.00	0.05	-----	2.11 W/K
okna	1.3	1.10	e = 1.00	0.00	-----	1.39 W/K
střešní okna	2.2	1.40	e = 1.00	0.00	-----	3.05 W/K
střecha	11.9	0.18	e = 1.00	0.05	-----	2.73 W/K
podhled	2.1	0.18	bu= 0.76	0.05	-----	0.37 W/K
stěna 150 - 24°	7.5	0.72	f,i =-0.11	0.00	-----	-0.57 W/K
stěna 150 - 15°	3.6	0.72	f,i = 0.13	0.00	-----	0.34 W/K
stěna 200 - 15°	5.4	0.57	f,i = 0.13	0.00	-----	0.40 W/K
dveře 15°C	1.6	2.50	f,i = 0.13	0.00	-----	0.52 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 1.00 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 393 W, tj. 4.9 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 462 W, tj. 3.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 855 W, tj. 3.6 % z celkové ztráty objektu

REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží : 2 Název podlaží : 2NP
Číslo místnosti : 224 Název místnosti : chodba
Pūd. plocha A : 23.9 m² Objem vzduchu V : 62.2 m³
Exp. obvod P : 39.4 m Počet na podlaží : 1
Teplota T_i : 15.0 C Typ vytápění : převažující přirozená konvekce
Vytápění : nepřerušované Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$: 0 W
Typ větrání : přirozené Min. hyg. výměna : 0.5 1/h
Výměna n50 : 2.0 1/h Činitelé e + epsilon : 0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
podhled	23.9	0.18	bu= 0.73	0.05	-----	4.02 W/K
stěna 150 - 20°	66.8	0.72	f,i =-0.15	0.00	-----	-7.29 W/K
stěna 150 - 24°	21.2	0.72	f,i =-0.27	0.00	-----	-4.16 W/K
dveře 20°C	12.6	2.50	f,i =-0.15	0.00	-----	-4.78 W/K
podlaha 20°C	20.4	0.29	f,i =-0.15	0.00	-----	-0.90 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění $F_{i,RH}$: 0 W
Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: -433 W, tj. -5.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 349 W, tj. 2.2 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: -84 W, tj. -0.4 % z celkové ztráty objektu

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem $F_{i,T}$: 3628 W, tj. 45.0 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$: 4081 W, tj. 26.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$: 7709 W, tj. 32.5 % z celkové ztráty objektu

PŘÍLOHA B2 OTOPNÁ TĚLESA A JEJICH PŘÍSLUŠENSTVÍ

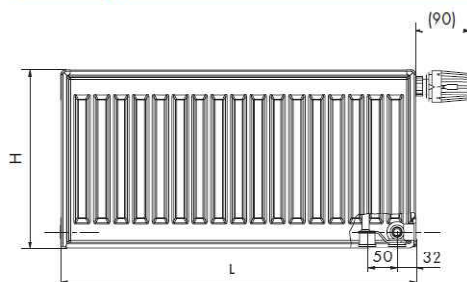
RADIK® VK



Popis

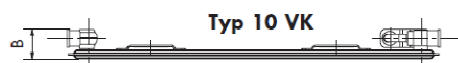
Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařena šest příchyttek.

Přehled typů



Technické údaje

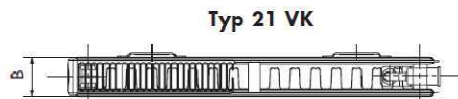
Výška H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní



