



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ PRO POLYFUNKČNÍ DŮM

USE OF RENEWABLE RESOURCES FOR A MULTIFUNCTIONAL HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matěj Andrš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marian Formánek, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Student: **Bc. Matěj Andrš**
Vedoucí práce: **Ing. Marian Formánek, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Využití obnovitelných zdrojů pro polyfunkční dům

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešení zadaného tématu z oblasti TZB za využití literární rešerše, zpracování variantního technického návrhu řešení zadané části specializace systému TZB a dílčího úkolu ze zadaného tématu řešeného experimentálními nebo teoretickými prostředky, příp. prováděcí projektu.

Cíle a výstupy diplomové práce:

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení (podíl 20 %)

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení (podíl 40 %)

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Dílčí úkol ze zadaného tématu (podíl 40%) zpracovaný teoretickými či experimentálními metodami, příp. prováděcí projekt zadané profese. Konkrétní náplň stanoví vedoucí práce

Seznam doporučené literatury a podklady:

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 15. 3. 2023

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Marian Formánek, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem novostavby polyfunkčního domu. Teoretická část představuje zdroje tepla, kdy se zabývá jejich základními vlastnostmi a jejichmi typy. Výpočtová část popisuje konkrétní návrh vytápění objektu pro rozšířené stavební povolení a návrh jednotlivých dílčích prvků v otopné soustavě. Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo země/voda, kdy bude teplo jímáno ze země pomocí hlubinných vrtů. Vytápění objektu bude podlahovým vytápěním. V technické zprávě jsou poté popsány požadavky na provedení a technické požadavky. V přílohách je poté doložena projektová dokumentace.

Experimentální část diplomové práce se zabývá provozem tepelného čerpadla vzduch/voda, kdy předmětem sledování bylo zjistit, jak funguje tepelné čerpadlo vůči venkovním teplotám k teplotám přívodním. Poté zde byly vyhodnoceny doby provozu jednotlivých částí tepelného čerpadla. Tato část obsahuje grafy a výsledky v nich.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diplomová práce, tepelné čerpadlo, návrh ohřevu teplé vody, dimenzování otopné soustavy, podlahové vytápění, nízkoteplotní otopná soustava.

ABSTRACT

Master thesis deals with the design of a new multifunctional building. The theoretical part introduces heat sources, discussing their basic properties and types.

The computational part describes a specific heating system design for the extended building permit and the design of individual components in the heating system. A ground/water source heat pump is proposed as the heat source, with heat extracted from the ground through deep wells. The building will be heated using underfloor heating. The technical report then outlines the requirements and technical specifications. The project documentation is provided in the attachments.

The experimental part of master thesis focuses on the operation of an air/water heat pump, aiming to investigate how the heat pump performs in relation to outdoor temperatures compared to supply temperatures. The operating times of individual parts of the heat pump were then evaluated. This section includes graphs and the results obtained.

KEYWORDS

Master thesis, heat pump, water heating, dimensioning of heating system, floor heating, low-temperature heating system,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ANDRŠ, Matěj. Využití obnovitelných zdrojů pro polyfunkční dům. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/152776>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Marian Formánek.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚRČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Využití obnovitelných zdrojů pro polyfunkční dům* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2024

Bc. Matěj Andrš
autor

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji celé své rodině a přátelům za podporu a pomoc při zpracování této práce. Velké díky patří také panu Ing. Marianu Formánkovi, Ph.D, který mi poskytl cenné informace a pomoc při řešení problematic týkajících se této diplomové práce.

Obsah:

Úvod.....	10
A – TEORETICKÁ ČÁST.....	11
A.1 ÚVOD + ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ.....	12
A.2 TEPELNÁ ČERPADLA.....	12
A.2.1 Popis tepelného čerpadla	12
A.2.2 Princip tepelného čerpadla.....	13
A.2.3 Druhy tepelných čerpadel	15
A.3 Plynové kotle	24
A.3.1 Klasické plynové kotle.....	25
A.3.2 Nízkoteplotní plynové kotle.....	26
A.3.3 Kotel kondenzační	26
A.4 Kotle na tuhá paliva	28
A.4.1 Prohořivací kotle.....	29
A.4.2 Odhořivací kotel	29
A.4.3 Zplyňovací kotel	30
A.4.4 Automatický kotel.....	31
A.4.5 Kotel pro spalování pelet	32
A.5 Kotle na štěpku	33
A.5.1 Kotle na slámu	34
A.6 Elektrokotel.....	34

B	VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	35
B.1	Analýza objektu	36
B.1.1	Architektonicko – stavební řešení objektu.....	36
B.1.2	Energetická koncepce objektu	38
B.2	Výpočet tepelného výkonu	39
B.2.1	Základní údaje o budově.....	39
B.2.2	Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí	39
B.2.3	Výpočtové vztahy	39
B.3	Energetický štítek obálky budovy.....	47
B.4	Energetický štítek obálky budovy.....	47
B.5	Návrh podlahového vytápění	49
B.5.1	Návrh dimenzování podlahového vytápění	49
B.5.2	Bilance rozdělovače	50
B.5.3	Tepelná bilance	51
B.6	Návrh otopných těles	52
B.7	Příprava teplé vody	53
B.8	Návrh studie zdroje vytápění	56
B.8.1	Tepelné čerpadlo země – voda.....	56
B.8.2	Tepelné čerpadlo vzduch - voda	58
B.8.3	Zvolená varianta	59
B.9	Návrh zdroje tepla.....	60
B.9.1	Klimatická data	60
B.9.2	Určení bodu bivalence	60
B.9.3	Dimenzování zemních vrtů.....	62
B.10	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	63

B.10.1	Regulace a připojení	63
B.10.2	Dimenzování otopné soustavy	64
B.10.3	Návrh oběhového čerpadla	66
B.11	Návrh rozdělovače + sběrače pro rozvody vytápění.....	67
B.12	Filtry.....	67
B.13	Měřiče tepla	68
B.14	Zpětná klapka.....	69
B.15	Tepelná roztažnost potrubí.....	71
B.16	Akumulační nádrž.....	71
B.17	Návrh zabezpečovacího zařízení	72
B.17.1	Návrh expanzní nádoby	72
B.18	Tepelná izolace potrubí.....	75
B.19	Návrh trojcestného ventilu.....	76
B.20	Návrh přepínacího ventilu	77
B.21	Roční spotřeba tepla a paliv.....	77
B.21.1	Vstupní údaje:	77
B.22	TECHNICKÁ ZPRÁVA	78
B.22.1	Celkové řešení.....	78
B.22.2	Vstupní údaje	78
B.22.3	Tepelné ztráty konstrukcí.....	79
B.22.4	Potřeby tepla	79
B.22.5	Zdroj tepla.....	79
B.22.6	Akumulační nádrž.....	80
B.22.7	Ohřev teplé vody.....	80
B.22.8	Otopná soustava.....	80

B.22.9	Zabezpečovací zařízení.....	81
B.22.10	Doplňování systému a úprava vody.....	81
B.22.11	Regulace a měření otopné soustavy.....	82
B.22.12	Izolace potrubí	82
B.22.13	Montáž	82
B.22.14	Zkoušky, uvedení do provozu, předání.....	83
B.22.15	Ochrana zdraví a životního prostředí.....	84
B.22.16	Bezpečnost	84
B.22.17	Požární bezpečnost	84
B.22.18	Návaznost a požadavky na ostatní profese	84
B.22.19	Měření a regulace.....	85
B.22.20	Seznam použitých norem a předpisů	85
C	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	87
C.1	Analýza objektu	88
C.1.1	Údaje o objektu.....	88
C.1.2	Architektonické a konstrukční řešení	88
C.1.3	Technické řešení	90
C.2	Návrh tepelného čerpadla	91
C.3	Teplota přívodního potrubí proti venkovní teplotě.....	94
C.3.1	Porovnání za celý rok	106
C.4	Doby provozu	107
C.4.1	Doba provozu kompresoru.....	107
C.4.2	Doba ohřevu pro vytápění.....	108
C.4.3	Doba pro ohřev teplé vody.....	109
C.4.4	Porovnání pro ohřev pro vytápění a pro ohřev teplé vody	109

C.4.5	Doba pomocného ohřevu	110
C.4.6	Celkové doby provozu v grafu.....	112
C.5	Hodnocení.....	113
D	Zdroje.....	114
E	Seznam výkresů	123
F	Přílohy.....	124
1.	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U KONTRUKCÍ.....	125
2.	TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM A VĚTRÁNÍM.....	127
3.	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ.....	139
4.	DIMENZOVÁNÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	145

Úvod

Diplomová práce se zabývá návrhem tepelného čerpadla v systému vytápění polyfunkčního domu. Práce je rozdělena do tří částí.

ČÁST A – Teoretická část. V teoretické části jsou rozděleny zdroje tepla a jejich popisy, typy, účinnosti.

ČÁST B – Výpočtová část. Ve výpočtové části je zpracován projekt vytápění objektu pro rozšířené stavební povolení. Tato část bude obsahovat technickou zprávu, výpočtem doložené dimenze a návrh nejlépe možného řešení pro zadanou budovu.

ČÁST C – Experimentální část. V experimentální části jsme z dat z roku 2022 tepelného čerpadla země – voda zjišťovali, jak tepelné čerpadlo funguje vůči venkovním teplotám na daný objekt, kde je tepelné čerpadlo nainstalováno.

A – TEORETICKÁ ČÁST

TYPY ZDROJŮ TEPLA A JEJICH ROZDĚLENÍ

A.1 ÚVOD + ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

Zdroje tepla řadíme mezi hlavní části systému vytápění a pro ohřev vody v objektech. Tyto zařízení nám slouží k výrobě tepla, které je poté distribuováno do otopného systému.

Při výběru zdroje tepla je důležité si všimnout mnoha aspektů, ať už jsou to základní výhody a nevýhody zdroje tepla (např. obsluha kotle) nebo teplotní spád, který bude potřebovat daná soustava. Z hlediska ekonomického se určitě musíme bavit i o ceně daného zdroje nebo náhradních dílů, které u plynových kotlů mohou být výměníky tepla, nebo u tepelných čerpadel např. kompresory. V dnešní době je hodně řešena kvalita ovzduší a kladen důraz na emise, proto se přihlíží při návrhu i k tomuto faktoru.

Nejčastěji používané zdroje pro vytápění a ohřev teplé vody patří:

- Tepelná čerpadla
- Plynové kotle
- Kotle na tuhá paliva
- Elektrokotle

A.2 TEPELNÁ ČERPADLA

A.2.1 Popis tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je energetické zařízení, které za pomoci elektrické energie dokáže měnit nízkopotenciální teplo na teplo s vyšší energetickou hladinou, které lze použít pro vytápění budov, ohřev teplé vody či bazénové vody. Využití nachází i jako zdroj chladu při chlazení objektu.

Tepelné čerpadlo řadíme mezi alternativní zdroje obnovitelné energie. Tepelné čerpadlo se obvykle skládá ze dvou dílů, tou jsou většinou venkovní jednotka a vnitřní jednotka. Venkovní jednotka (blok) nám získává teplo z venkovního prostředí (země, vzduch, voda), které je poté dovedeno potrubím do vnitřní jednotky. Vnitřní jednotka (nástěnná nebo stacionární) bývá většinou na první pohled nerozeznatelná od kotle kondenzačních nebo elektrokotlů.

Pokud se budeme bavit o výhodách tepelného čerpadla, tak určitě můžeme při správném návrhu počítat s finanční úsporou, avšak při nesprávném návrhu nám může

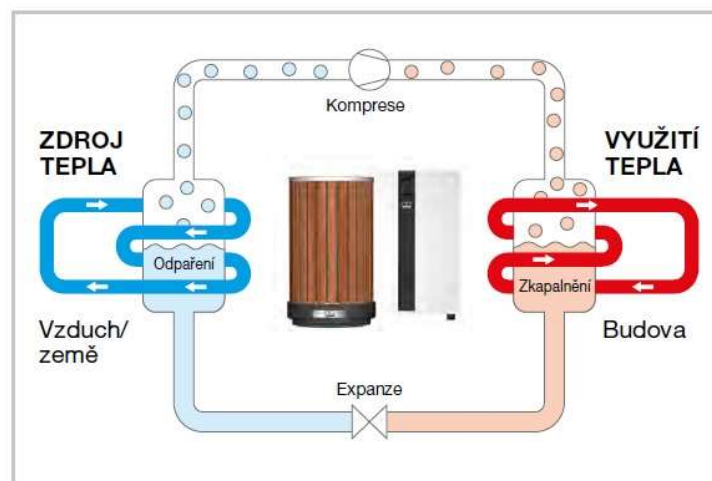
tepelné čerpadlo fungovat jako „drahý elektrokotel“, kdy nevyužijeme v podstatě skoro žádnou energii z obnovitelných zdrojů, ale budeme používat k ohřevu energii elektrickou.

Při výběru tepelné čerpadla je potřeba si zvolit, jakou obnovitelný zdroj energie máme v plánu využívat. Ať už je to teplo ze zemních vrtů, plošných zemních kolektorů, z venkovního vzduchu nebo z podzemních vod, od toho se poté odvíjí pořizovací cena tepelného čerpadla s ostatními komponenty.

Pro tepelná čerpadla je vždy potřeba uvažovat s případným pravidelným servisem, kdy při nefunkčnosti jakékoliv součásti tepelného čerpadla budeme potřebovat odborníka. V dnešní době je velká výhoda vzdálených přístupů, kdy se servisní technik může podívat na funkci tepelného čerpadla přes internet a zjistit různé závady, popř. je vyřešit.

A.2.2 Princip tepelného čerpadla

Princip a fungování tepelného čerpadla vychází z druhé termodynamické věty, kdy tepelné čerpadlo funguje na principu přenosu tepla z venkovního prostředí (země, vzduch, voda) a převádí jej díky komponentům uvnitř tepelného čerpadla na vyšší teplotní hladinu, která je poté využívána pro ohřev teplé vody a vytápění. [1]



Obrázek 1: Princip a funkce tepelného čerpadla [5]

Základní komponenty tepelného čerpadla:

- Výparník
- Kompresor
- Kondenzátor
- Expanzní ventil

Výparník: Výparník bývá často zhotoven buď jako letovaná deska nebo jako trubkový žebrovaný (měděný, hliníkový) a je klíčovým komponentem tepelného čerpadla, kde dochází k vstřebávání tepla z okolního prostředí a přeměně pracovního média (často chladiva) z kapalného stavu na páru. Mezi často používané chladivo zde patří R134a, R512a, R407C, R404A a jiné.

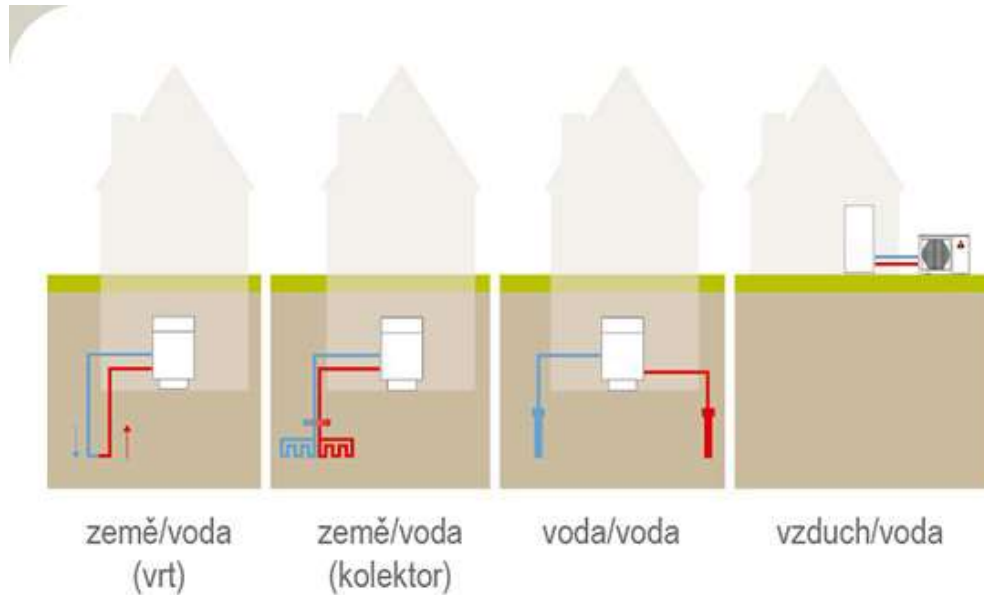
Kompresor: Kompresor nám prudce stlačí plyn a díky fyzikálnímu jevu komprese nám tímto zvýší tlakem jeho teplotu. Díky tomuto fyzikálnímu jevu jsme schopni se dostat až na 80 °C, avšak tohle je ovlivněno druhem chladiva. [2]

Kondenzátor: Stlačené páry nám zde vstupují do výměníku kondenzátoru, ve kterém nám proudí otopná voda. Ohřevem otopné vody prouděním přes výměník zároveň probíhá ochlazování chladiva, které v ten moment začne kondenzovat zpět do kapalného skupenství. Mluvíme zde hlavně o skupenském teple, které vzniká kondenzací páry na kapalinu a díky tomu je topný výkon mnohonásobně vyšší. [2,3]

Expanzní ventil: Slouží nám jako redukční ventil. Tudy nám proudí zkondenzované chladivo zpět do výparníku, kde je přes trysku nastříkáváno zpět na výparník. Zde je tlak chladiva snížen na požadovanou hodnotu, tím pádem zde nastává další pokles teploty. [4]

A.2.3 Druhy tepelných čerpadel

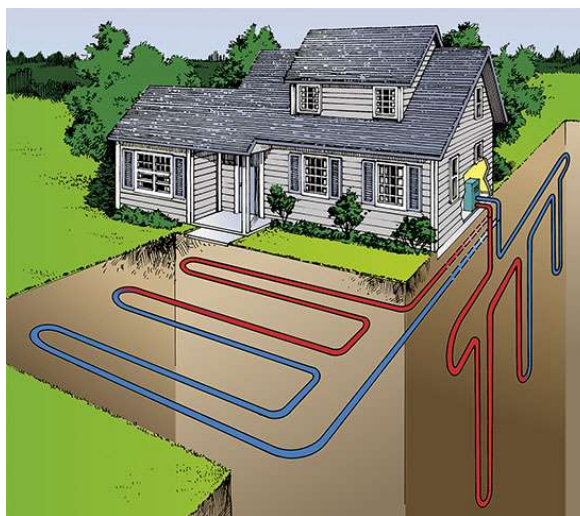
Druh tepelných čerpadel je ovlivněn tím, odkud odebírá energii (z jakého prostředí) a do jakého média poté teplo předává.



Obrázek 2: Druhy tepelných čerpadel [6]

A.2.3.1.1 Tepelné čerpadlo země – voda

Tepelné čerpadlo země – voda funguje na principu jímání tepelné energie ze země. Teplo získáváme buď hloubkovými vrty nebo zemními plošnými kolektory. [7]



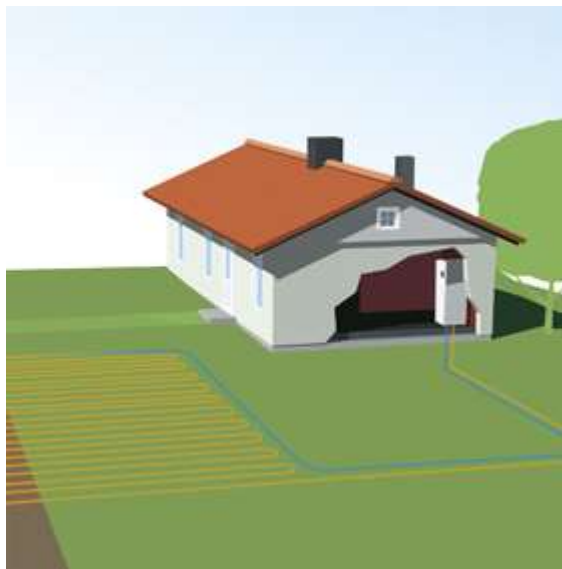
Obrázek 3: Tepelné čerpadlo země - voda [9]

A.2.3.1.2 Tepelné čerpadlo země – voda: Jímání tepla pomocí plošného zemního kolektoru

Provedení tohoto typu tepelného čerpadla je hlavně určený pro domy s velkou okolní plochou pozemku, protože zemní kolektor využívá teplo ze země, kdy odebírá její energii z venkovní plochy. Energie je zde akumulována hlavně z energie ze slunce, z deště a z podzemních vod. Z části by se dalo o zemním kolektoru mluvit jako o velkém solárním kolektoru s hliněným akumulátorem. Čím více je v půdě minerálů, vody a méně vzduchových pórů, tím se nám navyšuje tepelná vodivost

zeminy a tím i její akumulční schopnost. [7,8]

Potrubí bývá uloženo v hloubce okolo 1,2 – 1,5 m, kdy minimální osová vzdálenost mezi potrubím musí být 0,8m. Pro každou větev napojenou do rozdělovače je limitní délka 120m. Optimální délka však bývá okolo 100m. Pro správnou funkci zemního plošného kolektoru je potřeba zajistit, aby se nad potrubím nenacházela žádná zeleň s hlubším prorůstáním kořenů. Jakmile navrhne na danou plochu zemní kolektor, tak už na této ploše nic nepostavíme (garáž, přístřešek, bazén atd.). Obecně se dá říct, že na 1kW tepelné ztráty objektu budeme potřebovat cca 50 m². [11]



Obrázek 4: Plošný zemní kolektor [11]

Výhody:

- Nižší pořizovací náklady
- Pro povolení (do 20 kW) stačí jen ohláška na stavební úřad
- O 1/3 menší spotřeba elektrické energie, než u tepelných čerpadel, které jímají teplo ze vzduchu
- Při správném návrhu dlouhá životnost plošného kolektoru

Nevýhody:

- Velká náročnost na plochu pro položení zemního plošného kolektoru
- Dopředu dané rozmístění objektů na parcele, aby nedošlo k omezení kolektorů
- Zemina musí umožňovat provedení výkopů do potřebné hloubky.

A.2.3.1.3 Tepelné čerpadlo země – voda: Jímání tepla hloubkového vrtu

Tepelná čerpadla ve spojení s hloubkovými vrty jsou asi nejefektivnějším způsobem vytápění a chlazení rodinných domů. Přes zimu levně vytápí a přes léto můžou chladit. Teplota ve vrtech bývá zpravidla v rozmezí okolo 9 – 13 °C, to však záleží na typu podloží. Vrty jsou zpravidla hluboké okolo 100 – 250 m. Průměr vrtu bývá o průměru 145 – 220 mm. Měli bychom vždy myslet na to, abychom jen z vrtů neodebírali teplo, ale abychom jej tam i vraceli. Proto v létě můžeme vrty používat až už k pasivnímu nebo aktivnímu chlazení. [10]



Obrázek 5: Hloubkový vrt [12]

Výhody:

- Stabilní výkon a vysoký topný faktor i při extrémně nízkých venkovních teplotách.
- O 1/3 menší spotřeba elektrické energie, než u tepelných čerpadel, které jímají teplo ze vzduchu
- Využití vrtu i pro chlazení domu (pasivní nebo aktivní).
- Dlouhá životnost tepelného čerpadla i vrtu, při správném návrhu

Nevýhody:

- Vysoké pořizovací náklady
- Nutnost vyřízení stavebního povolení pro vrty

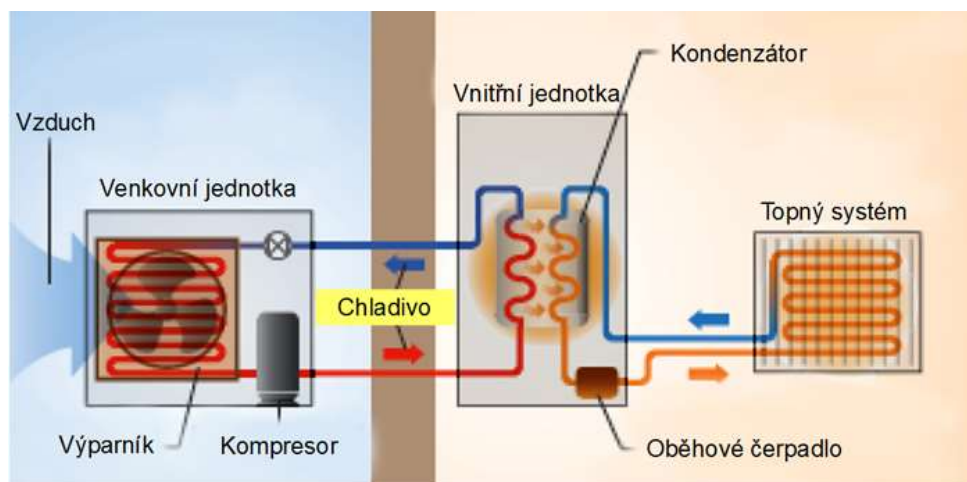
A.2.3.1.4 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

V dnešní době nejrozšířenější typ tepelného čerpadla díky jeho pořizovacím nákladům, ekologii a jednoduchosti montáže, kdy nejsou potřeba žádné speciální povolení pro umístění tepelného čerpadla. Jediné kritérium, které musí být dodrženo, je dodržení hlukových limitů a vibrací do okolí.

Tepelné čerpadlo vzduch – voda využívá jako zdroj tepla vzduch z okolí, kdy okolní vzduch je nasávaný ventilátorem do výparníku, kde se energie ze vzduchu mění na energii tepelnou. Vzduch, který byl ve výparníku ochlazen je poté odváděn pryč z jednotky. [13,14]

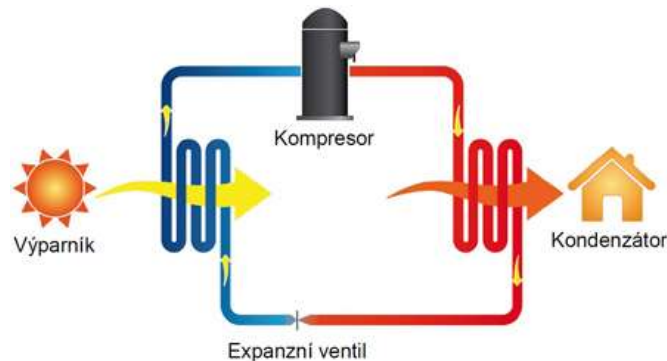
U tepelných čerpadel vzduch – voda dělíme TČ na 2 typy: Split a monoblok.

Split: Provedení split je rozděleno na 2 části. Jedna část je venkovní jednotka a druhá část je vnitřní jednotka. Venkovní a vnitřní jednotka je propojena chladivem. Tepelné čerpadlo vzduch - voda odebírá teplo z venkovního prostředí a ve výparníku ho předá chladivu. Díky vyšší teplotě vzduchu se chladivo ve výparníku vypaří a vzniklé páry jsou nasávány kompresorem. [14]



Obrázek 6: Tepelné čerpadlo v provedení split [14]

Monoblok: tepelné čerpadlo má uzavřený chladivový okruh, který je jen ve venkovní jednotce a propojení mezi venkovní a vnitřní částí je pomocí potrubí s otopnou vodou. [15]



Obrázek 7: Tepelné čerpadlo v provedení monoblok [15]

Výhody:

- Jednoduchá instalace, bez nároků na velikost pozemku.
- Nižší investiční náklady v porovnání s tepelnými čerpadly země/voda.
- Snadné využití pro chlazení v letním období.
- Nízké provozní náklady v porovnání s elektrickým nebo plynovým vytápěním.
- Bezúdržbové a bezpracné vytápění

Nevýhody:

- přibližně o 1/3 vyšší spotřeba elektřiny než u tepelných čerpadel země/voda
- Možné problémy s hlučností venkovní jednotky.
- Snížený výkon a výstupní teplota topné vody při nízkých venkovních teplotách.
- Kratší životnost kompresoru než u tepelných čerpadel země/voda.

A.2.3.1.5 Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch

Tepelná čerpadla vzduch – vzduch jsou postaveny na podobném principu jako tepelné čerpadlo vzduch – voda, kdy změna je pouze v distribuci tepla. Zatímco u jiných čerpadel je teplo distribuováno vodou do objektu, tak zde je distribuováno vzduchem do objektu. Vzduch je ohříván přímo vzduchem, takže můžeme dosahovat vyšších topných faktorů než ostatní typy tepelných čerpadel. [16]

Hlavní výhodu vidíme v tom, že dokážeme vzduch i upravovat, ať už vlhčit nebo ionizovat, tím se nám ale budou zvyšovat náklady na provoz objektu. Hlavní nevýhodou je však to, že tento typ tepelného čerpadla nedokáže ohřívat teplou vodu. Je využíváno primárně pro místnosti s vyšším objemem vzduchu. [16,17]



Obrázek 8: Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch [15]

Výhody:

- Rychlá a jednoduchá instalace
- Možnost funkce chlazení
- Lze využít úpravy vzduchu

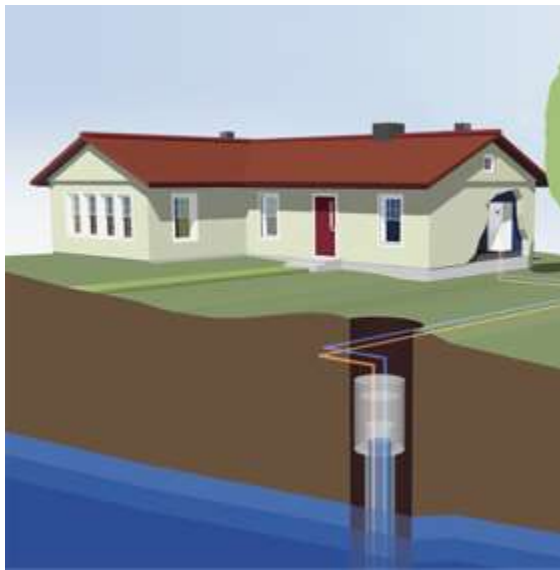
Nevýhody:

- Nelze napojit neomezený počet vnitřních jednotek
- Hlučnost ventilátoru při vysokých otáčkách
- Nelze ohřívat teplou vodu

A.2.3.1.6 Tepelné čerpadlo voda – voda: Jímání tepla ze studny

Podobný princip jako u tepelného čerpadla země – voda, akorát je zde teplo jímáno ze spodní nebo geotermální vody a ne ze země, po ochlazení je voda opět vrácena zpět. Nahromaděná voda je většinou shromážděna ve studně, odkud poté cestuje do výměníku tepelného čerpadla. [5,18]

Servis tohoto typu tepelného čerpadla je asi nejnáročnější ze všech typů, protože zde musíme zohledňovat životnost a čištění filtrů, aby se nám nezanášelo tepelné čerpadlo a tím by se mohl omezit jeho provoz. [18]



Obrázek 9: Tepelné čerpadlo voda – voda :studny [18]

Výhody:

- Dosahuje nejvyšších topných faktorů
- Zpětné využití odpadního tepla v technologických procesech
- Nižší nároky na prostor než u tepelného čerpadla země – voda

Nevýhody:

- Vyšší náročnost na údržbu
- Možnost využití jen v lokalitách s dostatkem vody

A.2.3.1.7 Tepelné čerpadlo voda – voda: Jímání tepla z plochy

Tepelné čerpadlo odebírající teplo z vodní plochy. Na dně rybníka, řeky nebo jiné vodní plochy jsou uloženy plastové hadice naplněné nemrznoucí směsí, které přenášejí teplo mezi vodou a tepelným čerpadlem. [19]



Obrázek 10: Tepelné čerpadlo voda – voda: vodní plocha [19]

Výhody:

- Bezhluché a bezúdržbové řešení
- Dlouhá životnost tepelného čerpadla a kolektoru
- Nízké provozní náklady

Nevýhody:

- Vhodné pouze pro objekty ležící v těsné blízkosti vodní plochy.
- Nutnost získání povolení od správce povodí

A.3 Plynové kotle

Plynový kotel je druh topného kotle, v němž se spalováním plyných paliv vyvíjí teplo, kterým se ohřívá teplotonosná látka, která je poté pomocí oběhového čerpadla rozváděna do potrubí. [20]

Plynové kotle jsou vhodné pro domácnosti i pro jiné rozsáhlejší budovy. Jejich výhodou je schopnost úsporně vytápět zvolený prostor a také úsporně ohřívat vodu. Vytápění plynovým kotlem patří k ekologickému a efektivnímu způsobu vytápění, hlavně díky vysoké výhřevnosti plynu. [20]

Pokud plynový kotel dostane požadavek (z většiny přes pokojový termostat), že klesla v místnosti požadovaná teplota, poté začne ohřívat otopnou vodu. Výhodou plynových kotlů je to, že díky řídicím jednotkám mohou jet v plně automatickém režimu.

