



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## VYTÁPĚNÍ ADMINISTRATIVNÍHO OBJEKTU

HEATING OF ADMINISTRATIVE BUILDING

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Bobek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	<b>Bc. Jan Bobek</b>
NÁZEV	Vytápění administrativního objektu
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Jan Topič, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

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

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
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 (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

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 nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
    - roční potřeba tepla a paliva
  - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

**VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:**

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

.....  
**Ing. Jan Topič, Ph.D.**

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce řeší vytápění administrativního objektu. Objekt je vytápěn podlahovým vytápěním a deskovými otopnými tělesy. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo vzduch-voda s bivalentním dotopem ze systému centrálního zásobování teplem (CZT). V projektu se zabývám návrhem, dimenzováním a zapojením těchto částí.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Tepelné čerpadlo, vytápění, analýza zdroje, ekonomika provozu, CZT, potřeba tepla, podlahové vytápění

## **ABSTRACT**

The dissertation deals with heating of the administrative building. The building is heated with the floor heating and the panel heating units. The heating source is an air to water heat pump with a bivalent heating from the central heat supplying (CZT). I deal in the project with design, dimension and connection of all these parts.

## **KEYWORDS**

Heat pump, heating, analysis of the source, economy of the operation, CZT, need for heat, floor heating

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Bc. Jan Bobek *Vytápění administrativního objektu*. Brno, 2016. 150 s., 177 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav  
technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Topič, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 2. 12. 2016

---

Bc. Jan Bobek  
autor práce

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 2. 12. 2016

---

Bc. Jan Bobek  
autor práce

# Obsah

Obsah .....	5
Úvod.....	12
A. TEORETICKÁ ČÁST .....	13
1. Úvod do problematiky CZT.....	14
2. Historie soustav centrálního zásobování teplem.....	15
2.1 Současný stav centrálního zásobování teplem.....	16
3. Tepelné zdroje.....	17
3.1 Tepelné zdroje v systému CZT .....	17
3.1.1 Rozdělení dle druhu paliva .....	18
3.1.1.1 Tuhá paliva .....	18
3.1.1.2 Kapalná paliva .....	18
3.1.1.3 Plynná paliva.....	19
3.1.1.4 Biomasa .....	20
4. Tepelná síť .....	21
4.1 Rozdělení podle počtu trubek .....	21
4.1.1 Jednotrubkový systém.....	21
4.1.2 Dvoutrubkový systém .....	22
4.1.3 Třítrubkový systém .....	22
4.2 Rozdělení podle územního uspořádání .....	23
4.2.1 Paprskovitá síť .....	23
4.2.2 Okružní síť .....	23
4.2.3 Mřížová síť.....	24
4.3 Rozdělení podle formy uložení.....	24



4.3.1 Nadzemní vedení .....	24
4.3.2 Pozemní vedení.....	25
4.4 Teplonosná látka .....	25
5. Předávací stanice.....	26
5.1 Rozdělení předávacích stanic.....	26
5.1.1 Rozdělení předávacích stanic podle teplonosné látky .....	27
5.1.1.1 Parní předávací stanice .....	27
5.1.1.2 Vodní předávací stanice.....	27
5.1.2 Rozdělení předávacích stanic podle tlakové závislosti.....	28
5.1.3 Rozdělení podle začlenění do soustavy dodávky tepla.....	29
5.1.4 Rozdělení podle účelu, ke kterému slouží .....	29
5.2 Obecné zásady návrhu předávacích stanic tepla.....	29
5.3 Parní předávací stanice tepla.....	30
5.4 Vodní předávací stanice tepla: .....	32
5.5 Zkoušky a zařízení PST .....	33
Závěr .....	34
<b>B. VÝPOČTOVÁ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
6. Analýza objektu .....	36
6.1 Konstrukční a stavební řešení .....	36
6.2 Vytápění.....	37
7. Výpočet potřebného výkonu .....	38
7.1 Posouzení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí .....	38
7.2 Výpočet tepelných ztrát .....	49
8. Energetický štítek obálky budovy.....	54
9. Návrh a dimenzování větve podlahového vytápění v 4NP.....	58
9.1 Výpočtové schéma.....	63
9.2 Návrh podlahového vytápění .....	64

9.3 Dimenzování větve 4NP .....	66
9.4 Návrh oběhového čerpadla .....	68
10. Návrh a dimenzování větví otopných těles.....	69
10.1 Návrh otopných těles .....	69
10.1.1 Technický list otopných těles Korado Radik Plan Klasik .....	70
10.1.2 Technický list otopných těles Korado Radik Plan VK a VKL .....	71
10.2 Dimenzování větve otopných těles v 3NP .....	73
10.2.1 Výpočtové schéma .....	73
10.2.2 Dimenzování větve 3NP .....	74
10.2.3 Diagram přednastavení a tlakových ztrát přímého ventilu .....	79
10.2.4 Diagram přednastavení a tlakových ztrát přímého uzavíracího šroubení .....	79
10.2.5 Návrh směšovacího ventilu.....	80
10.2.6 Návrh oběhového čerpadla .....	81
10.3 Dimenzování větve otopných těles v 1NP a 2NP.....	82
10.3.1 Výpočtové schéma .....	82
10.3.2 Dimenzování větve 1NP a 2NP .....	83
10.3.3 Diagram přednastavení a tlakových ztrát termostatického ventilu VK... ..	88
10.3.4 Diagram přednastavení a tlakových ztrát VK šroubení .....	89
10.3.5 Návrh směšovacího ventilu.....	89
10.3.6 Návrh oběhového čerpadla .....	90
11. Dimenzování úseku mezi TČ a AN .....	91
11.1 Návrh akumulční nádrže .....	91
11.2 Výpočtové schéma.....	92
11.3 Dimenzování úseku.....	93
11.3.1 Tlaková ztráta filtru .....	94
11.3.2 Návrh oběhového čerpadla .....	95
12. Dimenzování úseku mezi výměníkem, rozdělovačem a AN .....	96

12.1 Návrh deskového výměníku .....	96
12.2 Výpočtové schéma.....	98
12.3 Dimenzování úseku.....	99
12.3.1 Tlaková ztráta filtru .....	99
13. Návrh zabezpečovacího zařízení .....	101
13.1 Expanzní nádoba.....	101
13.1.1 Kontrolní interaktivní výpočet.....	102
13.1.2 Expanzní nádoba Reflex N 200/6 .....	103
13.2 Návrh pojistných ventilů.....	103
13.2.1 Pojistný ventil u výměníku .....	103
13.2.2 Pojistný ventil u TČ .....	104
13.2.3 Katalogový list PV Meibes Duco .....	105
14. Roční potřeba tepla .....	106
C. POSOUZENÍ EFEKTIVITY ZDROJE TEPLA .....	107
15. Popis zařízení.....	108
16. Metodika výpočtu .....	108
16.1 Tabulka průměrných denních teplot Třebíč – Bítovánky .....	110
16.2 Tepelná ztráta objektu pro teploty od -15 do 14 °C.....	111
16.3 Charakteristiky TČ HPAW 48 .....	112
16.4 Katalogový list tepelného čerpadla HPAW 48 .....	113
16.5 Cena tepla z CZT .....	114
16.6 Cena elektrické energie pro TČ .....	115
16.7 Technická a cenová nabídka technologie od firmy SYSTHERM .....	117
16.8 Pořizovací cena TČ včetně potrubí, armatur a AN.....	119
16.8.1 Cenová nabídka na tepelné čerpadlo .....	119
16.8.2 Položkový rozpočet.....	120
17. Výpočtová část.....	122

17.1 Kalkulace ceny za vytápění ze zdroje CZT .....	122
17.2 Kalkulace ceny za vytápění při použití TČ + bivalentní dotop z CZT .....	125
17.3 Ekonomické porovnání zdrojů tepla .....	130
17.3.1 Investiční a provozní náklady provozu ze zdroje CZT .....	130
17.3.2 Investiční a provozní náklady provozu TČ a dotopu z CZT .....	130
18. Vyhodnocení a závěr .....	132
D. PROJEKT .....	134
19. Technická zpráva .....	135
19.1 Úvod.....	135
19.1.1 Umístění objektu.....	135
19.1.2 Popis objektu.....	135
19.1.3 Popis provozu v objektu .....	136
19.2 Podklady .....	136
19.3 Základní technické informace.....	136
19.4 Zdroj tepla.....	137
19.4.1 Druh primární energie.....	137
19.4.2 Zdroj tepla pro vytápění.....	137
19.4.3 Zabezpečovací zařízení.....	137
19.5 Otopná soustava.....	138
19.5.1 Popis otopné soustavy.....	138
19.5.2 Otopné plochy.....	138
19.5.3 Vedení rozvodů.....	139
19.5.4 Materiál rozvodů, spojování, izolace.....	139
19.5.5 Oběhová čerpadla .....	139
19.5.6 Plnění, vypouštění a odvzdušnění soustavy.....	139
19.5.7 Regulace.....	140
19.6 Požadavky na ostatní profese.....	140

19.6.1 Požadavky na stavební profese .....	140
19.6.2 Požadavky na elektroinstalace .....	141
19.6.3 Požadavky na rozvod zdravotechiky .....	141
19.6.4 Požadavky na měření a regulace.....	141
19.7 Montáž, uvedení do provozu a provoz.....	141
19.7.1 Zdroj.....	141
19.7.2 Otopná soustava .....	142
19.7.3 Topná zkouška .....	142
19.8 Ochrana zdraví a životního prostředí .....	142
21.8.1 Vlivy na životní prostředí .....	142
19.8.2 Hospodaření s odpady.....	143
19.9 Bezpečnost a požární ochrana.....	143
19.9.1 požární ochrana.....	143
19.9.2 Bezpečnost při realizaci díla .....	143
19.9.3 Bezpečnost při provozu a užívání zařízení .....	143
Seznam použitých zdrojů.....	144
Obrázkové zdroje .....	144
Použité normy a vyhlášky .....	145
Seznam použitých zkratk a označení .....	146
Seznam zkratek .....	148
Seznam obrázků.....	149
Seznam příloh .....	150

## Úvod

V první části diplomové práce (část A) se zabývám otázkou centrálního zásobování teplem. Snažím se vysvětlit základní pojmy, rozdělit zdroje CZT podle druhu paliva, teplotnosné látky apod. Dále nastiňuji systémy a uspořádání tepelných sítí. Rovněž jsou popsány parní a vodní předávací stanice. Získané informace jsem následně využil v praktické části diplomové práce.

Část B řeší vytápění zadaného objektu. Objekt je vytápěn deskovými otopnými tělesy a podlahovým vytápěním. Důkladně je rozepsáno dimenzování otopné soustavy s příslušnými obrázky a diagramy. Zdrojem tepla je TČ vzduch-voda a bivalentní dotop systémem CZT.

Výpočet efektivity navrženého zdroje tepla je popsán v části C. Tepelné čerpadlo a dotop z CZT je srovnáván z ekonomického hlediska s objektovou předávací stanicí CZT. Výpočet dokládá potřebné investiční a provozní náklady pro porovnání obou návrhů. S ekonomicky výhodnějším zdrojem je pak počítáno v části B

Část D obsahuje podrobnou technickou zprávu.

# **A. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1. Úvod do problematiky CZT

V posledních letech je zajišťování zdrojů energie a tepla často diskutovaným tématem. V minulosti používané zdroje nyní mnohdy nevyhovují emisním normám a podílí se tak na problému globálního oteplování. Současným trendem je zajištění ekologicky a ekonomicky výhodných zdrojů tak aby byla pokryta stále rostoucí potřeba energie.

Podle technické definice je soustavou centrálního zásobování teplem (dále pouze CZT) zařízení, které zajišťuje teplo pro více objektů v jednom centrálním zdroji a pomocí distribuční sítě je pak dopravováno do jednotlivých objektů. Protože tato síť dopravuje první médium, nazýváme ji sítí primární. Podle dopravovaného média je distribuční síť buď parní (parovod), nebo vodní (horkovod, teplovod). [1]

Topné médium, které je zajišťováno v centrálním zdroji, může mít parametry, jež:

- umožňují jeho přímé použití pro jednotlivé objekty
- neumožňují jeho přímé použití a primární médium musí být přetransformováno na potřebné parametry.

Transformace primárního média se provádí v předávacích (výměňíkových) stanicích, které mohou být buď:

- objektové, slouží tedy pro objekt, ve kterém jsou umístěny
- okrskové, slouží pro více objektů.

Okrskové předávací stanice jsou umístěny buď do jednoho ze zásobovaných objektů, nebo do objektu samostatného. Pro následnou dopravu transformovaného média do místa spotřeby musí být zřízena vlastní distribuční síť. Protože dopravuje už upravené médium, nazýváme ji sítí sekundární. [1]

Technická praxe zná a používá dva druhy soustav centrálního zásobování teplem.

- **jednomediální**, kdy je z centrálního zdroje rozvedeno pomocí primární sítě přímo do objektů spotřeby.
- **dvoumediální**, kdy je médium z centrálního zdroje rozváděno pomocí primární sítě pouze do výměňíkových stanic a odkud je po

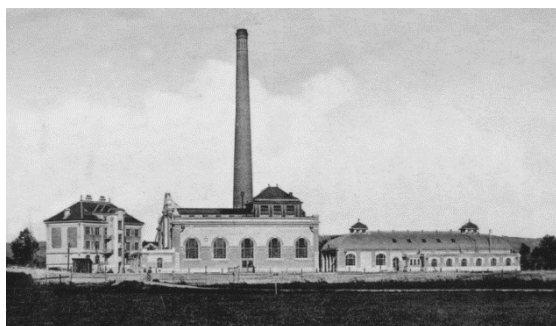


potřebné transformaci dopravováno pomocí sekundární sítě do jednotlivých objektů.

## 2. Historie soustav centrálního zásobování teplem

Vznik systému CZT můžeme datovat ještě před vypuknutím druhé světové války. Tenkrát byl tento způsob nazýván "dálkovým vytápěním". Zdrojem byl kotel parní elektrárny. Za použitím páry pro vytápěcí účely byla snaha účinněji využít vyrobené páry.

Myšlenka bezobslužného vytápění, jako vytápění budoucnosti, vznikla až začátkem padesátých let. Tehdy začínají vznikat první sídliště bytových domů a k jejich vytápění se na místo lokálních zdrojů, začíná používat prvních SCZT. [11]



*Obrázek 1: Parní elektrárna z roku 1925*

Šlo o malé skupiny několika domů, pro které byla realizována jedna společná (bloková) kotelna a příslušná teplovodní, distribuční síť.

Ve městech, kde byla v provozu parní elektrárna, se začíná využívat v daleko větším množství vyrobené páry i pro vytápění objektů. Vznikají první teplárny a první městské parní sítě.

Kompletní bytová výstavba, která se začíná uplatňovat začátkem šedesátých let, zná už pouze jeden způsob zásobení objektů teplem, tím je CZT.

Pro zajištění potřebného množství tepla se rozšiřovaly teplárenské zdroje, rozšiřovala se i tepelná přenosová síť. Na místo blokových kotelen, ve kterých se spalovalo pevné palivo (převážně hnědé uhlí), se začínají realizovat okrskové kotelny pro spalování olejů, později zemního plynu. [11]

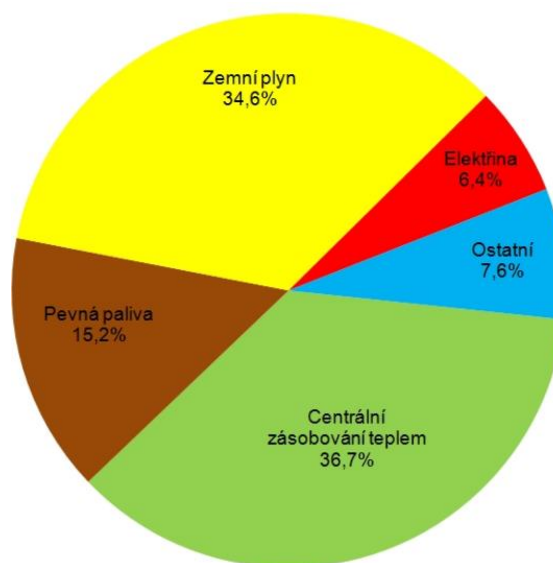
## 2.1 Současný stav centrálního zásobování teplem

Po vstupu České republiky do EU jsou přijímány nové ekologické a energetické zákony. Tímto dochází k modernizaci stávajících systémů CZT, například odsiřovacím zařízením, kogeneračními jednotkami, výměníky s vysokými výkony, alternativními druhy paliv atd.



Obrázek 2: Teplárna Zlín

V současné době je v naší republice centrálním zásobováním teplem vytápěno 35 – 49% bytů. Takto velký rozptyl je dán rozdílnými metodami výpočtu. Za předpokladu, že se jako centralizované zásobování teplem berou pouze byty napojené venkovním rozvodem na teplárny a výtopy vychází 35%, pokud však započteme i byty, které jsou zásobovány z domovních kotelen nemajících venkovní rozvod, dostaneme 49%.[2]



Graf 1: Skladba vytápění v českých domácnostech v roce 2013

### 3. Tepelné zdroje

Zdroj tepla je definován jako úplné zařízení, ve kterém se získává teplo pro tepelnou soustavu. Teplo se získává buď využíváním prvotní, nebo druhotné energie. Zdrojem tepla může tedy být tepelné čerpadlo, kogenerační jednotka, kotel atd. Publikace [3] dělí zdroje podle způsobu spalování, druhu spalovaného paliva a tepelného výkonu.

#### 3.1 Tepelné zdroje v systému CZT

Výtopna – Slouží pouze pro výrobu a předávání tepla. Teplo je dodáváno do celé obytné soustavy. Nedosahuje-li výtopna vysokých výkonů je též nazývána „kotelnou“.

Teplárna – Zásobuje odběratele teplem a zároveň je zdrojem elektrické energie.

Elektrárny – V první řadě jsou zdrojem elektrické energie. Při tomto procesu je však vyvíjeno velké množství tepla, které je možno využít k ohřevu vody v rámci CZT. Takto lze využít například tepelné či jaderné elektrárny.

Spalovna – Dochází zde ke spalování odpadu. Uvolněné teplo lze využít k výrobě el. energie a ohřevu vody.

Jedná se o zdroje dosahující výkonu až jednotek MW. Dříve se teplo takto vyrobené produkovalo spalováním uhlí. Později vývoj a plynofikace přinesli zemní plyn. V posledních letech jsou na vzestupu technologie spalující biomasu. Z důvodu široké škály možností technologických provedení kotelen se dělí především dle: [3]

- Druhu spalovaného paliva na:
  - Kotle na tuhá paliva – biomasa, hnědé uhlí, koks, brikety
  - Kotle na kapalná paliva – lehký a těžký topný olej
  - Kotle na plynné palivo – zemní plyn, bioplyn, zkapalněný plyn
  - Elektrické kotle
- Podle teploty látky můžeme zdroje rozdělit na:
  - Teplovody – Upravená voda dosahuje teplot do 120°C
  - Horkovody – Upravená voda dosahuje teplot v rozmezí 120°C až 150°C.  
(Více jen ojedinělých případech)
  - Parovody – Teplota páry v parovodech jen nejvýše 240°C a tlak maximálně 1,8MPa

### 3.1.1 Rozdělení dle druhu paliva

Palivem se rozumí látka, která se za dostatečného přísunu vzduchu spaluje, a tím získáváme teplo potřebné k úpravě vody či páry. Můžeme je dle skupenství rozdělit na tuhá, kapalná a plynná. Je žádoucí, aby palivo bylo ekologické a přitom ekonomicky výhodné. [3]

#### 3.1.1.1 Tuhá paliva

O používání tuhých paliv se hojně diskutuje. Zatímco odpůrci tvrdí, že spalování uhlí je zdrojem znečištění atmosféry a je tedy nešetrné k životnímu prostředí, jejich přívrženci však mohou argumentovat tím, že takto topit se dá i ekologicky. Zastaralou techniku spalovacích zařízení nahradily moderní zdroje, jejichž účinnost spalování se blíží k 80%. Důsledkem toho je podstatně nižší množství vzniklých nečistot. Takové elektrárny se nacházejí například v sousedním Německu.

Výhodou uhlí je jeho cena, dostupnost a možnost jednoduchého skladování. Na území České republiky, ale i jinde ve světě se nachází násobně větší množství zásob tohoto nerostného bohatství, než je zásoba ropy a zemního plynu. Při určování kvality uhlí jsou podstatnými ukazateli: obsah vody, popela a výhřevnost. Z ekologických důvodů se v současnosti přechází na obnovitelné zdroje energie a to zejména na biomasu, jejíž vlastnosti budou popsány níže. [4]



*Obrázek 3: Vytěžené uhlí*

#### 3.1.1.2 Kapalná paliva

Nejznámějším kapalným palivem je ropa, která se v přírodním stavu jako palivo téměř nepoužívá. V energetice se nejběžněji využívají umělá paliva jako např. topné oleje. Ty lze získat jako vedlejší produkt při zpracování ropy, dehtu nebo uhlí. Výhodou tohoto druhu paliva je vysoká výhřevnost, malé množství škodlivin uvolněných při

spalování a snadný transport. Naopak mezi nevýhody patří vysoká cena a nutnost zajistit zásobníky paliva tak aby vyhověly všem ekologickým a požárním předpisům.

V teplárenství se používají topné oleje vyrobené destilací nebo rafinací ropy, které dělíme na: [4]

- Extra lehké topné oleje (ELTO) – Určené jsou pro zdroje tepla do 5 MW.
- Lehké topné oleje (LTO) - Určené pro zdroje o výkonu 5 až 20 MW
- Těžké topné oleje (TTO) – Určené pro zdroje o výkonu přes 20 MW



*Obrázek 4: Sestava dvouplášťových nádrží*

### **3.1.1.3 Plynná paliva**

Jedná se o směs hořlavých a nehořlavých plynů. Nejužívanějším ze spalovacího hlediska je pro nás zemní plyn. Ke spalování ve zdrojích tepla jsou určeny ještě propanbutan, svítiplyn a v posledních letech stále více populární bioplyn.

Se směsí propanu a butanu se nejčastěji setkáme ve stlačené podobě v propanbutanových lahvích. Nevýhodou je vysoká cena a transport realizovaný cisternami se zkapalněnou formou.

Svítiplyn se pro výrobu tepla nehodí a nyní už se ani nepoužívá pro jeho jedovatost a emisi oxidu uhelnatého.

Na našem území se nenachází významná ložiska zemního plynu, a proto je k nám transportován z Ruska a Norska. Je velice výbušný a podle původu jej dělíme na ropný a karbonový. [6]



*Obrázek 5: Spalování zemního plynu*

#### **3.1.1.4 Biomasa**

Biomasa je organická hmota vzniklá fotosyntézou nebo hmota živočišného původu, která má tři základní formy: Pevná, plynná a kapalná biomasa. Poslední dvě jmenované slouží převážně jako pohonná hmota, pevná se využívá v energetice a teplárenství.

Jedná se vlastně o rostlinný zemědělský odpad, odpad z dřevozpracujících podniků, odpad po prořezávce a těžbě dříví nebo se může jednat o využití rychlerostoucích dřevin (topol, jasan). Výhodou spalování biomasy je nízký obsah škodlivých částic a tedy ekologie provozu.

Pro realizaci CZT se nejvíce využívá dřevní štěpka, piliny nebo balíková sláma. Takto získané palivo je levné, vyžaduje však velká skladiště. Spalování biomasy nejen v CZT, ale i lokálních zdrojích tepla je zájmem mnoha stran. I přes snahy výrobců zdrojů tepla se příliš nedaří odstranit nedostatek v podobě náročné přípravy a manipulace s palivem. [2]



*Obrázek 6: Dřevní štěpka*

## 4. Tepelná síť

Teplo vyrobené ve zdroji může být transportováno teponosným médiem (pára nebo voda) až do vzdálenosti několika kilometrů. Aby se co nejvíce eliminovaly tepelné ztráty je potrubí izolované buď předem (výrobci ISOPLUS, Logstor, ABB), nebo dodatečně. Nejčastěji se pro výstavbu tepelné sítě užívá ocelového potrubí, v případě nižších provozních teplot lze použít potrubí z polybutenu, polyetylenu nebo mědi. Hlavní trasa tepelné sítě by měla být vedena oblastí s nejvyšší hustotou potřeby tepla zároveň s přihlédnutím k co nejkratší vzdálenosti. K odběratelům je teplo předáváno přes výměňkovou stanici. Tepelnou síť můžeme rozdělit podle: [5]

- Počtu trubek na:
  - Jednotrubkový systém
  - Dvoutrubkový systém
  - Třítrubkový systém
- Územního uspořádání na:
  - Paprskovité
  - Okružní
  - Mřížové
- Formy uložení na:
  - Nadzemní
  - Pozemní

### 4.1 Rozdělení podle počtu trubek

#### 4.1.1 Jednotrubkový systém

Jednotrubkový systém se využívá jen ojediněle. Samotná výstavba není příliš nákladná, ale provozování je poměrně složité a nákladné. Médium je dodáno odběrateli, ale již se nevrací zpět do systému. Z tohoto důvodu je nutné na vstupu ohřát velké

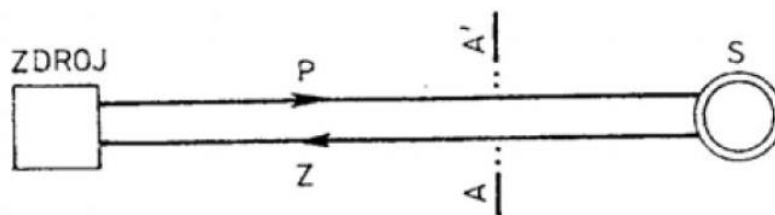
množství vody ze studeného stavu. Na straně odběratele je třeba zajistit dostatečné ochlazení vody, aby mohla být vypuštěna do kanalizace. [5]



Obrázek 7: Jednotrubkový systém

#### 4.1.2 Dvoutrubkový systém

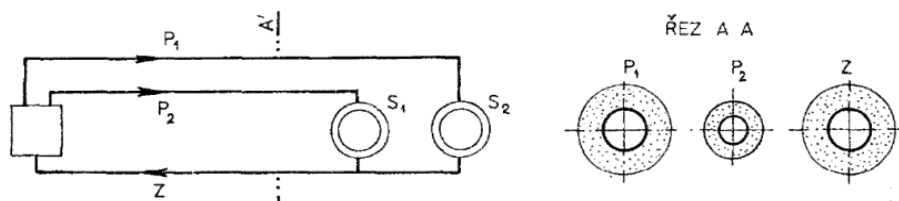
Tento systém se využívá nejčastěji. Okruh tvořený dvojicí vedle sebe vedených potrubí sloužících jako přívod a vrat zajišťuje oběh teplotné látky mezi zdrojem a předávací stanicí. Obě trubní vedení mají obvykle stejný průměr a jsou tepelně izolována. Potrubí pro kondenzát u parních tepelných sítí je značně menšího průměru než potrubí parovodu. [5]



Obrázek 8: Dvoutrubkový systém

#### 4.1.3 Třítrubkový systém

Třítrubkový systém se používá jen v určitých případech. Kupříkladu tam, kde je požadována dvojí úroveň teploty (příp. tlaku) teplotné látky. V tomto případě jsou dvě potrubí přívodní a jedno společné vratné. Takové řešení je nutné zhodnotit z ekonomického hlediska, protože může být snazší připojit dva dvoutrubní systémy. [5]



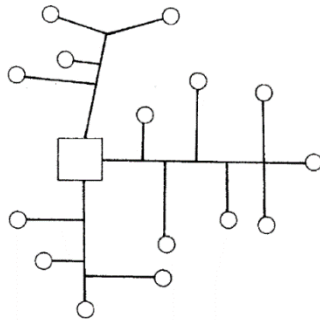
Obrázek 9: Třítrubkový systém



## 4.2 Rozdělení podle územního uspořádání

### 4.2.1 Paprskovitá síť

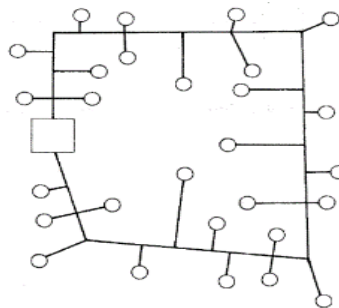
Ze zdroje tepla vychází jeden nebo více napáječů, ze kterých se větovitě dělí k jednotlivým předávacím stanicím. Tato síť je vhodná pro větší zásobované území. [5]



Obrázek 10: Paprskovitá síť

### 4.2.2 Okružní síť

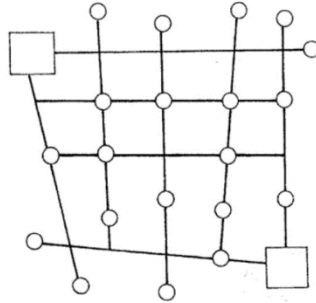
Modifikace paprskovité sítě se vzájemně propojenými napáječi. Vhodná pro kompaktní zástavbu. [5]



Obrázek 11: Okružní síť

### 4.2.3 Mřížová síť

Vzájemně spojené okruhy umístěné vedle sebe. V zásobování teplem se vyskytuje jen zřídka. Vhodná pro plynovody, vodovody, apod. [5]

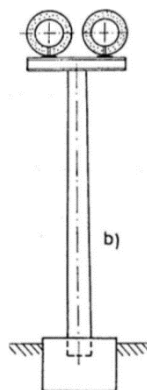


Obrázek 12: Mřížová síť

## 4.3 Rozdělení podle formy uložení

### 4.3.1 Nadzemní vedení

Navrhuje se jen v nejnútnejších případech, protože se jedná o hrubé narušení krajiny. (např.: nemožné vedení pod zemí z důvodu hustě vedených inženýrských sítí, křižování železniční tratě, vysoké hladiny podzemní vody atd.) U nadzemního provedení jsou vystavovány potrubní mosty a může být využito pro trubní vedení stávajících staveb (mosty, lávky). [5]



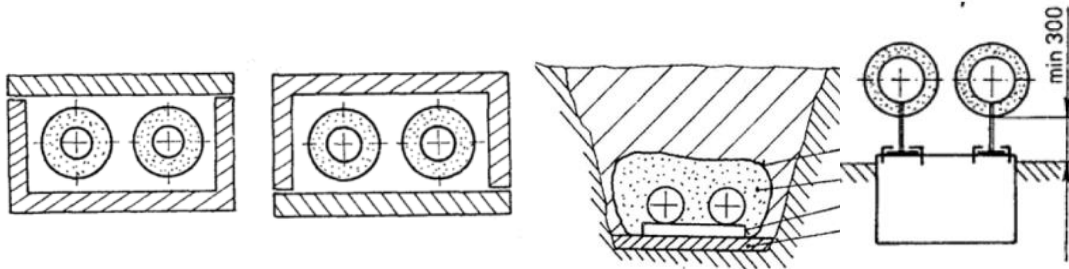
Obrázek 13.: Nadzemní vedení

### 4.3.2 Pozemní vedení

Uložení může být kanálové nebo bezkanálové.

Kanálové vedení v železobetonových prefabrikovaných dílcích je investičně náročné. Většinou se jedná o staré rozvody. Kanály mohou být průchozí, průlezné, neprůlezné. Nutné zajistit odvodnění. [5]

Bezkanálová potrubí jsou uložena přímo do země a obsypána pískem.



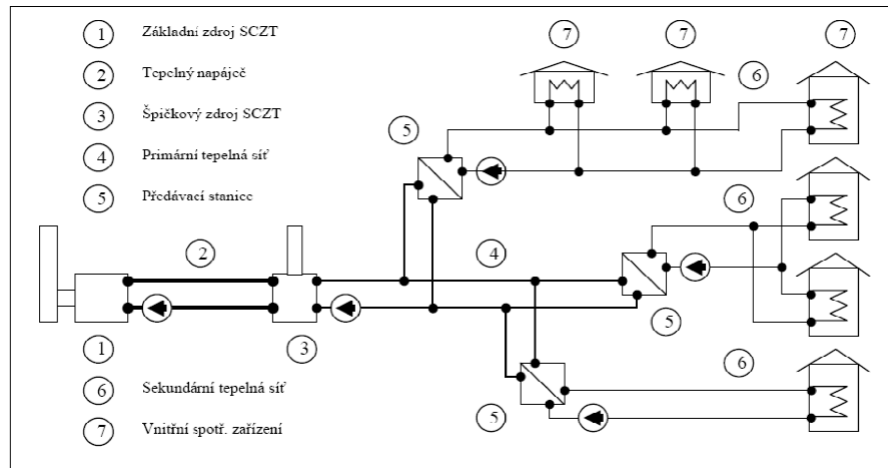
Obrázek 14.: Žlabový kanál; příkloповý kanál; bezkanálové provedení; pozemní vedení

### 4.4 Teplonosná látka

- a) Voda – Má velké měrné teplo, je chemicky stálá při teplotách do 200 °C, a protože obsahuje křemičité a vápenaté soli musí být chemicky upravena. Je důležité, aby byl udržován dostatečný stálý tlak, jinak by docházelo k varu a vznikala tak pára.
- b) Pára – Výhodou páry jsou především vyšší přepravní rychlosti v rozmezí 25 – 60 m/s na rozdíl od 1 – 2 m/s u vody. Upravit vodu k přípravě páry je složitější a ve výsledku tedy dražší než u vody. [8]

## 5. Předávací stanice

Předávací stanice tepla je definována jako zařízení, které slouží ke změně teploty látky, ke změně teplotních nebo tlakových parametrů teploty látky, nebo k současné změně jak teplotních tak tlakových parametrů teploty látky. [9]



Obrázek 15.: Schéma obecného CZT

### 5.1 Rozdělení předávacích stanic

Předávací stanice můžeme rozdělit podle: [10]

- Teplonosné látky na:
  - Parní předávací stanice tepla (PPST)
  - Vodní předávací stanice tepla (VPST)
- Tlakové závislosti na:
  - Předávací stanice s teplosměnnou plochou
  - Předávací stanice bez teplosměnné plochy
- Začlenění do soustavy dodávky tepla:
  - Okrskové předávací stanice
  - Objektové předávací stanice
- Účelu, ke kterému slouží:
  - Pro vytápění
  - Pro ohřev teplé vody
  - Pro vytápění i ohřev teplé vody
  - Pro ostatní účely (např. technologie, vzduchotechnika atp.)

## **5.1.1 Rozdělení předávacích stanic podle teplotní látky**

### **5.1.1.1 Parní předávací stanice**

Parní předávací stanice tepla jsou zařízení, která slouží k předání tepla dodávaného ohřívací otopnou látkou, která je pára – zpravidla o parametrech 0,13 MPa a vyšším – odběratelské soustavě, která může být:

- a) Parní, zpravidla o nižším tlaku (potom jde o redukční stanici)
- b) Vodní (horkovodní nebo teplovodní). Potom jde o výměňkové stanice, protože základním elementem je parní výměník. [9]

### **5.1.1.2 Vodní předávací stanice**

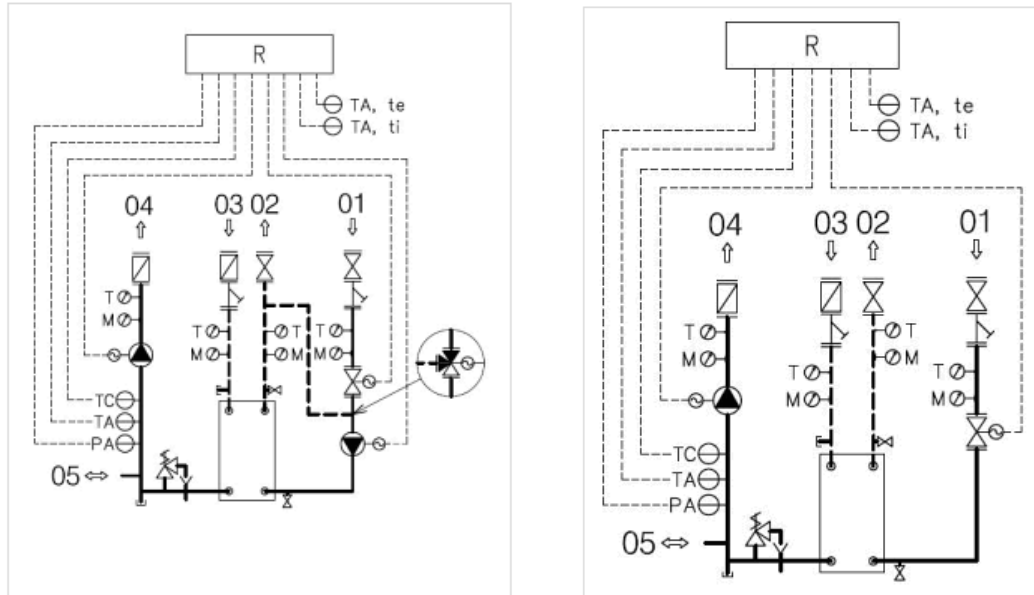
Jsou to zařízení, která souží k předání tepla ohřívací látkou, která je voda odběratelské soustavě, kde je ohřívána látkou opět voda. [9]

Vodní předávací stanice dělíme podle teploty primární topné vody na:

- Horkovodní předávací stanice tepla – zařízení, ve kterých ohřívací otopná látka, horká voda o teplotě 120 °C a vyšší, předává teplo otopné vodně o parametrech nižších než 120 °. Tyto stanice mohou být:
  - a) S teplosměnnou plochou
  - b) Bez teplosměnné plochy
- Teplovodní předávací stanice – zařízení, ve kterých ohřívací otopná látka o teplotě do 120 °C předává teplo otopné soustavě objektu, nebo souží k ohřevu teplé vody. Tyto stanice mohou být:
  - a) S teplosměnnou plochou, zejména pro ohřev teplé vody
  - b) Bez teplosměnné plochy, zpravidla pro úpravu teploty otopné vody pro vytápění

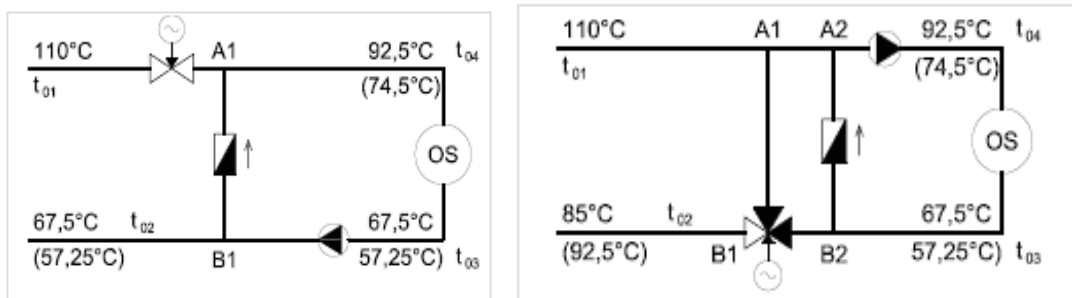
### 5.1.2 Rozdělení předávacích stanic podle tlakové závislosti

Předávací stanice tepla s teplosměnnou plochou jsou předávací stanice, kde ohřívací a ohřívaná strana jsou na sobě tlakově a tím i hydraulicky nezávislé. Otopná látka jsou vzájemně vodotěsně (parotěsně) odděleny. [10]



Obrázek 16: Tlakově nezávislá předávací stanice ve vodních soustavách

Předávací stanice tepla bez teplosměnné plochy se vyznačují hydraulickým propojením ohřívací a sekundární strany, přičemž sekundární strana (odběratelská vytápěcí soustava) je tlakově přímo závislá na ohřívací straně.



Obrázek 17: Tlakově závislé vodní předávací stanice

### 5.1.3 Rozdělení podle začlenění do soustavy dodávky tepla

Okreskové předávací stanice jsou stanice, které slouží k dodávce tepla více odběratelům (objektům) a umísťují se zpravidla v samostatném objektu.

Objektové předávací stanice jsou stanice, které slouží pro dodávku tepla zpravidla jednomu odběrateli. Umísťují se do objektu zásobovaného teplem. [9]

### 5.1.4 Rozdělení podle účelu, ke kterému slouží

Předávací stanice tepla pro vytápění slouží pro úpravu teploty a tlaku ohřívané teplotnosné látky pro vytápěcí soustavy objektu. Zdrojem tepla je ohřívací teplotnosná látka (voda nebo pára). Stanice může být jednozónová, dvouzónová, nebo vícezónová.

Předávací stanice tepla pro ohřev teplé vody slouží k ohřevu teplé vody pro jednoho nebo více odběratelů. Ohřev TV se provádí ve výměníku, nebo otopnou vložkou. Ohřev TV může být řešen zásobníkovým, průtočným nebo kombinovaným způsobem.

Předávací stanice tepla pro ohřev TV i pro ohřev otopné vody pro vytápění jsou složeny ze sekce pro TV a ze sekce pro úpravu teploty otopné vody pro vytápění. Podle vzájemného zapojení těchto sekcí ohřívací straně mohou mít paralelní, sériové, sérioparalelní zapojení podle průtoku ohřívací otopné látky stanicí mohou být s konstantní nebo proměnným průtokem. [9]

## 5.2 Obecné zásady návrhu předávacích stanic tepla

Výkon jednotlivých částí předávací stanice je stanoven z tepelné bilance zásobovaného okrsku, popřípadě z požadavků na dodávku tepla do odběratelského zařízení. Příkon ohřívací strany je dán větší přípojnou hodnotou stanovenou následujícími rovnicemi: [10]

$$Q_I = 0,7 \cdot (Q_{\dot{U}T} + Q_{VZT}) + Q_{TV} + Q_{TECH}$$

$$Q_{II} = Q_{\dot{U}T} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$$

kde

$Q_{\dot{U}T}$  je nejvyšší potřeba tepla pro vytápění

$Q_{VZT}$  je nejvyšší potřeba tepla pro vzduchotechniku

$Q_{TV}$  normová potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$Q_{TECH}$  potřeba tepla pro ostatní (technologické účely apod.)

Při použití předávací stanice tepla s teplosměnnou plochou se navrhují výměníky tepla maximálně na výkon odběratelského zařízení. Do výkonu 250 KW se doporučuje používat pouze jeden výměník. Od výkonu 250 kW výše se doporučuje používat dva výměníky, každý na 50 % výkonu odběratelské soustavy. Při velkých výkonech (výkon nad 1 MW) nutno navrhnout vždy dva výměníky, každý na 50 % výkonu (popřípadě i tři výměníky, každý o výkonu 33 %) odběratelské soustavy. [9]

Zařízení PST a ostatní doprovodná zařízení se umísťují do samostatné dobře větratelné místnosti. Elektrický rozvaděč a zařízení MaR se doporučuje umístit v samostatné místnosti, oddělené od vlastního prostoru PST. Stanice musí být vybavena měřením množstvím odebraného tepla na ohřívací straně a dodávaného tepla na ohřívané straně.