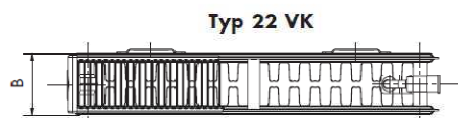
Typ 10 VK



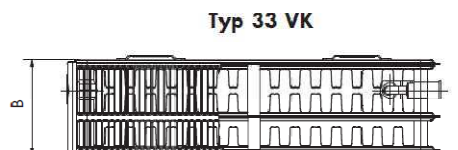
Typ 11 VK



Typ 21 VK

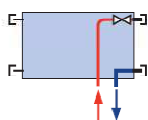


Typ 22 VK



Typ 33 VK

Způsoby připojení na otopnou soustavu

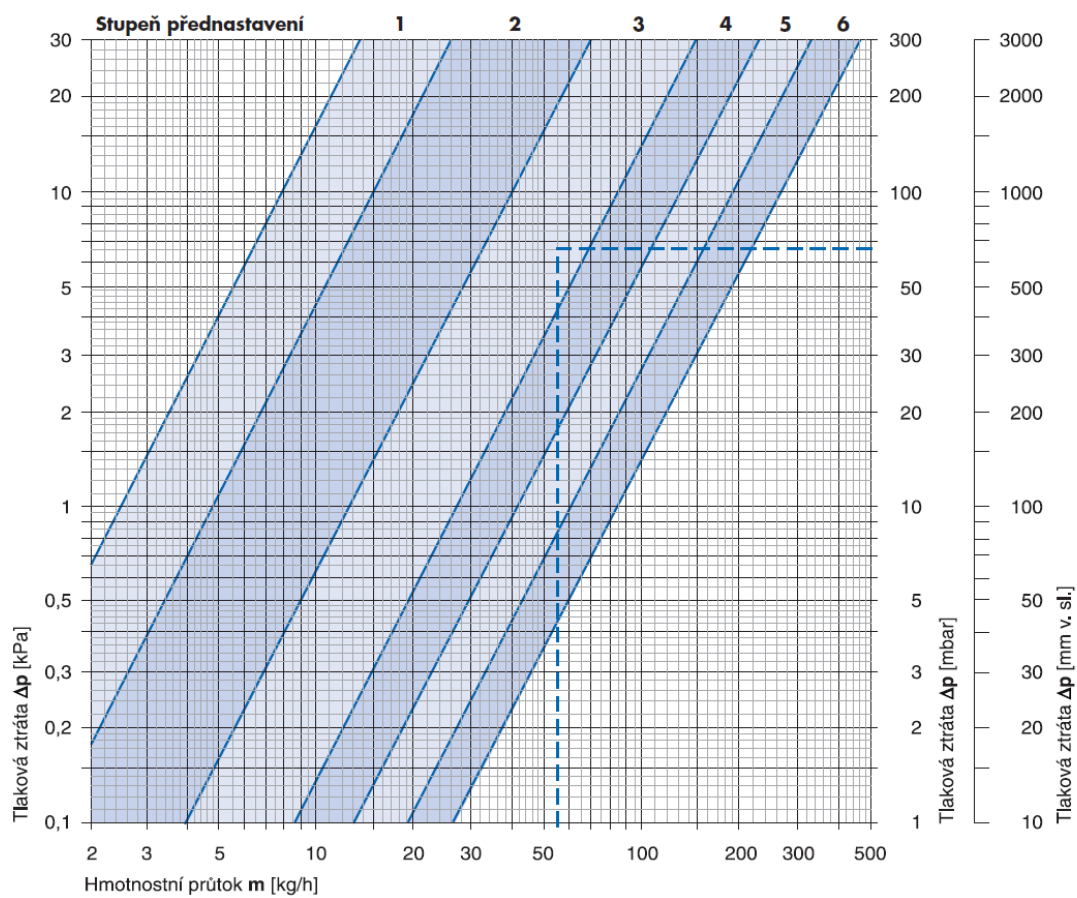


pravé spodní
 $\varphi = 1$



RADIK® VŠEOBECNÉ ÚDAJE - VENTIL KOMPAKT

Dvoutrubková otopná soustava



KORALUX® LINEAR CLASSIC, LINEAR CLASSIC - M



Konstrukce

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

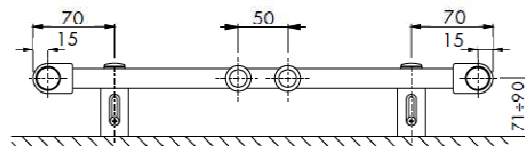
KORALUX LINEAR CLASSIC - M (KLCM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s připojovací roztečí 50 mm.

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

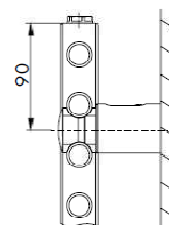
Technické údaje

Výška H	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka L	450, 600, 750 mm
Hloubka B	30 mm
Připojovací rozteč (KLC)	$h = L - 30 \text{ mm}$
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)	$A_T = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Průtokový součinitel (KLCM)	$A_T = 7,1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$
Součinitel odporu (KLC)	$\xi_T = 1,8$
Součinitel odporu (KLCM)	$\xi_T = 16,0$

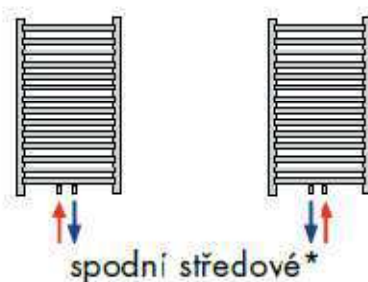
Upevnění



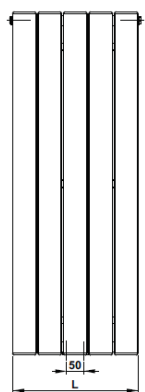
Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návod na montáž.



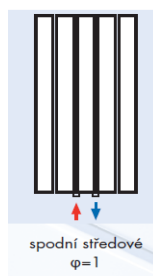
Způsob připojení - KORALUX LINEAR CLASSIC - M



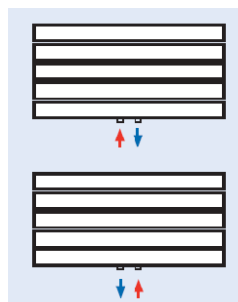
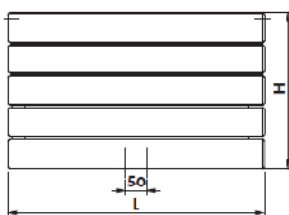
KORATHERM® VERTIKAL, VERTIKAL - M

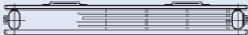
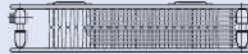


Typ	Výška H [mm]	Délka L [mm]	Hloubka B [mm]	Q _N [W]
K20V K20VM	200 ÷ 2090	144 ÷ 950	74	107 ÷ 2935
K20R	1030	514 ÷ 950		1415 ÷ 2001



KORATHERM® HORIZONTAL, HORIZONTAL - M, HORIZONTAL VKM



Typ		Výška H [mm]	Délka L [mm]	Hloubka B [mm]	Q _N [W]
K11H		144 ÷ 958	500 ÷ 3000	62	123 ÷ 3639
K11HM		366 ÷ 884	600 ÷ 2000		337 ÷ 2426
K11HVKM					
K20H		144 ÷ 958	500 ÷ 3000	74	166 ÷ 3363
K20HM		366 ÷ 884	500 ÷ 2000		370 ÷ 3228
K20HVKM					
K22H		144 ÷ 958	500 ÷ 3000	117	256 ÷ 3604
K22HM		218 ÷ 884	500 ÷ 2000		356 ÷ 3344
K22HVKM					

ARMATURA HM

Sortiment

Součástí dodávky připojovací ARMATURY HM je:

- integrovaná armatura v přímém nebo rohovém provedení
- termostatická hlavice v barvě bílá nebo odstín „chrom“
- 2 ks redukce G 1/2 na G 3/4 s těsnícím „O“ kroužkem
- 2 ks plochého těsnění z EPDM pryže
- montážní návod a návod na obsluhu

Na zvláštní požadavek je možno dodat:

- univerzální krytku armatury v barvě bílá
- univerzální krytku armatury v odstínu „chrom“

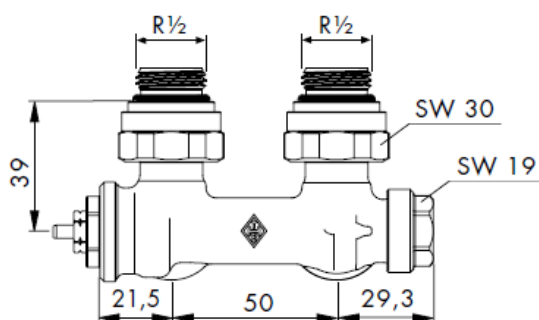
Způsob připojení

Připojení na otopnou soustavu je vnějším závitem G 3/4 a lze využít svěrná spojení pro měděné, plastové, přesné ocelové nebo vícevrstvé trubky.