Výhody:

- Velmi dobrá regulovatelnost výkonu zdroje
- Čistý plně automatický provoz
- Tichý provoz
- Minimální ekologický dopad
- Nízký nárok na prostory [22]

Nevýhody:

- Nutnost instalace zásobníku při topení zkapalněným plynem nebo nemožnosti zřízení plynové přípojky
- Vyšší pořizovací cena kondenzačního plynového kotle
- Kotel musí mít samostatný komín pro odtah spalin [23]

Rozdělení plynových kotlů:

Podle způsobu umístění kotle:

- Stacionární
- Závěsné

Podle tlaku zemního plynu:

- Nízkotlaké (s přetlakem zemního plynu do 5 kPa)
- Středotlaké (s přetlakem zemního plynu 5 až 400 kPa)

Dle způsobu provozu:

- Klasický
- Kondenzační
- Nízkoteplotní

Dle typu hořáku:

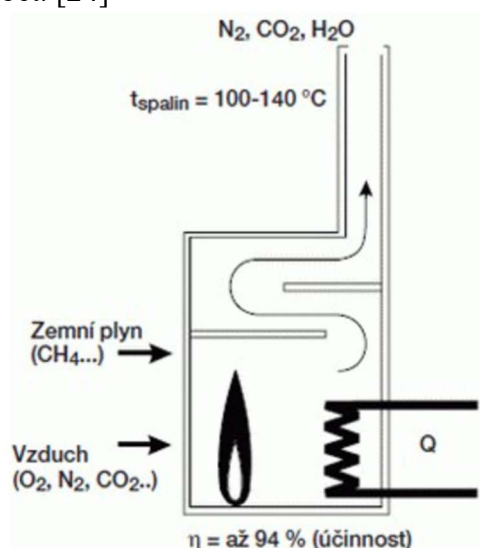
- Atmosférické (injekční)
- S nuceným přívodem spalovacího vzduchu (turbo kotle)

Dle typu spalování:

- Konvekční (klasický)
- Kondenzační

A.3.1 Klasické plynové kotle

Klasické plynové kotle bývají označovány také jako konvenční či standardní. Tento typ kotlů už se moc v praxi nevyskytuje, protože nevyhoví novým legislativám a od roku 2015 je zakázáno je vyrábět. [24]



Obrázek 11: Klasický plynový kotel – konvenční ohřev [25]

Účinnost těchto kotlů bývá do 94 %, kdy spaliny jsou odváděny přímo do komína. Teplota spalin bývá v rozmezí mezi 130 - 180 °C. [24,25]

A.3.2 Nízkoteplotní plynové kotle

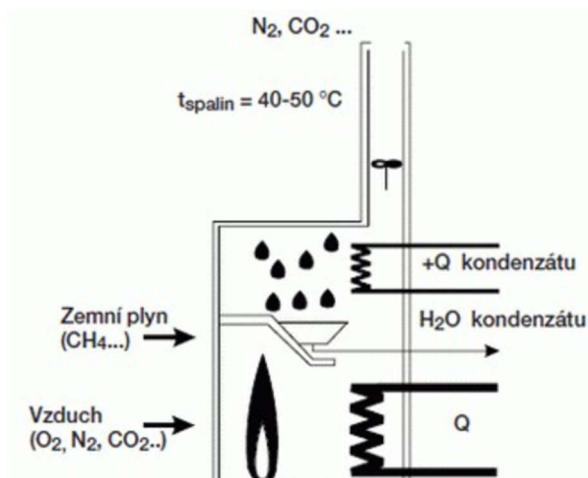
V dnešní době je tento typ kotle standartním zdrojem tepla. Jsou vhodné pro otopné systémy, které pracují s vyššími teplotními spády. Nejvyšší z nich dosahují normovaného stupně využití až 93 %, což znamená ve srovnání s kotli starší konstrukce úsporu téměř 20 %. Moderní nízkoteplotní kotle ve stacionární verzi se vyznačují mimořádnou spolehlivostí provozu, silnou tepelnou izolací a ty nejlepší i vyspělou digitální regulační technikou. Ta umožňuje vyšší efekt šetření primární energie. [26]

Výkony těchto kotlů se pohybují mezi 10 až 30 kW. Na rozdíl od stacionárních disponují hořáky s modulovaným výkonem, čímž kompenzují menší tepelnou setrvačnost a menší vodní objem. Svými rozměry šetří nejen místo, ale mají v sobě zabudované i bohaté příslušenství, například oběhové čerpadlo, přepínací ventil na ohřev pitné vody či expanzní nádobu. Řídící centrum zaručuje automatický provoz při vysokém využití. [26]

Teplota spalin je podstatně nižší oproti kotlům klasické konstrukce, kdy se zde bavíme o teplotě 130 °C.

A.3.3 Kotel kondenzační

Kondenzační plynové kotle kromě tepla vzniklého prostým spalováním plynu dokážou využít i energii z kondenzace vodní páry, která při hoření plynu vzniká.

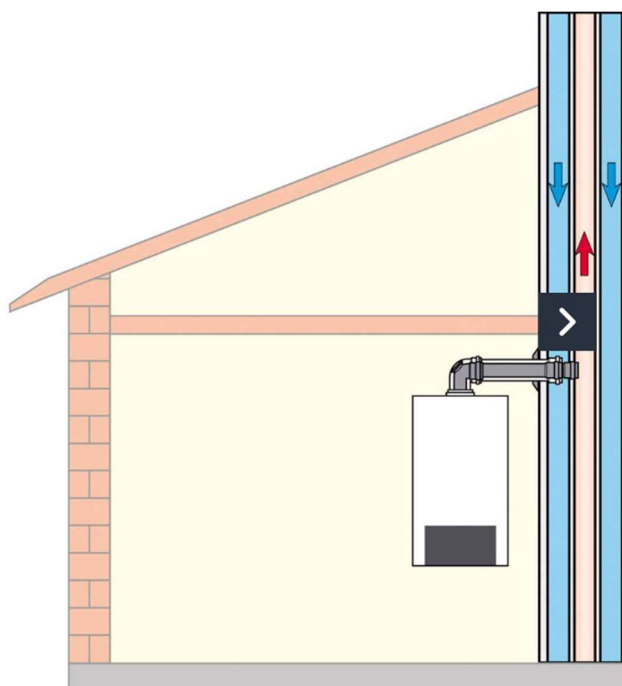


Obrázek 12: Kondenzační kotel – kondenzační ohřev [25]

Účinnosti těchto typů kotlů bývá dle technických listů výrobců 103 – 107 %.

Nejlépe funguje kondenzační kotel při nízkých teplotách v otopné soustavě, proto je ideální jeho kombinace s nízkoteplotním podlahovým vytápěním, protože radiátory by musely mít velké výhřevné plochy. Čím nižší teplota, tím vyšší účinnost kotle, proto operujeme zde s maximálním teplotním spádem 50/40 °C. Čím vyšší teplotu na výstupu nastavíme, tím nižší má kotel nad touto teplotou nižší účinnost.

Z hlediska odvodu spalin má kotel koaxiální odkouření, kdy vzduch nasává vzduch jedním potrubím a vyfukuje spaliny druhým potrubím.



Obrázek 13: Odtah spalin [27]

Proces kondenzace u kondenzačních kotlů:

Proces kondenzace probíhá ve speciálním výměníku, který je vyroben ze slitin hliníku. Spalinová část tvoří stejnou funkci jako u kotlů klasických, změna je zde hlavně v části kondenzační, ve které se nám ochlazují spaliny.

Při spalování zemního plynu (metanu CH_4) nebo propanu (C_3H_8) vzniká určité množství vody. Hořením dochází k jejímu ohřevu. Ta pak v podobě vodní páry spolu s oxidem uhličitým tvoří spaliny hoření a odchází. Tepelné spaliny s sebou nesou část

skryté tepelné energie, tzv. latentní teplo. Pokud tyto spaliny ochladíme pod teplotu jejich rosného bodu, dojde ke změně skupenství - kondenzaci obsažené vodní páry a k následnému uvolnění tohoto tepla. V kondenzačním kotli se takto uvolněná energie pomocí výměníku využívá k předehřevu vratné vody. [28]

A.4 Kotle na tuhá paliva

Kotle na tuhá paliva jsou kotle, které spalují palivo v pevném skupenství. Mezi paliva těchto kotlů patří: palivové dřevko, černé a hnědé uhlí, brikety, koks, štěpky, sláma, lignit. Typů kotlů máme mnoho, ať už jsou to kotle řízeny automatickým přikládáním nebo ručním přikládáním paliva, nebo kotle dle jejich typu konstrukce (odhořivací, prohořivací).

Důležité u těchto kotlů je, jak dobře dokážou spalovat paliva, tím se určí emisní třída kotle. V dnešní době se montují kotle s co nejvyšší emisní třídou, protože u těchto kotlů víme, že je palivo správně spalováno a neznečišťuje tolik ovzduší.

Dle použitého materiálu dělíme kotle na:

- Litinové
- Ocelové
- Kombinace materiálu

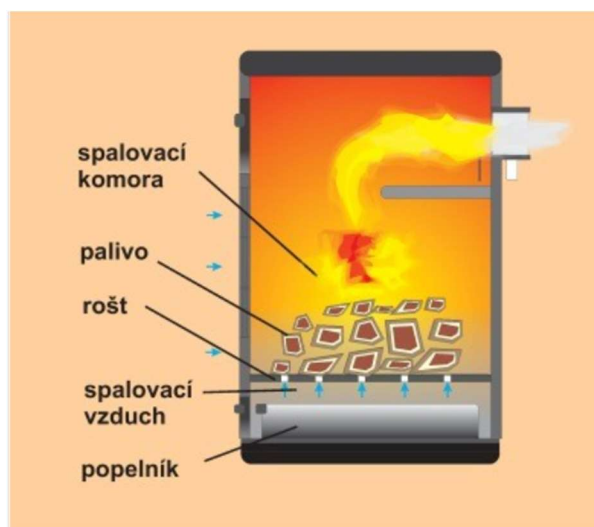
Emisní třídy kotlů:

Emisní třídy kotlů se objevily v roce 2000. Do té doby žádné podobné označení neexistovalo. Kotle vyrobené dříve proto nemají přidělenou emisní třídu. Provoz těchto modelů musí být také ukončen nejpozději do začátku září 2024. [29]

Emisní třída vyjadřuje, jaké množství škodlivých emisí kotel vypouští. Rozlišuje se celkem 6 emisních tříd. Rozdělení vychází z hodnocení účinnosti a emisí dle normy ČSN EN 3035:2012. Tato norma na základě měření množství emisí při jmenovitém výkonu 100 % a 30 % určuje zařazení kotle do příslušné třídy. Kotle bez emisní třídy produkují nejvyšší množství emisí a zároveň dosahují nejnižší účinnosti. Naopak zařazení do 5. emisní třídy značí ekologický kotel. [29]

A.4.1 Prohořivací kotle

Primární spalovací vzduch přichází k základní vrstvě ze spodu, přes rošt, na kterém základní vrstva leží a následně společně se vzniklými spalinami prochází celou vrstvou paliva. Částečná regulace výkonu probíhá termostatickým regulátorem tahu (ovládání klapky přívodu primárního spalovacího vzduchu). Komínový tah výrazně ovlivňuje spalovací proces. Materiál, ze kterého jsou kotle vyráběny, je obvykle litina. [30]



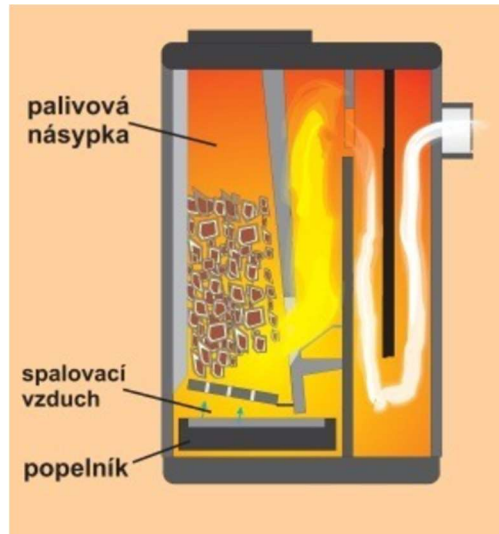
Obrázek 14: Prohořivací kotel [30]

Jedná se o nejstarší a nejjednodušší kotle, kdy jejich účinnost je někde okolo 50 – 60% a musí se často přikládat.

A.4.2 Odhořivací kotel

Z paliva, umístěného v násypce, je postupně uvolňována prchavá hořlavina, která odchází do spalovací komory, což napomáhá jejímu kvalitnějšímu vyhoření ve srovnání s výše uvedeným prohořivacím kotlem. Plamen ze spalovací komory směřuje do zadní části kotle. Průběh spalování je u tohoto typu kotle plynulejší, než u kotle prohořivacího díky postupnému sesypávání paliva na rošt, kde dochází k samotnému hoření. Interval přikládání je podobný jako u prohořivacích kotlů. Částečná regulace výkonu probíhá

termostatickým regulátorem tahu (ovládání klapky přívodu primárního spalovacího vzduchu). Komínový tah výrazně ovlivňuje spalovací proces. [30]

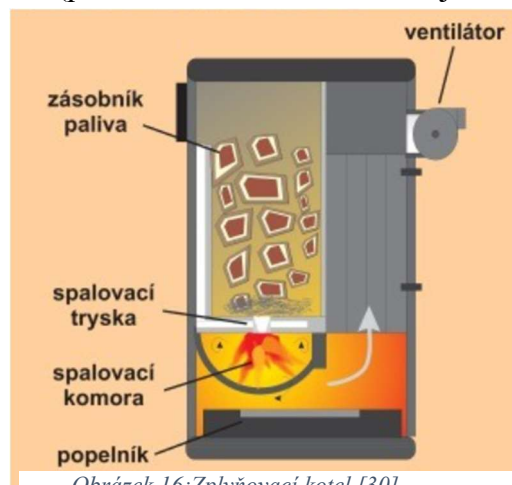


Obrázek 15: Odbořivací kotel [30]

Účinnost těchto kotlů bývá 55 – 75%.

A.4.3 Zplyňovací kotel

Někdy také bývá nazývána jako: pyrolýzní, dřevozplyňující, pyrolický. tento typ kotle převádí problematiku spalování tuhých paliv na problematiku spalování plynu. V zásobníku paliva kotle dochází k uvolňování prchavé hořlaviny (suché dřevo jí obsahuje více než 70 %). Uvolněná prchavá hořlavina prochází skrz trysku do spalovací komory. Spalovací vzduch je většinou přiváděn do trysky, i do zásobníku paliva nuceně pomocí spalínového ventilátoru (poměrné množství vzduchu jdoucí do trysky a do zásobníku



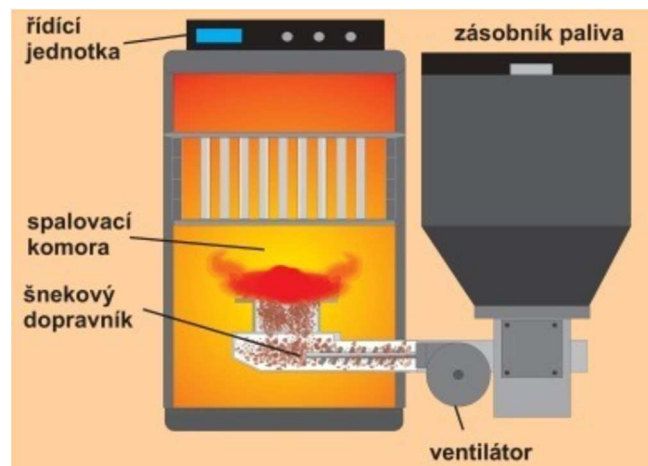
Obrázek 16: Zplyňovací kotel [30]

paliva lze měnit). Tento konstrukční prvek zmenšuje vliv komínového tahu na kvalitu spalování. [30]

Účinnost těchto kotlů bývá 60 - 85%.

A.4.4 Automatický kotel

Pokud je kotel správně provozován, jedná se o nejkomfortnější a nejekologičtější spalovací zařízení na tuhá paliva. Tyto výhody jsou doprovázeny složitějším technickým řešením a vyšší pořizovací cenou. Jedná se o zařízení, u nichž je zásobník paliva, na rozdíl od výše uvedených typů kotlů, umístěn mimo těleso kotle. Dopravník (šnek, skluz apod.) dodává do hořáku pouze potřebné množství paliva, což má pozitivní dopad na provozní parametry kotle (emise, účinnost, životnost). Periodu přikládání paliva je možno prodloužit instalací externího zásobníku paliva s dalším podavačem, který umožní prodloužit čas dosypávání paliva až na několik měsíců (používané zejména u kotlů na dřevní pelety, nebo štěpku). V ČR je v automatických kotlích spalováno hlavně hnědé uhlí (ořech 2) a pelety (většinou dřevní). Černé uhlí a štěpka jsou pro dané výkony používány omezeně. [30]



Obrázek 17: Automatický kotel [30]

Účinnost těchto kotlů bývá 75 - 90%.

A.4.5 Kotel pro spalování pelet

Kotel pro spalování pelet může fungovat na plně automatickém režimu, kdy je palivo samočinně dodáváno šnekem ze zásobníku pelet přímo k hořáku. Musíme však zajistit, aby v zásobnících nedošly pelety.

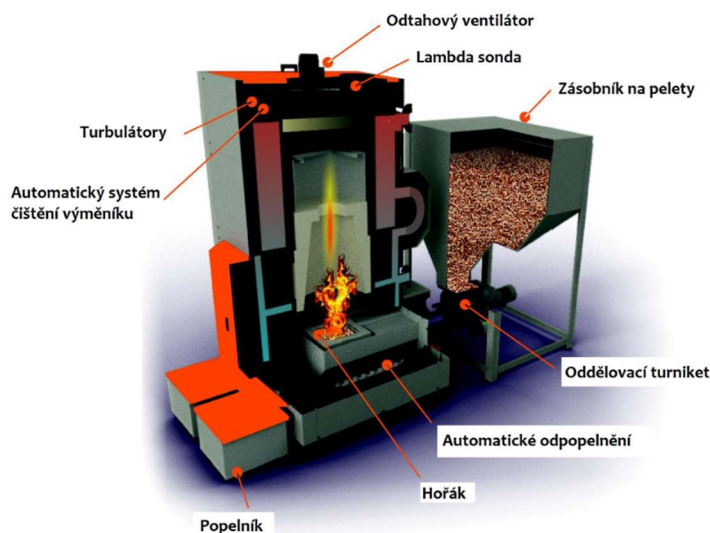
Pelety musí být suché, proto se klade důraz na jejich skladování. Musíme je skladovat:

- V textilních velkoobjemových zásobnících
- V místnostech k tomu určených
- Ve skladu v pytlích (na paletách) pro ruční doplňování do zásobníku

Integrovaný zásobník u kotle

Pokud máme pelety v pytlích, je potřeba je doplňovat ručně do zásobníku. Pytle máme umístěny tak, abychom je mohli dostat jednoduše a rychle do zásobníku a nebyl mokré, to by nám poté nemuselo správně hořet a snižovala by se účinnost kotle.

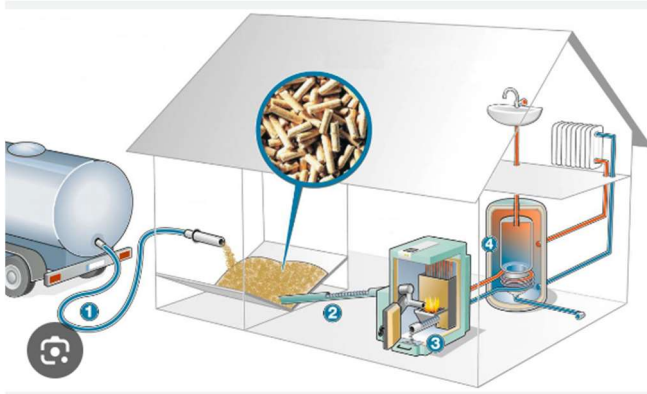
Tento typ je nejrozšířenější u rodinných baráků, kdy pořizovací náklady nejsou tak vysoké.



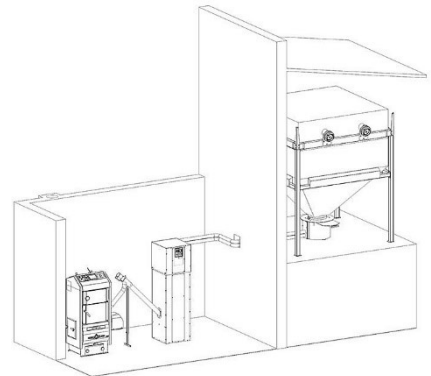
Obrázek 18: Kotel na pelety [31]

Externí zásobník pro kotel – sklady, textilní

Kotle, které nemají zásobník u kotle, tak musí mít zásobník externí, ze kterého jsou přiváděny pelety přímo do kotle nebo do zásobníku u kotle. Využívá se zde pro dopravu ke kotli buď šnekový dopravník nebo pneumatická doprava.



Obrázek 19:Externí zásobník - místnost [32]



Obrázek 20:Externí zásobník - textilní [33]

A.5 Kotle na štěpku

Štěpka vzniká mnoha způsoby. Buď cíleným vysazováním dřevin nebo jako odpad při zpracování dřeva. Jako vhodné dřeviny, které se vysazují na štěpku jsou: topoly, vrby, lípy, jeřáby.

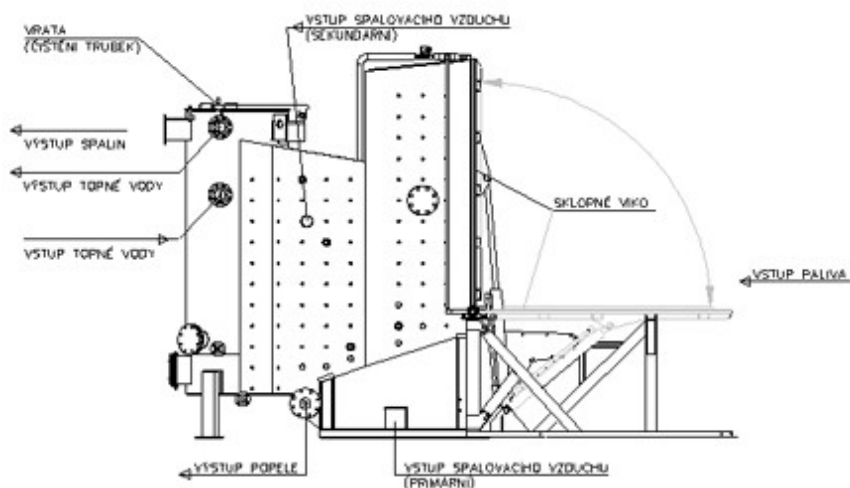
Kotelny na štěpku jsou vhodné spíše pro CZT a velké výkony, protože jsou potřeba velké sklady na štěpku, ze kterých jsou poté dopravovány do kotle buď pásovým nebo šnekovým dopravníkem.



Obrázek 21:Kotel na štěpku [34]

A.5.1 Kotle na slámu

Slámu řadíme mezi poměrně levné biopalivo, které je dodáváno převážně ve formě velkých balíků. Sláma bývá obvykle obilná nebo řepková. Kotle nejsou určeny pro vytápění rodinných domů, ale větších objektů (ať už CZT nebo obecní výtopny). Výhodou tohoto kotle může být to, že jako palivo můžeme kombinovat se štěpkou, pilinami nebo peletami.



Obrázek 22: Kotel na spalování balíků slámy [35]

A.6 Elektrokotel

Tento způsob vytápění patří mezi ty nejdražší. Pokud budeme používat elektrokotel jako primární zdroj energie na velký objekt, tak se nám tento typ vytápění výrazně prodraží. Větší význam tento zdroj tepla dostává, pokud jej budeme instalovat například s fotovoltaikou.

Vytápění elektrokotlem dostává nejlepší význam u kanceláří, menších rodinných domů, bytových jednotek objektů. Elektrokotel nám může sloužit i na přípravu teplé vody, avšak spíše je často využíván jako sekundární zdroj např. ke kotli na tuhá paliva nebo jako záložní zdroj. Při dnešních cenách energií se lidé snaží sáhnout po jiných variantách vytápění, jako je tepelné čerpadlo, které mívá v sobě často topnou patronu.

Elektrokotle dělíme na 2 druhy:

- S průtokovým ohřevem
- Se zabudovaným zásobníkem

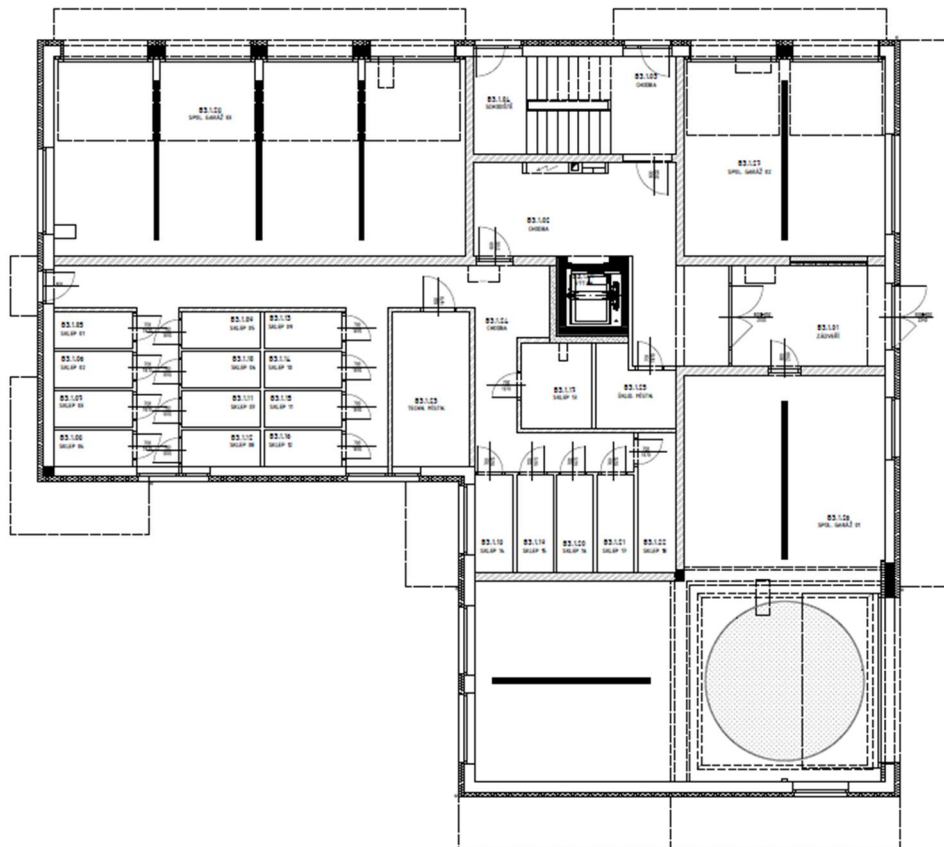
B VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Analýza objektu

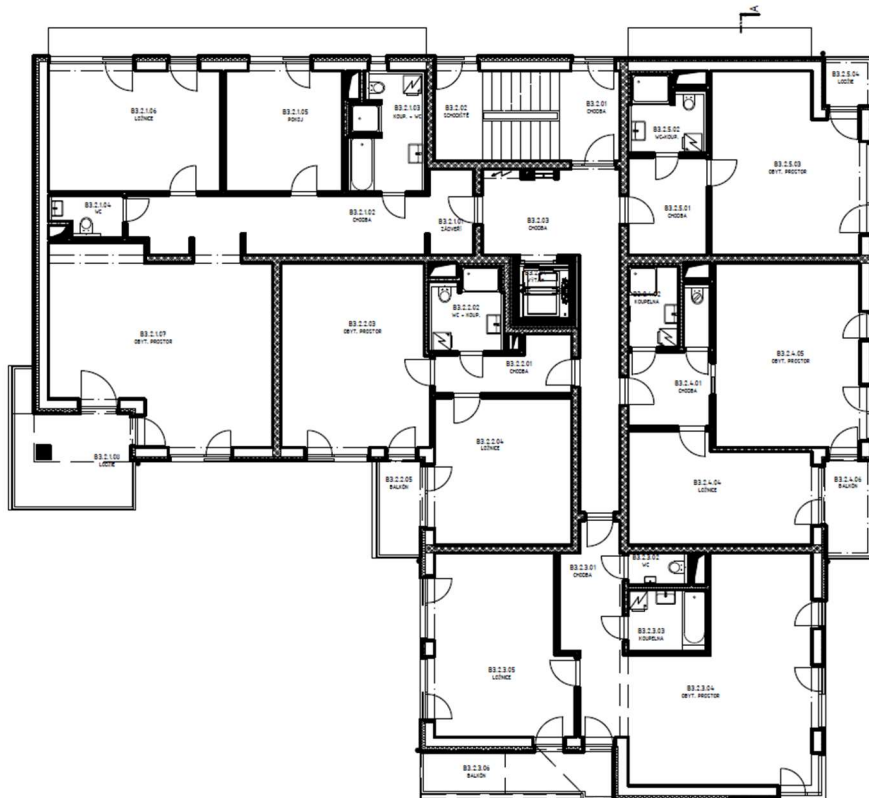
Polyfunkční objekt se nachází ve městě Kroměříž, na ulici Velehradská, které leží v katastrálním území Kroměříž. Jedná se o novostavbu, ve kterém se v 2.NP nachází prostor kanceláří, zbytek patra a objektu je využívám k bydlení.

B.1.1 Architektonicko – stavební řešení objektu

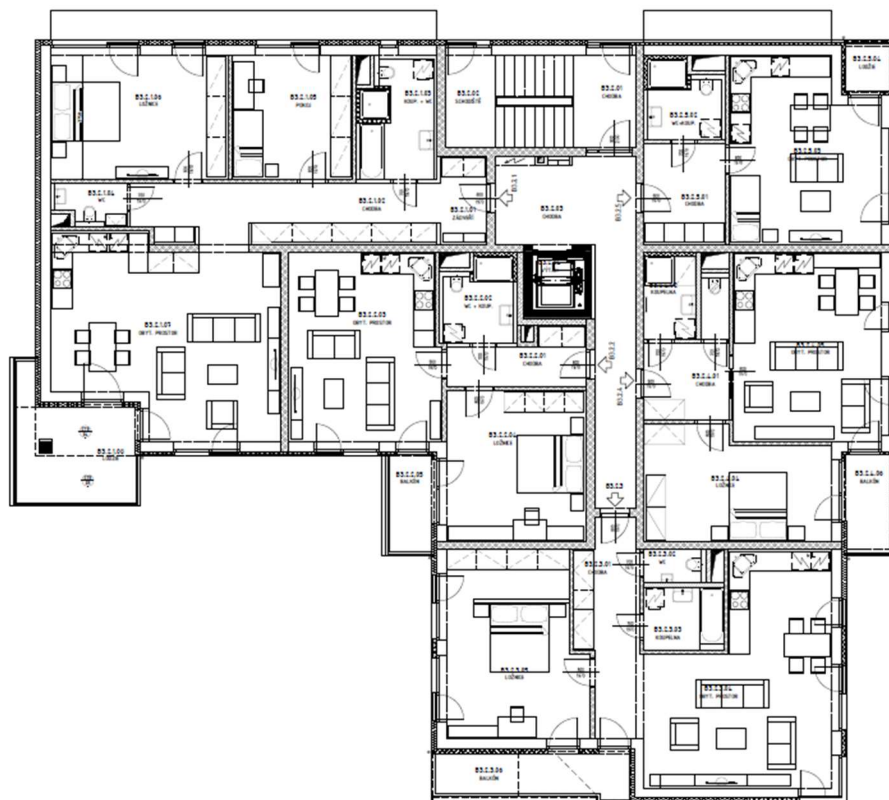
Novostavba polyfunkčního domu je samostatně stojící, nepodsklepený, pětipatrový objekt, kdy 5.NP je rozlohou nejmenší. V 1.NP se nachází prostor garáží, sklepní kóje a technické zázemí pro objekt. V 2.NP se nachází prostor kanceláří, které jsou o rozloze 1/3 plochy. Zbytek tohoto patra jsou bytové jednotky. Ve 3. – 5.NP jsou bytové jednotky 1+kk, 2+kk, 3+kk.



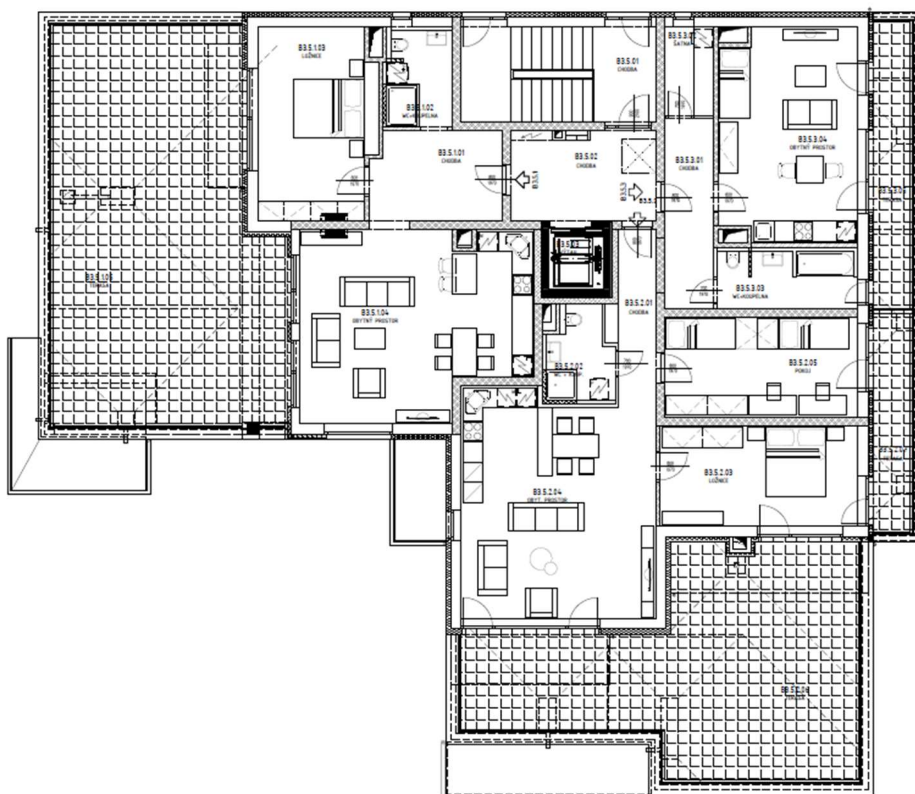
Obrázek 23: Studie 1.NP



Obrázek 25: Studie 2.NP



Obrázek 24: Studie 3. – 4.NP



Obrázek 26: Studie 5NP

Objekt je zděný s kombinovaným konstrukčním systémem. Je zastřešen plochou střechou. První patro je zatepleno kontaktním zateplovacím systémem ETICS o tloušťce 100mm, zbylá část zateplení je o tloušťce 150 mm. Stropní desky jsou z železobetonových monolitických konstrukcí o tloušťce 200 mm. Okna jsou plastová, zasklená izolačními trojskly. Vchod do objektu je ze severovýchodní strany.

