

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU



TECHNICKÁ ZPRÁVA

Vypracovala:

Bc. Valerie Tlustošová

Vedoucí práce:

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

2021/2022

Obsah

Obsah.....	2
1. Úvod:	1
2. Podklady	1
3. Základní Technické Údaje	1
3.1. Vnější výpočtové podmínky:	1
3.2. Vnitřní návrhové podmínky	2
3.3. Tepelné ztráty objektu	2
4. Zdroj Tepla.....	2
4.1. Rozdělovač a sběrač primárního okruhu.....	3
4.2. Napojení primárního okruhu na tepelné čerpadlo.....	3
4.3. Napojení tepelného čerpadla na otopný okruh objektu	4
4.4. Akumulační nádoby	4
5. Otopná Soustava	4
5.1. Vedení rozvodů.....	4
5.2. Izolace, materiály a kotvení.....	4
5.3. Odvzdušnění, vypouštění soustavy	5
5.4. Zabezpečovací a pojistná zařízení	5
6. Otopné Plochy	6
7. Armatury, Regulace	6
8. Příprava teplé vody.....	6
9. Návrh oběhových čerpadel.....	8
10. Požadavky na ostatní profese.....	9
10.1. Stavební část.....	9
10.2. Elektrotechnika.....	9
10.3. Zdravotechnika	9
11. Závěr:	10
12. Seznam příloh:.....	10

1. Úvod:

Jedná se o pěti podlažní bytový objekt, z toho jsou čtyři podlaží nadzemní s byty a jedno podzemní podlaží s hromadným parkováním. Objekt je umístěn v centru krajského města Pardubice. Níže jsou specifikovány počty obyvatel pro návrh zásobování TV.

Podlaží	Bytů	Obyvatel
1. NP	13 + kancelář	41+5
2. NP	13 + kancelář	41+5
3. NP	13 + kancelář	41+5
4. NP	10 + kancelář	33+5
Celkem:	53	176

2. Podklady

- výkresová dokumentace obsahující půdorysy, řezy a pohledy
- technické podklady výrobců
- výpočtový program RauCad TechCon
- návrh proveden dle normy:
- ČSN EN 12 831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Požadavky
- ČSN EN 12 808+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování a projektování
- ČSN EN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečení zařízení
- ČSN EN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
- ČSN EN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

3. Základní Technické Údaje

3.1. Vnější výpočtové podmínky:

Vnější podmínky výpočtu byly stanoveny na základě umístění objektu v Pardubicích. Tyto podmínky upravuje norma ČSN EN 12 831-1 z toho vyplývá následující:

Venkovní výpočtová teplota: -12°C

Průměrná teplota v otopném období: 4,1°C

Délka otopného období: 234 dní

3.2. Vnitřní návrhové podmínky

Vnitřní návrhové teploty pro výpočet tepelných ztrát jsou určeny dle podmínek stanovených normou ČSN EN 12 831. Vzhledem k rozsahu objektu jsou konkrétní teploty zahrnuty v tabulkách navrhovaných místností ve výkresové dokumentaci vytápění. Zjednodušeně platí podmínka: obytné místnosti T=20°C, koupelny T=24°C, chodby T=15°C.

3.3. Tepelné ztráty objektu

Celkové tepelné ztráty objektu činí 58,292 kW. Z toho je 42,052 kW tepelná ztráta prostupem a 16,24 kW tepelná ztráta větráním, respektive netěsnostmi v konstrukcích.

Výpočet tepelných ztrát byl zpracován v programu RauCad Techon podle normového výpočtu charakterizovaného ČSN EN 12 831. Pro návrh otopných tělese byl výpočet zpracován po jednotlivých místnostech.

4. Zdroj Tepla

Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo EcoGEO HP1 25-100 typu země/voda, B0/W35 o maximálním výkonu 86 kW a topným faktorem COP 4,5. Model HP1 slouží pro zajištění teplé vody a vytápění objektu. Čerpadlo je schopné regulovat svůj výkon v rozmezí 25-100% díky frekvenčně řízenému Scroll kompresoru.