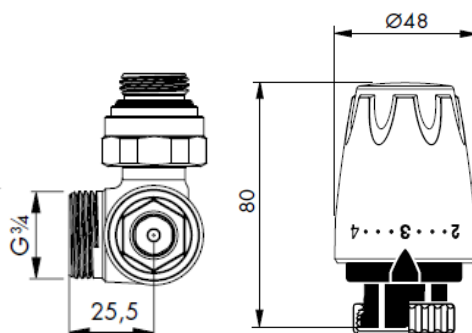
Připojení armatury k otopnému tělesu je pomocí samotěsnící dvojité vsuvky (redukce) G 1/2 na G 3/4, která je součástí dodávky.

Ventil armatury je opatřen vnějším připojovacím závitem M 30 x 1,5 pro montáž termostatické hlavice, která je součástí dodávky připojovací ARMATURY HM.

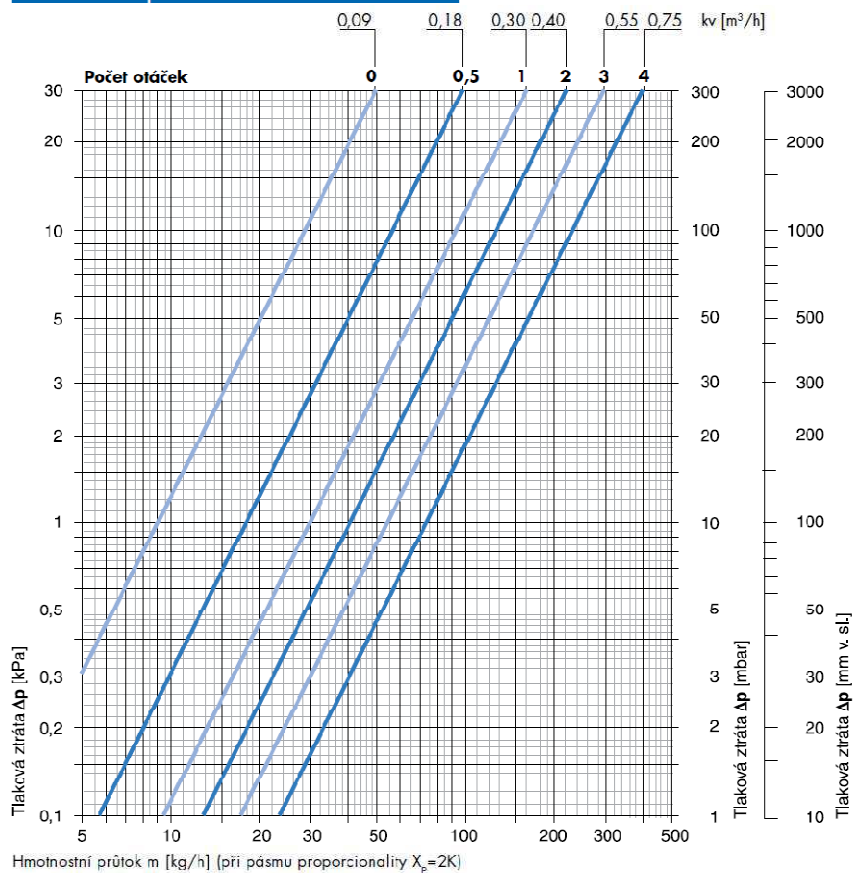
Rohové provedení



Termostatická hlavice



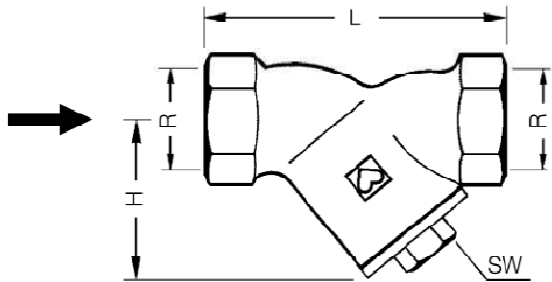
Technické údaje - ARMATURA HM



PŘÍLOHA B3 FILTR

HERZ-Filtr

Technický list pro
4111

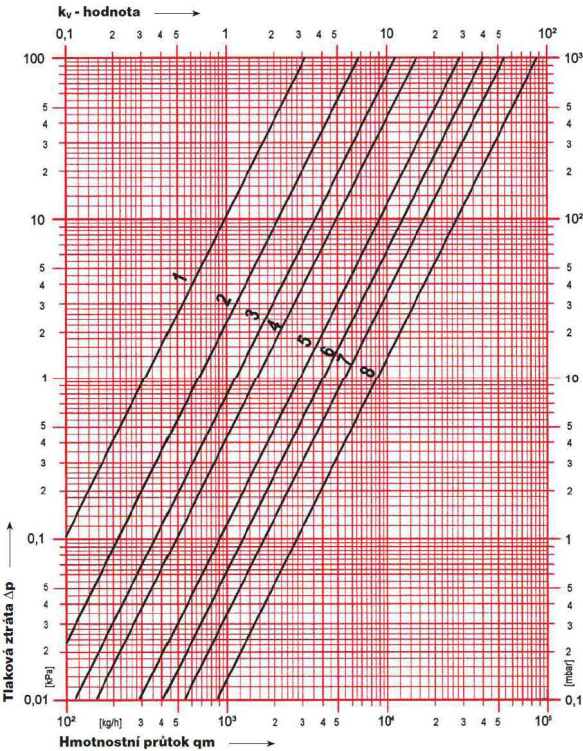


4111

Objednací číslo		Rozměry v mm				Rozměry v mm
Velikost oka		R	L	H	SW	
0,4	0,75					
1 4111 01	1 4111 11	1/2"	61	37	13	Objednací čísla
1 4111 02	1 4111 12	3/4"	66	47	21	
1 4111 03	1 4111 13	1"	81	48	27	
1 4111 04	1 4111 14	1 1/4"	96	69	32	
1 4111 05	1 4111 15	1 1/2"	108	71	37	
1 4111 06	1 4111 16	2"	128	83	37	
1 4111 07	1 4111 17	2 1/2"	170	100	37	
1 4111 08	1 4111 18	3"	210	115	37	

Křivka	1	2	3	4	5	6	7	8	Křivky diagramu
Velikost oka	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	
0,4	3,1	6,9	11,7	15,9	29,6	40,4	55,0	67,4	