B.1.2 Energetická koncepce objektu

V polyfunkčním objektu je navržen teplovodní otopný systém vytápění s nuceným oběhem vody, který bude sloužit pro vytápění podlahové, tak i pro vytápění otopnými tělesy. Teplovodní spád je navržen 35/25 °C. Pro vytápění či ohřev teplé vody bude sloužit tepelné čerpadlo.

B.2 Výpočet tepelného výkonu

B.2.1 Základní údaje o budově

Navrhovaná venkovní teplota:	-12 °C
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$:	20 °C
Půdorysná plocha objektu A:	1960 m ²

B.2.2 Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí

Součinitel prostupu tepla U je veličina, která vyjadřuje, jak daný materiál či konstrukce dokáže tepelně izolovat. Součinitel prostupu tepla musí být ze zákona dodržen a slouží k výpočtu tepelných ztrát. Výpočet byl proveden dle ČSN 73 0540-2:2001.

Výpočet pomocí softwaru PROTECH viz. **Příloha 1**

B.2.3 Výpočtové vztahy

Tepelný odpor konstrukce:

$$R = \sum \frac{d}{\lambda} [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$$

d – tloušťka i -té vrstvy skladby posuzované konstrukce

λ – součinitel tepelné vodivosti materiálu [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Podmínka:

$$U \leq U_N$$

U - vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$]

U_N - požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2001

Součinitel prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T} [\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}]$$

R_{si} – odpor při prostupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

R_T – odpor při přestupu tepla konstrukcí [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

B.2.3.1.1 Výpočet tepelných ztrát

B.2.3.1.1.1 Tepelné ztráty prostupem

Použité vzorce:

Celková ztráta prostupem $Q_{T,i}$:

$$Q_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}]$$

$H_{T,ie}$ - měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do venkovního prostředí [W/K]

$H_{T,iue}$ - měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného do nevytápěného prostoru [W/K]

$H_{T,ig}$ - měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do zeminy [W/K]

$H_{T,ij}$ - měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na rozdílné teploty [W/K]

$\theta_{int,i}$ - výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [°C]

θ_e - výpočtová venková teplota [°C]

Měrná tepelná ztráta prostupem do venkovního prostředí $H_{T,ie}$:

$$H_{T,ie} = A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u \quad [\text{W/K}]$$

$$U_{kc} = U_k + \Delta U \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$$

A_k - plocha stavební části [m²]

U_{kc} - součinitel prostupu tepla stavební části zahrnující tepelné mosty [W/m²·K]

e_k - korekční činitel zahrnující exponování klimatické podmínky [-]

Měrná tepelná ztráta prostupem z vytápěného prostoru do nevytápěného $H_{T,iue}$:

$$H_{T,iue} = A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u \quad [\text{W/K}]$$

$$U_{kc} = U_k + \Delta U \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$$

b_u - teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do zeminy $H_{T,ij}$:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad [W/K]$$

f_{g1} - korekční součinitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty [-]

f_{g2} - teplotní redukční součinitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]

$U_{equiv,k}$ - ekvivalentní součinitel prostupu tepla [$W/m^2 \cdot K$]

G_w - korekční součinitel zohledňující vliv spodní vody [-]

Měrná tepelná ztráta z vytápěného do sousedního vytápěného prostoru jinou teplotou

$H_{T,ij}$:

$$H_{T,ij} = f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k \quad [W/K]$$

$f_{i,j}$ – redukční teplotní součinitel [-]

A_k - plocha stavební části [m^2]

U_k - součinitel prostupu tepla stavební části [$W/m^2 \cdot K$]

B.2.3.1.2 Tepelné ztráty větráním

Použité vzorce:

Navrhovaná tepelná ztráta větráním $Q_{v,i}$

Přirozené větrání

$$\Phi_V = H_{V,i} \cdot (\theta_i - \theta_e) [W]$$

$H_{V,i}$ - součinitel tepelné ztráty větráním [$W \cdot K^{-1}$]

θ_i – vnitřní návrhová teplota [$^{\circ}C$]

θ_e – venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}C$]

Součinitel tepelné ztráty větráním

$$H_{v,i} = V_i \cdot \rho \cdot c \text{ [W./K]}$$

$H_{v,i}$ - součinitel tepelné ztráty větráním [W.K⁻¹]

Θ_i – vnitřní návrhová teplota [°C]

Θ_e – venkovní výpočtová teplota [°C]

Infiltrace pláštěm budovy

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]}$$

V – objem místnosti [m³]

n_{50} – intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaku 50 Pa mezi vnitřní a venkovní částí budovy zahrnující účinky přívodu vzduchu [h⁻¹]

ε_i – výškový korekční činitel [-]

ϵ_i – stínící činitel [-]

Hygienická výměna vzduchu

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]}$$

n_{min} – intenzita větrání prostoru [h⁻¹]

V – objem místnosti [m³]

Nucené větrání

$$\theta_{v,i} = H_{v,VZT} \cdot (\theta_i - \theta_p) \cdot H_{inf,i} \cdot (\theta_i - \theta_e) \text{ [W]}$$

$H_{v,VZT}$ – součinitel tepelné ztráty nuceným větráním [W. K⁻¹]

Θ_i – vnitřní návrhová teplota [°C]

Θ_e – venkovní výpočtová teplota [°C]

$H_{inf,i}$ – součinitel tepelné ztráty nuceným větráním [W. K⁻¹]

Měrná tepelná ztráta infiltrací

$$H_{\text{inf},i} = V_{\text{inf},i} \cdot \rho \cdot c \text{ [W} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

ρ – hustota vzduchu [kg/m^3]

c – měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

$V_{\text{inf},i}$ – množství infiltrací [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

Měrná tepelná ztráta nuceným větráním

$$H_{\text{v},\text{VZT}} = V_p \cdot \rho \cdot c \text{ [W} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}$$

ρ – hustota vzduchu [kg/m^3]

c – měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

V_p – množství přiváděného vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

TAB 2.1 Výpočet tepelné ztráty pro místnost č. 3106

3106 – Ložnice, 20 °C

1. Tepelné ztráty prostupem

Ht,ie - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí									
OZN. KCE.	POPIS	Ak	Uk	Δ_{ub}	Uk+ Δ_{ub}	f _{u,k}	f _{ic,k}	Ht,ie	
SO1	obv. Stěna	29,3	0,189	0,05	0,239	1,00	1,00	7,00	
OK1	okna	5,6	0,9	0,05	0,95	1,00	1,00	5,27	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venk. prostředí								Σ	12,28

Ht,ia(...) - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo přes něj						
OZN. KCE.	POPIS	Ak	Uk	f _{ia,k}	Ht, ia	
SO2	vnitřní zeď	25,3	0,214	0	0,00	
PDL2	podlaha mezi byty	40,54	0,157	0	0,00	
DN1	dveře mezi byty	1,6	1,7	0	0,00	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj					Σ	0,00

Ht,ig - měrný tok prostupem do zeminy								
OZN.KCE.	POPIS	Ak	Uk	U _{eqvl,k}	f _{ig,k}	f _{gw,k}	Ht,ig	
							0,00	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							Σ	0,00

Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$		
$\Sigma H_{t,ie}$		12,28
$\Sigma H_{t,ia}$		0,00
$\Sigma H_{t,ig}$		0,00
Celková měrná ztráta prostupem $H_{t,i}$		12
$\theta_{int,i}$	θ_e	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$
20	-12	32
		$\Sigma H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
CELKOVÁ ZTRÁTA PROSTUPEM (W)		375

2. Výpočet tepelných ztrát větráním

Celková tepelná ztráta větráním					
V _i	n	$\rho \cdot c$	H _{v,i}	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$	H _{v,i} · $(\theta_{int,i} - \theta_e)$
55,4	0,5	0,34	9,42	32	302

B.2.3.1.3 Navrhovaný tepelný výkon

$$W_{HL,I} = Q_{T,i} + Q_{V,i} \text{ [W]}$$

$Q_{T,i}$ - tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru [W]

$Q_{V,i}$ - tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W]

TAB 2.2 Výpočet navrhovaného tepelného výkonu

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

$t_e = -12 \text{ °C}$ $t_{ib} = 19,6 \text{ °C}$ $n_{50} = 2,5$ systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	t_i °C	n_p	V_{mi} m ³	A_{pi} m ²	Φ_{Vm} W	Φ_{Tm} W	Φ_{HLm} W	Q_{cm} W	q_{cm} W.m ⁻²
ÚSEK 0												
2	203	Chodba	N	14	0,3	58,7	21,3	162	-132	30	30	1,4
3	303	Chodba	N	15	0,3	58,7	21,3	168	-154	14	14	0,6
4	403	Chodba	N	15	0,3	58,7	21,3	168	-154	14	14	0,6
5	502	Chodba	N	13	0,5	31,4	11,4	139	-72	67	67	5,8
Σ úsek N						207,5	75,5	636	-512	124	124	
ÚSEK 1												
2	201	Schodiště	1	10	0,3	44,5	16,2	100	-95	5	5	0,3
2	2101	Chodba	1	20	0,5	56,9	20,7	310	484	793	793	38,3
2	2103	Koupelna	1	24	0,5	25,4	9,2	156	611	766	766	82,9
2	2104	WC	1	20	0,5	8,5	3,1	46	84	130	130	42,1
2	2105	Kuchyně+jídelna	1	20	1,5	37,6	13,7	614	399	1 013	1 013	74,0
2	2106	Kancelář	1	20	1,0	55,4	20,2	603	734	1 337	1 337	66,3
2	2107	Zasedací místnost	1	20	2,0	102,7	37,3	2 234	971	3 205	3 205	85,9
2	2201	Chodba	1	20	0,5	16,5	6,0	90	103	192	192	32,1
2	2202	Koupelna	1	24	0,5	17,8	6,5	109	405	513	513	79,5
2	2203	Obytný prostor	1	20	0,5	73,2	26,6	398	680	1 079	1 079	40,5
2	2204	Ložnice	1	20	0,5	53,5	19,4	291	568	859	859	44,2
2	2301	Chodba	1	20	0,5	20,0	7,3	109	168	277	277	38,0
2	2302	WC	1	20	0,5	5,2	1,9	28	16	44	44	23,2
2	2303	Koupelna	1	24	0,5	12,7	4,6	78	360	437	437	94,9
2	2304	Obytný prostor	1	20	0,5	101,3	36,8	551	1 283	1 834	1 834	49,8
2	2305	Ložnice	1	20	0,5	63,1	22,9	343	937	1 280	1 280	55,8
2	2401	Chodba	1	20	0,5	16,5	6,0	90	182	272	272	45,4
2	2402	Koupelna	1	24	0,5	11,6	4,2	71	388	459	459	109,2
2	2403	WC	1	20	0,5	4,7	1,7	25	-36	0	0	0,0
2	2404	Ložnice	1	20	0,5	49,9	18,1	271	637	909	909	50,1
2	2405	Obytný prostor	1	20	0,5	70,8	25,8	385	773	1 159	1 159	45,0
2	2501	Chodba	1	20	0,5	20,5	7,5	112	207	319	319	42,7
2	2502	Koupelna	1	24	0,5	17,2	6,2	105	415	520	520	83,2
2	2503	Obytný prostor	1	20	0,5	56,9	20,7	310	931	1 241	1 241	60,0
Σ úsek 1 ÚSEK 1						942,5	342,7	7 429	11 204	18 644	18 644	
ÚSEK 2												
3	301	Schodiště	2	10	0,3	44,5	16,2	100	-95	5	5	0,3
3	3101	Chodba	2	20	0,5	56,9	20,7	310	194	503	503	24,3
3	3103	Koupelna	2	24	0,5	25,4	9,2	156	462	618	618	66,8
3	3104	WC	2	20	0,5	8,5	3,1	46	36	82	82	26,5
3	3105	Pokoj	2	20	0,5	37,6	13,7	205	169	374	374	27,3
3	3106	Ložnice	2	20	0,5	55,4	20,2	302	375	677	677	33,6
3	3107	Obytný prostor	2	20	0,5	102,7	37,3	558	640	1 198	1 198	32,1
3	3201	Chodba	2	20	0,5	16,5	6,0	90	52	141	141	23,5
3	3202	Koupelna	2	24	0,5	17,8	6,5	109	339	448	448	69,3
3	3203	Obytný prostor	2	20	0,5	73,2	26,6	398	431	829	829	31,1
3	3204	Ložnice	2	20	0,5	53,5	19,4	291	415	706	706	36,3

podl.	č.m.	účel	úsek	t _i	n _p	V _{mi}	A _{pi}	Φ _{Vm}	Φ _{Tm}	Φ _{HLM}	Q _{cm}	q _{cm}
				°C		m ³	m ²	W	W	W	W	W.m ⁻²
3	3301	Chodba	2	20	0,5	20,0	7,3	109	62	171	171	23,5
3	3302	WC	2	20	0,5	5,2	1,9	28	-16	12	12	6,5
3	3303	Koupelna	2	24	0,5	12,7	4,6	78	287	364	364	79,0
3	3304	Obytný prostor	2	20	0,5	101,3	36,8	551	618	1 169	1 169	31,7
3	3305	Ložnice	2	20	0,5	63,1	22,9	343	529	873	873	38,0
3	3402	Koupelna	2	24	0,5	18,6	6,8	114	363	477	477	70,6
3	3403	Ložnice	2	20	0,5	49,9	18,1	271	387	658	658	36,3
3	3404	Obytný prostor	2	20	0,5	88,1	32,0	479	449	929	929	29,0
3	3501	Chodba	2	20	0,5	20,5	7,5	112	99	211	211	28,2
3	3502	Koupelna	2	24	0,5	17,2	6,2	105	329	435	435	69,6
3	3503	Obytný prostor	2	20	0,5	56,9	20,7	310	535	845	845	40,8
Σ úsek 2 ÚSEK 2						945,7	343,9	5 064	6 659	11 724	11 724	
ÚSEK 3												
4	401	Schodiště	3	10	0,3	44,5	16,2	100	-95	5	5	0,3
4	4101	Chodba	3	20	0,5	56,9	20,7	310	273	582	582	28,1
4	4103	Koupelna	3	24	0,5	25,4	9,2	156	462	618	618	66,8
4	4104	WC	3	20	0,5	8,5	3,1	46	64	110	110	35,7
4	4105	Pokoj	3	20	0,5	37,6	13,7	205	183	388	388	28,3
4	4106	Ložnice	3	20	0,5	55,4	20,2	302	535	836	836	41,5
4	4107	Obytný prostor	3	20	0,5	102,7	37,3	558	933	1 491	1 491	39,9
4	4201	Chodba	3	20	0,5	16,5	6,0	90	52	141	141	23,5
4	4202	Koupelna	3	24	0,5	17,8	6,5	109	357	466	466	72,1
4	4203	Obytný prostor	3	20	0,5	73,2	26,6	398	431	829	829	31,1
4	4204	Ložnice	3	20	0,5	53,5	19,4	291	415	706	706	36,3
4	4301	Chodba	3	20	0,5	20,0	7,3	109	70	179	179	24,6
4	4302	WC	3	20	0,5	5,2	1,9	28	3	31	31	16,3
4	4303	Koupelna	3	24	0,5	12,7	4,6	78	330	407	407	88,4
4	4304	Obytný prostor	3	20	0,5	101,3	36,8	551	907	1 458	1 458	39,6
4	4305	Ložnice	3	20	0,5	63,1	22,9	343	640	983	983	42,9
44	4401	Chodba	3	20	0,5	16,5	6,0	90	21	110	110	18,4
4	4402	Koupelna	3	24	0,5	18,6	6,8	114	383	496	496	73,4
44	4403	Ložnice	3	20	0,5	49,9	18,1	271	387	658	658	36,3
4	4404	Obytný prostor	3	20	0,5	70,8	25,8	385	514	899	899	34,9
45	4501	Chodba	3	20	0,5	20,5	7,5	112	99	211	211	28,2
4	4502	Koupelna	3	24	0,5	17,2	6,2	105	344	449	449	71,9
4	4503	Obytný prostor	3	20	0,5	56,9	20,7	310	582	892	892	43,1
Σ úsek 3 ÚSEK 3						944,9	343,6	5 060	7 886	12 947	12 947	
ÚSEK 4												
5	501	Schodiště	4	10	0,3	44,5	16,2	100	-11	89	89	5,5
5	5101	Chodba	4	20	0,5	29,1	10,6	158	206	364	364	34,5
5	5102	Koupelna	4	24	0,5	16,9	6,1	104	456	560	560	91,0
5	5103	Ložnice	4	20	0,5	54,0	19,6	294	596	890	890	45,4
5	5104	Obytný prostor	4	20	0,5	99,7	36,2	542	979	1 521	1 521	42,0
5	5201	Chodba	4	20	0,5	17,1	6,2	93	166	258	258	41,7
5	5202	Koupelna	4	24	0,5	15,8	5,8	97	317	414	414	71,8
5	5203	Ložnice	4	20	0,5	47,6	17,3	259	610	870	870	50,2
5	5204	Obytný prostor	4	20	0,5	102,3	37,2	557	928	1 484	1 484	39,9
5	5205	Pokoj	4	20	0,5	47,3	17,2	257	418	676	676	39,3
5	5301	Chodba	4	20	0,5	22,3	8,1	121	257	379	379	46,6
5	5302	Šatna	4	20	0,5	10,8	3,9	59	199	258	258	65,8
5	5303	WC	4	20	0,5	4,2	1,5	23	-28	0	0	0,0
53	5304	Koupelna	4	24	0,5	20,5	7,5	126	487	613	613	82,1
5	5305	Obytný prostor	4	20	0,5	73,7	26,8	401	658	1 060	1 060	39,5
Σ úsek 4 ÚSEK 4						605,8	220,3	3 190	6 239	9 434	9 434	
Σ budovy						3 646,4	1 326,0	21 379	31 477	52 873		

B.3 Energetický štítek obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy byl spočten pomocí programu DEK soft, dle technické normy ČSN 73 0540-2 – tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. (1)

B.4 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku budovy								
Identifikační údaje								
Druh stavby	Polyfunkční dům							
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Kroměříž, Velehradská, 767 01							
Katastrální území a katastrální číslo	K.ú. Kroměříž, k.č. 674834							
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	BD Velehradská							
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	BD Velehradská							
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Kroměříž, Velehradská, 767 01							
Charakteristika budovy								
Objem budovy V - objem části budovy s upravovaným vn. prostředím vymezený vnějšími povrchy kci obálky budovy	3646,4							
Celková plocha A – součet vnějších ploch ohraničující objem budovy V	1565							
Objemový faktor tvaru budovy A/V m ⁻¹	0,43							
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20 °C							
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 °C							
Teplota půdního prostoru, těsná kritina bez tep. izolace	5 °C							
Teplota zeminy	5 °C							
Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla								
Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A [m ²]	U [W/(m ² K)]	b [-]	H _T [W/K]	A [m ²]	U [W/(m ² K)]	b [-]	H _T [W/K]
Obv. Stěna SO1	632,6	0,30	1,00	189,78	632,60	0,189	1,00	119,56
Střecha SCH1	287,4	0,45	1,00	129,33	287,40	0,136	1,00	39,09
Podlaha PDL1	412,7	0,30	0,43	53,23	412,66	0,300	0,43	53,23
Okna	299,0	1,50	1,00	448,50	299,00	0,900	1,00	269,10
Dveře	4,5	1,50	1,00	6,75	4,50	0,500	1,00	2,25
Celkem:	1636,2			827,59	1636,2			483,23
Tepelné vazby:		2% z A		32,72		5% z A		81,81
Celková měrná ztráta prostupem tepla:				860,32				565,04

požadovaná hodnota:	$U_{em,rq} = \sum \frac{(U_{nj} * A * B)}{\sum A} =$	0,53
doporučena hodnota	$U_{em,rc} = U_{em,rq} * 0,75 =$	0,39
Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em} = \sum \frac{(U_{nj} * A * B)}{\sum A} =$	0,35
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C	$U_{em} / U_{em,rq}$	0,66

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy: Polyfunkční dům				Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy: Kroměříž, Velehradská						
Celková podlahová plocha $A_c = 1326 \text{ m}^2$				hodnocená	doporučení	
<p>The energy label scale shows classes A through G. Class A is green, B is light green, C is medium green, D is yellow, E is orange-yellow, F is orange, and G is red. Two arrows point to the right: a black arrow labeled '0,35' pointing to class B, and a white arrow labeled '0,39' pointing to class B.</p>						
KLASIFIKACE				B	B	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy						
U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$		$U_{em} = H_T / A$		0,35	0,39	
Požadovaná hodnota pr. úměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy						
podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,rq}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,53	0,53	
Klasifikační ukazatele Cl a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
Cl	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,26	0,42	0,53	0,79	1,05	1,31
Platnost štítku do:						
Štítek vypracoval:		Andrš Matěj				

B.5 Návrh podlahového vytápění

V objektu je navrženo podlahové vytápění. Podlahové vytápění bylo zvoleno z důvodu kombinace s tepelným čerpadlem, kdy bude využito nízkoteplotního spádu v potrubí (přívod otopné vody = 35 °C).

Podlahové vytápění je navrženo ve všech obytných místnostech a chodbách. Polyfunkční dům má 19 rozdělovačů a sběračů pro podlahové vytápění. Použité potrubí pro rozvedení podlahového vytápění bylo zvoleno Alpex-duo 16x2, které bude uloženo na systémové izolační desce.

Návrh a zaregulování průtokoměrů bylo navrženo v programu TechCON.

B.5.1 Návrh dimenzování podlahového vytápění

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha k vytápění	1091.38 [m ²]
Celková otopná plocha	1091.22 [m ²]
Celková plocha okruhů	1035.89 [m ²]
Celková plocha přípojek	55.33 [m ²]
Celková délka potrubí	6196.8 m
Výkon potřebný na vytápění	51126 [W]
Výkon podlahového vytápění	46714 [W]
Výkon otopných okruhů	43608 [W]
Výkon přípojek	3106 [W]
Potřebný příkon pro podlahové vytápění	50308 [W]
Maximální tlaková ztráta okruhů	17311.82 [Pa]
Max. w	0.50 [m/s]
Celkový objemový průtok okruhů	7275.85 [kg/h]
Maximální přívodní teplota	36 [°C]
Objem vody v soustavě	30 [l]

Rozdělovače :

Rozdělovač číslo	Maximální počet okruhů	Počet připojených okruhů	Teplotný spád [K]	Max. tlaková ztráta [kPa]	Průtok [kg/h]	Rychlost [m/s]	Nastavení ventilu [-]
RZ 9 - 2. NP (6)	6	6	5.0	17.31	628.56	0.33	--
RZ 10 - 2. NP (7)	7	4	5.5	11.67	455.11	0.25	--
RZ 1 - 2. NP (5)	5	5	5.5	5.95	437.33	0.25	--
RZ 2 - 2. NP (6)	6	6	6.1	6.90	504.66	0.24	--
RZ 3 - 2. NP (6)	6	6	5.1	9.32	466.12	0.31	--
RZ 4 - 2. NP (4)	4	4	5.2	8.65	323.63	0.29	--
RZ 1 - 3. NP (6)	6	6	8.2	13.83	402.64	0.30	--
RZ 2 - 3. NP (4)	4	4	7.7	6.34	252.46	0.20	--
RZ 3 - 3. NP (6)	6	6	7.5	4.96	290.25	0.18	--
RZ 4 - 3. NP (4)	4	4	7.5	9.38	253.98	0.22	--
RZ 5 - 3. NP (3)	3	3	6.8	10.72	199.08	0.24	--
RZ 1 - 4. NP (6)	6	6	6.3	13.90	565.87	0.32	--
RZ 2 - 4. NP (4)	4	4	7.6	8.58	265.61	0.22	--
RZ 3 - 4. NP (6)	6	6	4.5	11.23	531.93	0.25	--
RZ 4 - 4. NP (4)	4	4	5.4	5.68	316.03	0.23	--
RZ 5 - 4. NP (3)	3	2	6.2	11.99	197.25	0.24	--
RZ 6 - 5. NP (5)	5	5	7.2	16.22	393.17	0.32	--
RZ 7 - 5. NP (5)	5	5	6.7	17.02	413.17	0.35	--
RZ 8 - 5. NP (5)	5	5	4.0	13.57	471.84	0.50	--

B.5.2 Bilance rozdělovače

Rozdělovač sběrač pro podlahové vytápění:

Poschodí: 2. NP, RZ 9 – 2.NP (6-ti cestný) - CS 553 VP

Bilance rozdělovačů

Poschodí: 2. NP

Bilance rozdělovače RZ 9 - 2. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2	Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]
Přívodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	30.0 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	628.56 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	3681 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	17312 [Pa]

TechCON®

28.12.2023

©Acon Systems

Strana : 2/56

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	49.89 [m ²]
Celková délka potrubí	376.8 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	2884 [W]
Objem vody v otopných okruzích	42.6 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	17.31 [kPa]
Max. w	0.33 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	30.0 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	628.56 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tep. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _z [kPa]	Max. w [m/s]
2.106 - Kancelář	RZ 9 - 2. NP (8/1)	PZ 1	10.08	150	26	20	66.2	667	10.08	667	21.9	67.2	89.0	5.6	2.3	17.31	0.00	0.33
2.106 - Kancelář	RZ 9 - 2. NP (8/2)	PZ 2	9.91	150	26	20	66.2	657	9.91	657	18.8	66.1	84.9	5.6	2.2	15.51	1.23	0.32
2.105 - Kuchyně + jídelna	RZ 9 - 2. NP (8/3)	PZ 1	6.84	200	26	20	61.8	423	6.84	423	17.4	34.2	51.6	4.0	2.1	9.59	5.48	0.31
2.105 - Kuchyně + jídelna	RZ 9 - 2. NP (8/4)	PZ 1	6.77	200	26	20	61.8	418	6.77	418	6.4	33.8	40.2	4.0	1.8	5.72	6.98	0.26
2.103 - Koupelna	RZ 9 - 2. NP (8/5)	PZ 1	5.45	100	29	24	56.6	308	5.45	308	10.9	54.5	65.4	4.0	1.5	5.95	10.84	0.23
2.101 - Chodba	RZ 9 - 2. NP (8/6)	PZ 1	10.84	250	24	20	37.8	410	10.84	410	2.3	43.4	45.6	10.0	0.6	0.91	5.42	0.09

Zbylé rozdělovače sběrače jsou uvedeny v příloze.

B.5.3 Tepelná bilance

Poschodí 2.NP

Místnost	ti [°C]	Qm [W]	Qr [W]	Měrný výkon [W/m ²]	Qc [W]	Q okruhů [W]	Q přípojek [W]	Pokrytí [%]	Qdop [W]
2.101 - Chodba	20	793	793	48.5	1001	410	591	126	0
2.103 - Koupelna	24	766	766	56.6	308	308	0	40	458
2.105 - Kuchyň + jídelna	20	1013	1013	61.9	848	841	6	84	165
2.106 - Kancelář	20	1337	1337	66.3	1337	1324	13	100	0
2.107 - Zasedací místnost	20	3205	3205	39.1	1459	1321	138	46	1746
2.201 - Chodba	20	192	192	62.6	378	30	348	197	0
2.202 - Koupelna	24	513	513	65.7	271	271	0	53	242
2.203 - Obytný prostor	20	1079	1079	41.4	1079	1073	6	100	0
2.204 - Ložnice	20	859	859	44.2	859	847	12	100	0
2.303 - Koupelna	24	437	437	65.7	212	212	0	48	225
2.304 - Obytný prostor	20	1834	1834	55.4	1834	1814	20	100	0
2.305 - Ložnice	20	1280	1280	55.7	1280	1268	12	100	0
2.401 - Chodba	20	272	272	47.5	284	130	154	104	0
2.402 - Koupelna	24	459	459	65.7	207	207	0	45	252
2.404 - Ložnice	20	909	909	49.9	909	884	25	100	0
2.405 - Obytný prostor	20	1159	1159	45.0	1159	1159	0	100	0
2.501 - Chodba	20	319	319	42.7	319	258	61	100	0
2.502 - Koupelna	24	520	520	65.7	241	241	0	46	279
2.503 - Obytný prostor	20	1241	1241	51.2	1241	1214	27	100	0

Poschodí 3.NP

Místnost	ti [°C]	Qm [W]	Qr [W]	Měrný výkon [W/m ²]	Qc [W]	Q okruhů [W]	Q přípojek [W]	Pokrytí [%]	Qdop [W]
3.101 - Chodba	20	503	503	46.2	724	451	273	144	0
3.103 - Koupelna	24	503	503	56.6	381	381	0	76	122
3.105 - Pokoj	20	374	374	32.8	449	449	0	120	0
3.106 - Ložnice	20	677	677	33.6	677	677	0	100	0
3.107 - Obytný prostor	20	1198	1198	37.9	1331	1327	5	111	0
3.201 - Chodba	20	141	141	33.1	200	133	67	142	0
3.202 - Koupelna	24	448	448	65.7	322	322	0	72	126
3.203 - Obytný prostor	20	829	829	32.8	854	854	0	103	0
3.204 - Ložnice	20	706	706	36.3	706	706	0	100	0
3.303 - Koupelna	24	364	364	65.7	303	303	0	83	61
3.304 - Obytný prostor	20	1169	1169	35.3	1169	1148	21	100	0
3.305 - Ložnice	20	873	873	38.0	873	860	13	100	0
3.402 - Koupelna	24	477	477	65.7	350	350	0	73	127
3.403 - Ložnice	20	658	658	36.1	658	658	0	100	0
3.404 - Obytný prostor	20	929	929	33.3	1065	1000	66	115	0
3.501 - Chodba	20	211	211	38.2	285	199	86	135	0
3.502 - Koupelna	24	435	435	65.7	318	318	0	73	117
3.503 - Obytný prostor	20	845	845	34.9	845	845	0	100	0

Poschodí 4.NP

Místnost	ti [°C]	Qm [W]	Qr [W]	Měrný výkon [W/m ²]	Qc [W]	Q okruhů [W]	Q přípojek [W]	Pokrytí [%]	Qdop [W]
4.101 - Chodba	20	582	582	43.8	716	409	307	123	0
4.103 - Koupelna	24	618	618	56.6	381	381	0	62	237
4.105 - Pokoj	20	388	388	32.8	449	449	0	116	0
4.106 - Ložnice	20	836	836	41.5	836	836	0	100	0
4.107 - Obytný prostor	20	1491	1491	42.4	1491	1487	4	100	0
4.201 - Chodba	20	141	141	45.6	276	84	192	196	0
4.202 - Koupelna	24	466	466	65.7	335	335	0	72	131
4.203 - Obytný prostor	20	829	829	32.8	854	854	0	103	0
4.204 - Ložnice	20	706	706	36.3	706	706	0	100	0
4.303 - Koupelna	24	407	407	65.7	303	303	0	74	104
4.304 - Obytný prostor	20	1458	1458	37.2	1232	1220	13	85	226
4.305 - Ložnice	20	983	983	42.9	983	983	0	100	0
4.402 - Koupelna	20	496	496	44.4	237	237	0	48	259
4.403 - Ložnice	20	658	658	36.1	658	658	0	100	0
4.404 - Obytný prostor	20	899	899	28.1	899	850	49	100	0
4.501 - Chodba	20	211	211	42.7	319	230	88	151	0
4.502 - Koupelna	24	449	449	65.7	330	330	0	73	119
4.503 - Obytný prostor	20	892	892	36.8	892	892	0	100	0

Poschodí 5.NP

Místnost	ti [°C]	Qm [W]	Qr [W]	Měrný výkon [W/m ²]	Qc [W]	Q okruhů [W]	Q přípojek [W]	Pokrytí [%]	Qdop [W]
5.101 - Chodba	20	364	364	42.3	432	104	327	119	0
5.102 - Koupelna	24	560	560	65.7	268	268	0	48	292
5.103 - Ložnice	20	890	890	46.4	890	890	0	100	0
5.104 - Obytný prostor	20	1521	1521	42.4	1521	1512	9	100	0
5.202 - Koupelna	24	414	414	65.7	269	269	0	65	145
5.203 - Ložnice	20	870	870	31.3	542	542	0	62	328
5.204 - Obytný prostor	20	1484	1484	39.8	1484	1433	51	100	0
5.205 - Pokoj	20	676	676	40.2	676	676	0	100	0
5.301 - Chodba	20	379	379	49.0	397	281	116	105	0
5.302 - Šatna	20	258	258	42.0	158	158	0	61	100
5.304 - Koupelna	24	613	613	52.1	344	344	0	56	269
5.305 - Obytný prostor	20	1060	1060	43.7	1100	1097	3	104	0

Ve všech koupelnách v celém objektu budou elektrické žebříky.

