

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Vytápění administrativní budovy

Diplomový práce

Výpočtová část

Vypracoval:

Bc. Vojtěch Paur

Vedoucí práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

OBSAH

1. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTÁT	3
1.1. VÝPOČTOVÉ PODMÍNKY	3
1.1.1. Stanovení součinitelů prostupů tepla	3
1.1.2. Stanovení vnitřní výpočtové teploty v místnostech	4
1.1.3. Stanovení vnějších výpočtových podmínek.....	4
1.2. VÝSLEDKY	4
2. VÝPOČET PŘÍPRAVY TV	4
2.1. PŘEDPOKLADY PRO VÝPOČET	4
2.2. VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA OHŘEV TEPLÉ VODY	5
2.3. GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ DODÁVKU A POTŘEBA TEPLA	6
2.4. VÝSLEDKY	6
3. TEPELNÁ ROČNÍ BILANCE	7
3.1. ROČNÍ POTŘEBA TEPLA NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY	7
3.1.1. PŘEDPOKLAD VÝPOČTU	7
3.1.2. VÝPOČET	7
3.2. ROČNÍ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ (DENOSTUPŇOVÁ METODA)	7
3.2.1. PŘEDPOKLAD VÝPOČTU	7
3.2.2. VÝPOČET	7
3.3. CELKOVÁ ROČNÍ POTŘEBA TEPLA.....	7
4. VÝKON PRO OHŘEV TV A VYTÁPĚNÍ	8
4.1. PŘEDPOKLAD VÝPOČTU	8
4.2. VÝPOČET VÝKONU ZDROJE.....	8
5. DIMENZOVÁNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	9
5.1. DIMENZOVÁNÍ POTRUBNÍCH ROZVODŮ OTOPNÉ SOUSTAVY	9
6. NÁVRH PRVKŮ UMÍSTĚNÝCH V KOTELNĚ	9
6.1. VSTUPNÍ PARAMETRY	9
7. NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY	10
7.1. VSTUPNÍ ÚDAJE	10
7.2. EXPANZNÍ NÁDOBA	11
8. NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU	11
9. NÁVRH TŘÍCESTNÉHO VENTILU	12
9.1. VÝPOČET VĚTEV JIH	12
9.2. VÝPOČET VĚTEV SEVER.....	12

9.3.	VÝPOČET VĚTEV DVEŘNÍ CLONY.....	13
10.	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ V KOTELNĚ	13
10.1.	ÚSEK ZDROJ – R/S.....	13
10.2.	ÚSEK ZDROJ – ZÁSOBNÍK TV.....	13
10.3.	EXPANZNÍ POTRUBÍ	14
11.	NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL TOPNÝCH OKRUHŮ.....	15
11.1.	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA VĚTEV JIH	15
11.2.	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA VĚTEV SEVER	16
11.3.	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA VĚTEV DVEŘNÍ CLONY.....	17
11.4.	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA OKRUHU TEPLÉ VODY	18
11.4.1.	<i>Předpoklad pro návrh čerpadla</i>	<i>18</i>
11.4.2.	<i>Výpočet</i>	<i>18</i>
12.	NÁVRH IZOLACE POTRUBÍ	19
13.	NÁVRH KOMPENZACE TEPELNÉ ROZTAŽNOSTI.....	19
14.	NÁVRH UPEVNĚNÍ POTRUBÍ V ZÁVĚSECH.	20
15.	SEZNAM DOKUMENTACE PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	21

1. Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát je základním výpočtem při návrhu otopné soustavy, s jehož pomocí jsme schopni určit tepelnou ztrátu celého objektu a jednotlivých místností. Na základě tohoto výpočtu je možné navrhnout zdroj tepla pro vytápění objektu a díky výpočtu ztrát jednotlivých místností je možné navrhnout v těchto místnostech otopná tělesa nebo otopné plochy.

Při výpočtu byly uvažovány dva druhy tepelných ztrát. Jedním druhem jsou ztráty prostupem tepla stavebními konstrukcemi, druhým jsou ztráty větráním, které tvoří podstatnou část celkové tepelné ztráty objektu. V kancelářích se neuvažuje s tepelnými ztrátami větráním, jelikož je vzduch přiváděn předeřhřátý a odváděn do vzduchotechnické jednotky s rekuperací.

Tepelné ztráty objektu byly vypočteny programem TechCon X. Kde se nejprve musela budova namodelovat pomocí jednotlivých konstrukcí

1.1. Výpočtové podmínky

1.1.1. Stanovení součinitelů prostupů tepla

Výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí proběhl v programu EDU Teplo 2017 od doc. Dr. Ing. Zbyňka Svobody.

Tabulka č.1 Součinitele prostupu tepla konstrukcí

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² *K)]
Podlaha na terénu v 1.PP	0,26
Podlaha na terénu v 1.NP	0,27
Podlaha 1.NP a 2.NP	0,66
Podlaha 2.NP, 3.NP a 4.NP věž	0,69
Podlaha 2.NP nad průchodem	0,18
Obvodová stěna přilehlá k zemině	0,26
Obvodová stěna zděná	0,12
Obvodová stěna z lehkého pláště	0,89
Vnitřní stěna nosná	0,52
Příčka	1,22
Střecha pochozí	0,16
Střecha nepochozí	0,17
Střecha věž	0,18

1.1.2. Stanovení vnitřní výpočtové teploty v místnostech

Teploty v místnostech byli uvažovány dle ČSN EN 12831. Teploty použitých teplot v místnostech jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č.2 Výpočtové vnitřní teploty místností

Výpočtové vnitřní teploty Administrativní budova	
Místnost	Výpočtová teplota [°C]
kanceláře, čekárny, zasedací síně, jídelny	20
vytápěné vedlejší místnosti (chodby, schodiště, aj.)	15
vytápěná vedlejší schodiště	10
haly, místnosti s přepážkami	18
Sprchy	24