Primární okruh získává zemní teplo z hlubinných vrtů. Jejich podrobný návrh bude proveden na základě analýzy podloží dodavatelem tepelného čerpadla. Předběžný obecný návrh počítá s celkovou délkou vrtů cca 2,46 km. Pro umístění vrtů slouží celá plocha pozemku včetně pozemku pod objektem.

TČ je navrženo, aby obstaralo dostatek energie pro otopnou vodu v objektu, teplou vodu pro 176 osob a ohřev vodního ohřivače ve vzduchotechnické jednotce. Z toho důvodu je napojeno na akumulaci nádrže a soustavu doporučených zásobníků teplé vody – 4x negativní zásobník IVT FW 754/3 o celkovém objemu V = 3 000 l.

NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA

Výkon
a) *TČ*

$$Q_{prip} = Q_{tv} + 0,7 \cdot Q_{vzt} + 0,7 \cdot Q_{vyt}$$

Q _{tv}	tepelný výkon pro přípravu TV	23,33	kW
Q _{vyt}	tepelný výkon pro vytápění	59,75	kW
Q _{vzt}	tepelný výkon pro VZT	4,10	kW

$$Q_{prip} = \underline{68,03} \quad \text{kW}$$

b) návrh vrtů

pro vytápění + TUV >>		2400	h/rok	provozních hodin
Q _r	380 794 222,01		Wh/rok	potřeba tepla za rok
Q _t	158 664,26		W	topný výkon TČ
COP	4,5		/	COP TČ
		50	W/m	specifický odběrový výkon
chladičí výkon TČ				
Q _{ch} = Q _t - (Q _t /COP)				
	123			
Q _{ch} =	405,53	W		

potřebná hloubka vrtu h 2 468,11 m

návrh tepelného čerpadla

ECOFORST ecoGEO HP1 25-100, země/voda, B0W35,
max.výkon 86kw

podobný výpočet primárního okruhu bude proveden dodavatelem čerpadla
akumulační nádrž 2x IVT 500 BC, celk. objem
1000 l

4.1. Rozdělovač a sběrač primárního okruhu

Vzhledem k tomu, že je odběr tepla realizován z více okruhů, bude před prostupem hadic do objektu osazen typový rozdělovač s uzavíracími a regulačními armaturami a se svěrnými spoji pro napojení hadic. S ohledem na teploty pracovního média je tento rozdělovač velmi namáhán z hlediska koroze a je proto navržen z plastu. Musí být izolován kvalitní parotěsnou izolací ze syntetického kaučuku. Konkrétní návrh a požadavky budou specifikovány dodavatelem tepelného čerpadla jako součást návrhu primárního okruhu.

4.2. Napojení primárního okruhu na tepelné čerpadlo

Primární okruh od výše popsaného rozdělovače a sběrače bude vně objektu proveden z předizolovaného plastového potrubí a potrubí uvnitř objektu bude provedeno z ocelového běžného potrubí. Celý rozvod potrubí (kromě předizolovaného potrubí vně objektu) bude izolován kvalitní izolací ze syntetického kaučuku (Armstrong Armaflex). Na potrubí bude osazena sestava armatur pro napouštění a odvodu primárního okruhu. Osazena bude typová expanzní nádoba primárního okruhu a pojistné ventily, nastavené na přetlak 3 bary. Napojení ocelového potrubí na vlastní tepelné čerpadlo bude provedeno pomocí ohebných hadic přes uzavírací a filtrační armatury. Primární okruh tepelného čerpadla bude napuštěn nemrznoucí dle pokynů výrobce tepelného čerpadla. Konkrétní typ armatur, potrubí a expanzní nádoby bude součástí návrhu a dodávky dodavatele tepelného čerpadla.

4.3. Napojení tepelného čerpadla na otopný okruh objektu

Napojení ocelového potrubí na vlastní tepelné čerpadlo bude provedeno pomocí ohebných hadic přes uzavírací a filtrační armatury. Tepelné čerpadlo bude připojeno na topnou soustavu podle doporučeného schématu výrobce tepelného čerpadla (viz výkresová část projektové dokumentace).