B.6 Návrh otopných těles

V objektu jsou navržena dvě otopná tělesa v místnosti č. 2.107 (zasedací místnost) KORADO RADIK VK-Z a VK-S 33/900/2000 napojeny na rozdělovač RZ 10 – 2.NP. Teplota otopné vody pro přívod 35 °C. V koupelnách budou dle potřeby nainstalovány elektrické topné žebříky.

Číslo místnosti	Účel místnosti	ti (°C)	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa (W)	Pokrytí ztráty místnosti %
2.107	Zasedací místnost	20	RADIK VK-Z 33/900/2000	620	36
			RADIK VK-S 33/900/2000	734	42

B.7 Příprava teplé vody

Příprava teplé vody byla spočtena dle technické normy ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

Teoretická potřeba tepla na ohřev vody na den Q_{2t} pro polyfunkční dům:

$$Q_{2t} = n_i * 4,3 = 38 * 4,3 = \mathbf{163,4} \text{ [kWh]}$$

n_i - počet osob [-]

4,3 – teoretická potřeba tepla na ohřev vody na osobu na den [kWh]

Ztracené teplo při ohřevu a distribuci TV Q_{2z} :

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 163,4 * 0,8 = \mathbf{130,7} \text{ [kWh]}$$

z – součinitel poměrné ztráty [-]

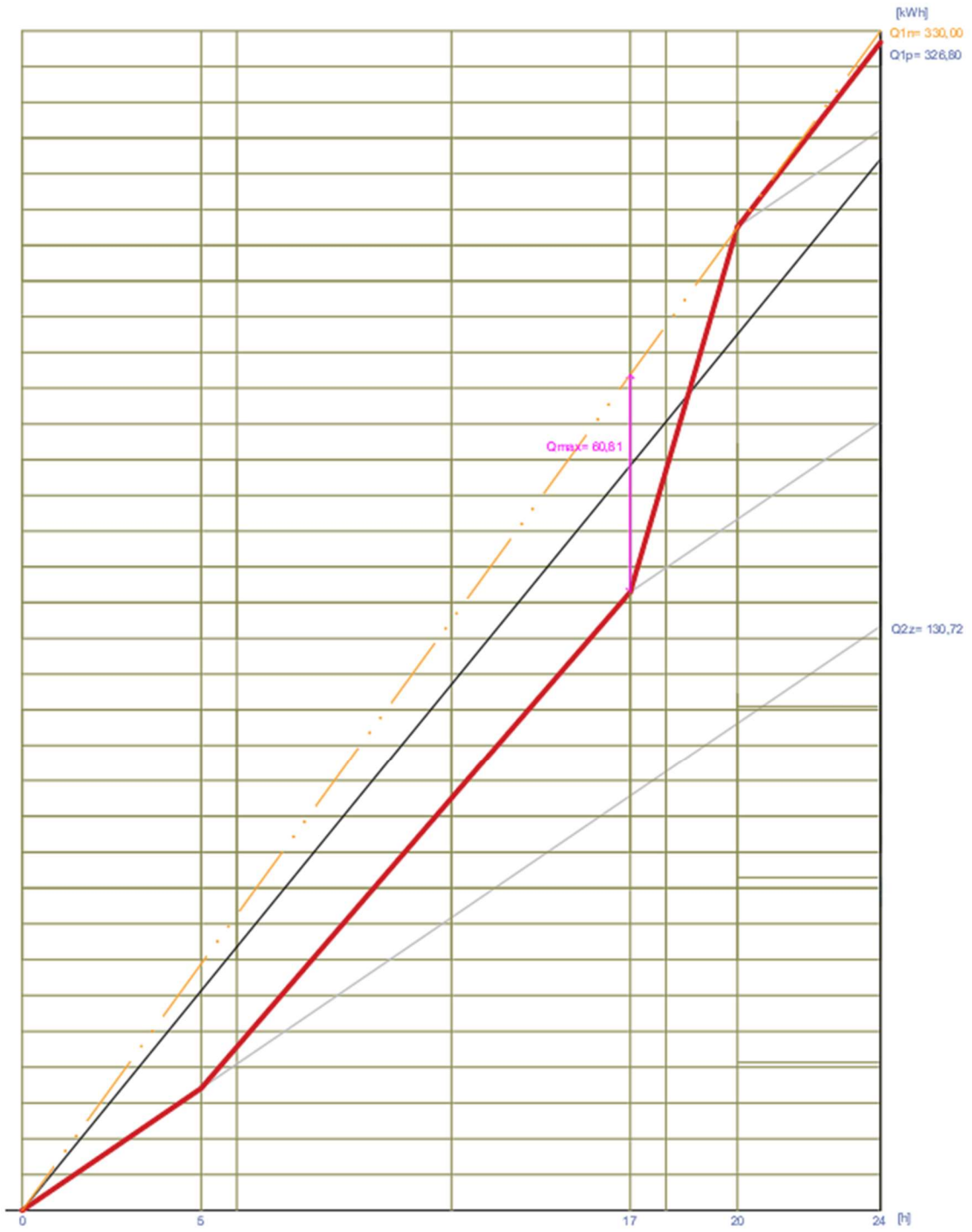
Potřeba odebraného tepla z ohřivače TV Q_{2p} :

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 163,4 + 130,7 = \mathbf{294,12} \text{ [kWh]}$$

Teoretická potřeba tepla Q_{2p} rozdělena do jednotlivých denních dob:

Tabulka 2.3 Teoretická potřeba tepla

	čas	%	Potřeba tepla
5-17h	12	35	57,19
17-20h	3	50	81,7
20-24h	4	15	24,51



Obrázek 27: Křivka dodávky tepla

Určení objemu zásobníku V_z :

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c * (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{60,81}{1,163 * (55 - 10)} = 1162 \text{ l}$$

ΔQ_{max} – největší možný rozdíl tepla [kWh]

c – měrná tepelná kapacita vody [kWh/m³.K]

θ_1 – teplota studené vody [°C]

θ_2 – teplota teplé vody [°C]


Určení jmenovitého tepelného výkonu pro ohřev vody Φ_{1n} :

$$\Phi_{1n} = \frac{Q_{1n}}{t_p} = \frac{330}{24} = 13,8 \text{ kW}$$

t_p – doba periody [h]

Návrh jednoho zásobníku teplé vody od firmy Regulus typu RBC 1500. Objem jednoho zásobníku je 1466 l. Tento zásobník bude jen pro tepelné čerpadlo země – voda. Pro tepelné čerpadlo vzduch – voda bude mít menší zásobník z důvodu toho, že tepelné čerpadlo obsahuje zásobník vody. Technický list je vložen v přílohách.

Zásobník RBC 1500

	Základní charakteristika	
	Použití	Zásobník s integrovaným smaltovaným výměníkem slouží pro přípravu teplé vody. Je dodáván včetně izolace a magneziové anody, která chrání vnitřní povrchy zásobníku proti korozi. Volitelně lze místo magneziové anody instalovat elektronickou anodu, objednávací kód viz tabulka Příslušenství. V případě potřeby je možné do zásobníku instalovat elektrické topné těleso.
	Pracovní kapalina	voda (zásobník), voda, směs voda-glykol nebo směs voda-glycerin (max. 2:1) (výměník)
	Objednávací kód	16710
Energetické parametry [dle Nařízení Komise (EU) č. 812/2013]		
Třída energetické účinnosti	neudává se	
Statická ztráta	153 W	
Užitný objem	1466 l	

Obrázek 28: Zásobník teplé vody Regulus RBC 1500 [37]

B.8 Návrh studie zdroje vytápění

Jsou navrženy dvě varianty vytápění. První varianta bude tepelné čerpadlo země – voda a druhá varianta bude navrženo tepelné čerpadlo vzduch – voda.

Celkový potřebný výkon zdroje tepla Q:

$$Q = Q_{HL} + Q_{TV} = 52,87 + 13,8 = \mathbf{66,7 \text{ kW}}$$

Q_{HL} – celková tepelná ztráta budovy [kW]

Q_{TV} – potřebný výkon pro ohřev teplé vody [kW]

B.8.1 Tepelné čerpadlo země – voda

V této variantě je navrženo tepelné čerpadlo IVAR HP MEGA L s výkonem 59 kW. Tepelné čerpadlo je bez vnitřního zásobníku.



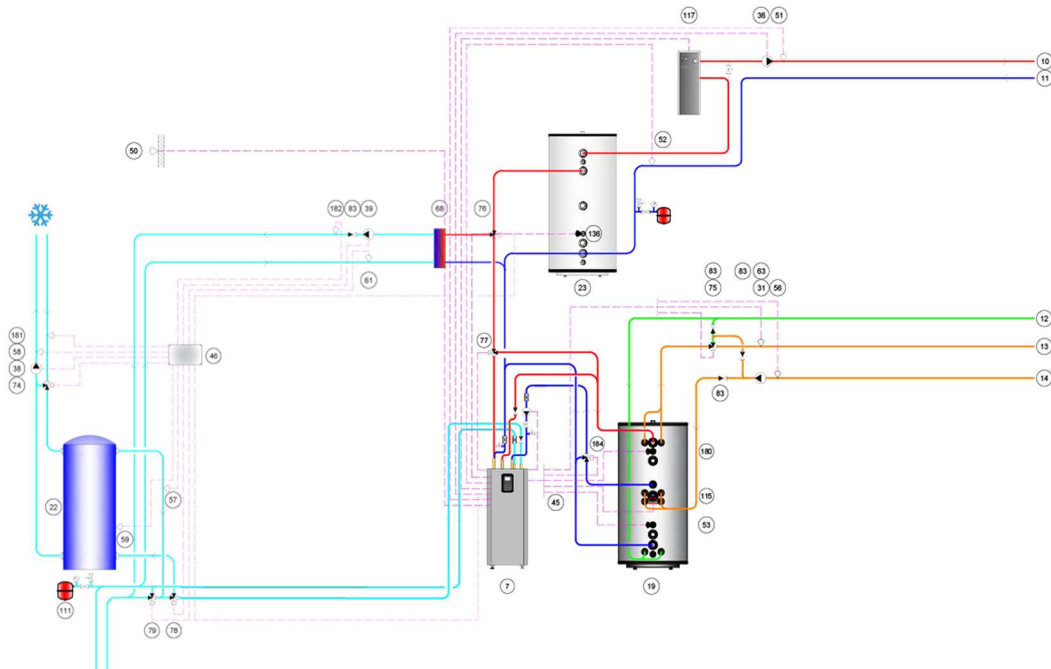
Obrázek 29: Tepelné čerpadlo Ivar HP MEGA země – voda [36]

6 Technické údaje

6.1 Tabulka hodnot

Mega		Jednotka	S-E	S	M	L	XL
Chladivo	Typ		R410A				
	Množství ¹	kg	3,9	3,9	4,4	6,3	9,0
	Zkušební tlak (nízký tlak, vysoký tlak)	MPa	3,0/4,5				
	Výpočtový tlak	MPa	4,5				
Kompresor	Typ		Scroll				
	Oil		POE				
Elektrické údaje 3-N	Napájení	V	400				
	Jmenovitý příkon, kompresor	kW	14,00	14,00	17,50	22,20	32,50
	Jmenovitý příkon, oběhová čerpadla	kW	0,7	0,7	0,7	1	1
	Jistič ¹⁹	A	32	32	40	50	63
	Výkon pomocného ohřevu, 3 stupně	kW	5/10/15	N/A	N/A	N/A	N/A
	Jistič (včetně kompresoru a pomocného ohřevu)	A	32/40/50 ²¹	N/A	N/A	N/A	N/A
Provozní parametry	COP ²		4,73	4,73	4,60	4,50	4,71
	Topný výkon ²	kW	20,18	20,18	26,71	35,60	52,00
	Příkon – vytápění ²	kW	4,26	4,26	5,81	7,91	11,0
	SCOP 35 °C – podlahové vytápění		5,72 ³	5,72 ³	5,86 ⁵	5,29 ⁷	5,3 ⁹
	SCOP 55 °C – radiátory		4,33 ⁴	4,33 ⁴	4,55 ⁶	4,20 ⁸	4,32 ¹⁰
	Výkonový (B0/W35)		10-33 ¹¹	10-33 ¹¹	11-44 ¹²	14-59 ¹²	21-88 ¹²
Energetická třída – systém ¹⁷	Podlahové vytápění (35 °C)		A+++	A+++	A+++	A+++	N/A ²⁰
	Radiátor (55 °C)		A+++	A+++	A+++	A+++	N/A ²⁰
Energetická třída – produkt ¹⁸	Podlahové vytápění (35 °C)		A+++	A+++	A+++	A+++	N/A ²⁰
	Radiátor (55 °C)		A+++	A+++	A+++	A+++	N/A ²⁰
Max. tlak soustavy	Chladicí soustava	Bar	6				
	Otopná soustava	Bar	6				
Max. teplota ¹³	Chladicí soustava	°C	20/-10				
	Otopná soustava	°C	65 ¹⁴ /20				
Max./min. tlaky chladicího okruhu	Nízký tlak	MPa	0,23				
	Vysoký tlak	MPa	4,5				
Vážená Hladina akustického výkonu	Min. - max. ^{15a}	dB(A)	41-56 ¹¹	41-56 ¹¹	41-56 ¹²	40-59 ¹²	45-63 ¹²
	Vážená hladina akustického výkonu ^{15b}	dB(A)	47	47	50	43	50
Rozměry (š×h×v)	Bez přípojovacích hrdel	mm	692×796×1652 ±10			900×849×1652 ±10	1144 ±10
	Včetně přípojovacích hrdel	mm	692×796×1722 ±10			900×849×1722 ±10	1144 ±10
Nemrzoucí kapalina			Roztok etanol-voda s bodem tuhnutí -17 °C ±2 ¹⁶				
Hmotnost		kg	309	300	310	407	487

Obrázek 31: Technický list Ivar HP MEGA země – voda [36]



Obrázek 30: Schématické zapojení tepelného čerpadla země – voda

6 Technické údaje

6.1 Tabulka hodnot

ATHENA H/ HC			14 H	18 H	14 HC	18 HC
Topný výkon	Min.-max. ¹	kW	7,85-13,98	7,85-17,5	7,85-13,98	7,85-17,5
Chladivo	Typ		R410A		R410A	
	Množství ²	kg	4,7		5,5	
	GWP	tCO ₂	9,81		11,48	
Kompresor	Typ		Scroll řízený invertorem			
Elektrické údaje 3-N 50 Hz, venkovní jednotka	Napájení	V	400			
	Jmenovitý (max. prac.) příkon, kompresor	kW	5,5	7,1	5,5	7,1
	Výkon pomocného ohřevu ³	kW	8,8			
	Jistič ³	A	16			
Elektrické údaje 3-N 50 Hz, vnitřní jednotka	Napájení	V	400			
	Výkon pomocného ohřevu, 3 stupně	kW	3/6/9			
	Jistič	A	6/10/16			
Výkonnost	A7/W35 / A7/W35	kW	10,8/13,98	12,85/17,5	10,8/13,98	12,85/17,5
	A-7/W35 / A-7/W65	kW	10,14/11,06	12,86/14,3	10,14/11,06	12,86/14,3
	COP A7/W35		5,09			
	SCOP (průměrné klima) podlahové vytápění		4,7	4,63	4,87	4,76
	SCOP (průměrné klima) radiátor		3,65	3,59	3,74	3,67
	SCOP (chladné klima) podlahové vytápění		4,2	4,05	4,25	4,08
	SCOP (chladné klima) radiátor		3,22	3,18	3,25	3,2
Energetická třída – systém	Podlahové vytápění (35 °C)/ Radiátory (55 °C)		A+++ / A+++			
Energetická třída – produkt	Podlahové vytápění (35 °C)/ Radiátory (55 °C)		A+++ / A+++			
	Příprava teplé vody/Deklarovaný profil zatížení		A / XL			
Výkonnost přípravy teplé vody	Objem teplé vody 40 °C	l	254 ⁴ /417 ⁵			
	Efektivita přípravy teplé vody		102 ⁶ /100 ⁷			
Pracovní rozsah (venkovní)	Vytápění/příprava teplé vody	°C	-20 ~ +37			
	Chlazení	°C	Není dostupný		+15 ~ +37	
Max. teplota	Otopná soustava	°C	65			
Vážená hladina akustického výkonu	Běžný mód – EN12102-A7/W55	dB(A)	55			
	Max.	dB(A)	63/66			
Vážená hladina akustického tlaku	1/5/10 m	dB(A)	48/32/28			
Hmotnost – venkovní jednotka		kg	176,5		178	
	Total 300L	Kg	123			
Hmotnost – vnitřní jednotka	Total +60 (EQ)	Kg	147,5			
	Total Compact	kg	96,5			
Rozměry	Venkovní jednotka (S×H×V)	mm	1495×593×1045			

Obrázek 34: Technický list tepelného čerpadla IVAR HP Athena total 300 l vzduch - voda [38]

B.8.3 Zvolená varianta

Pro podrobnější návrh jsem vybral tepelné čerpadlo země – voda. Hlavním důvodem je stálý výkon, topný faktor a oblast, ve kterém se polyfunkční dům nachází. Pořizovací náklady jsou sice vyšší než u tepelného čerpadla vzduch – voda, ale tepelné čerpadlo země voda má dlouhou životnost. Při této variantě musí být požadováno o stavební povolení na příslušný Báňský úřad. Hlavní výhodou tepelného čerpadla země – voda je ta, že jej můžeme využívat v létě k pasivnímu chlazení (i aktivnímu – znázorněno schématicky v obrázku 30).

B.9 Návrh zdroje tepla

Jako zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo IVAR HP MEGA L v provedení země – voda (zemní vrt), které bude napojeno na akumulární nádrž o velikosti 200 l (bude sloužit jako hydraulické oddělení soustavy). Provoz tepelného čerpadla je navržen jako paralelně bivalentní, díky elektrickému topnému tělesu, které je uvnitř jednotky tepelného čerpadla. Návrh tepelného čerpadla byl v programu THERMIA HPC 2.

B.9.1 Klimatická data

Klimatická data

Umístění: (49,2925N, 17,3916E)

Roční průměrná teplota 8,6 °C

Objekt: Building1

Vytápěná plocha 1 326 m²

Vnitřní teplota požadovaná / výpočtová 20,0 °C

Vnitřní tepelné zisky 3,0 °C

Venkovní výpočtová teplota VVT -12 °C

Otopná soustava Uživatelská

Teplota přívodu při VVT 35 °C

Teplota zpátečky při VVT 25 °C

Tepelná ztráta, výpočtová (kW) 53,0 kW

B.9.2 Určení bodu bivalence

Bod bivalence je teplota, ve které se k primárnímu zdroji energie připojí druhý zdroj a pomáhá k pokrytí zbývajících tepelných ztrát.

Vzorce pro výpočet:

$$\Delta t = (t_{w1,max} - t_{w2,max}) \cdot \frac{t_e - t_i}{t_{e,min} - t_i} \quad [K]$$

Teplotní rozdíl Δt :

t_e – venkovní teplota [°C]

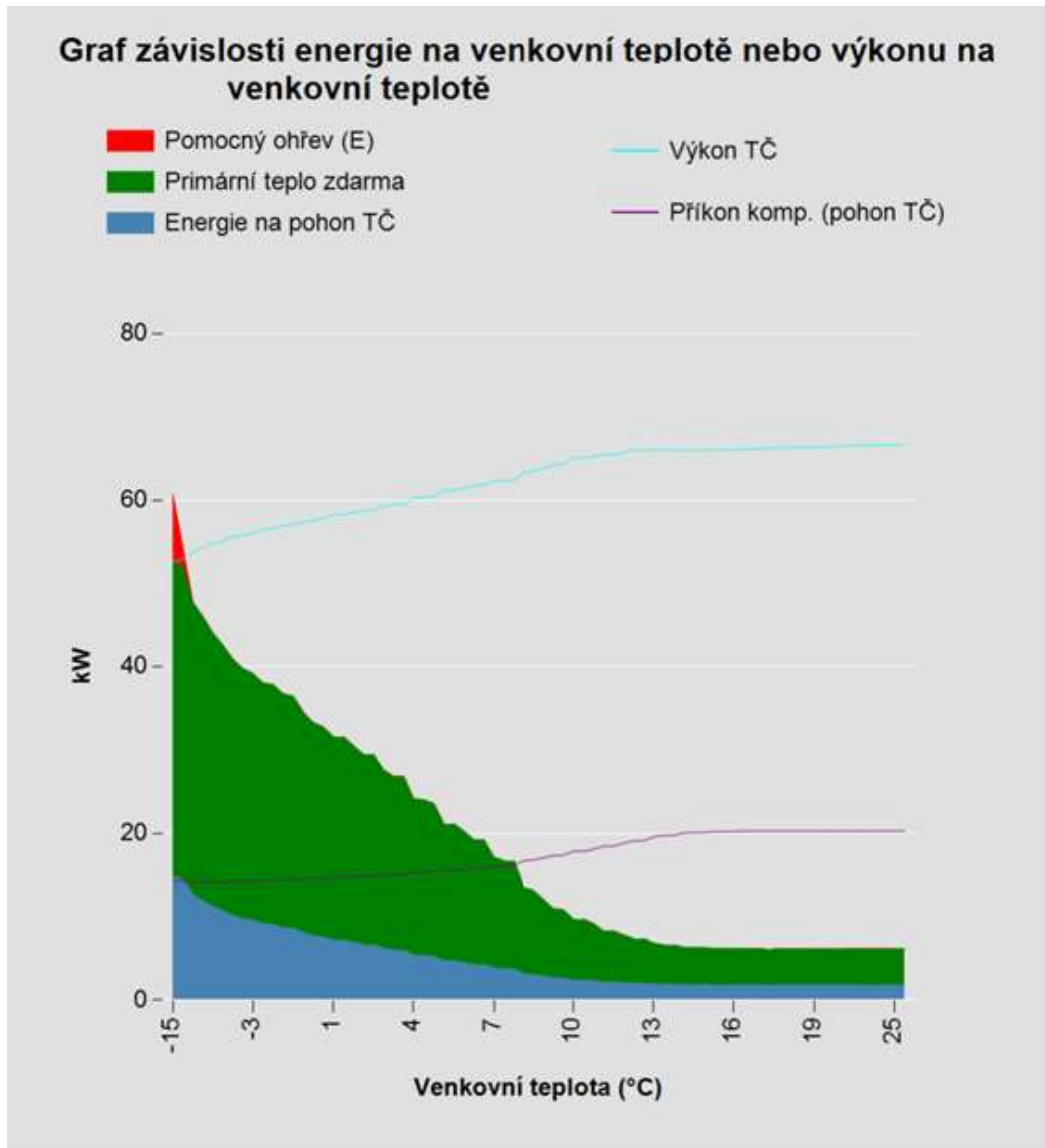
t_i – vnitřní teplota [°C]

$t_{e,min}$ – výpočtová venkovní teplota [°C]

Střední teplota otopné vody t_m :

$$t_m = t_i + \left(\frac{t_{w1,max} + t_{w2,max}}{2} - t_i \right) \cdot \left(\frac{t_e - t_i}{t_{e,min} - t_i} \right)^{\frac{1}{n}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

n – exponent pro různé typy vytápění



Obrázek 35: Určení bodu bivalence

Bivalentní bod je navržen na teplotu -11 °C, v této teplotě bude spuštěn pomocný ohřev (zabudovaná elektrická topná patrona zabudovaná v tepelném čerpadle). Neprojektováno pomocí programu THERMIA HPC 2.

B.9.3 Dimenzování zemních vrtů

Vstupní hodnoty dle normy EN 14511:

Výkon tepelného čerpadla:	58 kW
Příkon:	7,91 kW
COP:	4,5

Chladicí výkon Q_{CHL} :

$$Q_{\text{CHL}} = Q_{\text{top}} - P = 58 - 7,91 = 50,1 \text{ [kW]}$$

Hloubka vrtu H:

$$H = \frac{Q_{\text{chl}}}{q} = \frac{50090}{37} = 1353 \text{ [m]}$$

q – měrný výkon jímání [W/m]

Pro výpočet hloubky vrtu H byl zvolen měrný výkon jímání $q = 37 \text{ W/m}$, vzhledem k typu podloží, které se v této oblasti nachází. Dle výpočtu bude navrženo 11 vrtů o délce 130 m.

Podloží	Specifický odběrový výkon	
	Pro 1 800 h	Pro 2 400 h
Všeobecné orientační hodnoty		
Špatné podloží (suchý sediment) ($\lambda < 1,5 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)	25 W/m	20 W/m
Normální podloží z nezapevněných hornin a vodou nasycený sediment ($\lambda < 1,5\text{--}3,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)	60 W/m	50 W/m
Nezapevněné horniny s vysokou tepelnou vodivostí ($\lambda > 3,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)	84 W/m	70 W/m
Jednotlivé horniny		
Štěrka, písek, suchý	< 25 W/m	< 20 W/m
Štěrka, písek, vodonosný	65–80 W/m	55–65 W/m
Při silném průtoku spodní vody do štěrku a písku, pro jednotlivá zařízení	80–100 W/m	80–100 W/m
Hlína, jíl, vlhké	35–50 W/m	30–40 W/m
Vápenec (masiv)	55–70 W/m	45–60 W/m
Pískovec	65–80 W/m	55–65 W/m
Kyselé magmatity (např. granit)	65–80 W/m	55–70 W/m
Zásadité magmatity (např. bazalt)	40–65 W/m	35–55 W/m
Rula	70–85 W/m	60–70 W/m
Hodnoty mohou značně kolísat, jsou ovlivněny jevy v horninách, jako jsou pukání, bifidličnatost a zvětrání		

Obrázek 36: Přehled měrných výkonů jímání [39]

B.10 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Vypočteno pomocí hydraulického výpočtu. Získáme tím dimenze potrubí a jmenovité světlosti armatur, které mají celkovou tlakovou ztrátu rovné dispozičního tlaku. Tlak směrem od nejvzdálenějšího tělesa ke zdroji roste.

Potrubí pro vnitřní rozvody otopné soustavy jsou navrhovány z mědi. Potrubí bude spojováno lisováním. Potrubí v zemi bude izolováno minerální izolací. Návrh dimenze potrubí je stanoven metodou ekonomických rychlostí.

Otopná soustava je napojena na rozdělovač sběrač ETL pro vytápění o vývodech pro 2 větve vytápění.

B.10.1 Regulace a připojení

Pro zaregulování jednotlivých okruhů podlahové vytápění nám slouží průtokoměry na každém okruhu, které nám udávají daný průtok okruhem a dle návrhu nám rozdělují vodu rovnoměrně, aby nám okruhy podlahového vytápění rovnoměrně vytápěly. Daný průtok je vždy zadán l/min pro každý okruh zvlášť.



Obrázek 37: Sestava rozdělovač/sběrač pro vytápění [40]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotn. spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _S [kPa]	Max. w [m/s]
2.106 - Kancelář	RZ 9 - 2. NP (6/1)	PZ 1	10.08	150	26	20	66.2	667	10.08	667	21.9	67.2	89.0	5	2.3	17.31	0.00	0.33

Ukázka nastavení průtoku pro každý okruh vytápění. Zbylé viz příloha.

B.10.2 Dimenzování otopné soustavy

Použité vzorce

Hmotnostní průtok M_h :

$$M = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} \quad [\text{kg/h}]$$

Q – výkon otopného tělesa [W]

c – měrná tepelná kapacita, pro vodu $c = 1,163$ [W.h/kg.K]

Δt – teplotní rozdíl [K]

Tlaková ztráta třením Δp_T :

$$\Delta p_T = R * l \text{ [Pa]}$$

R – měrná tlaková ztráta třením [Pa]

l – délka potrubí [m]

Tlaková ztráta vřazenými odpory Z:

$$Z = \sum \xi * \frac{w^2}{2} * \rho \text{ [Pa]}$$

ξ - součinitel místního odporu [-]

w - rychlost proudění vody v potrubí [m/s]

ρ - hustota vody [kg/m³]

Uzel větve č.1

Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepł. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R*I [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R*I+z [Pa]
1	26405	3725.7	6.10	3.92	64x2,0	26.8	0.37	105.0	36.7	2420.5	2575
2	10610	1368.6	6.68	0.20	42x1,5	35.8	0.32	7.3	90.5	4605.2	4613
3	10610	1368.6	6.68	2.72	42x1,5	35.8	0.32	97.6	0.0	0.0	98
4	7810	931.2	7.22	2.93	35x1,5	46.9	0.32	137.1	0.1	5.2	142
5	5563	678.8	7.06	2.93	28x1,0	72.3	0.36	211.5	0.1	6.3	218
6	3232	413.2	6.74	3.66	28x1,0	30.5	0.22	111.6	97.6	2292.1	2404
7	3232	413.2	6.74	3.42	28x1,0	30.5	0.22	104.4	97.3	2285.8	2390
8	654	140.9	4.00	75.32	12	186.3	0.35	14029.2	25.4	1529.5	15559
9	654	140.9	4.00	5.83	12	186.3	0.35	1085.4	6.3	381.8	1467
10	3232	413.2	6.74	3.12	28x1,0	30.5	0.22	95.3	0.2	3.8	99
11	3232	413.2	6.74	3.63	28x1,0	30.5	0.22	110.8	1.6	38.1	149
12	5563	678.8	7.06	2.93	28x1,0	72.3	0.36	211.5	1.1	69.7	281
13	7810	931.2	7.22	2.93	35x1,5	46.9	0.32	137.1	1.6	83.2	220
14	10610	1368.6	6.68	2.66	42x1,5	35.8	0.32	95.3	0.0	0.0	95
15	10610	1368.6	6.68	0.13	42x1,5	35.8	0.32	4.7	124.9	6358.8	6364
16	26405	3725.7	6.10	4.21	64x2,0	26.8	0.37	112.6	0.4	26.5	139
										S(R*I+z)=	36813

$$\Delta p_c = 36,8 \text{ kPa}$$

$$\text{Vztlak} = 102 \text{ Pa}$$

Uzel větve č.2

Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepł. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R*I [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R*I+z [Pa]
1	24956	3637.2	5.91	6.10	64x2,0	25.7	0.36	156.5	11.4	734.9	891
2	17838	2445.4	6.28	0.27	54x2,0	30.4	0.35	8.2	25.3	1519.5	1528
3	17838	2445.4	6.28	4.99	54x2,0	30.4	0.35	151.6	0.0	0.0	152
4	6607	1083.7	5.25	0.38	35x1,5	60.8	0.38	23.2	225.1	15859.5	15883
5	6607	1083.7	5.25	9.28	35x1,5	60.8	0.38	563.8	223.0	15710.5	16274
6	3681	628.6	5.04	2.99	28x1,0	62.9	0.33	188.1	0.3	14.2	202
7	883	135.4	5.62	78.12	12	174.6	0.33	13641.2	25.4	1410.5	15052
8	883	135.4	5.62	10.93	12	174.6	0.33	1908.5	6.3	352.1	2261
9	3681	628.6	5.04	2.75	28x1,0	62.9	0.33	173.3	1.7	93.6	267
10	6607	1083.7	5.25	9.23	35x1,5	60.8	0.38	561.2	0.2	11.6	573
11	6607	1083.7	5.25	0.33	35x1,5	60.8	0.38	19.9	2.0	141.5	161
12	17838	2445.4	6.28	4.97	54x2,0	30.4	0.35	151.0	0.0	0.0	151
13	17838	2445.4	6.28	0.14	54x2,0	30.4	0.35	4.2	333.8	20083.5	20088
14	24956	3637.2	5.91	6.50	64x2,0	25.7	0.36	166.7	0.4	25.3	192
										S(R*I+z)=	73674

$$\Delta p_c = 73,6 \text{ kPa}$$

$$\text{Vztlak} = 22 \text{ Pa}$$

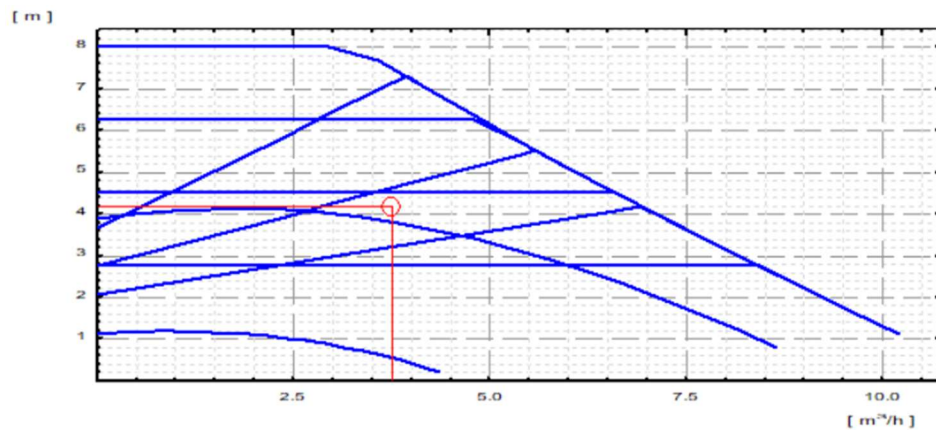
Hlavní rozvod:

č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp [Pa]	R.l+Z+ Δp_{PrV} [Pa]	Δp_{Dis} [Pa]
1	58000	4987	14	76x2	26,6	0,44	372	36,0	4640	0	5012	5012

B.10.3 Návrh oběhového čerpadla

Větev č.1

- Hmotnostní průtok: $3,746 \text{ m}^3/\text{hod}$
- Tlaková ztráta větve + armatur: $41,8 \text{ kPa}$

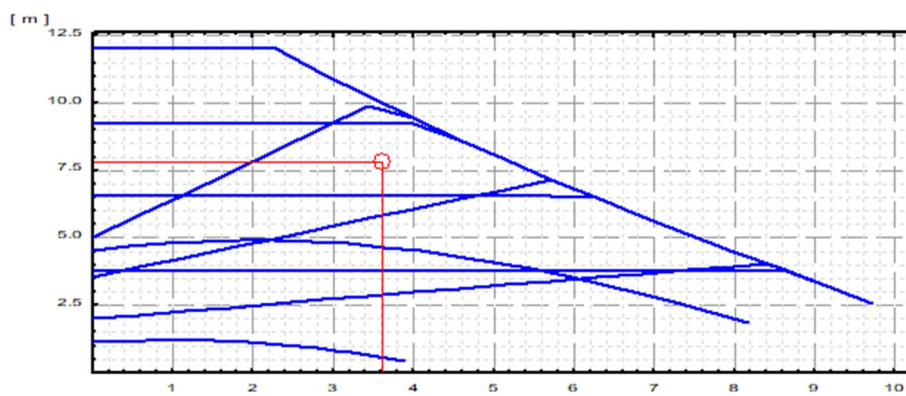


Obrázek 38: Pracovní diagram Grundfos MAGNA 1 F N 32-80 220 1x230V

Na základě daných hodnot navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 1 F N 32-80 220 1x230V (PN10)

Větev č.2

- Hmotnostní průtok: $3,615 \text{ m}^3/\text{hod}$
- Tlaková ztráta větve: $78,7 \text{ kPa}$



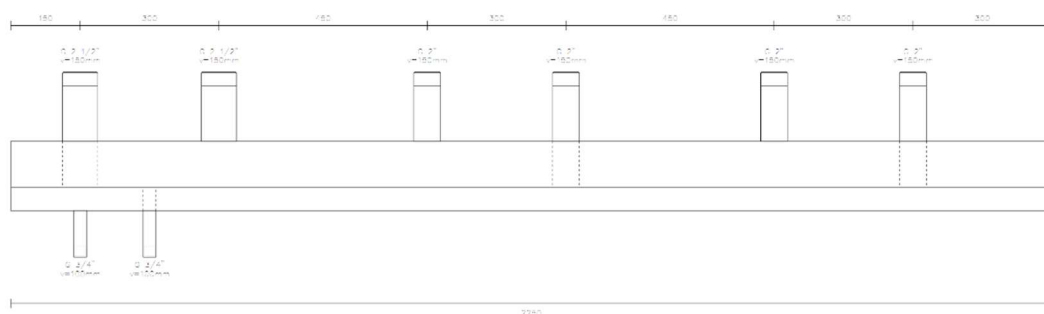
Obrázek 39: Pracovní diagram Grundfos MAGNA 1 F N 32-180 220 1x230V

Na základě daných hodnot navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 1 F N 32-180 220 1x230V (PN10)

Pro **hlavní větev** navrhuji čerpadlo Grundfos MAGNA 1 FN 32 - 180 220, které vyhoví průtoku a návrhu daného okruhu.