1.1.3. Stanovení vnějších výpočtových podmínek

- Lokalita: Trutnov
- Venkovní výpočtová teplota: - 18 °C
- Roční průměrná teplota: + 2,8 °C
- Počet dní otopného období: 242 dní

1.2. Výsledky

Tepelná ztráta prostupem:	86 421 W
Tepelná ztráta větráním:	33 730 W
Celková tepelná ztráta objektu:	120 151 W

Podrobný výpočet a ztráty jednotlivých místností viz přílohy

2. Výpočet přípravy TV

2.1. Předpoklady pro výpočet

V rámci výpočtu je potřeba teplé vody uvažována hodnotou 15 litrů teplé vody na osobu a den. Počet osob v budově se pohybuje okolo 80-100 denně. Počet osob je stanoven na 100 pro větší rezervu. Ztráta tepla při ohřevu je stanovena bezpečnou hodnotou 0,5. Maximální rozdíl mezi dodanou a potřebnou energií pro výpočet velikosti zásobníku teplé vody byl odečten z níže uvedeného grafu.

2.2. Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody

$Q_{TV,d}$	Denní potřeba tepla na ohřev teplé vody	-	kWh
	Potřeba vody na osobu	15	l/os
	Počet osob na den	100	os/den
V_{2p}	Potřeba vody za den	1,5	m ³ /den
ρ	Měrná hmotnost vody	1000	kg/ m ³
c	Měrná tepelná kapacita vody	4,182	kJ/kgK
t_1	Teplota studené vody	10	°C
t_2	Teplota teplé vody	55	°C

$$Q_{TV,d} = \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600}$$

$$Q_{TV,d} = \frac{1000 \cdot 4,182 \cdot 1,5 \cdot (55 - 10)}{3600}$$

$$Q_{TV,d} = 78,5 \text{ kWh}$$

Q_{2z}	Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody	-	kWh
z	Poměrná tepelná ztráta při ohřevu a dopravě	0,5	[-]

$$Q_{2z} = Q_{TV,d} \cdot z$$

$$Q_{2z} = 78,5 \cdot 0,5$$

$$Q_{2z} = 39,25 \text{ kWh}$$

Q_{2p}	Potřeba tepla odebraného z ohřivače během jedné periody	-	kWh
----------	---	---	-----

$$Q_{2p} = Q_{2z} + Q_{TV,d}$$

$$Q_{2p} = 39,25 + 78,5$$

$$Q_{2p} = 117,75 \text{ kWh}$$

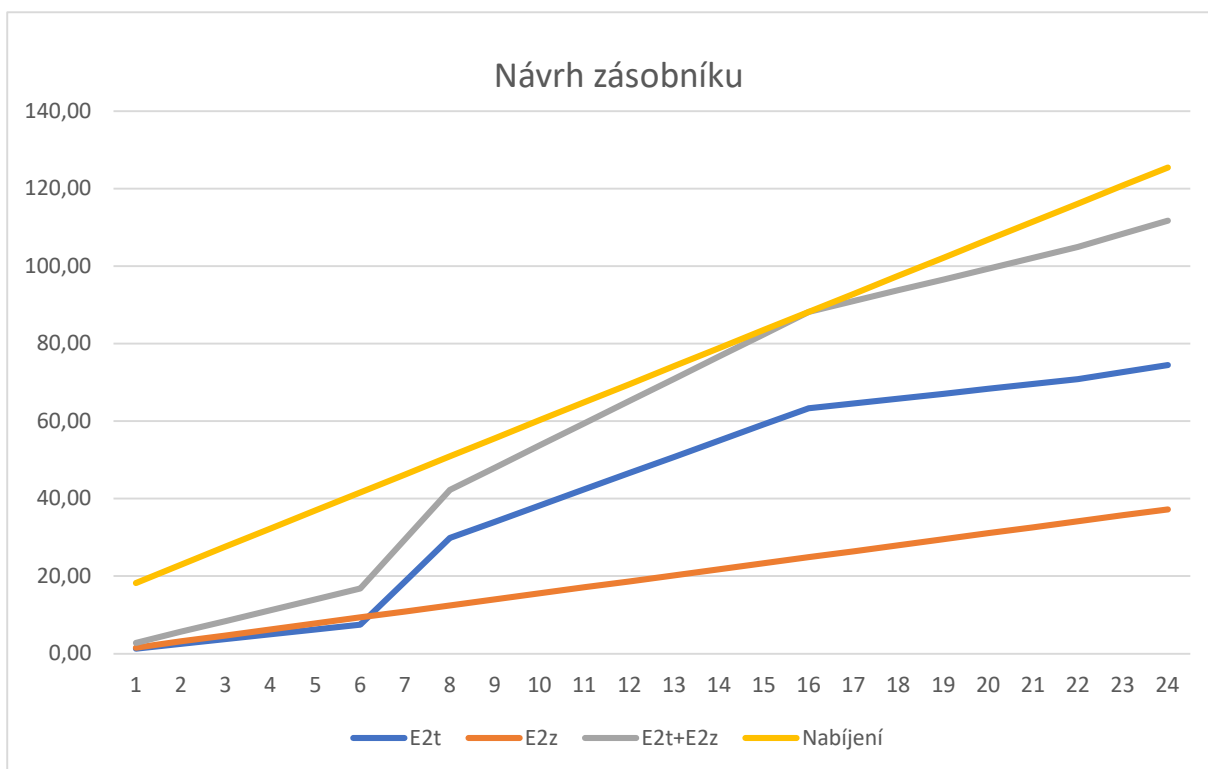
$Q_{TV,h}$	Hodinová potřeba tepla na ohřev teplé vody	-	kW
p	Perioda	24	h

$$Q_{TV,h} = Q_{2p} / p$$

$$Q_{TV,h} = 117,75 / 24$$

$$Q_{TV,h} = 4,91 \text{ kW}$$

2.3. Graf znázorňující dodávku a potřeba tepla



Maximální rozdíl $\Delta E_{max} = 24,8$ kWh

Minimální velikost zásobníku TV

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{24,8}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,46 \text{ m}^3$$