4.4. Akumulační nádoby

Pro pokrytí nerovnoměrnosti odběru tepla je TČ napojeno na soustavu dvou akumulčních nádrží o celkovém objemu 1000l. Jedná se o výrobcem TČ doporučené akumulční nádrže pro tento typ čerpadla. Konkrétně se jedná o 2x IVT BC 500/3 o objemu V=500 l. Pro čerpadlo s tímto výkonem je výrobcem doporučený akumulční objem 500-1500 l.

5. Otopná Soustava

Otopná soustava v bytovém domě je řešena pomocí podlahového vytápění, do koupelen jsou osazena navíc trubková otopná tělesa, která jsou napojena na bytový rozdělovač. Společné bytové chodby jsou vytápěny lavicovými konvektory připojenými na samostatné stoupací potrubí.

5.1. Vedení rozvodů

Zdroj tepla je umístěn v technické místnosti v podzemním podlaží objektu, odkud se z hlavního domovního rozdělovače odpojují 3 dvojice potrubí. Jedna dvojice zajišťuje rozvod otopné vody do bytových rozdělovačů, druhá do lavicových konvektorů umístěných na chodbách a třetí do vodního ohříváče VZT jednotky umístěné na střeše objektu. Rozvod v podzemním podlaží je proveden pod stropem k místům technických šachet a poté je jednotlivé stoupací potrubí vedeno u zdi v průběžných bytových šachtách.

Rozvody v bytech jsou provedeny pomocí systémové desky Varionova 30-2 s tepelnou izolací a potrubí RAUTHERM SPEED 14x1,5 v kompletní systémové dodávce včetně všech spojovacích a izolačních prvků systému REHAU. Pod systémovou deskou je v rámci skladby podlahy navržena dodatečná tepelná a akustická izolace. Před položením všech podlahových krytin musí být podlahové topení minimálně 10 dní v provozu, aby se odpařila "zbytková vlhkost" betonu.

Napojení konvektorů na chodbách bude provedeno měděnou trubkou vedenou v podlaze, stoupací potrubí tohoto okruhu je vedeno ve drážce ve zdivu.

5.2. Izolace, materiály a kotvení

Pátevní rozvod od zdroje přes stoupací potrubí až k bytovým rozdělovačům je proveden potrubím v mědi a izolováno tepelnou izolací ze syntetického kaučuku (Armaflex HT), konkrétní rozměry jsou uvedeny v tabulce ve výkresech.

Potrubí od bytových rozdělovačů vedené v podlahové systémové desce Varionova je ze síťovaného polyethylenu RAUTHERM SPEED 14x1,5 mm, napojení trubkových těles je provedeno potrubím RAUTHERM SPEED 10x1,1.

Kotvení měděného potrubí bude provedeno pomocí kotvicích objímk s tlumícími vložkami.

5.3. Odvzdušnění, vypouštění soustavy

Odvzdušnění otopné soustavy bude zajištěno pomocí manuálních odvzdušňovacích ventilů umístěných na trubkových tělesech v nejvyšším podlaží. Pro možnost odvzdušnění jednotlivých částí budou tyto ventily umístěny na každé trubkové těleso v objektu a do bytových rozdělovačů podlahového vytápění.

Odvzdušnění sekundárního okruhu v technické místnosti bude zajištěno osazením automatických odvzdušňovacích ventilů na nejvyšší místo na potrubí. Schematicky označeno ve výkrese schématu zapojení technické místnosti.

Na otopné soustavě, v jejích nejnižších místech budou osazeny vypouštěcí ventily pro možnost úplného vypuštění soustavy. Pro možnost výměny jednotlivých prvků, budou tyto ventily osazeny i na patách jednotlivých stoupaček a na každé patrové odbočce. Napouštění soustavy proběhne v nejnižším místě u zdroje tepla.