B.11 Návrh rozdělovače + sběrače pro rozvody vytápění

Rozdělovač + sběrač pro rozvody vytápění je napojen měděným potrubím 76x2 z akumulární nádrže, odkud si do potrubí napojené na rozdělovač (rozvody vytápění polyfunkčního objektu) tahá vodu z akumulární nádrže pomocí čerpadel umístěných na větvích 1 a 2. Navržen je ETL RS KOMBI rozdělovač, MODUL 150, PN 6, $T_{max}=105^{\circ}C$



Obrázek 40: ETL RS KOMBI rozdělovač, MODUL 150

B.12 Filtry

Filtry jsou na sestavě umístěny proto, aby nečistoty (písek, usazeniny), které jsou obsaženy ve vodě, byly odseparovány a tím bylo ochráněno oběhové čerpadlo, měřiče tepla. Filtry musí být čistěny minimálně jednou za půl roku nebo při údržbě kotelny.

Větev č.1: $M = 3,746 \text{ kg/m}^3$ rozměr 2 ''

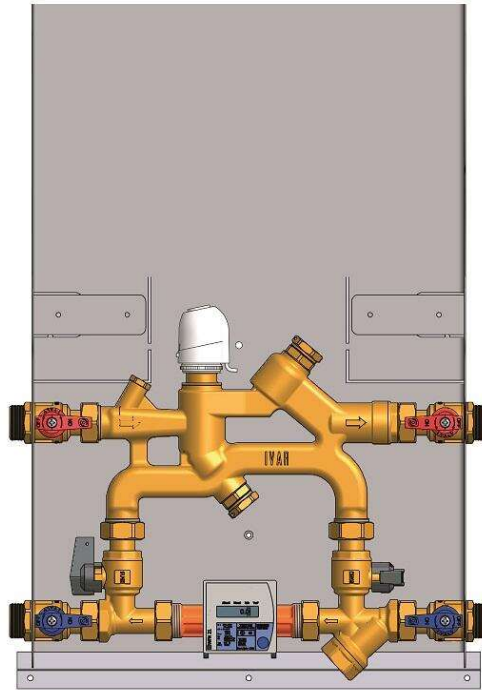
Větev č.2: $M = 3,615 \text{ kg/m}^3$ rozměr 2 ''



Obrázek 41: Filtr mosazný s nerezovým sítkem [41]

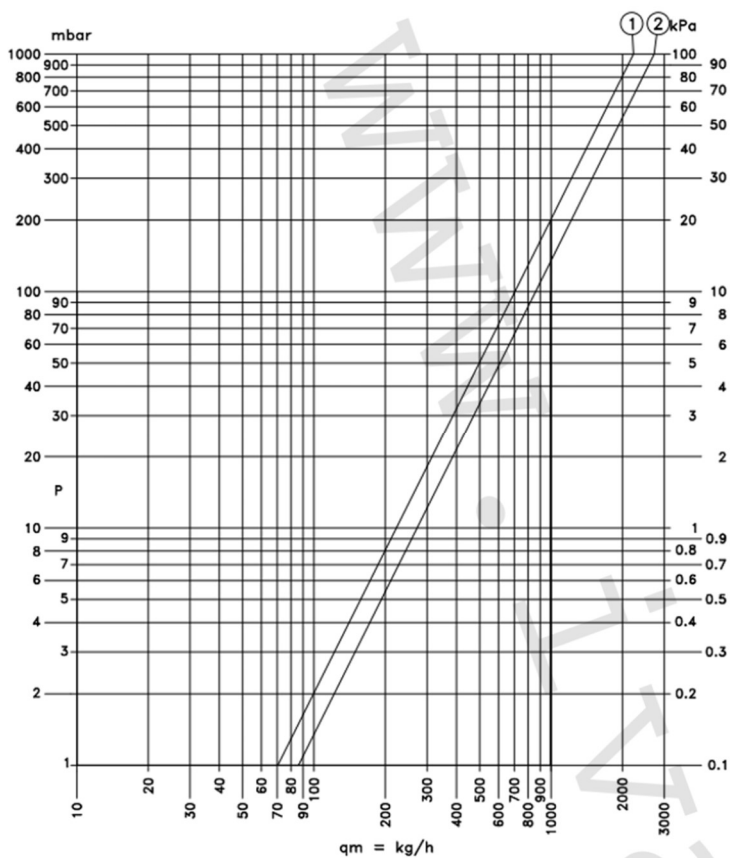
B.13 Měřiče tepla

Měřiče tepla jsou zařízení, která slouží ke sledování spotřeby tepla jako fyzikální tok energie. V tomto polyfunkčním domě byla navržena do každé bytové jednotky bytová měřicí sestava IVAR EQM 15 nebo 25. Součástí sestavy bytové měřicí sestavy jsou 3-cestné ventily a vyvažovací ventily.



Obrázek 42: BYTOVÁ MĚŘICÍ SESTAVA IVAR EQM [41]

průtok (kg/h)	max KV (m3/h) zař.	Tlak. Ztráta zař. (kPa)	Návrh
1084	2,75	18,1	IVAR EQM 25
437	2,75	2,5	IVAR EQM 25
505	2,75	3,6	IVAR EQM 25
466	2,75	2,8	IVAR EQM 25
323	2,75	1,4	IVAR EQM 25
403	2,75	2,4	IVAR EQM 25
252	2,75	0,7	IVAR EQM 25
290	2,75	1	IVAR EQM 25
253	2,75	0,7	IVAR EQM 25
199	2,75	0,5	IVAR EQM 25
566	2,75	4	IVAR EQM 25
266	2,75	0,8	IVAR EQM 25
532	2,75	3,3	IVAR EQM 25
316	2,75	1,4	IVAR EQM 25
197	2,75	0,5	IVAR EQM 25
393	2,75	5	IVAR EQM 25
413	2,75	2,4	IVAR EQM 25
472	2,75	2,6	IVAR EQM 25



- 1) EQM maximálně nastavitelné Kv 2,25 na přívodu
- 2) EQM maximálně nastavitelné Kv 2,75 na přívodu

Obrázek 43: Graf hydraulické charakteristiky – IVAR EQM

B.14 Zpětná klapka

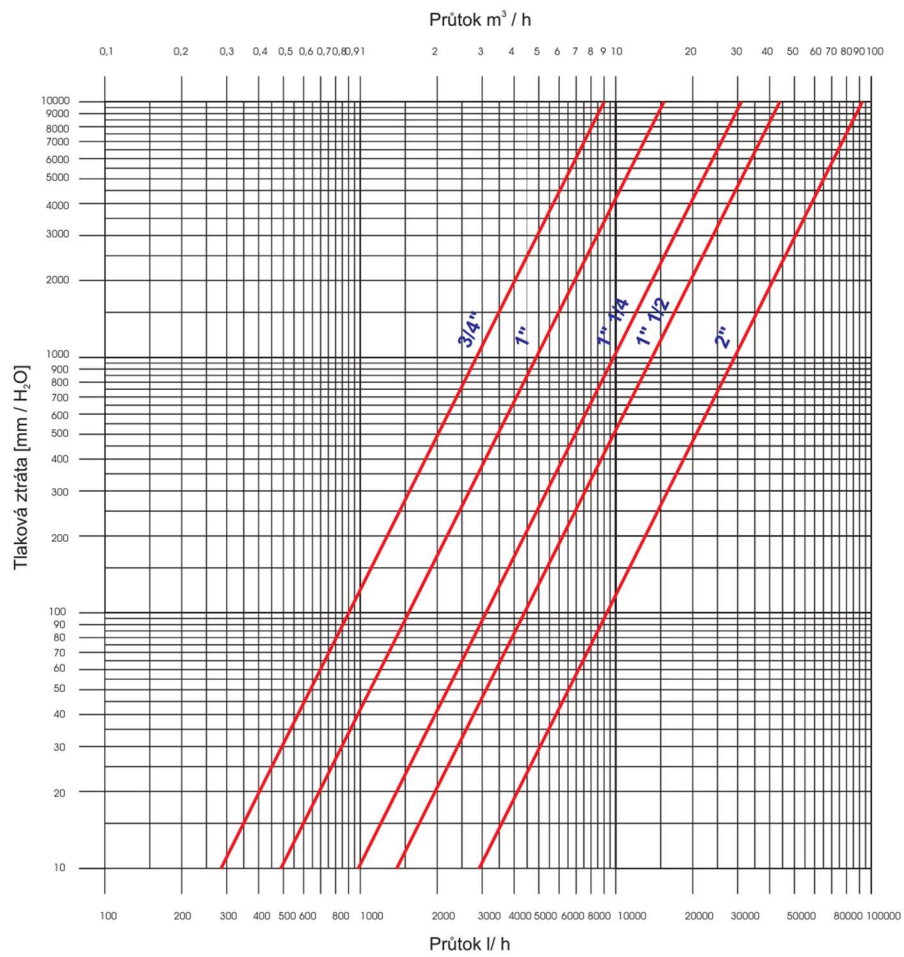
Zpětné klapky jsou určeny proti zpětnému toku vody v otopných systémech. Jejich funkce je zajištěna díky silám, které působí na uzavírací klapku.

Větev č.1: $M = 3,746 \text{ kg/m}^3$ rozměr 2 ''

Větev č.2: $M = 3,615 \text{ kg/m}^3$ rozměr 2 ''



Obrázek 45: Zpětná klapka [43]



Obrázek 44: Graf Giacomini N5 [43]

B.15 Tepelná roztažnost potrubí

Při proudění teplotonosné látky (vody) potrubím, se teplotonosná látka ohřívá a nastává roztažení. Roztažení se dá zabránit kompenzátory umístěnými na potrubí. V projektu bude řešena tepelná roztažnost pevnými body a L kompenzátory na potrubí. V nejvyšších místech bude potrubí odzdušněno, v nejnižších odvodněno.

Délková změna Δl :

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \text{ [m]}$$

Δl – velikost celkového prodloužení [mm]

l_0 – délka daného úseku potrubí [m]

α – součinitel tepelné roztažnosti; pro měď $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5}$

Δt – rozdíl teplot [K]

B.16 Akumulační nádrž

Velikost akumulace V_t :


$$V_t = k \cdot Q_{\text{CHL}} = 15 \cdot 59 = 885 \text{ [l]}$$

k – konstanta, doporučená minimální hodnota v rozmezí 15 – 20 l/kW

Q_{CHL} – tepelná ztráta objektu [kW]

Navržena akumulace nádrž Regulus PS 1000 E+ s celkovým objemem nádrže 927l.

Technické údaje	
Celkový objem nádrže	927 l
Max. pracovní teplota v nádrži	95 °C
Max. tlak v nádrži	4 bar
Průměr nádrže	800 mm
Průměr nádrže s izolací	1000 mm
Celková výška nádrže	2080 mm
Klopná výška bez izolace	2120 mm
Tloušťka izolace pláště nádrže	100 mm
Tloušťka izolace dna nádrže	50 mm
Tloušťka izolace víka nádrže	100 mm
Hmotnost prázdné nádrže bez izolace	106 kg



Obrázek 46: Akumulační nádrž Regulus PS 1000 E+ [45]

B.17 Návrh zabezpečovacího zařízení

Každá otopná soustava musí mít zabezpečovací zařízení (prvky), které slouží jako ochrana např. proti přetopení, proti překročení maximálního dovoleného přetlaku výrobku atd. Bez těchto komponentů nemůže být otopná soustava uvedena do provozu. Navržená zařízení musí být v souladu s ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení.

B.17.1 Návrh expanzní nádoby

Pokud začneme ohřívat vodu v soustavě, tak nám začne voda zvyšovat svůj objem. K pokrytí tohoto jevu nám slouží expanzní nádoba, která má v sobě pružnou membránu, na kterou tlačí tlak námi zvolený (tlak vzduchu v EN = tlak v soustavě).

Výpočet je proveden dle normy ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení.

Návrh expanzní nádoby a pojistného zařízení

Objem vody v soustavě:

Objem vody v soustavě		
Zařízení	Objem	celkem
Podlahové topení, potrubí	982,8	1988
akumulační nádoba	927	
Rozdělovač	37	
Přípojné potrubí pro Rozdělovač Cu 76x2	40,8	

Vstupní údaje:

Maximální teplota v OS:	35 °C
Výška soustavy:	11,5 m
Výška manometrické roviny:	1 m
Pojistný výkon:	58 kW

Expanzní objem nádoby V_e :

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 * 1988 * 0,015 = 38,8 \text{ m}^3$$

1,3 – bezpečnostní součinitel

V_o – objem vody v otopné soustavě [m^3]

n – koeficient tepelné roztažnosti

Nejnižší dovolený přetlak soustavy p_{ddov} :

$$P_{dov} > 1,1 * h * \rho * g = 1,1 * 11,5 * 1000 * 9,81 * 10^{-3} = 124 \text{ kPa}$$

h – výška otopné soustavy

ρ – hustota [kg/m^3]

g – gravitační zrychlení [m/s^2]

Nevyšší povolený přetlak:

$$p_{h,dov} = p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g) = 600 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 3590,19 \gg 300 \text{ kPa}$$

p_k – minimální konstrukční přetlak soustavy [kPa]

h_{mr} – výška manometrické roviny [m]

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_h + 10)}{p_h - p_d} = \frac{38,8 \cdot (300 + 100)}{300 - 124} = 88,1 \text{ [l]}$$

Navrhuji expanzní nádobu REFLEX G 100 l.

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 * Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 * 58^{0,5} = 24,32 \text{ mm} \Rightarrow \text{Potrubí CU 28 x 1}$$

Q_p – pojistný výkon

Reflex Reflex G 100, stojatá membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 16/3,5 bar

Číslo výrobku: 8518400

reflex

Thinking solutions.



Podrobnosti

Typ	G 100
Barva	šedá
Materiál membrány	EPDM
Jmenovitý objem	100 l
Max. využitelný objem	73,5 l
Max. přípustná teplota soustavy	120 °C
Min. příp. provozní teplota	-10 °C
Max. dovol. provozní teplota	70 °C
max. dovol. provozní tlak	16 bar
Předtlak plynu – nastavení z výroby	3,5 bar
Připojení	DN25/PN16
Průměr	480 mm
Max. výška	992 mm
Výška přípojky vody	231 mm
Sklopný rozměr cca	1074 mm
Hmotnost	31,00 kg

Popis

Reflex G

Tlaková expanzní nádoba s membránou pro uzavřené topné a chladicí soustavy. Nádoby jsou v provedení podle DIN EN 13831 a VDI 4708 popř. AD 2000. Povolení podle směrnice o tlakových zařízeních 2014/68/EU.

- epoxidový nátěr s dlouhou životností
- vyměnitelná membrána ve formě vaku podle DIN EN 13831
- pro koncentraci mrazuvzdorného prostředku nejméně 25 až 50 %
- manometr a ventilek předtlaku chráněny kovovým krytem
- stojaté provedení
- max. dovolená teplota soustavy 120°C
- dovolená provozní teplota 70°C
- připojení:
 - do 1.000 litrů / Ø 740 mm se závitovým připojením
 - od 1.000 litrů / Ø 1.000 mm s přírubovými připojením DN65/PN6 nebo DN65/PN16
- od 1 000 litrů a Ø 1 000 mm s návarkem pro čidlo netěsnosti membrány
- s revizním otvorem (od 1.000 l s Ø 1.000 mm)

Obrázek 47:Návrh expanzní nádoby REFLEX G 100 [46]

B.18 Tepelná izolace potrubí

Izolace potrubí byla navržena dle vyhlášky č. 19/2007 Sb. K návrh byl použit výpočetní software na stránce TZB info.

Rozvody potrubí pro vytápění v technické místnosti a stoupačí potrubí bude izolováno ROCKWOLL PIPO / PIPO ASL. Potrubí v bytech a v kancelářích, které se nachází v podlaze bude izolováno De Witky Eurobatex. Expanzní potrubí nebude izolováno.

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOLL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka s_{iz} = 40 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.035 W / m K

Trubka


Měď

Rozměry trubky - 64x2

Průměr d = 64 mm

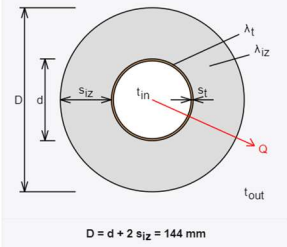
Tloušťka stěny s_t = 2 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C



$D = d + 2 s_{iz} = 144 \text{ mm}$

Potrubí	
Teplota média	t_{in} = 35 °C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} = 15 °C
Relativní vlhkost vzduchu	ϕ = 65 % ???
Teplota rosného bodu	t_w = 8.7 °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	α_e = 10 W / m ² K
Délka potrubí	l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 $\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.259 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 16.1 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 40.2 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.2 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	87 %
Sřední spotřeba izolace	0.3267 m ² - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 48: Návrh izolace potrubí dle TZB-info [47]

Rozměr potrubí	Typ izolace	Tl. izolace (mm)	požadavek vyhlášky č.193/2007	souč. prostupu tepla iz. Potrubí	Vyhovuje/nevhovuje
Cu 64x2	ROCKWOLL PIPO/PIPO ASL	40	0,27	0,259	VYHOVUJE
Cu 54x2	ROCKWOLL PIPO/PIPO ASL	40	0,27	0,232	VYHOVUJE
Cu 42x1,5	ROCKWOLL PIPO/PIPO ASL	40	0,27	0,198	VYHOVUJE
Cu 35x1,5	ROCKWOLL PIPO/PIPO ASL	40	0,18	0,233	VYHOVUJE
Cu 35x1,5	DE Witky Eurobatex	32	0,18	0,178	VYHOVUJE
Cu 28x1	DE Witky Eurobatex	32	0,18	0,167	VYHOVUJE

B.19 Návrh trojcestného ventilu

Použité vzorce:

Teoretická hodnota K_v :

$$K_{v,theo} = \frac{V}{\sqrt{\Delta p_{v,min}}} \quad [m^3/h]$$

v – objemový průtok [m^3/h]

$\Delta p_{v,min}$ – minimální tlaková ztráta regulačního ventilu [bar]

Skutečná tlaková ztráta Δp_{skut} :

$$\Delta p_{skut} = \left(\frac{V}{k_{vs}}\right)^2 \quad [bar]$$

K_{vs} – jmenovitá hodnota ventilu [m^3/h]

Větev 1:

$$K_{v,theo} \frac{3,7}{\sqrt{0,03}} = 21,36 \text{ m}^3/h$$

$$\Delta p_{,skut} = \left(\frac{3,7}{16}\right)^2 = 0,05 \text{ bar} = 5 \text{ kPa}$$

Větev 2:

$$K_{v,theo} \frac{3,6}{\sqrt{0,03}} = 20,78 \text{ m}^3/h$$

$$\Delta p_{,skut} = \left(\frac{3,6}{16}\right)^2 = 0,05 \text{ bar} = 5 \text{ kPa}$$

SERIES VRG132, EXTERNAL THREAD

Art. No.	Reference	DN	Kvs *	Connection	A	B	C	D	E	Weight [kg]	Replaces
11601500	VRG132	15	0,4	G 3/4"	36	72	32	50	36	0,40	
11601600			0,63								
11601700			1								
11601800			1,6								
11601900			2,5								
11602000			4								
11602100	VRG132	20	2,5	G 1"	36	72	32	50	36	0,43	
11602200			4								
11602300			6,3								
11602400	VRG132	25	6,3	G 1 1/4"	41	82	34	52	41	0,70	
11602500			10								
11602600	VRG132	32	16	G 1 1/2"	47	94	37	55	47	0,95	
11603500	VRG132	40	25	G 2"	53	106	44	62	53	1,69	
11603700	VRG132	50	40	G 2 1/4"	60	120	46	64	60	2,30	

Pro větev 1 a větev 2 navrhuji VRG 132 G 1 1/2''.

B.20 Návrh přepínacího ventilu

Pro okruh od tepelného čerpadla k akumulární nádrži a ohříváči teplé vody bude přednostní ohřev vody, kdy nám jej bude řídit přepínací ventil se servo pohonem ESBE VRG 232 a ARA 645 o dimenzi 2".



PŘEPÍNAČÍ VENTIL SE SERVOPOHONEM

Řady VRG232 a ARA645

Ventil řady VRG a pohon řady ARA se dodávají jako sada v jednom kompletním zařízení. Více informací o těchto výrobcích najdete na stránkách jednotlivých výrobců.

DALŠÍ INFORMACE

Informace o ventilu26 Příklady instalace.....118
Informace o pohonu34

VRG232 a ARA645

Přepínací ventil PN10 + pohon s 2bod. řízením, 230 V stř.

Č. vyr.	Směšovací ventil			Pohon	Poznámka
	DN	Kvs	Připojení		
13023500	25	10	G 1 1/4"	ARA645	-
13023600	32	16	G 1 1/4"		
13023700	40	30	G 2"		

Poznámky: * Hodnota Kvs v režimu ořezávání, měřená v m³/h při okolní tlaku o 1 bar; Hodnota Kvs v režimu směšování je o 10 % nižší 3l Pevný kabel

B.21 Roční spotřeba tepla a paliv

Výpočet roční spotřeby byl stanoven v programu Thermia HPC 2. Program vypočítal energetické nároky objektu na vytápění i na teplou vodu.

B.21.1 Vstupní údaje:

Lokalita:	Kroměříž
Nadmořská výška:	201 m.n.m.
Venkovní výpočtová teplota:	-12 °C
Počet topných dní v roce:	224
Teplotní spád:	35/25 °C

Vytápění a příprava TV	
Energetické nároky objektu	147 149 kWh
- z toho energie na vytápění	108 149 kWh
- z toho energie na přípravu TV	39 000 kWh
Celková dodaná energie, včetně teplé vody	147 149 kWh
Energie dodaná tepelným čerpadlem	146 895 kWh
Energie spotřebovaná tepelným čerpadlem	33 349 kWh
- z toho vnitřní oběhové čerpadlo (čerpadla)	1 185 kWh
kde vnitřní ventilátor	0 kWh
Energie spotřebovaná pomocným ohřevem	254 kWh
Vestavěný pom. ohř. v TČ (η=100%)	254 kWh
Celková spotřebovaná energie (zakoupená)	33 604 kWh
Úspora energie	113 545 kWh
Roční topný faktor SPF, bez pomocného ohřevu	4,4
Roční topný faktor SPF	4,4
Požadovaný výkon při VVT (kW) (max.)	57,5 kW
Výkon tepelného čerpadla (bez pom. ohř.) při VVT	53,6 kW
Požadovaný výkon pomocného ohřevu při VVT	3,9 kW
Energetické pokrytí	100 %
Výkonové pokrytí při VVT, pouze tepelné čerpadlo	91 %
Provozní hodiny	5 240 h
Bivalentní bod	-11 °C

B.22 TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.22.1 Celkové řešení

Projekt pro provedení stavby řeší teplovodní vytápění, návrh zdroje tepla a návrh ohřívače teplé vody v objektu pro polyfunkční dům o pěti nadzemních podlažích. Objekt je vytápěn pomocí podlahového topení, kdy zdroj tepla a ohřev teplé vody zajišťuje tepelné čerpadlo země-voda.

B.22.2 Vstupní údaje

Lokalita:	Kroměříž
Nadmořská výška:	201 m.n.m.
Venkovní výpočtová teplota:	-12 °C
Průměrná venkovní teplota v topném období:	3 °C
Počet topných dní v roce:	224
Teplotní spád:	35/25 °C

Výpočtové teploty vnitřního vzduchu:

$t_i = 20 \text{ °C}$ – chodba

$t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ – chodba, dětský pokoj, wc, vedlejší místnost, kuchyně, obývací pokoj, šatna, kancelář, zasedací místnost

$t_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ – koupelna

B.22.3 Tepelné ztráty konstrukcí

Tepelné ztráty konstrukcí byly stanoveny v programu PROTECH dle ČSN EN 12 831-1 Tepelný výkon pro vytápění. Všechny konstrukce splňují požadované hodnoty součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2:2011.

Celková tepelná ztráta objektu 52,9 kW.

B.22.4 Potřeby tepla

Potřeba tepla byla stanovena v programu Thermia HPC 2. Pro daný objekt vychází potřebná energie celkem 147 MWh/rok.

Potřeba tepla pro vytápění:	108,15 MWh/rok
Potřeba tepla pro teplou vodu:	39,00 MWh/rok
Potřeba tepla celkem	147,15 MWh/rok

B.22.5 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo IVAR MEGA L 2020 400 V typu země-voda. Topný výkon při B 0/W35 činí 59 kW při COP 4,5. Vnitřní jednotka je umístěna v technické místnosti. Na pozemku budou nachystány zemní vrtů pro tepelné čerpadlo. Navrženo je dle typu podloží 11 vrtů, kdy každý vrt bude mít délku 130 m. Ve větvi okruhu vrtů-vnitřní jednotka bude teplonosnou látkou nemrznoucí kapalina.

Jako bivalentní zdroj je v tepelném čerpadle obsaženo elektrické topné těleso o max výkonu 15 kW, které se zapne v případě potřeby.

Oběh mezi akumulací a tepelným čerpadlem je opatřen čerpadlem, které je obsaženo ve vnitřní jednotce tepelného čerpadla.

B.22.6 Akumulační nádrž

Topná soustava je napojena na akumulaciční nádrž o objemu 927 l, která zároveň slouží jako hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků. Objekt je zhotoven z keramických cihel, tím pádem je zajištěna dobrá tepelná setrvačnost objektu.

B.22.7 Ohřev teplé vody

Teplá voda je připravována v zásobníku o objemu 1500 l, který je umístěn v technické místnosti. Je zvolen přednostní ohřev teplé vody před otopnou vodou.

Do tepelného čerpadla se zásobníkem přivádíme pitnou studenou vodu, která se poté ohřeje na 55°C a dále ji distribuujeme do rozvodů teplé vody. Na výstupu teplé vody je třícestný termostatický ventil, který nám hlídá, aby do rozvodů teplé vody nešla teplá voda o teplotě více než 55 °C, kvůli ochraně lidí proti opaření.

Z důvodu objemu vyššího než 200 l ohříváče teplé vody, je potřeba umístění odkalovače na ohříváč teplé vody. Ochrana proti legionářské nemoci bude zajištěno krátkodobým ohřevem nad 70 °C tepelným čerpadlem za pomoci elektrické topné patrony o výkonu 15 kW.

B.22.8 Otopná soustava

Otopná soustava na rozdělovač sběrač ETL umístěný v kotelně, kdy je otopná soustava rozdělena na 2 větve. Před napojením na okruhy s podlahovým vytápěním jsou v každé bytové jednotce umístěny měřiče tepla. Soustava je navržena jako dvourubková s nuceným oběhem. Nucený oběh je zajištěn oběhovými čerpadly:

- Pro větev 1: Grundfos MAGNA 1 F N 32-40 180 1x230V
- Pro větev 2: Grundfos MAGNA 1 F N 32-120 180 1x230V

Veškeré rozvody jsou řešeny z polotvrdých měděných trubek. Veškeré spoje potrubí jsou lisovány. Teplotní roztažnost potrubí je řešena pevnými a kluznými body. Potrubí procházející přes zeď musí být řádně zaizolováno a nesmí se dotýkat stěn. Potrubí vedené po stěnách technické místnosti, chodeb a bytových jader bude uchyceno na úchyty.

Propojení tepelného čerpadla a akumulaciční nádrže je pomocí měděného potrubí Cu 76 x 2. Závitové a šroubované spoje (v okruhu, kde je teplonosná látka voda), budou

utěsněny buď na topenářské konopí (koudel). Veškeré potřebné armatury (kulové kohouty, vypouštěcí ventily, redukce, přechody, vsuvky atd.) budou mosazné. Kde je v systému použita nemrznoucí kapalina, bude zapotřebí použít speciální těsnící vlákno, které je určené na závitové spoje tomu určené (nemrznoucí kapalina má vysokou vzlínavost, proto se může stát, že při použití nesprávného těsnícího vlákna budou spoje unikat).

B.22.9 Zabezpečovací zařízení

Pro zdroj tepla tepelné čerpadlo je součástí dodávky pojistný ventil o otevíracím přetlaku 2,5 Bar. Za akumulární nádrží není zdroj tepla, tím pádem pojistný ventil není potřeba.

Dále je na okruhu ze zdroje do akumulární nádrže navržena expanzní nádoba s pružnou membránou REFLEX G 100. Mezi akumulární nádrží a zdrojem tepla je expanzní nádoba o objemu 20 l součástí dodávky tepelného čerpadla.

B.22.10 Doplnění systému a úprava vody

Úpravu vody zde neřešíme, protože je na pozemku studna se stálým přítokem, kde rozbor vody ve studně potvrdil její dobré minerální vlastnosti (adekvátní minerální složení a tvrdost vody).

Dopouštění vody do systému mezi zdrojem a akumulární nádrží bude pomocí zahradní hadice napojené na vypouštěcích ventilech. Hadice bude napojena na zahradní kohout za zpětnou klapkou na přívodu studené vody. Systém podlahového vytápění se napustí při prvním spuštění pomocí plnicích čerpadel (každý okruh zvlášť), kvůli možnému zavzdušnění. Poté se bude tento okruh doplňovat v technické místnosti připojením zahradní hadice na vypouštěcí ventily.

Po dopouštění systému topení se zahradní hadice sundá.

Pro dopouštění nemrznoucí kapaliny do okruhu vrtu slouží plnicí zařízení umístěné v kotelně.

B.22.11 Regulace a měření otopné soustavy

Otopná soustava bude řízena pomocí řídicí jednotky a vnějšího čidla, které nesmí být umístěno na místě, kde by bylo vystaveno přímému slunečnímu záření. Jednotlivé okruhy podlahového vytápění budou regulovány průtokoměry a nastavením ventilu, které jsou umístěny v rozdělovačích a sběračích. Zaregulování průtoků jednotlivých větví je pomocí ventilů HONEYWELL kombi 2 plus umístěných na patě každého stoupacího potrubí.