0,75	3,1	7,1	13,8	21,5	30,0	42,0	64,3	148,6	k _{vs} - hodnoty

HERZ - Diagram	HERZ-Filtr
Číslo výrobku: 4111, velikost oka 0,4	Dim R = 1/2" - 3"

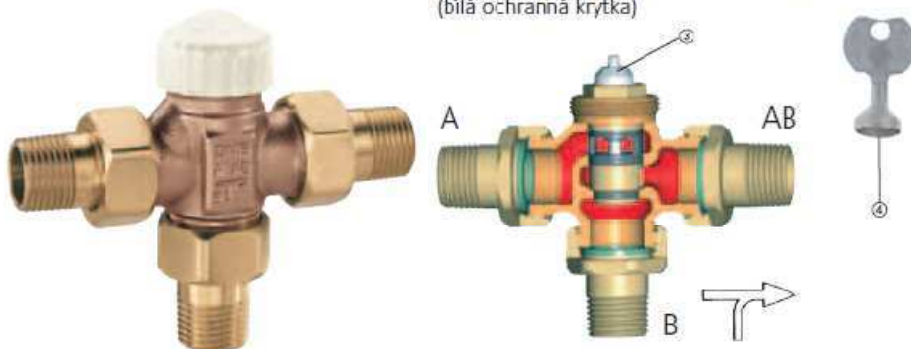


PŘÍLOHA B4 TŘÍCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL

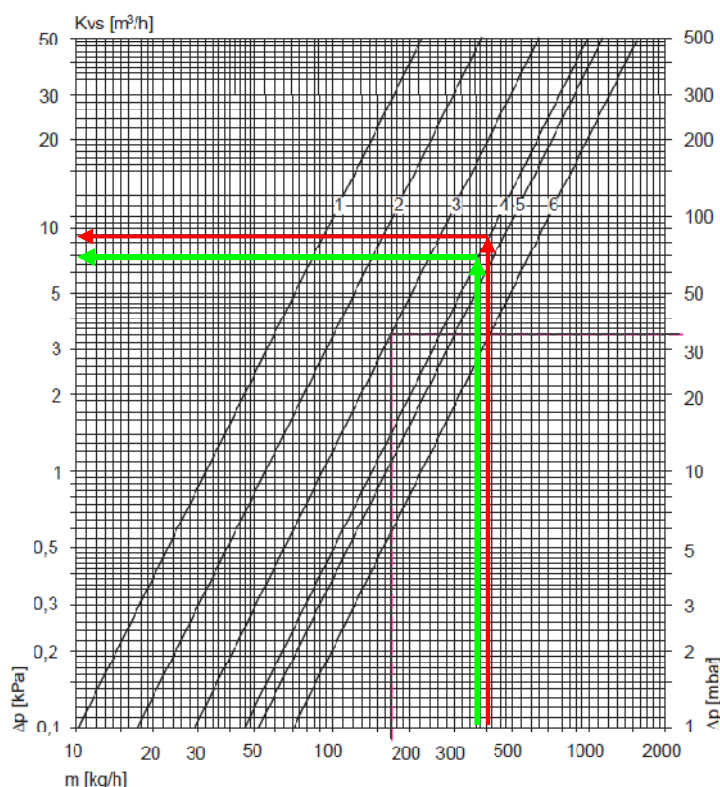
TA HYDRONICS

HEIMEIER

Třícestný směšovací ventil s nastavením
(bílá ochranná krytka)



DN 20



Třícestný ventil řízen pomocí
elektromotorických
tříbodových pohonů
EMO 3/230

	Nastavení						Dovolená provozní teplota TB [°C]	Dovolený provozní přetlak PB [bar]	Max. přípustná tlaková diference při niž ventil ještě uzavírá Δp [bar]
	1	2	3	4	5	6			
DN 15									
Kv hodnota s termostatickou hlavicí ¹⁾	0,03	0,08	0,13	0,29	0,37	0,58	120	10	1,20
Kvs hodnota ²⁾	0,05	0,15	0,25	0,56	0,70	1,10	120	10	1,20
DN 20									
Kv hodnota s termostatickou hlavicí ¹⁾	0,16	0,28	0,47	0,75	0,85	1,15	120	10	0,75
Kvs hodnota ²⁾	0,32	0,55	0,92	1,42	1,61	2,11	120	10	0,75

1) Kv hodnota odpovídá průtoku ve směru B-AB a přímému toku ve směru A-AB, když je kuželka v mezipoloze, směšovací poměr 50%.