2.4. Výsledky

Potřeba teplé vody na den:	1,5 m ³ /den
Teplo pro ohřátí teplé vody:	78,5 kWh/den
Teplo ztracené při ohřevu a dopravě	39,25 kWh/den
Potřeba tepla odebraného z ohřivače	117,75 kWh/den
Minimální velikost zásobníku TV	0,46 m ³

Návrh zásobníku TV: Nepřímotopný stacionární zásobník s objemem 500 litrů.

DRAŽICE OKC 500 NTR/BP

3. Tepelná roční bilance

3.1. Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

3.1.1. Předpoklad výpočtu

V rámci výpočtu je potřeba teplé vody uvažována hodnotou 15 litrů teplé vody na osobu a den. Počet osob v budově se pohybuje okolo 80-100 denně. Počet osob je stanoven na 100 pro větší rezervu. Ztráta tepla při ohřevu je stanovena bezpečnou hodnotou 0,5. Teplota studené vody v zimě je 5°C, v létě 15°C. V létě se uvažuje menší spotřeba teplé vody. Počet dnů za rok s teplotou <13°C byl stanoven pro lokalitu, kde je řešený objekt umístěn, hodnotou 242 dnů.

3.1.2. Výpočet

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} * d + 0,8 * Q_{TV,d} * \frac{(55 - t_l)}{(55 - t_z)} * (N - d)$$

$$Q_{TV,r} = 117,75 * 242 + 0,8 * 117,75 * \frac{(55 - 15)}{(55 - 5)} * (365 - 242)$$

$$Q_{TV,r} = 37\,831\,268 \text{ Wh/rok}$$

3.2. Roční potřeba tepla na vytápění (denostupňová metoda)

3.2.1. Předpoklad výpočtu

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{i,s}$ byla stanovena výpočtem v programu TechCon X. Vnější výpočtová teplota byla uvažována hodnotou -18°C.

3.2.2. Výpočet

$$\varepsilon = \frac{e_i e_t e_d}{\eta_o \eta_r} = \frac{0,85 \cdot 0,9 \cdot 1}{0,95 \cdot 0,96} = 0,84$$

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) \cdot d = (19 - 2,8) \cdot 242 = 3920 \text{ K} \cdot \text{den}$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{i,s} - t_{e,s}} = \frac{24 \cdot 120\,151 \cdot 0,84 \cdot 3920}{19 - 2,8} = 506\,123\,278 \text{ Wh/rok}$$

3.3. Celková roční potřeba tepla

$$Q_R = Q_{VYT,r} + Q_{TV,r} = 543\,954\,546 \text{ Wh/rok}$$

$$Q_R = 543,96 \text{ MWh/rok}$$

4. Výkon pro ohřev TV a vytápění

4.1. Předpoklad výpočtu

Minimální výkon pro ohřev TV a vytápění je určen na základě tepelné ztráty objektu, přičemž se předpokládá, že navržený zdroj tepla bude přednostně ohřívat teplou vodu před otopnou soustavou.

Q_{PRIP}	Návrhový výkon zdroje	-	kW
$Q_{VYT,h1}$	Výkon potřebný na vytápění větev JIH	59,1	kW
$Q_{VYT,h2}$	Výkon potřebný na vytápění větev SEVER	64,9	kW
$Q_{VET,h}$	Výkon potřebný pro úpravu vzduchu	85,6	kW
$Q_{TV,h}$	Výkon potřebný na přípravu TV	4,91	kW

4.2. Výpočet výkonu zdroje

$$Q_{PRIM,1} = 0,7 \cdot \sum Q_{VYT,h} + 0,7 \cdot Q_{VET,h} + Q_{TV,h}$$

$$Q_{PRIM,1} = 0,7 \cdot (59,1 + 64,9) + 0,7 \cdot 85,6 + 4,91$$

$$Q_{PRIM,1} = 151,63 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIM,2} = Q_{VYT,h} + Q_{VET,h}$$

$$Q_{PRIM,2} = 124 + 85,6$$

$$Q_{PRIM,2} = 210 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIM} = \max(Q_{PRIM,1}; Q_{PRIM,2})$$

$$Q_{PRIM} = \max(151,63; 210)$$

$$Q_{PRIM} = 210 \text{ kW}$$

Návrh: Kompaktní předávací stanice (CZT) s celkovým výkonem deskového výměníku 210 kW.

5. Dimenzování otopné soustavy

5.1. Dimenzování potrubních rozvodů otopné soustavy

Dimenze trubních rozvodů byly stanoveny na základě výpočtu v programu TechCon X. Při výpočtu program zohledňuje rychlost v potrubí, tlakové ztráty třením a místními odpory, vliv vyregulování soustavy (tlakové ztráty v regulačních armaturách) a průtoky potrubím. V příloze je uveden výstup z výpočetního programu pro dimenzování kritického úseku. Dimenze veškerých potrubí jsou patrné z výkresové dokumentace. Potrubní rozvody jsou z měděného potrubí. Použité průměry jsou z hlediska ekonomického do průměru 54x2,0. Nejmenší použitý průměr je 15x1,0.

6. Návrh prvků umístěných v kotelně

Pro návrh délky uvedených prvků je nutná znalost vstupních parametrů. Tyto parametry byly stanoveny ve výpočtovém programu TechCon.