B.22.12 Izolace potrubí

Izolace potrubí v podlaze je provedena z dvou druhů izolace. Potrubí, které je vedeno v technické místnosti, pod stropem objektu a stoupací potrubí bude izolováno pomocí ROCKWOLL PIPO / PIPO ASL. Potrubí, které je vedeno v podlaze ve vrstvě polystyrenu bude DE Witky Eurobatex. Expanzní potrubí nebude izolováno.

Tloušťky izolaci jsou voleny v souladu s vyhláškou 193/2007 Sb.:

- CU 64x2, 54x2, 42x1,5, 35x1,5 28x1,5 - ROCKWOLL PIPO tl. iz. 40 mm
- CU 35x1,5, 28x1 - DE Witky Eurobatex tl. iz. 32 mm

B.22.13 Montáž

Instalaci zařízení a jejich uvedení do provozu musí vykonávat osoby způsobilé k těmto úkonům, tzn. musí mít osvědčení o kvalifikaci a oprávnění výkonu této činnosti. Návod na montáž a uvedení zařízení do provozu je součástí technické dokumentace u každého zařízení.

Před uvedením soustavy do provozu musíme nastavit armatury na hodnoty dané projektem.

Montáž a spuštění do provozu musí být provedeny v souladu s ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

B.22.14 Zkoušky, uvedení do provozu, předání

B.22.14.1.1 Montážní zkouška rozvodů topení v podlaze

Zkouška těsnosti bude probíhat před zaizolováním potrubí a před položením další vrstvy polystyrenů pod podlahové vytápění. Zkoušku těsnosti budeme provádět z technické místnosti, kdy napojíme manometr na potrubí a natlačíme soustavu vzduchem na 500 kPa. Vzduch v potrubí necháme 6 hodin, pokud neklesne tlak v soustavě, tak je zkouška považována za splněnou a můžeme potrubí zaizolovat.

B.22.14.1.2 Montážní zkouška podlahového topení a armatur

Zkouška těsnosti bude probíhat pomocí vzduchu, kdy se okruh podlahového topení a okruh mezi zdrojem tepla naplní vodou na nejvyšší dovolený přetlak 300 kPa a po 6 hodinách zkontrolujeme. Pokud nikde nedojde k poklesu tlaku, tak se veškerý vzduch vypustí ze soustavy a naplníme soustavu vodou na 100 kPa. Poté bude zkouška považována za splněnou.

B.22.14.1.3 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu bude moci provádět jen osoba, která má kvalifikaci k této činnosti. Při uvedení do provozu bude přítomný investor objektu. Bude provedena topná zkouška, kdy se vyzkouší funkčnost podlahového topení pomocí termokamery. Provozovatel objektu bude obeznámen s obsluhou a s veškerým nastavením topného systému.

B.22.14.1.4 Obsluha a ovládání

Zařízení je určeno k občasné obsluze pro jednu osobu. Tato osoba je obeznámena s bezpečnostními, provozními a technickými požadavky na jednotlivá zařízení. Tato osoba bude mít veškeré technické podklady k jednotlivým komponentům. Kontroluje se zde tlak soustavy, nastavení armatur, tlak v expanzní nádobě, nastavení požadovaných parametrů, mechanické filtry. Tyto věci by se měly kontrolovat minimálně jednou půl roku zodpovědnou osobou.

B.22.15 Ochrana zdraví a životního prostředí

B.22.15.1.1 Vliv na životní prostředí

Instalace a následný provoz systému nemá žádný negativní dopad na životní prostředí.

B.22.15.1.2 Nakládání s odpady

Při instalaci a provozu zařízení je nutné plnit požadavky na nakládání s odpady podle zákona č. 541/2020 Sb.

B.22.16 Bezpečnost

B.22.16.1.1 Bezpečnost při realizaci díla

Zhotovitel je ze zákona č. 262/2006 Sb. ve znění nejnovějšího předpisu a vyhlášky č. 601/2006 sb. dbát zřetel na bezpečnost při realizaci.

B.22.16.1.2 Bezpečnost při provozu a užívání

Zařízení mohou obsluhovat pouze zaškolené a způsobilé osoby. Při servisních a obslužných úkonech je nutné dodržovat návody a předpisy stanovené výrobcem, které jsou uvedeny v technických podkladech každého zařízení. Zhotovitel je povinný předat tyto podklady osobě obsluhující tato zařízení.

B.22.17 Požární bezpečnost

Montáž a následný provoz splňují požadavky ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení.

B.22.18 Návaznost a požadavky na ostatní profese

B.22.18.1.1 Elektroinstalace

Dle technických listů výrobců zajistíme požadované elektrické připojení k síti.

B.22.18.1.2 Zdravotechnika

Pro přípravu teplé vody musí být nachystáno potrubí studené vody o předepsané dimenzi v technické místnosti pro napojení do ohřívače teplé vody. V technické místnosti musí být nachystány vývody odpadů na napojení pojistných ventilů a podlahová vpust'. Z pojistného ventilu z okruhu pro nemrznoucí kapalinu bude potrubí svedeno do samostatné nádoby.

B.22.18.1.3 Stavební práce

Jedná se o zajištění spolupráce v technologických etapách, kdy je třeba vykonat zemní práce pro vedení potrubí k hlubinnému vrtu a poté do interiéru.

B.22.19 Měření a regulace

Tato část bude řešena samostatným projektem, který bude navazovat na projekt elektro a vytápění.

B.22.20 Seznam použitých norem a předpisů

- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech
- Vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov
- ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnost budov – Část 1: Teplený výkon pro vytápění
- ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 – Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 – Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN EN 12 831-3 – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 15450 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly

- ČSN EN 12828+A1 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních
- otopných soustav
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN EN 12 170 – Tepelné soustavy v budovách – Návod pro provoz, obsluhu, údržbu a užívání
- ČSN 06 0830 – Teplené soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

C EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

C.1 Analýza objektu

C.1.1 Údaje o objektu

- Druh stavby: Rodinný dům - novostavba
- Adresa objektu: Valašské Meziříčí, Kardinála Bauera 1458, 75701
- Parcela č.: 2133/82
- Katastrální území: Valašské Meziříčí – město, č. kat. 776 360
- Plocha objektu: 640,5 m²
- Převažující vnitřní teplota: 20 °C
- Venkovní návrhová teplota v zimním období: -15 °C



Obrázek 49: Posuzovaný objekt

C.1.2 Architektonické a konstrukční řešení

Jedná se o novostavbu rodinného domu ve svažitém terénu, který je částečně zapuštěno zeminy. Objekt je dvoupodlažní, přičemž se podlaží vzájemně překrývají. Půdorysně je dům pravoúhlých členitých tvarů o max. rozměrech 13,25 x 15,42 m.

V obytném 1.PP se nachází kuchyň s jídelnou, obývací pokoj, pokoj, koupelna a schodišťový prostor. 1.NP sestává ze zádveří, komunikačního prostoru, 2 x pracovny, technické místnosti, WC, koupelny, komory, pokoje, ložnice a šatny. Objekt je pro PENB výpočtově uvažován jako jednozónový s vnitřní návrhovou teplotou 20°C.

Obvodové stěny jsou navrženy jako keramické z broušených bloků o síle 300 mm a se zateplením pomocí minerální izolace o síle 140 mm, 160 mm a 200 mm, které jsou dále doplněny pohledovým obkladem z lehčeného betonu imitující přírodní kámen o síle 25 mm. Část stěn je zhotovena ze ztraceného bednění o síle 300 mm se shodnou minerální izolací o síle 140 mm a obkladem z lehčeného betonu. Stěnová konstrukce ve styku se zemí je zhotovena ze ztraceného bednění s hydroizolačním pásem a zateplením pomocí XPS o síle 140 mm. Soklová část stěn je zateplena k základové spáře pomocí XPS o síle 120 mm.

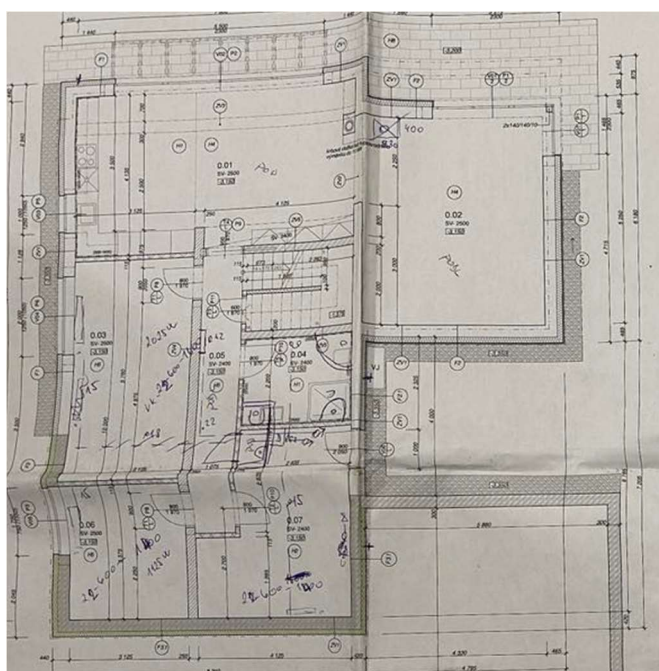
Podlaha na zemině je zateplena pomocí EPS 100 Z o síle 110 mm a doplněná systémovou deskou z EPS o síle min. 30 mm pro podlahové vytápění. V místnostech bez podlahového vytápění bude síla podlahového EPS 140 mm.

Zastřešení objektu vytvoří plochá střecha nad 1.PP a pultová střecha nad 1.NP. Plochá střecha je tvořena dutinovým panelem Spiroll o síle 250 mm s tepelně-izolační vrstvou z EPS 100 S o síle 200 mm + 40-170 mm. Pultovou střechu nad 1.NP vytvářejí krokve ve spádu, zateplen je rovný strop nad 1.NP v podhledu, čímž vznikne půdní (podstřešní) prostor. Strop nad 1.NP je zateplen pomocí minerální izolace o síle 200 + 100 mm v zavěšeném podhledu.

Okna, balkonové dveře a vchodové dveře jsou plastové s izolačním trojsklem.



Obrázek 50: Půdorys 1.NP



Obrázek 51: Půdorys 1.PP

C.1.3 Technické řešení

Vytápění objektu je v 1. PP pomocí podlahového teplovodního vytápění. V 1.NP jsou místnosti vytápěny pomocí radiátorů. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo IVAR Thermia ATEC 11 kW systém vzduch – voda s COP při A7 / W35 4,5. Jako bivalentní zdroj je topná patrona uvnitř vnitřní jednotky tepelného čerpadla o max. výkonu 6 kW. Tepelné čerpadlo je napojeno na akumulaci nádrž o objemu 126 l. Ohřívač teplé vody je napojen z rozdělovače, který je napojen na akumulaci nádrž. Okruh pro radiátory a podlahové vytápění je napojen na rozdělovač v kotelně, kdy teplota přívodu je max 35 °C. dům je řízen pomocí ekvitermní regulace. Ohřívač teplé vody je o objemu 291 l. Objekt není chlazen.



Obrázek 52:Foto z montáže podlahového vytápění

C.2 Návrh tepelného čerpadla

V objektu je nainstalováno tepelné čerpadlo IVAR Thermia ATEC o výkonu 11 kW. Toto tepelné čerpadlo je v provedení vzduch – voda: Vnitřní jednotka tepelného čerpadla je umístěna v technické místnosti spolu s akumulací nádrží a ohříváčem teplé vody. Venkovní jednotka je umístěna na východní straně objektu.

Tepelná ztráta objektu byla stanovena na 13,5 kW. Tepelné čerpadlo je navrženo na 80 % tepelných ztrát.

- 1 Přívod do otopné soustavy (OS): 28 mm Cu
- 2 Zpátečka OS: 28 mm Cu

veivarska s, Gounorany,
277 51 Nelahozeves
www.ivarcs.cz

Vnitřní jednotka



Š: 380 mm
H: 204 mm
V: 600 mm

STANDARD

- Inteligentní řídicí systém



Š: 420 mm
H: 260 mm
V: 730 mm + 50 mm hrkla

PLUS

- Inteligentní řídicí systém
- Pomocný ohřev (3/6/9/12/15 kW 3~400V; 3/6/9 kW 1~230 V)
- Oběhové čerpadlo Optimum třídy A
- Třícestný přepínací ventil vytápění/TV



Š: 596 mm
H: 690 mm
V: 1538 mm

TOTAL COMPACT

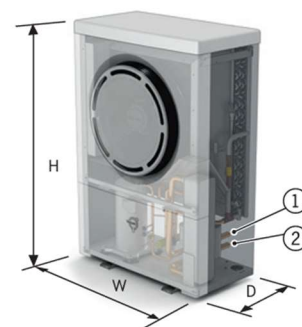
- Inteligentní řídicí systém
- Zásobníkový ohřivač TV 180 l
- Oběhové čerpadlo Optimum třídy A
- Třícestný přepínací ventil vytápění/TV
- Pomocný ohřev (3/6/9/12/15 kW 3~400 V; 1,5/3/4,5 kW 1~230 V)
- Volný prostor navíc ve spodní části skříně může být využit pro instalaci 60litrové vyrovnávací nádrže nebo přídavné expanzní nádoby 12 l



Š: 596 mm
H: 690 mm
V: 1845 mm

TOTAL TOTAL +60

Venkovní jednotka



Atec			6	9	11	13	16	18
Chladivo	Typ		R407C	R407C	R407C	R407C	R407C	R407C
	Množství ¹	kg	4,0	4,3	5,0	5,6	5,6	5,6
	Zkušební tlak	MPa	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
	Výpočtový tlak	MPa	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Kompressor	Typ		Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll
	Oil		POE	POE	POE	POE	POE	POE
Elektrické údaje 3-N, ~50Hz	Napájení	V	400	400	400	400	400	400
	Jmenovitý příkon, kompressor	kW	2,2	2,9	3,3	4,2	5,0	6,1
	Jmenovitý příkon, ventilátor	kW	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7
	Rozběhový proud	A	12	10	18	17	18	18
	Jistič	A	10	10	16	16	16	16
Elektrické údaje 1-N, ~50Hz	Napájení	V	230	230	230	230	230	-
	Jmenovitý příkon, kompressor	kW	2,4	2,8	3,6	4,3	5,5	-
	Jmenovitý příkon, ventilátor	kW	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	-
	Rozběhový proud	A	11	21	26	28	38	-
	Jistič	A	20	20	25	32	32	-
Provozní parametry	COP ²		4,7	4,7	5,0	4,7	4,6	4,3
	COP ³		4,3	4,4	4,7	4,4	4,1	4,0
	Topný výkon ³	kW	6,5	8,6	11,1	12,3	15,2	17,6
	Příkon kompresoru ³	kW	1,5	2,0	2,4	2,8	3,7	4,4
	EER ⁴		2,2	2,4	2,5	2,4	2,3	2,3
	Chladicí výkon ⁴		4,2	5,9	7,5	8,9	10,4	13,1
	Příkon kompresoru, chlazení ⁴		1,9	2,5	3,0	3,7	4,5	5,7
Energetická třída – systém ¹⁰	Podlahové vytápění (35°C)		A+	A+	A++	A++	A++	A+
	Radiátor (55°C)		A+	A++	A+	A++	A+	A+
Energetická třída – produkt ¹¹	Podlahové vytápění (35°C)		A+	A+	A++	A+	A++	A+
	Radiátor (55°C)		A+	A++	A+	A++	A+	A+
	Příprava teplé vody		B	A	A	A	B	B
Jmenovitý průtok ⁵	Otopná soustava	l/s	0,150	0,216	0,263	0,299	0,372	0,432
Pracovní rozsah venkovních teplot		°C	-20~+45	-20~+45	-20~+45	-20~+45	-20~+45	-20~+45
Maximální teplota ⁶	Otopná soustava	°C	60	60	60	60	60	60
Presostaty	Nízký tlak	MPa	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Pracovní tlak	MPa	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85	2,85
	Vysoký tlak	MPa	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Vážená hladina akustického výkonu	Standardní chod ⁷	dB(A)	61	61	61	62	66	76
	"Tichý chod" ⁷	dB(A)	60	59	60	61	64	71
Vážená hladina akustického tlaku	Standardní chod ⁸	dB(A)	46	46	46	47	51	61
	"Tichý chod" ⁸	dB(A)	45	44	44	46	48	55
Hmotnost	Vnitřní jednotka	kg	125	131	150	155	185	191
	Standard	kg	18	18	18	18	18	18
	Plus	kg	21	21	21	21	21	21
	Total	kg	106	106	106	106	-	-
	Total (+60) ⁹	kg	142	142	142	142	-	-
	Total Compact	kg	100	100	100	100	-	-
Rozměry (ŠxHxV)	Venkovní jednotka	mm	856x510x1272	856x510x1272	1016x564x1477	1016x564x1477	1166x570x1557	1166x570x1557

Měření byla provedena na omezeném počtu tepelných čerpadel, což může způsobit odchylky ve výsledcích. Odchylky mohou být také způsobeny užitím různých metod měření.
* Sezónní provozní vlastnosti jsou ukazatelem efektivity provozu tepelného čerpadla v rozsahu celého roku. Zahrnují chladné a teplé období a přípravu teplé vody.

1) Chladicí okruh je hermeticky uzavřen a je předmětem nalazení o F-plynech. GWP pro R407C podle EC 517/2014 je 1774, CO₂ ekvivalent je pro 6: 7096 kg, 9: 7628 kg, 11: 8870 kg, 13: 9047 kg, 16: 9934 kg, 18: 9934 kg
2) Pfi A7/W35 Δ 10 K na sekundární (teplé) straně (EN 255)
3) Pfi A7/W35 podle EN 14511
4) Pfi A35/W7 podle EN 14511

5) Jmenovitý průtok: otopná soustava Δ 10 K
6) Pfi venkovní teplotě 0 °C
7) Podle SS-EN (12102, EN ISO 3741)
8) Hodnoty se vztahují k novému tepelnému čerpadlu s čistým výměníkem, podle ISO 11203, vzdálenost 4 m
9) Vystavěná 60l sériová taktovací nádrž, pokud soustava vyžaduje objem vody navíc

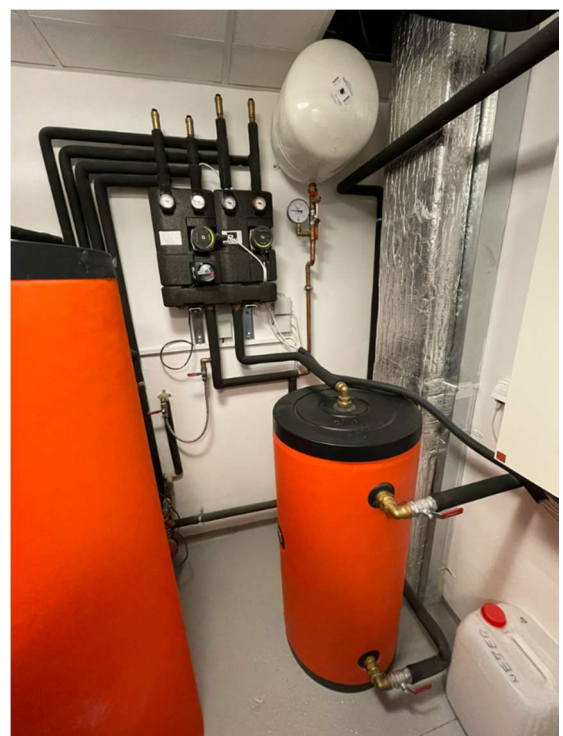
10) Pokud je TC součástí integrovaného systému. Podle Nařízení Komise č. 811/2013
11) Pokud je TC jediným zdrojem tepla a řídicí systém není zahrnutý. Podle Nařízení Komise č. 811/2013

Společnost Thermia a její autorizovaní distributoři si vyhrazují právo provést změny komponent a specifikace bez upozornění. Za případné chyby nepřebírájí žádnou odpovědnost.

Obrázek 53: Technický list tepelného čerpadla IVAR Thermia ATEC [48]



Obrázek 55: Venkovní jednotka tepelného čerpadla IVAR Thermia ATEC

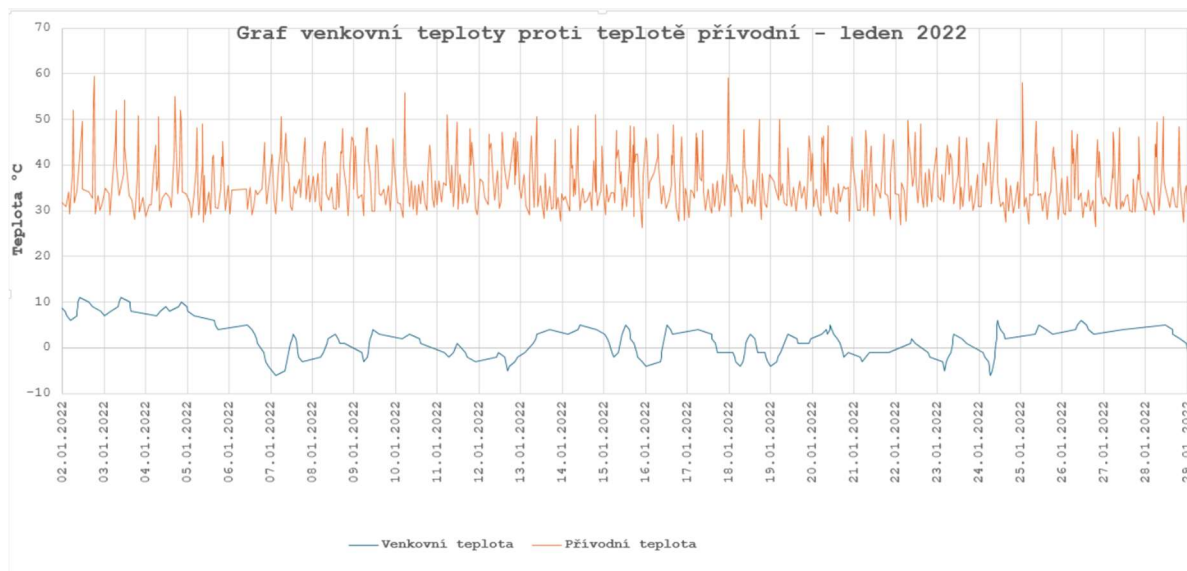


Obrázek 54: Vnitřní jednotka tepelného čerpadla IVAR Thermia ATEC + techn. místnost

C.3 Teplota přívodního potrubí proti venkovní teplotě

Teplota přívodního potrubí je řízená pomocí ekvitermní regulace. V těchto grafech je znázorněna křivka venkovní teploty (modrou barvou) a křivka teploty přívodní vody (oranžovou barvou).

Leden 2022



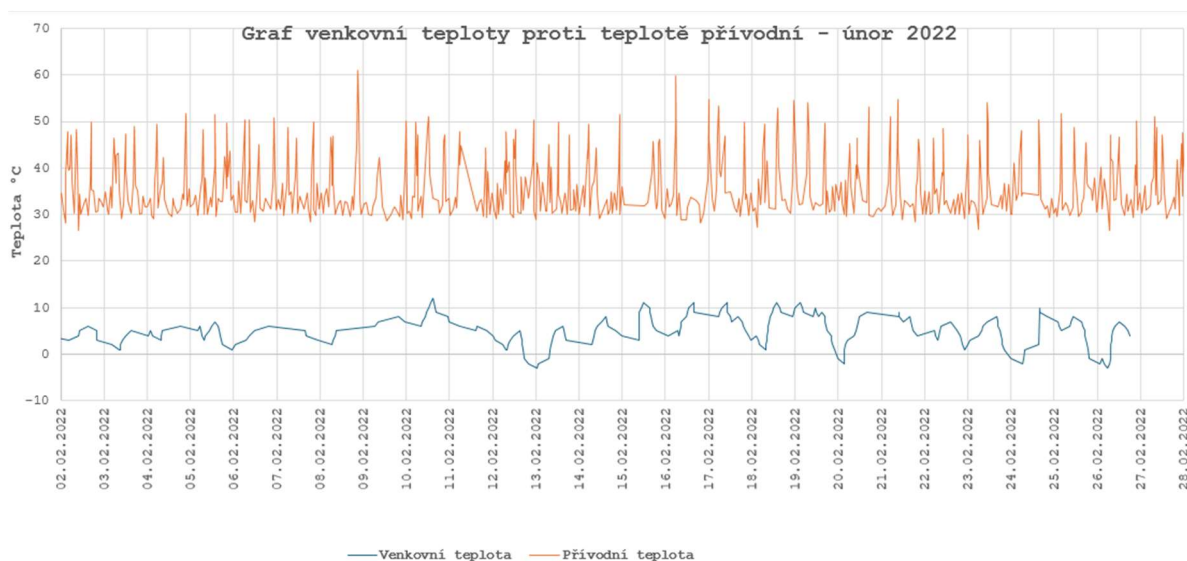
Obrázek 56: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - leden 2022

	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	1,8	12	-6
Přívodní teplota	36,6	59	26

Průměrné COP za měsíc leden: **3,67**

Na grafu lze vidět, pokud se nám venkovní teplota pohybuje okolo 10 °C, tak se nám teplota přívodu pohybuje okolo cca 55 °C. Pokud se nám venkovní teplota pohybuje okolo 5 °C, tak teplota přívodu se nám pohybuje do 50 °C. Nejnižší teplota přívodní nastává, když nám teploty začnou klesat pod 0 °C (viz 7.1.2022), kdy se nám teplota přívodní dostává do maximální teploty 45 °C. Průměrná venkovní teplota v měsíci lednu 2022 byla 1,8 °C a průměrná teplota přívodní byla 36,6 °C.

Únor 2022



Obrázek 57: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - únor 2022

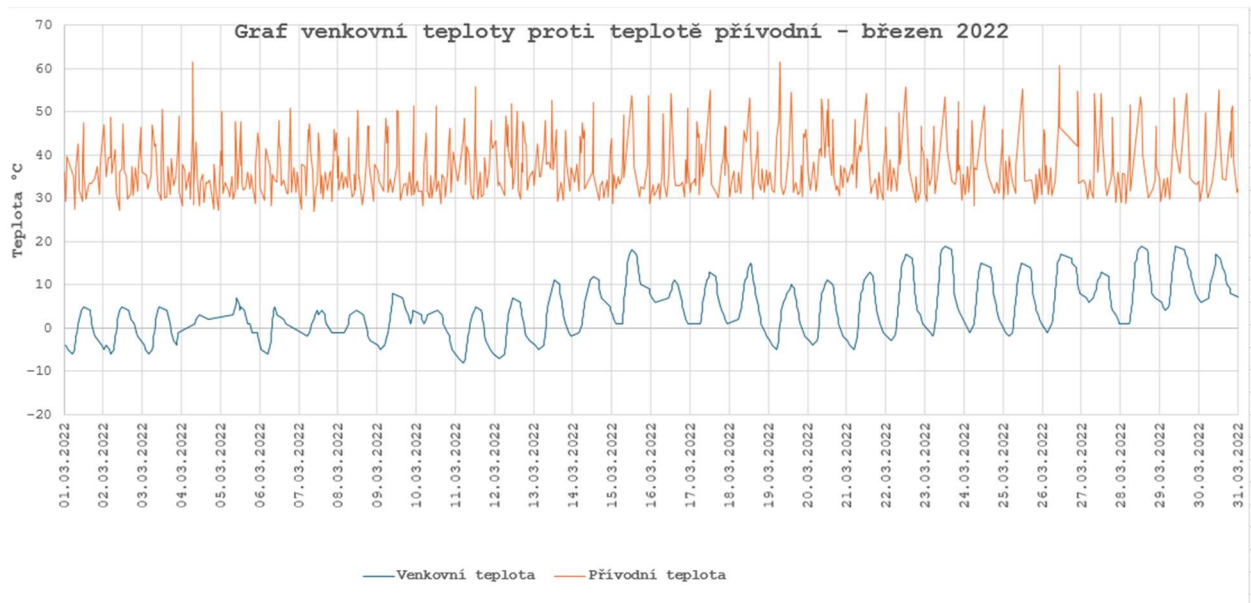
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	4,8	12	-3
Přívodní teplota	36,0	61,0	26,5

Průměrné COP za měsíc únor: **4,12**

Oproti lednu se nám průměrná venkovní teplota zvýšila o 3 °C na hodnotu 4,8 °C, ale teplota přívodní nám průměrně klesla o 0,6 °C. Můžeme zde vidět i zvýšení faktoru COP na 4,12 za měsíc únor, zatím co v lednu jsme měli faktor COP 3,67 při průměrné venkovní teplotě 1,8 °C.

Na grafu lze vidět, že měsíc únor byl teplejším měsícem než leden, protože venkovní teploty se pohybovaly spíše nad nulou. Venkovních teplot pod 0 °C dosáhly jen 4x. Vrcholy křivek přívodní teploty často dosahují 50 °C při venkovní teplotě 10 °C (viz. 18.2.2022), po těchto maximech však padají do nižších. Proto teplota přívodního potrubí dosahovala průměrně 36,6 °C.

Březen 2022



Obrázek 58: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - březen 2022

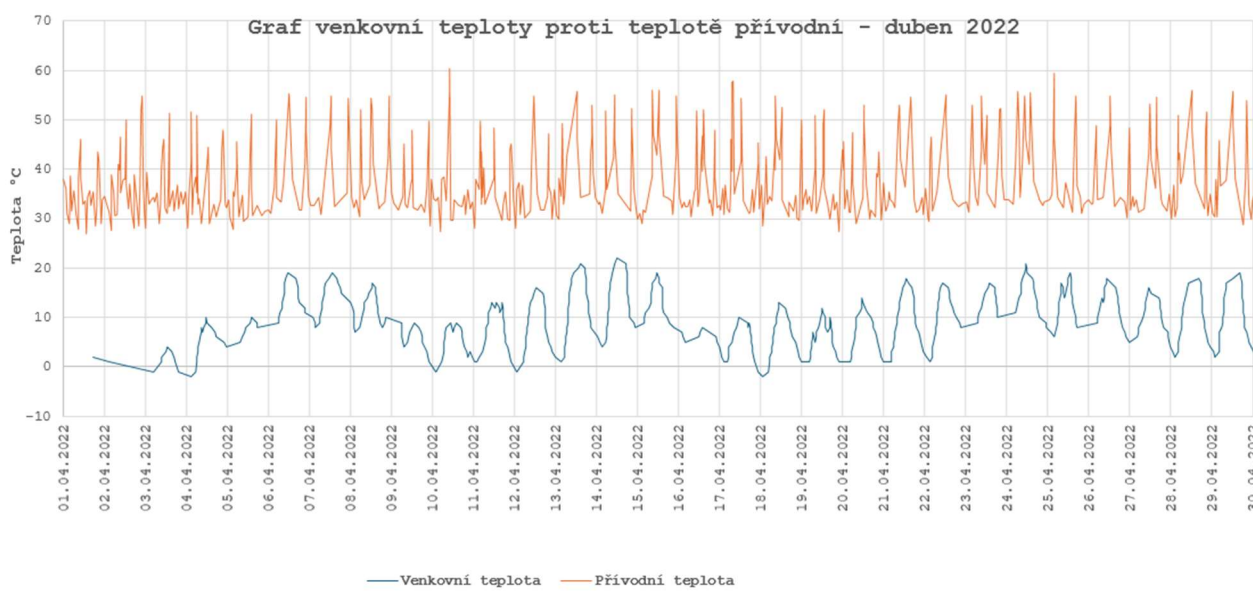
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	5,3	19,0	-8,0
Přívodní teplota	37,5	61,5	27,1

Průměrné COP za měsíc březen: **4,17**

Měsíc březen je hodně podobný měsíci únor, jelikož průměrná venkovní teplota se nám zvýšila pouze o 0,5 °C a tím pádem se nám zvýšilo COP z hodnoty 4,12 na hodnotu 4,17.

Hodnoty venkovní teploty se nám ale z části pohybovaly kolem 0 °C, místy šly i do minusových teplot (nejnižší teplota -8 °C), avšak průměrná teplota se nám zvedla díky vyšším teplotám během dne. Teploty přívodní nám dosahovaly často i nad 50 °C, díky vyšším venkovním teplotám. Teplota přívodního potrubí se nám zvýšila o 1,5 °C oproti únoru.