Ohřívána strana předávacích stanic s teplosměnnou plochou musí být vybavena pojistným zařízením a zařízením pro doplňování a plnění soustavy vodou. Ohřívána strana předávacích stanic tepla bez teplosměnné plochy je tlakově propojena s primární stranou a je tlakově jištěna ze zdroje ohřívané látky.

Veškerá zařízení, kterými protéká teplotonosná látka včetně armatur a potrubních rozvodů budou opatřena tepelnou izolací, zamezující nadměrný únik do okolí. Povrchová teplota izolace nemá přesáhnout 40 °C. [9]

### **5.3 Parní předávací stanice tepla**

Pokud se jedná o parní předávací stanici s teplosměnnou plochou, pak je základním prvkem parní výměník. U předávací stanice bez teplosměnné plochy je to redukční ventil (nejlépe elektronicky řízený) nebo elektrický regulační ventil.

Parní výměníky jsou různých konstrukcí. Můžeme je rozdělit podle polohy na horizontální a vertikální, podle konstrukce teplosměnné plochy na trubkové nebo deskové. Podle koncepce výměníku je pára vedena do trubek výměníku nebo do jeho pláště. Provedení trubkových výměníků je zpravidla válcové, teplotonosnou plochu tvoří svazek trubek. U deskových výměníků tvoří teplosměnnou plochu desky. Pro vyšší přetlaky médií se používají trubkové výměníky, pro nižší přetlaky (pod 0,2 MPa) lze



použit jak trubkové tak zejména deskové výměníky. Velikost výměníků se navrhne podle zvoleného typu a údajů uvedených v projektových podkladech. Charakteristickou veličinou je velikost teplosměnné plochy, která musí pro parametry ohřívací látky zabezpečit požadovaný výkon a parametry ohřívané látky.

Redukční ventily slouží ke změně přetlaku páry z vyšší hodnoty na nižší škrcením tlaku páry v sedle ventilu. Protitlak na sedle ventilu je vyvozován membránou a pružinami, u nových ventilů je vytváření protitlaku na sedle ventilu řízeno elektronickým zařízením. Regulační ventily škrtí přivíráním v závislosti na přetlaku páry na ohřívané straně.

Kondenzát z páry je vrácen do primární kondenzátní sítě. Sestava kondenzátního hospodářství je buď otevřená, nebo uzavřená.

Uzavřená kondenzátní soustava je bez kondenzátní nádrže. Kondenzát je po zkondenzování páry ve výměníku vrácen vlastním tlakem, popřípadě pomocí čerpadla zpět do kondenzátního potrubí primární sítě. Vratné kondenzátní potrubí musí být vybaveno zpětným ventilem.

Otevřená soustava kondenzátního hospodářství se skládá z odvětrané (beztlaké) nádrže, ve které se tlakový kondenzát stává beztlakým. Vracení kondenzátu se provádí kondenzátním čerpadlem a příslušným potrubním rozvodem. Množství kondenzátu lze měřit teplovodním vodoměrem.

Regulační zařízení slouží k regulaci parametrů otopné látky ohřívané strany a k regulaci a řízení dalších doprovodných zařízení. Mezi nejčastější požadavky na regulační zařízení patří: [9]

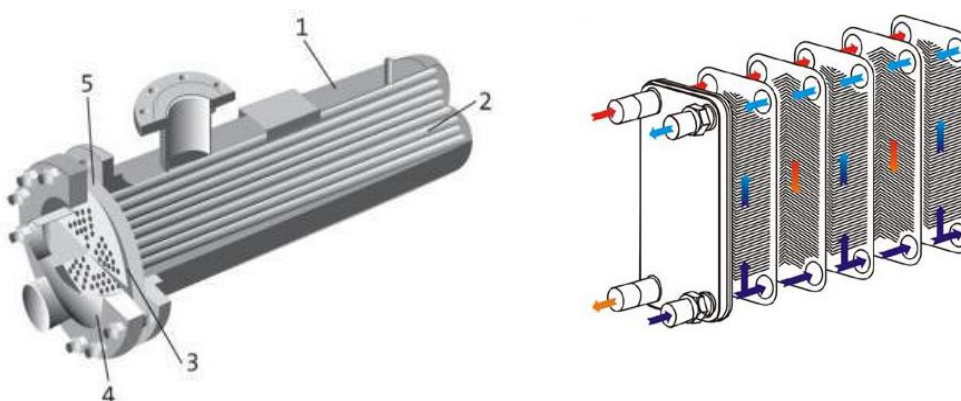
- a) Ekvitermní nebo programově řízená teplota ohřívané otopné látky v závislosti na venkovní teplotě. Dané výstupní teploty dosáhneme buď škrcením přívodu páry, nebo zaplavováním výměníku.
- b) Regulace tlaku páry sekundární strany (tlakově závislé soustavy).
- c) Ostatní činnosti jako regulace vracení kondenzátu, ovládání čerpadel sekundární strany, časové řízení činnosti parní předávací stanice.

## 5.4 Vodní předávací stanice tepla:

Vodní předávací stanice rozlišujeme na ty, jejich teplosměnnou plochou je výměník tepla nebo otopná vložka zásobníku TV. Bez teplosměnné plochy jsou směšovací zařízení, směšovací ejektor a redukční ventil. [9]

Vodní výměníky jsou:

- a) Horizontálního nebo vertikálního válcového provedení. Jedná se o válcové trubkové výměníky, kde teplosměnnou plochu tvoří svazek trubek. Tyto výměníky se používají zejména pro horkovodní předávací stanice tepla.
- b) Deskového provedení. Deskové výměníky jsou tvořeny soustavou desek spojených svařením, pájením nebo jsou těsné a stažené svorníky. Tyto výměníky mají větší tlakovou ztrátu. [7]



Obrázek 18.: Trubkový výměník; Deskový výměník

Velikost výměníku je charakterizována teplosměnnou plochou, která musí pro dané parametry ohřívací látky zaručit převedení potřebného výkonu do ohřívané strany při dodržení požadovaných parametrů ohřívání otopné látky.

Směšovací zařízení slouží ke směšování ohřívací a vratné ohřívání látky za účelem snížení teploty pro použití v okruhu ohřívání otopné látky. Směšování může probíhat v T-kusu nebo v třicestném směšovacím ventilu.

Ohřívání otopná látka je přes regulační ventil vedena do T-kusu, do kterého je přiváděna vratná ohřívání látka z vytápěcího nebo jiného okruhu.

Při směšování v třicestném směšovací armatuře je ohřívání voda přiváděna na jedno vstupní hrdlo, vratná ohřívání otopná voda na druhé vstupní hrdlo směšovací armatury.[9] Po smísení v armatuře je z ní odváděna vstupním hrdlem Směšování řídí

automatika přestavováním regulačního elementu armatury. Směšování probíhá přímo v armatuře.

Směšovací ejektor je zařízení, ve kterém ejekčním účinkem proudu ohřívací otopné látky dochází k přísávání vratné ohřívací látky a současně dochází k vytvoření tlakového rozdílu nutného pro oběh otopné vody v okruhu ohřívací otopné látky. Množství ohřívací otopné vody přivedené do ohřívacího okruhu je z vratné větve rozvodu ohřívací látky vraceno zpět do vratné větve ohřívací látky okruhu.

Rozvod primární vody přivádí a odvádí ohřívací otopnou vodu k jednotlivým částem předávací stanice. Provádí se z ocelových trub bezešvých a vybavuje se nezbytnými armaturami, havarijním uzávěrem, měřením odebraného tepla. Rozvod ohřívací otopné vody je rovněž z ocelových bezešvých trubek a je opatřen měřidlem dodávaného tepla, oběhovým čerpadlem (u ejektoru není nutné) [9]

Doporučenými regulačními okruhy jsou:

- a) Ekvitermní regulace teploty ohřívací teplotnosné látky
- b) Regulace teploty vratné horké vody z předávací stanice omezováním průtoku horké vody stanicí. (u HPST)
- c) Regulace tlakového rozdílu na vstupu do vodní předávací stanice
- d) Regulace přetlaku v otopné soustavě ohřívací strany

## 5.5 Zkoušky a zařízení PST

Před uvedením do trvalého provozu musí být zařízení PST podrobena následujícím zkouškám:

- Po ukončení hrubé montáže, ale před nátěry:
  - a) Tlaková zkouška – zkušebním přetlakem
  - b) Dilatační zkouška – otopným médiem z rozvodu ohřívací strany, kterým bude provedeno i ohřátí ohřívací látky
- Po dokončení celého zařízení včetně kompletace el. zařízení a MaR:
  - a) Provozní zkoušky jednotlivých komponentů.
  - b) Komplexní vyzkoušení celého zařízení včetně ověření funkce regulačního, řídicího a zabezpečovacího zařízení. [9]

## **Závěr**

V teoretické části jsem se pokusil shrnout základní pojmy týkající se tématu do srozumitelné formy. Domnívám se, že byly přehledně popsány jednotlivé technologie systému a práce dostatečně nastínila problematiku CZT. Zdroje tepla byly logicky popsány podle druhu spalovaných paliv. Předávací stanice byly rozděleny na parní a vodní. Obě varianty jsou doplněny o schémata a obrázky používaných výměníků. Nastíněny jsou rovněž obecné zásady návrhu předávacích stanic a nakonec nezbytné zkoušky PST.

Seznámení se s problematikou CZT významně obohatilo mé vědomosti. Vypracování práce mi dalo možnost nahlédnout do systému teplárenství a rozšiřujících se technologií. Závěrem doufám, že se čtenáři této práce dostaly potřebné základní informace o systému CZT.

## **B. VÝPOČTOVÁ ČÁST**

## **6. Analýza objektu**

Řešený objekt se nachází ve městě Třebíč v nadmořské výšce cca 465 m n. m. Jedná se o rekonstrukci čtyřpodlažní budovy zastřešené plochou střechou. V prvních třech podlažích objektu jsou umístěny kanceláře a zasedací místnosti. Ve čtvrtém poschodí bude byt pro majitele nemovitosti. Budova je vybavena dále recepcí, čaj. kuchyňkami, hygienickým zázemím a garážemi. Půdorysné rozměry budovy jsou 22 x 19,6 m. Světlá výška se v jednotlivých podlažích liší. V prvním a druhém podlaží je 3,25 m, ve třetím 3 m a ve čtvrtém pak 2,65m. Celková výška budovy je 11,15 m. Budova je vybavena vnitřním výtahem umožňující přepravu imobilních osob v souladu s vyhl. 398/2009 Sb.

### **6.1 Konstrukční a stavební řešení**

#### ***Svislé nosné zdivo***

Budova je uvažována jako montovaný železobetonový skelet se skrytými průvlaky a se sloupy v osové vzdálenosti 8,4 x 6,0 m, založený na monolitických žb. patkách a pasech.

#### ***Vodorovné nosné konstrukce***

Stropy jsou tvořeny předpjatými železobetonovými panely Spiroll.

Obvodový plášť je vyzdíváný z porobetonových bloků Ytong tl. 375 mm opatřený kontaktním zateplovacím systémem v tl. 200 mm.

#### ***Střecha***

Střecha je plochá v provedení s fóliovou hydroizolací.

#### ***Podlahy***

Stávající povlakové krytiny jsou provedeny z PVC o tloušťce 2 mm a s nášlapnou vrstvou 1 mm.

Keramické dlažby v hygienickém zázemí jsou provedeny z protiskluzné slinuté dlažby. Rozměry dlažby jsou uvažovány 400/400mm tl. 12 mm s probarveným střepem – slinuté.

## ***Výplně otvorů***

Původní okna jsou instalována pouze v prvním podlaží. V dalších podlažích jsou nová okna s trojskly.

## **6.2 Vytápění**

Jako otopná plocha ve 4.NP je použito dle požadavku zákazníka podlahové vytápění z trubek PEX a zalito anhydritem. Ve 3.NP je v podhledu navržen ležatý rozvod v systému napojení Tiechermann a tělesa Korado Radik Plan jsou připojeny směrem dolů. Pro 1.NP a 2.NP je proveden rozvod též v systému Tiechermann a otopná tělesa napojena směrem dolů jsou typu Klasik Plan a směrem nahoru typ VK.

System je tedy rozdělen na tři topné větve. Veškeré rozvody jsou navrženy v Cu potrubí. Regulace je zajištěna směřováním – systémem AMIT (ekvitermní)

Jako zdroj tepla je použito TČ vzduch-voda od fi. Nukleon Třebíč HPAW 48 a výměňiková stanice SYSTHERM SYMPATIK a výkonu 64kW.

Tepelné čerpadlo ukládá teplo do akumuláční nádrže o objemu 1000l. Čerpadla na jednotlivých okruzích čerpají médium z AN přes výměňikovou stanici a ta zajišťuje případný bivalentní dohřev. Zapojení bylo prokonzultováno s dodavatelem CZT fi. TTS Třebíč.

Teplá voda je připravována individuálními elektrickými ohřivači v budově, takže není předmětem tohoto projektu. Provoz v objektu je 24hodin denně, protože je zde centrální dispečink oprav bytového fondu a sídlo havarijních techniků.

## 7. Výpočet potřebného výkonu

### 7.1 Posouzení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Při výpočtu a posuzování součinitele prostupu tepla se řídíme normou ČSN 73 0540. Součinitel prostupu tepla je charakterizován jako množství tepla, která projde určitou stavební konstrukcí o ploše  $1\text{m}^2$  při rozdílu teploty před a za konstrukcí  $1\text{K}$ .

Pro výpočet potřebujeme znát tepelný odpor vrstev celé konstrukce, který je dán vztahem:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$$

kde:  $d_j$       tloušťka j-té vrstvy [m]  
 $\lambda_j$       součinitel tepelné vodivosti j-té vrstvy konstrukce lze vyhledat v normě ČSN 73 0540 [W/mK]

Celkový tepelný odpor konstrukce  $R_T$  je sumou všech tepelných odporů jednotlivých vrstev  $R_j$  a přilehlých vzduchových vrstev na straně interiéru a exteriéru  $R_{si}$ ,  $R_{se}$ . Hodnoty  $R_{si}$  a  $R_{se}$  závisí na směru tepelného toku a umístění konstrukce v prostoru. Jsou dány normou ČSN 73 0540-3. Odpor při prostupu tepla  $R_T$  pak určíme takto:

$$R_T = R_{si} + \sum R_j + R_{se} \quad [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$$

kde  $R_T$       tepelný odpor při prostupu tepla  
 $R_{si}$       odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]  
 $R_{se}$       odpor při přestupu tepla na vnější straně [ $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ]

Součinitel prostupu tepla  $U$  nyní spočteme takto:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

Každou konstrukci musíme posoudit s normovou požadovanou hodnotou  $U_{N,20}$ , případně doporučenou  $U_{rec,20}$ .



$$U \leq U_N \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

Výplně otvorů musí rovněž vyhovět na požadované hodnoty. Pro výpočet průměrného součinitele prostupu tepla použijeme vztah:

$$U = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f \cdot I_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

kde	$A_g$	celková plocha zasklení [ $\text{m}^2$ ]
	$A_f$	celková plocha rámu [ $\text{m}^2$ ]
	$U_g$	součinitel prostupu tepla zasklení [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
	$U_f$	součinitel prostupu tepla rámu [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
	$I_g$	viditelný obvod zasklení [m]
	$\Psi_g$	lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [-]

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

**Přehled konstrukcí varianty 1**

Stavba: Administrativní budova

Místo: Třebíč

Zadavatel: Ing. Drašar

Zpracovatel:

Zakázka: Administrativní budova

Archiv:

Projektant: Bc. Jan Bobek

Datum: 5.7.2016

E-mail:

Telefon:

**Neprůsvitné konstrukce**

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K) $e_1 = 1.00$ $e_{1.UN,20} = 0.30$ W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SO1	Z	0,151	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			430-001	Z vr.	SilikatTopomítka	15	0,700		0,700	0,021
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	200	0,037		0,037	5,405
			291-009a	Z vr.	Ytong P2 - 400	240	0,120		0,120	2,000
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,151</b>		Σ		465				7,614
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K) $e_1 = 1.00$ $e_{1.UN,20} = 0.30$ W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SO2	Z	0,164	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			430-001	Z vr.	SilikatTopomítka	15	0,700		0,700	0,021
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	200	0,037		0,037	5,405
			291-012a	Z vr.	Ytong P4 - 600	240	0,180		0,180	1,330
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,164</b>		Σ		465				6,944
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K) $e_1 = 1.00$ $e_{1.UN,20} = 0.30$ W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SO4	Z	0,176	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			108a-041	Z vr.	Minerální vlna MVV	200	0,041		0,041	4,878
			291-012a	Z vr.	Ytong P4 - 600	240	0,180		0,180	1,330
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,176</b>		Σ		450				6,395
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K) $e_1 = 1.00$ $e_{1.UN,20} = 0.30$ W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SO5	Z	0,246	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	150	0,037		0,037	4,054
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	3	0,160		0,160	0,019
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	300	1,580		1,580	0,190
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,246</b>		Σ		453				4,433
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K) $e_1 = 1.00$ $e_{1.UN,20} = 0.30$ W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SO6	Z	0,238	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			101-012	Z vr.	Beton hutný (2200)	200	1,300		1,300	0,154
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	150	0,037		0,037	4,054
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	3	0,160		0,160	0,019

Bc. Jan Bobek

1 / 9

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	300	1,580		1,580	0,190
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,238</b>		Σ		653				4,587
SO7	0	0,481								
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.30 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SO8	Z	0,393	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	200	1,580		1,580	0,127
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	80	0,037		0,037	2,162
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	3	0,160		0,160	0,019
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	300	1,580		1,580	0,190
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,393</b>		Σ		593				2,684
Příčka Ytong 100										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.70 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SN1	Z	1,152	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			291-003a	Z vr.	Ytong P3 - 550	100	0,170		0,170	0,590
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,130
		<b>U = 1,152</b>		Σ		120				0,883
Příčka Ytong 150										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.70 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SN2	Z	0,872	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			291-005a	Z vr.	Ytong P3 - 550	150	0,170		0,170	0,880
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,130
		<b>U = 0,872</b>		Σ		170				1,173
Příčka Ytong 250										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.70 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SN3	Z	0,456	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			291-009a	Z vr.	Ytong P2 - 400	240	0,120		0,120	2,000
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,130
		<b>U = 0,456</b>		Σ		260				2,293
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.70 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SN4	Z	0,302	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			291-012a	Z vr.	Ytong P4 - 600	240	0,180		0,180	1,330
			291-012a	Z vr.	Ytong P4 - 600	240	0,180		0,180	1,330
			291-003a	Z vr.	Ytong P3 - 550	100	0,170		0,170	0,590

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	10	0,600		0,600	0,017
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,130
		<b>U = 0,302</b>		Σ		600				3,543
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.45 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL1	Z	0,304	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	74	1,050		1,050	0,070
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,036		0,036	2,778
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	2	0,160		0,160	0,009
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	130	1,340		1,340	0,097
			119-012	Z vr.	Rostlá půda s přiroz. vlhkostí	200	0,850		0,850	0,235
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	200	1,340		1,340	0,149
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,000
		<b>U = 0,304</b>		Σ		719				3,522
místnost 109										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.45 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL3	Z	0,383	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,050		1,050	0,073
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	80	0,036		0,036	2,222
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	2	0,160		0,160	0,009
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	130	1,340		1,340	0,097
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,383</b>		Σ		302				2,755
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL4	Z	1,285	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			142-024	Z vr.	epoxidehtová3x	0				
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	500	1,587		1,587	0,315
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	2	0,160		0,160	0,009
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	200	1,587		1,587	0,126
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 1,285</b>		Σ		702				0,791
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.45 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL5	Z	0,582	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			112-09	Z vr.	PVC tuhý	10	0,170		0,170	0,056
			101-012	Z vr.	Beton hutný (2200)	100	1,100		1,100	0,091
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	50	0,036		0,036	1,389
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	100	1,340		1,340	0,075
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,000
		<b>U = 0,582</b>		Σ		260				1,780
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.45 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL6	Z	0,594	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS (50)	50	0,036		0,036	1,389
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,050		1,050	0,095
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	100	1,340		1,340	0,075
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,000
		<b>U = 0,594</b>		Σ		263				1,742
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL7	Z	0,478	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	60	0,036		0,036	1,646
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	180	1,587		1,587	0,113
			424-001	Z vr.	Omítka vápenocementová	5	0,600		0,600	0,008
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,478</b>		Σ		335				2,183
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.85 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL8	Z	0,303	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,050		1,050	0,073
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,036		0,036	2,778
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	500	1,340		1,340	0,373
			112-09	Z vr.	PVC tuhý	2	0,170		0,170	0,009
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	150	1,340		1,340	0,112
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,000
		<b>U = 0,303</b>		Σ		842				3,528
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.60 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL9	Z	0,196	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	60	0,036		0,036	1,646
			108a-041	Z vr.	Minerální vlna MVV	150	0,041		0,041	3,626
			430-001	Z vr.	SilikatTop omítka	3	0,700		0,700	0,004
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,196</b>		Σ		303				5,691
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL10	Z	1,712	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,243		1,243	0,080
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	250	1,587		1,587	0,158
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 1,712</b>		Σ		363				0,591
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL11	Z	1,599	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			112-09	Z vr.	PVC tuhý	9	0,170		0,170	0,055

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,243		1,243	0,080
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	250	1,587		1,587	0,158
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 1,599</b>		Σ		359				0,633
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.75 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL12	Z	1,599	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			112-09	Z vr.	PVC tuhý	9	0,170		0,170	0,055
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,243		1,243	0,080
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	250	1,587		1,587	0,158
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 1,599</b>		Σ		359				0,633
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.60 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL13	Z	1,749	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	100	1,243		1,243	0,080
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	230	1,587		1,587	0,145
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 1,749</b>		Σ		343				0,578
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL14	Z	0,471	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	60	0,036		0,036	1,646
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	250	1,587		1,587	0,158
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,471</b>		Σ		400				2,219
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL15	Z	0,462	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			112-09	Z vr.	PVC tuhý	9	0,170		0,170	0,055
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový	60	0,036		0,036	1,646
			101-022	Z vr.	EPSŽelezobeton(2400)	250	1,587		1,587	0,158
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,462</b>		Σ		396				2,261
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL16	Z	0,498	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,100
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			116-01	Z vr.	Asfaltový pás	3	0,210		0,210	0,014
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	60	0,036		0,036	1,646
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	250	1,587		1,587	0,158
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,100
		<b>U = 0,498</b>		Σ		403				2,093

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL17	Z	0,331	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,100
			moje-m	Z vr.		15	0,150		0,150	0,100
			101-011	Z vr.		77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.		100	0,036		0,036	2,744
			101-022	Z vr.		180	1,587		1,587	0,113
			R <sub>se</sub>							0,100
		<b>U = 0,331</b>		Σ		372				3,219
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL18	Z	0,319	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			moje-m	Z vr.		15	0,150		0,150	0,100
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,036		0,036	2,744
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	160	1,587		1,587	0,101
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,319</b>		Σ		352				3,347
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL19	Z	0,319	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			moje-m	Z vr.		15	0,150		0,150	0,100
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,036		0,036	2,744
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	160	1,587		1,587	0,101
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,319</b>		Σ		352				3,347
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL20	Z	0,325	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			116-01	Z vr.	Asfaltové pásy a lepenky	3	0,210		0,210	0,014
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	77	1,243		1,243	0,062
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS (50)	100	0,036		0,036	2,744
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	160	1,587		1,587	0,101
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,170
		<b>U = 0,325</b>		Σ		353				3,274
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.30 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
PDL21	Z	2,942	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	13	1,010		1,010	0,013
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	84	1,230		1,230	0,068
			112-09	Z vr.	PVC tuhý	2	0,170		0,170	0,009
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	130	1,580		1,580	0,082
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 2,942</b>		Σ		229				0,342

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/W
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.24 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SCH1	Z	0,220	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,100
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	2	0,160		0,160	0,009
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	25	0,037		0,037	0,676
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	50	0,037		0,037	1,351
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,037		0,037	2,703
			116-01	Z vr.	Asfaltové pásy a lepenky	4	0,210		0,210	0,019
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	180	1,580		1,580	0,114
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,220</b>		Σ		361				5,012
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.24 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SCH2	Z	0,229	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,100
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	2	0,160		0,160	0,009
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	25	0,037		0,037	0,676
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,037		0,037	2,703
			108a-041	Z vr.	Minerální vlna MVV	50	0,041		0,041	1,220
			116-01	Z vr.	Asfaltové pásy a lepenky	8	0,210		0,210	0,038
			117a-001	Z vr.	trapezový plech	150	58,000		58,000	0,003
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,229</b>		Σ		335				4,788
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.24 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SCH3	Z	0,168	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,100
			109-021	Z vr.	Dřevo měkké kolmo k vláknům	30	0,180		0,180	0,167
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	25	0,037		0,037	0,676
			107-02	Z vr.	Polystyren vytlačovaný - XPS	100	0,034		0,034	2,941
			116-01	Z vr.	Asfaltové pásy a lepenky	4	0,210		0,210	0,019
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	160	1,580		1,580	0,101
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,037		0,037	2,703
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,168</b>		Σ		419				6,747
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K) e <sub>1</sub> = 1.00 e1.UN,20 = 0.24 W/(m <sup>2</sup> ·K)										
SCH4	Z	0,222	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,100
			116-02	Z vr.	Fólie z PVC	2	0,160		0,160	0,009
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	25	0,037		0,037	0,676
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	50	0,037		0,037	1,351
			107-016	Z vr.	Polystyren pěnový EPS	100	0,037		0,037	2,703
			116-01	Z vr.	Asfaltové pásy a lepenky	4	0,210		0,210	0,019
			101-022	Z vr.	Železobeton(2400)	90	1,580		1,580	0,057
			424-001	Z vr.	Oμίtká vápenocementová	3	0,600		0,600	0,005
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		<b>U = 0,222</b>		Σ		274				4,960

Poznámka:

Z<sub>TM</sub> – činitel tepelných mostů. Je určen k přepočítání výrobcí uváděné λ<sub>D</sub> na λ<sub>ekv</sub>, která pak zohledňuje vliv nasákavosti stavebních izolací. Hodnota Z<sub>TM</sub> může být pro různé druhy izolačních materiálů předepsána metodikou výpočtu. Součinitel Z<sub>TM</sub> umožňuje také zohlednit vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvení, rámovou konstrukcí atp. Jednotlivé hodnoty Z<sub>TM</sub> se sečtou a zadají jednou hodnotou do sl. Z<sub>TM</sub>. Pro výpočet platí vztah λ<sub>ekv</sub> = λ · (1 + Σ Z<sub>TM</sub>)



## Tepelný výkon ČSN EN 12831

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

### Nehomogenní vrstvy

V případě, že se v hlavní izolační vrstvě Xa se vyskytuje materiál Xb, případně další (Xc, Xd ...), pak jejich vliv na součinitel tepelné vodivosti charakteristické výšece vyjadřuje součinitel ZTM-N (nehomogenní vrstvy). Vliv vlhkosti na hlavní izolační vrstvu lze zadat pomocí údaje ZTM-V.

### Výplně otvorů

OK	Var	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	UN,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)	x m	y m	i <sub>LV</sub> m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·Pa * 10 <sup>4</sup>	LS m	g	FF %
O/02										
DO1	V1	Z	0,981	1,700	2,14	3,25	1,600	10,78	0,70	23,7
O/03										
DO2	V1	Z	1,016	3,500	3,11	2,40	1,600	11,02	0,67	20,1
O/09										
DO3	V1	Z	1,054	1,700	1,75	3,25	1,600	10,0	0,75	27,6
dveře výtahové										
DN1	V1	0	1,600	1,700	1,02	2,20	1,200	6,44	0,85	0,0
dveře 700/1970										
DN2	V1	0	1,600	1,700	0,70	1,97	1,200	5,34	0,85	0,0
dveře 800/1970										
DN3	V1	0	1,500	1,700	0,80	1,97	1,200	5,54	0,67	0,0
dveře 1750/1970										
DN4	V1	0	1,300	1,700	1,75	1,97	1,400	7,44	0,67	0,0
356/325										
DN5	V1	0	1,100	1,700	3,56	3,32	1,400	13,76	0,67	0,0
325/200										
DN6	V1	0	1,200	1,700	3,25	2,00	1,400	10,50	0,67	0,0
338/200										
DN7	V1	0	1,200	1,700	3,38	2,00	1,400	10,75	0,67	0,0
O/07										
DA1	V1	0	0,934	3,500	8,22	3,32	1,600	0,00	0,67	10,6
O/15										
DA2	V1	0	0,942	1,700	4,53	2,64	1,200	0,00	0,67	15,7
O/16										
DA3	V1	0	0,858	1,700	11,41	2,64	1,600	0,00	0,67	10,8
O/01										
OJD1	V1	Z	1,249	1,500	2,40	1,50	0,870	7,80	0,75	21,1
O/04										
OJD2	V1	Z	1,228	1,500	2,00	2,40	0,870	8,80	0,75	19,7
O/06										
OJD3	V1	Z	1,268	1,500	1,80	2,10	0,870	0,00	0,75	22,0
140/60										
OJD4	V1	0	1,100	1,500	1,40	0,60	1,400	4,00	0,67	95,2
O/05										
OJT1	V1	Z	0,882	1,500	4,95	0,80	0,870	0,00	0,70	24,5
O/08										
OJT2	V1	Z	0,744	1,500	2,40	1,20	0,870	0,00	0,67	19,1
O/10										
OJT3	V1	Z	0,763	1,500	2,00	2,10	0,870	8,20	0,70	20,6
O/11										

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 29.12.2016

OK	Var	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	UN,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)	x m	y m	$i_{LV}$ m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·Pa * 10 <sup>4</sup>	LS m	g	FF %
OJT4	V1	Z	0,793	1,500	1,80	2,00	0,870	7,60	0,70	22,3
O/12										
OJT5	V1	Z	0,890	1,500	1,75	2,10	0,870	7,70	0,70	22,4
O/13										
OJT6	V1	Z	0,880	1,500	2,80	1,25	0,870	8,10	0,70	21,5
O/14										
OJT7	V1	Z	0,895	1,500	2,80	1,25	0,600	6,90	0,70	21,5
O/17										
OJT8	V1	Z	0,928	1,500	2,20	1,25	0,600	6,00	0,70	23,9
O/18										
OJT9	V1	Z	0,966	1,500	1,75	1,25	0,600	6,00	0,70	26,8
O/19										
OJT10	V1	Z	1,009	1,500	1,15	1,25	0,600	4,80	0,70	34,0
okno 1200/750										
OJT11	V1	0	1,070	1,500	1,20	0,75	1,400	3,90	0,67	38,9
okno 2200/1300										
OJT12	V1	0	0,923	1,500	2,20	1,30	1,400	7,00	0,67	26,9
okno 2270/1300										
OJT13	V1	0	0,912	1,500	2,40	1,30	1,400	7,40	0,67	26,0
okno 2270/1300										
OJT14	V1	0	0,919	1,500	2,27	1,30	1,400	7,14	0,67	26,6
okno 2800/1000										
OJT15	V1	0	0,943	1,500	2,80	1,00	1,400	7,60	0,67	28,6
okno 2200/1000										
OJT16	V1	0	0,928	1,500	2,20	1,00	1,400	6,40	0,67	27,3
100/220										
OJT17	V1	0	1,200	1,500	1,00	2,20	1,200	6,40	0,67	32,6
okno 2200/750										
OT1	V1	0	1,100	1,500	2,20	0,75	1,400	5,90	0,67	33,3
OA1										
	V1	0	0,981	1,700	2,06	3,27	1,600	10,67	0,75	24,3
OA2										
	V1	0	1,100	1,500	5,40	2,40	1,400	15,60	0,67	22,8
OA3										
	V1	0	1,100	1,500	2,50	2,40	1,400	9,80	0,67	27,2
OA4										
975/300	V1	0	1,100	1,500	4,00	2,40	1,400	12,80	0,67	26,3
OA5										
213/300	V1	0	0,920	1,500	9,75	3,00	1,400	25,50	0,67	25,3
OA6										
748/300	V1	0	1,000	1,500	2,13	3,00	1,000	10,25	0,67	
OA7										
	V1	0	1,000	1,500	7,47	3,00	1,000	20,95	0,67	24,3

## 7.2 Výpočet tepelných ztrát

Při výpočtu tepelných ztrát postupujeme dle normy ČSN EN 12831. K provedení výpočtu musíme znát hodnoty:

- Výpočtové vnitřní teploty  $\theta_i$  (stanoveno normou)
- Výpočtové venkovní teploty  $\theta_e$  (stanoveno normou)
- Teplotu přilehlé zeminy  $\theta$  (stanoveno normou)
- Plochy konstrukcí (odečteno ze stavebního výkresu)
- Tepelného odporu konstrukce

Hodnota celkové tepelné ztráty vytápěného prostoru se spočte jako:  $\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$

kde  $\Phi_{T,i}$  jsou tepelné ztráty prostupem tepla vytápěného prostoru [W]

$\Phi_{V,i}$  jsou tepelné ztráty větráním vytápěného prostoru [W]

Tepelná ztráta prostupem tepla je dána vztahem:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

kde  $H_{T,ie}$  je měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do exteriéru skrz obvodový plášť

$H_{T,iue}$  je měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného prostoru do exteriéru přes nevytápěný prostor

$H_{T,ig}$  je měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do zeminy

$H_{T,ij}$  je tepelná ztráta z vytápěného prostoru do vedlejších vytápěných prostor s výrazně odlišnou teplotou

$\theta_{int,i}$  je výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru

$\theta_e$  je výpočtová venkovní teplota

Pro všechny konstrukce oddělující venkovní prostor od interiéru lze měrnou tepelnou ztrátu prostupem získat zjednodušeně z následujícího vztahu:

$$H_{T,ie} = \sum (A_k \cdot U_k \cdot e_k)$$

kde  $A_k$  plocha konstrukce budovy v  $m^2$

$U_k$  součinitel prostupu tepla konstrukce

$e_k$  korekční činitel zahrnující klimatické vlivy, odlišnou izolaci, rychlost větru...

Součinitel prostupu tepla konstrukce s vlivem tepelných mostů je dán rovnicí:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{t_{bm}}$$

kde  $U_k$  součinitel prostupu tepla konstrukce

$\Delta U_{t_{bm}}$  činitel zohledňující tepelné mosty v konstrukci. Volíme některou z hodnot 0,02; 0,05 a 0,10.

Pokud se mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím nachází nevytápěná místnost, tepelnou ztrátu prostupem počítáme takto:

$$H_{T, iue} = \sum (A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u)$$

kde  $b_u$  redukční činitel zohledňující rozdíl teplot nevytápěného prostoru a exteriéru

Činitel může být stanoven například tímto způsobem:

$$b_u = \frac{\theta_{int, i} - \theta_u}{\theta_{int, i} - \theta_e}$$

Nebo hodnotu odečíst z normy ČSN EN 12831, přílohy D.

Konstrukce na rozhraní interiéru a přilehlé zeminy je dána vztahem:

$$H_{T, ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left( \sum A_k \cdot U_{equiv, k} \right) \cdot G_w$$

kde  $f_{g1}$  korekční činitel zohledňující vliv ročního kolísání venkovní teploty

$f_{g2}$  redukce zahrnující rozdíl mezi průměrnou teplotou  $\theta_{m, e}$  a výpočtovou teplotou  $\theta_{int, e}$ .

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int, i} - \theta_{m, e}}{\theta_{int, i} - \theta_e}$$

$U_{equiv, k}$  součinitel prostupu tepla konstrukce daný hloubkou pod úrovní zeminy

$G_w$  korekční činitel zohledňující působení podzemní vody

Součinitel  $U_{\text{equiv},k}$  lze odečíst z tabulky (tabulka 10) nebo jako funkce parametru  $B'$

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P}$$

kde  $A_g$  plocha podlahové desky

$P$  obvod podlahové desky

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do přiléhajícího vytápěného prostoru je dána vztahem:

$$H_{T,ij} = \sum (A_k \cdot f_{ij} \cdot U_k)$$

kde  $U_k$  součinitel prostupu tepla konstrukcí

$f_{ij}$  redukční činitel zahrnující rozdíl teplot mezi přilehlým prostorem a exteriérem

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_v}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} [-]$$

kde  $\theta_{\text{int},i}$  výpočtová teplota vytápěného prostoru

$\theta_e$  výpočtová venkovní teplota

$\theta_v$  výpočtová teplota vedlejšího vytápěného prostoru

Tepelná ztráta větráním  $\Phi_{v,i}$  se spočítá podle

$$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

kde  $H_{v,i}$  měrná tepelná ztráta větráním

$$H_{v,i} = V_i \cdot \rho \cdot c$$

kde  $V_i$  objem vyměněného vzduchu v daném prostoru

$\rho$  hustota vzduchu při dané teplotě

$c$  měrná tepelná kapacita vzduchu

V případě použití nuceného větrání určíme  $V_i$  vztahem:

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{vi} + V_{\text{mech},\text{inf},i}$$

kde  $V_{inf,i}$  objem vzduchu infiltrací  
 $V_{su,i}$  objem přivedeného vzduchu do dané místnosti  
 $f_{vi}$  teplotní redukční činitel  
 $V_{mech,inf,i}$  rozdíl množství vzduchu nuceně odvedeného a přivedeného

$$f_{vi} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

kde  $\theta_{su,i}$  teplota přivedeného vzduchu nuceným větráním

Infiltrace přes obálku budovy se určí:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i$$

kde  $V_m$  vnitřní objem vytápěného prostoru  
 $n_{50}$  výměna vzduchu při rozdílu tlaku 50Pa mezi interiérem a exteriérem  
 $e_i$  koeficient chránění budovy  
 $\varepsilon_i$  činitel zohledňující vliv výšky a tím i nárůst rychlosti proudění větru

Hygienické minimum:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V$$

kde  $V$  objem místnosti  
 $n_{min}$  minimální normová výměna vzduchu za hodinu

Návrhový tepelný výkon je pak dán rovnicí:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$$

kde  $\Phi_{RH,i}$  zátopový tepelný výkon

$$\Phi_{RH,i} = A_i + f_{RH}$$

kde  $A_i$  podlahová plocha vytápěného prostoru  
 $f_{RH}$  korekční zátopový činitel

Výpočet tepelných ztrát je proveden ve výpočetním programu PROTECH. Podrobný výpočet je uveden v příloze.

Tepelné ztráty jednotlivých místností					Tepelné ztráty jednotlivých místností				
Ozn.:	Účel místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Teplota interiéru [°C]	Tepelný výkon pro vytápění [W]	Ozn.:	Účel místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Teplota interiéru [°C]	Tepelný výkon pro vytápění [W]
<b>1NP</b>					<b>3NP</b>				
Nevytápěné místnosti					Nevytápěné místnosti				
101	Výtahová šachta	3,0	8	4	301	Výtahová šachta	3	6	0
103	Sklad I	4,5	15	1*	307	Hyg. zařízení muži	2,5	15	8*
104	Sklad II	54,8	14	151	311	Server	5	16	15*
105	Chodba I	23,0	8	167*	312	Chodba	38	15	17*
106	Garáž	67,0	11	79	313	Hyg. zařízení ženy	2,4	17	17*
107	Zádvěří	3,6	10	8	314	Hyg. zařízení muži	2,4	18	29*
Vytápěné místnosti					Vytápěné místnosti				
102	Schodiště	22,0	15	689*	302	Schodiště	22	15	1205**
108	Zasedací místnost	64,8	20	7298**	303	Archiv	20	20	993
109	Chodba II	8,1	20	208*	304	Správce sítě	25,9	20	1706**
110	Hyg. zařízení	2,7	20	114*	305	Kancelář mzdy I	23	20	1547**
<b>2NP</b>					<b>4NP</b>				
Nevytápěné místnosti					Nevytápěné místnosti				
201	Výtahová šachta	3	6	0	306	Kancelář mzdy II	23,3	20	1719**
203	Zádvěří	15,7	5	5	308	Čaj. kuchyňka	8,7	20	941
214	Hyg. Zařízení muži	3,5	18	35*	309	Kancelář vedení	69,5	20	4400**
Vytápěné místnosti					Vytápěné místnosti				
202	Schodiště	22	15	1337	310	Kancelář	69,5	20	4534**
204	Hala	19,2	20	2303**	Nevytápěné místnosti				
205	Zasedací místnost	32,1	20	2356	401	Výtahová šachta	3	5	3
206	Chodba I	7,6	20	533	410	Šatna	7,8	18	190*
207	WC ZP	4,8	20	662	414	Spíž	3,4	18	30*
208	Hyg. Zařízení ženy	4,8	20	645	Vytápěné místnosti				
209	Koupelna zaměstnanci	2,2	24	789	402	Schodiště	22	15	1055
210	Čaj. Kuchyňka	8,8	20	1028	403	Ložnice	22	20	1156**
211	Kancelář	152,6	20	13174**	404	Koupelna	11	24	1412**
212	Chodba II	12,9	20	188*	405	Pokoj I	8,4	20	487**
213	Recepce	12,2	20	272*	406	Pokoj II	16,4	20	906**
<b>Pozn.:</b> - Místnosti označené * jsou větrány ohřátým vzduchem z okolních místností. - Místnosti označené ** větrají místnosti označené *					407	Pokoj III	20,2	20	1000**
					408	Kuchyně a Obýv. pokoj	91,5	20	7598**
					409	Vstupní hala	16,8	20	1581**
					411	Hyg. zařízení	2,1	20	59*
					412	Chodba	19,4	20	306*
					413	Domácí práce	5,53	20	137*

Tabulka 1: Tabulka tepelných ztrát pro účel vytápění

Tepelná ztráta místností, které jsou nevytápěné je pokryta z jiných místností. Teplota takových místností je vypočtena dle tepelných ztrát (v tomto případě zisků). Slouží tedy k ověření, že v místnosti neklesne teplota pod normovanou hodnotu.