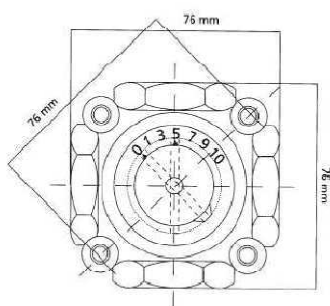
2) Kvs hodnota odpovídá průtoku ve směru B-AB při zcela otevřeném ventilu, směr A-AB je zcela uzavřen.

IVAR.MIX 3 (TŘÍCESTNÝ)



Třícestný ventil ovládán pomocí servopohonu SELTRON PROMIX AVC05

TECHNICKÝ NÁKRES A ROZMĚRY

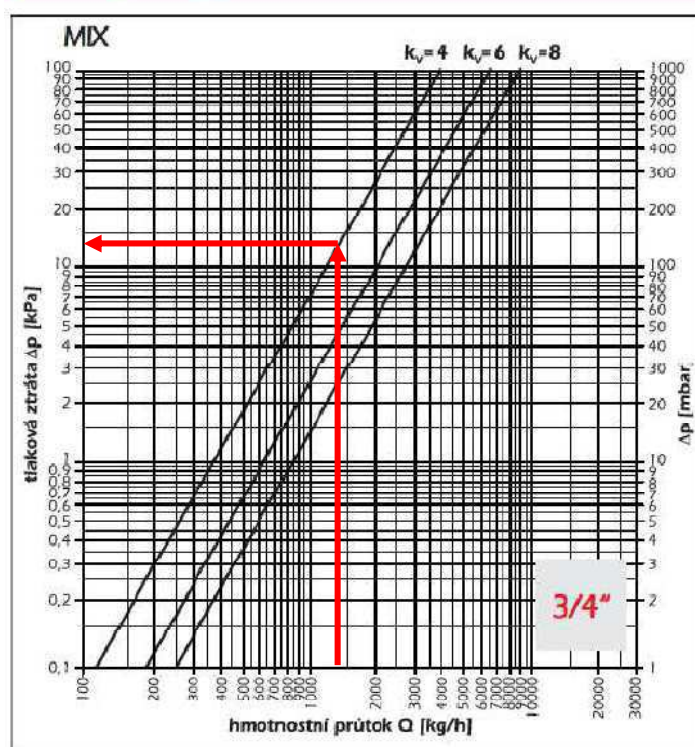


SMĚŠOVACÍ VENTIL TŘÍCESTNÝ MIX 3

■ lze použít jako směšovací nebo rozdělovací

Kód	Typ	Nr	ROZMĚR	A (mm)	B (mm)	D (mm)	E (mm)	G
501547	IVAR.MIX 3	4	3/4"	76	85	44	6	3/4"
501548	IVAR.MIX 3	6	3/4"	76	85	44	6	3/4"
501549	IVAR.MIX 3	8	3/4"	76	85	44	6	3/4"
501550	IVAR.MIX 3	8	1"	76	85	44	6	1"
501551	IVAR.MIX 3	12	1"	76	85	44	6	1"
501552	IVAR.MIX 3	12	5/4"	82	90	44	6	5/4"
501553	IVAR.MIX 3	18	5/4"	82	90	44	6	5/4"
501564	IVAR.MIX 3	28	6/4"	112	119	44	6	6/4"
501565	IVAR.MIX 3	44	2"	119	119	44	6	2"

Grafy tlakových ztrát



PŘÍLOHA B5 NÁVRH ČERPADEL

Větev 1NP



Název společnosti: -
 Vypracováno kým: -
 Telefon: -
 Fax: -
 Datum: -

Popis	Hodnota
Název výrobku:	MAGNA 25-60
Číslo výrobku:	96281022
EAN kód:	5700830268889

Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.47 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	4.43 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	CE,TSE,GOST2

Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina EN-JL1040 ASTM 35 B - 40 B
Oběžné kolo:	Kompozit, P'ES

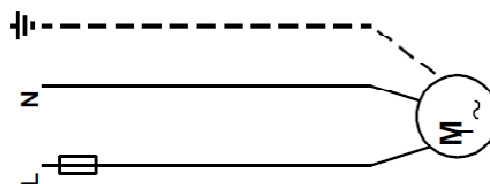
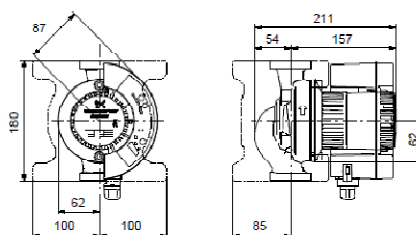
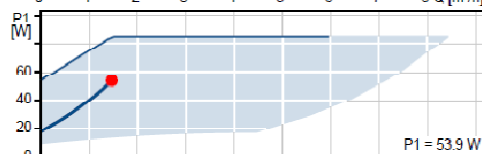
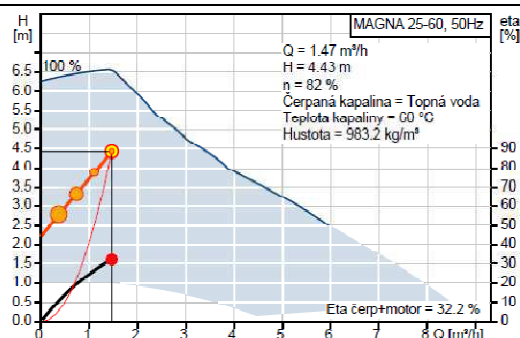
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm

Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 95 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Kinematická viskozita:	0 mm²/s

Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	10 .. 85 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 0.6 A
Frekvence čl. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230-240 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F

Řídící jednotky:	
Poloha svorkovnice:	3H

Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.22
Čistá hmotnost:	4.22 kg
Hrubá hmotnost:	5.4 kg



Větev 2NP - východní



Název společnosti: -

Vypracováno kým: -

Telefon: -

Fax: -

Datum: -

Popis	Hodnota
Název výrobku:	ALPHA2 25-60 180
Číslo výrobku:	97993201
EAN kód:	5710627540401