Duben 2022



Obrázek 59: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - duben 2022

	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	9,8	22,0	-2,0
Přívodní teplota	38,0	60,5	26,8

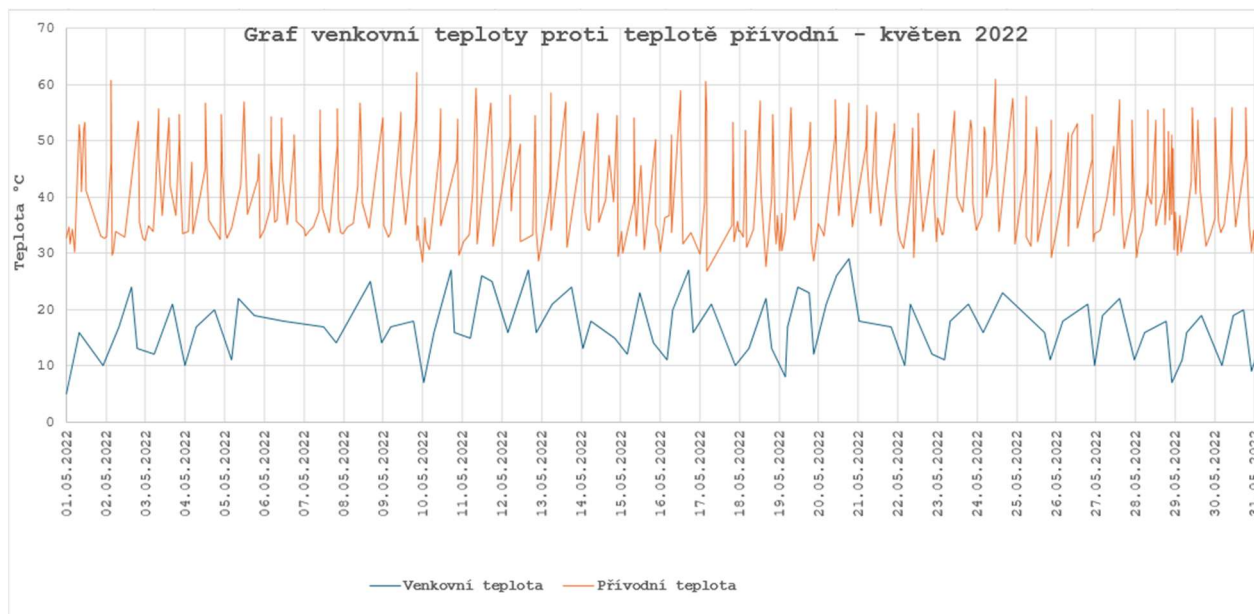
Průměrné COP za měsíc duben: **4,74**

V měsíci dubnu se nám hodnota COP rapidně zvýšila, jelikož se nám zvedla oproti měsíci březnu z hodnoty 4,17 na hodnotu 4,74.

Hodnoty venkovní teploty jsem od 1,4 – 4,4 chybně vyobrazeny kvůli vadě venkovního čidla, které bylo následně vyměněno.

V dubnu jsme se do minusových venkovních teplot dostali pouze 4x, zbytek měsíce byl převážně teplejší, kdy průměrná venkovní teplota byla 9,8 °C. Teplota přívodu se nám opět díky vyšším venkovním teplotám zvýšila a častěji dosahovala hodnot nad 50 °C (často i hodnot 55 °C).

Květen 2022



Obrázek 60: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - květen 2022

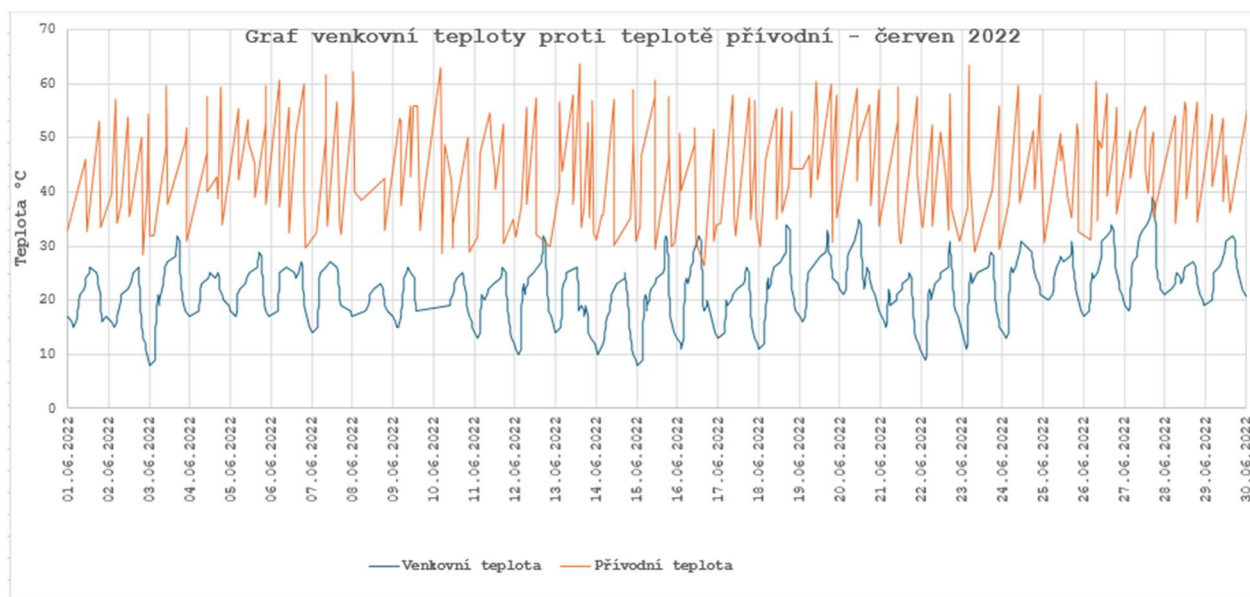
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	17,0	29,0	5,0
Přívodní teplota	41,9	62,8	26,9

Průměrné COP za měsíc květen: **5,42**

Zvýšení hodnoty COP oproti minulému měsíci o 0,68 na hodnotu COP za měsíc květen 5,42.

Zde jsou vidět (oproti předchozím grafům) velké skoky ve venkovních teplotách, kdy tepelné čerpadlo natopilo akumulární nádrž (vyrovnávací nádrž) a poté nebylo zapnuto a neměřilo venkovní teploty tak často. Se zvyšující venkovní teplotou nám roste i přívodní teplota, která je oproti předchozímu měsíci opět vyšší, ale i zde vidíme, stejně jak u venkovní teploty, že křivka teploty přívodní není tak často vykreslována, jako u předchozích grafů.

Červen 2022



Obrázek 61: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - červen 2022

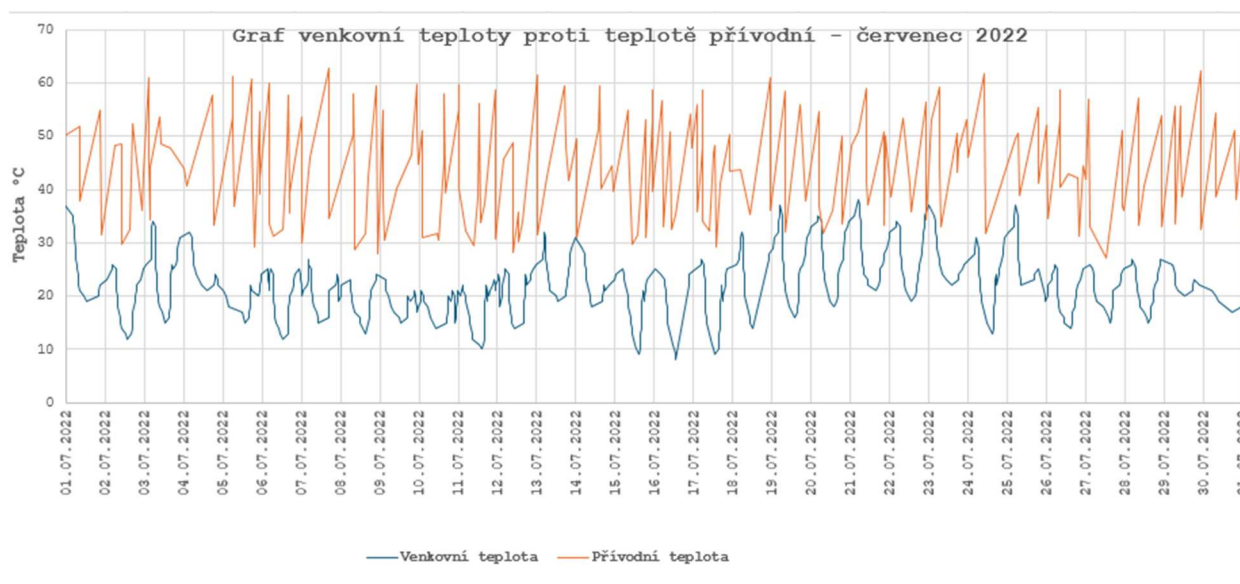
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	21,9	39,0	8,0
Přívodní teplota	44,7	63,7	26,4

Průměrné COP za měsíc červen: **5,72**

Zvýšení hodnoty COP oproti minulému měsíci z hodnoty 5,42 na hodnotu 5,72.

V červnu už tepelné čerpadlo bylo využíváno hlavně na ohřev teplé vody, kdy vytápění nebylo potřeba díky tomu, že průměrná venkovní teplota se nám zvýšila na hodnotu 21,9 °C. Křivka venkovní teploty je pravidelná, kdy teploty dosahovaly teplot 30 °C a v ten moment mělo někdy i tepelné čerpadlo nižší teplotu přívodní (viz. 16.6.2022).

Červenec 2022



Obrázek 62: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - červenec 2022

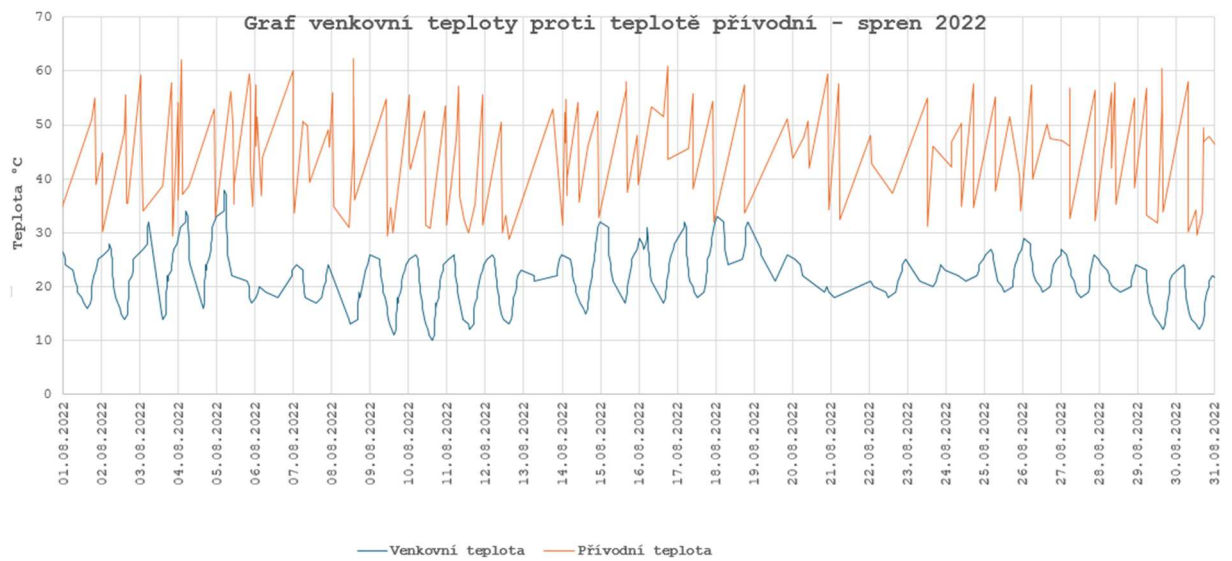
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	22,2	38,0	8,0
Přívodní teplota	44,5	62,7	27,3

Průměrné COP za měsíc červen: **5,74**

Cop už je skoro identické předchozímu měsíci.

V letních měsících je tepelné čerpadlo využíváno pouze k ohřevu teplé vody (červen, červenec, srpen), tudíž zde můžeme vidět skoro identické grafy tyto tři měsíce s hodně podobnou COP hodnotou.

Srpen 2022

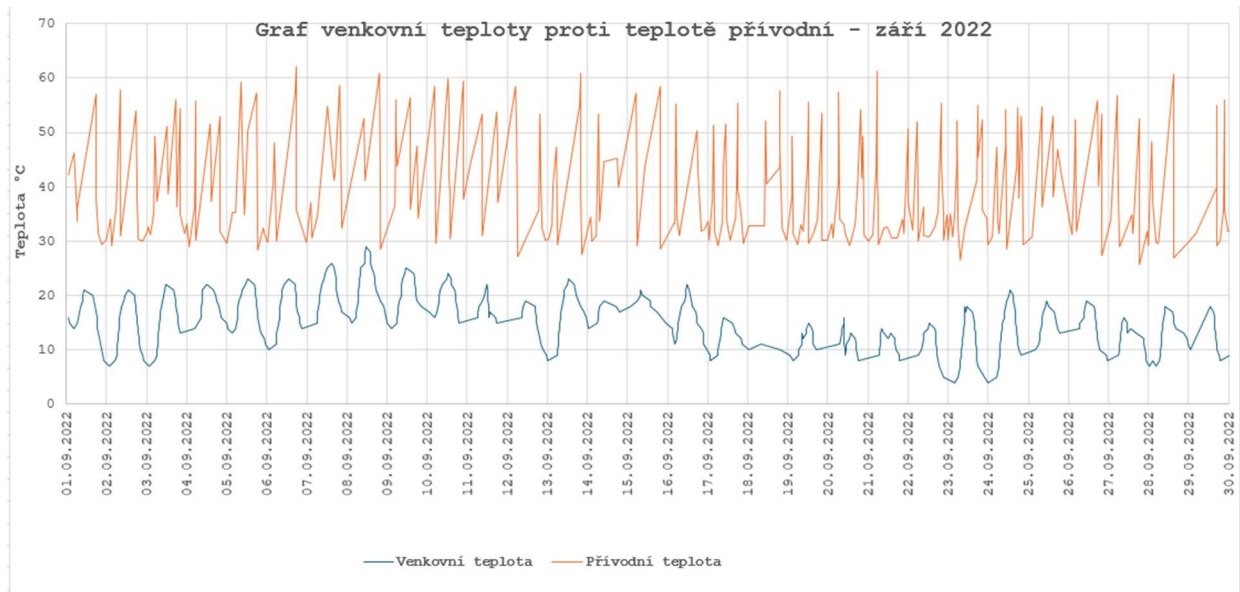


Obrázek 63: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - srpen 2022

	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	21,9	38,0	10,0
Přívodní teplota	44,9	63,9	28,7

Průměrné COP za měsíc srpen: **5,74**

Září 2022



Obrázek 64: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - září 2022

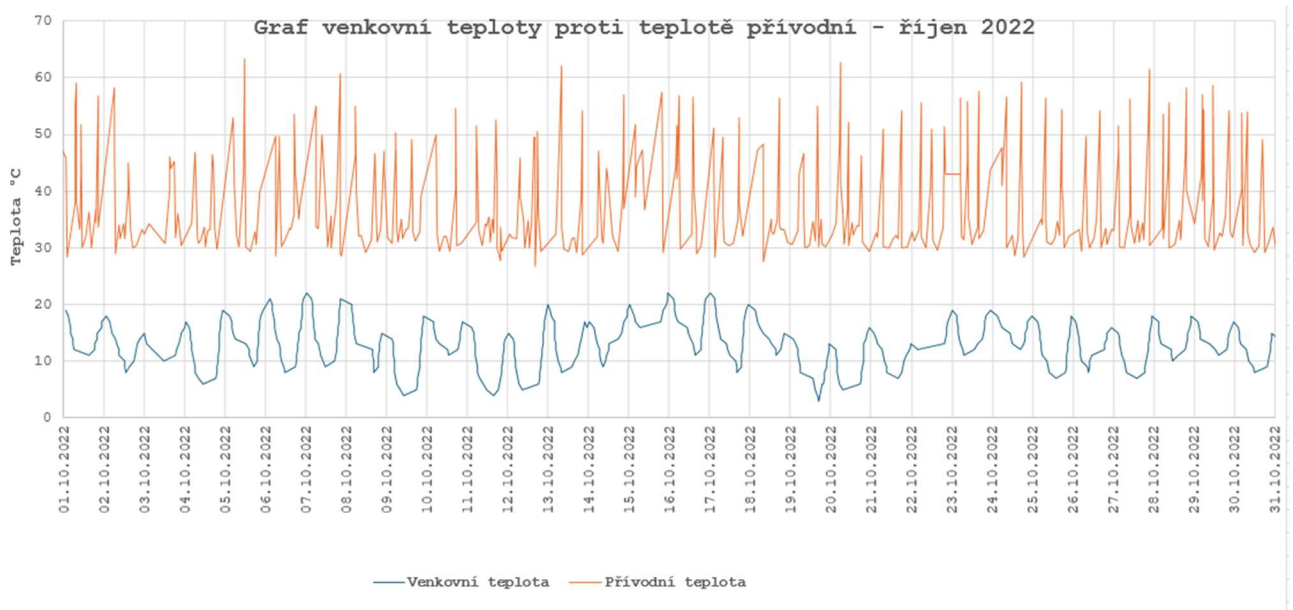
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	15,2	29,0	4,0
Přívodní teplota	40,1	62,1	25,0

Průměrné COP za měsíc září: **5,29**

V září se nám začaly postupně snižovat venkovní teploty, kdy se nám snížilo i COP oproti letním měsícům na hodnotu 5,29.

Přívodní teplota se nám pohybuje místy pořád nad 55 °C, avšak jak můžeme vidět (viz. 18.9.2022), pokud se nám teplota pohybuje okolo 10 °C, snižuje se nám i teplota přívodu s rozdílem cca. 5 °C, oproti 19.9.2022.

Říjen 2022



Obrázek 65: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - říjen 2022

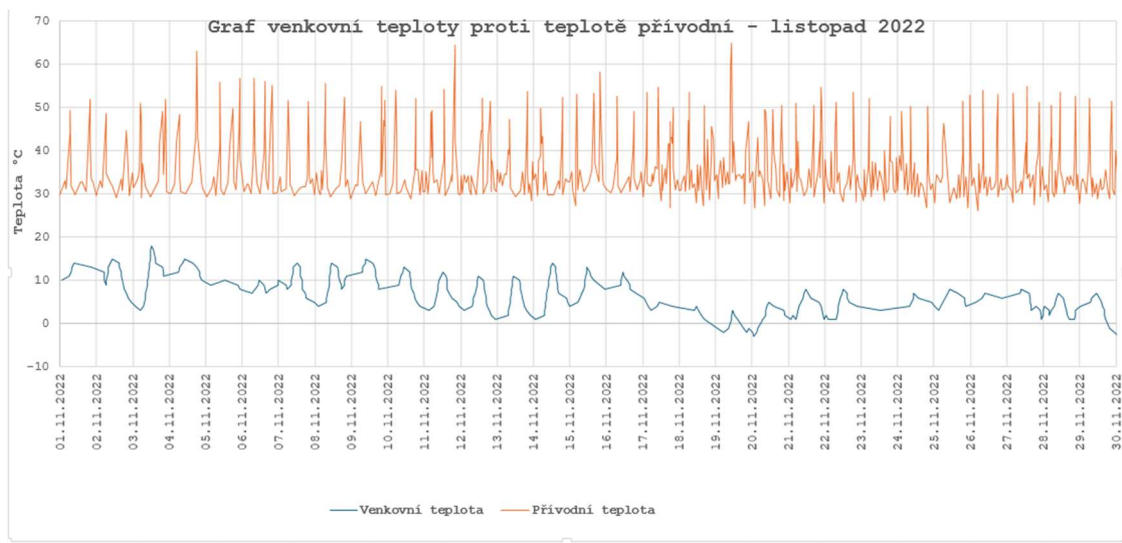
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	13,1	22,0	3,0
Přívodní teplota	38,3	63,4	26,8

Průměrné COP za měsíc říjen: **5,13**

Říjen nebyl ještě tak chladným měsícem, jelikož jeho průměrná venkovní teplota se pohybovala okolo 13,1 °C, tím pádem i jeho COP bylo na skoro stejném čísle jak minulý měsíc.

Křivky těchto teplot jsou skoro stejné jako u měsíce září, kdy venkovní teploty ještě nebyly pod nulou, ale zde se začíná ochlazovat a křivky teploty přívodu nejsou už tak často na vysokých číslech (55 °C) jako v předchozích měsících.

Listopad 2022



Obrázek 66: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - listopad 2022

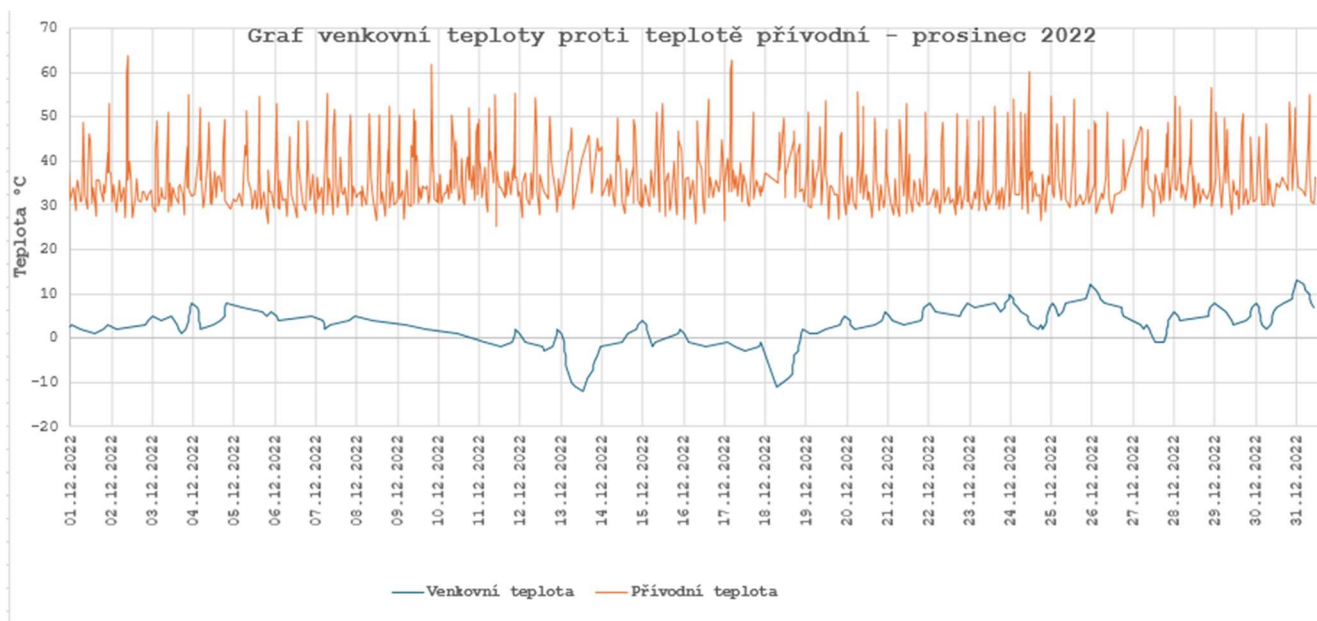
	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	7,0	18,0	-3,0
Přívodní teplota	36,4	64,9	26,2

Průměrné COP za měsíc listopad: **4,42**

Se snížením teploty došlo opět na snížení COP na hodnotu 4,42, která je nižší o 0,7 oproti měsíci říjen.

V listopadu už bylo naplno topné období, protože křivka venkovní teploty je pěkně souměrná, kdy tepelné čerpadlo častěji spínalo a měřilo teploty během dne. Od 18.11.2022 se začaly teploty pohybovat okolo 0 °C, což jde vidět i na teplotě přívodní, která dosahovala hodnot okolo 50 °C. Celková průměrná teplota přívodní nám klesla oproti minulému měsíci o 1,8 °C.

Prosinec 2022



Obrázek 67: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - prosinec 2022

	průměr	max °C	min °C
Venkovní teplota	2,9	13,0	-12,0
Přívodní teplota	36,7	63,7	25,2

Průměrné COP za měsíc prosinec: **3,9**

Měsíc prosinec můžeme porovnávat jedině s měsícem leden, kdy v prosinci sice byla vyšší průměrná teplota, a tím i vyšší COP na hodnotě 3,9 (leden COP 3,67).

V prosinci sice byla vyšší průměrná venkovní teplota, ale častěji dosahovala extrému pod -10 °C, než v měsíci lednu. V těchto extrémních mrazech se nám spouštěl pomocný ohřev, který se zapíná při -9 °C. Dne 18.12.2022 nám teplota venkovní klesla na -12 °C a můžeme vidět na grafu, že nám klesla i teplota přívodní na hodnotu 46 °C.

C.3.1 Porovnání za celý rok

	Venkovní teplota			Přívodní teplota		
	Průměrná teplota °C	max. teplota °C	min. teplota °C	Průměrná teplota °C	max. teplota °C	min. teplota °C
Leden	1,8	12,0	-6,0	36,6	59,5	26,3
Únor	4,8	12,0	12,0	36,0	61,0	26,5
Březen	5,3	19,0	-8,0	37,5	61,5	27,1
Duben	9,8	22,0	-2,0	38,0	60,5	26,8
Květen	17,0	29,0	5,0	41,9	62,8	26,9
Červen	21,9	39,0	8,0	44,7	63,7	26,4
Červenec	22,2	38,0	8,0	44,5	62,7	27,3
Srpen	21,9	38,0	10,0	44,9	63,9	28,7
Září	15,2	29,0	4,0	40,1	62,1	25,0
Říjen	13,1	22,0	3,0	38,3	63,4	26,8
Listopad	7,0	18,0	-3,0	36,4	64,9	26,2
Prosinec	2,9	13,0	-12,0	36,7	63,7	25,2

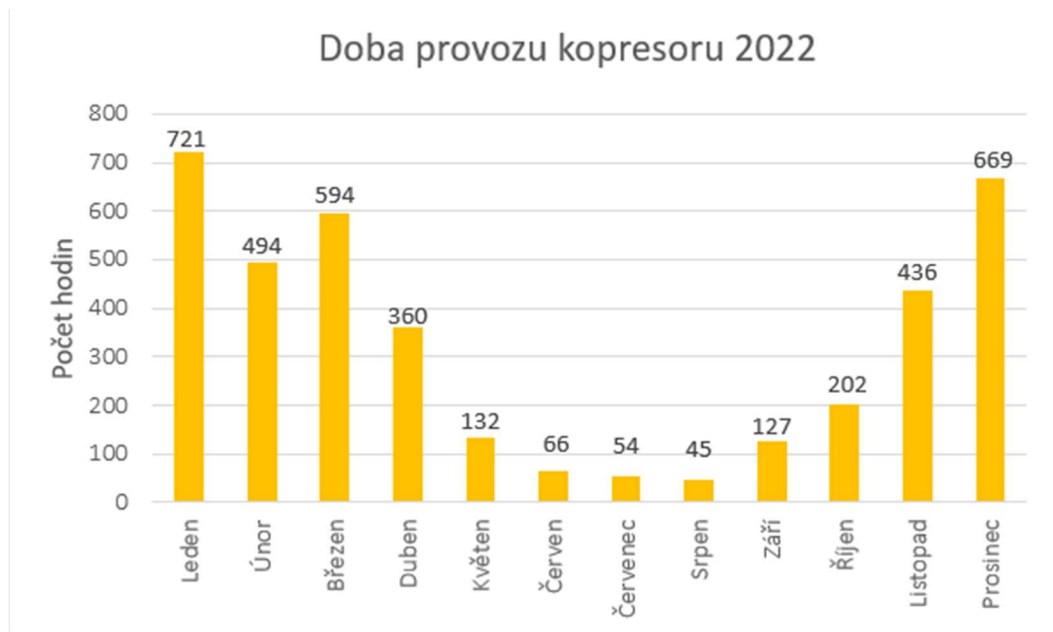
Během celého roku se nám průměrné teploty přívodního potrubí pohybovaly v rozmezí 36,6 – 44,9 °C, kdy průměr těchto teplot byl 39,6 °C. Nejvyšší přívodní teploty byly v měsíci listopadu. Minimální přívodní teplota neklesla pod 25 °C.

Průměr venkovních teplot byl změřen na hodnotu 11,9 °C, kdy nejvyšších hodnot dosahovaly teploty v letních měsících, kdy bylo tepelné čerpadlo využíváno pouze k ohřevu teplé vody. Nejnižší teplota byla v měsíci prosinec, kdy dosahovala naměřené hodnoty -12 °C. V topném období jsme mohli vidět, že pokud nám teploty spadly pod 0°C, tak se nám to hodně podepsalo na teplotách přívodních, kdy například v prosinci byla teplota venkovní -12 °C a rázem nám spadla i teplota přívodní na 46 °C. V těchto momentech se spíná pomocný ohřev v podobě topné patrony o výkonu 6 kW, který pomůže dotápnout potřebný výkon pro vytápění a ohřev vody.

Průměrné COP za rok 2022 nám vychází 4,82, kdy pro topnou sezónu (září – duben), nám vychází COP 4,4.

C.4 Doby provozu

C.4.1 Doba provozu kompresoru



Obrázek 68: Doba provozu kompresoru 2022

Doba provozu kompresoru je celkem za rok 2022 3900 hodin.

V tomto tepelném čerpadle je nainstalován Scroll kompresor Copeland. Výrobce deklaruje, že maximální počet startů kompresoru je 10x během jedné hodiny.

Dle servisních techniků ve firmě Copeland je životnost chodu kompresoru 40 000 hodin. Tento údaj však záleží na mnoha faktorech, ať už to je teplota přívodní vody do systému, poddimenzování tepelného čerpadla, kdy by tepelné čerpadlo jelo neustále na plný výkon a tím by se snížila životnost komponentů.

Pokud bychom tedy uvažovali, že tepelné čerpadlo je navrženo správně, můžeme se domnívat životnosti kompresu 40 000 hodin. Pokud by byla doba provozu kompresu v tomto objektu 3900 hodin za rok, tím pádem by měla být životnost tepelného čerpadla vzduch – voda okolo 10 let. Tuto životnost nám však nikdo nezaručí.

C.4.2 Doba ohřevu pro vytápění



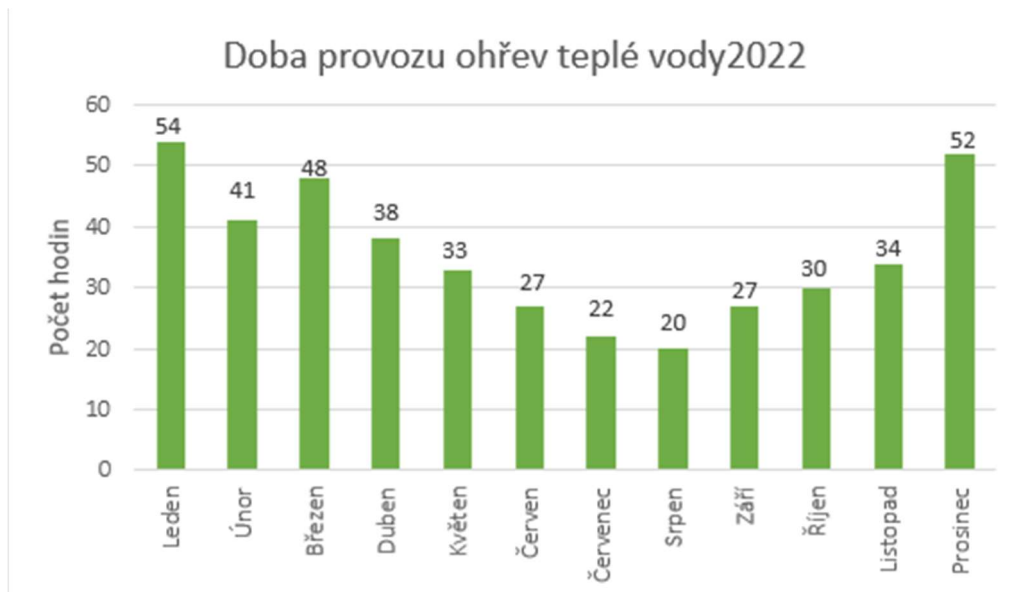
Obrázek 69: Doba provozu ohřevu pro vytápění 2022

Doba provozu ohřevu vytápění pro objekt za rok 2022 byla 1543 hodin.

Ohřev je počítán pouze pro vytápění, pro ohřev teplé vody je ohřev separován zvlášť. Nejdéle doba provozu byla v zimních měsících (leden, prosinec), kdy průměrné teploty se pohybovaly: v lednu průměrně kolem 1,8 °C a v prosinci kolem 2,9 °C.

	Průměrná venkovní teplota °C	doba ohřevu h
Leden	1,8	310
Únor	4,8	212
Březen	5,3	249
Duben	9,8	141
Květen	17,0	33
Červen	21,9	6
Červenec	22,2	6
Srpen	21,9	2
Září	15,2	38
Říjen	13,1	71
Listopad	7,0	183
Prosinec	2,9	292

C.4.3 Doba pro ohřev teplé vody

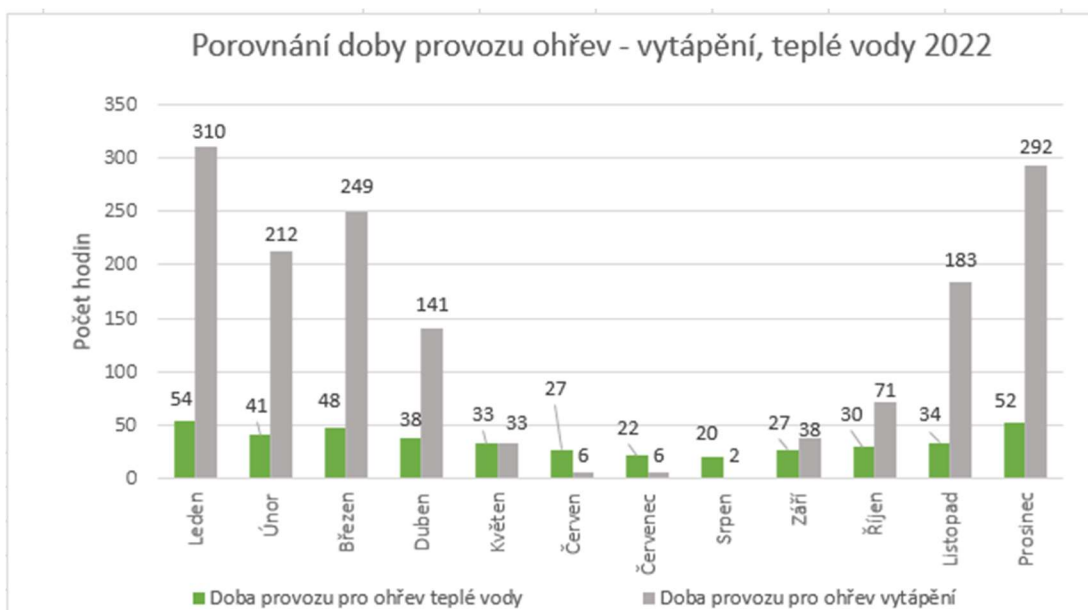


Obrázek 70: Doba provozu pro ohřev teplé vody 2022

Doba provozu ohřev teplé vody pro objekt za rok 2022 byla 426 hodin.