## 8. Energetický štítek obálky budovy

### PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

#### Identifikační údaje

Druh stavby	Úprava stavebního objektu v Třebíči
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Čajkovského 10, Třebíč
Katastrální území a katastrální číslo	Nové Dvory
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Ing. Pavel Drašar
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Ing. Pavel Drašar
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Čajkovského 10, Třebíč
Telefon / E-mail	+420 605 123 456

#### Charakteristika budovy

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 695 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1 502 m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A / V$	0,40 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{im}$	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\theta_e$	-15 °C



Měrná tepelná ztráta a průměrná součinitel prostupu tepla								
Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla				
	A	U	b	H <sub>T</sub>				
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	[W/K]				
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[-]	[W/K]
SCH1	25,00	0,24	1,00	6,00	25,00	0,22	1,00	5,50
SCH2	264,00	0,24	1,00	63,36	264,00	0,23	1,00	60,46
SCH4	5,50	0,24	1,00	1,32	5,50	0,22	1,00	1,22
PDL1	2,70	0,45	0,35	0,43	2,70	0,30	0,45	0,37
PDL3	31,00	0,45	0,35	4,88	31,00	0,38	0,45	5,34
PDL5	70,20	0,45	0,35	11,06	70,20	0,58	0,45	18,39
PDL6	7,40	0,45	1,00	3,33	7,40	0,59	0,45	1,98
PDL11	210,90	0,60	1,00	126,54	210,90	1,60	1,00	253,60
SO1	391,00	0,30	1,00	117,30	391,00	0,15	1,00	59,04
SO2	108,80	0,30	1,00	32,64	108,80	0,16	1,00	17,84
SO4	38,50	0,30	1,00	11,55	38,50	0,18	1,00	6,78
SO5	53,00	0,30	1,00	15,90	53,00	0,25	1,00	13,04
SN2	35,20	0,30	1,00	10,56	35,20	0,87	1,00	30,69
SN3	4,80	0,30	1,00	1,44	4,80	0,46	1,00	2,19
SN4	21,80	0,30	1,00	6,54	21,80	0,30	1,00	6,58
DO1	7,40	1,70	1,00	12,58	7,40	0,98	1,00	7,26
DO3	5,60	1,70	1,00	9,52	5,60	1,05	1,00	5,90
OJT1	21,00	1,50	1,00	31,50	21,00	0,88	1,00	18,52
OJT2	8,68	1,50	1,00	13,02	8,68	0,74	1,00	6,46
OJT3	65,60	1,50	1,00	98,40	65,60	0,76	1,00	50,05
OJT4	11,30	1,50	1,00	16,95	11,30	0,79	1,00	8,96
OJT5	7,40	1,50	1,00	11,10	7,40	0,89	1,00	6,59
OJT6	3,50	1,50	1,00	5,25	3,50	0,88	1,00	3,08
OJT12	3,50	1,50	1,00	5,25	3,50	0,92	1,00	3,23
OJT13	16,50	1,50	1,00	24,75	16,50	0,91	1,00	15,05
OJT14	6,60	1,50	1,00	9,90	6,60	0,92	1,00	6,07
OJT15	1,44	1,50	1,00	2,16	1,44	0,94	1,00	1,36
OJD2	33,70	1,50	1,00	50,55	33,70	1,23	1,00	41,38
OJD3	11,30	1,50	1,00	16,95	11,30	1,27	1,00	14,33
OA3	28,80	1,50	1,00	43,20	28,80	1,10	1,00	31,68
<b>Celkem</b>	<b>1502,12</b>			<b>763,92</b>	<b>1502,12</b>			<b>702,93</b>
Tepelné vazby		0,02		30,04		0,05		75,11
Celková měrná ztráta prostupem tepla				793,97				778,04
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U <sub>em</sub> pro A/V		požadovaná hodnota:				
		793,97/1502,12=		0,53				0,52
		75% z požadované hodnoty		doporučená hodnota:				
	075*0,53=		0,40					
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,52/0,53=	0,98	Třída C - VYHOVUJÍCÍ		

**Stanovení prostupu tepla obálkou budovy**

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	<b>703</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,52</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,40</b>
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,53</b>

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy**

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel $CI$ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	<b>0,50</b>	0,5. $U_{em,N}$	<b>0,27</b>
B	<b>0,75</b>	0,75. $U_{em,N}$	<b>0,40</b>
C	<b>1,0</b>	1. $U_{em,N}$	<b>0,53</b>
D	<b>1,5</b>	1.5. $U_{em,N}$	<b>0,80</b>
E	<b>2,0</b>	2. $U_{em,N}$	<b>1,1</b>
F	<b>2,5</b>	2,5. $U_{em,N}$	<b>1,33</b>
G	<b>&gt; 2,5</b>	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: C - Vyhovující

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 1.1. 2017

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Bc. Jan Bobek

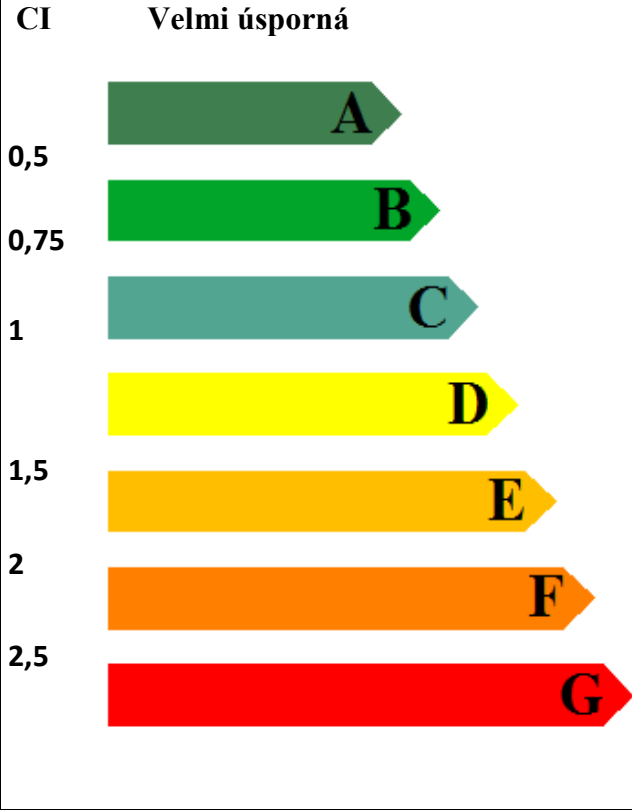

IČO:

Zpracoval: .....

Podpis: .....

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

## Energetický štítek budovy

<b>ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY</b>						
Úprava administrativního objektu v Třebíči Třebíč				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 1326 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
<b>CI Velmi úsporná</b> 				<b>0,98</b>		
Klasifikace				<b>C</b>		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$				<b>0,52</b>		-
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$				<b>0,53</b>		-
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5
$U_{em}$	<b>0,27</b>	<b>0,40</b>	<b>0,53</b>	<b>0,80</b>	<b>1,1</b>	<b>1,33</b>
Platnost štítku do				Datum 1.1. 2020		
Štítek vypracoval				Jan Bobek		

## 9. Návrh a dimenzování větve podlahového vytápění v 4NP

Výpočet otopné plochy předpokládá, že střední povrchová teplota podlahy nepřekročí požadované hodnoty a výkon otopné soustavy pokryje tepelnou ztrátu místnosti. Nejdůležitějším parametrem výpočtu je měrný tepelný výkon  $q$  při fyziologicky přípustné střední povrchové teplotě podlahy  $t_p$ . Předpokládáme-li, že po obou stranách stropu je stejná teplota  $t_i = t'_i$ , tak se střední povrchová teplota vypočítá takto:

$$t_p - t_i = \frac{\Lambda_a}{\alpha_P} \cdot (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh\left(m \cdot \frac{l}{2}\right)}{m \cdot \frac{l}{2}}$$

kde je:

$t_m$	[°C]	střední teplota otopné vody
$t_i$	[°C]	výpočtová vnitřní teplota
$m$	[m <sup>-1</sup> ]	charakteristické číslo podlahy
$\Lambda_a$	[W/m <sup>2</sup> K]	tepelná propustnost vrstev nad trubkami
$\alpha_P$	[W/m <sup>2</sup> K]	celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy
$l$	[m]	rozteč trubek

Celkový součinitel přestupu tepla  $\alpha_P$  je dán součtem součinitelů přestupů tepla sáláním a prouděním

$$\alpha_P = \alpha_{sp} + \alpha_{kp}$$

$t_p$ [°C]	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>
$\Delta t = t_p - t_i$ [K]	7	12	17	22	27	32	37	42
$\alpha_{sp}$ [W/m <sup>2</sup> K]	5,38	5,51	5,64	5,77	5,93	6,09	6,24	6,40

Součinitel přestupu tepla prouděním  $\alpha_{kp}$

$$\alpha_{kp} = 2,0 \cdot \Delta t^{0,33}$$

$\Delta t = t_p - t_i$ [K]	5	6	7	8	10	12	15
$\alpha_{kp}$ [W/m <sup>2</sup> K]	3,42	3,64	3,83	4,00	4,32	4,58	4,93

Charakteristické číslo podlahy při respektování válcového tvaru zdrojů se počítá ze vztahu

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d}}$$

kde:

$\Lambda_b$  [W/m<sup>2</sup>K] tepelná propustnost vrstev pod trubkami

$\lambda_d$  [W/mK] součinitel tepelné vodivosti materiálu do kterého jsou zality trubky

$d$  [m] vnější průměr trubky

Výpočet tepelné propustnosti vrstvy konstrukcí nad potrubím

$$\Lambda_a = \frac{1}{\sum \frac{a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_p}}$$

kde:

$a$  [m] tloušťka jednotlivých vrstev nad osou trubek

$\lambda_a$  [W/m.K] součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev nad osou trubek

Tepelná propustnost vrstvy pod trubkami se určí ze vztahu

$$\Lambda_b = \frac{1}{\sum \frac{b}{\lambda_b} + \frac{1}{\alpha_p}} = \frac{1}{R_{str} + \frac{1}{\alpha'_p}}$$

kde:

$R_{str}$  [m<sup>2</sup>K/W] tepelný odpor stropní desky

$\alpha'_p$  [W/m<sup>2</sup>K] součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné podlahy (obvykle se volí  $\alpha'_p = 8$  W/m<sup>2</sup>K)

Při znalosti střední povrchové teploty podlahy  $t_p$  lze vypočítat měrný tepelný tok směrem nahoru.

$$q = \alpha_p \cdot (t_p - t_i)$$

Tepelný tok prostupuje konstrukcí i směrem dolů. Pokud jsou stejné vnitřní teploty nad i pod konstrukcí můžeme použít tento vztah

$$q' = \Lambda_b \cdot \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i)$$

kde:  $\Lambda_a$  tepelná propustnost podlahy nad trubkami  $\Lambda_a$  [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ]  
 $\Lambda_b$  tepelná propustnost podlahy pod trubkami  $\Lambda_b$  [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ]  
 $t_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $t_p$  střední povrchová teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $\alpha'_p$  součinitel přestupu tepla na spodní straně konstrukce  
 (obvykle se volí  $8 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )

V případě odlišných vnitřních teplot na obou stranách podlahy tj.  $t_i \neq t'_i$  se počítá měrný tepelný tok na spodní straně podlahy takto

$$q' = \Lambda_b \cdot \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) + \Lambda_b \cdot (t_i - t'_i)$$

kde:  $t_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $t'_i$  výpočtová vnitřní teplota interiéru pod konstrukcí [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Tepelnému toku směrem dolů se snažíme zabránit přidáním tepelné izolace, protože je nežádoucí. Tento tok by neměl přesahovat 15% tepelného výkonu směrem vzhůru. Tepelný odpor vrstvy pod trubkami je potřeba zvýšit na hodnotu

$$\frac{1}{\Lambda_b} = \frac{1}{n} \cdot \left( \frac{1}{\Lambda_a} + \frac{t_i - t'_i}{q} \right)$$

kde  $n$  se volí obvykle 0,05 – 0,15

V místnostech, které se nacházejí pod jinými vytápěnými místnostmi se celková topná plocha určí vztahem

$$S_p = \frac{Q_c}{q + q'}$$

kde:  $S_p$  otopná podlahová plocha [ $\text{m}^2$ ]  
 $q$  měrný tepelný tok nahoru [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]  
 $q'$  měrný tepelný tok dolů [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

U místností v nejvyšším podlaží se otopná plocha počítá ze vztahu

$$S_p = \frac{Q_c}{q}$$

kde:  $S_p$  otopná podlahová plocha [m<sup>2</sup>]  
 $q$  měrný tepelný tok nahoru [W/m<sup>2</sup>]

Celkový topný příkon, který musí být zajištěn k pokrytí tepelné ztráty je dán vztahem

$$Q_{pc} = (q + q') \cdot S_p$$

Šířka okraje  $r$  respektive vzdálenost krajní trubky otopného hadu od stěny závisí na charakteristickém čísle podlahy  $m$ , což vyjadřuje empirický vztah:

$$r = \frac{2,3}{m}$$

Tato šířka okraje, tedy vzdálenost první trubky otopného hadu od stěny se respektuje při návrhu umístění otopného hadu do podlahy. Tepelný výkon okrajové plochy je vyjádřen vztahem

$$Q_0 = Q_p \cdot \frac{O_p}{S_p} \cdot \frac{0,448 \cdot l}{\operatorname{tgh}\left(\frac{l}{2} \cdot m\right)}$$

kde

$O_p$  [m] obvod otopné podlahové plochy vymezený krajními trubkami

$S_p$  [m<sup>2</sup>] otopná podlahová plocha ohraničená krajní trubkou

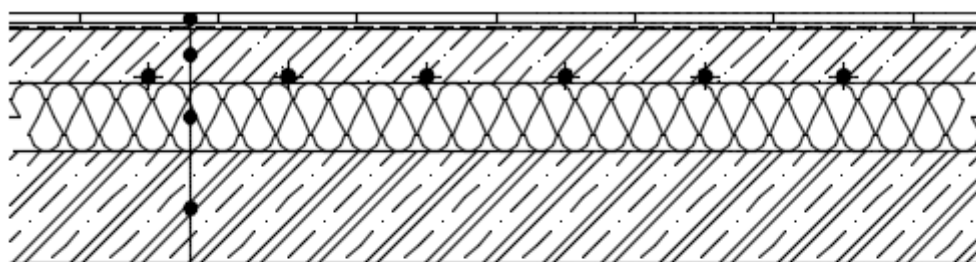
Pro výpočet podlahového vytápění jsem použil software firmy Ivar.

Nutné vstupní hodnoty pro výpočet:

Tepelný spád: 55/45 °C

Střední teplota: 50 °C

Skladba konstrukce podlahy ve 4NP:

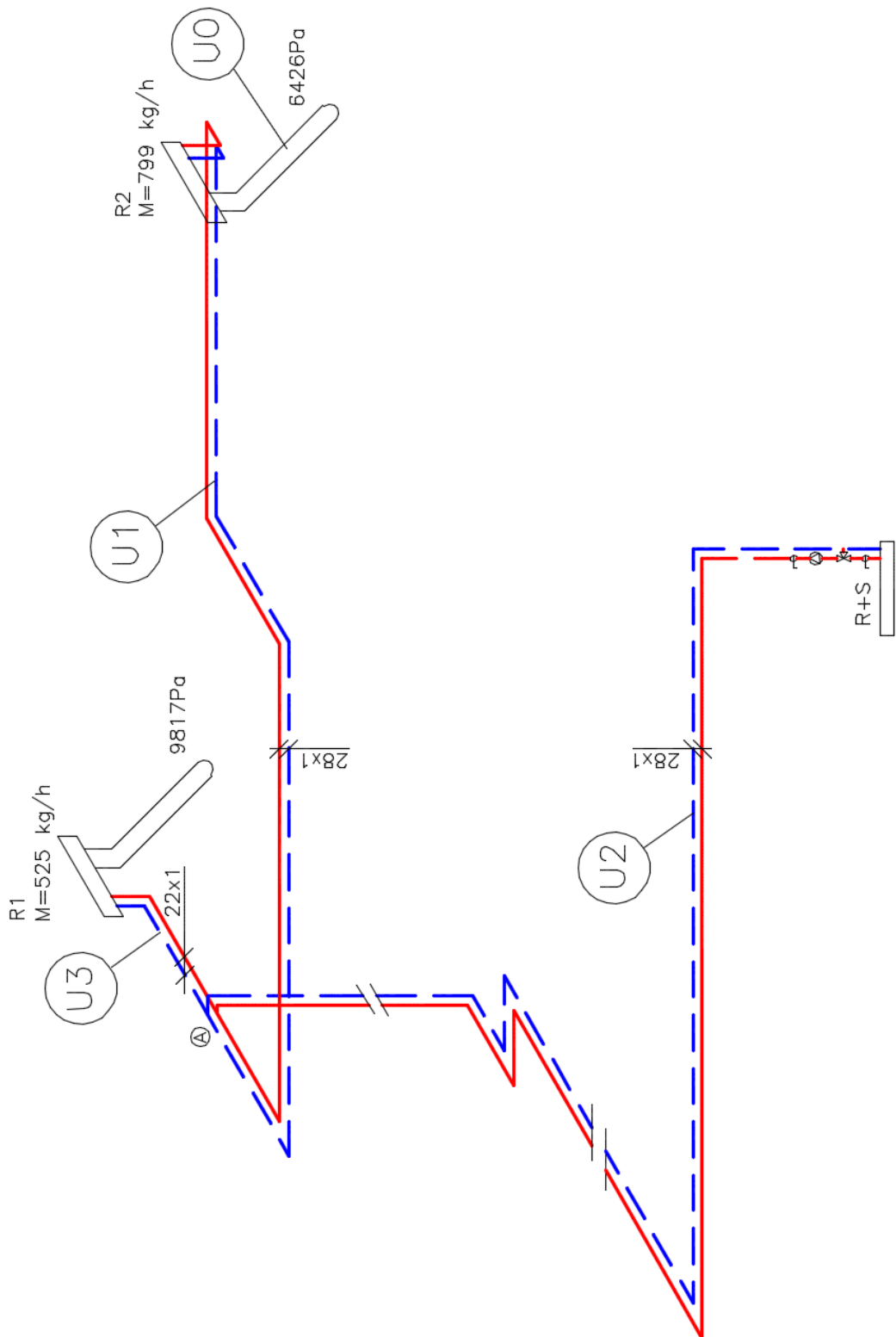


- NÁŠLAPNÁ VRSTVA (DŘEVĚNÉ PARKETY NEBO DLAŽBA tl. 10mm
- SEPARAČNÍ POLYETYLENOVÁ FÓLIE tl. 0,15mm
- LITÝ BETONOVÝ POTĚR + VLOŽENÉ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ tl. 77mm
- TEPELNÁ IZOLACE EPS 100 Z tl. 100mm
- PŘEDPATÝ ŽB STROPNÍ PANEL SPIROLL tl. 160mm



## 9.1 Výpočtové schéma

VÝPOČTOVÉ SCHÉMA PRO VÝPOČET VĚTVĚ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ



## 9.2 Návrh podlahového vytápění

Rozdělovač R1:

Rozdělovač													
Číslo:	1	Popis:	R1										
Typ:	CS 553 VP rozdělovač-sběrač-skříň do 55°C										Počet vývodů pro tělesa:	0	
Varianta systému	Místnost číslo	Místnost popis	ti [°C]	Q [W]	PDL / V [%]	Místnost plocha [m <sup>2</sup> ]	Topná plocha [m <sup>2</sup> ]	Ok.zóna plocha [m <sup>2</sup> ]	Oz idx	Pov idx	tu [°C]	Izo idx	Délka přípojky [m]
▶ TH3018	402	Schodiště	15	1055	100	25	12,9			3	15	12	0,5
2 TH3018	403	Ložnice	20	1156	121	21,97	21,97	4,32	p	3	20	12	4,4
3 TH3018	404	Koupelna	24	1416	100	10,97	10,97	3,67	p	1	20	12	6,8
4 TH3018	405	Pokoj I	20	487	114	8,37	8,37	2,38	p	3	20	12	14,4
5 TH3018	409	Vstupní hala + WC	20	1581	100	19,7	19,7	3,6	p	3	15	12	6
6 TH3018	412	Chodba	20	306	100	19,38	19,38			3	20	12	2

Rozdělovač														
číslo:	1	Regulační skupina:	0	tp:	55 °C	tg-kalkulace	6	Topn. sm.	Průtok: 500 kg/h	Potrubí: 450,3 m				
ístno číslo	Místnost popis	ti [°C]	Pov. pov. [W/m <sup>2</sup> ]	q spec. [W/m <sup>2</sup> ]	Odchyl. výkonu [W]	tp-tv [K]	Oz R [mm]	Oz plocha [m <sup>2</sup> ]	Oz t.povr [°C]	Pz R [mm]	Pz plocha [m <sup>2</sup> ]	Pz t.povr [°C]	Přípoj plocha [m <sup>2</sup> ]	Zrušit ruční nast.
1 402	Schodiště	15	0,10	82		10				300	12,9	22,7		<input type="checkbox"/>
▶ 403	Ložnice	20	0,10	61	+468	10	100	4,3	30,7	250	17,6	27,1		<input checked="" type="checkbox"/>
3 404	Koupelna	24	0,02	125	-290	14	100	3,7	34,9	150	7,3	31,9		<input type="checkbox"/>
4 405	Pokoj I	20	0,10	60	+215	10	100	2,4	30,6	250	6,0	27,1		<input checked="" type="checkbox"/>
5 409	Vstupní hala + WC	20	0,10	70	+78	10	100	3,6	30,7	250	12,5	27,1	3,6	<input checked="" type="checkbox"/>
6 412	Chodba	20	0,10	31	+523	10				300	12,1	26,7	7,3	<input type="checkbox"/>
7														<input type="checkbox"/>
8														<input type="checkbox"/>
9														<input type="checkbox"/>
10														<input type="checkbox"/>

Varianta systému	Potrubí DN	Zóna	Počet topných okruhů	Délka přípojky [m]	Délka smyčky [m]	Průtok celkem [kg/h]	Ztráta tlaku celkem [Pa]	Ztráta tlaku na ventilu [Pa]	v [m/s]	Nastavení ventilu U1	Průtok [l/min]	Zrušit ruční nast.
1 TH3018	18x2	Pz	1	0,5	43,5	96	2952	929	0,17	3,00	1,61	<input type="checkbox"/>
▶ TH3018	18x2	pOz+Pz	1	4,4	118,2	125	9817	1568	0,23	max	2,09	<input checked="" type="checkbox"/>
3 TH3018	18x2	pOz+Pz	1	6,8	92,2	74	3072	548	0,13	2,25	1,23	<input type="checkbox"/>
4 TH3018	18x2	pOz+Pz	1	14,4	62,2	58	1508	341	0,11	1,75	0,97	<input type="checkbox"/>
5 TH3018	18x2	pOz+Pz	1	6,0	92,0	115	6940	1329	0,21	3,50	1,92	<input type="checkbox"/>
6 TH3018	18x2	Pz	1	2,0	42,2	30	314	92	0,05	0,75	0,51	<input type="checkbox"/>

## Rozdělovač R2:

Rozdělovač														
Číslo:	2		Popis:	R2										
Typ:	CS 553 VP rozdělovač-sběrač-skříň do 55°C										Počet vývodů pro tělesa:	0		
	Varianta systému	Místnost číslo	Místnost popis	ti [°C]	Q [W]	PDL / V [%]	Místnost plocha [m <sup>2</sup> ]	Topná plocha [m <sup>2</sup> ]	Ok. zóna plocha [m <sup>2</sup> ]	Oz idx	Pov idx	tu [°C]	Izo idx	Délka přípojky [m]
▶	TH3018	406	Pokoj II	20	906	114	16,38	16,38	2,52	p	5	20	12	6
2	TH3018	407	Pokoj III	20	1000	111	20,17	20,17	3,11	p	5	20	12	0,2
3	TH3018	408a	Obývací pokoj s kuchyní	20	967	100	17,26	17,26	2,6	p	5	20	12	4
4	TH3018	408b	Obývací pokoj s kuchyní	20	967	100	14,2	14,2	2,1	p	5	20	12	11,4
5	TH3018	408c	Obývací pokoj s kuchyní	20	967	100	14	14	2,06	p	5	20	12	17,4
6	TH3018	408d	Obývací pokoj s kuchyní	20	967	100	14,7	14,7	2,06	p	5	20	12	26,2
7	TH3018	408e	Obývací pokoj s kuchyní	20	967	100	14,9	14,9	2,1	p	5	20	12	27,4
8	TH3018	408f	Ob.pokoj s kuch.+dom.pr.	20	1204	100	21,5	21,5	2,14	p	5	20	12	6,4

Rozdělovač														
číslo:	2		Regulační skupina:	0		tp:	55 °C		tp-kalkulace	8		Topn. sm.	Průtok: 761 kg/h Potrubí: 685,7 m	
řísno číslo	Místnost popis	ti [°C]	Pov t.pov	q spec. [W/m <sup>2</sup> ]	Odchyl. výkonu [W]	tp-tv [K]	Oz R [mm]	Oz plocha	Oz t.povr [°C]	Pz R [mm]	Pz plocha [m <sup>2</sup> ]	Pz t.povr [°C]	Přípoj plocha [m <sup>2</sup> ]	Zrušit ruční nast.
▶ 406	Pokoj II	20	0,15t	60	+140	10	100	2,5	29,1	250	13,9	26,3		<input checked="" type="checkbox"/>
2 407	Pokoj III	20	0,15t	51	+359	10	100	3,1	29,1	250	16,5	26,3	0,6	<input checked="" type="checkbox"/>
3 408a	Obývací pokoj s kuchyní	20	0,15t	56	+104	10	100	2,6	29,1	250	11,0	26,2	3,7	<input checked="" type="checkbox"/>
4 408b	Obývací pokoj s kuchyní	20	0,15t	68		10	100	2,1	29,1	250	10,6	26,3	1,5	<input checked="" type="checkbox"/>
5 408c	Obývací pokoj s kuchyní	20	0,15t	69		10	100	2,1	29,1	250	11,9	26,3		<input checked="" type="checkbox"/>
6 408d	Obývací pokoj s kuchyní	20	0,15t	66		10	100	2,1	29,1	250	12,6	26,3		<input checked="" type="checkbox"/>
7 408e	Obývací pokoj s kuchyní	20	0,15t	65		10	100	2,1	29,1	250	11,4	26,3	1,4	<input checked="" type="checkbox"/>
8 408f	Ob.pokoj s kuch.+dom.pr.	20	0,15t	56		10	100	2,1	29,1	250	12,2	26,3	7,2	<input checked="" type="checkbox"/>
9														<input type="checkbox"/>
10														<input type="checkbox"/>

Varianta systému	Potrubí DN	Zóna	Počet topných okruhů	Délka přípojky [m]	Délka smyčky [m]	Průtok celkem [kg/h]	Ztráta tlaku celkem [Pa]	Ztráta tlaku na ventilu [Pa]	v [m/s]	Nastavení ventilu U1	Průtok [l/min]	Zrušit ruční nast.
▶ TH3018	18x2	p0z+Pz	1	6,0	86,6	90	4271	814	0,16	3,50	1,50	<input type="checkbox"/>
2 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	0,2	97,1	97	5309	939	0,17	3,75	1,61	<input type="checkbox"/>
3 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	4,0	73,8	78	2811	602	0,14	3,00	1,29	<input type="checkbox"/>
4 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	11,4	74,8	91	3879	828	0,16	3,50	1,52	<input type="checkbox"/>
5 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	17,4	85,8	101	5179	1018	0,18	3,75	1,68	<input type="checkbox"/>
6 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	26,2	97,4	108	6426	1160	0,19	max	1,80	<input type="checkbox"/>
7 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	27,4	93,8	104	5870	1084	0,19	4,00	1,73	<input type="checkbox"/>
8 TH3018	18x2	p0z+Pz	1	6,4	76,4	93	4081	861	0,17	3,50	1,55	<input type="checkbox"/>

### 9.3 Dimenzování větve 4NP

Dimenzování větve podlahového vytápění										
Ozn	Délka [m]	M [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
U2	56,8	1324	220	0,7	12496	28x1	6,2	1519	7000	21015

\* Δp<sub>rv</sub>: Ztráta směšovacího ventilu ESBE VRG 131, DN20; K<sub>v</sub> = 4

Dimenzování větve podlahového vytápění										
Ozn	Délka [m]	M [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
U1	24	799	93,5	0,42	2244	28x1	3,6	315	7586	10145

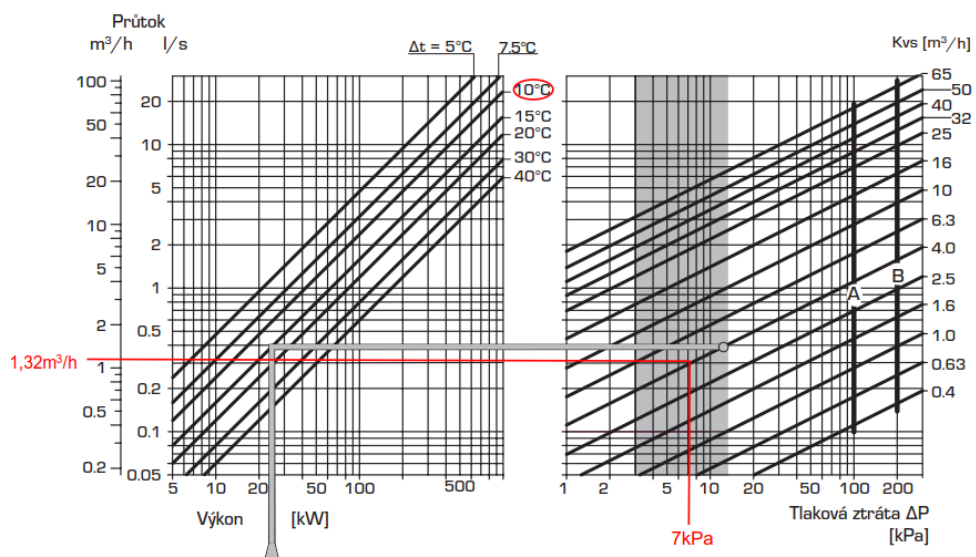
\* Δp<sub>rv</sub>: Tlaková ztráta nejvzdálenějšího okruhu UO včetně tlakové ztráty ventilu na rozdělovači

K dispozici 10145 - 9817 = 328Pa

Dimenzování větve podlahového vytápění										
Ozn	Délka [m]	M [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
U3	2	525	145	0,45	290	22x1	0,6	60		350

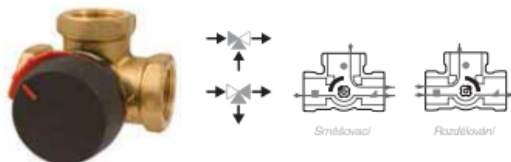
Návrh směšovacího ventilu pro topný okruh podl vytápění ve 4NP:

- Průtok 1324 l/hod.
- tepelný spád 55/45° => Δ=10°C
- Dle přiloženého grafu volíme směšovací ventil ESBE VRG 131, DN20, K<sub>vs</sub>=4
- Tlaková ztráta 7kPa



## SOUČÁSTI SYSTÉMU ESBE ROTAČNÍ VENTILY

Patentované a  
registrované provedení



### SMĚŠOVACÍ VENTIL

Řada VRG130

- **Výborná regulace pro dosažení nejvyšší účinnosti**
- **Nejnižší míra vnitřní netěsnosti na trhu (< 0,05 %)**
- **Kompaktní, flexibilní a snadno se instaluje**
- **Dlouhodobý provoz a vysoká odolnost**
- **Ideální volba mezi ventily a pohony ESBE**

Řada VRG130 obsahuje trojcestné ventily vhodné ke směšování nebo rozdělování průtoků. Ventily jsou vyrobeny z vysoce odolné mosazi, proto je lze používat v rozvodech vytápění a chlazení. Řada VRG je k dispozici v provedení DN15-50 a dodává se s různými typy připojení, aby vyhovovala většině rozměrů potrubí. Ventil lze dokonale kombinovat s pohony a regulátory ESBE.

#### TECHNICKÉ ÚDAJE

Tlaková třída: \_\_\_\_\_ PN 10  
 Teplota média: \_\_\_\_\_ max. (trvalá) +110 °C  
 \_\_\_\_\_ max. (dočasná) +130 °C  
 \_\_\_\_\_ min. -10 °C  
 Moment (při jmenovitém tlaku), DN15-32: \_\_\_\_\_ < 3 Nm  
 DN40-50: \_\_\_\_\_ < 5 Nm  
 Netěsnost v % \*: \_\_\_\_\_ Směšování < 0,05 %  
 \_\_\_\_\_ Rozdělování < 0,02 %  
 Pracovní tlak: \_\_\_\_\_ 1 MPa (10 bar)  
 Max. rozdíl tlakové ztráty: \_\_\_\_\_ Směšování, 100 kPa (1 bar)  
 \_\_\_\_\_ Rozdělování, 200 kPa (2 bar)  
 Uzávěrní tlak: \_\_\_\_\_ 200 kPa (2 bar)  
 Regulační rozsah Kv/Kv<sup>100</sup>, A:AB: \_\_\_\_\_ 100  
 Připojení: \_\_\_\_\_ Vnitřní závit, EN 10226-1  
 \_\_\_\_\_ Vnější závit, ISO 228/1  
 \_\_\_\_\_ Svěrné kroužky, EN 1254-2  
 Média: \_\_\_\_\_ Topná voda (podle VDI2035)  
 \_\_\_\_\_ Směs vody/glykolu, max. 50%\* \*  
 (s příměsí nad 20 % je nutné zkontrolovat údaje o čerpání)  
 \_\_\_\_\_ Směs vody/ethanolu, max. 28%

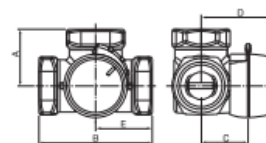
Materiál  
 Tělo ventilu: \_\_\_\_\_ Mosaz odolná proti ztrátě zinku, DZR  
 Šoupátko: \_\_\_\_\_ Mosaz odolná oděru  
 DNk a pouzdro: \_\_\_\_\_ Kompozit PPS  
 O-kroužky: \_\_\_\_\_ EPDM

Směrnice 97/23/ES o tlakových zařízeních, článek 3.3

\* Rozdílový tlak 100 kPa (1 bar)  
 \*\* Další informace ve str. 107




VRG131, vnitřní závit



Č. výt.	Označení	DN	Kvs	Připojení	A	B	C	D	E	Hmotnost [kg]	Poznámka						
11600100	VRG131	15	0,4	Rp 1/2"	36	72	32	50	36	0,40							
11600200			0,63														
11600300			1														
11600400			1,6														
11600500			2,5														
11600600			4														
11600700		2,5	Rp 3/4"	36	72	32	50	36	0,43								
11600800		4															
11600900		6,3	Rp 1"	41	82	34	52	41	0,70								
11601000		6,3															
11601100		10															
11601200		32								16		47	94	37	55	47	0,95
11603400		40								25		53	106	44	60	53	1,68
11603600		50								40		60	120	46	64	60	2,30

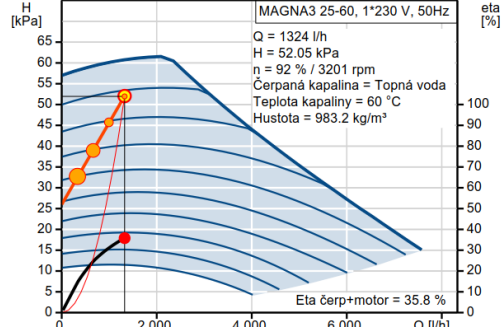
## 9.4 Návrh oběhového čerpadla



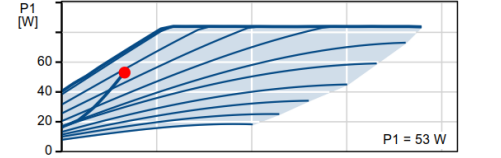
**Název společnosti:**  
**Vypracováno kým:**  
**Telefon:**

**Datum:** 4.1.2017

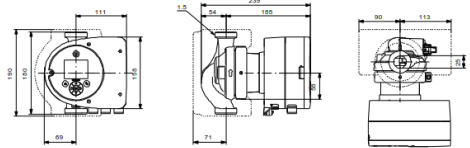
Popis	Hodnota
<b>Všeobecná informace:</b>	
Název výrobku::	MAGNA3 25-60
Číslo výrobku:	97924250
EAN kód::	5710626493258
Cena:	857,00 EUR €
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1324 l/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	52.05 kPa
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	C
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina EN-GJL-200 ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	16 bar
Potravní přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potravní přípojku:	PN16
Vzdálenost mezi sacím a výtláčným hrdlem:	180 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematická viskozita:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Příkon - P1:	9 .. 91 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 0.75 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
<b>Jiné:</b>	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.19
Čistá hmotnost:	4.81 kg
Hrubá hmotnost:	5.27 kg
Přepravní objem:	0.015 m <sup>3</sup>

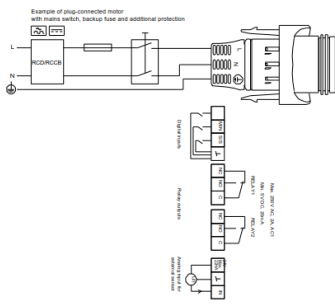


MAGNA3 25-60, 1\*230 V, 50Hz  
 Q = 1324 l/h  
 H = 52.05 kPa  
 n = 92 % / 3201 rpm  
 Čerpaná kapalina = Topná voda  
 Teplota kapaliny = 60 °C  
 Hustota = 983.2 kg/m<sup>3</sup>  
 Eta čerp+motor = 35.8 %



P1 = 53 W





Example of plug-connected motor with motor switch, backup fuse and additional protection

Tlaková ztráta úseku (U0 + U1 + U2)

37 586 Pa

Tlaková ztráta úseku V

14 374 Pa

**ΣΔp 51 960 Pa**

Hmotnostní průtok

**M 1324 kg/hod**

## 10. Návrh a dimenzování větví otopných těles

### 10.1 Návrh otopných těles

Otopná tělesa jsou navržena pro 1. – 3.NP. Protože se jedná o reprezentativní prostory, navrhuji otopná tělesa Korado Radik Plan v provedení Klasik a VK, VKL z důvodu jejich atraktivního vzhledu. Tepelný spád je volen 55/45 °C.

Návrh otopných těles v 1NP při teplotním spádu 55/45°C						
Označení místnosti		Otopné těleso	Počet těles	Součet tepelných výkonů OT [W]	Tepelná ztráta [W]	Pokrytí [%]
102	Schodiště	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1200	1	795	689	115
108	Zasedací místnost	RADIK PLAN KLASIK 33-600/2000	3	7314	7298	100
109	Chodba II	RADIK PLAN KLASIK 21-500/600	1	397	388	102
110	Hyg. Zařízení	RADIK PLAN KLASIK 11-500/500	1	156	114	137

Návrh otopných těles v 2NP při teplotním spádu 55/45°C						
Označení místnosti		Otopné těleso	Počet těles	Součet tepelných výkonů OT [W]	Tepelná ztráta [W]	Pokrytí [%]
202	Schodiště	RADIK PLAN 22-500/1600	1	1412	1337	106
204	Hala	RADIK PLAN 22VK,VKL-500/1400	2	2304	2303	100
205	Zasedací místnost	RADIK PLAN 22VK,VKL-500/1800	2	2592	2356	110
206	Chodba I	RADIK PLAN 22VKL-500/1000	1	540	533	101
207	WC ZP	RADIK PLAN 22VK-590/800	1	682	662	103
208	Hyg. Zařízení ženy	RADIK PLAN 22VK-900/600	1	682	645	106
209	Koupelna zaměstnanci	RADIK PLAN 22VKL-900/600	1	909	789	115
210	Čaj. Kuchyňka	RADIK PLAN 22VK-500/1400	1	1035	1028	101
211	Kancelář	RADIK PLAN 22VK,VKL-500/1600	12	13824	13174	105
212	Chodba II	RADIK PLAN 11VKL-500/700	1	365	188	194
213	Recepce	RADIK PLAN 22VKL-500/1000	1	520	272	191

Návrh otopných těles v 3NP při teplotním spádu 55/45°C						
Označení místnosti		Otopné těleso	Počet těles	Součet tepelných výkonů OT [W]	Tepelná ztráta [W]	Pokrytí [%]
302	Schodiště	RADIK PLAN KLASIK 22-500/1200	1	1236	1205	103
303	Archiv	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1800	1	1060	993	107
304	Správce sítě	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1400	2	1854	1706	109
305	Kancelář mzdy I	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1400	2	1854	1547	120
306	Kancelář mzdy II	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1400	1	927	1719	114
		RADIK PLAN KLASIK 11-500/2000	1	1041		
38	Čaj. kuchyňka	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1600	1	1060	941	113
309	Kancelář vedení	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1400	6	4542	4400	103
310	Kancelář	RADIK PLAN KLASIK 21-500/1400	6	4542	4534	100

## 10.1.1 Technický list otopných těles Korado Radik Plan Klasik

NOVINKA!

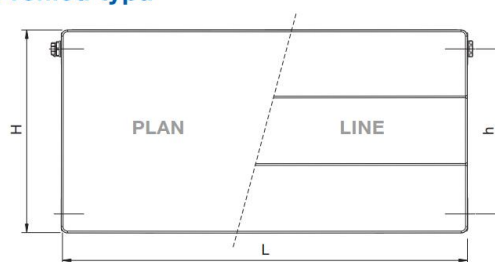
### RADIK PLAN KLASIK, LINE KLASIK



#### Popis

Model **RADIK PLAN KLASIK (RADIK LINE KLASIK)** je deskové otopné těleso v provedení KLASIK a v provedení PLAN (LINE), které umožňuje **levé nebo pravé boční připojení** na rozvod otopné soustavy. Svou konstrukcí jsou určena pro otopné soustavy s nuceným nebo samotižným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchytek.

#### Přehled typů



Typ 11 PLAN/LINE



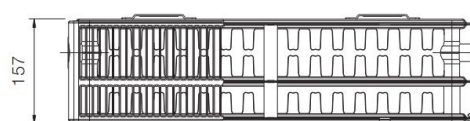
Typ 21 PLAN/LINE



Typ 22 PLAN/LINE



Typ 33 PLAN/LINE



#### Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Připojovací rozteč	$h = H - 54$ mm
Připojovací závit	4 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé nebo pravé boční

#### Způsoby připojení na otopnou soustavu



boční jednostranné  
 $\varphi = 1$



boční oboustranné úhlopříčné  
 $\varphi = 1$   
doporučujeme při:  $L \geq 3 \times H$



boční oboustranné zdola-dolů  
 $\varphi = 0,9$



## 10.1.2 Technický list otopných těles Korado Radik Plan VK a VKL

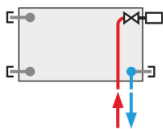
### RADIK PLAN VK, LINE VK



#### Technické údaje

<b>Výška H</b>	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
<b>Délka L</b>	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
<b>Hloubka B</b>	
Typ 11 PLAN VK/LINE VK	65 mm
Typ 21 PLAN VK/LINE VK	68 mm
Typ 22 PLAN VK/LINE VK	102 mm
Typ 33 PLAN VK/LINE VK	157 mm
<b>Připojovací rozteč</b>	50 mm
<b>Připojovací závit</b>	6 x G1/2 vnitřní
<b>Nejvyšší přípustný provozní přetlak</b>	1,0 MPa
<b>Nejvyšší přípustná provozní teplota</b>	110 °C
<b>Připojení otopného tělesa</b>	pravé spodní

#### Způsoby připojení na otopnou soustavu

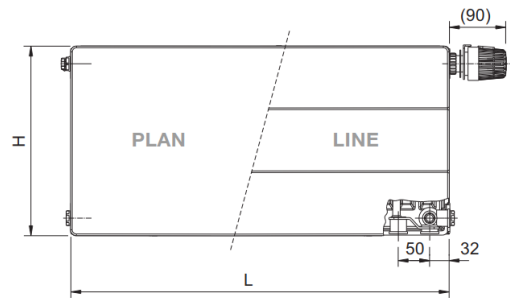


pravé spodní  
 $\varphi = 1$

#### Popis

Model **RADIK PLAN VK (RADIK LINE VK)** je deskové otopné těleso v provedení PLAN (LINE) a v provedení VENTIL KOMPAK 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 navařených šest příchytek.