5.4. Zabezpečovací a pojistná zařízení

TČ je proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku v soustavě zajištěno pojistným ventilem. Ten je nastaven na otevírací přetlak 300 kPa. K zabezpečení tepelné roztažnosti vody v otopné soustavě bude sloužit tlaková expanzní nádoba. Ta byla vypočtena na základě vzorce využívaného v praxi. Jejím návrhem byla vybrána tlaková expanzní nádoba CIMM ERE 200 o objemu 200 litrů a maximálním pracovním tlaku 600 kPa.

NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY:

	Vs	3246	l	objem v otopné soustavě
	Va	1000	l	objem akumulární nádrže
$V_{et} = 1,3 \cdot V_o \cdot n \cdot (1/\eta)$	Vet	188,8	l	objem expanzní tlakové nádoby
	Vo	4246	l	objem vody v otopné soustavě
$n = (1000/p_{t,max}) - 1,0004$	n	0,006	/	součinitel zvětšení objemu
	$p_{t,max}$	993,9	kg/m ³	objem vody při maximální teplotě (35°C)
	η	0,167	/	stupeň využití
$\eta = (P_{h,dov,A} - P_{d,A}) / P_{h,dov,A}$				
	$P_{h,dov,A}$	291,6	kPa	nejvyšší dovolený abs.tlak = otevírací tlak pojistného ventilu
	$P_{d,A}$	243	kPa	hydrostatický absolutní tlak
$P_{d,A} = \rho \cdot g \cdot h \cdot 0,01 + P_B$				
	ρ	1000	kg/m ³	hustota vody
	g	10	m/s ²	tíhové zrychlení
	h	13	m	výška vodního sloupce
	PB	100	kPa	barometrický tlak

návrh tlakové expanzní nádoby >> CIMM ERE CE 200l, 6bar, expanzomat s membránou

Na primární straně TČ bude osazena také expanzní nádoba i pojistný ventil. Oba prvky budou určeny dodavatelem TČ. Všechny tlakové nádoby budou připojeny přes obslužnou armaturu.

6. Otopné Plochy

Veškeré bytové jednotky budou vytápěny pomocí podlahového vytápění v systému Rehau se systémovou deskou Varionova. Potrubí je zvoleno RAUTHERM SPEED 14x1,5. Společné chodby objektu budou vytápěny pomocí lavicových konvektorů umístěných před okenní výplní.

Teplý spád pro lavicové konvektory umístěné ve společných prostorách objektu je uvažován 32/25°C, pro podlahové vytápění je přívodní teplota do bytových rozdělovačů 32°C.

7. Armatury, Regulace

Regulace tepelného čerpadla bude provedena na konstantní teplotu, aby se zabránilo nadměrnému spínání a vypínání.

Místnosti s podlahovým vytápěním (viz výkresová dokumentace) budou regulovány pomocí prostorových termostatů umístěných v hlavní místnosti bytu, případně u bytů větších než 3+kk budou termostaty umístěny ve všech místnostech. Tyto termostaty budou ovládat příslušné termoelektrické hlavice v bytových rozdělovačích. Primární regulace podlahových systémů byla vypočtena pomocí programu RauCad TechCon a nastavení ventilů je zobrazeno v tabulkách na výkresech podlaží.

Lavicové konvektory budou vyregulovány pomocí termostatické hlavice umístěné na přívodu a pomocí rohového šroubení umístěného na zpátečce. Regulace byla vypočtena v programu RauCad Techcon.

Na páteřním rozvodu v 1.PP jsou na každé patě stoupacího potrubí osazeny dvojice vyvažovacího ventilu STAP a regulátoru diferenčního tlaku STAD pro zajištění hydraulické stability soustavy. Jejich návrh a nastavení byly provedeny v programu RauCad TechCon a výsledky jsou zakresleny ve výkresu půdorysu 1.PP.

8. Příprava teplé vody

Teplá voda je připravována centrálně pro celý bytový dům. Negativní zásobníky teplé vody jsou navrženy dle doporučení výrobce tepelného čerpadla. Jedná se o negativní zásobník IVT FW 754/3 o objemu $V = 750$ l. Celkem jsou navrženy 4 o celkovém objemu $V_c = 3\,000$ l. Distribuce teplé vody je řešena ze zásobníků umístěných v hlavní technické místnosti v podzemním podlaží. Dle výpočtu by stačil zásobník o velikosti $V = 2\,600$ l, byla zvolena nejbližší vyšší kombinace.