6.1. Vstupní parametry

V1 Severní větev	$p_1 = 22,4 \text{ kPa}$ $m_1 = 3729 \text{ kg/h}$ $Q_{V1} = 1,035 \text{ l/s} = 1,035 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
V2 jižní větev	$p_2 = 22,4 \text{ kPa}$ $m_2 = 3393 \text{ kg/h}$ $Q_{V2} = 0,94 \text{ l/s} = 0,94 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
V3 Dveřní cony	$p_3 = 34,8 \text{ kPa}$ $m_3 = 26,2 \text{ kg/h}$ $Q_{V3} = 0,73 \text{ l/s} = 0,73 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
V4 Ohřívač VZT – Odhad	$p_4 = 25 \text{ kPa}$ $m_4 = 2500 \text{ kg/h}$ $Q_{V4} = 0,69 \text{ l/s} = 0,69 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

Tlaková ztráta topného okruhu: $\Delta p = 105,6 \text{ kPa}$

Celkový průtok topného okruhu: $\sum Q_v = 3,4 \text{ l/s} = 3,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

7. Návrh expanzní nádoby

Návrh je proveden podle normy ČSN 06 0830.

7.1. Vstupní údaje

V_{oJ}	Objem vody v soustavě JIH	970,4 l
V_{oS}	Objem vody v soustavě Sever	1050,2l
V_{oD}	Objem vody v soustavě Dveřní clony	273,9 l
(Převzato z programu Techcon)		
V_{oVZT}	Objem vody v soustavě VZT	200 l
V_{oOs}	Objem vody v soustavě Ostatní rozvody neuvážené ve výpočtu	50 l
(Odhad pro doplnění za části nenavrhané v programu)		
V_e	Expanzní objem	- m ³
t_{max}	maximální teplota vody	55 °C
n	koeficient tepelné roztažnosti	0,0118 (-)

$$V_e = 1,3 * \Sigma V_{oi} * n$$

$$V_e = 1,3 * (970,4 + 1050,2 + 273,9 + 200 + 100) * 0,0118$$

$$V_e = 0,04 \text{ m}^3$$

P_{ddov}	Nejnižší povolený provozní přetlak	- kPa
h	převýšení	18 m
g	tíhové zrychlení	9,81 m/s

$$P_{ddov} \geq 1,1 * h * g * \rho$$

$$P_{ddov} \geq 1,1 * 18 * 9,81 * 1000$$

$$P_{ddov} \geq 194,3 \text{ kPa}$$

P_{ddov}	Nejnižší povolený provozní přetlak	200 kPa
------------------------------	---	----------------

P_{hdov}	Nejvyšší povolený provozní přetlak	- kPa
------------	------------------------------------	-------

P_k	minimální konstrukční přetlak prvků	600 kPa
-------	-------------------------------------	---------

h_{MR}	převýšení	1,5 m
----------	-----------	-------

$$P_{hdov} \leq P_k - (h_{MR} * \rho * g)$$

$$P_{hdov} \leq 600 - (1,5 * 1000 * 9,81)$$

$$P_{hdov} \leq 585$$

P_{hdov}	Nejvyšší povolený provozní přetlak	550 kPa
------------------------------	---	----------------

7.2. Expanzní nádoba

V_{exp} Objem expanzní nádoby
m³

$$V_{exp} = V_e * (Ph + 100)/(Ph - Pd)$$

$$V_{exp} = 0,04 * \frac{550 + 100}{550 - 200}$$

$$V_{exp} = 74,2 \text{ l}$$

Návrh expanzní nádoby: Reflex NG 80/6 – 80l, 6 bar

Návrh měděného potrubí 22x1,0.

8. Návrh pojistného ventilu

Výpočet pojistného ventilu byl proveden na webové stránce tzb-info.cz. Výpočet vychází z ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení.

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input checked="" type="radio"/> výměník tepla	<input checked="" type="radio"/> A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input type="radio"/> kotel	<input type="radio"/> A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	<input type="radio"/> A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	B		pára	pára

T_1 - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu
 t_{2x} - teplota ohřívané vody na mezi odparu při přetlaku p_{ot}

Výpočtové parametry pojistných ventilů:		DUCO Tech					
jmenovitá světlost	DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průtočný průřez	S_o [mm ²]	113	176	380	804	1017	1589
výtokový součinitel	α_w [-]	0,444	0,565	0,684	0,693	0,549	0,576

Poznámka: Přednastavené hodnoty průtočného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

Návrh: Pojistný ventil DUCO 1/2" x 3/4"

9. Návrh třícestného ventilu

Návrh třícestného ventilu byl proveden dle tzbinfo.cz. Při návrhu třícestného ventilu je nutné určit předběžnou požadovanou tlakovou ztrátu ventilu. Ta by se měla blížit tlakové ztrátě jednotlivých topných větví dle bodu 6.1 Vstupní parametry.

9.1. Výpočet větev JIH

Nejprve je třeba vypočítat hodnotu Kv na základě které vybereme vhodný ventil. Při výběru ventilu hledáme nejbližší hodnotu Kvs.

Výpočet KV hodnoty:

$$Kv = 0,01 * \frac{m}{\sqrt{\Delta p}} = 0,01 * \frac{3393}{\sqrt{24,4}} = 6,87$$

Návrh třícestného ventilu TA CV 316 RGA DN20 Kvs=6,3

Výpočet skutečné tlakové ztráty:

$$\Delta p_{ventil} = \left(0,01 * \frac{m}{Kvs}\right)^2 = \left(0,01 * \frac{3393}{6,3}\right)^2 = 29,01 \text{ kPa}$$

Na základě výpočtu je zvolen třícestný směšovací ventil s hodnotou Kvs = 6,3, vykazující tlakovou ztrátu 29,01 kPa. Ventil je navržen včetně servopohonu.