#### Přehled typů



Typ 11 PLAN VK/LINE VK



Typ 21 PLAN VK/LINE VK



Typ 22 PLAN VK/LINE VK



Typ 33 PLAN VK/LINE VK





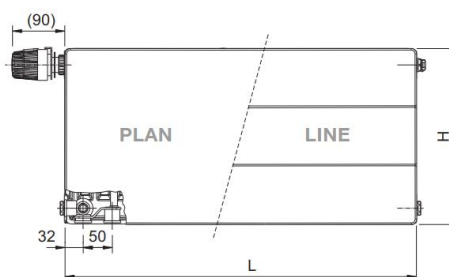
## RADIK PLAN VKL, LINE VKL



### Popis

Model **RADIK PLAN VKL (RADIK LINE VKL)** je deskové otopné těleso v provedení PLAN (LINE) a v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **levé 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 navařených šest příchyttek.

### Přehled typů



Typ 11 PLAN VKL/LINE VKL



Typ 21 PLAN VKL/LINE VKL



Typ 22 PLAN VKL/LINE VKL



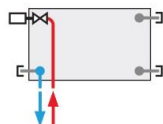
Typ 33 PLAN VKL/LINE VKL



### Technické údaje

<b>Výška H</b>	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
<b>Délka L</b>	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
<b>Hloubka B</b>	
Typ 11 PLAN VKL/LINE VKL	65 mm
Typ 21 PLAN VKL/LINE VKL	68 mm
Typ 22 PLAN VKL/LINE VKL	102 mm
Typ 33 PLAN VKL/LINE VKL	157 mm
<b>Připojovací rozteč</b>	50 mm
<b>Připojovací závít</b>	6 x G1/2 vnitřní
<b>Nejvyšší přípustný provozní přetlak</b>	1,0 MPa
<b>Nejvyšší přípustná provozní teplota</b>	110 °C
<b>Připojení otopného tělesa</b>	levé spodní

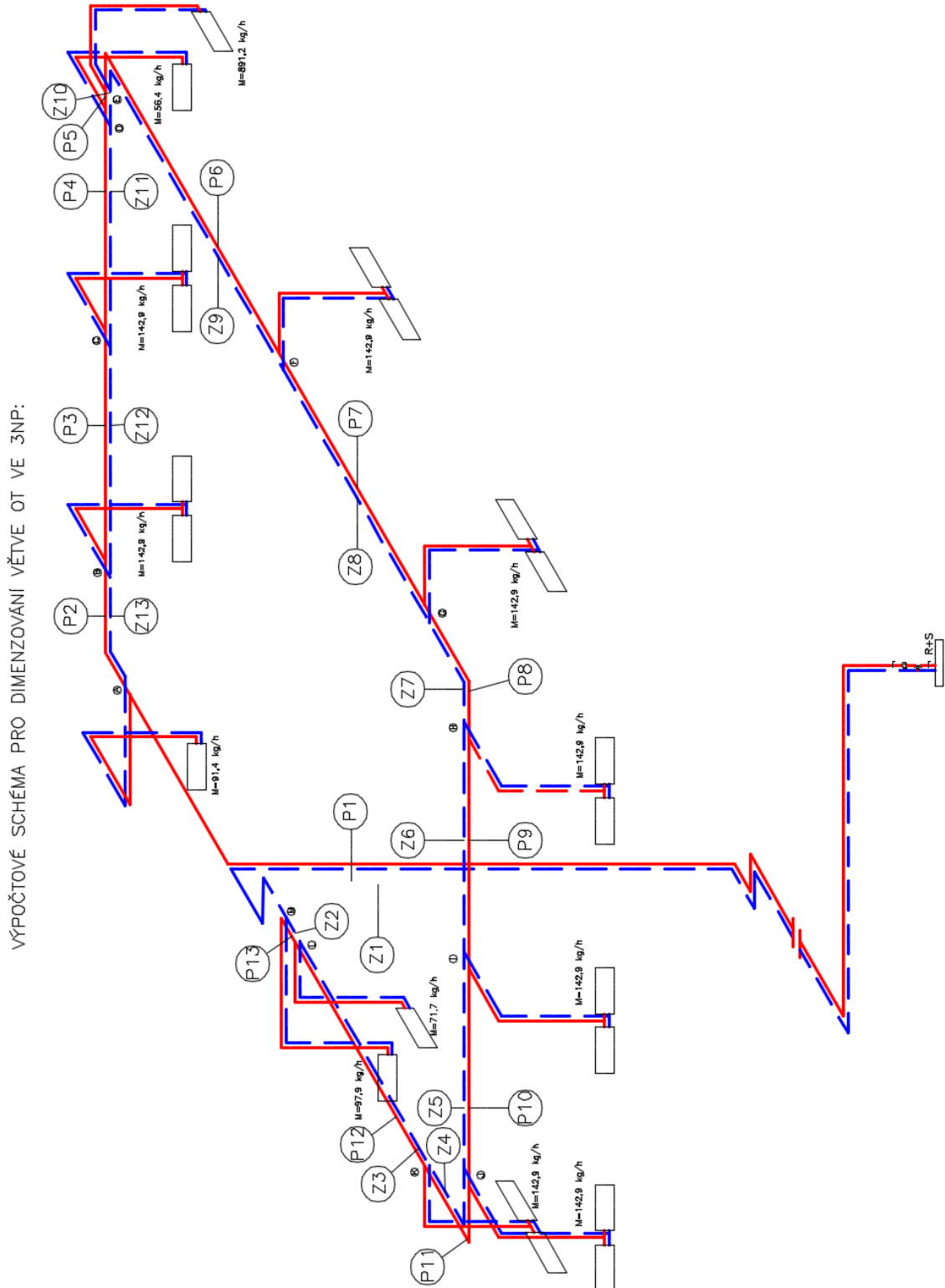
### Způsoby připojení na otopnou soustavu



levé spodní  
 $\varphi = 1$

## 10.2 Dimenzování větve otopných těles v 3NP

### 10.2.1 Výpočtové schéma



## 10.2.2 Dimenzování větve 3NP

Dimenzování přívodního potrubí ve 3NP										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
P1	29,9	1560	310	0,84	9269	28x1	3,7	1325	14000	24594
P2	9,3	1468,7	270	0,76	2511	28x1	0,6	167		2678
P3	8,7	1325,2	230	0,73	2001	28x1	0,3	81		2082
P4	8,4	1181,7	172	0,62	1445	28x1	0,3	59		1503,8
P5	4,1	1125,4	170	0,61	697	28x1	0,3	54		751
P6	13,7	1034,2	148	0,55	2028	28x1	0,6	93		2120,6
P7	9,9	883,4	113	0,47	1119	28x1	0,3	34		1152,7
P8	6,8	740,6	84	0,4	571,2	28x1	0,6	47		618,2
P9	8,7	597,8	55	0,32	478,5	28x1	0,3	14		492,5
P10	8,4	455	120	0,4	1008	22x1	0,3	20		1028
P11	6,8	312,2	64	0,28	435,2	22x1	0,6	18		453,2
P12	9,3	169,4	64	0,23	595,2	18x1	0,3	7,2		602,4
P13	7,2	98	65	0,2	468	15x1	1,2	22	4500	4990

\*Tlaková ztráta radiátorového ventilu 4500Pa

\*\*Tlaková ztráta směšovacího ventilu 14000Pa

Dimenzování vratného potrubí ve 3NP										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
Z1	29,9	1560	310	0,84	9269	28x1	4	1434		10703
Z2	7	1462,7	270	0,79	1890	28x1	0,3	95		1985
Z3	9,4	1391,3	248	0,75	2331	28x1	0,3	84		2415,2
Z4	7	1248,4	204	0,67	1428	28x1	0,6	134		1562
Z5	8,4	1105,5	165	0,6	1386	28x1	0,3	54		1440
Z6	8,6	962,61	126	0,5	1084	28x1	0,3	37		1120,6
Z7	7	819,7	96	0,43	672	28x1	0,6	52		724
Z8	9,9	676,83	63	0,36	623,7	28x1	0,3	19		642,7
Z9	13,9	526,05	45	0,29	625,5	28x1	0,6	26		651,5
Z10	4	434,81	107	0,38	428	22x1	0,3	22		450
Z11	8,4	378,42	88	0,33	739,2	22x1	0,6	34		773,2
Z12	8,7	234,89	111	0,32	965,7	18x1	0,3	17		982,7
Z13	9,1	91,35	52	0,2	473,2	15x1	1,2	22	600	1095,2

\*Tlaková ztráta přímého radiátorového šroubení 600Pa

Tlaková ztráta v jednotlivých uzlech viz. výpočtové schéma

<b>Tlaková ztráta v jednotlivých uzlech</b>		
Uzel	Tl. Ztráta	Úsek
Uzel A	49139 Pa	P1 + (Z1 až Z13)
Uzel B	50722 Pa	(P1 + P2) + (Z1 až Z12)
Uzel C	51821 Pa	(P1 až P3) + (Z1 až Z11)
Uzel D	52552 Pa	(P1 až P4) + (Z1 až Z10)
Uzel E	52853 Pa	(P1 až P5) + (Z1 až Z9)
Uzel F	54322 Pa	(P1 až P6) + (Z1 až Z8)
Uzel G	54832 Pa	(P1 až P7) + (Z1 až Z7)
Uzel H	54726 Pa	(P1 až P8) + (Z1 až Z6)
Uzel I	54098 Pa	(P1 až P9) + (Z1 až Z5)
Uzel J	53686 Pa	(P1 až P10) + (Z1 až Z4)
Uzel K	52577 Pa	(P1 až P11) + (Z1 až Z3)
Uzel L	50764 Pa	(P1 až P12) + (Z1 + Z2)
Uzel M	53769 Pa	(P1 + P13) + Z1

Uzel A nutno zaškrtnít 57818Pa - 49139Pa = 8679Pa										
Ozn.	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
A	6,8	91,4	52	0,19	353,6	15x1	3,9	70	470	893,6
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										
Nutno zaškrtnít 8679 - 893,6 = 7785Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

Uzel B nutno zaškrtnít 57818Pa - 50721Pa = 7097Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
B1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
B2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení											
										Σ	<b>856,6</b>
Nutno zaškrtnít 7097 - 856,6 = 6240Pa => <b>Přednastavení 5</b>											

Uzel C nutno zaškrtnít 57818Pa - 51821Pa = 5997Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
C1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
C2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení											
										Σ	<b>856,6</b>
Nutno zaškrtnít 5997 - 856,6 = 5140 Pa => <b>Přednastavení 5</b>											

Uzel D nutno zaškrtnutí 57818Pa - 52551Pa = 5267Pa										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
D1	8	56,4	14,5	0,12	116	15x1	1,2	8,5	180	304,5
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										
Nutno zaškrtnutí 5267 - 304,5 = 4962Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

Uzel E										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
E1	11,1	91,2	51	0,19	566,1	15x1	4,8	86	4370	5022,1
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení 470Pa										
** Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového ventilu 3900Pa										
52852 + 5022,1 = <b>57818Pa</b> => <b>Plně otevřeno</b>										

Uzel F nutno zaškrtnutí 57818Pa - 54321Pa = 3497Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
F1	6,9	142,9	51	0,21	351,9	18x1	0,6	13		364,9	
F2	0,8	71,4	24,5	0,15	19,6	15x1	3,6	40,3	360	419,9	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení											
										Σ	784,8
Nutno zaškrtnutí 3497 - 784,8 = 2712Pa => <b>Přednastavení 6</b>											

Uzel G nutno zaškrtnutí 57818Pa - 54831Pa = 2987Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
G1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
G2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení											
										Σ	856,6
Nutno zaškrtnutí 2987 - 856,6 = 2130Pa => <b>Přednastavení 6</b>											

Uzel H nutno zaškrtnutí 57818Pa - 54727Pa = 3091Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	Σξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
H1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
H2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení											
										Σ	856,6
Nutno zaškrtnutí 3091 - 856,6 = 2234Pa => <b>Přednastavení 6</b>											

Uzel I nutno zaškrtit 57818Pa - 54098Pa = 3720Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
I1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
I2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										Σ	856,6
Nutno zaškrtit 3720 - 856,6 = 2863Pa => <b>Přednastavení 6</b>											

Uzel J nutno zaškrtit 57818Pa - 53686Pa = 4132Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
J1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
J2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										Σ	856,6
Nutno zaškrtit 4132 - 856,6 = 3275Pa => <b>Přednastavení 6</b>											

Uzel K nutno zaškrtit 57818Pa - 52577Pa = 5241Pa											
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>	
K1	6,9	142,9	47	0,2	324,3	18x1	0,6	12		336,3	
K2	0,8	71,5	25	0,15	20	15x1	3,6	40,3	460	520,3	
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										Σ	856,6
Nutno zaškrtit 5214 - 856,6 = 4384Pa => <b>Přednastavení 6</b>											

Uzel L nutno zaškrtit 57818Pa - 50764Pa = 7054Pa										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
L1	8,7	71,7	24,5	0,15	213,15	15x1	4,2	47	460	720,15
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										
Nutno zaškrtit 7054 - 720,15 = 6333Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

Uzel M nutno zaškrtit 57818Pa - 53769Pa = 4049Pa										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
D1	5,3	97,9	60	0,2	318	15x1	3,6	71	600	989
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení										
Nutno zaškrtit 4049 - 989 = 3060Pa => <b>Přednastavení 6</b>										

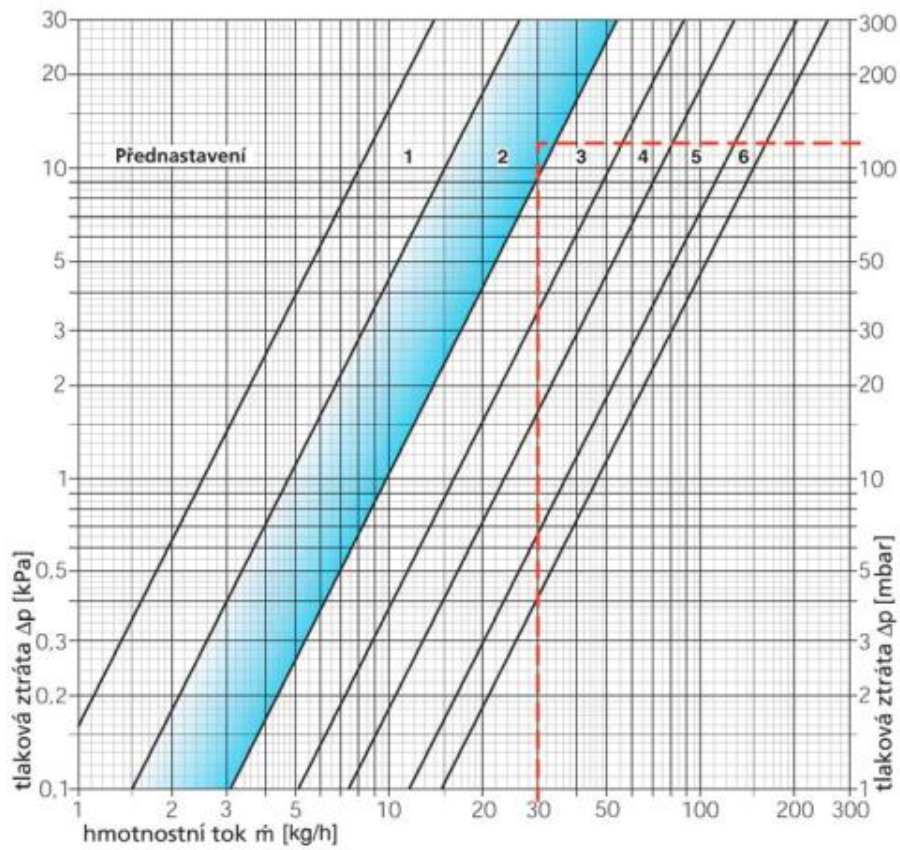
Vřazené odpory:

Vřazené odpory větve OT ve 3NP - Přívod					
Úsek	Typ vřazeného odporu	Počet vř. Odporů	Hodnota $\xi$	Počet ks $\times \xi$	$\Sigma \xi$
P1	Oblouk	7	0,3	2,1	3,7
	Rozdělovač	1	1	1	
	Kulový uzávěr	2	0,3	0,6	
P2	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
P3	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P4	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P5	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P6	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
P7	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P8	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
P9	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P10	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P11	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
P12	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
P13	Oblouk	3	0,3	0,9	0,9

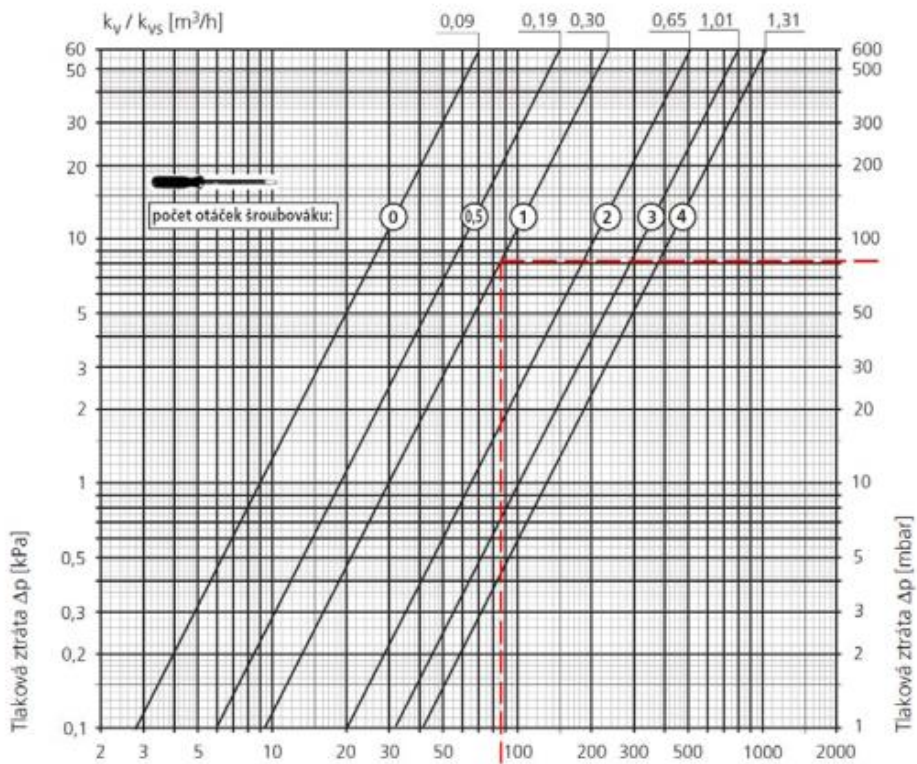
Vřazené odpory větve OT ve 3NP - Vrat					
Úsek	Typ vřazeného odporu	Počet vř. Odporů	Hodnota $\xi$	Počet ks $\times \xi$	$\Sigma \xi$
Z1	Oblouk	7	0,3	2,1	3,7
	Sběrač	1	1	1	
	Kulový uzávěr	1	0,3	0,3	
	T-kus spojení	1	0,3	0,3	
Z2	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z3	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z4	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
Z5	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z6	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z7	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
Z8	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z9	Oblouk	1	0,3	0,3	0,6
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	
Z10	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z11	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z12	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	0,3
Z13	Oblouk	3	0,3	0,9	1,2
	T-kus - průchod	1	0,3	0,3	



### 10.2.3 Diagram přednastavení a tlakových ztrát přímého ventilu



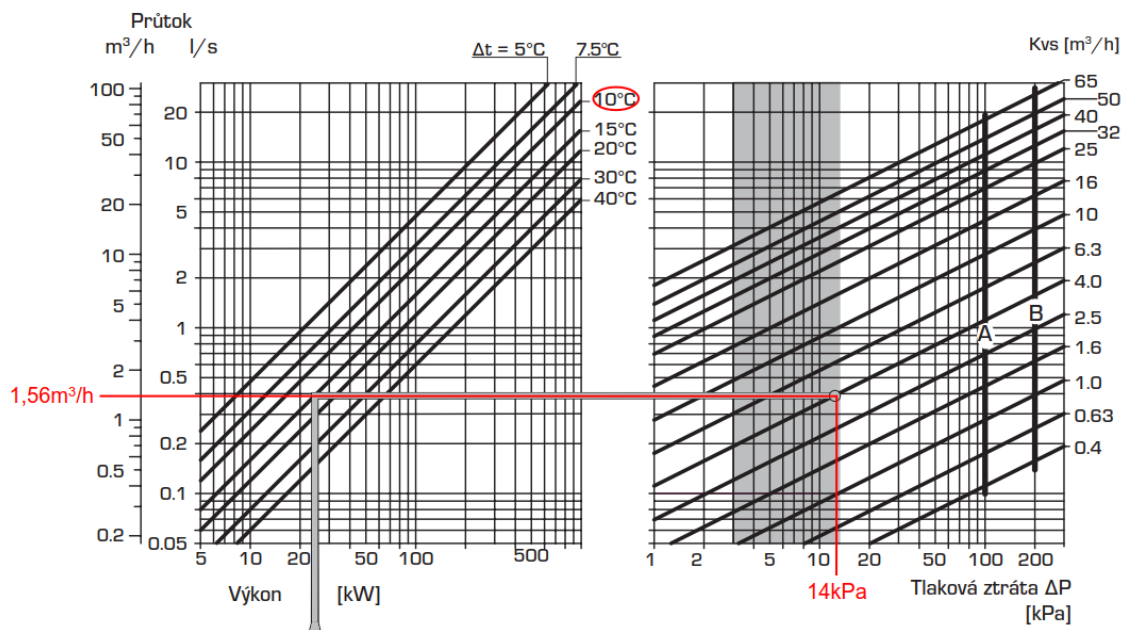
### 10.2.4 Diagram přednastavení a tlakových ztrát přímého uzavíracího šroubení




## 10.2.5 Návrh směšovacího ventilu

Návrh směšovacího ventilu pro topný okruh 3NP:

- Průtok 1560 l/hod.
- Tepelný spád 55/45° =>  $\Delta=10^{\circ}\text{C}$
- Dle přiloženého grafu volíme směšovací ventil Esbe VRG 131, DN20,  $K_{vs}=4$
- Tlaková ztráta 14kPa



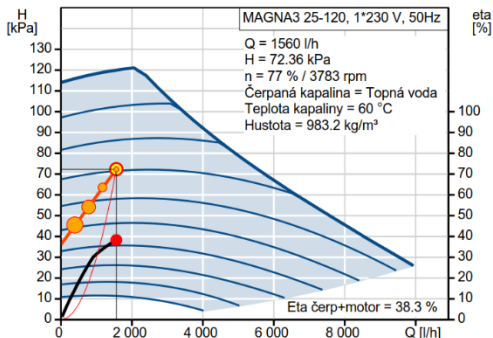
## 10.2.6 Návrh oběhového čerpadla



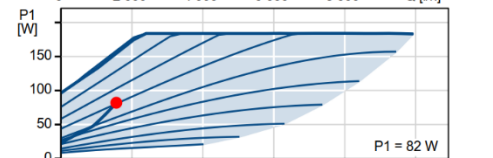
**Název společnosti:**  
**Vypracováno kým:**  
**Telefon:**

**Datum:** 4.1.2017

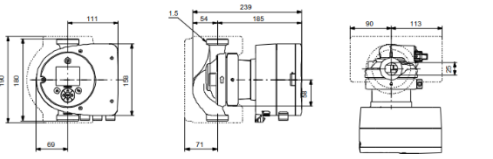
Popis	Hodnota
<b>Všeobecná informace:</b>	
Název výrobku::	MAGNA3 25-120
Číslo výrobku:	97924248
EAN kód::	5710626493234
Cena:	1.041,00 EUR €
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1560 l/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	72.35 kPa
Max. dopravní výška:	120 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE, VDE, EAC
Model:	C
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-200
	ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubií přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potrubií přípojku:	PN10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematická viskozita:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Příkon - P1:	9 .. 193 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 1.56 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
<b>Jiné:</b>	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.19
Čistá hmotnost:	4.81 kg
Hrubá hmotnost:	5.27 kg
Převážný objem:	14.6 m <sup>3</sup>

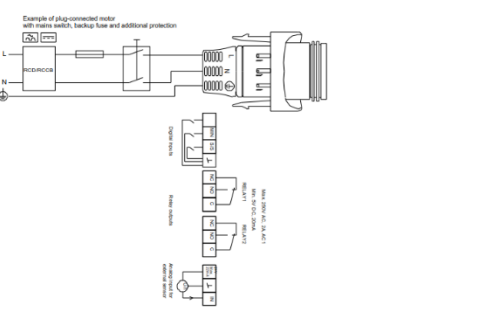


MAGNA3 25-120, 1\*230 V, 50Hz  
 Q = 1560 l/h  
 H = 72.35 kPa  
 n = 77 % / 3783 rpm  
 Čerpaná kapalina = Topná voda  
 Teplota kapaliny = 60 °C  
 Hustota = 983.2 kg/m<sup>3</sup>  
 Eta čerp+motor = 38.3 %



P1 = 82 W





Example of plug-connected motor with resin switch, backup fuse and additional protection

Tlaková ztráta úseku (P1 až P5) + (Z1 až Z9) 52 852 Pa

Tlaková ztráta úseku (E1 až E) 5 022 Pa

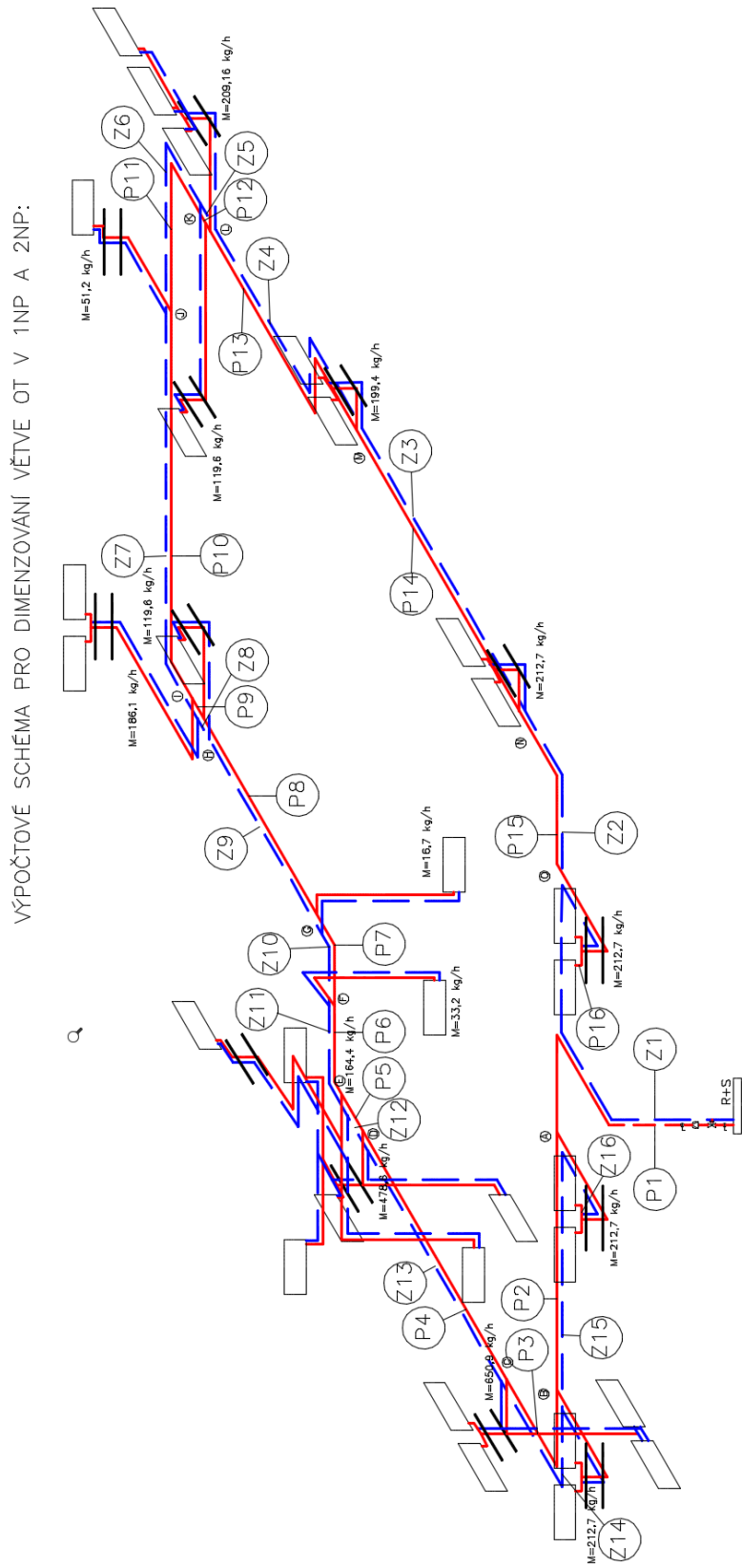
Tlaková ztráta úseku V 14 374 Pa

**$\Sigma \Delta p$  72 248 Pa**

Hmotnostní průtok **M 1 560 kg/hod**

## 10.3 Dimenzování větve otopných těles v 1NP a 2NP

### 10.3.1 Výpočtové schéma



### 10.3.2 Dimenzování větve 1NP a 2NP

Dimenzování přívodního potrubí v 1NP a 2NP										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
P1	6,1	3080	146	0,72	890,6	42x1,5	2,5	626	9000	10516,6
P2	4,7	2867	125	0,68	587,5	42x1,5	0,3	67		654,5
P3	2,5	2654	112	0,63	280	42x1,5	0,6	118		398
P4	6	2003	175	0,71	1050	35x1,5	0,3	75		1125
P5	0,9	1525	105	0,52	94,5	35x1,5	0,3	41		135,5
P6	1,2	1360	92	0,47	110,4	35x1,5	0,6	68		178,4
P7	2,3	1327	90	0,47	207	35x1,5	0,6	68		275
P8	3,9	1310	85	0,47	331,5	35x1,5	0,3	34		365,5
P9	0,5	1191	200	0,66	100	28x1	0,3	65		165
P10	7	1005	140	0,53	980	28x1	0,3	41		1021
P11	6	953,6	127	0,5	762	28x1	0,6	74		836
P12	0,2	834	100	0,44	20	28x1	0,3	29		49
P13	6,4	624,8	62	0,35	396,8	28x1	0,9	57		453,8
P14	6	425,4	108	0,38	648	22x1	0,3	21		669
P15	4,9	212,7	88	0,29	431,2	18x1	1,2	53		484,2
P16	0,2	106,4	74	0,22	14,8	15x1	3,6	86,4	3600	3701,2

\* Tlaková ztráta plně otevřeného ventilu 1600Pa

\*\* Tlaková ztráta plně otevřeného radiátorového šroubení 2000Pa

Celkem tedy v úseku P16 tl. ztráta činí 3600Pa

\*\*\* Tlaková ztráta směšovacího ventilu 9kPa

Dimenzování vratného potrubí v 1NP a 2NP										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
Z1	8	3080	146	0,72	1168	42x1,5	1,3	325		1493
Z2	3	2867	130	0,68	390	42x1,5	0,6	135		525
Z3	6	2654	120	0,66	720	42x1,5	0,6	133		853
Z4	6,4	2455	95	0,6	608	42x1,5	0,9	161		769
Z5	0,2	2246	220	0,77	44	35x1,5	0,3	83		127
Z6	6	2126	192	0,73	1152	35x1,5	0,6	139		1291
Z7	7	2075	188	0,72	1316	35x1,5	0,6	150		1466
Z8	0,5	1889	158	0,68	79	35x1,5	0,3	67		146
Z9	3,9	1769	141	0,62	549,9	35x1,5	0,3	59		608,9
Z10	2,3	1753	140	0,62	322	35x1,5	0,6	118		440
Z11	1,2	1719	132	0,6	158,4	35x1,5	0,6	107		265,4
Z12	0,9	1555	115	0,55	103,5	35x1,5	0,3	46		149,5
Z13	6	1076	146	0,55	876	28x1	0,3	46		922
Z14	2,5	425,4	108	0,38	270	22x1	0,6	43		313
Z15	6,5	212,7	88	0,29	572	18x1	0,9	39		611
Z16	0,2	106,4	74	0,22	14,8	15x1	3,3	79	2000	2093,8

\*Tlaková ztráta plně otevřeného radiátorového šroubení

Tlaková ztráta v jednotlivých uzlech		
Uzel	Tl. Ztráta	Úsek
Uzel A	22590 Pa	P1 + (Z1 až Z16)
Uzel B	21151 Pa	(P1 + P2) + (Z1 až Z15)
Uzel C	20938 Pa	(P1 až P3) + (Z1 až Z14)
Uzel D	21750 Pa	(P1 až P4) + (Z1 až Z13)
Uzel E	20828 Pa	(P1 až P5) + (Z1 až Z12)
Uzel F	20992 Pa	(P1 až P6) + (Z1 až Z11)
Uzel G	21002 Pa	(P1 až P7) + (Z1 až Z10)
Uzel H	20927 Pa	(P1 až P8) + (Z1 až Z9)
Uzel I	20484 Pa	(P1 až P9) + (Z1 až Z8)
Uzel J	21359 Pa	(P1 až P10) + (Z1 až Z7)
Uzel K	20729 Pa	(P1 až P11) + (Z1 až Z6)
Uzel L	19487 Pa	(P1 až P12) + (Z1 + Z5)
Uzel M	19813 Pa	(P1 + P13) + (Z1 až Z4)
Uzel N	19713 Pa	(P1 + P14) + (Z1 až Z3)
Uzel O	19345 Pa	(P1 + P15) + (Z1 až Z2)

Uzel D										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
D2	5,3	219,1	99	0,3	524,7	18x1	4,2	187	9800	10511,7
D1	2,2	478,6	131	0,43	288,2	22x1	0,6	52		340,2
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení 2800Pa										
** Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového samotžného ventilu 7000Pa										
21750 + 10851 = <b>32601Pa</b> => <b>Plně otevřeno</b>										

K dispozici 10851-340,2=10510Pa										
ÚSEK K TĚLESU V MÍSTNOSTI 202										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	4,2	124	99,5	0,26	417,9	15x1	4,2	141	1900	2458,9
2	3,4	170	162	0,36	550,8	15x1	0,6	38		588,8
3	0,8	282	150	0,38	120	18x1	0,6	43		163
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 1900Pa										
K dispozici 10510-3209 = 7301Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

K dispozici úsek 1 včetně šroubení a ventilu =3668Pa										
ÚSEK K TĚLESU V MÍSTNOSTI 212										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
2	3,4	46	11,5	0,09	39,1	15x1	4,2	16,8	400	455,9
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 400Pa										
7301 - 456 = 6846Pa => <b>Přednastavení 3</b>										

K dispozici úsek 1 + 2 včetně šroubení a ventilu =7889Pa										
ÚSEK K TĚLESU V MÍSTNOSTI 211										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
3	0,5	106	68	0,21	34	15x1	4,2	92	2200	2326
7889 - 2326 = 5563Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

K dispozici 32601-20828=11773Pa										
Uzel E										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
E2	1,2	149	52	0,21	62,4	18x1	0,3	187		249,4
E1	2,7	98	68	0,21	183,6	15x1	9	197	340	720,6
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení 340Pa										
11773 - 970 = 10803Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

K dispozici 11773-249=11524Pa										
Uzel E - ÚSEK K TĚLESU V MÍSTNOSTI 213										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
E2	4,4	51	13	0,11	57,2	15x1	5,7	34	550	641,2
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 550Pa										
11524 - 641 = 10883Pa => <b>Přednastavení 3</b>										

K dispozici 32601-20992=11609Pa										
Uzel F										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
F	6,2	33,2	24	0,11	148,8	12x1	4,5	27	100	275,8
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení 100Pa										
11609 - 176 = 1133Pa => <b>Přednastavení 2</b>										

K dispozici 32601-21002=11559Pa										
Uzel G										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
G	5,8	17	13,5	0,06	78,3	12x1	4,5	8,1	52	138,4
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení 52Pa										
1159 - 17138= 11421Pa => <b>Přednastavení 1</b>										

K dispozici 32601-20927=11674Pa										
Uzel H										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
H	9,4	120	85	0,25	799	15x1	5,4	167	3000	3966
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 3000Pa										
11674 - 3966= 7708Pa => <b>Přednastavení 5</b>										

K dispozici 32601-20484 = 12117Pa										
Uzel I (tělesa totožná = stejné škrčení)										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	8,4	186	189	0,39	1587,6	15x1	1,8	129		1716,6
2	0,5	93	51	0,19	25,5	15x1	4,2	75	1900	2000,5
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 1900Pa										
12117 - 3716= 78399Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

K dispozici 32601-21359=11242Pa										
Uzel J										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
J	4,2	51	44	0,18	184,8	12x1	5,4	87	600	871,8
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 600Pa										
11242 - 872= 10370Pa => <b>Přednastavení 3</b>										

K dispozici 32601-20729=11872Pa										
Uzel K										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	7,4	120	96	0,25	710,4	15x1	4,5	140	4000	4850,4
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 4000Pa										
11872 - 4850= 7022Pa => <b>Přednastavení 5</b>										



K dispozici 32601-19487=13114Pa										
Uzel L (škrcení tělesa v místnosti 207)										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1 k 207	7	210	86	0,29	602	18x1	1,2	52		654
2	0,6	147	125	0,3	75	15x1	1,2	53		128
3	2,1	84	42	0,18	88,2	15x1	4,2	68	2300	2456,2
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 2300Pa										
13114 - 3238= 9876Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

K dispozici úsek 1 tj.: 13114-654=12760Pa										
Uzel L (škrcení tělesa v místnosti 208, 209)										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
	0,6	63	19	0,13	11,4	15x1	4,2	36	1000	1047,4
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 1000Pa										
12760 - 1047=11713Pa => <b>Přednastavení 3</b>										

K dispozici 32601-19813=12788Pa										
Uzel M										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	3,6	199	83,5	0,28	300,6	18x1	1,2	47		347,6
2	1,4	106	76	0,23	106,4	15x1	4,2	120	2400	2626,4
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 2400Pa										
12788 - 2973= 9815Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

K dispozici 32601-19345=13256Pa										
Uzel O										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	3,6	212	86	0,3	309,6	18x1	1,2	47		356,6
2	0,6	106	76	0,23	45,6	15x1	4,2	120	2400	2565,6
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 2400Pa										
13256 - 2921=10335Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

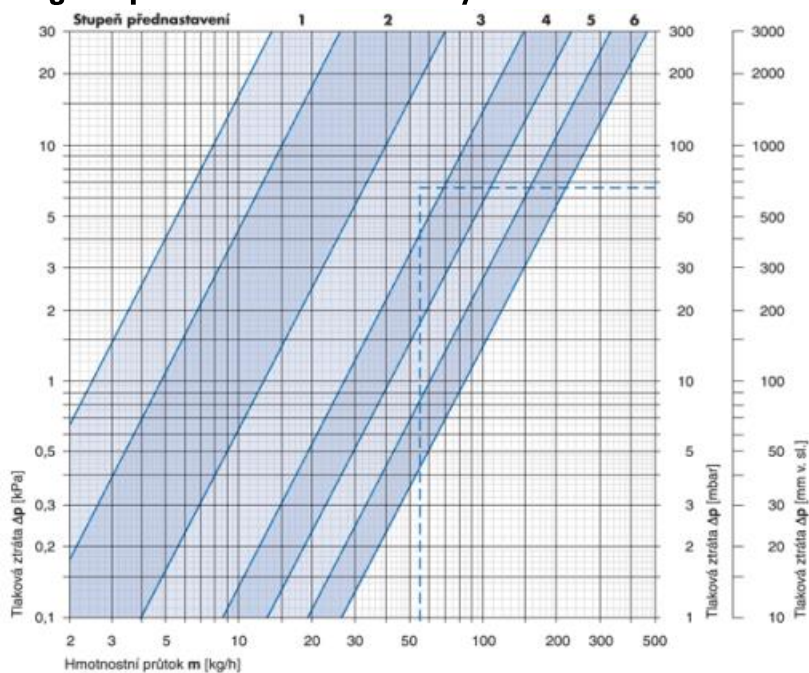
K dispozici 32601-22590=10011Pa										
Uzel A										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	3,6	212	86	0,3	309,6	18x1	1,2	47		356,6
2	0,6	106	76	0,23	45,6	15x1	4,2	120	2400	2565,6
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 2400Pa										
10011 - 2921=7090Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

K dispozici 32601-21151=11450Pa										
Uzel B										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	3,6	212	86	0,3	309,6	18x1	1,2	47		356,6
2	0,6	106	76	0,23	45,6	15x1	4,2	120	2400	2565,6
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 2400Pa										
11450 - 2921=8529Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