Techn.:

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.365 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	2.6 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE,GS,CE

Materialy:

Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF

Instalace:

Rozsah okolní teploty:	0 ... 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm

Kapalina:

Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	0 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Kinematická viskozita:	0 mm²/s

Elektrické údaje:

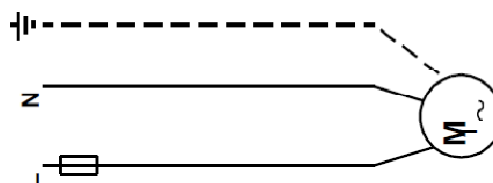
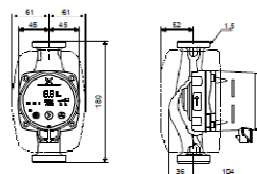
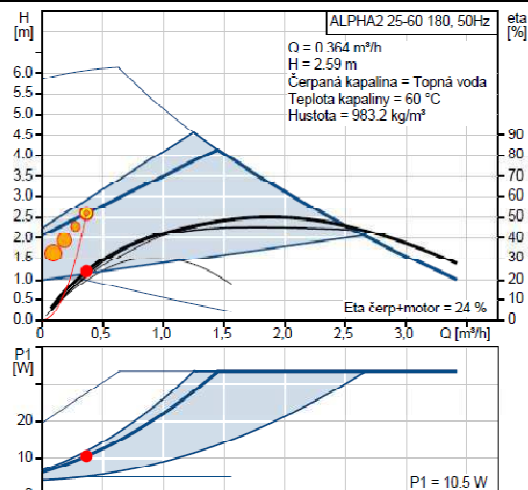
Příkon - P1:	3 .. 34 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.32 A
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Trída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Zádný
Teplotní ochrana:	ELEC

Řídící jednotky:

Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H

Jinē:

Energet. účinnost (EEL):	0.17
Čistá hmotnost:	2.01 kg
Hrubá hmotnost:	2.13 kg
Přepravní objem:	0.004 m³



Větev 2NP - západní

GRUNDFOS®

Název společnosti: -
 Vypracováno kým: -
 Telefon: -
 Fax: -
 Datum: -

Popis	Hodnota
Název výrobku:	ALPHA2 25-40 180
Číslo výrobku:	97704990
EAN kód:	5710622373776
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.423 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	4 m
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	VDE, GS, CE

Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina EN-GJL-150 ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF

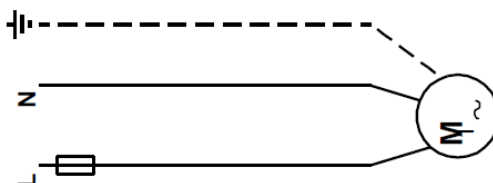
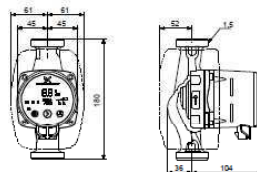
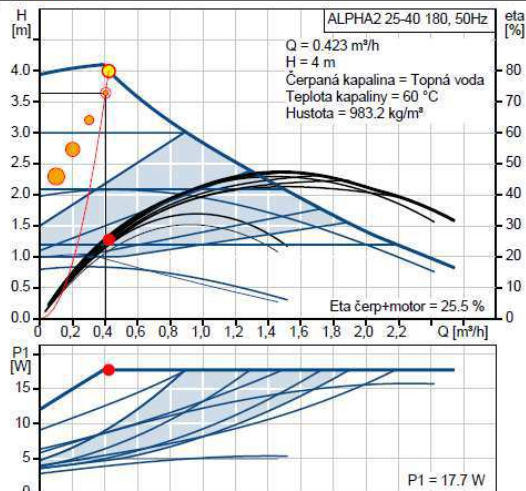
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtláčným hrdlem:	180 mm

Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	0 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Kinematická viskozita:	0 mm²/s

Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 18 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.18 A
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC

Řídící 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:	2.13 kg
Přepravní objem:	0.004 m³



GRUNDFOS®

Název společnosti: -
 Vypracováno kým: -
 Telefon: -
 Fax: -
 Datum: -

Popis

Název výrobku: ALPI IA2 25-50 180
 Číslo výrobku: 97993200
 FAN kód: 5710627540395

Techn.:

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 0.359 m³/h
 Výsledná dopravní výška čerpadla: 2.3 m
 Max. dopravní výška: 50 dm
 Teplotní třída TF: 110
 Schval. značky na typovém štítku: VDE, GS, CE

Materiály:

Těleso čerpadla: Litina
 EN-GJL-150
 ASTM A48-150B
 Oběžné kolo: PES 30%GF

Instalace:

Rozsah okolní teploty: 0 .. 40 °C
 Max. provozní tlak: 10 bar
 Potrubní přípojka: G 1 1/2
 PN pro potrubní přípojku: PN 10
 Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem: 180 mm

Kapalina:

Čerpaná kapalina: Topná voda
 Rozsah teploty kapaliny: 0 .. 110 °C
 Teplota kapaliny: 70 °C
 Hustota: 977.8 kg/m³
 Kinematická viskozita: 0 mm²/s

Elektrické údaje:

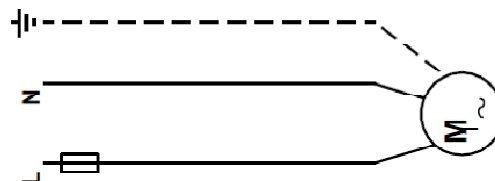
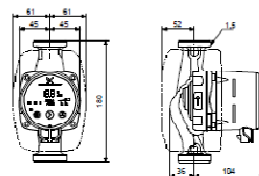
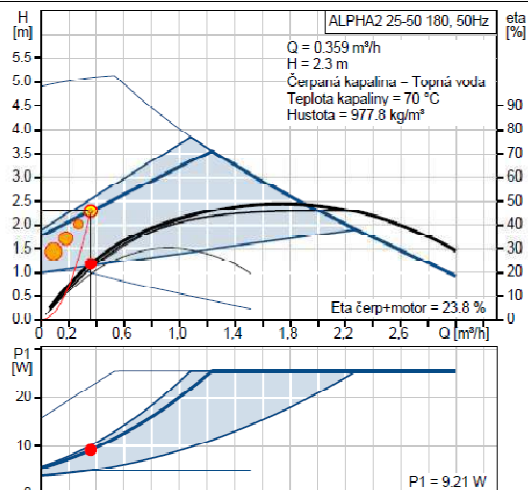
Příkon - P1: 3 .. 26 W
 Max. spotřeba el. proudu: 0.04 .. 0.24 A
 Frekvence el. sítě: 50 Hz
 Jmenovité napětí: 1 x 230 V
 Krytí (IEC 34-5): X4D
 Třída izolace (IEC 85): F
 Motorová ochrana: Žadny
 Teplotní ochrana: ELEC

Rídící jednotky:

Automat. noční reduk. provoz: Včetně automat. nočního reduk. provozu
 Poloha svorkovnice: 6H

Jiné:

Energet. účinnost (EEI): 0.16
 Čistá hmotnost: 2.01 kg
 Hrubá hmotnost: 2.13 kg
 Převážný objem: 0.004 m³



GRUNDFOS®

Název společnosti: -
 Vypracováno kým: -
 Telefon: -
 Fax: -
 Datum: -

Popis

Název výrobku: ALPHA2 25-60 180
 Číslo výrobku: 97993201
 EAN kód: 5710627540401

Techn.

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku: 0.731 m³/h
 Výsledná dopravní výška čerpadla: 3.43 m
 Max. dopravní výška: 60 dm
 Teplotní třída TF: 110
 Schval. značky na typovém štítku: VDE, GS, CE

Materiály:

Těloso čerpadla: Litina
 EN-GJL-150
 ASTM A48-150B
 Oběžné kolo: PES 30%GF

Instalace:

Rozsah okolní teploty: 0 .. 40 °C
 Max. provozní tlak: 10 bar
 Potrubní přípojka: G 1 1/2
 PN pro potrubní přípojku: PN 10
 Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem: 180 mm

Kapalina:

Čerpaná kapalina: Topná voda
 Rozsah teploty kapaliny: 0 .. 110 °C
 Teplota kapaliny: 70 °C
 Hustota: 977.8 kg/m³
 Kinematická viskozita: 0 mm²/s

Elektrické údaje:

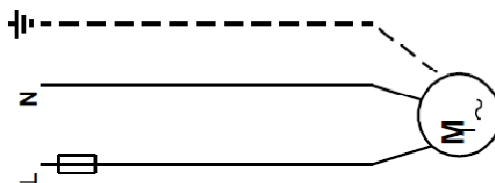
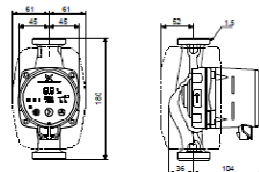
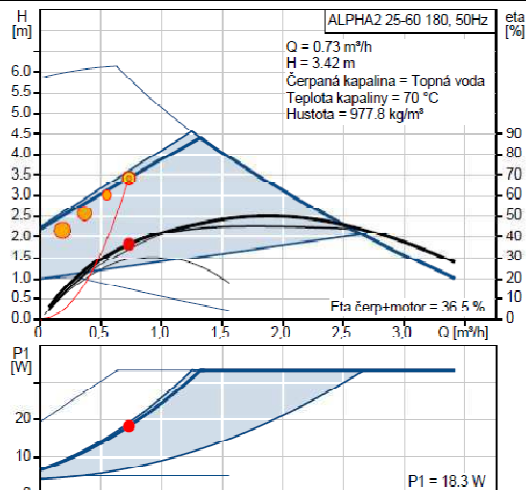
Příkon - P1: 3 .. 34 W
 Max. spotřeba ol. proudu: 0.04 .. 0.32 A
 Frekvence el. sítě: 50 Hz
 Jmenovité napětí: 1 x 230 V
 Krytí (IEC 34-5): X4D
 Třída izolace (IEC 85): F
 Motorová ochrana: Žádný
 Teplotní ochrana: ELEC

Řídící jednotky:

Automat. noční reduk. provoz: Včetně automat. nočního reduk. provozu
 Poloha svorkovnice: 6H

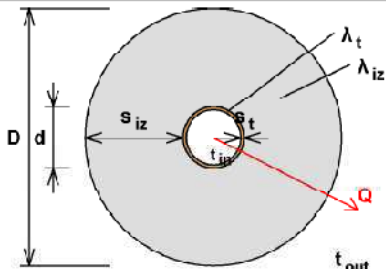
Jiné:

Energet. účinnost (ECI): 0.17
 Čistá hmotnost: 2.01 kg
 Hrubá hmotnost: 2.13 kg
 Převážný objem: 0.004 m³