9.2. Výpočet větev Sever

Výpočet KV hodnoty:

$$Kv = 0,01 * \frac{m}{\sqrt{\Delta p}} = 0,01 * \frac{3729}{\sqrt{24,4}} = 7,5$$

Návrh třícestného ventilu TA CV 316 RGA DN25 Kvs=8

Výpočet skutečné tlakové ztráty:

$$\Delta p_{ventil} = \left(0,01 * \frac{m}{Kvs}\right)^2 = \left(0,01 * \frac{3729}{8}\right)^2 = 21,73 \text{ kPa}$$

Na základě výpočtu je zvolen třícestný směšovací ventil s hodnotou Kvs = 8, vykazující tlakovou ztrátu 21,73 kPa. Ventil je navržen včetně servopohonu.

9.3. Výpočet větev Dveřní clony

Výpočet KV hodnoty

$$Kv = 0,01 * \frac{m}{\sqrt{\Delta p \text{ okruh} + \Delta p \text{ spoj}}} = 0,01 * \frac{2620}{\sqrt{34,8 + 2}} = 4,3$$

Návrh třicestného ventilu TA CV 316 RGA DN15 Kvs=4

Výpočet skutečné tlakové ztráty:

$$\Delta p \text{ ventil} = \left(0,01 * \frac{m}{Kvs}\right)^2 = \left(0,01 * \frac{2620}{4}\right)^2 = 42,9 \text{ kPa}$$

10. Dimenzování potrubí v kotelně

10.1. Úsek zdroj – R/S

Dimenze potrubí od zdroje tepla k rozdělovači/směšovači jsou vypočítány na základě předpokladu rychlosti proudění v potrubí v kotelně, která by se měla pohybovat v rozmezí mezi 1,0 až 1,5 m/s. Pro výpočet je zvolena rychlost 1,5 m/s. Podle známého průtoku lze pomocí rovnice kontinuity spočítat průměr potrubí. Tlakové ztráty jsou v těchto krátkých úsecích zanedbány.

$$S = \frac{Qv}{v} = \frac{3,4}{1,5} = 2,18 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,18 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 52,7 \text{ mm}$$

Návrh měděného potrubí 54x2,0.

10.2. Úsek zdroj – zásobník TV

Dimenze potrubí od zdroje k zásobníku teplé vody je určena na základě znalosti výkonu výměníku v ZTV, teplotního spádu, rychlosti proudění a hmotnostního průtoku. výkon výměníku umístěný v zásobníku teplé vody je 21 kW. Rychlost proudění je uvažována hodnotou 1 m/s. Teplotní spád je určen na 15K.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \rightarrow m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = 0,34 \text{ kg/s}$$

$$S = \frac{Qv}{v} = \frac{0,34}{1} = 0,34 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,34 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 20,8 \text{ mm}$$

Návrh měděného potrubí 22x1,0.

10.3. Expanzní potrubí

Průměr expanzního potrubí

D_v	průměr potrubí exp. mm	-
Q	Výkon zdroje kW	210

$$D_v = 10 + 0,6 * \sqrt{Q} = 18,9 \text{ mm}$$

Návrh měděného potrubí 22x1,0.

11. Návrh oběhových čerpadel topných okruhů

Čerpadlo musí pokrýt tlakovou ztrátu v třicestném ventilu a ztráty v topném okruhu při daném hmotnostním průtoku. Tlaková ztráty v rozdělovači/sběrači a armaturách budou vzhledem k velikosti celkové ztráty zanedbány, jelikož se budou pohybovat v řádech desetin kPa, respektive jednotek procent z celkové ztráty.

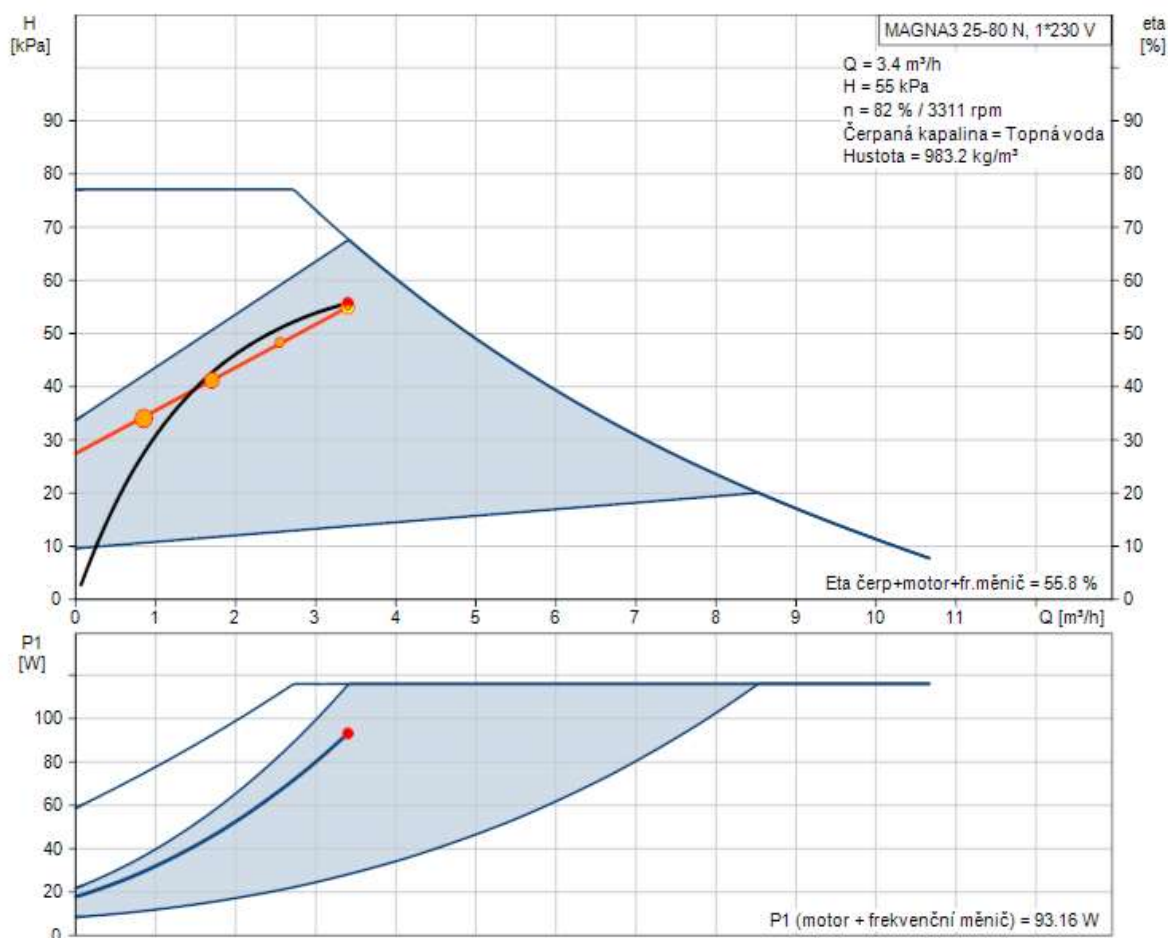
11.1. Návrh oběhového čerpadla větev JIH