Zásobník TV je napojen na rozvod studené vody a z něj je vyveden rozvod teplé vody. Pro zajištění dostatečného množství kvalitní teplé vody je nutné provést rozvody cirkulačního potrubí, vzhledem

k délce hlavních rozvodů po objektu. Osazené armatury jsou zřejmé z výkresu schematického zapojení technické místnosti.

VÝPOČET PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY - ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV

a) Potřeba TV za časovou periodu

$$V_{2p} = V \cdot n$$

V=	40	l/os*den
n=	176	osob
V _{2p} =	<u>7040</u>	l

b) potřeba tepla odebraného z ohřivače

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z}$$

$$E_{2p} = \underline{\underline{552\,657,60}} \text{ Wh/den}$$

Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}

$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

c	měrná tepelná kapacita vody	4182	J/kg.K
t ₁	teplota studené vody	10	°C
t ₂	teplota teplé vody	55	°C
ρ	hustota vody	1000	kg/m ³

$$E_{2t} = \underline{\underline{368\,438,40}} \text{ Wh/den}$$

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

$$E_{2z} = E_{2t} \cdot z$$

z	ztráta tepla při ohřevu	0,5
---	-------------------------	-----

$$E_{2z} = \underline{\underline{184\,219,20}} \text{ Wh/den}$$

c) velikost zásobníku TV

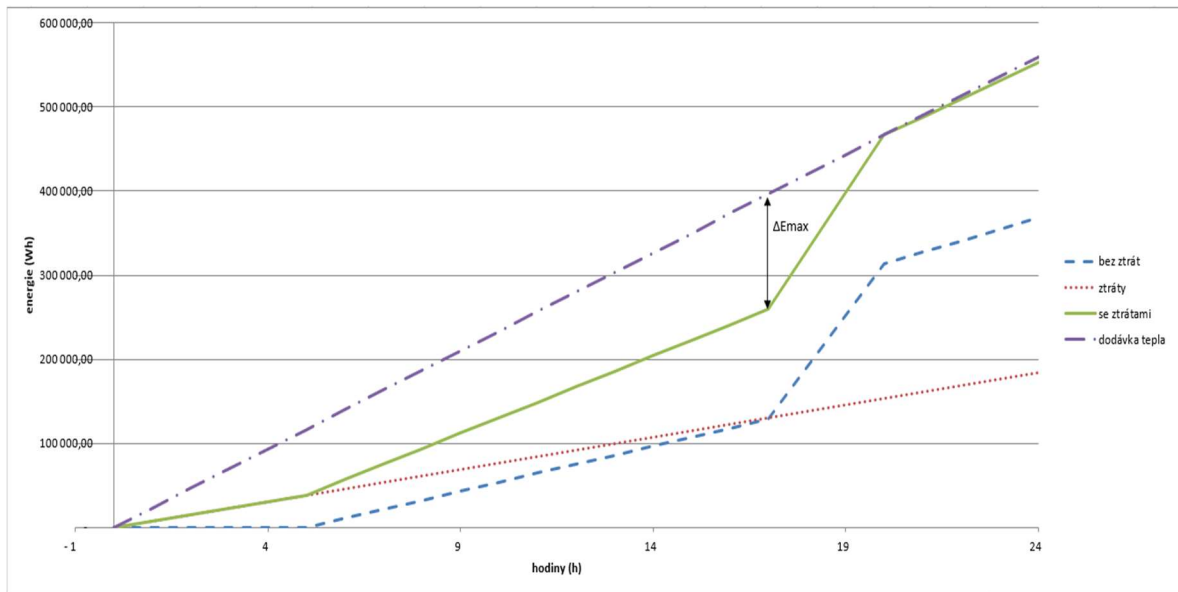
$$V_z = (\Delta E_{\max}) / (\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1))$$