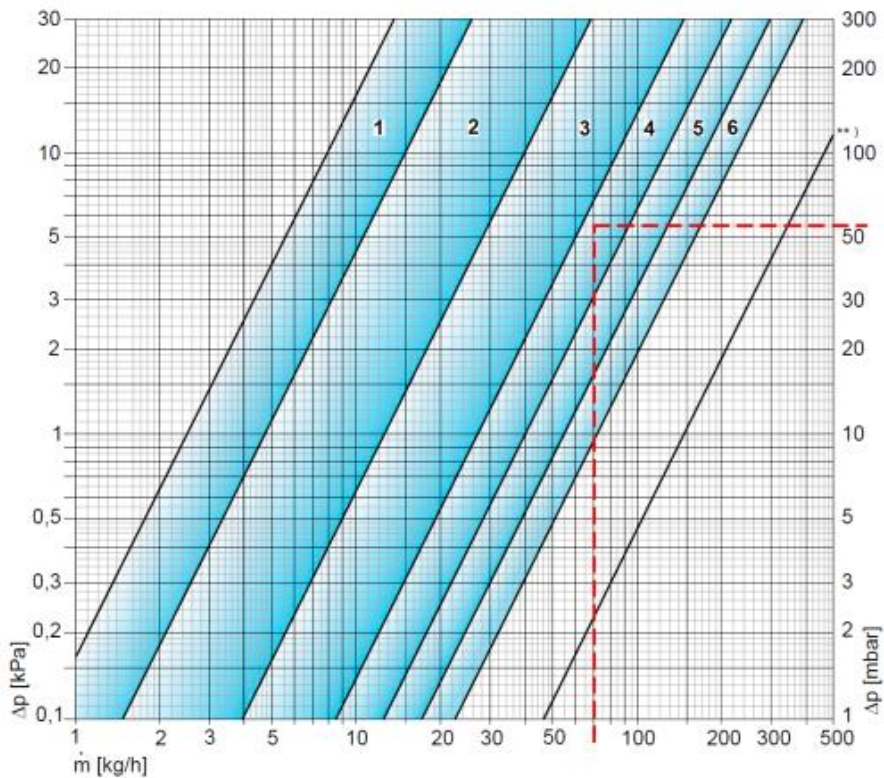
K dispozici 32601-20938=11663Pa										
Uzel C										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	2,8	650	220	0,57	616	22x1	0,6	94		710
2	5,4	438	108	0,38	583,2	22x1	0,6	43		626,2
3	0,8	219	99	0,3	79,2	18x1	3,6	160	4000	4239,2
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta přímého radiátorového šroubení 4000Pa										
11450 - 5575=5875Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

K místnosti 211. K dispozici 11663-710=10953Pa										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	∑ξ	Z	Δp <sub>rv</sub>	R×l+Z+Δp <sub>rv</sub>
1	0,8	212	86	0,3	68,8	18x1	0,6	94		162,8
2	1,2	106	76	0,23	91,2	15x1	4,2	120	2400	2611,2
* Δp <sub>rv</sub> : ztráta VK radiátorového šroubení 2400Pa										
10935 - 2774=8161Pa => <b>Přednastavení 4</b>										

### 10.3.3 Diagram přednastavení a tlakových ztrát termostatického ventilu VK



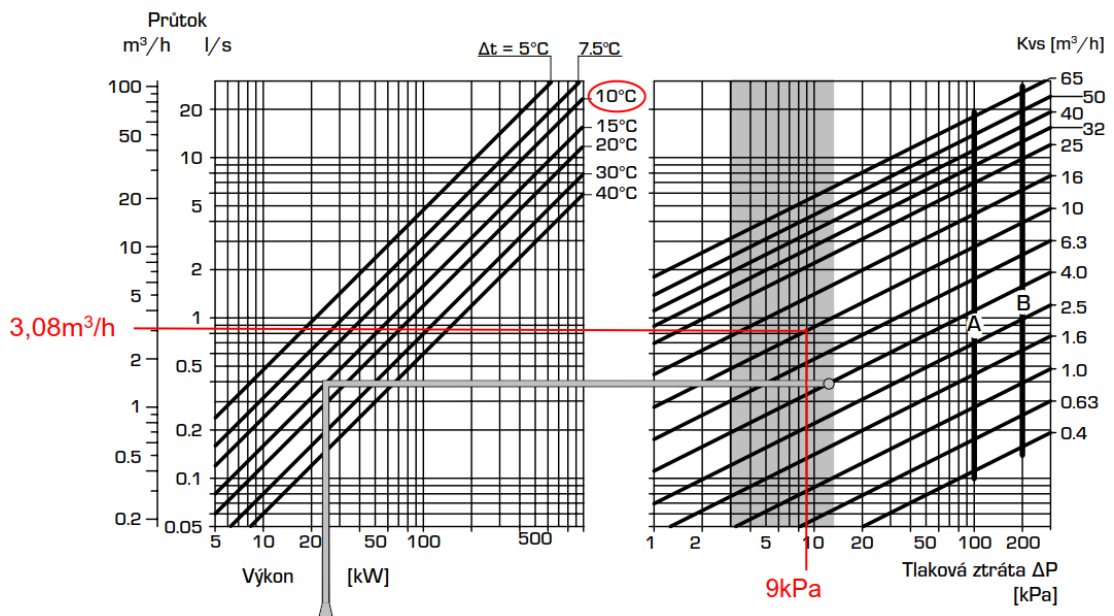
### 10.3.4 Diagram přednastavení a tlakových ztrát VK šroubení




### 10.3.5 Návrh směšovacího ventilu

Návrh směšovacího ventilu pro topný okruh 1. - 2.NP:

- Průtok 3080 l/hod.
- Tepelný spád 55/45° =>  $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$
- Dle přiloženého grafu volíme směšovací ventil Esbe VRG 131, DN25,  $K_{vs}=10$
- Tlaková ztráta 9kPa



### 10.3.6 Návrh oběhového čerpadla

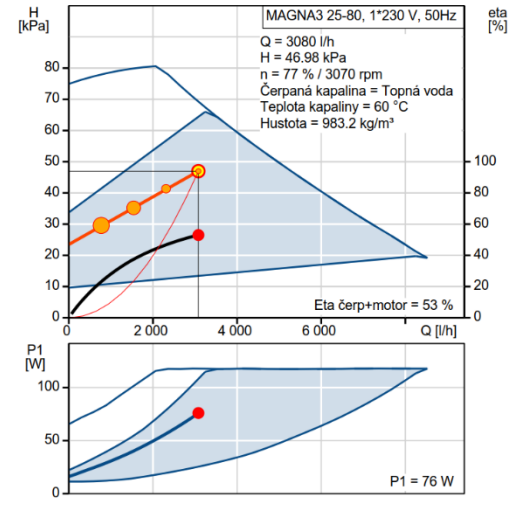


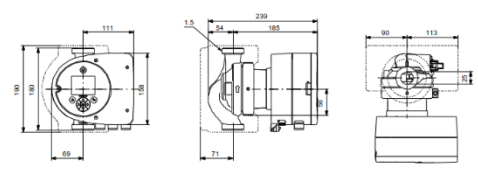
**Název společnosti:**  
**Vypracováno kým:**  
**Telefon:**

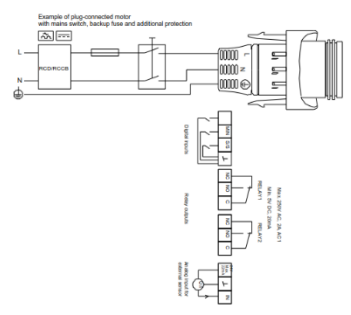
**Datum:** 4.1.2017

---

Popis	Hodnota
<b>Všeobecná informace:</b>	
Název výrobku::	MAGNA3 25-80
Číslo výrobku:	97924251
EAN kód::	5710626493265
Cena:	977,00 EUR €
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	3080 l/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	46.98 kPa
Max. dopravní výška:	80 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE, VDE, EAC
Model:	C
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina EN-GJL-200 ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	16 bar
Potrubií přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potrubií přípojku:	PN16
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematická viskozita:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Příkon - P1:	9 .. 124 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 1.02 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
<b>Jiné:</b>	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.19
Čistá hmotnost:	4.81 kg
Hrubá hmotnost:	5.27 kg
Přepravní objem:	0.015 m <sup>3</sup>







Tlaková ztráta úseku (P1 až P4) + (Z1 až Z3) 21 750 Pa

Tlaková ztráta úseku (D1 až D2 až D) 10 851 Pa

Tlaková ztráta úseku V 14 374 Pa

**ΣΔp 46 975 Pa**

Hmotnostní průtok **M 3 080 kg/hod**

## 11. Dimenzování úseku mezi TČ a AN

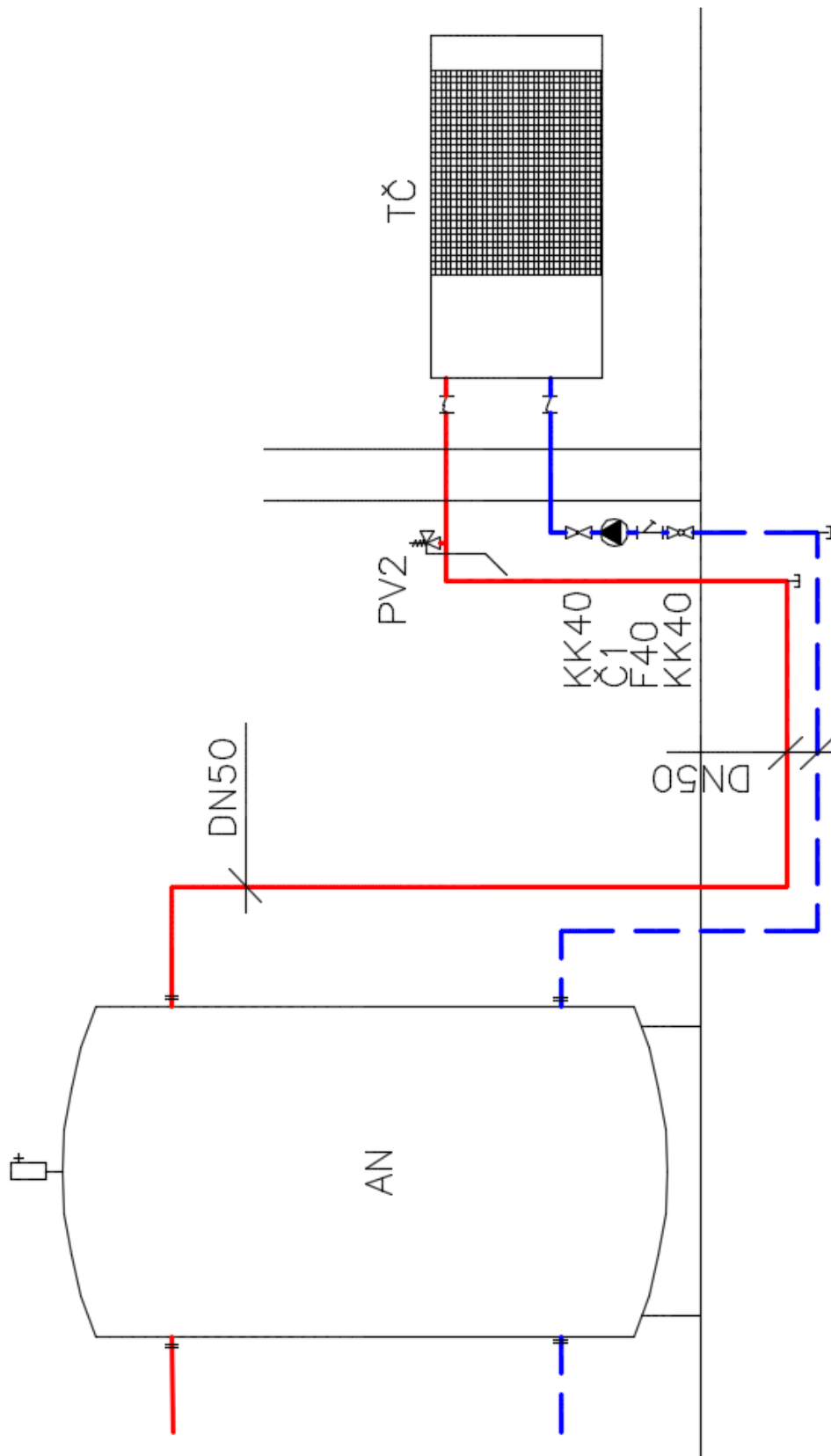
### 11.1 Návrh akumulční nádrže

Navrhuji Akumulační nádrž DZ Dražice NAD 1000v1

Typ	NAD 100 v1	NAD 250 v1	NAD 500 v1	NAD 750 v1	NAD 1000 v1
Objem topné vody v nádrži [l]	120	265	475	772	999
Průměr nádrže [mm]	584	584	600	750	850
Výška [mm]	807	1572	1965	2022	2035
Hmotnost (bez vody a izolace) [kg]	40 (včetně izolace)	63 (včetně izolace)	85	109	126
Maximální tlak nádoby [MPa]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Maximální teplota topné vody [°C]	90	90	90	90	90
Tloušťka izolace (NEODUL LB PP) [mm]	PUR 42	PUR 42	80	80	80
Max. počet a výkon topné jednotky TPK 210-12 [ks x kW]	-	-	1 x 12	1 x 12	1 x 12
Max. výkon přídavného topného tělesa TJ 6/4" [kW]	1 x 6	1 x 6	1 x 9	1 x 9	1 x 9
Třída energetické účinnosti	B	C	C		
Statická ztráta [W]	41	88	83	122	135



## 11.2 Výpočtové schéma



### 11.3 Dimenzování úseku

Dimenzování úseku mezi TČ a AN										
Ozn	Délka	M	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	$\sum \xi$	Z	$\Delta p_{rv}$	$R \times l + Z + \Delta p_{rv}$
1	54	9396	335	1,2	18090	DN 50	3,6	2570	33000	53660
* $\Delta p_{rv}$ : Tlaková ztráta výměníku TČ 20 000Pa										
** $\Delta p_{rv}$ : Tlaková ztráta filtru 13 000Pa										

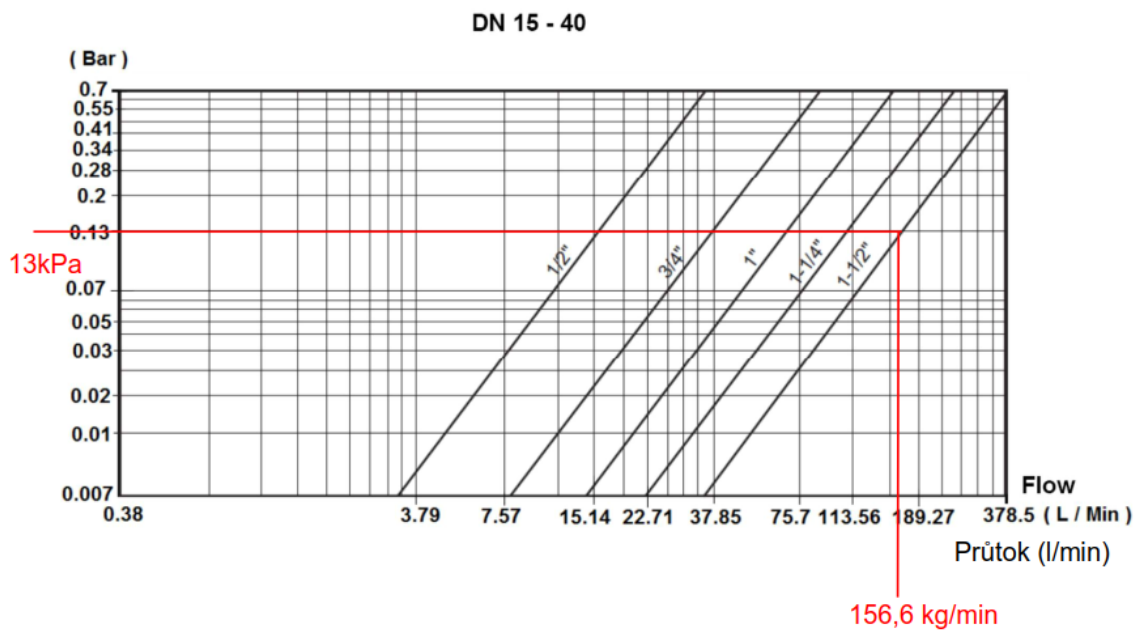
### 11.3.1 Tlaková ztráta filtru



<b>Size / Světlost :</b>	DN 15 to DN 200 / DN 15 až DN 200
<b>Ends / Konce :</b>	PN 16 Flanges R.F. / Příruby s těsnicí lištou PN 16
<b>Min. Temperature / Minimální teplota :</b>	-30°C
<b>Max. Temperature / Maximální teplota :</b>	+200°C
<b>Max. Pressure / Maximální tlak :</b>	16 Bars / 16 bar
<b>Specifications / Specifikace :</b>	Removable stainless steel filter / Vyjimatelné sito z nerezavějící oceli Bolted bonnet with draining cap / Příšroubované víko s vypouštěcí zátkou


**Materials / Materiály :** Stainless steel / Nerezavějící ocel

HEAD LOSS GRAPH / GRAF TLAKOVÉ ZTRÁTY :





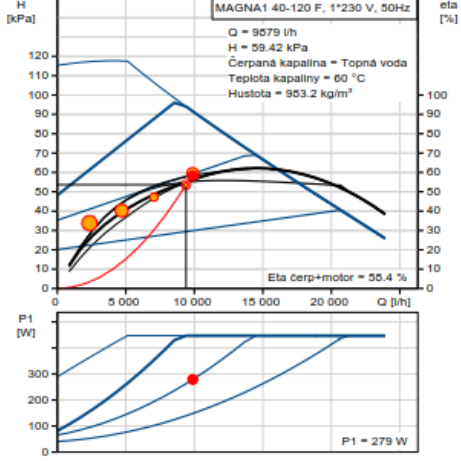
## 11.3.2 Návrh oběhového čerpadla

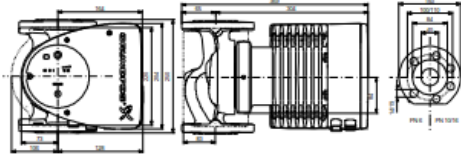


**Název společnosti:**  
**Vypracováno kým:**  
**Telefon:**

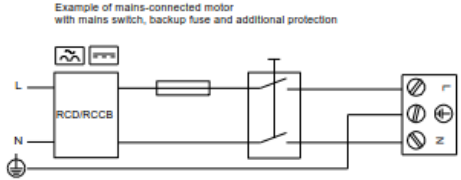
**Datum:** 2.1.2017

Popis	Hodnota
<b>Všeobecná informace:</b>	
Název výrobku::	MAGNA1 40-120 F
Číslo výrobku:	97924178
EAN kód::	5710626492527
Cena:	1.296,00 EUR €
<b>Techn.:</b>	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	9879 l/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	59,42 kPa
Max. dopravní výška:	120 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE, VDE, EAC
Model:	B
<b>Materiály:</b>	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-250
	ASTM A48-250B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
<b>Instalace:</b>	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Standardní příruba:	DIN
Potrubní přípojka:	DN 40
PN pro potrubní přípojku:	PN6/10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	250 mm
<b>Kapalina:</b>	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983,2 kg/m <sup>3</sup>
Kinematická viskozita:	1 mm <sup>2</sup> /s
<b>Elektrické údaje:</b>	
Příkon - P1:	15,01 .. 463 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0,18 .. 2,05 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
<b>Jiné:</b>	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0,21
Čistá hmotnost:	16,2 kg
Hrubá hmotnost:	17,7 kg
Přepravní objem:	39,6 m <sup>3</sup>





Example of mains-connected motor with mains switch, backup fuse and additional protection



Vytlačeno z Grundfos CAPS [2016.08.047]

4/4

Hmotnostní průtok  $Q = 9396 \text{ kg/h}$

Tlaková ztráta úseku  $\Delta p = 53,66 \text{ kPa}$

# 12. Dimenzování úseku mezi výměníkem, rozdělovačem a AN

## 12.1 Návrh deskového výměníku

### SECESPOL - VÝPOČTOVÝ LIST VÝMĚNÍKU TEPLA



Nabídka	Úprava administrativního objektu v Třebíči
Číslo výpočtu	1
Vypracoval/Datum	Jan Bobek / 03.01.2017
<b>Typ výměníku tepla</b>	<b>LB31SP-100-5/4"</b>
<b>Katalogové číslo</b>	<b>0203-0409</b>
Celkový počet výměníků	1
Počet ks sériově/paralelně	1/1

#### NÁVRHOVÉ HODNOTY:

	Strana 1		Strana 2	
Výkon	65,0			kW
LMTD	15,4			°C
Min. rezerva	10			%
Médium	Water		Water	
Vstupní teplota	90,0		45,0	°C
Výstupní teplota	50,0		55,0	°C
Hmotnostní průtok	0,38		1,53	kg/s
Objemový průtok vstup	0,40		1,54	l/s
Objemový průtok výstup	0,39		1,55	l/s
Max. tlaková ztráta	12,0		12,0	kPa
Návrhový tlak	1,6		1,6	MPa
Návrhová teplota	90		55	°C

#### VYBRANÝ VÝMĚNÍK TEPLA:

(Standardní výpočet)

	Strana 1		Strana 2	
Teplosměnná plocha	3,0			m <sup>2</sup>
Faktor znečištění	0,2749			m <sup>2</sup> K/kW
k čistý	2229,8			W/m <sup>2</sup> K
k znečištěný	1382,3			W/m <sup>2</sup> K
Rezerva	61			%
Vypočt. tlak. ztráta	0,4		5,5	kPa
Tlaková ztráta na hrdle	0,0		0,0	kPa
Rychlost na hrdle	0,49		1,92	m/s
Vnitřní rychlost	0,04		0,14	m/s
Reynoldsovo číslo	350		1009	-
Koefic. přest. tep.	3533,4		8232,7	W/m <sup>2</sup> K

#### FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI:

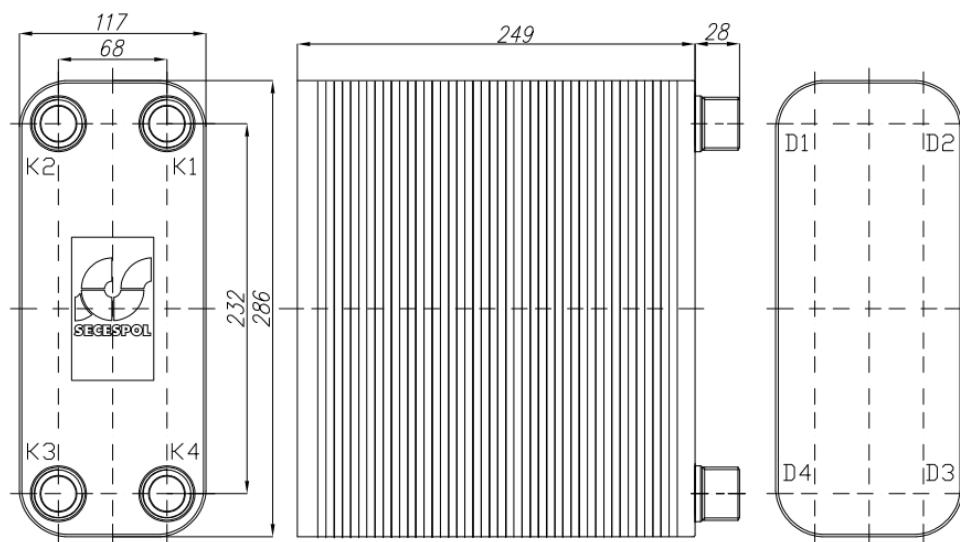
	Strana 1		Strana 2	
Médium	Water		Water	
Ref. teplota	70,0		50,0	°C
Hustota	979,82		990,49	kg/m <sup>3</sup>
Tepelný obsah	4,19		4,19	kJ/kgK
Tepelná vodivost	0,653		0,632	W/mK
Dyn. viskozita	0,0004		0,0006	Ns/m <sup>2</sup>
Prandtlovo číslo	2,63		3,65	-

## SECESPOL - TECHNIKÝ LIST VÝMĚNÍKU TEPLA



Typ výměníku tepla  
Katalogové číslo

LB31SP-100-5/4"  
0203-0409



### PRACOVNÍ PARAMETRY:

Maximální tlak	30	bar
Maximální teplota	230	°C
Minimální teplota	-195	°C
Skupina média	2	

### STANDARDNÍ ZAPOJENÍ:

K1 - vstup topného média
K2 - výstup ohřívaného média
K3 - vstup ohřívaného média
K4 - výstup topného média

### KONSTRUKČNÍ PARAMETRY:

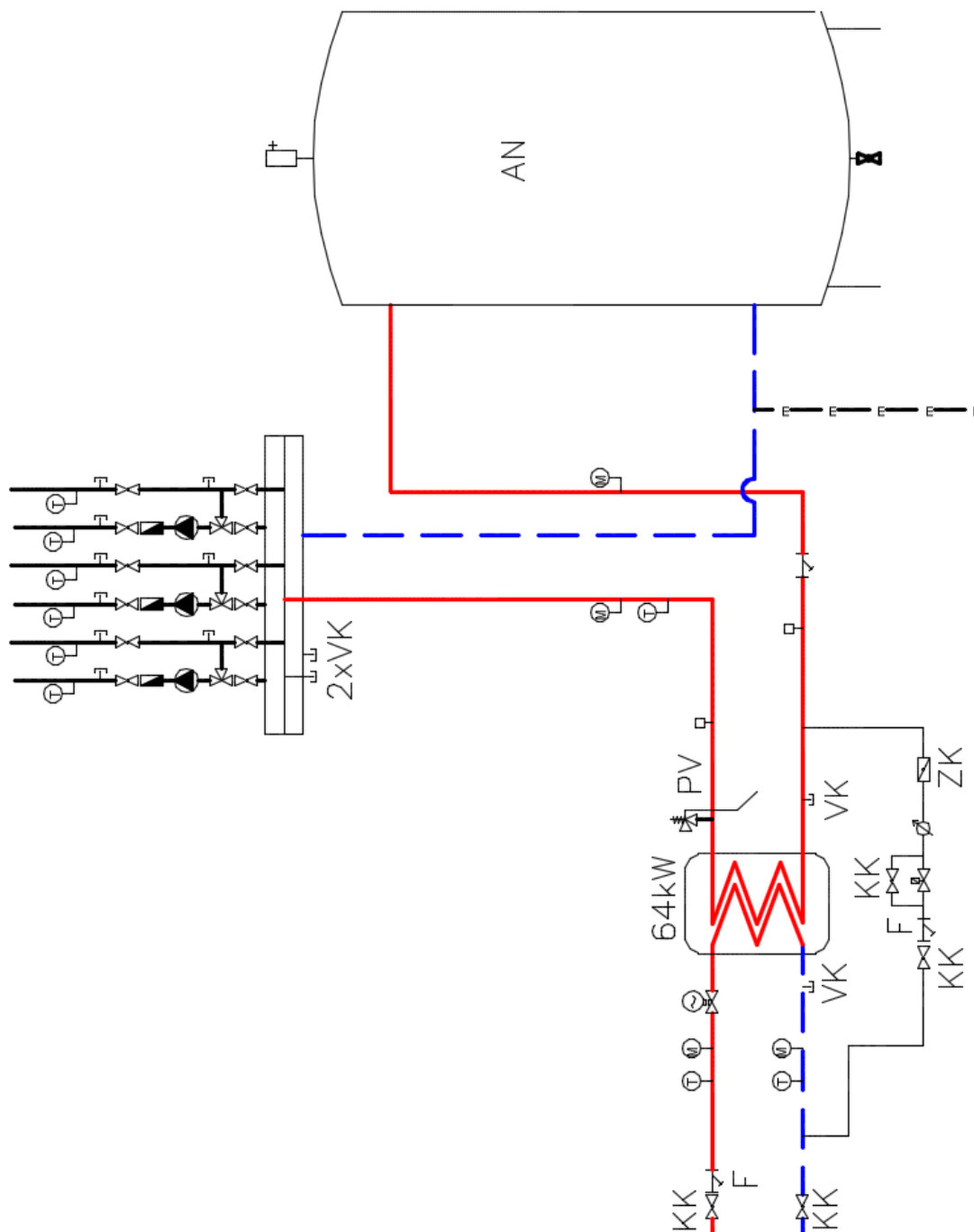
Objem teplé strany	2,3	l
Objem studené strany	2,3	l
Hmotnost	12,5	kg

### TYPY PŘIHOJENÍ:

K1 - Vnější závit G 1 1/4"
K2 - Vnější závit G 1 1/4"
K3 - Vnější závit G 1 1/4"
K4 - Vnější závit G 1 1/4"

Deskový výměník byl navržen a vypočten v programu CAIRO 1.1 PRO firmy Secespol.

## 12.2 Výpočtové schéma



## 12.3 Dimenzování úseku

Dimenzování úseku mezi výměníkem, rozdělovačem a AN										
Ozn	Délka [m]	M [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R×l [Pa]	Dimenze	$\sum \xi$	Z	$\Delta p_{rv}$	$R \times l + Z + \Delta p_{rv}$
V	9,4	5508	410	1,1	3854	DN40	6,2	3720	6800	14374
* $\Delta p_{rv}$ : Tlaková ztráta výměníku LB31SP viz příloha. 5500Pa										
** $\Delta p_{rv}$ : Tlaková ztráta filtru Spirax typ 14 viz. příloha 1300Pa										

### 12.3.1 Tlaková ztráta filtru



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

# spirax sarco

TI-P063-02  
ST Vydání 5

## Typ 14 Filtr z uhlíkové oceli

### Popis

Filtr typ 14 tvaru "Y" má těleso z uhlíkové oceli. Standardní nerezové síto má otvory 0,8 mm.

### Normy

Výrobek odpovídá požadavkům evropské směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EC, zákonu ČR č. 22/1997Sb. v platném znění a příslušnému nařízení vlády ČR v platném znění.

### Certifikáty

Výrobek je možné dodat s certifikátem 2.2 nebo 3.1B dle EN10204 (dtto ČSN EN 10204). Požadavek na certifikát je nutno uplatnit již v objednávce.

### Velikosti a připojení

¼", ¾", 1", 1½", 2"  
Závit BSP (dtto Rp dle ČSN ISO 7-1) nebo NPT.  
Přivařovací s/w dle BS 3799 Class 3000 lb

### Volitelné varianty

#### Síto :

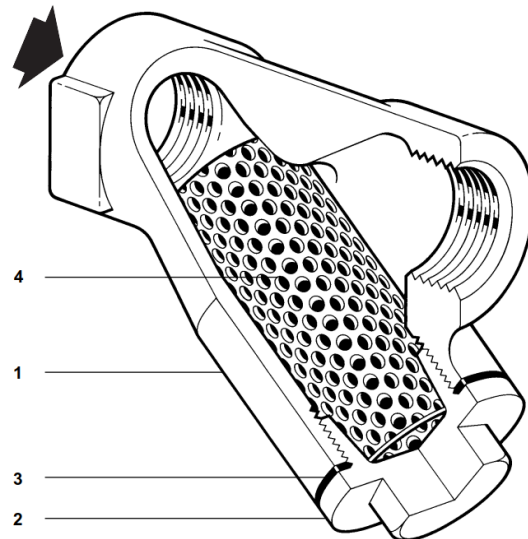
Mesh = počet čtvercových otvorů na délce jednoho palce.  
Délka strany otvoru : 40 mesh - 0.400 mm, 100 mesh - 0.152 mm, 200 mesh - 0.076 mm. Síto 200 mesh se používá pouze pro plyny.

Nerezové síto	Perforace	1.6 mm a 3.0 mm
	Mesh	40, 100 a 200
Monelové síto	Perforace	0.8 mm a 3.0 mm
	Mesh	100

### Připojení odkalovacího nebo odvodňovacího ventilu

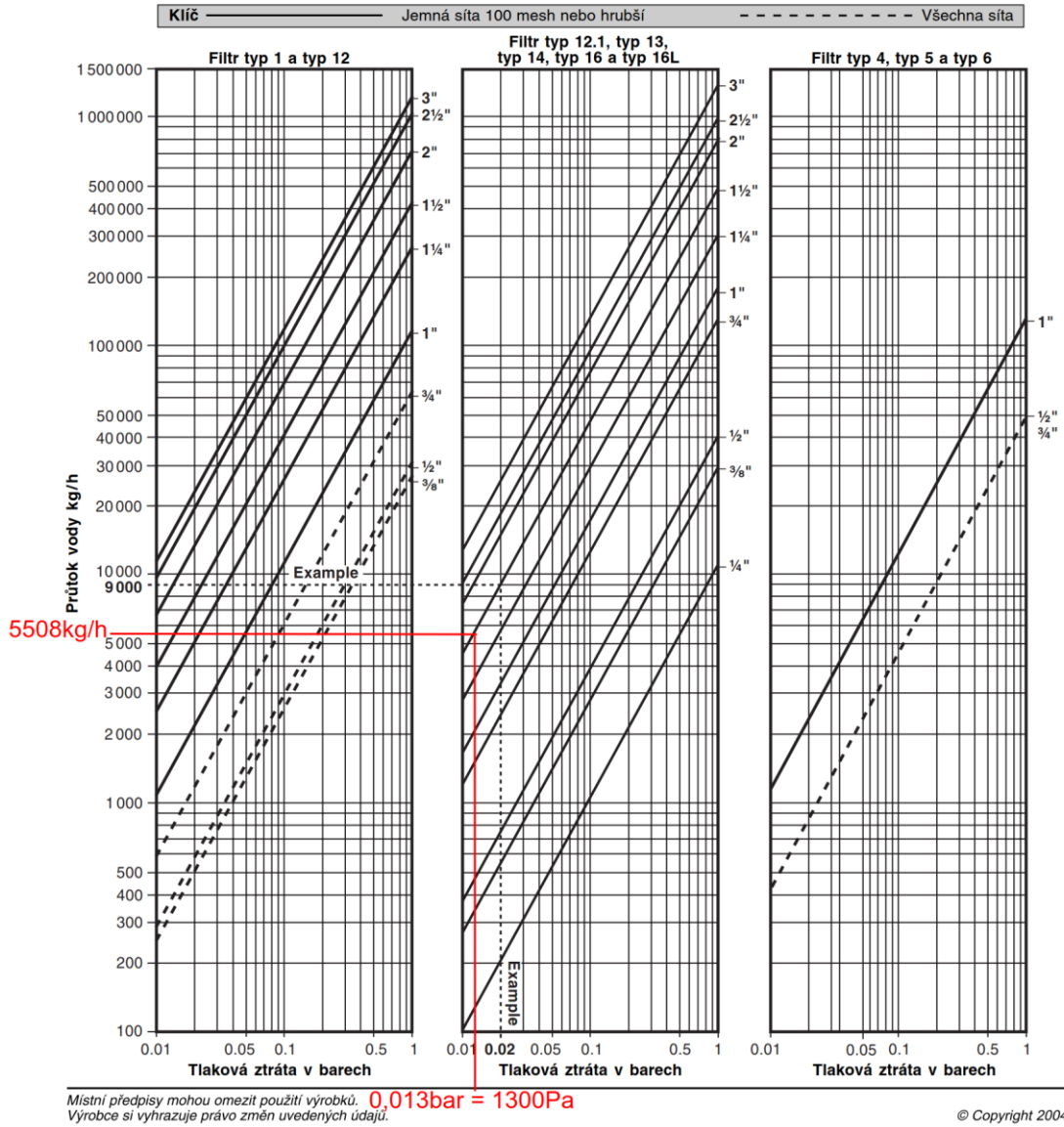
Uzávěr síta může být za příplatek vyvrtán a opatřen závitem pro připojení odkalovacího nebo odvodňovacího ventilu

Velikost filtru	Odkalovací ventil	Odvodňovací ventil
¼", ⅜" a ½"	¼"	¼"
¾" a 1"	½"	½"
1¼" a 1½"	1"	¾"
2"	1¼"	¾"



### Závitové filtry

**Návod:** Tlakovou ztrátu filtru určíme v místě průsečíku průtoku vody filtrem (vodorovná přímka) s přímkou, která je určena typem a materiálem filtru (šikmá přímka). V místě průsečíku spustíme svislici, která na vodorovné ose vymezí tlakovou ztrátu filtru v barech. Např.: Při průtoku 9 000 kg/h vody filtrem typ 14 o světlosti 1½" (standardní síto) vznikne tlaková ztráta 0.02 bar.



Z grafu odečtena tlaková ztráta závitového filtru 1300Pa.

## 13. Návrh zabezpečovacího zařízení

### 13.1 Expanzní nádoba

Objem vody v soustavě:

• Objem vody v akumulární nádrži	1000 l
• Objem vody v tepelném čerpadle	23 l
• Objem vody v potrubí	581 l
• Objem vody v otopných tělesech	383 l
• Objem vody v rozdělovači	21 l
• Objem vody ve výměňkové stanici	11 l
<b>Celkem</b>	<b>2019 l</b>

Maximální výška otopné soustavy 9,9 m; výška od MR 8,9m

Výpočet expanzního objemu:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 2,019 \cdot 0,0141 = 0,037 m^3$$

Kde  $V_o$  celkový objem vody v soustavě [ $m^3$ ]

$V_e$  expanzní objem [ $m^3$ ]

$n$  koeficient tepelné roztažnosti (pro rozdíl teplot  $45^\circ C$  z tabulky 0,0141)

Nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$P_{ddov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z$$

$$P_{ddov} \geq 1,1 \cdot 8,9 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 14,4 = 110 kPa \quad \text{Volím } p_d = 130 kPa$$

kde  $p_{ddov}$  nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]

$h$  nejvyšší bod soustavy [m]

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$P_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3})$$

$$P_{hdov} \leq 290 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 280 kPa$$

kde:  $p_{hdov}$  nejvyšší dovolený přetlak soustavy [kPa]

$h_{MR}$  výška manometrické roviny [m]

Návrh objemu nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,037 \cdot (200 + 100)}{200 - 130} = 0,158 m^3$$

Navrhuji expanzní nádobu REFLEX N 200/6 o objemu 200 l.

Návrh expanzního potrubí:

$$dp = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 65^{0,5} = 14,8 mm \Rightarrow \text{Navrhuji potrubí DN25}$$

kde:  $dp$  vnitřní průměr potrubí [mm]

$Q_p$  výkon zdroje tepla [kW]

### 13.1.1 Kontrolní interaktivní výpočet

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon  $Q_p = 65$  kW

Maximální teplota otopné vody  $t_{max} = 55$  °C

Součinitel zvětšení objemu  $n = 0.0141$  ???  
při ( $t_{max} - 10$  °C)

**Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy**

	Konstrukční přetlak $p_{rx}$	Výška nad MR $h_{MR}$
Čerpadlo		
Kotel		
Otopné těleso		
jiné zařízení	300 kPa	-1.0 m

Konstrukční přetlak soustavy (v MR)  $p_k = 290$  kPa ???

Nejnižší přetlak soustavy  $p_{d,dov} = 96$  kPa ???

$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$  VYHOVUJE

$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$  VYHOVUJE

**Vodní objem otopné soustavy**

Kotel  $V_k = 0$  l

Potrubí  $V_p = 581$  l ???

Otopná tělesa  $V_{OT} = 383$  l ???

Ostatní zařízení  $V_{ost} = 1055$  l

$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 2019$  l ???

**Výsledky**

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby  $V_{et} = 158.8$  l ???

Vnitřní průměr pojistného potrubí  $d_v = 14.84$  mm ???

Kontrolní výpočet provedený na stránkách tzb-info.cz



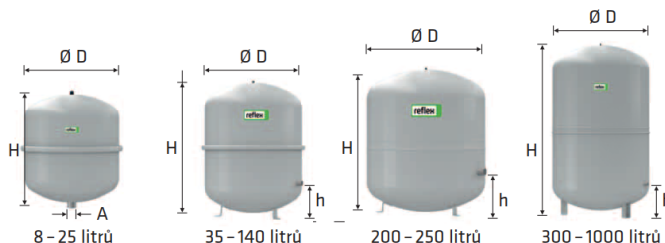
## 13.1.2 Expanzní nádoba Reflex N 200/6

Membránové expanzní nádoby

# Technická data Reflex

### Reflex NG, N

- pro uzavřené soustavy topení a chlazení
- závitové připojení
- od 35 litrů stojaté provedení
- membrána podle DIN EN 13831
- přípustná teplota 70 °C
- koncentrace glykolu max 30 %
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG



6 bar	Typ *	Obj. číslo		Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	6 bar / 120 °C	šedá	bílá							
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	-	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
6 bar	N 200/6	8213300	-	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300	-	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300	-	-	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000	-	-	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300	-	-	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400	-	-	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500	-	-	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
N 1000/6	8218600	-	-	118,0	740	2406	245	R 1	1,5	

↑  $V_n$  jmenovitý objem v litrech / tlak

\* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C

## 13.2 Návrh pojistných ventilů

### 13.2.1 Pojistný ventil u výměníku

Průměr sedla pojistného ventilu:

$$A_o = Q / \alpha_v \cdot K = 65 / 0,684 \cdot 1,12 = 83,54 \text{ mm}^2$$

kde:  $\alpha_v$  výtokový součinitel pojistného ventilu [-]

K konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku  $p_{ot} = 200 \text{ kPa}$ ,

$K=1,12$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \cdot \left( \frac{A_o}{\pi} \right)^{0,5} = 2 \cdot \left( \frac{83,54}{3,14} \right)^{0,5} = 10,32 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného ventilu:

$$d_o = a \cdot d_i = 1,23 \cdot 10,32 = 12,69 \text{ mm}$$

kde  $a$  součinitel zvětšení sedla [-]

Profil vstupního a výstupního pojistného potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 65^{0,5} = 26,2 \text{ mm}$$

Volím pojistný ventil Meibes Duco 1 ¼" × 1 ½";  $p_o=200\text{kPa}$ . Pojistné potrubí volíme DN32, přepad z pojistného ventilu DN40 (PV Meibes Duco má přepadový profil DN40).

### 13.2.2 Pojistný ventil u TČ

$$A_o = Q / \alpha_v \cdot K = 49,5 / 0,684 \cdot 1,12 = 64,61 \text{ mm}^2$$

$$d_i = 2 \cdot \left( \frac{A_o}{\pi} \right)^{0,5} = 2 \cdot \left( \frac{64,61}{3,14} \right)^{0,5} = 9,07 \text{ mm}$$

$$d_o = a \cdot d_i = 1,23 \cdot 9,07 = 11,16 \text{ mm}$$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 49,5^{0,5} = 24,85 \text{ mm}$$

Volím pojistný ventil Meibes Duco 1" × 1 ¼";  $p_o=200\text{kPa}$ . Pojistné potrubí volíme DN25, přepad z pojistného ventilu DN32 (PV Meibes Duco má přepadový profil DN32).

## 13.2.3 Katalogový list PV Meibes Duco

# Produktový list



### Pojistné ventily pro systémy vytápění a TV závitové 1/2" – 2"; 0,5 – 10 barů

Pojistné ventily DUCO mají přídavnou pojistnou krytku. Ta zamezuje manipulaci nepovolanými osobami a poškození.

Veškeré díly přicházející do styku s vodou a díly pod tlakem, jsou z mosazi.

Těsnění sedla ventilu je ze silikonové pryže a proto není ani i při velmi vysokých teplotách vystaveno riziku přilepení na sedlo.

Oddělovací membrána je vyrobena z EPDM.

Pojistné ventily mají deklarovanou konformitu dle direktiv EU.