Průtok 3,4 m³/h
Dopravní výška 55 kPa

Návrh oběhového čerpadla byl proveden online výpočtem na stránkách firmy Grundfos
Navrženo čerpadlo Grundfos Magna3 25-80

Charakteristický diagram oběhového čerpadla s pracovním bodem:

VÝKON



11.2. Návrh oběhového čerpadla větev SEVER

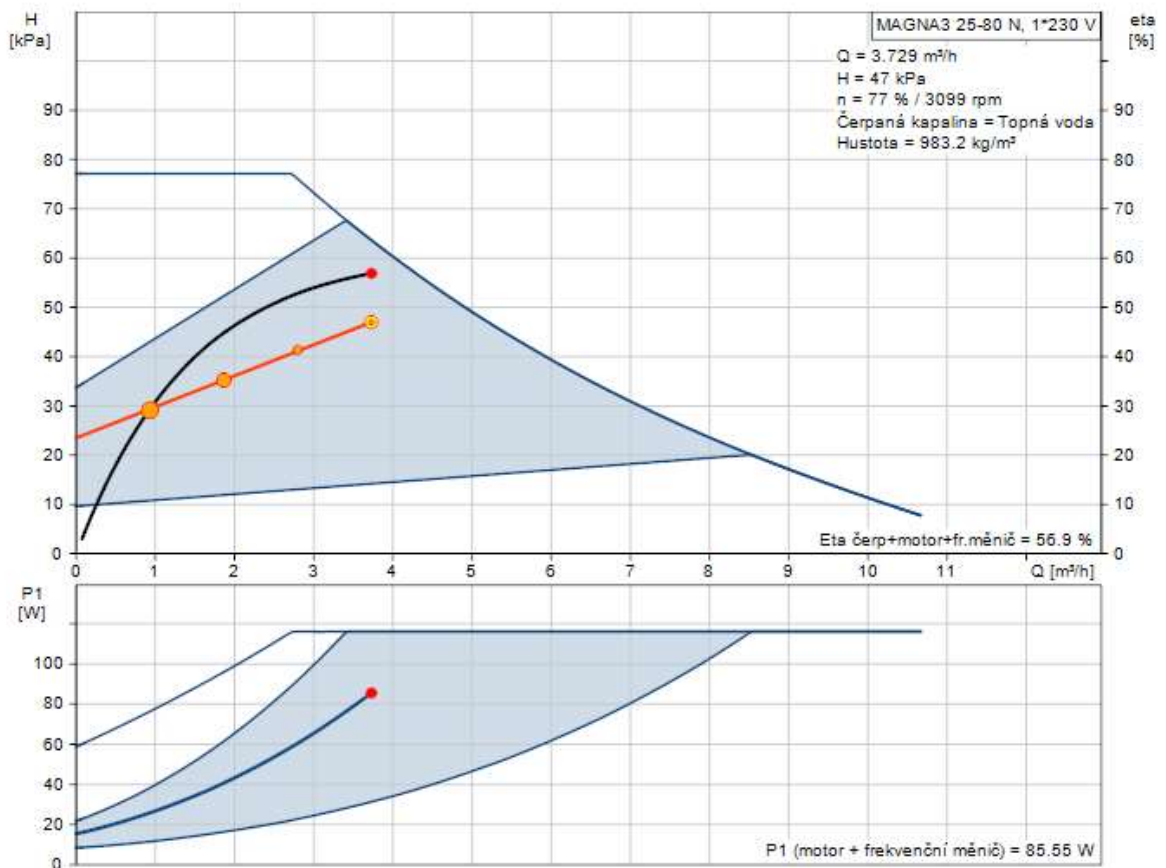
Průtok: 3,4 m³/h

Dopravní výška: 55 kPa

Návrh oběhového čerpadla byl proveden online výpočtem na stránkách firmy Grundfos
Navrženo čerpadlo Grundfos Magna3 25-80

Charakteristický diagram oběhového čerpadla s pracovním bodem:

VÝKON



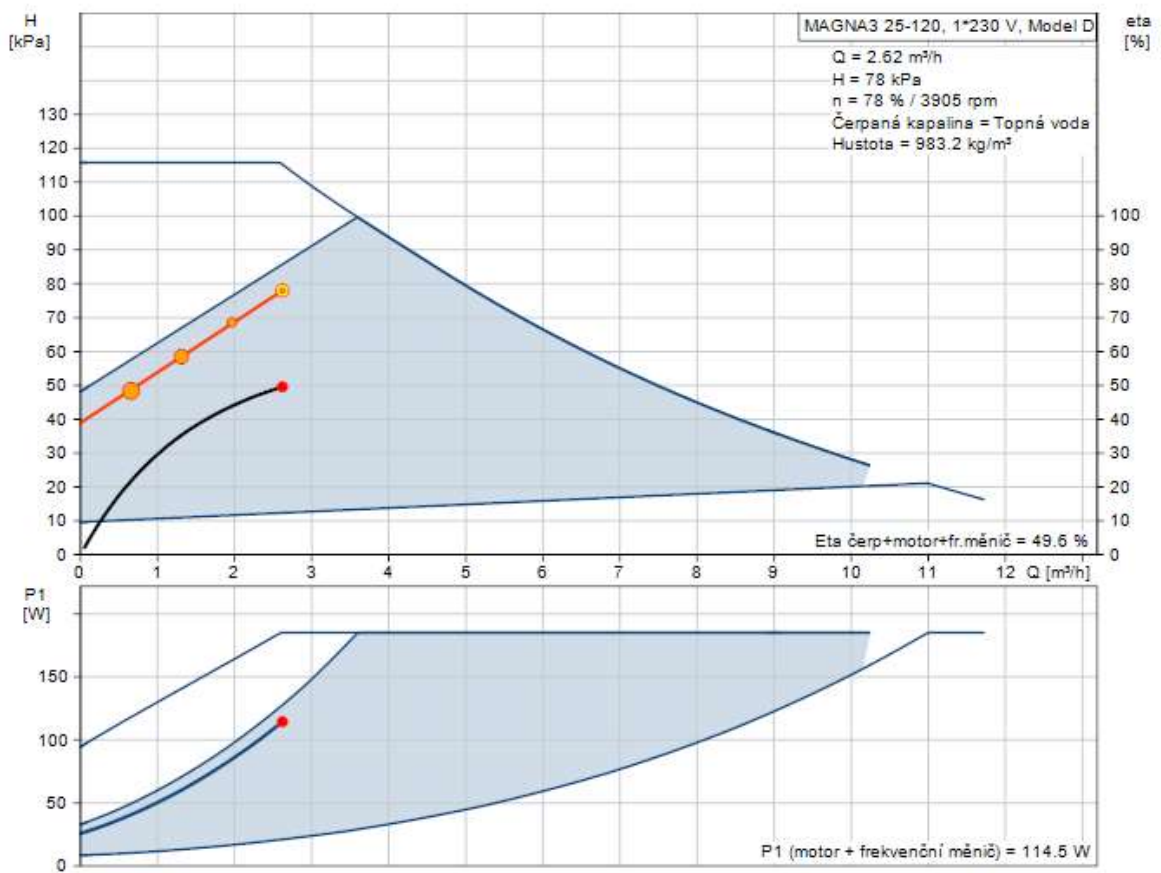
11.3. Návrh oběhového čerpadla větev Dveřní clony

Průtok: 2,62 m³/h
Dopravní výška: 78 kPa

Návrh oběhového čerpadla byl proveden online výpočtem na stránkách firmy Grundfos
Navrženo čerpadlo Grundfos Magna3 25-120

Charakteristický diagram oběhového čerpadla s pracovním bodem:

VÝKON



11.4. Návrh oběhového čerpadla okruhu teplé vody

11.4.1. Předpoklad pro návrh čerpadla

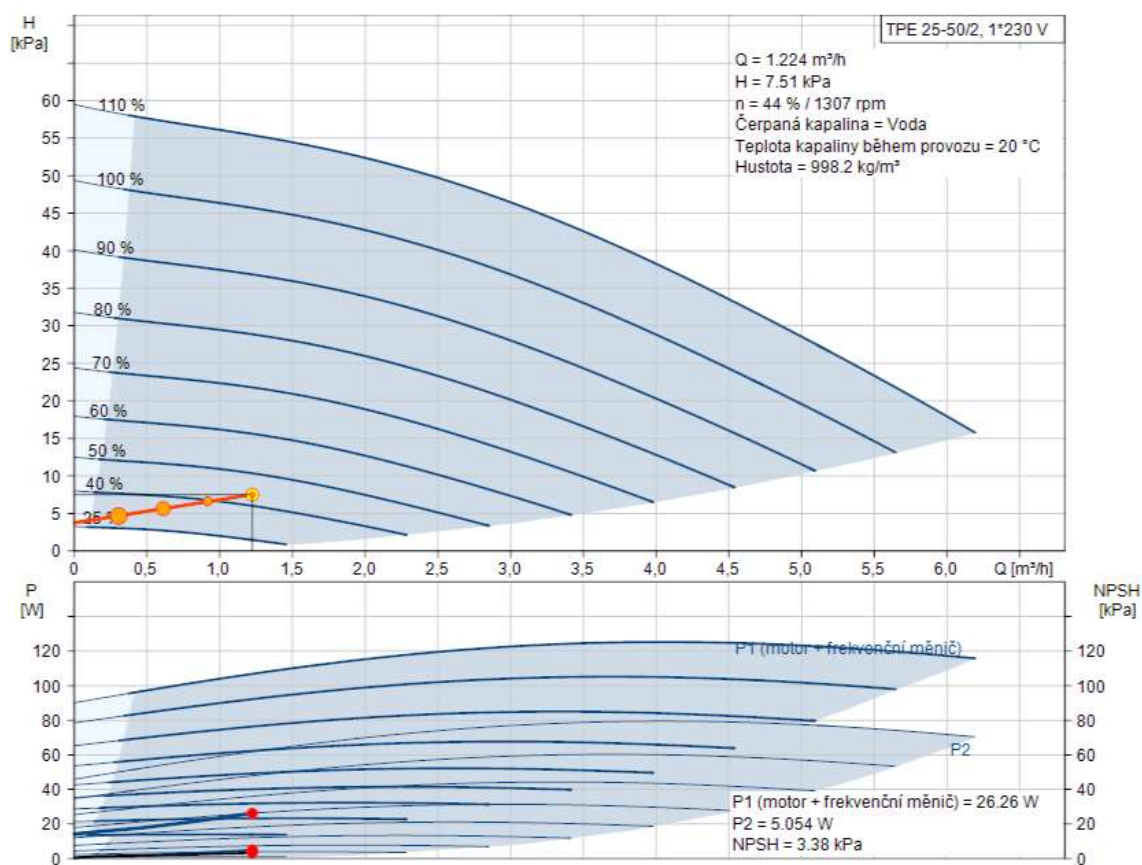
Čerpadlo musí pokrýt tlakovou ztrátu třením v potrubí, tlakovou ztrátu vřazenými odpory a ztrátu ve výměníku v ZTV. Ztráta třením v potrubí pro navrženou dimenzi a průtok je 726 Pa/m. Délka posuzovaného okruhu je cca 10 m. Celková ztráta třením v potrubí je tedy 7,26 kPa. Ztráta vřazenými odpory je zanedbána. Tlakovou ztrátu ve výměníku výrobce nespecifikuje, je teda stanovena přibližným odhadem na 250 Pa. Průtok je vypočten v bodě „9.3“ a činí 0,34 kg/s, respektive 1224 kg/h.