ΔE _{max} (v 17h)	137	Wh
	243,30	

>>> 4x NÁVRH NEGATIVNÍ ZÁSOBNÍK TV -

$$V_z = \underline{\underline{2,622}} \text{ m}^3$$

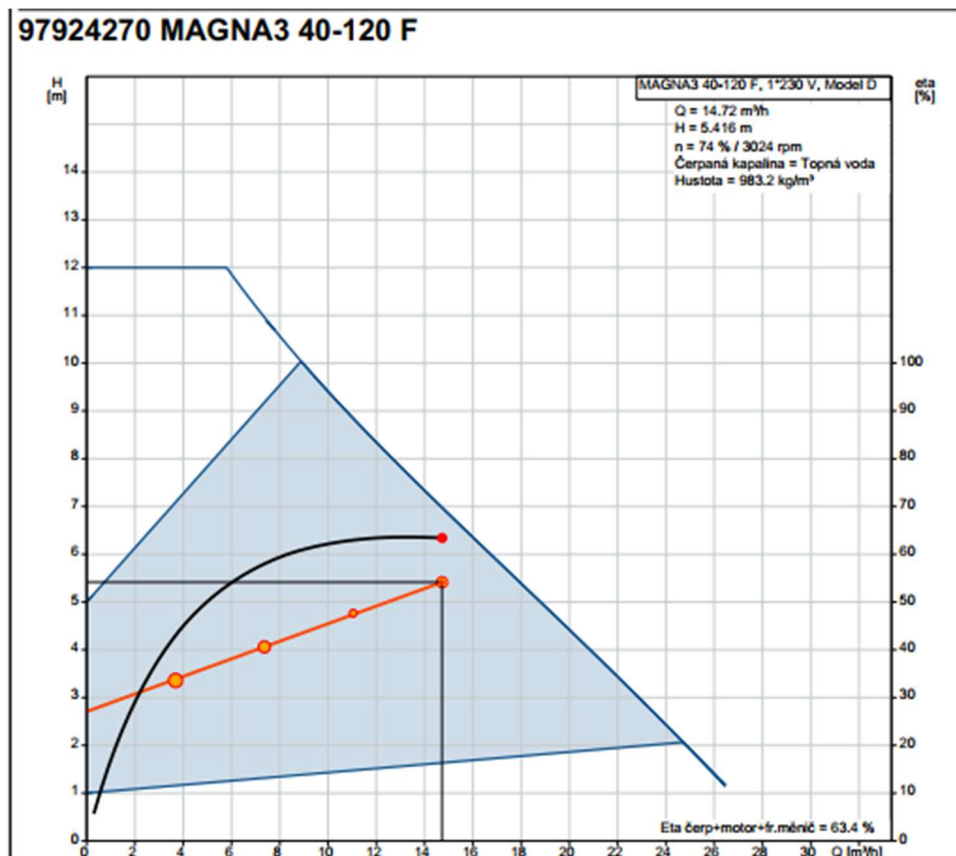
IVT FW 754/3



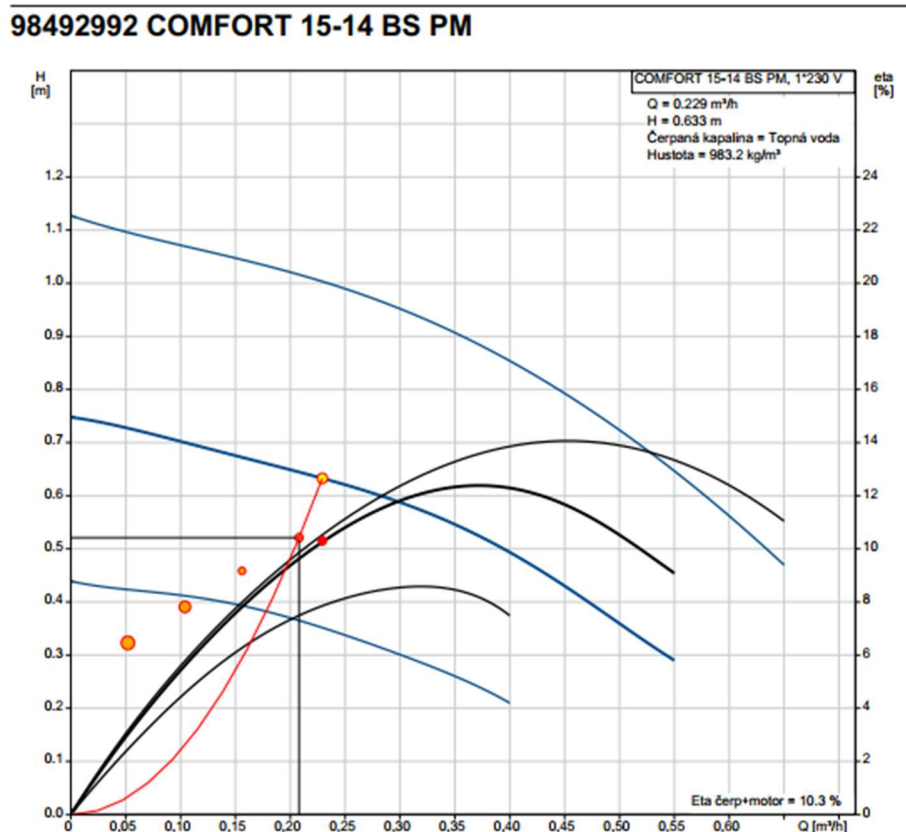
9. Návrh oběhových čerpadel

Čerpadla byla navržena na základě průtoku a tlakových ztrát vypočítaných programem RauCad TechCon a následně pomocí návrhového programu firmy Grundfos.

Návrh čerpadla pro větev bytových jednotek:



Návrh čerpadla pro větev společných prostor:



10. Požadavky na ostatní profese

10.1. Stavební část

Pro veškeré rozvody musí být připraveny svislé a vodorovné prostupy konstrukcemi. Tepelné čerpadlo v technické místnosti bude osazeno tak, aby byly eliminovány účinky hluku a vibrací.

10.2. Elektrotechnika

Musí být zabezpečeno napojení veškerých prvků na elektrickou energii a zajištěné podmínky pro inteligentní MaR.

10.3. Zdravotechnika

V technické místnosti musí být zabezpečen odvod vody do kanalizace umístěním šachty v podlaze. Dále přívod vody pro napouštění systému vytápění a TV. Zároveň zásobníky TV budou napojeny na potrubí studené vody, cirkulačního potrubí a TV.

11. Závěr:

Návrh, výpočty a výkresy vytápění byly provedeny dle platných norem a vyhlášek. Při realizaci a před spuštěním budou provedeny patřičné zkoušky otopné soustavy. Realizaci bude provádět specializovaná firma, která bude dodržovat požadavky na připojení a osazení veškerých prvků podle doporučení výrobců.

12. Seznam příloh:

- Výkresová dokumentace

ID výkresu	Jméno výkresu
C.1	KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES
D.1.1.b).1	KONCEPT
D.1.1.b).2	PŮDORYS 1.PP
D.1.1.b).3	PŮDORYS 1.NP
D.1.1.b).4	PŮDORYS 2.NP
D.1.1.b).5	PŮDORYS 3.NP
D.1.1.b).6	PŮDORYS 4.NP
D.1.1.b).7	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T1
D.1.1.b).8	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T2
D.1.1.b).9	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T3
D.1.1.b).10	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T4
D.1.1.b).11	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T5
D.1.1.b).12	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T6
D.1.1.b).13	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T7
D.1.1.b).14	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T8
D.1.1.b).15	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T9
D.1.1.b).16	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T10
D.1.1.b).17	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T11
D.1.1.b).18	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T12
D.1.1.b).19	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T13
D.1.1.b).20	ROZVINUTÝ ŘEZ - STOUPACÍ POTRUBÍ T14 A T15
D.1.1.b).21	SCHEMATICKÉ ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
D.1.1.b).22	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

- Technické listy použitých prvků
- Výpočet tepelných ztrát objektu, připojovací výkon jednotlivých bytů