### Pojistné ventily pro zásobníky TV 1/2"; 6, 8, 9 barů 1"; 6, 8 barů

Pojistný ventil

Uzavírací ventil

Zpětný ventil

Kontrolní šroub

Odkapávací trychtýř podle EN

Hadice pro napojení

Tabulka údajů pro výpočet dle ČSN 13 43 09

Označení Typ DUCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm <sup>2</sup> ]	Zaručený výtokový součinitel $\alpha_w$ [-]	Otevírací tlak $p_o$ [kPa] Při $p_o$ do 300 kPa tolerance $\pm 10\%$ Při $p_o$ nad 300 kPa tolerance $\pm 30$ kPa
<b>Pro topení:</b>				
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
<b>Pro systémy TV: lze použít i pro topení pokud PN instalovaných zařízení není menší než PN 6</b>				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	600; 800
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	600; 800
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	600; 700; 800; 900; 1000
3/4" x 1"	20	176	0,565	600; 700; 800; 900; 1000
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	600; 700; 800; 900; 1000
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	600; 700; 800; 900; 1000
<b>Pro zásobníky TV</b>				
1/2" EB	15			600; 800; 1000
1" EB	20			600; 800

Pojistné ventily jsou určeny pro teplovodní uzavřené otopné systémy a ohřivače TV

	Ventily pro topení/přirubové	Ventily pro systémy TV/přirubové
Tlak při plném otevření $p_{max}$ :	1,2 $p_o$	1,1 $p_o$ , avšak minimálně $p_o + 60$ kPa
Materiál tělesa:	mosaz/šedá litina	mosaz/šedá litina
Těsnění kuželky	silikonová pryž	silikonová pryž
Materiál membrány	EPDM - pryž	EPDM - Pryž
Maximální pracovní teplota	110° C	110° C
Jmenovitý tlak PN	1600 kPa/1000kPa	1600 kPa/1000 kPa

# 14. Roční potřeba tepla

**Lokalita (Tabulka)**  t<sub>em</sub> = 12 °C  t<sub>em</sub> = 13 °C  t<sub>em</sub> = 15 °C ???

Město  Délka topného období d =  [dny]

Venkovní výpočtová teplota t<sub>e</sub> =  °C Prům. teplota během otopného období t<sub>es</sub> =  °C

---

**Vytápění**

Tepelná ztráta objektu Q<sub>c</sub> =  kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota t<sub>is</sub> =  °C ???

Vytápěcí denostupně  
D = d · (t<sub>is</sub> - t<sub>es</sub>) = 4182 K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

e<sub>i</sub> =  ??? η<sub>o</sub> =  ???

e<sub>t</sub> =  ??? η<sub>r</sub> =  ???

e<sub>d</sub> =  ???

Opravný součinitel ε ???

ε = e<sub>i</sub> · e<sub>t</sub> · e<sub>d</sub> = 0.85

ε =

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

Q<sub>VYT,r</sub> = (  GJ/rok )  
 MWh/rok

**Ohřev teplé vody**

t<sub>1</sub> =  °C ??? ρ =  kg/m<sup>3</sup> ???

t<sub>2</sub> =  °C ??? c =  J/kgK ???

V<sub>2p</sub> =  m<sup>3</sup>/den ???

Koeficient energetických ztrát systému z =  ???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě t<sub>svl</sub> =  °C

Teplota studené vody v zimě t<sub>svz</sub> =  °C

Počet pracovních dní soustavy v roce N =  [dny]

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

Q<sub>TUV,r</sub> = (  GJ/rok )  
 MWh/rok

---

**Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody**

Q<sub>r</sub> = Q<sub>VYT,r</sub> + Q<sub>TUV,r</sub> = (  GJ/rok )  
 MWh/rok

Pro výpočet byla použita online kalkulačka portálu tzb-info

# **C. POSOUZENÍ EFEKTIVITY ZDROJE TEPLA**

## 15. Popis zařízení

Popis a funkce zařízení jsou popsány v kapitole 6.2, proto doplňuji jen některé, dříve neuvedené údaje.

Technické údaje:

- Tepelná ztráta 65 kW
- Tepelný spád 55/45 °C
- Výkon předávací stanice 65 kW
- Výkon TČ vzduch-voda A7/W35 54,8kW
- Provoz nepřerušovaný, celoroční

## 16. Metodika výpočtu

Objekt bude napojen přes předávací stanici na CZT. Dále je navrženo TČ vzduch-voda od fi. Nukleon Třebíč. Investor požaduje důkladné posouzení, zda osazení TČ má význam z dlouhodobého hlediska (10 roků)

Budova se nachází v Třebíči (oblastní teplota -15 °C, měřící meteorologická stanice Třebíč – Bítovánky)

Od ČHMÚ byla získána tabulka venkovních průměrných teplot za šedesát let v topném období.

Byla stanovena tepelná ztráta objektu pro venkovní teploty od -7 do +14 °C s krokem 0,5 °C.

Od výrobce TČ byla získána charakteristika výkonu, příkonu a COP pro jednotlivé venkovní teploty. Rovněž byl zhotoven touto firmou rozpočet na celý okruh mezi AN a TČ = pořizovací cena okruhu TČ.

Od dodavatelů CZT a fi. E.ON byly zjištěny skutečné ceny pro rok 2017 bez DPH. (investor je plátce DPH)

Od dodavatele výměňkové stanice fi. SYSTHERM byla vyžádána nabídka ceny předávací stanice tepla.

Bylo nutné provést výpočet po jednotlivých dnech tak, že tepelná ztráta při příslušné teplotě se přepočítala na 24 hodinový provoz. (vytápění je nepřerušované) Tím

vznikla potřeba tepla v kWh pro každý den topného období. Vynásobením ceny tepla za 1 kWh vyjde cena tepla za každý den. Prostým součtem všech dnů v topném období je získána cena tepla z CZT za celý rok.

Dále byl proveden výpočet pro zdroj TČ a jako bivalentní dotopový zdroj předávací stanice CZT. Problém je v tom, že s klesající teplotou, klesá výkon a topný faktor TČ. Naopak se zvyšující se venkovní teplotou se výkon a topný faktor zvyšuje. Podle venkovní teploty se také mění el. příkon. (Tepelné čerpadlo má frekvenční měnič) Z tohoto důvodu byl opět pro jednotlivé dny dle příslušné tepelné ztráty stanoven na základě COP elektrický příkon TČ. Vynásobením byl získán příkon za 24 hodin a cena el. energie v daných dnech. V obdobích, kdy průměrná teplota klesá pod  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  je třeba použít bivalentní dotop z CZT. Proto byla stanovena potřeba tepla na dotop a připočtena k ceně el. energie potřebné pro chod TČ. Připočítal jsem ještě el. energii potřebnou pro funkci oběhového čerpadla mezi TČ a AN a cenu za vyšší tarif (2hod)

Na závěr jsem provedl porovnání obou zdrojů tepla z hlediska provozních a investičních nákladů na dobu 10 roků.

## 16.1 Tabulka průměrných denních teplot Třebíč – Bítovánky

Tabulka průměrných denních teplot za šedesát roků, meteorologická stanice Třebíč - Bítovánky									
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
1	14,0	9,1	3,7	-1,8	-3,0	-2,5	-1,5	4,7	9,3
2	13,5	9,0	4,0	-1,4	-2,9	-2,3	-1,5	5,0	9,5
3	14,0	9,1	3,5	-1,3	-2,8	-2,6	-1,4	4,9	9,3
4	13,2	8,9	3,3	-0,9	-3,8	-2,4	-1,1	4,4	11,0
5	13,5	9,1	2,7	-1,2	-4,4	-1,8	-0,5	5,0	11,0
6	13,0	9,3	2,4	-1,6	-4,5	-1,8	-0,4	5,4	11,5
7	13,5	9,6	2,0	-1,7	-5,3	-1,9	-0,1	5,7	11,0
8	13,0	9,1	2,6	-1,9	-5,4	-1,9	-0,2	5,6	10,6
9	12,8	8,8	3,2	-1,6	-5,5	-2,1	0,3	4,7	11,0
10	12,5	8,4	2,8	-1,2	-5,9	-2,5	0,6	4,8	11,0
11	12,0	8,0	1,7	-1,1	-5,4	-2,2	0,7	5,5	11,5
12	12,5	7,6	1,7	-2,2	-5,1	-2,6	0,3	5,5	11,8
13	12,0	7,9	1,4	-2,4	-5,5	-2,7	0,3	4,9	12,0
14	11,8	7,1	0,4	-2,3	-5,2	-3,1	0,7	5,2	12,0
15	12,0	6,9	0,5	-1,9	-4,5	-3,6	1,0	6,1	12,5
16	11,5	6,4	1,0	-1,9	-4,6	-3,6	1,8	6,1	13,0
17	11,1	6,5	0,7	-2,8	-4,1	-3,2	1,7	6,1	13,2
18	11,5	6,0	0,9	-2,3	-4,9	-2,5	1,5	6,3	13,0
19	11,0	6,0	0,9	-2,6	-4,6	-1,9	1,0	6,8	13,6
20	10,9	5,3	0,7	-2,4	-4,7	-1,9	1,7	7,5	12,0
21	10,5	4,6	0,6	-2,3	-4,1	-2,5	2,6	7,9	12,0
22	11,0	4,9	0,0	-2,3	-3,3	-2,2	2,4	7,8	11,5
23	11,2	5,3	0,4	-2,5	-2,3	-2,6	2,2	7,2	12,0
24	9,5	5,4	0,1	-2,6	-2,5	-2,3	2,7	7,0	12,5
25	9,3	4,8	0,0	-2,8	-1,2	-2,0	3,7	6,5	13,0
26	9,1	4,4	-0,4	-2,6	-2,2	-2,3	4,1	6,9	13,0
27	9,3	4,0	-0,2	-2,2	-2,8	-2,7	4,0	6,5	14,2
28	9,0	4,4	-0,6	-2,1	-3,2	-2,1	4,1	6,6	13,5
29	8,9	4,3	-0,7	-2,5	-3,1		4,1	7,8	13,6
30	9,0	3,9	-1,7	-2,5	-2,9		4,4	8,0	12,2
31		3,6		-2,8	-2,6		4,8		13,0



## 16.2 Tepelná ztráta objektu pro teploty od -15 do 14 °C

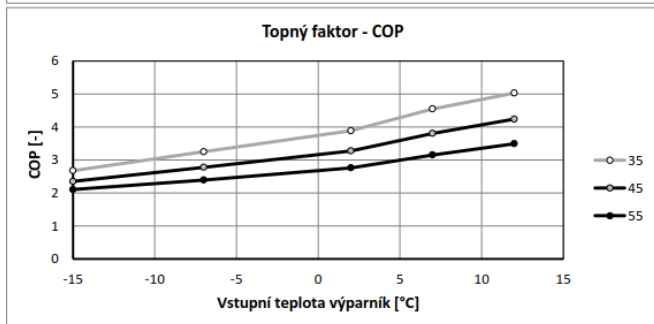
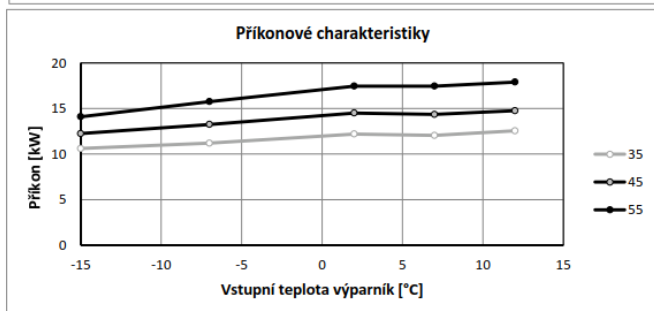
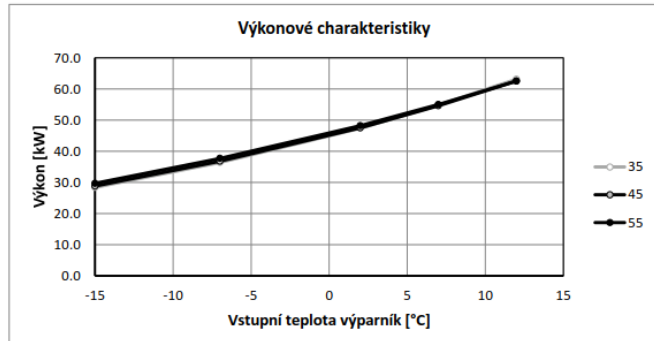
Tepelná ztráta pro teploty od -15 °C do +14 °C					
	Teplota exteriéru [°C]	Tepelná ztráta [W]	Teplota exteriéru [°C]	Tepelná ztráta [W]	
Celý výkon dodává TČ + CZT	-15	65 352	-1	44 485	Celý výkon dodává TČ
	-14,5	64 614	-0,5	43 725	
	-14	63 876	0	42 964	
	-13,5	63 138	0,5	42 189	
	-13	62 400	1	41 414	
	-12,5	61 671	1,5	40 707	
	-12	60 942	2	39 999	
	-11,5	60 173	2,5	39 206	
	-11	59 404	3	38 413	
	-10,5	58 688	3,5	37 660	
	-10	57 971	4	36 906	
	-9,5	57 194	4,5	36 174	
	-9	56 417	5	35 441	
	-8,5	55 657	5,5	34 743	
	-8	54 897	6	34 044	
	-7,5	54 125	6,5	33 301	
	-7	53 353	7	32 558	
	-6,5	52 688	7,5	31 822	
	-6	52 023	8	31 086	
	-5,5	51 230	8,5	30 329	
	-5	50 437	9	29 572	
	-4,5	49 685	9,5	28 925	
	-4	48 933	10	28 277	
	-3,5	48 177	10,5	27 523	
	-3	47 420	11	26 769	
	-2,5	46 695	11,5	26 037	
	-2	45 969	12	25 304	
	-1,5	45 227	12,5	24 550	
		13	23 795		
		13,5	23 123		
		14	22 451		

## 16.3 Charakteristiky TČ HPAW 48

Charakteristiky tepelného čerpadla HPAW 48			
$t_e$ [°C]	Q [kW]	P [kW]	COP
-7	37,7	15,8	2,4
-6,5	38,28	15,89	2,42
-6	38,86	15,98	2,44
-5,5	39,44	16,07	2,46
-5	40,02	16,16	2,48
-4,5	40,6	16,25	2,5
-4	41,18	16,34	2,52
-3,5	41,76	16,43	2,54
-3	42,34	16,52	2,56
-2,5	42,92	16,61	2,58
-2	43,5	16,7	2,6
-1,5	44,08	16,79	2,62
-1	44,66	16,88	2,64
-0,5	45,24	16,97	2,66
0	45,82	17,06	2,68
0,5	46,4	17,15	2,7
1	46,98	17,24	2,72
1,5	47,56	17,33	2,74
2	48,2	17,5	2,8
2,5	48,88	17,5	2,84
3	49,56	17,5	2,88
3,5	50,24	17,5	2,92
4	50,92	17,5	2,96
4,5	51,6	17,5	3
5	52,28	17,5	3,04
5,5	52,96	17,5	3,08
6	53,64	17,5	3,12
6,5	54,32	17,5	3,16
7	55	17,5	3,2
7,5	55,75	17,5	3,23
8	56,5	17,6	3,26
8,5	57,25	17,6	3,29
9	58	17,7	3,32
9,5	58,75	17,7	3,35
10	59,5	17,7	3,38
10,5	60,25	17,8	3,41
11	61	17,8	3,44
11,5	61,75	17,9	3,47
12	62,5	17,9	3,5
12,5	63,25	17,9	3,53
13	64	18,0	3,56
13,5	64,75	18,0	3,59
14	65,5	18,1	3,62

nukleon  
Ptáčov 73, 674 01 Třebíč

### Výkonové charakteristiky HPAW 48



## 16.4 Katalogový list tepelného čerpadla HPAW 48

**NUKLEON**

### Technické údaje NUKLEON HPAW48

Kompaktní provedení s kompresorem ZH48KVE

#### Výkonové údaje

	°C	A7/W35*	A2/W35*	A-12/W60
Topný výkon	kW	54.8	41.1	33.7
Chladicí výkon	kW	44.6	32.6	19.7
Příkon	kW	12.5	12.1	16.6
Topný faktor**	[-]	4.4	3.4	2.0
Provozní proud	A	23.3	22.9	28.5

#### Chladicí okruh

Chladivo	R 407C
----------	--------

#### Napájení

Napětí	V	400
Frekvence	Hz	50
Max. proud	A	39.2

#### Kompresor

Typ	Spirální
Otáčky	min <sup>-1</sup> 2900
Náplň POE oleje	l 4.14
Hladina ak. tlaku v 1m (LpA)	dB(A) 54

#### Výparník

Typ	Lamelový
Plocha	m <sup>2</sup> 188
Průtok vzduchu	m <sup>3</sup> /h 27000

#### Kondenzátor

Typ	Deskový, pájený
Materiál	AISI 316
Průtok topné vody	kg/s 2.61
Tlaková ztráta	kPa 20
Teplotní rozdíl	K 5
Tlak max.	MPa 2.8

#### Limitní hodnoty

Tlak chladiva max.	MPa 3.1
Teplota vzduchu min.	°C -30
Teplota top. vody max.	°C 63

#### Ventilátory

Počet ventilátorů	[-]	2
Průměr ventilátoru	mm	800
Otáčky	min <sup>-1</sup>	594
Příkon 1 ventilátoru	W	875
Nominální proud	A	1.61
Fáze-napětí-kmitočet	V, Hz	3-400-50
Izolační třída	[-]	IP54
Akustický výkon (LwA)	dB(A)	71
Hladina ak. tlaku ve 3m (LpA)	dB(A)	53

#### Připojení a rozměry

Topná voda (vstup, výstup)	vnitřní závit 2"
Šířka x výška x hloubka	cm 280x140x130
Celková hmotnost	kg 599

#### Odkaz

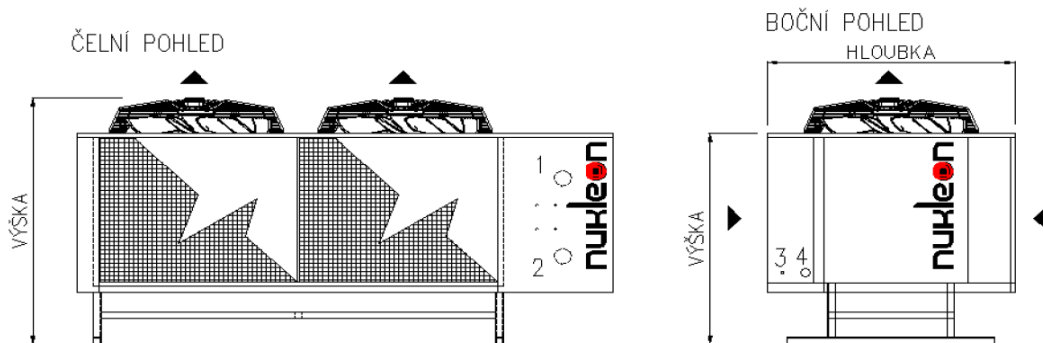
\*A7/W35 - dle EN 14511

"A7" teplota vzduchu 7 °C

"W35" teplota topné vody 35 °C

\*\*včetně energie pro odtávání, příkonu ventilátoru a oběhového čerpadla

Tolerance výkonových údajů ± 5 %.



- 1 – VÝSTUP TOPNÉ VODY
- 2 – VSTUP TOPNÉ VODY
- 3 – PRŮCHODKY ELEKTRO
- 4 – PRŮCHODKA PŘÍVODU ELEKTRO

## 16.5 Cena tepla z CZT



V Třebíči dne 29. listopadu 2016

### Vážení zákazníci, odběratelé tepelné energie,

vyúčtovací cena tepla za rok **2016 nepřesáhne** stávající kalkulovanou cenu tepla **419,- Kč/GJ bez DPH** (tj. 481,90 Kč/GJ vč. DPH).

V důsledku nadprůměrně teplých roků 2014, 2015 a 2016 kalkulujeme **od 1. 1. 2017** cenu tepla ve výši **427,- Kč/GJ bez DPH** (tj. 491,10 Kč/GJ vč. DPH). To znamená, že se kalkulovaná cena tepla v porovnání s rokem 2016 zvýší o 1,9% a nadále patří k jedné z nejnižších cen tepla ze soustavy zásobování tepelnou energií v České republice.

U modelového příkladu, byt o velikosti 72 m<sup>2</sup> se spotřebou tepla (topení a ohřev vody) 25 GJ/rok, to představuje roční nárůst nákladů za teplo o 230,- Kč vč. DPH.

Rok	Cena tepla bez DPH (Kč/GJ)	Sazba DPH	Cena tepla vč. DPH (Kč/GJ)	Roční náklady na byt (Kč) *
2011	404,0	10%	444,4	11 110
2012	396,0	14%	451,4	11 286
2013	392,0	15%	450,8	11 270
2014	399,8	15%	459,8	11 494
2015	406,0	15%	466,9	11 673
2016	419,0	15%	481,9	12 046
2017	427,0	15%	491,1	12 276

\* Výpočet ročních nákladů na tepelnou pohodu pro byt 3+1 o výměře 72 m<sup>2</sup> s průměrnou roční spotřebou tepla (topení a ohřev vody) 25 GJ/rok.

Děkujeme Vám za spolupráci v letošním roce a přejeme hodně úspěchů a spokojenosti v roce 2017.

Cena tepla za 1 GJ pro rok 2017 činí 427 Kč.

1GJ = 277,8 kWh

Cena za jednu kWh tedy vychází:

$$\frac{427}{277,8} = 1,54 \text{ Kč} / \text{kWh}$$

# 16.6 Cena elektrické energie pro TČ



Produktová řada **Variant**

Platnost cen za dodávku elektřiny od 1. 9. 2016

## Ceník Variant 36 Září 2016 dodávky elektřiny E.ON Energie, a.s. pro zákazníky kategorie C – Podnikatele, distribuční území E.ON Distribuce, a.s.

Soušeří služby v elektroenergetice	Produkt dodávky elektřiny			
	Standard	Accu	Combi	Direct
Cena za dodávku elektřiny	ve VT	1 387	1 678	1 436
	v NT	879	1 064	1 151
Doba z elektřiny	Kč/MWh	58	70	58
	Kč/MWh	28,30	34,24	28,30
Cena za dodávku elektřiny v NT	ve VT	1 036,05	1 241,52	1 036,05
	v NT	68,78	83,22	68,78
Měsíční příděl pro dle jmenovité proudové hodnoty jističe před elektroměrem	Kč/měsíc	7	8	7
	Kč/měsíc	11	13	11
Cena za ostatní regulované služby	Kč/OM/měsíc	6,58	7,96	6,58
	Kč/MWh	23,96	28,99	23,96
Celková jednotková cena elektřiny	ve VT	3 916,21	4 738,61	3 916,21
	v NT	2 562,20	3 100,26	2 562,20

Tento ceník obsahuje ceny za soušeří služby v elektroenergetice pro rok 2016 dle Cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2015 a č. 8/2015 ze dne 26. listopadu 2015 a dále ceny za dodávku elektřiny stanovené společností E.ON Energie, a.s. platné od 1. 9. 2016. Tučně uvedené ceny jsou bez DPH. Ostatní ceny jsou včetně DPH 21 % a jsou pouze orientační.

\*) Cena za činnost operátora trhu je stanovena dle cenového rozhodnutí ERÚ a nařízení vlády.  
 \*\*) Platba za POZE se vypočítá jako součin hodnoty hlavního jističe počtu fází, měsíců a ceny 23,96 Kč/A/měsíc (např. 1 jističe 3x25 A ⇒ 25 × 3 × 12 × 23,96) nebo jako součin odebraného množství elektřiny a ceny 495 Kč/MWh (např. 15 MWh ⇒ 15 × 495).  
 Do celkové platby je vždy započtena nižší z těchto částek.

**Výpočet celkové roční platby za elektřinu**  
 V = roční spotřeba ve VT, (f. 25 = 01 + 04 + 05 + 21)  
 + NT = roční spotřeba v NT x (f. 26 = 02 + 04 + 06 + 21)  
 + měsíční platby = 12 x (f. 03 + jeden z f. 07-20 dle hodnoty jističe + f. 22)  
 + POZE = odebrané množství elektřiny x f. 24  
 nebo 12 x hodnota hlavního jističe x počet fází x f. 23

**Jaký produkt na dodávku si můžete zvolit?**  
 Každý z produktů na dodávku elektřiny je vázán k určité sazbe distribuce.  
 Pro její příznání musí zákazník nejprve splnit příslušné podmínky odpovídající sazbě distribuce dle platného Cenového rozhodnutí.

**Kontaktní údaje**  
 V případě jakýchkoli dotazů či nejasností nám zavolejte zdarma na E.ON Zákaznickou linku **800 77 33 22** nebo napište na email [info@eon.cz](mailto:info@eon.cz).

**E.ON Energie, a.s.**  
 F. A. Gerstnera 2151/6  
 370 49 České Budějovice  
[www.eon.cz](http://www.eon.cz)

**Vysvětlivky a poznámky**  
 VT – vysoký tarif | NT – nízký tarif | A – Ampér  
 POZE – podpora elektřiny z podporovaných zdrojů energie  
 MWh – Megawatthodina (1 MWh = 1000 kWh)

- Produktová řada o firmy E.ON, ceník platný od září 2016.
- Tarif Direct, sazba C56d. jedná se o dvoutarifovou sazbu pro vytápění s tepelným čerpadlem a operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 22 hodin denně.

Stanovení ceny elektřiny (viz ceník E.ON):

• Cena za dodávku v nízkém tarifu	1151 Kč/MWh
• Daň z elektřiny	28,3 Kč/MWh
• Cena za zajištění distribuce	68,78 Kč/MWh
• Systémové služby	99,71 Kč/MWh
<b>Σ</b>	<b>1347,8 Kč/MWh = 1,35Kč/kWh</b>

Měsíční platby:

• Cena za dodávku el. – stálý měsíční plat	58 Kč/měsíc
• Měsíční plat za jistič 3x32A	1176 Kč/měsíc
• Činnosti operátora trhu	6,58 Kč/měsíc
• POZE	23,96 Kč/měsíc
<b>Σ</b>	<b>1256 Kč/měsíc</b>

Cena za dodávku ve vysokém tarifu **2150,65 Kč/MWh = 2,15 Kč/kWh**

Rozdíl mezi vysokým a nízkým tarifem činí  $2,15 - 1,35 = 0,8$  Kč/kWh

## 16.7 Technická a cenová nabídka technologie od firmy SYSTHERM



<b>Firma:</b>	VESAS s.r.o. (1802)	<b>Od koho:</b>	Petr Slavík
<b>Komu:</b>	Bc. Jan Bobek (1352)	<b>Fax:</b>	377 240 137
<b>Tel.:</b>		<b>Tel.:</b>	377 416 666
<b>Datum:</b>	5.12.2016 14:46	<b>GSM:</b>	731 410 983
<b>E-mail:</b>	bobekj@post.cz	<b>E-mail:</b>	petr.slavik@systherm.com

### Technická a cenová nabídka technologie od firmy SYSTHERM.

<b>Číslo nabídky:</b>	1477_2016 (34396)
<b>Název zakázky:</b>	Administrativní budova
<b>Název zařízení:</b>	SYMPATIK VNV UT

<b>Technická specifikace:</b>	Viz. příloha
-------------------------------	--------------


<b>Součástí nabídky je/není*:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Technologie předávací stanice SYMPATIK</b>
	<input type="checkbox"/> Tepelné izolace *
	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Doprava na místo určení</b>
	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Volně ložené komponenty</b>
	- Expanzomat (EXPANDIK-FIX 80/6)
	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Mezikusy pro</b>
	- Měřič tepla
	<input type="checkbox"/> Potrubní napojení na stávající soustavu (standardně není součástí) *
	<input type="checkbox"/> Systém měření a regulace *
	<input type="checkbox"/> Silový přívod pro napájení rozvaděče (standardně není součástí) *
	<input type="checkbox"/> Montáž venkovního čidla (standardně volně loženo) *
	<input type="checkbox"/> Kabelové propoje mezi rozvaděčem a el. komponenty mimo rám stanice (v místě instalace KPS) *
	<input type="checkbox"/> Oživení stanice, zaškolení obsluhy *
	<input type="checkbox"/> ...
	* Přeškrtnuté položky nejsou součástí této nabídky





## 16.8 Pořizovací cena TČ včetně potrubí, armatur a AN

### 16.8.1 Cenová nabídka na tepelné čerpadlo

	<b>Cenová nabídka</b>				Nukleon s.r.o. Ptáčov 40 674 01 Třebíč	
	název: AB Třebíč HPAW48					
investor: VESAS s.r.o.				nabídka č.:	170030	
adresa: Cyrilometodějská 43/20, 674 01 Třebíč				vypracoval:	Bc. Urban	
telefon, e-mail: <a href="mailto:bobekj@post.cz">bobekj@post.cz</a>				datum:	5.1.2017	
						<b>397 670</b>
						<b>397 670</b>

	mj	množství	cena/mj	cena po slevě/mj	cena
1 TČ NUKLEON HPAW 48, topný výkon 41,1 kW (A2°C/W35°C) TČ je vybaveno rozšiřující řídicí jednotkou, protihlukovým krytem a silovým rozvaděčem pro napájení a řízení akčních členů (oběhová čerpadla primárního a sekundárního okruhu).	ks	1	437 000	397 670	397 670

**Celkem za dodávku tepelného čerpadla Kč (bez DPH)**

**397 670**

Poznámky:

1. Platnost cenové nabídky je 3 měsíce od data vypracování.
2. DPH bude účtováno dle platných daňových předpisů.
3. Cena neobsahuje montáž TČ a přepravní náklady EX Work

Ukázky realizací:

*HPAW 48, vytápění průmyslové haly Jihlava, 150 kW*



*HPAW13, rodinný dům*



## 16.8.2 Položkový rozpočet

Položkový rozpočet stavby			
Stavba:	<b>15</b>	<b>Úprava stavebního objektu v Třebíči</b>	
Objekt:	<b>1</b>	<b>Požizovací cena TČ,včetně potrubí,armatur a akumulární nádrže</b>	
Rozpočet:	<b>01</b>	<b>Požizovací cena TČ,včetně potrubí,armatur a akumulární nádrže</b>	
Objednatel:	<b>Ing. Pavel Drašar</b>	IČ:	
		DIČ:	
Zhotovitel:		IČ:	
		DIČ:	
Vypracoval:	<b>Jan Bobek</b>		
Rozpis ceny			Celkem
HSV			0,00
PSV			531 386,00
MON			0,00
Vedlejší náklady			0,00
Ostatní náklady			0,00
<b>Celkem</b>			<b>531 386,00</b>
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	<b>15</b> %		<b>0,00</b> CZK
Snížená DPH	<b>15</b> %		<b>0,00</b> CZK
Základ pro základní DPH	<b>21</b> %		<b>531 386,00</b> CZK
Základní DPH	<b>21</b> %		<b>111 591,00</b> CZK
Zaokrouhlení			<b>0,00</b> CZK
<b>Cena celkem s DPH</b>			<b>642 977,00</b> CZK
v <u>Třebíči</u> dne <u>7.1.2017</u>			
_____ Za zhotovitele		_____ Za objednatele	

## Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu			Celkem	%
713	Izolace tepelné	PSV			10 320,00	2
730	Ústřední vytápění	PSV			460 132,00	87
732	Strojovny	PSV			26 653,00	5
733	Rozvod potrubí	PSV			25 731,40	5
734	Armatury	PSV			8 550,00	2
Cena celkem					531 386,40	100

## Položkový rozpočet

S:	15	Úprava stavebního objektu v Třebíči
O:	1	Pořizovací cena TČ, včetně potrubí, armatur a akumulční nádrže
R:	01	Pořizovací cena TČ, včetně potrubí, armatur a akumulční nádrže

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl:	713	Izolace tepelné				10 320,00
	1 05 sp	Izolace potrubí PIPO ALs 48/50 včetně montáže	m	40,00000	258,00	10 320,00
Díl:	730	Ústřední vytápění				460 132,00
	2 01 sp	Tepelné čerpadlo NUCLEON HPAW 48 včetně montáže	ks	1,00000	437 000,00	437 000,00
	3 02 sp	Akumulční nádrž 1 000 l DRAŽICE typ. NAD včetně tepelné izolace a montáže	ks	1,00000	21 300,00	21 300,00
	4 03 sp	Kompenzátor COREX T 8000 DN50 včetně montáže	ks	2,00000	916,00	1 832,00
Díl:	732	Strojovny				26 653,00
	5 732429112R00	Montáž čerpadel oběhových spirálních, DN 40	soubor	1,00000	249,00	249,00
	6 04 sp	Čerpadlo oběhové 40-120 F MAGNA 1	ks	1,00000	26 404,00	26 404,00
Díl:	733	Rozvod potrubí				25 731,40
	7 733111127R00	Potrubí závit. bezešvé běžné níz./středotl., DN 40	m	54,00000	445,50	24 057,00
	8 733113117R00	Příplatek za zhotovení přípojky DN 40	kus	2,00000	241,00	482,00
	9 733113118R00	Příplatek za zhotovení přípojky DN 50	kus	2,00000	310,00	620,00
	10 733190108R00	Tlaková zkouška potrubí DN 50	m	54,00000	10,60	572,40
Díl:	734	Armatury				8 550,00
	11 734113515R00	Kohout kulový uzavírací DN 40 přírubový	kus	2,00000	2 625,00	5 250,00
	12 734164155R00	Filtr přírubový DN 40, přírubový	kus	1,00000	1 486,00	1 486,00
	13 734261226R00	Šroubení Ve 4300 přímé, G 6/4	kus	2,00000	351,00	702,00
	14 734291113R00	Kohouty plnicí a vypouštěcí G 1/2	kus	2,00000	120,50	241,00
	15 734411111R00	Teploměr přímý s pouzdem typ 160	kus	2,00000	435,50	871,00













KALKULACE CENY NZ VYTÁPĚNÍ PŘI POUŽITÍ TČ VZDUCH - VODA + BIVALENTNÍ DOTOP Z CZT:											
Datum	Průměrná denní teplota $t_{pd}$ [°C]	Tepelná ztráta při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dodaný TČ při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dotopu dodaný CZT při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dodaný TČ za 24hod. [kW]	Výkon dodaný CZT za 24hod. [kW]	Příkon TČ při $t_{pd}$ [°C]	Cena el. energie za 1kWh (EON) [Kč/kWh]	Cena el. energie za 24hod. (EON) [Kč/kWh]	Cena celkem z CZT [Kč/den]	Cena celkem z CZT a TČ [Kč/den]
16.12	-1,9	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
17.12	-2,8	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,4	1,35	531,36	188,50	719,86
18.12	-2,3	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
19.12	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
20.12	-2,4	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
21.12	-2,3	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
22.12	-2,3	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
23.12	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
24.12	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
25.12	-2,8	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
26.12	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
27.12	-2,2	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
28.12	-2,1	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
29.12	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
30.12	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,7	1,35	541,08	140,45	681,53
31.12	-2,8	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
1.1	-3,0	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
2.1	-2,9	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
3.1	-2,8	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
4.1	-3,8	48,9	41,2	7,7	988,8	184,8	16,3	1,35	528,12	284,59	812,71
5.1	-4,4	49,7	40,6	9,1	974,4	218,4	16,2	1,35	524,88	336,34	861,22
6.1	-4,5	49,7	40,6	9,1	974,4	218,4	16,2	1,35	524,88	336,34	861,22
7.1	-5,3	51,2	39,4	11,8	945,6	283,2	16	1,35	518,40	436,13	954,53
8.1	-5,4	51,2	39,4	11,8	945,6	283,2	16	1,35	518,40	436,13	954,53
9.1	-5,5	51,2	39,4	11,8	945,6	283,2	16	1,35	518,40	436,13	954,53
10.1	-5,9	52	38,9	13,1	933,6	314,4	15,9	1,35	515,16	484,18	999,34
11.1	-5,4	51,2	39,4	11,8	945,6	283,2	16	1,35	518,40	436,13	954,53
12.1	-5,1	50,4	40	10,4	960	249,6	16,1	1,35	521,64	384,38	906,02
13.1	-5,5	51,2	39,4	11,8	945,6	283,2	16	1,35	518,40	436,13	954,53
14.1	-5,2	50,4	40	10,4	960	249,6	16,1	1,35	521,64	384,38	906,02
15.1	-4,5	49,7	40,6	9,1	974,4	218,4	16,2	1,35	524,88	336,34	861,22
16.1	-4,6	49,7	40,6	9,1	974,4	218,4	16,2	1,35	524,88	336,34	861,22
17.1	-4,1	48,9	41,2	7,7	988,8	184,8	16,3	1,35	528,12	284,59	812,71
18.1	-4,9	50,4	40	10,4	960	249,6	16,1	1,35	521,64	384,38	906,02
19.1	-4,6	49,7	40,6	9,1	974,4	218,4	16,2	1,35	524,88	336,34	861,22
20.1	-4,7	49,7	40,6	9,1	974,4	218,4	16,2	1,35	524,88	336,34	861,22
21.1	-4,1	48,9	41,2	7,7	988,8	184,8	16,3	1,35	528,12	284,59	812,71
22.1	-3,3	48,1	42	6,1	1008	146,4	16,8	1,35	544,32	225,46	769,78
23.1	-2,3	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
24.1	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
25.1	-1,2	44,4	44,3	0,1	1063,2	2,4	16,8	1,35	544,32	3,70	548,02
26.1	-2,2	45	44	1	1056	24	16,9	1,35	547,56	36,96	584,52
27.1	-2,8	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
28.1	-3,2	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
29.1	-3,1	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
30.1	-2,9	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
31.1	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
1.2	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
2.2	-2,3	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
3.2	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
4.2	-2,4	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
5.2	-1,8	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
6.2	-1,8	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
7.2	-1,9	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
8.2	-1,9	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
9.2	-2,1	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78

Datum	Průměrná denní teplota $t_{pd}$ [°C]	Tepelná ztráta při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dodaný TČ při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dotopu dodaný CZT při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dodaný TČ za 24hod. [kW]	Výkon dodaný CZT za 24hod. [kW]	Příkon TČ při $t_{pd}$ [°C]	Cena el. energie za 1kWh (EON) [Kč/kWh]	Cena el. energie za 24hod. (EON) [Kč/kWh]	Cena celkem z CZT [Kč/den]	Cena celkem z CZT a TČ [Kč/den]
10.2	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
11.2	-2,2	46,7	44	2,7	1056	64,8	16,9	1,35	547,56	99,79	647,35
12.2	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
13.2	-2,7	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
14.2	-3,1	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
15.2	-3,6	48,2	42	6,2	1008	148,8	16,8	1,35	544,32	229,15	773,47
16.2	-3,6	48,2	42	6,2	1008	148,8	16,8	1,35	544,32	229,15	773,47
17.2	-3,2	47,4	42,3	5,1	1015,2	122,4	16,5	1,35	534,60	188,50	723,10
18.2	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
19.2	-1,9	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
20.2	-1,9	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
21.2	-2,5	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
22.2	-2,2	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
23.2	-2,6	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
24.2	-2,3	45,9	42,9	3	1029,6	72	16,6	1,35	537,84	110,88	648,72
25.2	-2	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
26.2	-2,3	45,9	42,9	3	1029,6	72	16,6	1,35	537,84	110,88	648,72
27.2	-2,7	46,7	42,9	3,8	1029,6	91,2	16,6	1,35	537,84	140,45	678,29
28.2	-2,1	45,9	44	1,9	1056	45,6	16,9	1,35	547,56	70,22	617,78
1.3	-1,5	45,2	44,1	1,1	1058,4	26,4	16,8	1,35	544,32	40,66	584,98
2.3	-1,5	45,2	44,1	1,1	1058,4	26,4	16,8	1,35	544,32	40,66	584,98
3.3	-1,4	45,2	44,1	1,1	1058,4	26,4	16,8	1,35	544,32	40,66	584,98
4.3	-1,1	44,5	44,4	0,1	1065,6	2,4	16,7	1,35	541,08	3,70	544,78
5.3	-0,5	43,7	43,7	0	1048,8	0	16,8	1,35	544,32	0,00	544,32
6.3	-0,4	43,7	43,7	0	1048,8	0	16,8	1,35	544,32	0,00	544,32
7.3	-0,1	42,9	42,9	0	1029,6	0	16	1,35	518,40	0,00	518,40
8.3	-0,2	42,9	42,9	0	1029,6	0	16	1,35	518,40	0,00	518,40
9.3	0,3	42,2	42,2	0	1012,8	0	16	1,35	518,40	0,00	518,40
10.3	0,6	42,2	42,2	0	1012,8	0	15,6	1,35	505,44	0,00	505,44
11.3	0,7	42,2	42,2	0	1012,8	0	15,6	1,35	505,44	0,00	505,44
12.3	0,3	42,2	42,2	0	1012,8	0	15,6	1,35	505,44	0,00	505,44
13.3	0,3	42,2	42,2	0	1012,8	0	15,6	1,35	505,44	0,00	505,44
14.3	0,7	42,2	42,2	0	1012,8	0	15,6	1,35	505,44	0,00	505,44
15.3	1	41,4	41,4	0	993,6	0	15,2	1,35	492,48	0,00	492,48
16.3	1,8	39	39	0	936	0	13,9	1,35	450,36	0,00	450,36
17.3	1,7	40,7	40,7	0	976,8	0	14,9	1,35	482,76	0,00	482,76
18.3	1,5	40,7	40,7	0	976,8	0	14,9	1,35	482,76	0,00	482,76
19.3	1	41,4	41,4	0	993,6	0	15,2	1,35	492,48	0,00	492,48
20.3	1,7	40,7	40,7	0	976,8	0	14,9	1,35	482,76	0,00	482,76
21.3	2,6	39,2	39,2	0	940,8	0	13,8	1,35	447,12	0,00	447,12
22.3	2,4	39,2	39,2	0	940,8	0	13,8	1,35	447,12	0,00	447,12
23.3	2,2	39,9	39,9	0	957,6	0	14,2	1,35	460,08	0,00	460,08
24.3	2,7	39,2	39,2	0	940,8	0	13,8	1,35	447,12	0,00	447,12
25.3	3,7	37,6	37,6	0	902,4	0	12,9	1,35	417,96	0,00	417,96
26.3	4,1	36,9	36,9	0	885,6	0	12,5	1,35	405,00	0,00	405,00
27.3	4	36,9	36,9	0	885,6	0	12,5	1,35	405,00	0,00	405,00
28.3	4,1	36,9	36,9	0	885,6	0	12,5	1,35	405,00	0,00	405,00
29.3	4,1	36,9	36,9	0	885,6	0	12,5	1,35	405,00	0,00	405,00
30.3	4,4	36,1	36,1	0	866,4	0	12	1,35	388,80	0,00	388,80
31.3	4,8	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
1.4	4,7	36,1	36,1	0	866,4	0	12	1,35	388,80	0,00	388,80
2.4	5	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
3.4	4,9	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
4.4	4,4	36,1	36,1	0	866,4	0	12	1,35	388,80	0,00	388,80
5.4	5	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
6.4	5,4	34,7	34,7	0	832,8	0	11,3	1,35	366,12	0,00	366,12