11.4.2. Výpočet

Průtok	1,224 m ³ /h
Dopravní výška	7,51 kPa

Návrh oběhového čerpadla byl proveden online výpočtem na stránkách firmy Grundfos. Navrženo čerpadlo Grundfos TPE 25-50/2 A-O-A-BQQE-AAB

Charakteristický diagram oběhového čerpadla s pracovním bodem:



12. Návrh izolace potrubí

Pro návrh izolace potrubí byl použit online nástroj dostupný na stránkách vytapeni.tzb- info.cz. Pro měděné potrubí byl výpočet proveden dle požadavku na součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí.

Tloušťky izolace z návlekových trubic z minerální vlny s Al kaširováním – volně vedené potrubí

Potrubí 15x1,0	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 30mm
Potrubí 18x1,0	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 30mm
Potrubí 22x1,0	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 30mm
Potrubí 28x1,0	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 30mm
Potrubí 35x1,5	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 30mm
Potrubí 42x1,5	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 40mm
Potrubí 54x2,0	izolační pouzdro Rockwool 800 tl. 40mm

Tloušťky izolace z návlekových trubic z pěnového polyetylenu – potrubí v podlaze

Potrubí 15x1,0	tl. 13 mm
----------------------	-----------

13. Návrh kompenzace tepelné roztažnosti

Na menších vzdálenostech je tepelná roztažnost řešena přirozenými záhyby potrubí. Na dlouhých úsecích je řešena tepelná roztažnost pomocí vhodným umístěním příchytek.

Výpočet tepelné roztažnosti:

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

ΔL = prodloužení délky trubky	[mm]
L = délka trubky	[m]
α = součinitel roztažnosti mědi 0,017	[mm/mK]
ΔT = rozdíl teplot teplé a studené trubky	[°C]

Řešený úsek je v 2. nadzemním podlaží na dlouhé trase na chodbě.

$$\Delta L = 15,2 \cdot 0,017 \cdot 35 = 9,05 \text{ mm}$$

Dle tabulky od výrobce určíme dle profilu potrubí délku ramen nutných pro kompenzaci tepelné roztažnosti. Pro potrubí 22x1,0 je pro hodnotu 9,05 mm nutná délka ramene 910 mm. Pro potrubí 28x1,0 je to pak 1025 mm.

14. Návrh upevnění potrubí v závěsech.

Každé potrubí je nutné upevnit v závěsech a objímkách k tomu určených. Vzdálenost závěsů je určena tak, aby nedocházelo k prověšení potrubí. Tyto vzdálenosti jsou převzaty od výrobce potrubí. Pro měděné potrubí jsou doporučené rozteče úchytů v tabulce.

Tabulka č.3 vzdálenosti úchytu potrubí

Potrubí	Vzdálenost úchytů [m]
15x1,0	1,25
18x1,0	1,5
22x1,0	2,0
28x1,0	2,25
35x1,5	2,75
42x1,5	3,0
54x2,0	3,5

15. Seznam dokumentace praktické části

Vytápění

Technická zpráva

Půdorys 1.PP 1:50

Půdorys 1.NP 1:50

Půdorys 2.NP 1:50

Půdorys 3.NP 1:50

Půdorys 4.NP 1:50

Rozvinutý řez větev sever 1:50

Rozvinutý řez větev jih 1:50

Půdorys technické místnosti 1:25

Schéma zapojení technické místnosti 1:25

Výpočetní přílohy

Výpočet tepelných ztrát – TechCon

Návrh otopných těles, potrubí a hydraulické vyvážení soustavy větev sever – TechCon

Návrh otopných těles, potrubí a hydraulické vyvážení soustavy větev jih – TechCon

Návrh otopných těles, potrubí a hydraulické vyvážení soustavy v. dveřní clony– TechCon

Další přílohy

Technické listy použitých zařízení (pouze online)