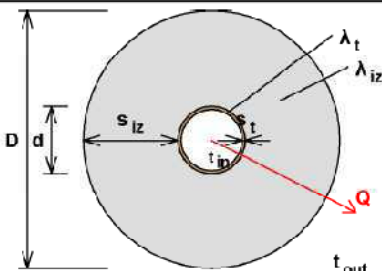


PŘÍLOHA B6 IZOLACE POTRUBÍ

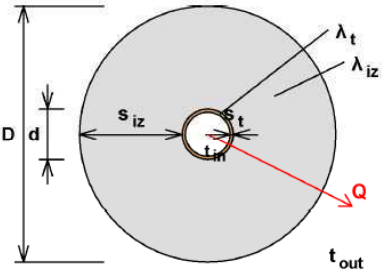
Potrubí 18x1

Izolace- podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIFO ALS Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka s_{iz} = 30 mm Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K	 Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Trubka Měď Rozměry trubky 18x1 Průměr d = 18 mm Tloušťka stěny s_t = 1 mm Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K	Potrubí Teplota média t_{in} = 60 °C Teplota v okolí potrubí t_{out} = 15 °C Relativní vlhkost vzduchu rh = 65 % ??? Teplota rosného bodu t_w = 9.7 °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_{le} = 10 W / m² K Délka potrubí l = 10 m
 $d = 18.0 \text{ mm}$ $D = 78.0 \text{ mm}$ $s_{iz} = 30.0 \text{ mm}$ $D = d + 2 s_{iz} = 78 \text{ mm}$	Určující souč. přestupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 10 DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$ Součinitel přestupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0.149 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 17.7 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci Tepelná ztráta potrubí bez izolace $Q_p = 254.5 \text{ W}$ Tepelná ztráta potrubí s izolací $Q_{iz} = 67 \text{ W}$ Energetická úspora izolovaného potrubí 74 % Střední spotřeba izolace 1.508 m² - platí pro plošnou izolaci

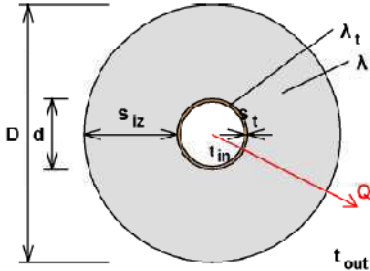
Potrubí 28x1,5

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIP/PIPO/ALS Rozměry izolace - tl. 40 Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	 Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C														
Trubka Měď Rozměry trubky - 28x1,5 Průměr $d = 28$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	Potrubí Teplota média $t_{in} = 60$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 15$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % <i>???</i> Teplota rosného bodu $t_w = 8.7$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K Délka potrubí $l = 8$ m														
 $d = 28.0$ mm $D = 108.0$ mm $s_{iz} = 40.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 108$ mm	<table border="1"> <tr> <td>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</td> <td>DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K</td> </tr> <tr> <td>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</td> <td>$U_0 = 0.164 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</td> </tr> <tr> <td>Povrchová teplota izolovaného potrubí</td> <td>$t_{p,iz} = 17.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</td> </tr> <tr> <td>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</td> <td>$Q_p = 316.7$ W</td> </tr> <tr> <td>Tepelná ztráta potrubí s izolací</td> <td>$Q_{iz} = 69$ W</td> </tr> <tr> <td>Energetická úspora izolovaného potrubí</td> <td>81 %</td> </tr> <tr> <td>Střední spotřeba izolace</td> <td>1.709 m² - platí pro plošnou izolaci</td> </tr> </table>	Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K	Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.164 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007	Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$Q_p = 316.7$ W	Tepelná ztráta potrubí s izolací	$Q_{iz} = 69$ W	Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %	Střední spotřeba izolace	1.709 m² - platí pro plošnou izolaci
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.164 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$Q_p = 316.7$ W														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$Q_{iz} = 69$ W														
Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %														
Střední spotřeba izolace	1.709 m² - platí pro plošnou izolaci														

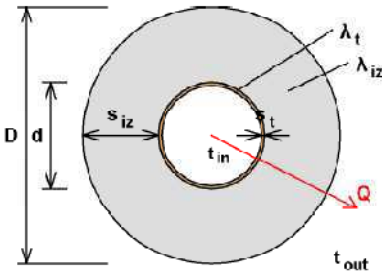
Větev TV 15x1

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	Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
 $d = 15.0$ mm $D = 75.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm $D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm	Potrubí 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 / m² K Délka potrubí $l = 6$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.138 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 18.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$Q_p = 155.5$ W
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$Q_{iz} = 45.7$ W
Energetická úspora izolovaného potrubí	71 %
Střední spotřeba izolace	0.8482 m² - platí pro plošnou izolaci

Větev VZT 22x1

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO AL S Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka s_{iz} = 30 mm Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.038 W / m K	
Trubka Měď Rozměry trubky - 22x1 Průměr d = 22 mm Tloušťka stěny s_t = 1 mm Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K	Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot od 15 °C do 250 °C
 $d = 22.0 \text{ mm}$ $D = 82.0 \text{ mm}$ $s_{iz} = 30.0 \text{ mm}$ $D = d + 2 s_{iz} = 82 \text{ mm}$	Potrubí Teplota média t_{in} = 70 °C Teplota v okolí potrubí t_{out} = 15 °C Relativní vlhkost vzduchu rh = 65 % <i>Y77</i> Teplota rosného bodu t_w = 8.7 °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K Délka potrubí l = 6 m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.168 \leq 0.18 \text{ W / m K}$ => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 18.8 \text{ °C} > t_w$ => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$Q_p = 228.1 \text{ W}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$Q_{iz} = 55.5 \text{ W}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	76 %
Střední spotřeba izolace	0.9802 m² - platí pro plošnou izolaci

Kotlový okruh 42x1,5

Izolace podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka s_{iz} = 30 mm Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.039 W / m K	 Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot. od 15 °C do 250 °C
Trubka Měď Rozměry trubky - 42x1.5 Průměr d = 42 mm Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K	Potrubí Teplota média t_{in} = 85 °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 α_e = 10 W / m² K Délka potrubí l = 8 m
 $d = 42.0 \text{ mm}$ $D = 102.0 \text{ mm}$ $s_{iz} = 30.0 \text{ mm}$ $D = d + 2 s_{iz} = 102 \text{ mm}$	Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$ Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0.264 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007 Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 20.6 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci Tepelná ztráta potrubí bez izolace $Q_p = 738.9 \text{ W}$ Tepelná ztráta potrubí s izolací $Q_{iz} = 142 \text{ W}$ Energetická úspora izolovaného potrubí 81 % Střední spotřeba izolace 1.8096 m² - platí pro plošnou izolaci