KALKULACE CENY NZ VYTÁPĚNÍ PŘI POUŽITÍ TČ VZDUCH - VODA + BIVALENTNÍ DOTOP Z CZT:											
Datum	Průměrná denní teplota $t_{pd}$ [°C]	Tepelná ztráta při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dodaný TČ při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dotopu dodaný CZT při $t_{pd}$ [kW]	Výkon dodaný TČ za 24hod. [kW]	Výkon dodaný CZT za 24hod. [kW]	Příkon TČ při $t_{pd}$ [°C]	Cena el. energie za 1kWh (EON) [Kč/kWh]	Cena el. energie za 24hod. (EON) [Kč/kWh]	Cena celkem z CZT [Kč/den]	Cena celkem z CZT a TČ [Kč/den]
7.4	5,7	34,7	34,7	0	832,8	0	11,3	1,35	366,12	0,00	366,12
8.4	5,6	34,7	34,7	0	832,8	0	11,3	1,35	366,12	0,00	366,12
9.4	4,7	36,2	36,2	0	868,8	0	12,1	1,35	392,04	0,00	392,04
10.4	4,8	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
11.4	5,5	34,7	34,7	0	832,8	0	11,3	1,35	366,12	0,00	366,12
12.4	5,5	34,7	34,7	0	832,8	0	11,3	1,35	366,12	0,00	366,12
13.4	4,9	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
14.4	5,2	35,4	35,4	0	849,6	0	11,6	1,35	375,84	0,00	375,84
15.4	6,1	34	34	0	816	0	11	1,35	356,40	0,00	356,40
16.4	6,1	34	34	0	816	0	11	1,35	356,40	0,00	356,40
17.4	6,1	34	34	0	816	0	11	1,35	356,40	0,00	356,40
18.4	6,3	33,3	33,3	0	799,2	0	10,7	1,35	346,68	0,00	346,68
19.4	6,8	32,6	32,6	0	782,4	0	10,2	1,35	330,48	0,00	330,48
20.4	7,5	31,8	31,8	0	763,2	0	9,8	1,35	317,52	0,00	317,52
21.4	7,9	31,1	31,1	0	746,4	0	9,5	1,35	307,80	0,00	307,80
22.4	7,8	31,1	31,1	0	746,4	0	9,5	1,35	307,80	0,00	307,80
23.4	7,2	32,6	32,6	0	782,4	0	10,2	1,35	330,48	0,00	330,48
24.4	7	32,6	32,6	0	782,4	0	10,2	1,35	330,48	0,00	330,48
25.4	6,5	33,3	33,3	0	799,2	0	10,5	1,35	340,20	0,00	340,20
26.4	6,9	32,6	32,6	0	782,4	0	10,2	1,35	330,48	0,00	330,48
27.4	6,5	33,3	33,3	0	799,2	0	10,5	1,35	340,20	0,00	340,20
28.4	6,6	33,3	33,3	0	799,2	0	10,5	1,35	340,20	0,00	340,20
29.4	7,8	31,1	31,1	0	746,4	0	9,5	1,35	307,80	0,00	307,80
30.4	8	31,1	31,1	0	746,4	0	9,5	1,35	307,80	0,00	307,80
1.5	9,3	28,9	28,9	0	693,6	0	8,7	1,35	281,88	0,00	281,88
2.5	9,5	28,9	28,9	0	693,6	0	8,6	1,35	278,64	0,00	278,64
3.5	9,3	28,9	28,9	0	693,6	0	8,7	1,35	281,88	0,00	281,88
4.5	11	26,8	26,8	0	643,2	0	7,8	1,35	252,72	0,00	252,72
5.5	11	26,8	26,8	0	643,2	0	7,8	1,35	252,72	0,00	252,72
6.5	11,5	26	26	0	624	0	7,5	1,35	243,00	0,00	243,00
7.5	11	26,8	26,8	0	643,2	0	7,8	1,35	252,72	0,00	252,72
8.5	10,6	27,5	27,5	0	660	0	8,1	1,35	262,44	0,00	262,44
9.5	11	26,8	26,8	0	643,2	0	7,8	1,35	252,72	0,00	252,72
10.5	11	26,8	26,8	0	643,2	0	7,8	1,35	252,72	0,00	252,72
11.5	11,5	26	26	0	624	0	7,5	1,35	243,00	0,00	243,00
12.5	11,8	25,3	25,3	0	607,2	0	7,3	1,35	236,52	0,00	236,52
13.5	12	25,3	25,3	0	607,2	0	7,2	1,35	233,28	0,00	233,28
14.5	12	25,3	25,3	0	607,2	0	7,2	1,35	233,28	0,00	233,28
15.5	12,5	24,6	24,6	0	590,4	0	7	1,35	226,80	0,00	226,80
16.5	13	23,8	23,8	0	571,2	0	6,7	1,35	217,08	0,00	217,08
17.5	13,2	23,8	23,8	0	571,2	0	6,7	1,35	217,08	0,00	217,08
18.5	13	23,8	23,8	0	571,2	0	6,7	1,35	217,08	0,00	217,08
19.5	13,6	23,1	23,1	0	554,4	0	6,4	1,35	207,36	0,00	207,36
20.5	12	25,3	25,3	0	607,2	0	7,2	1,35	233,28	0,00	233,28
21.5	12	25,3	25,3	0	607,2	0	7,2	1,35	233,28	0,00	233,28
22.5	11,5	26	26	0	624	0	7,5	1,35	243,00	0,00	243,00
23.5	12	25,3	25,3	0	607,2	0	7,2	1,35	233,28	0,00	233,28
24.5	12,5	24,6	24,6	0	590,4	0	7	1,35	226,80	0,00	226,80
25.5	13	23,8	23,8	0	571,2	0	6,7	1,35	217,08	0,00	217,08
26.5	13	23,8	23,8	0	571,2	0	6,7	1,35	217,08	0,00	217,08
27.5	14,2	22,4	22,4	0	537,6	0	6,2	1,35	200,88	0,00	200,88
28.5	13,5	23,1	23,1	0	554,4	0	6,4	1,35	207,36	0,00	207,36
29.5	13,6	23,1	23,1	0	554,4	0	6,4	1,35	207,36	0,00	207,36
30.5	12,2	25,3	25,3	0	607,2	0	7,2	1,35	233,28	0,00	233,28
31.5	13	23,8	23,8	0	571,2	0	6,7	1,35	217,08	0,00	217,08

## 17.3 Ekonomické porovnání zdrojů tepla

### 17.3.1 Investiční a provozní náklady provozu ze zdroje CZT

Součtem všech hodnot ve sloupci: „Cena celkem za 24 hodin“ získáme celkové náklady na vytápění během topného období jednoho roku.

Tyto náklady byly spočteny a činí **381 028,03 Kč/rok**. Vynásobením ročního nákladu 10 lety a započtením 1% indexace vychází provozní náklady na 4 208 919 Kč. Investiční náklady na výměňkovou stanici a její montáž vychází na 123 200 Kč. Celkové investiční a provozní náklady v průběhu sledovaného období jsou **4 331 919 Kč**.

### 17.3.2 Investiční a provozní náklady provozu TČ a dotopu z CZT

Součtem všech hodnot sloupce „Cena celkem z CZT a TČ“ získáme celkové náklady na vytápění během topného období jednoho roku. Ty činí **128 748,77 Kč**.

Zatímco provoz CZT nevyžaduje žádné dodatečné provozní náklady u TČ je třeba zohlednit příkon oběhového čerpadla, dobu vysokého a nízkého tarifu, každoroční kontrolu chladiva, dálkové sledování.

- Měsíční platba za el. energii dle ceníku 2.6 –  $1\,256 \text{ Kč/měsíc} \times 12 = \mathbf{15\,072 \text{ Kč}}$
- Korekce na vytápění ve VT (2 hodiny denně) dle ceníku 2.6 = 0,8 Kč/kWh  
 $3\,503 \text{ kWh/rok} \times 2 \text{ hod/den} \times 0,8 \text{ Kč/kWh} = \mathbf{5\,605 \text{ Kč/rok}}$
- Příkon čerpadla mezi AN a TČ - Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 40/120F
  - $0,463 \text{ kW/h} \times 22 \text{ hod/den} \times 365 \text{ dní/rok} = 3\,718 \text{ kWh/rok}$  (v nízkém tarifu)  
 $3\,718 \text{ kWh/rok} \times 1,35 = \mathbf{5\,019 \text{ Kč/rok}}$
  - $0,463 \text{ kW/h} \times 2 \text{ hod/den} \times 365 \text{ dní/rok} = 338 \text{ kWh/rok}$  (ve vysokém tarifu)  
 $338 \text{ kWh} \times 2,15 \text{ Kč/kWh} = \mathbf{727 \text{ Kč/rok}}$
- Kontrola chladiva a dálkové sledování **5 000 Kč/rok**.

Celkem tedy náklady na elektrickou energii pro chod TČ vychází na:

$128\,727 \text{ Kč/rok} + 15\,072 \text{ Kč/rok} + 5\,605 \text{ Kč/rok} + 5\,019 \text{ Kč/rok} + 727 \text{ Kč/rok} + 5\,000 \text{ Kč/rok} = \mathbf{160\,150 \text{ Kč/rok}}$

Investiční náklady na pořízení TČ, montáž a armatury dle 2.8.2 činí **582 386 Kč**.

Celkové investiční a provozní náklady po deseti letech včetně indexace cen jsou  
**2 351 438 Kč.**

## 18. Vyhodnocení a závěr

### A - Objektová předávací stanice - teplovod TTS energo Třebíč

Objektová předávací stanice - teplovod TTS energo Třebíč					
Investiční náklady					
č.p.	název položky	MJ	množství	cena MJ	celkem
1	Výměňiková stanice o výkonu 65kW Systherm Sympatik	soubor	1	113 200,00	113 200,00
2	Montáž	soubor	1	10 000,00	10 000,00
Investiční náklady celkem bez DPH					123 200,00
Provozní náklady					
č.p.	název položky	celková energie kWh/rok	cena energie Kč/kWh vč. stálých plateb	celkem	
1	Celková energie na ÚT kWh/rok	247 421,00	1,54	381 028,00	
Celkové provozní náklady na rok					381 028,00
Provozní náklady X let - bez indexace cen			10 let	3 810 280,00	
Provozní náklady X let - vč. indexace cen			1,00 %	4 208 919,00	
<b>Celkové náklady za X let (investiční a provozní náklady)</b>					<b>4 331 919,00</b>

### B – Tepelné čerpadlo vzduch-voda + bivalentní dotop z CZT

TČ + dotop CZT (dodavatel el. energie fi. EON)					
Investiční náklady					
č.p.	název položky	MJ	množství	cena MJ	celkem
1	Pořizovací cena TČ, vč. Montáže, potrubí, armatur, izolací a AN Viz. Příloha 2.8.2	Č	1	531 386,00	531 386,00
2	Stavební úpravy spojené s montáží TČ		1	51 000,00	51 000,00
Investiční náklady celkem bez DPH					582 386,00
Provozní náklady					
č.p.	název položky	celková energie kWh/rok	cena energie Kč/kWh vč. stálých plateb	celkem	
1	Celkový příkon TČ na ÚT kWh/rok	84 082,00	1,35	113 511,00	
2	Bivalentní dotop z CZT kWh/rok	9 895,00	1,54	15 238,00	
3	Měsíční platby za el. energii viz. Příloha 2.6			15 072,00	
4	Korekce na vytápění ve vysokém tarifu (2hod./den viz. Příloha 2.6			5 605,00	
5	Příkon oběhového čerpadla mezi TČ a AN v nízkém tarifu			5 019,00	
6	Příkon oběhového čerpadla mezi TČ a AN ve vysokém tarifu			727,00	
7	Kontrola chladiva, dálkové sledování, roční Servis (údaj fi. Nukleon) 5000Kč/rok			5000,00	
Celkové provozní náklady na rok bez DPH					160 150,00
Provozní náklady X let - bez indexace cen			10 let	1 601 500,00	
Provozní náklady X let - vč. indexace cen			1,00 %	1 769 052,00	
<b>Celkové náklady za X let (investiční a provozní náklady)</b>					<b>2 351 438,00</b>

## C - Porovnání

<b>Objektová předávací stanice - teplovod TTS energo Třebíč</b>		
Investiční náklady celkem		123 200,00
Celkové provozní náklady na rok		381 028,00
Provozní náklady X let - bez indexace cen	10 let	3 810 280,00
Provozní náklady X let - vč. indexace cen	1,00 %	4 208 919,00
<b>Celkové náklady za X let (investiční a provozní náklady)</b>		<b>4 331 919,00</b>
<b>TČ + dotop CZT (dodavatel el. energie fi. EON)</b>		
Investiční náklady celkem		582 386,00
Celkové provozní náklady na rok		160 150,00
Provozní náklady X let - bez indexace cen	10 let	1 601 500,00
Provozní náklady X let - vč. indexace cen	1,00 %	1 769 052,00
<b>Celkové náklady za X let (investiční a provozní náklady)</b>		<b>2 351 438,00</b>
<b>Rozdíl celkových nákladů za období X let bez DPH</b> (rozdíl mezi celkovými náklady objektové předávací stanice a TČ včetně dotopu CZT)		<b>1 980 481,00</b>

## D - Závěr

Srovnání bylo kalkulováno pro období 10 let (předpokládaná životnost TČ). Meziroční indexace cen byla pro oba případné zdroje kalkulována stejně.

Cena el. energie je dle současné nabídky EON kalkulována na hodnotě 1,35 Kč/kWh bez DPH v nízkém tarifu a ve vysokém tarifu 2,15 Kč/kWh bez DPH. Do ceny jsou započítány i veškeré měsíční poplatky, náklady na příkon oběhového čerpadla.

Cena tepla TTS energo je kalkulována na hodnotě 427 Kč/GJ = 1,54 Kč/kWh bez DPH. TTS neúčtuje žádné jiné další poplatky.

# **D. PROJEKT**



Akce: Úprava administrativního objektu v Třebíči

Čajkovského 10, 67401 Třebíč

Investor: Ing. Pavel Drašar

## **19. Technická zpráva**

### **19.1 Úvod**

Projekt řeší vytápění v administrativní budově v Třebíči, ulice Čajkovského 10.

#### **19.1.1 Umístění objektu**

Řešená budova je realizována v Třebíči, ulice Čajkovského 10, katastrální území Nové Dvory.

#### **19.1.2 Popis objektu**

Řešený objekt se nachází ve městě Třebíč v nadmořské výšce cca 439 m n. m. Jedná se o rekonstrukci čtyřpodlažní budovy zastřešené plochou střechou. V prvních třech podlažích objektu jsou umístěny kanceláře a zasedací místnosti. Ve čtvrtém poschodí bude byt pro majitele nemovitosti. Budova je vybavena dále recepcí, čaj. kuchyňkami, hygienickým zázemím a garážemi. Půdorysné rozměry budovy jsou 22 x 19,6 m. Světlá výška se v jednotlivých podlažích liší. V prvním a druhém podlaží je 3,25 m, ve třetím 3 m a ve čtvrtém pak 2,65m. Celková výška budovy je 11,15 m. Budova je vybavena vnitřním výtahem umožňující přepravu imobilních osob v souladu s vyhl. 398/2009 Sb.

Budova je uvažována jako montovaný železobetonový skelet se skrytými průvlaky a se sloupy v osové vzdálenosti 8,4 x 6,0 m, založený na monolitických žb. patkách a pasech.

Stropy jsou tvořeny předpjatými železobetonovými panely Spiroll.

Obvodový plášť je vyzdívaný z porobetonových bloků Ytong tl. 375 mm opatřený kontaktním zateplovacím systémem v tl. 200 mm.

Střecha je plochá v provedení s fóliovou hydroizolací.

Stávající povlakové krytiny jsou provedeny z PVC o tloušťce 2 mm a s nášlapnou vrstvou 1 mm.

Keramické dlažby v hygienickém zázemí jsou provedeny z protiskluzné slinuté dlažby. Rozměry dlažby jsou uvažovány 400/400mm tl. 12 mm s probarveným střepem – slinuté.

Původní okna jsou instalována pouze v prvním podlaží. V dalších podlažích jsou nová okna s trojskly.

### **19.1.3 Popis provozu v objektu**

Provoz v objektu je 24 hodin denně, protože se zde nachází centrální dispečink oprav bytového fondu a sídlo havarijních techniků.

## **19.2 Podklady**

Podkladem pro zpracování projektu byl stavební půdorys a řezy objektu. Jako podklad k návrhu byly použity tyto normy a předpisy:

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

ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 73 05040 – Tepelná ochrana budov

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

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

TNI 730331 – Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

Předpis č.361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.

## **19.3 Základní technické informace**

Místo: Třebíč

Nadmořská výška 465 m n.m.

Venkovní výpočtová teplota - 15 °C (Třebíč – Bítovánky) dle ČSN 730540-3

Celková tepelná ztráta objektu včetně přirozeného větrání je vyčíslena 65 352 W. Tato je pokryta teplovodním vytápěním. Celé větrání budovy je zajištěno infiltrací a otevíráním oken.

## **19.4 Zdroj tepla**

### **19.4.1 Druh primární energie**

Jako primární zdroj energie je navrženo TČ vzduch-voda.

### **19.4.2 Zdroj tepla pro vytápění**

Jako zdroj tepla pro vytápění je navrženo TČ vzduch-voda HPAW 48 firmy Nukleon. Bivalentní dotop zajišťuje výměňiková stanice SYSTHERM SYMPATIK. Tepelné čerpadlo je napojeno na akumulaci nádobu NAD1000v1 umístěnou ve strojovně objektu. Odtud je topná voda vedena do výměňikové stanice, kde v případě nutnosti dochází dohřevu. Dále jde potrubí do kombinovaného rozdělovače a sběrače.

Na rozdělovači jsou umístěny potřebné armatury, trojcestné ventily a čerpadla.

Vratné potrubí z ÚT se rozdělovače vrací zpět do akumulaci nádoby.

Teplá voda je připravována individuálními elektrickými ohříváči v budově, takže není předmětem tohoto projektu.

### **19.4.3 Zabezpečovací zařízení**

Otopná soustava je zabezpečena uzavřenou membránovou expanzní nádobou o objemu 200 l a pojišťovacími ventily MEIBES DUCO. o otevíracím přetlaku 2,0 baru. Expanzní nádoba bude opatřena kontrolní a vypouštěcí armaturou MK.

Tlak inertního plynu v horní části nádoby bude 1,1 bar.

Tlak vody v systému ve studeném stavu bude 1,4 bar.

Přepady od pojišťovacích ventilů budou zaústěny přes trychtýřovou zápachovou uzávěrku zaústěny do kanalizace.

## 19.5 Otopná soustava

### 19.5.1 Popis otopné soustavy

4NP budovy je vytápěno podl. vytápěním. Ostatní podlaží jsou vytápěna ocel. teplovodními tělesy deskovými značky KORADO. Typ Radik Plan Klasik a VK respektive VKL.

Objekt je rozdělen na 3 topné větve. Větev pro 4NP (podlahové vytápění). Větev pro 3NP, kde jsou otopná tělesa napojena shora (Klasik) a větev pro 1. a 2. NP. Tělesa ve druhém podlaží jsou napojena zespodu (VK, VKL) tělesa v prvním podlaží jsou napojena shora.(Klasik) Každá větev má svůj trojcestný směšovací ventil ESBE a své oběhové čerpadlo MAGNA 3.

Teplotní spád pro podlahové vytápění 55/45° C

Teplotní spád pro otopná tělesa 55/45° C

Všechny tři větve jsou regulovány ekvitermně přes trojcestné směšovací ventily ESBE s pohonem 0-10 V.

Příprava TV je řešena individuálními elektrickými ohříváči v budově, takže není předmětem tohoto projektu.

### 19.5.2 Otopné plochy

V celém 4. NP je navrženo podlahové vytápění. Potrubí materiálu PEX-AL-PEX GIACOMINI R999 Ø 18x2. Toto potrubí je zcela odolné proti kyslíkové korozi, protože vrstvička kovu je kyslíku nepropustná.

Otopné hady jsou uchyceny do extrudovaného polystyrénu příchytkami TACKER a směřují do rozdělovačů HEIMEIER DYNACON ECLIPSE.

Potrubí bude zalito materiálem ANHYDRIT tl. 77 mm. Při zálivce touto hmotou stačí zhotovit dilatační spáry po obvodu místností a v místech určených výkresem.

Jednotlivé rozdělovače jsou spojeny měděným potrubím vedeným ve vrstvě TI podlahy. Dilatační spáry budou dodrženy dle výkresové dokumentace o minimální tl. 10 mm.

Všechna potrubí procházející podlahou budou obaleny dilatačním pásem.

V dalších třech podlažích je vytápění řešeno otopnými deskovými tělesy KORADO. Tato tělesa budou opatřena termostatickým ventilem Heimeier, jsou-li v provedení VK. Tělesa s připojením Klasik jsou opatřeny přímým ventilem, v případě

těles v prvním podlaží ventily pro samotížné soustavy. Všechna tělesa jsou osazena termostatickými hlavicemi. Tělesa jsou připojena přes radiátorové šroubení Heimeier.

Přesné průtoky pro otopné hady podlahového vytápění budou nastaveny přesně dle projektu. Umožňují to průtokoměry na jednotlivých rozdělovačích. Na ventilech otopných tělesech je nutno nastavit škrcení uvedené ve výkresu daného podlaží.

### **19.5.3 Vedení rozvodů**

Ležaté rozvody jsou vedeny pod stropem 1.NP., nad minerálním podhledem.

Svislé potrubí bude vedeno v šachtě určené pro vedení instalací. Při prostupu potrubí konstrukcí musí být potrubí vedeno v chrániče.

### **19.5.4 Materiál rozvodů, spojování, izolace**

Ležaté rozvody a stoupačky jsou navrženy z měděných trubek. Tepelné izolace jsou minerální trubice ROCKWOLL PIPO ALS s hliníkovým polepem.

Potrubí k jednotlivým radiátorům je opět z měděných trubek.

Podlahové vytápění z potrubí GIACOMINI R 999, průměru 18 x 2. Veškeré plastové potrubí bude bez spojů v podlaze. Napojení na rozdělovače a pomocí sady R 179 AM.

### **19.5.5 Oběhová čerpadla**

Nucený oběh vody pro každou větev je zajištěn čerpadly GRUNDFOS MAGNA 3. Tato čerpadla obsahují funkci AUTOADAPT, která bude aktivována až po vyregulování průtoku na průtokoměrech. Při počátečním zaregulování se použije funkce „konstantní tlak“. Oběhové čerpadlo mezi AN a TČ bude v provedení MAGNA 1.

### **19.5.6 Plnění, vypouštění a odvzdušnění soustavy**

Plnění soustavy se provede otopnou vodou z primárního okruhu buď automaticky (elektroventil a čidlo snímání tlaku) nebo ručně přes ventil v ochozu. Další doplňování se bude vždy provádět vždy upravenou vodou z primáru. Tato bude měřena vodoměrem a placena firmě TTS Třebíč.

Vypouštění se provede vypouštěcími kohouty ve spodní části soustavy. U těles se vypouštění zajistí přes uzavírací šroubení osazených u otopných těles. Odvzdušení je zajištěno automatickými odvzdušovacími nádobami v nejvyšších místech soustavy

(na rozdělovačích) a odvzdušňovacími ventily na jednotlivých tělesech. V nejvyšších bodech a lomech jsou osazeny odvzdušňovací nádobky.

Podlahové hady se musí postupně jeden po druhém proplachovat tak dlouho, až se vytěsní všechny bubliny.

### **19.5.7 Regulace**

Regulaci v objektu zajišťuje regulátor AMIT s přídatnými klipy. Regulace je řešena ve zvláštním projektu MaR. Regulátor AMIT pomocí čidla T1 na výstupu TČ a pomocí čidla venkovní teploty (TE) řídí teplotu nabíjení v AN. Tato teplota je zjišťována pomocí čidla T3 v horní části AN. Oběhové čerpadlo mezi TČ a AN je zapojeno na svorkovnici TČ.

V případě, že čidlo T4 (ve výstupu do sekundáru) signalizuje nízkou teplotu otopného média, regulátor AMIT otevírá regulační ventil SIEMENS na přívodu primárního média do výměníku a výměník dohřeje otopnou vodu na požadovanou teplotu.

Všechny tři větve do objektu jsou regulovány směšováním (trojcestné ventily ESBE se servopohony 0-10V) na základě venkovní teploty dle čidla Te a čidel TV5.(čidlo na výstupu do jednotlivých větví). Údaje mezi čidly Te a TV5 vyhodnocuje regulátor AMIT a ovládá servopohony na směšovacích ventilech a oběhová čerpadla.

Dopouštění do systému upravenou primární vodou zajišťuje elektroventil přes tlakové čidlo M1.

## **19.6 Požadavky na ostatní profese**

### **19.6.1 Požadavky na stavební profese**

Je nutné zajistit zhotovení prostupů a drážek pro vedení rozvodů. Po dokončení rozvodů je nutné zapravení těchto prostupů. Po instalaci rozvodů vedených pod stropem bude následovat instalace podhledů. Při montáži vedení stavby zajistí koordinaci s ostatními profesemi.

Ve strojovně bude provedena únosná podlaha pro osazení AN a EXPANZOMATU. Pro TČ budou zhotoveny dva lehké prefabrikované pasy, vyvedena kanalizace pro odvod

kondenzátu. Dále TČ bude celé oploceno výškou plotu 1,5m se vstupní brankou. Potrubí mezi TČ a AN bude položeno do vybourané drážky v podlaze a opětně zabetonováno.

### **19.6.2 Požadavky na elektroinstalace**

Požadavky na elektroinstalaci řeší samostatná dokumentace.

### **19.6.3 Požadavky na rozvod zdravotechiky**

Ve strojovně bude umístěna podlahová vpust' se zápachovou uzávěrkou. Bude proveden odpadDN50 pro odvedení kondenzátu z TČ do kanalizace, přepady od pojišťovacích ventilů budou napojeny do kanalizace přes trychtýřovou zápachovou uzávěrku.

### **19.6.4 Požadavky na měření a regulace**

Osazení řídicí jednotky a její zapojení se všemi teplotními čidly, čerpadly, trojcestnými ventily a regulačním ventilem bude realizováno dle projektu MaR.

## **19.7 Montáž, uvedení do provozu a provoz**

### **19.7.1 Zdroj**

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací, vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídajícího rozsahu. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace a tlak. nádob.

## **19.7.2 Otopná soustava**

Montáž a uvedení topné soustavy do provozu se řídí dle normy ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět osoba autorizovaná k tomuto úkonu s příslušným osvědčením. Po dokončení montáže se provede zkouška těsnosti instalovaného zařízení. Soustava se naplní vodou s nejvyšším dovoleným přetlakem 2,5 baru, řádně se odvzdušní a celé zařízení, včetně spojů, otopných těles a armatur, se prohlédne. Nesmějí projevit viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, pak se provede nová prohlídka. Zkouška se považuje za úspěšnou, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti a neklesne zkušební tlak.

## **19.7.3 Topná zkouška**

Uvedení soustavy do provozu spočívá v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky dle ČSN 06 0310. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou. Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 24 hodin. Součástí topné zkoušky je i seřízení soustavy a ověření funkce zabezpečovacích zařízení. Během topné zkoušky se zaškolí obsluha zařízení a provede se záznam.

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou, spočívající v kontrole funkce zařízení a korekci nastavených uživatelských parametrů. Osoba obsluhující zařízení musí být seznámena s bezpečnostními předpisy, provozními podmínkami zařízení a v obsluze zacvičena. Musí mít k dispozici návody k obsluze zařízení.

## **19.8 Ochrana zdraví a životního prostředí**

### **21.8.1 Vlivy na životní prostředí**

Instalací a provozem topných soustav nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.



## **19.8.2 Hospodaření s odpady**

Při instalaci a provozu zařízení je nutné splnit požadavky zákona 185/2001 Sb. o odpadech v aktuálním platném znění.

## **19.9 Bezpečnost a požární ochrana**

### **19.9.1 požární ochrana**

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu.

### **19.9.2 Bezpečnost při realizaci díla**

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel dle zákona 262/2006 zákoníku práce, vyhlášky č. 601/2006 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích a nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci na staveništích.

Veškeré práce mohou provádět pouze osoby s odpovídající kvalifikací.

### **19.9.3 Bezpečnost při provozu a užívání zařízení**

Zařízení může obsluhovat pouze proškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno 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. Budou předány všechny výchozí revize a provozní řád výměňkové stanice a revize tlak. nádob a pojišťovacích ventilů, protokoly o spuštění TČ a výměňkové stanice. Je nutné provádět níže uvedené:

- Odborná prohlídka strojovny 1x ročně
- Provozní revize tlakových nádob 1x ročně
- Provozní revize elektroinstalace 1x za 3 roky (četnost stanoví revizní technik)
- Provozní revize MaR 1x za 3 roky (četnost stanoví revizní technik)
- Kontrola a revize stavu a množství chladiva v TČ 1x ročně

## Seznam použitých zdrojů

- [1] Dálkové vytápění a teplotnoství v ČR a v Evropě. *Energetika*, 2005, roč.55, č. 11. Dostupné z <http://www.volny.cz/casopis.energetika/>
- [2] VŠB – Technická univerzita Ostrava, výzkumné energetické centrum: Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy [online], 2006 [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/bio.pdf>
- [3] Lulkovičová, O.: *Zdroje tepla a domovní kotelny*. Bratislava: Jaga group, 2004. 223 s., ISBN 80-8076-002-0
- [4] *World coal institute* [online]. 2007 [cit. 2016-27-12]. Dostupné z: <http://www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?PageID=188>
- [5] ČVUT Tepelné sítě – hydraulické výpočty. [online] Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/ZZT-P3-hydraulika.pdf>
- [6] Zemní plyn: Převrava a uskladnění [online]. 2008 [cit. 2017-03-1]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/doprava/>
- [7] Ochrana, L.: *Kotle a výměníky tepla*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 85. s, ISBN 80-214-2847-3
- [8] Tepelná zařízení budov [online]. Poslední úprava 14.5.2008 [cit. 6.1.2017]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- [9] Technická pravidla - *Předávací stanice tepla*. Praha: Cech topenářů a instalatérů ČR, 1996. 31 s.,
- [10] Zdroje tepla - předávací stanice [online] [cit. 7.1.2017] Dostupné z: . [http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni\\_soubory/BT01\\_P9.pdf](http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_P9.pdf)
- [11] Wendi spol s.r.o.: Soustavy CZT [online], 2003[cit. 2017-02-1]. Dostupné z: [http://www.wendi.cz/default.asp?key=14\\_&lng=czech](http://www.wendi.cz/default.asp?key=14_&lng=czech)

## Obrázkové zdroje

- [1] ČVUT Tepelné sítě – hydraulické výpočty. [online] Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/ZZT-P3-hydraulika.pdf>
- [2] Wendi spol s.r.o.: Soustavy CZT [online], 2003[cit. 2017-02-1]. Dostupné z: [http://www.wendi.cz/default.asp?key=14\\_&lng=czech](http://www.wendi.cz/default.asp?key=14_&lng=czech)

## **Použité normy a vyhlášky**

1. NORMA ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách.2005*
2. NORMA ČSN EN 1264-4 *Podlahové vytápění-Soustavy a komponent -Část 4: Montáž.2010*
3. NORMA ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov-Část2: Požadavky.2011*
4. NORMA ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov-Část3: Návrhové hodnoty veličin*
5. nařízení vlády č. 361/2007 *kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*
6. vyhláška č. 193/2007 Sb. *kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*

## Seznam použitých zkratk a označení

Označení	Popis	Jednotka
$U$	součinitel prostupu tepla	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
$R_T$	tepelný odpor při prostupu tepla	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$R_{si}$	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$R_{se}$	odpor při přestupu tepla na vnější straně	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$H_{T,ie}$	součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy	$W/K$
$H_{T,iue}$	součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem	$W/K$
$H_{T,ig}$	součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru do zeminy	$W/K$
$H_{T,ij}$	součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu	$W/K$
$V_v$	objem vzduchum <sup>3</sup>	
$n_{50}$	intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem a exteriérem	$h^{-1}$
$n_{min}$	minimální výměna vzduchuh <sup>-1</sup>	
$e$	součinitel charakterizující zatížení budovy větrem	–
$c$	měrná tepelná kapacita vzduchu	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
$\theta_i$	požadovaná vnitřní teplota	$^{\circ}C$
$\theta_e$	venkovní teplota	$^{\circ}C$

$A_k$	plocha konstrukce	$m^2$
$U_{kc}$	korigovaný součinitel prostupu tepla	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
$b_u$	teplotní redukční činitel	–
$f_g$	korekční činitel	–
$G_w$	korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	–
$\rho$	hustota	$kg^{-1}m^3$
$R$	tlaková ztráta třením	$Pa / m$
$w$	rychlost proudění kapaliny	$m \cdot s^{-1}$
$\xi$	součinitel místního odporu	–
$Z$	tlaková ztráta místními odpory	$Pa$
$g$	tíhové zrychlení	$m \cdot s^{-1}$

## Seznam zkratk

RŠ	regulačního šroubení
TRV	termostatický ventil
R + S	rozdělovač a sběrač
VK,VKL	ventil kompakt
EN	Evropská norma
ČSN	Česká technická norma
OS	Otopná soustava
TV	Teplá voda
S	Stoupací potrubí
AN	akumulační nádoba

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Parní elektrárna z roku 1925 .....	15
Obrázek 2: Teplárna Zlín .....	16
Obrázek 3: Vytěžené uhlí .....	18
Obrázek 4: Sestava dvouplášťových nádrží.....	19
Obrázek 5: Spalování zemního plynu .....	20
Obrázek 6: Dřevní štěpka .....	20
Obrázek 7: Jednotrubkový systém.....	22
Obrázek 8: Dvoutrubkový systém .....	22
Obrázek 9: Třítrubkový systém .....	22
Obrázek 10: Paprskovitá síť.....	23
Obrázek 11: Okružní síť .....	23
Obrázek 12: Mřížová síť .....	24
Obrázek 13.:Nadzemní vedení.....	24
Obrázek 14.: Žlabový kanál; příklopový kanál; bezkanálové provedení; pozemní vedení .....	25
Obrázek 15.: Schéma obecného CZT .....	26
Obrázek 16: Tlakově nezávislá předávací stanice ve vodních soustavách.....	28
Obrázek 17: Tlakově závislé vodní předávací stanice.....	28
Obrázek 18.: Trubkový výměník; Deskový výměník.....	32

## Seznam příloh

Výkresová část:

1. Půdorys 1NP – Zapojení otopných těles a páteřního rozvodu
2. Půdorys 2NP – Zapojení otopných těles
3. Půdorys 3NP – Zapojení otopných těles
4. Půdorys 4NP – Podlahové vytápění
5. Půdorys 4NP – Zapojení rozdělovačů ve 4NP
6. Schéma zapojení zdroje
7. Rozvinutý řez otopnou soustavou
8. Výpočet tepelných ztrát v programu PROTECH



## **Příloha 8 : Výpočet tepelných ztrát**

Tepelné ztráty jsou spočteny v programu PROTECH.

## Výpočet místností - varianta 1

Stavba: Administrativní budova

Místo: Třebíč

Zadavatel: Ing. Drašar

Zpracovatel:

Zakázka: Administrativní budova

Archiv:

Projektant: Bc. Jan Bobek

Datum: 5.7.2016

E-mail:

Telefon:

## 101 Výtahová šachta

$t_i = 8\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL4	Z	2,30	2,45	0,433	4	0,15	0	5,6	0,0	5,6	0,6	7,7
SO5	Z	1,65	2,68	0,156	4	0,15	0	4,4	0,0	4,4	0,2	7,9
SO6	Z	1,65	1,25	0,130	4	0,15	0	2,1	0,0	2,1	0,1	7,9
SO5	Z	1,80	2,68	0,156	4	0,15	0	4,8	0,0	4,8	0,2	7,9
SO6	Z	1,80	1,25	0,130	4	0,15	0	2,3	0,0	2,3	0,1	7,9
SN3	Z	1,80	4,73	0,456	-7	-0,30	0	8,5	0,0	8,5	-1,2	8,4
SN3	Z	1,80	4,73	0,456	-7	-0,30	1	8,5	2,2	6,3	-0,9	8,4
DN1	0	1,02	2,20	1,600	-7	-0,30	1	2,2	2,2	2,2	-1,1	9,4

### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  6,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  -2,0 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  2,2 W·K<sup>-1</sup>

### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -47 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  51 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  4 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 102 Schodiště

$t_i = 15\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL3	Z	29,34	1,00	0,255	11	0,35	0	29,3	0,0	29,3	4,3	14,5
PDL7	Z	29,34	1,00	0,319	0	0,35	0	29,3	0,0	29,3	5,4	15,0
SO5	Z	2,73	3,60	0,156	11	0,35	0	9,8	0,0	9,8	0,9	14,8
SO8	Z	5,47	3,60	0,192	11	0,35	0	19,7	0,0	19,7	2,2	14,7
SO5	Z	3,60	3,60	0,156	11	0,35	0	13,0	0,0	13,0	1,2	14,8
SN3	Z	1,90	3,60	0,456	7	0,23	1	6,8	2,2	4,6	0,5	14,6
DN1	0	1,02	2,20	1,600	7	0,23	1	2,2	2,2	2,2	0,8	13,6
SN3	Z	2,05	3,60	0,456	7	0,23	0	7,4	0,0	7,4	0,8	14,6
SN3	Z	2,40	3,60	0,456	0	0,00	1	8,6	6,7	1,9	0,0	15,0
OA1	0	2,06	3,27	0,981	-5	-0,17	1	6,7	6,7	6,7	-1,1	15,6

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč

Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 30.12.2016

**Výměna vzduchu**Hygienický požadavek  $V_{np}$  35,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  5,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem  $H_{Tm}$  15,0 W·K<sup>-1</sup>Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  12,1 W·K<sup>-1</sup>**Tepelná ztráta**Prostupem  $\Phi_{Tm}$  450 WVýměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  363 WZátopová  $\Phi_{RHm}$  239 W**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  689 WTepelný zisk  $Q_z$  0 W**103 Sklad I** $t_i = 15 \text{ °C}$   $t_e = -15 \text{ °C}$   $\Delta B = 0$  kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL1	Z	2,25	4,40	0,203	11	0,35	0	9,9	0,0	9,9	1,2	14,6
PDL11	Z	2,25	4,40	1,599	-5	-0,17	0	9,9	0,0	9,9	-2,6	16,0
SN4	Z	3,20	3,60	0,302	1	0,03	0	11,5	0,0	11,5	0,1	15,0
SN4	Z	1,40	3,60	0,302	0	0,00	0	5,0	0,0	5,0	0,0	15,0
SN4	Z	1,40	3,60	0,302	1	0,03	0	5,0	0,0	5,0	0,1	15,0
SN3	Z	3,20	3,60	0,456	-5	-0,17	1	11,5	1,4	10,1	-0,8	15,3
DN2	0	0,70	1,97	1,600	-5	-0,17	1	1,4	1,4	1,4	-0,4	16,0

**Výměna vzduchu**Hygienický požadavek  $V_{np}$  7,3 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem  $H_{Tm}$  -2,4 W·K<sup>-1</sup>Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  2,5 W·K<sup>-1</sup>**Tepelná ztráta**Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -73 WVýměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  74 WZátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  1 WTepelný zisk  $Q_z$  0 W**104 Sklad II** $t_i = 14 \text{ °C}$   $t_e = -15 \text{ °C}$   $\Delta B = 0$  kód : 38111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL10	Z	5,20	3,80	1,712	-6	-0,21	0	19,8	0,0	19,8	-7,0	15,3
PDL11	Z	4,40	5,90	1,599	-6	-0,21	0	26,0	0,0	26,0	-8,6	15,2
PDL7	Z	67,91	1,00	0,319	10	0,32	0	67,9	0,0	67,9	11,7	13,5
PDL10	Z	5,20	6,00	1,712	-6	-0,21	0	31,2	0,0	31,2	-11,1	15,3
SN4	Z	10,40	2,45	0,302	-1	-0,03	0	25,5	0,0	25,5	-0,3	14,0
SN4	Z	6,00	2,45	0,302	-1	-0,03	0	14,7	0,0	14,7	-0,2	14,0
SO7	0	3,60	2,45	0,481	10	0,32	1	8,8	1,4	7,4	1,9	13,4
DN2	0	0,70	1,97	1,600	10	0,34	1	1,4	1,4	1,4	0,8	12,0
SO7	0	2,05	2,45	0,481	10	0,32	0	5,0	0,0	5,0	1,3	13,4

**Výměna vzduchu**Hygienický požadavek  $V_{np}$  48,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem  $H_{Tm}$  -11,4 W·K<sup>-1</sup>Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  16,6 W·K<sup>-1</sup>**Tepelná ztráta**Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -329 WVýměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  480 WZátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  151 WTepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 105 Chodba II

$t_i = 8\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_{i,\Psi_{eq}}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL6	Z	3,30	10,10	0,319	11	0,35	0	33,3	0,0	33,3	6,1	14,4
PDL11	Z	3,30	10,10	1,599	-9	-0,30	0	33,3	0,0	33,3	-16,0	16,8
SN4	Z	9,60	3,60	0,302	1	0,03	0	34,6	0,0	34,6	0,3	15,0
SN3	Z	4,95	3,60	0,456	4	0,13	0	17,8	0,0	17,8	1,1	14,8
SN2	Z	2,20	3,60	0,872	4	0,13	1	7,9	1,6	6,3	0,7	14,6
DN3	0	0,80	1,97	1,500	4	0,13	1	1,6	1,6	1,6	0,3	14,3
SN2	Z	2,30	3,60	0,872	-5	-0,17	1	8,3	1,6	6,7	-1,0	15,5
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,4	15,9
SN3	Z	1,30	3,60	0,456	-5	-0,17	1	4,7	1,6	3,1	-0,2	15,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,4	15,9
SN3	Z	1,30	3,60	0,456	-5	-0,17	0	4,7	0,0	4,7	-0,4	15,3
SN3	Z	1,20	3,60	0,456	15	0,50	1	4,3	1,6	2,7	0,6	14,1
DN3	0	0,80	1,97	1,500	15	0,50	1	1,6	1,6	1,6	1,2	12,2
SO1	Z	1,00	3,60	0,151	30	1,00	0	3,6	0,0	3,6	0,5	14,4

### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  35,9 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  -7,4 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  12,2 W·K<sup>-1</sup>

### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -221 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  366 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  167 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 106 Garáž II

$t_i = 11\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_{i,\Psi_{eq}}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO4	Z	7,15	3,60	0,176	26	1,00	0	25,7	0,0	25,7	4,5	10,4
SN3	Z	4,95	3,60	0,456	-4	-0,15	0	17,8	0,0	17,8	-1,3	11,2
SN2	Z	2,20	3,60	0,872	-4	-0,15	1	7,9	1,6	6,3	-0,9	11,4
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-4	-0,15	1	1,6	1,6	1,6	-0,4	11,8
SN2	Z	7,75	3,60	0,872	-9	-0,35	0	27,9	0,0	27,9	-8,4	12,0
SN2	Z	1,50	3,60	0,872	1	0,04	1	5,4	1,6	3,8	0,1	10,9
DN3	0	0,80	1,97	1,500	1	0,04	1	1,6	1,6	1,6	0,1	10,8
PDL21	Z	10,15	7,75	0,250	7	0,25	0	78,7	0,0	78,7	8,1	10,7
PDL11	Z	10,15	7,75	1,599	-13	-0,50	0	78,7	0,0	78,7	-62,9	13,6
SO4	Z	9,45	3,60	0,176	26	1,00	2	34,0	19,0	15,1	2,7	10,4
OA2	0	5,40	2,40	1,100	26	1,00	1	13,0	13,0	13,0	16,4	7,4
OA3	0	2,50	2,40	1,100	26	1,00	1	6,0	6,0	6,0	7,6	7,4

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek	$V_{np}$	109,8	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	$V_{n50}$	26,4	$m^3 \cdot h^{-1}$

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem	$H_{Tm}$	-34,3	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	$H_{Vm}$	37,3	$W \cdot K^{-1}$

**Tepelná ztráta**

Prostupem	$\Phi_{Tm}$	-892	W
Výměnou vzduchu	$\Phi_{Vm}$	971	W
Zátopová	$\Phi_{RHm}$	0	W
<b>Celkem</b>	$\Phi_{HLm}$	79	W
Tepelný zisk	$Q_z$	0	W

**107 Zádveří**
 $t_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$      $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$      $\Delta B = 0$     kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A $m^2$	AO $m^2$	AR $m^2$	H $W \cdot K^{-1}$	$t_{si}$ $^\circ\text{C}$
PDL6	Z	1,80	2,60	0,319	6	0,22	0	4,7	0,0	4,7	0,5	9,7
PDL11	Z	1,80	2,60	1,599	-14	-0,56	0	4,7	0,0	4,7	-4,2	12,8
SO4	Z	3,25	3,60	0,176	25	1,00	1	11,7	7,0	4,7	0,8	9,4
DO1	Z	2,14	3,25	0,981	25	1,00	1	7,0	7,0	7,0	6,8	6,9
SN2	Z	1,60	3,60	0,872	-10	-0,40	0	5,8	0,0	5,8	-2,0	11,1
SN2	Z	1,60	3,60	0,872	-1	-0,04	1	5,8	1,6	4,2	-0,1	10,1
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-1	-0,04	1	1,6	1,6	1,6	-0,1	10,2
SN2	Z	2,30	3,60	0,872	-10	-0,40	1	8,3	3,4	4,8	-1,7	11,1
DN4	0	1,75	1,97	1,300	-10	-0,40	1	3,4	3,4	3,4	-1,8	11,6

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek	$V_{np}$	6,0	$m^3 \cdot h^{-1}$
Infiltrace pláštěm	$V_{n50}$	1,0	$m^3 \cdot h^{-1}$

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem	$H_{Tm}$	-1,7	$W \cdot K^{-1}$
Výměnou vzduchu	$H_{Vm}$	2,0	$W \cdot K^{-1}$

**Tepelná ztráta**

Prostupem	$\Phi_{Tm}$	-43	W
Výměnou vzduchu	$\Phi_{Vm}$	51	W
Zátopová	$\Phi_{RHm}$	0	W
<b>Celkem</b>	$\Phi_{HLm}$	79	W
Tepelný zisk	$Q_z$	0	W

**108 Zasedací místnost**
 $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$      $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$      $\Delta B = 0$     kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A $m^2$	AO $m^2$	AR $m^2$	H $W \cdot K^{-1}$	$t_{si}$ $^\circ\text{C}$
PDL5	Z	73,22	1,00	0,274	16	0,44	0	73,2	0,0	73,2	14,7	19,3
PDL12	Z	73,22	1,00	1,599	-4	-0,11	0	73,2	0,0	73,2	-13,4	20,8
SO4	Z	9,30	3,60	0,176	35	1,00	3	33,5	10,8	22,7	4,0	19,2
OJD1	Z	2,40	1,50	1,249	35	1,00	3	10,8	10,8	10,8	13,5	14,5
SN2	Z	5,00	3,60	0,872	0	0,00	1	18,0	3,4	14,6	0,0	20,0
DN4	0	1,75	1,97	1,300	0	0,00	1	3,4	3,4	3,4	0,0	20,0
SN2	Z	2,55	3,60	0,872	5	0,14	0	9,2	0,0	9,2	1,1	19,5
SN2	Z	7,75	3,60	0,872	9	0,26	0	27,9	0,0	27,9	6,3	19,0
SN2	Z	3,70	3,60	0,872	10	0,29	1	13,3	3,4	9,9	2,5	18,9
DN4	0	1,75	1,97	1,300	10	0,29	1	3,4	3,4	3,4	1,3	18,4
SO4	Z	5,65	3,60	0,176	35	1,00	0	20,3	0,0	20,3	3,6	19,2

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  404,0  $m^3 \cdot h^{-1}$   
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  24,2  $m^3 \cdot h^{-1}$

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  33,6  $W \cdot K^{-1}$   
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  137,4  $W \cdot K^{-1}$

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  1 174 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  4 808 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  684 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  7 298 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**109 Chodba II**

$t_i = 20 \text{ °C}$   $t_e = -15 \text{ °C}$   $\Delta B = 0$  kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A $m^2$	AO $m^2$	AR $m^2$	H $W \cdot K^{-1}$	$t_{si}$ °C
PDL6	Z	8,72	1,00	0,319	16	0,44	0	8,7	0,0	8,7	2,0	19,1
PDL10	Z	8,72	1,00	1,712	0	0,00	0	8,7	0,0	8,7	0,0	20,0
SN2	Z	5,00	3,60	0,872	0	0,00	1	18,0	3,4	14,6	0,0	20,0
DN4	0	1,75	1,97	1,300	0	0,00	1	3,4	3,4	3,4	0,0	20,0
SN3	Z	1,30	3,60	0,456	5	0,14	1	4,7	1,6	3,1	0,2	19,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,3	19,1
SN2	Z	2,70	3,60	0,872	0	0,00	1	9,7	1,4	8,3	0,0	20,0
DN2	0	0,70	1,97	1,600	0	0,00	1	1,4	1,4	1,4	0,0	20,0
SN3	Z	2,30	3,60	0,456	5	0,14	1	8,3	6,7	1,5	0,1	19,7
OA1	0	2,06	3,27	0,981	5	0,14	1	6,7	6,7	6,7	0,9	19,4

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  12,0  $m^3 \cdot h^{-1}$   
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  1,9  $m^3 \cdot h^{-1}$

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  3,6  $W \cdot K^{-1}$   
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  4,1  $W \cdot K^{-1}$

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  127 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  142 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  81 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  208 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**110 Hyg. zařízení**

$t_i = 20 \text{ °C}$   $t_e = -15 \text{ °C}$   $\Delta B = 0$  kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A $m^2$	AO $m^2$	AR $m^2$	H $W \cdot K^{-1}$	$t_{si}$ °C
PDL10	Z	1,30	2,90	1,712	0	0,00	0	3,8	0,0	3,8	0,0	20,0
PDL1	Z	1,30	2,90	0,203	16	0,44	0	3,8	0,0	3,8	0,6	19,5
SN3	Z	1,10	3,60	0,456	5	0,14	0	4,0	0,0	4,0	0,3	19,7
SN1	Z	2,50	3,60	1,152	5	0,14	1	9,0	1,4	7,6	1,3	19,3
DN2	0	0,70	1,97	1,600	5	0,14	1	1,4	1,4	1,4	0,3	19,0
SN3	Z	1,10	3,60	0,456	0	0,00	0	4,0	0,0	4,0	0,0	20,0
SN2	Z	2,50	3,60	0,872	0	0,00	1	9,0	1,4	7,6	0,0	20,0
DN2	0	0,70	1,97	1,600	0	0,00	1	1,4	1,4	1,4	0,0	20,0

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek  $V_{np}$  4,5 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

 Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem  $H_{Tm}$  2,4 W·K<sup>-1</sup>

 Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  1,5 W·K<sup>-1</sup>
**Tepelná ztráta**

 Prostupem  $\Phi_{Tm}$  84 W

 Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  53 W

 Zátopová  $\Phi_{RHm}$  30 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  114 W

 Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**201 Výtahová šachta**
 $t_i = 6\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	Z	1,65	3,65	0,151	21	1,00	0	6,0	0,0	6,0	0,9	5,6
SO1	Z	1,80	3,65	0,151	21	1,00	0	6,6	0,0	6,6	1,0	5,6
SN3	Z	1,80	3,65	0,456	-9	-0,43	0	6,6	0,0	6,6	-1,3	6,5
SN3	Z	1,65	3,65	0,456	-9	-0,43	1	6,0	2,2	3,8	-0,7	6,5
DN1	0	1,02	2,20	1,600	-9	-0,43	1	2,2	2,2	2,2	-1,5	7,8

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek  $V_{np}$  4,9 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

 Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem  $H_{Tm}$  -1,7 W·K<sup>-1</sup>

 Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  1,7 W·K<sup>-1</sup>
**Tepelná ztráta**

 Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -35 W

 Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  35 W

 Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  0 W

 Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**202 Schodiště**
 $t_i = 15\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL7	Z	27,65	1,00	0,319	0	0,35	0	27,7	0,0	27,7	5,1	15,0
PDL7	Z	27,65	1,00	0,319	0	0,35	0	27,7	0,0	27,7	5,1	15,0
SO1	Z	3,54	3,65	0,151	30	1,00	0	12,9	0,0	12,9	2,0	14,4
SN3	Z	1,65	3,65	0,456	9	0,30	1	6,0	2,2	3,8	0,5	14,5
DN1	0	1,02	2,20	1,600	9	0,30	1	2,2	2,2	2,2	1,1	13,2
SN3	Z	1,80	3,65	0,456	9	0,30	0	6,6	0,0	6,6	0,9	14,5
SO1	Z	2,73	3,65	0,151	30	1,00	1	10,0	2,9	7,1	1,1	14,4
OJT2	Z	2,40	1,20	0,744	30	1,00	1	2,9	2,9	2,9	2,1	12,2
SO1	Z	0,94	3,65	0,151	30	1,00	0	3,4	0,0	3,4	0,5	14,4
SN3	Z	4,31	3,65	0,456	15	0,50	1	15,7	11,8	3,9	0,9	14,1
DN5	0	3,56	3,32	1,100	15	0,50	1	11,8	11,8	11,8	6,5	12,9
SN3	Z	2,20	3,65	0,456	-5	-0,17	1	8,0	0,8	7,2	-0,5	15,3
OJD4	0	1,40	0,60	1,100	-5	-0,17	1	0,8	0,8	0,8	-0,2	15,7
SN3	Z	2,43	3,65	0,456	-5	-0,17	1	8,9	1,6	7,3	-0,6	15,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,4	15,9



















### 305 Kancelář mzdy I

$t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	4,78	3,65	0,872	0	0,00	0	17,4	0,0	17,4	0,0	20,0
SO1	Z	4,90	3,65	0,151	35	1,00	2	17,9	7,4	10,5	1,6	19,3
OJT5	Z	1,75	2,10	0,790	35	1,00	2	7,4	7,4	7,4	5,8	16,5
SN2	Z	4,70	3,65	0,872	0	0,00	0	17,2	0,0	17,2	0,0	20,0
SN2	Z	4,90	3,65	0,872	6	0,17	1	17,9	1,6	16,3	2,4	19,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	6	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,4	18,9
PDL15	Z	5,30	5,20	0,462	0	0,00	0	27,6	0,0	27,6	0,0	20,0
PDL20	Z	1,20	2,47	0,325	-4	-0,11	0	3,0	0,0	3,0	-0,1	20,2
PDL18	Z	3,40	2,47	0,319	0	0,00	0	8,4	0,0	8,4	0,0	20,0
PDL19	Z	4,80	2,00	0,319	0	0,00	0	9,6	0,0	9,6	0,0	20,0

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  69,1 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  8,3 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  10,1 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  23,5 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  355 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  822 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  253 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  1 547 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

### 306 Kancelář mzdy II

$t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	4,70	3,65	0,872	0	0,00	0	17,2	0,0	17,2	0,0	20,0
SO1	Z	4,95	3,65	0,151	35	1,00	1	18,1	3,6	14,5	2,2	19,3
OJT4	Z	1,80	2,00	0,793	35	1,00	1	3,6	3,6	3,6	2,9	16,5
SO1	Z	4,70	3,65	0,151	35	1,00	1	17,2	4,0	13,2	2,0	19,3
OJT1	Z	4,95	0,80	0,882	35	1,00	1	4,0	4,0	4,0	3,5	16,1
SN2	Z	2,95	3,65	0,872	6	0,17	1	10,8	1,6	9,2	1,4	19,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	6	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,4	18,9
PDL15	Z	5,30	5,55	0,462	0	0,00	0	29,4	0,0	29,4	0,0	20,0
PDL18	Z	5,30	5,55	0,319	0	0,00	0	29,4	0,0	29,4	0,0	20,0
SN2	Z	1,90	3,65	0,872	14	0,40	0	6,9	0,0	6,9	2,4	18,5

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  69,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  8,4 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  14,7 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  23,7 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  516 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  831 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  256 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  1 719 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W



**307 Hyg. zařízení muži**

$t_i = 15\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód :

31111 OK	ZZ	x	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	1,30	3,65	0,872	1	-0,38	1	4,7	1,6	3,2	0	6,9
DN3	0	0,80	1,97	1,500	1	-0,38	1	1,6	1,6	1,6	-0,9	7,5
SO1	Z	1,30	3,65	0,151	30	1,00	1	4,7	2,2	2,5	0,4	5,6
OJT17	0	1,00	2,20	1,200	30	1,00	1	2,2	2,2	2,2	3,0	2,9
PDL16	Z	1,60	2,45	0,498	-5	-0,52	0	3,9	0,0	3,9	-1,0	6,7
PDL18	Z	1,60	2,45	0,319	-5	-0,67	0	3,9	0,0	3,9	-0,8	6,6
SN2	Z	1,90	3,65	0,872	-14	-0,67	0	6,9	0,0	6,9	-4,0	7,5
SN2	Z	1,90	3,65	0,872	-14	-0,67	0	6,9	0,0	6,9	-4,0	7,5

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  25,9 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  -8,5 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  8,8 W·K<sup>-1</sup>

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -178 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  185 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  8 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**308 Čaj. kuchyňka**

$t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	1,90	3,65	0,872	14	0,40	0	6,9	0,0	6,9	2,4	18,5
SN2	Z	1,10	3,65	0,872	6	0,17	1	4,0	1,6	2,4	0,4	19,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	6	0,17	1	1,6	1,6	1,6	0,4	18,9
SN2	Z	1,30	3,65	0,872	13	0,37	0	4,7	0,0	4,7	1,5	18,6
SN2	Z	1,60	3,65	0,872	11	0,31	0	5,8	0,0	5,8	1,6	18,8
SN2	Z	3,00	3,65	0,872	0	0,00	1	10,9	1,6	9,4	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SO1	Z	3,00	3,65	0,151	35	1,00	1	10,9	4,2	6,7	1,0	19,3
OJT3	Z	2,00	2,10	0,763	35	1,00	1	4,2	4,2	4,2	3,2	16,7
PDL15	Z	3,25	3,60	0,462	0	0,00	0	11,7	0,0	11,7	0,0	20,0
PDL18	Z	3,25	3,60	0,319	0	0,00	0	11,7	0,0	11,7	0,0	20,0

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  39,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  2,1 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  10,6 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  13,5 W·K<sup>-1</sup>

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  369 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  474 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  97 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  941 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

### 309 Kancelář vedení

$t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	3,00	3,65	0,872	0	0,00	1	10,9	1,6	9,4	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SN2	Z	9,30	3,65	0,872	0	0,00	0	33,9	0,0	33,9	0,0	20,0
SN2	Z	2,10	3,65	0,872	11	0,31	1	7,7	1,4	6,3	1,7	18,8
DN2	0	0,70	1,97	1,600	11	0,31	1	1,4	1,4	1,4	0,7	17,8
SN2	Z	2,13	3,65	0,872	6	0,17	1	7,8	6,4	1,4	0,2	19,3
OA6	0	2,13	3,00	1,000	6	0,17	1	6,4	6,4	6,4	1,3	19,3
SO1	Z	16,77	3,65	0,151	35	1,00	6	61,2	25,2	36,0	5,5	19,3
OJT3	Z	2,00	2,10	0,763	35	1,00	6	25,2	25,2	25,2	19,2	16,7
PDL15	Z	9,80	8,07	0,462	0	0,00	0	79,1	0,0	79,1	0,0	20,0
PDL18	Z	9,80	8,07	0,319	0	0,00	0	79,1	0,0	79,1	0,0	20,0

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  208,4 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  25,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  28,6 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  70,9 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  1 000 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  2 480 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  764 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  4 400 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

### 310 Kancelář

$t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	7,47	3,65	0,872	6	0,17	1	27,3	22,4	4,9	0,7	19,3
OA7	0	7,47	3,00	1,000	6	0,17	1	22,4	22,4	22,4	4,4	19,3
SO1	Z	7,47	3,65	0,151	35	1,00	3	27,3	12,6	14,7	2,2	19,3
OJT3	Z	2,00	2,10	0,763	35	1,00	3	12,6	12,6	12,6	9,6	16,7
SO1	Z	9,70	3,65	0,151	35	1,00	3	35,4	12,6	22,8	3,5	19,3
OJT3	Z	2,00	2,10	0,763	35	1,00	3	12,6	12,6	12,6	9,6	16,7
SN2	Z	9,30	3,65	0,872	0	0,00	0	33,9	0,0	33,9	0,0	20,0
PDL15	Z	9,80	8,07	0,462	-4	-0,11	0	79,1	0,0	79,1	-4,2	20,2
SCH3	Z	4,80	9,38	0,168	35	1,00	0	45,0	0,0	45,0	7,6	19,3
PDL18	Z	2,30	9,84	0,319	0	0,00	0	22,6	0,0	22,6	0,0	20,0

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  208,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  25,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  33,4 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  70,9 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  1 171 W

Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  2 482 W

Zátopová  $\Phi_{RHm}$  765 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  4 534 W

Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**311 Server**
 $t_i = 16 \text{ °C}$      $t_e = -15 \text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód: 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	1,77	3,65	0,872	-4	-0,13	1	6,5	1,6	4,9	-0,5	16,4
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-4	-0,13	1	1,6	1,6	1,6	-0,3	16,8
SN2	Z	3,15	3,65	0,872	-4	-0,13	0	11,5	0,0	11,5	-1,3	16,4
SN2	Z	3,15	3,65	0,872	2	0,06	0	11,5	0,0	11,5	0,6	15,8
SN3	Z	1,77	3,65	0,456	1	0,03	0	6,5	0,0	6,5	0,1	15,9
PDL15	Z	1,92	3,55	0,462	-4	-0,13	0	6,8	0,0	6,8	-0,4	16,2
PDL19	Z	1,92	3,55	0,319	-4	-0,13	0	6,8	0,0	6,8	-0,3	16,2

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek     $V_{np}$  7,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

 Infiltrace pláštěm     $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem     $H_{Tm}$  -2,1 W·K<sup>-1</sup>

 Výměnou vzduchu     $H_{Vm}$  2,6 W·K<sup>-1</sup>
**Tepelná ztráta**

 Prostupem     $\Phi_{Tm}$  -65 W

 Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm}$  80 W

 Zátopová     $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**     $\Phi_{HLM}$  15 W

 Tepelný zisk     $Q_z$  0 W

**312 Chodba**
 $t_i = 15 \text{ °C}$      $t_e = -15 \text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód: 39111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	1,77	3,65	0,872	-6	-0,21	1	6,5	1,6	4,9	-0,9	14,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-6	-0,21	1	1,6	1,6	1,6	-0,5	15,1
SN2	Z	1,65	3,65	0,872	-6	-0,21	0	6,0	0,0	6,0	-1,1	14,7
SN2	Z	4,90	3,65	0,872	-6	-0,21	1	17,9	1,6	16,3	-2,9	14,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-6	-0,21	1	1,6	1,6	1,6	-0,5	15,1
SN2	Z	3,10	3,65	0,872	-6	-0,21	1	11,3	1,6	9,7	-1,8	14,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-6	-0,21	1	1,6	1,6	1,6	-0,5	15,1
SN2	Z	3,30	3,65	0,872	0	0,00	0	12,0	0,0	12,0	0,0	14,0
SN3	Z	2,65	3,65	0,456	-1	-0,03	1	9,7	6,7	2,9	0,0	14,1
OA1	0	2,06	3,27	0,981	-1	-0,03	1	6,7	6,7	6,7	-0,2	14,1
PDL14	Z	46,98	1,00	0,471	-6	-0,21	0	47,0	0,0	47,0	-4,6	14,4
PDL18	Z	46,98	1,00	0,319	-6	-0,21	0	47,0	0,0	47,0	-3,1	14,2
SN1	Z	1,60	3,65	1,152	8	0,28	1	5,8	1,6	4,3	1,4	12,8
DN3	0	0,80	1,97	1,500	8	0,28	1	1,6	1,6	1,6	0,7	12,5
SN2	Z	1,10	3,65	0,872	-6	-0,21	1	4,0	1,6	2,4	-0,4	14,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-6	-0,21	1	1,6	1,6	1,6	-0,5	15,1
SN2	Z	7,47	3,65	0,872	-6	-0,21	1	27,3	22,4	4,9	-0,9	14,7
OA7	0	7,47	3,00	1,000	-6	-0,21	1	22,4	22,4	22,4	-5,3	14,8
SN2	Z	2,13	3,65	0,872	-6	-0,21	1	7,8	6,4	1,4	-0,3	14,7
OA6	0	2,13	3,00	1,000	-6	-0,21	1	6,4	6,4	6,4	-1,5	14,8
SN2	Z	1,70	3,65	0,872	5	0,17	0	6,2	0,0	6,2	0,9	13,5
SN2	Z	3,60	3,65	0,872	7	0,24	1	13,1	1,4	11,8	2,5	13,2
DN2	0	0,70	1,97	1,600	7	0,24	1	1,4	1,4	1,4	0,5	12,6

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  62,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  15,1 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  -19,0 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  21,4 W·K<sup>-1</sup>

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -552 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  619 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  67 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**313 Hyg. zařízení ženy**

$t_i = 17$  °C  $t_e = -15$  °C  $\Delta B = 0$  kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN2	Z	1,25	3,65	0,872	-3	-0,59	0	4,6	0,0	4,6	-2,4	8,4
PDL16	Z	1,55	2,35	0,498	-3	-0,59	0	3,6	0,0	3,6	-1,1	7,8
PDL18	Z	1,55	2,35	0,319	-3	-0,59	0	3,6	0,0	3,6	-0,7	7,5
SN2	Z	3,30	3,65	0,872	-1	-0,32	1	12,0	1,4	10,7	-3,0	7,8
DN2	0	0,70	1,97	1,600	-1	-0,32	1	1,4	1,4	1,4	-0,7	8,4
SN2	Z	2,05	3,65	0,872	-2	-0,09	0	7,5	0,0	7,5	-0,6	7,2

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  26,9 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  -8,4 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  9,1 W·K<sup>-1</sup>

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -184 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  201 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  17 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**314 Hyg. zařízení muži**

$t_i = 18$  °C  $t_e = -15$  °C  $\Delta B = 0$  kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN1	Z	2,05	3,65	1,152	-2	-0,46	1	7,5	1,4	6,1	-3,2	10,6
DN2	0	0,70	1,97	1,600	-2	-0,46	1	1,4	1,4	1,4	-1,0	11,2
PDL16	Z	1,85	2,35	0,498	-2	-0,46	0	4,3	0,0	4,3	-1,0	9,7
PDL18	Z	1,85	2,35	0,319	-2	-0,46	0	4,3	0,0	4,3	-0,6	9,4
SN2	Z	1,50	3,65	0,872	-2	-0,46	0	5,5	0,0	5,5	-2,2	10,2
SN2	Z	1,50	3,65	0,872	-2	-0,21	0	5,5	0,0	5,5	-1,0	9,5
SN2	Z	2,05	3,65	0,872	2	0,08	0	7,5	0,0	7,5	0,5	8,8

**Výměna vzduchu**

Hygienický požadavek  $V_{np}$  28,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

**Součinitel tepelné ztráty**

Prostupem  $H_{Tm}$  -8,5 W·K<sup>-1</sup>  
Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  9,7 W·K<sup>-1</sup>

**Tepelná ztráta**

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  -204 W  
Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  233 W  
Zátopová  $\Phi_{RHm}$  0 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  29 W  
Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

### 401 Výťahová šachta

 $t_i = 5 \text{ °C}$      $t_e = -15 \text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	Z	1,65	3,75	0,151	19	1,00	0	6,2	0,0	6,2	0,9	3,6
SO1	Z	1,80	3,75	0,151	19	1,00	0	6,8	0,0	6,8	1,0	3,6
SN3	Z	1,80	3,75	0,456	-11	-0,58	0	6,8	0,0	6,8	-1,8	4,6
SN3	Z	1,65	3,75	0,456	-11	-0,58	1	6,2	2,2	3,9	-1,0	4,6
DN1	0	1,02	2,20	1,600	-11	-0,58	1	2,2	2,2	2,2	-2,1	6,2
SCH4	Z	2,35	2,50	0,222	19	1,00	0	5,9	0,0	5,9	1,3	3,5

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek     $V_{np} \text{ } 5,3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 

 Infiltrace pláštěm     $V_{n50} \text{ } 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem     $H_{Tm} \text{ } -1,6 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$ 

 Výměnou vzduchu     $H_{Vm} \text{ } 1,8 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$ 
**Tepelná ztráta**

 Prostupem     $\Phi_{Tm} \text{ } -31 \text{ W}$ 

 Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm} \text{ } 34 \text{ W}$ 

 Zátopová     $\Phi_{RHm} \text{ } 0 \text{ W}$ 
**Celkem**     $\Phi_{HLm} \text{ } 3 \text{ W}$ 

 Tepelný zisk     $Q_z \text{ } 0 \text{ W}$ 

### 402 Schodiště

 $t_i = 15 \text{ °C}$      $t_e = -15 \text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL7	Z	27,65	1,00	0,319	0	0,35	0	27,7	0,0	27,7	5,1	15,0
SCH1	Z	27,65	1,00	0,220	30	1,00	0	27,7	0,0	27,7	6,1	14,2
SO1	Z	3,96	3,65	0,151	30	1,00	0	14,5	0,0	14,5	2,2	14,4
SN3	Z	1,65	3,65	0,456	11	0,37	1	6,0	2,2	3,8	0,6	14,4
DN1	0	1,02	2,20	1,600	11	0,37	1	2,2	2,2	2,2	1,3	12,8
SN3	Z	1,80	3,65	0,456	11	0,37	0	6,6	0,0	6,6	1,1	14,4
SO1	Z	2,73	3,65	0,151	30	1,00	0	10,0	0,0	10,0	1,5	14,4
SN3	Z	6,01	3,65	0,456	-5	-0,17	0	22,0	0,0	22,0	-1,7	15,3
SN3	Z	4,63	3,65	0,456	-5	-0,17	1	16,9	1,6	15,3	-1,2	15,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-5	-0,17	1	1,6	1,6	1,6	-0,4	15,9

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek     $V_{np} \text{ } 36,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 

 Infiltrace pláštěm     $V_{n50} \text{ } 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem     $H_{Tm} \text{ } 14,7 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$ 

 Výměnou vzduchu     $H_{Vm} \text{ } 12,4 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$ 
**Tepelná ztráta**

 Prostupem     $\Phi_{Tm} \text{ } 441 \text{ W}$ 

 Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm} \text{ } 372 \text{ W}$ 

 Zátopová     $\Phi_{RHm} \text{ } 242 \text{ W}$ 
**Celkem**     $\Phi_{HLm} \text{ } 1 \ 055 \text{ W}$ 

 Tepelný zisk     $Q_z \text{ } 0 \text{ W}$ 

### 403 Ložnice

 $t_i = 20 \text{ °C}$      $t_e = -15 \text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL17	Z	4,26	6,92	0,331	0	0,00	0	29,5	0,0	29,5	0,0	20,0
SN3	Z	6,22	3,24	0,456	5	0,14	0	20,2	0,0	20,2	1,3	19,7
SO1	Z	3,56	3,24	0,151	35	1,00	0	11,5	0,0	11,5	1,7	19,3

## Tepelný výkon ČSN EN 12831

012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč  
 Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 30.12.2016

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SO1	Z	6,22	3,24	0,151	35	1,00	1	20,2	3,5	16,7	2,5	19,3
OJT6	Z	2,80	1,25	0,780	35	1,00	1	3,5	3,5	3,5	2,7	16,6
SN3	Z	2,47	3,24	0,456	-4	-0,11	0	8,0	0,0	8,0	-0,4	20,2
SN3	Z	1,30	3,24	0,456	0	0,00	1	4,2	1,6	2,6	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SCH2	Z	4,26	6,92	0,229	35	1,00	0	29,5	0,0	29,5	6,8	19,0

### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  29,4 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
 Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  4,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  14,6 W·K<sup>-1</sup>  
 Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  10,0 W·K<sup>-1</sup>

### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  512 W  
 Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  349 W  
 Zátopová  $\Phi_{RHm}$  244 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLM}$  1 156 W  
 Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 404 Koupelna

$t_i = 24$  °C  $t_e = -15$  °C  $\Delta B = 0$  kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL20	Z	4,95	2,47	0,325	4	0,10	0	12,2	0,0	12,2	0,4	23,8
PDL20	Z	1,20	2,47	0,325	4	0,10	0	3,0	0,0	3,0	0,1	23,8
SN3	Z	2,47	3,24	0,456	4	0,10	0	8,0	0,0	8,0	0,4	23,8
SO2	Z	6,10	3,24	0,164	39	1,00	2	19,8	2,5	17,2	2,8	23,2
OJT11	0	1,20	0,75	1,070	39	1,00	1	0,9	0,9	0,9	1,1	18,8
OT1	0	2,20	0,75	1,100	39	1,00	1	1,7	1,7	1,7	2,1	18,6
SN1	Z	1,77	3,24	1,152	4	0,10	0	5,7	0,0	5,7	0,7	23,4
SN1	Z	6,80	3,24	1,152	4	0,10	1	22,0	1,4	20,7	2,4	23,4
DN2	0	0,70	1,97	1,600	4	0,10	1	1,4	1,4	1,4	0,2	23,2
SCH1	Z	17,08	1,00	0,220	39	1,00	0	17,1	0,0	17,1	3,8	22,9

### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek  $V_{np}$  51,2 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>  
 Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  4,1 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem  $H_{Tm}$  14,0 W·K<sup>-1</sup>  
 Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  17,4 W·K<sup>-1</sup>

### Tepelná ztráta

Prostupem  $\Phi_{Tm}$  546 W  
 Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  678 W  
 Zátopová  $\Phi_{RHm}$  142 W  
**Celkem**  $\Phi_{HLM}$  1 416 W  
 Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

## 405 Pokoj I

$t_i = 20$  °C  $t_e = -15$  °C  $\Delta B = 0$  kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL18	Z	3,02	3,60	0,319	0	0,00	0	10,9	0,0	10,9	0,0	20,0
SN1	Z	1,77	3,24	1,152	-4	-0,11	0	5,7	0,0	5,7	-0,8	20,6
SO2	Z	3,40	3,24	0,164	35	1,00	1	11,0	2,9	8,2	1,3	19,3
OJT12	0	2,20	1,30	0,923	35	1,00	1	2,9	2,9	2,9	3,0	16,0
SN1	Z	2,47	3,24	1,152	0	0,00	0	8,0	0,0	8,0	0,0	20,0

**Tepelný výkon ČSN EN 12831**012910 - VESAS s.r.o. - Třebíč  
Zakázka: Administrativní budova

TV v.4.3.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 30.12.2016

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	t <sub>si</sub> °C
SN1	Z	3,40	3,24	1,152	0	0,00	1	11,0	1,6	9,4	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SN1	Z	0,70	3,24	1,152	0	0,00	0	2,3	0,0	2,3	0,0	20,0
SCH2	Z	3,02	3,60	0,229	35	1,00	0	10,9	0,0	10,9	2,5	19,0

**Výměna vzduchu**Hygienický požadavek  $V_{np}$  11,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  1,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem  $H_{Tm}$  6,1 W·K<sup>-1</sup>Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  3,8 W·K<sup>-1</sup>**Tepelná ztráta**Prostupem  $\Phi_{Tm}$  214 WVýměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  131 WZátopová  $\Phi_{RHm}$  92 W**Celkem**  $\Phi_{HLM}$  487 WTepelný zisk  $Q_z$  0 W**406 Pokoj II**t<sub>i</sub> = 20 °C t<sub>e</sub> = -15 °C ΔB = 0 kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	t <sub>si</sub> °C
PDL18	Z	4,15	5,10	0,319	0	0,00	0	21,2	0,0	21,2	0,0	20,0
SN1	Z	2,47	3,24	1,152	0	0,00	0	8,0	0,0	8,0	0,0	20,0
SO2	Z	4,55	3,24	0,164	35	1,00	0	14,7	0,0	14,7	2,4	19,3
SO2	Z	3,60	3,24	0,164	35	1,00	1	11,7	3,1	8,5	1,4	19,3
OJT13	0	2,40	1,30	0,912	35	1,00	1	3,1	3,1	3,1	3,3	16,0
SN1	Z	4,55	3,24	1,152	0	0,00	0	14,7	0,0	14,7	0,0	20,0
SN1	Z	1,30	3,24	1,152	0	0,00	1	4,2	1,6	2,6	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SCH2	Z	4,15	5,10	0,229	35	1,00	0	21,2	0,0	21,2	4,8	19,0

**Výměna vzduchu**Hygienický požadavek  $V_{np}$  21,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  3,5 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>**Součinitel tepelné ztráty**Prostupem  $H_{Tm}$  11,9 W·K<sup>-1</sup>Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  7,4 W·K<sup>-1</sup>**Tepelná ztráta**Prostupem  $\Phi_{Tm}$  418 WVýměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  258 WZátopová  $\Phi_{RHm}$  180 W**Celkem**  $\Phi_{HLM}$  906 WTepelný zisk  $Q_z$  0 W**407 Pokoj III**t<sub>i</sub> = 20 °C t<sub>e</sub> = -15 °C ΔB = 0 kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	t <sub>si</sub> °C
PDL18	Z	3,25	3,60	0,319	7	0,20	0	11,7	0,0	11,7	0,7	19,6
PDL18	Z	3,25	2,35	0,319	6	0,17	0	7,6	0,0	7,6	0,4	19,7
SN1	Z	4,55	3,24	1,152	0	0,00	0	14,7	0,0	14,7	0,0	20,0
SO2	Z	4,44	3,24	0,164	35	1,00	1	14,4	3,0	11,4	1,9	19,3
OJT14	0	2,27	1,30	0,919	35	1,00	1	3,0	3,0	3,0	3,1	16,0
SN1	Z	4,55	3,24	1,152	0	0,00	0	14,7	0,0	14,7	0,0	20,0
SN1	Z	0,58	3,24	1,152	2	0,06	0	1,9	0,0	1,9	0,1	19,7
SN1	Z	1,95	3,24	1,152	0	0,00	0	6,3	0,0	6,3	0,0	20,0

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN1	Z	1,45	3,24	1,152	0	0,00	1	4,7	1,6	3,1	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SCH2	Z	4,64	5,10	0,229	35	1,00	0	23,7	0,0	23,7	5,4	19,0

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek  $V_{np}$  26,8 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

 Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  4,3 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem  $H_{Tm}$  11,7 W·K<sup>-1</sup>

 Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  9,1 W·K<sup>-1</sup>
**Tepelná ztráta**

 Prostupem  $\Phi_{Tm}$  409 W

 Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  319 W

 Zátopová  $\Phi_{RHm}$  222 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  1 000 W

 Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**408 Kuchyň a Obýv. pokoj**
 $t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL18	Z	9,90	8,32	0,319	0	0,00	0	82,4	0,0	82,4	0,0	20,0
PDL18	Z	2,10	9,84	0,319	0	0,00	0	20,7	0,0	20,7	0,0	20,0
SN1	Z	4,55	3,24	1,152	0	0,00	0	14,7	0,0	14,7	0,0	20,0
SO2	Z	9,61	3,24	0,164	35	1,00	2	31,1	5,0	26,1	4,3	19,3
OJT15	0	2,80	1,00	0,943	35	1,00	1	2,8	2,8	2,8	3,0	15,9
OJT16	0	2,20	1,00	0,928	35	1,00	1	2,2	2,2	2,2	2,3	15,9
SO2	Z	9,70	3,24	0,164	35	1,00	1	31,4	2,2	29,2	4,8	19,3
OJT16	0	2,20	1,00	0,928	35	1,00	1	2,2	2,2	2,2	2,3	15,9
DA3	0	9,61	3,24	0,858	35	1,00	0	31,1	0,0	31,1	26,7	16,2
SN1	Z	3,05	3,24	1,152	2	0,06	1	9,9	1,6	8,3	0,5	19,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	2	0,06	1	1,6	1,6	1,6	0,1	19,6
SCH2	Z	100,39	1,00	0,229	35	1,00	0	100,4	0,0	100,4	23,0	19,0

**Výměna vzduchu**

 Hygienický požadavek  $V_{np}$  357,7 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

 Infiltrace pláštěm  $V_{n50}$  28,6 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>
**Součinitel tepelné ztráty**

 Prostupem  $H_{Tm}$  67,2 W·K<sup>-1</sup>

 Výměnou vzduchu  $H_{Vm}$  121,6 W·K<sup>-1</sup>
**Tepelná ztráta**

 Prostupem  $\Phi_{Tm}$  1806 W

 Výměnou vzduchu  $\Phi_{Vm}$  3 256 W

 Zátopová  $\Phi_{RHm}$  740 W

**Celkem**  $\Phi_{HLm}$  5 802 W

 Tepelný zisk  $Q_z$  0 W

**409 Vstupní hala**
 $t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 18111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
PDL19	Z	22,38	1,00	0,319	4	0,11	0	22,4	0,0	22,4	0,8	19,8
SN3	Z	2,60	3,24	0,456	5	0,14	1	8,4	1,6	6,8	0,4	19,7
DN3	0	0,80	1,97	1,500	5	0,14	1	1,6	1,6	1,6	0,3	19,1
SN1	Z	1,40	3,24	1,152	0	0,00	1	4,5	1,6	3,0	0,0	20,0
DN3	0	0,80	1,97	1,500	0	0,00	1	1,6	1,6	1,6	0,0	20,0
SN1	Z	1,75	3,24	1,152	0	0,00	1	5,7	1,4	4,3	0,0	20,0







### 413 Domácí práce

$t_i = 20\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 11111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN1	Z	1,95	3,24	1,152	0	0,00	0	6,3	0,0	6,3	0,0	20,0
SN1	Z	1,95	3,24	1,152	0	0,00	1	6,3	1,4	4,9	0,0	20,0
DN2	0	0,70	1,97	1,600	0	0,00	1	1,4	1,4	1,4	0,0	20,0
SN1	Z	2,90	3,24	1,152	0	0,00	0	9,4	0,0	9,4	0,0	20,0
SN1	Z	2,90	3,24	1,152	2	0,06	0	9,4	0,0	9,4	0,6	19,7
SCH2	Z	2,15	3,10	0,229	35	1,00	0	6,7	0,0	6,7	1,5	19,0
PDL19	Z	2,15	3,10	0,319	0	0,00	0	6,7	0,0	6,7	0,0	20,0

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek     $V_{np}$  7,5 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm     $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem     $H_{Tm}$  2,1 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu     $H_{Vm}$  2,5 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem     $\Phi_{Tm}$  75 W

Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm}$  89 W

Zátopová     $\Phi_{RHm}$  62 W

**Celkem**     $\Phi_{HLm}$  137 W

Tepelný zisk     $Q_z$  0 W

### 414 Spíž

$t_i = 18\text{ °C}$      $t_e = -15\text{ °C}$      $\Delta B = 0$     kód : 31111

OK	ZZ	x m	y m	$U_i, \Psi_{eq}$	$\Delta t$ K	b	PO	A m <sup>2</sup>	AO m <sup>2</sup>	AR m <sup>2</sup>	H W·K <sup>-1</sup>	$t_{si}$ °C
SN1	Z	0,58	3,24	1,152	-2	-0,06	0	1,9	0,0	1,9	-0,1	18,3
SN1	Z	2,90	3,24	1,152	-2	-0,06	1	9,4	1,6	7,8	-0,5	18,3
DN3	0	0,80	1,97	1,500	-2	-0,06	1	1,6	1,6	1,6	-0,1	18,4
SN1	Z	1,25	3,24	1,152	-2	-0,06	0	4,0	0,0	4,0	-0,3	18,3
SN1	Z	2,90	3,24	1,152	-2	-0,06	0	9,4	0,0	9,4	-0,7	18,3
SCH2	Z	1,37	3,10	0,229	33	1,00	0	4,2	0,0	4,2	1,0	17,1
PDL19	Z	1,37	3,10	0,319	4	0,12	0	4,2	0,0	4,2	0,2	17,8

#### Výměna vzduchu

Hygienický požadavek     $V_{np}$  4,5 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

Infiltrace pláštěm     $V_{n50}$  0,0 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>

#### Součinitel tepelné ztráty

Prostupem     $H_{Tm}$  -0,6 W·K<sup>-1</sup>

Výměnou vzduchu     $H_{Vm}$  1,5 W·K<sup>-1</sup>

#### Tepelná ztráta

Prostupem     $\Phi_{Tm}$  -21 W

Výměnou vzduchu     $\Phi_{Vm}$  50 W

Zátopová     $\Phi_{RHm}$  0 W

**Celkem**     $\Phi_{HLm}$  30 W

Tepelný zisk     $Q_z$  0 W