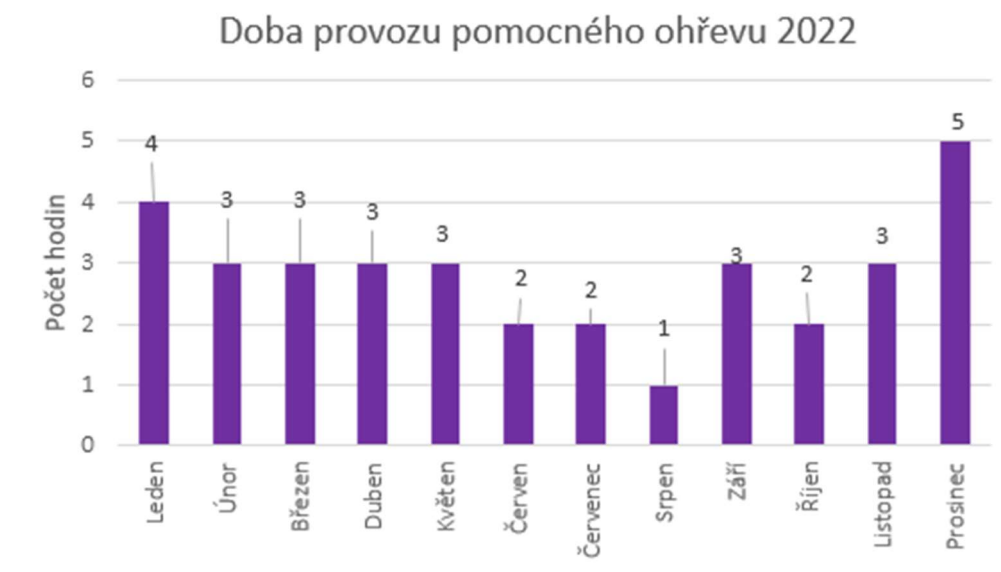
Potřeba pro ohřev teplé vody je nejvyšší v zimních měsících. Celkově v jarních a podzimních měsících je potřeba pro ohřev teplé vody téměř stejná, kdy se pohybujeme okolo 30 hodin. Nejmenší potřeba na ohřev teplé vody byla v letních měsících.

C.4.4 Porovnání pro ohřev pro vytápění a pro ohřev teplé vody



Obrázek 71: Porovnání doby provozu ohřevu - vytápění, teplé vody 2022

C.4.5 Doba pomocného ohřevu



Obrázek 72: Doba provozu pomocného ohřevu 2022

Pro pomocný ohřev je v tomto tepelném čerpadle topná elektrická patrona o maximálním výkonu 6 kW. Doby provozu jsou nejvyšší opět v zimních měsících, avšak pomocný ohřev je však méně častěji využíván s přibývajícím teplotou. Pro porovnání jsou například měsíce únor a listopad, kdy jejich průměrné venkovní teploty nebyly tolik rozdílné a můžeme vidět, že v oba měsíce jel pomocný ohřev 3 hod/měsíc.

Doba provozu pomocného ohřevu pro objekt za rok 2022 bylo 34 hodin. Nejvíce hodin, kdy pomocný ohřev byl zapnut, byly zimní měsíce prosinec a leden.

LEDEN		
Den	Průměrná venkovní teplota daného dne °C	Doba pom. ohřevu
02.01.2022	8,5	1
10.01.2022	2,0	1
18.01.2022	-1,1	1
25.01.2022	3,8	1

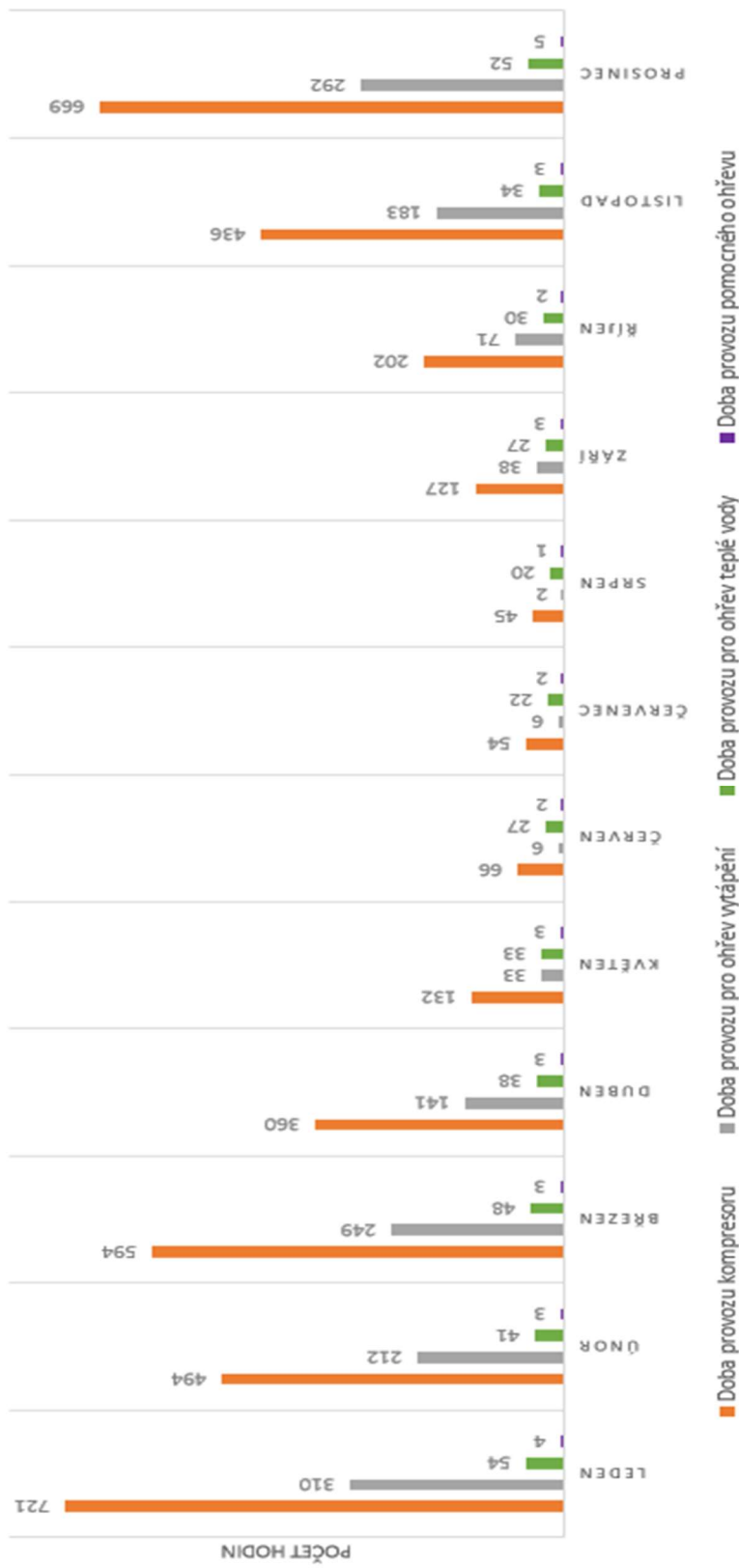
Dny, kdy bylo zapotřebí pomocného ohřevu v měsíci lednu jsou tyto 4 dny, kdy jejich průměrné venkovní teploty dosáhly průměrných hodnot pod 0 °C jen dne 18.1.2022, kdy průměrná teplota byla naměřena – 1,1 °C. Zbylé dny dosahovaly průměrných teplot nad 0 °C. Pomocný ohřev se má sice zapnout při -9 °C, ale zde pomocný ohřev pomohl dohřívání teplotou a otopnou vodu, protože tepelné čerpadlo nestíhalo vyrábět tepelnou energii.

PROSINEC		
Den	Průměrná venkovní teplota daného dne °C	Doba pom. ohřevu
07.12.2022	3,4	1
13.12.2022	-3,9	1
17.12.2022	-1,5	1
18.12.2022	-5,4	1
24.12.2022	7,2	1

V prosinci byl pomocný ohřev spouštěn častěji, protože venkovní teploty šly do teplot pod 0 °C. Nejchladnější den byl 18.12.2022, kdy pomocný ohřev má spínat při -9 °C a tento daný den bylo -11 °C. Zbylé dny teploty nebyly tak nízké, ale pomocný ohřev pomáhal opět tepelnému čerpadlu, když nestíhalo vyrábět tepelnou energii.

C.4.6 Celkové doby provozu v grafu

POROVNÁNÍ DOBY PROVOZU OHŘEVU - KOMPRESOR, VYTÁPĚNÍ, OHŘEV TEPLÉ VODY, POMOCNÝ OHŘEV



Obrázek 73: Porovnání doby provozu ohřevu - KOMPRESOR, VYTÁPĚNÍ, OHŘEV TEPLÉ VODY, POMOCNÝ OHŘEV

Celkem hod	3900
Doba provozu kompresoru	1543
Doba provozu ohřevu pro vytápění	426
Doba provozu ohřevu teplé vody	34
Doba provozu pomocného ohřevu	

C.5 Hodnocení

V experimentální části jsem se zabýval měřeními hodnotami za rok 2022 tepelného čerpadla vzduch – voda, které je umístěno na rodinném domě ve městě Valašském Meziříčí. Zabýval jsem se porovnáním teploty přívodu vůči venkovní teplotě, díky ekvitermní regulace, které řídí vytápění objektu. Z naměřených hodnot šlo vidět, že jakmile nám klesá venkovní teplota, tak nám klesá i teplota přívodu. V zimních měsících, kdy se venkovní teploty okolo 0 °C, tak šlo v grafu vidět, jak nám křivka přívodní teploty klesne a teplota přívodní se pohybuje do 50 °C. Pokud se nám venkovní teplota pohybovala nad 10 °C, tak nám začala stoupat i teplota přívodní, kdy křivka s teplotou stoupla i na 55 °C. V nejchladnějších měsících (prosinec, leden), COP vycházelo v hodnotách 3,6 a 3,9. V letních měsících byla venkovní teplota mnohdy i vyšší, než teplota přívodní, kdy COP bylo přes hodnotu 5. Průměrné COP za topnou sezónu (září – duben) máme na hodnotě 4,82.

Dále jsem se zabýval, kolik hodin během roku byly v provozu jednotlivé části (vytápění, ohřev teplé vody, pomocný ohřev), kdy jsem dále porovnával, zda je tepelné čerpadlo navrženo správně vzhledem k chodu kompresoru a jeho startům během celého roku s porovnáním k informacím od servisních techniků, zda kompresor vydrží alespoň 10 let, kdy je tato doba udávána jako doba návratnosti tepelného čerpadla. Kompresor je provozován dle pokynů výrobce, kdy není spínán častěji za hodinu, než výrobce udává.

Doba pomocného ohřevu byla nejdelší v nejchladnějších měsících, kdy v prosinci to bylo 5 hodin a v lednu to byly 4 hodiny. V měsících poté vždy pomocný ohřev fungoval mezi dobou 2 – 3 hod za měsíc, díky tomu jsme mohli vyhodnotit, že tepelné čerpadlo funguje správně samo bez častého spínání pomocného ohřevu.

Závěrem můžu konstatovat, že tepelné čerpadlo vzduch – voda funguje bez problému a je navrženo správně, kdy není potřeba, aby tepelné čerpadlo bylo spuštěno na plný výkon, tím pádem není poddimenzované. Pomocný ohřev tedy nebyl tolik zapotřebí (hlavně v extrémních venkovních teplotách, což bylo především v zimě).

D Zdroje

Literární zdroje:

[L1] *KARLÍK* Robert, Tepelné čerpadlo pro váš dům, první vydání GradaPublishing, a.s. ISBN 978-80-247-6803-8

Elektronické zdroje:

[1] https://www.tepelka.cz/jak-funguje-tepelne-cerpadlo.php?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAg9urBhB_EiwAgw88mcKKZVdVEFd_ojw3bax_gbUTL-PqVWfpGP4j-WzB4XWhyGXZtWHtPNhoCh28QAvD_BwE

[2] <https://www.jaknacerpadla.cz/blog/jak-funguje-tepelne-cerpadlo>

[3] <https://mastertherm.cz/jak-funguje-tepelne-cerpadlo-v-hlavni-rol-i-kondenzace-a-vyparovani/>

[4] <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/tepelna-cerpadla>

[5] <https://www.remko.cz/princip-tepelneho-cerpadla>

[6] Tepelná čerpadla [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.elkap.shop/tepelne-cerpadlo>

[7] Tepelné čerpadlo země/voda – ekologický zdroj tepla [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/technologie/tepelna-cerpadla/tepelne-cerpadlo-zeme-voda.html#2>

[8] Zemní kolektor [online]. [cit. 2023-12-11]. <https://www.geotermalnienergie.cz/tepelne-cerpadlo-zeme-voda-plosny-kolektor/>

[9] Vybíráme tepelné čerpadlo [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/vybirame-tepelne-cerpadlo/>

[10] Vrt pro tepelné čerpadlo [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.geotermalnienergie.cz/tepelne-cerpadlo-zeme-voda-vrt/>

- [11] Země/voda - plocha [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-plocha>
- [12] Země/voda - vrt [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vrt>
- [13] Vzduch/voda – venkovní vzduch [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>
- [14] Atlas [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.vipsgas.cz/atlas.html>
- [15] MAGIS M EH3 [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.vipsgas.cz/magis-m-eh3.html>
- [16] Vzduch/vzduch [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch>
- [17] Tepelná čerpadla vzduch-vzduch [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.m-klima.cz/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch/>
- [18] Tepelná čerpadla země/voda - studna [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-voda-voda-studny>
- [19] Tepelná čerpadla voda-voda – vodní plocha [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vodni-plocha>
- [20] Plynový kotel [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%BD_kotel
- [21] Přehled trhu plynových kotlů 2017 – 2019, díl 1. – Kategorie kotlů, druhy plynů a spotřeby [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/20786-prehled-trhu-plynovych-kotlu-2017-2019-dil-1-kategorie-kotlu-druhy-plynu-a-spotreby>
- [22] Jaké jsou výhody a nevýhody plynového vytápění? [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://dumkotlu.cz/jake-jsou-vyhody-a-nevyhody-plynoveho-vytapeni/>
- [23] Výhody a nevýhody kondenzačního kotle [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/clanky/vytapeni/vyhody-a-nevyhody-kondenzacniho-kotle-174080>

[24] Jak správně vybrat plynový kotel? [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.srovnejto.cz/blog/jak-spravne-vybrat-plynovy-kotel/>

[25] Přehled trhu plynových kotlů 2017 – 2019, díl 1. – Kategorie kotlů, druhy plynů a spotřeby [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/20786-prehled-trhu-plynovych-kotlu-2017-2019-dil-1-kategorie-kotlu-druhy-plynu-a-spotreby>

[26] Nízkoteplotní a kondenzační kotle [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vytapeni/nizkoteplotni-akondenzacni-kotle>

[27] Hlavní úskalí při instalaci kondenzačních kotlů [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vytapeni/hlavni-uskali-pri-instalaci-kondenzacnich-kotlu>

[28] Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>

[29] EMISNÍ TŘÍDY KOTLŮ [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://kadria-kotle.cz/emisni-tridy-kotlu/>

[30] Komfort kotlů na tuhá/pevná paliva – část I. [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-pevnymi-palivy/17137-komfort-kotlu-na-tuha-pevna-paliva-cast-i>

[31] PELET Multifuel 80 - 600 kW [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.votona.cz/cz/e-shop/c86478/pelet-multifuel-80-600-kw.html>

[32] Hlavní sídlo lavice zapomnětlivý zásobník na pelety [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://hideawayaurora.com/itemzjwy/87883.phtml>

[33] Pneumatické doprava [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: https://www.av-s.cz/Pneumaticke-doprava-c22_26_2.htm

[34] ECO-HK 250 – 330 kW [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.drevoprodukt.cz/eco-hk-250-330-kw/>

[35] Kotle na spalování balíků slámy [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://cz.all.biz/kotle-na-spalovani-baliku-slamy-g305>

[36] TEPELNÉ ČERPADLO IVAR.HP MEGA ZEMĚ/VODA [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/tepelna-technika/tepelne-cerpadlo-ivar-hp-mega-zeme-voda-p142111/>

[37] Zásobník R0BC 1500 [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/zasobnik-r0bc-1500>

[38] TEPELNÉ ČERPADLO IVAR.HP ATHENA TOTAL 300L VZDUCH/VODA [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/tepelna-technika/tepelne-cerpadlo-ivar-hp-athena-total-300l-vzduch-voda-p142571/>

[39] Návrh vrtů pro tepelná čerpadla [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.gerotop.cz/dimenzovani-hlubinnych-vrtu>

[40] SESTAVA ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ - BEZ SKŘÍNĚ [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/sestava-rozdelovac-sberac-bez-skrine-p140696/>

[41] Filtr mosazný s nerezovým sítkem [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.maro.cz/v/1283468/filtr-mosazny-s-nerezovym-sitkem-ff-2>

[42] BYTOVÁ MĚŘICÍ SESTAVA - BEZ INSTALAČNÍ SKŘÍNĚ [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/bytova-merici-sestava-bez-instalacni-skrine-p140614/>

[43] Klapky zpětné [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: https://www.dilynakotle.cz/topeni_k115/klapky-zpetne_k628/

[44] Giacomini N6 zpětná klapka [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.pde.cz/katalog/instalace/vytapeni/giacomini-n6-zpetna-klapka-1-1-2-bez-tesneni-voda-mosaz/>

[45] Akumulační nádrž PS 750 E+ [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrz-ps-750-e~1>

[46] Reflex G100 [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://reflex-winkelmann.com/cs/produkty/8518400>

[47] Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-zraty-potrubu-s-izolaci>

[48] Thermia Atec [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ivarcs.cz/storage/Material_MaterialTranslation/1-2000/44-file-Thermia-Atec-datasheet-CZ-25-06-2020.pdf

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Princip a funkce tepelného čerpadla [5]	13
Obrázek 2:Druhy tepelných čerpadel [6]	15
Obrázek 3:Tepelné čerpadlo země - voda [9]	15
Obrázek 4:Plošný zemní kolektor [11].....	16
Obrázek 5:Hloubkový vrt [12]	18
Obrázek 6:Tepelné čerpadlo v provedení split [14].....	19
Obrázek 7:Tepelné čerpadlo v provedení monoblok [15].....	20
Obrázek 8:Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch [15]	21
Obrázek 9:Tepelné čerpadlo voda – voda :studny [18].....	22
Obrázek 10:Tepelné čerpadlo voda – voda: vodní plocha [19]	23
Obrázek 11:Klasický plynový kotel – konvenční ohřev [25]	25
Obrázek 12:Kondenzační kotel – kondenzační ohřev [25]	26
Obrázek 13:Odtah spalin [27]	27
Obrázek 14:Prohořivací kotel [30].....	29
Obrázek 15:Odhořivací kotel [30].....	30
Obrázek 16:Zplyňovací kotel [30]	30
Obrázek 17:Automatický kotel [30].....	31
Obrázek 18:Kotel na pelety [31]	32
Obrázek 19:Externí zásobník - místnost [32].....	33
Obrázek 20:Externí zásobník - textilní [33].....	33
Obrázek 21:Kotel na štěpku [34]	33
Obrázek 22:Kotel na spalování balíků slámy [35].....	34
Obrázek 23:Studie 1.NP	36
Obrázek 24:Studie 3. – 4.NP	37

Obrázek 25:Studie 2.NP	37
Obrázek 26:Studie 5NP	38
Obrázek 27:Křivka dodávky tepla.....	54
Obrázek 28:Zásobník teplé vody Regulus RBC 1500 [37].....	55
Obrázek 29:Tepelné čerpadlo Ivar HP MEGA země – voda [36]	56
Obrázek 30:Schématické zapojení tepelného čerpadla země – voda.....	57
Obrázek 31:Technický list Ivar HP MEGA země – voda [36]	57
Obrázek 32:Tepelné čerpadlo Ivar ATHENA total 300 l 18H – T3 400V H [38]... 58	
Obrázek 33:Schématické zapojení tepelného čerpadla vzduch - voda [38].....	58
Obrázek 34:Technický list tepelného čerpadla IVAR HP Athena total 300 l vzduch - voda [38].....	59
Obrázek 35:Určení bodu bivalence	61
Obrázek 36:Přehled měrných výkonů jímání [39]	62
Obrázek 37:Sestava rozdělovač/sběrač pro vytápění [40]	63
Obrázek 38:Pracovní diagram Grundfos MAGNA 1 F N 32-80 220 1x230V	66
Obrázek 39:Pracovní diagram Grundfos MAGNA 1 F N 32 – 180 220 1x230V... 66	
Obrázek 40:ETL RS KOMBI rozdělovač, MODUL 150	67
Obrázek 41:Filtr mosazný s nerezovým sítkem [41]	67
Obrázek 42: BYTOVÁ MĚŘICÍ SESTAVA IVAR EQM [41]	68
Obrázek 43:Graf hydraulické charakteristiky – IVAR EQM.....	69
Obrázek 44:Graf Giacomini N5 [43]	70
Obrázek 45:Zpětná klapka [43].....	70
Obrázek 46:Akumulační nádrž Regulus PS 1000 E+ [45].....	71
Obrázek 47:Návrh expanzní nádoby REFLEX G 100 [46]	74
Obrázek 48:Návrh izolace potrubí dle TZB-info [47]	75

Obrázek 49:Posuzovaný objekt.....	88
Obrázek 50:Půdorys 1.NP	89
Obrázek 51:Půdorys 1.PP.....	90
Obrázek 52:Foto z montáže podlahového vytápění	91
Obrázek 53:Technický list tepelného čerpadla IVAR Thermia ATEC [48].....	92
Obrázek 54:Vnitřní jednotka tepelného čerpadla IVAR Thermia ATEC + techn.místnost	93
Obrázek 55:Venkovní jednotka tepelného čerpadla IVAR Thermia ATEC.....	93
Obrázek 56: Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - leden 2022.....	94
Obrázek 57:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - únor 2022	95
Obrázek 58:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - březen 2022.....	96
Obrázek 59:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - duben 2022.....	97
Obrázek 60:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - květen 2022.....	98
Obrázek 61:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - červen 2022.....	99
Obrázek 62:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - červenec 2022	100
Obrázek 63:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - srpen 2022.....	101
Obrázek 64:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - září 2022.....	102
Obrázek 65:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - říjen 2022	103
Obrázek 66:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - listopad 2022.....	104
Obrázek 67:Graf venkovní teploty proti teplotě přívodní - prosinec 2022.....	105
Obrázek 68: Doba provozu kompresoru 2022	107
Obrázek 69: Doba provozu ohřevu pro vytápění 2022	108
Obrázek 70: Doba provozu pro ohřev teplé vody 2022	109
Obrázek 71: Porovnání doby provozu ohřevu - vytápění, teplé vody 2022.....	109
Obrázek 72: Doba provozu pomocného ohřevu 2022.....	110

Obrázek 73:Porovnání doby provozu ohřevu - KOMPRESOR, VYTÁPĚNÍ,
OHŘEV TEPLÉ VODY, POMOCNÝ OHŘEV 112

E Seznam výkresů

V1_Půdorys 1.NP

V2_Půdorys 2.NP

V3_Půdorys 3.NP

V4_Půdorys 4.NP

V5_Půdorys 5.NP

V6_Schéma zapojení tepelného čerpadla země voda

V7_Řez – větev 1

V8_Řez – větev2

V9_Funkční schéma zapojení tepelného čerpadla země voda

V10_Funkční schéma zapojení tepelného čerpadla vzduch voda

F Přílohy

1. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U KONTRUKCÍ
2. TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM A VĚTRÁNÍM
3. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ
4. DIMENZOVÁNÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ
5. IZOLACE POTRUBÍ

1. SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U KONTRUKCÍ

Přehled konstrukcí varianty 1

Stavba: Polyfunkční dům Velehradská

Místo: Kroměříž

Zpracovatel:

Zakázka: Polyfunkční dům Velehradská Kroměříž

Projektant:

E-mail:

Neprůsvitné konstrukce

OK	ZZ	U W/(m ² ·K)	KC	Z/P	Vrstva
300+EPS70F-150iz					
SO1	0	0,189			
EPS G-100iz					
SO2	0	0,214			
mezibytová					
SN1	0	0,981			
do 5°C					
SN2	0	2,200			
nad garáží					
PDL1	0	0,300			
nad vp					
PDL2	0	0,157			
mezi byty					
PDL3	0	0,538			
nad sklepem					
PDL4	0	0,322			
mezi byty					
STR1	0	0,538			
SCH1	0	0,136			
Lodžie nad obytr					
SCH2	0	0,156			

Výplně otvorů

OK	Var	ZZ	U W/(m ² ·K)	UN,20 W/(m ² ·K)	x m	y m	i _{LV} m ² ·s ⁻¹ ·Pa * 10 ⁴	LS m	g	FF %
80/200										
DN1	V1	0	2,400	1,700	0,80	2,00	1,000	5,60	0,67	0,0
140/237										
OZ1	V1	0	0,900	1,500	1,40	2,37	1,000	7,54	0,67	0,0
60/150										
OZ2	V1	0	0,900	1,500	0,60	1,50	1,000	4,20	0,67	0,0
200/237										
OZ3	V1	0	0,900	1,500	2,00	2,37	1,000	8,74	0,67	0,0
270/237										
OZ4	V1	0	0,900	1,500	2,70	2,37	1,000	10,14	0,67	0,0

OK	Var	ZZ	U W/(m ² ·K)	UN,20 W/(m ² ·K)	x m	y m	i _{LV} m ² ·s ⁻¹ ·Pa * 10 ⁴	LS m	g	FF %
100/237										
OZ5	V1	0	0,900	1,500	1,00	2,37	1,000	6,74	0,67	0,0
125/237										
OZ6	V1	0	0,900	1,500	1,25	2,37	1,000	7,24	0,67	0,0
133/237										
OZ7	V1	0	0,900	1,500	1,32	2,37	1,000	7,39	0,67	0,0
90/237										
OZ8	V1	0	0,900	1,500	0,90	2,37	1,000	6,54	0,67	0,0
175/237										
OZ9	V1	0	0,900	1,500	1,75	2,37	1,000	8,24	0,67	0,0
290/237										
OZ10	V1	0	0,900	1,500	2,90	2,37	1,000	10,54	0,67	0,0
200/150										
OZ11	V1	0	0,900	1,500	2,00	1,50	1,000	7,00	0,67	0,0
270/150										
OZ12	V1	0	0,900	1,500	2,70	1,50	1,000	8,40	0,67	0,0
100/150										
OZ13	V1	0	0,900	1,500	1,00	1,50	1,000	5,00	0,67	0,0
90/150										
OZ14	V1	0	0,900	1,500	0,90	1,50	1,000	4,80	0,67	0,0
175/150										
OZ15	V1	0	0,900	1,500	1,75	1,50	1,000	6,50	0,67	0,0
290/150										
OZ16	V1	0	0,900	1,500	2,90	1,50	1,000	8,80	0,67	0,0
300/225										
OZ17	V1	0	0,900	1,500	3,00	2,25	1,000	10,50	0,67	0,0
200/225										
OZ18	V1	0	0,900	1,500	2,00	2,25	1,000	8,50	0,67	0,0
275/225										
OZ19	V1	0	0,900	1,500	2,75	2,25	1,000	10,00	0,67	0,0
150/225										
OZ20	V1	0	0,900	1,500	1,50	2,25	1,000	7,50	0,67	0,0
410/225										
OZ21	V1	0	0,900	1,500	4,10	2,25	1,000	12,70	0,67	0,0
75/225										
OZ22	V1	0	0,900	1,500	0,75	2,25	1,000	6,00	0,67	0,0
100/225										
OZ23	V1	0	0,900	1,500	1,00	2,25	1,000	6,50	0,67	0,0
250/225										
OZ24	V1	0	0,900	1,500	2,50	2,25	1,000	9,50	0,67	0,0

2. TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM A VĚTRÁNÍM

$t_e = -12 \text{ °C}$ $t_{ib} = 19,6 \text{ °C}$ $n_{50} = 2,5$ systém rozměrů: E - vnější

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	$U_{eq, \Psi}$	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W	
201	201	SO1		V1	6,28	2,95	0,189	1,00	2	22	18,5	6,6	11,9	2,2	49,4	
		OZ1		V1	1,40	2,37	0,900	1,00	2	22	6,6	6,6	6,6	6,9	151,1	
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7	
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	-0,45	0	-10	5,2	0,0	5,2	-2,3	-50,6	
		SN1		V1	4,53	2,95	0,981	0,00	0	0	13,4	0,0	13,4	0,0	0,0	
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7	
		DUEM		V1	18,51		0,050	1,00		22					0,9	20,4
$\Phi_{HLm} = 5 \text{ W} \quad \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
203	203	SN1		V1	4,28	2,95	0,981	0,22	0	6	12,6	0,0	12,6	2,7	74,2	
		SN1		V1	2,67	2,95	0,981	-0,19	1	-5	7,9	1,6	6,3	-1,1	-30,9	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,19	1	-5	1,6	1,6	1,6	-0,7	-19,2	
		SN1		V1	5,75	2,95	0,981	-0,19	0	-5	17,0	0,0	17,0	-3,1	-83,2	
		SN1		V1	1,25	2,95	0,981	-0,19	1	-5	3,7	1,6	2,1	-0,4	-10,2	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,19	1	-5	1,6	1,6	1,6	-0,7	-19,2	
		SN1		V1	10,68	2,95	0,981	-0,19	2	-5	31,5	3,2	28,3	-5,1	-138,8	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,19	2	-5	3,2	3,2	3,2	-1,4	-38,4	
		PDL4		V1	5,41	5,41	0,322	0,37	0	10	29,3	0,0	29,3	3,5	94,2	
		STR1		V1	5,41	5,41	0,538	0,00	0	0	29,3	0,0	29,3	0,0	0,0	
		DUEM		V1	29,27		0,050	1,00		27					1,5	39,5
		$\Phi_{HLm} = 30 \text{ W} \quad \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$														
301	301	SO1		V1	6,28	2,95	0,189	1,00	2	22	18,5	6,6	11,9	2,2	49,4	
		OZ1		V1	1,40	2,37	0,900	1,00	2	22	6,6	6,6	6,6	6,9	151,1	
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7	
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	-0,45	0	-10	5,2	0,0	5,2	-2,3	-50,6	
		SN1		V1	4,53	2,95	0,981	0,00	0	0	13,4	0,0	13,4	0,0	0,0	
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7	
		DUEM		V1	18,51		0,050	1,00		22					0,9	20,4
$\Phi_{HLm} = 5 \text{ W} \quad \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
303	303	SN1		V1	4,28	2,95	0,981	0,25	0	7	12,6	0,0	12,6	3,1	86,6	
		SN1		V1	2,67	2,95	0,981	-0,14	1	-4	7,9	1,6	6,3	-0,9	-24,7	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,14	1	-4	1,6	1,6	1,6	-0,5	-15,4	
		SN1		V1	5,75	2,95	0,981	-0,14	0	-4	17,0	0,0	17,0	-2,4	-66,6	
		SN1		V1	1,25	2,95	0,981	-0,14	1	-4	3,7	1,6	2,1	-0,3	-8,2	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,14	1	-4	1,6	1,6	1,6	-0,5	-15,4	
		SN1		V1	10,68	2,95	0,981	-0,14	2	-4	31,5	3,2	28,3	-4,0	-111,0	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,14	2	-4	3,2	3,2	3,2	-1,1	-30,7	
		PDL3		V1	5,41	5,41	0,538	0,04	0	1	29,3	0,0	29,3	0,6	15,7	
		STR1		V1	5,41	5,41	0,538	0,04	0	1	29,3	0,0	29,3	0,6	15,7	
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		28					0,0	0,0
		$\Phi_{HLm} = 14 \text{ W} \quad \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$														
401	401	SO1		V1	6,28	2,95	0,189	1,00	2	22	18,5	6,6	11,9	2,2	49,4	
		OZ1		V1	1,40	2,37	0,900	1,00	2	22	6,6	6,6	6,6	6,9	151,1	
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7	
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	-0,45	0	-10	5,2	0,0	5,2	-2,3	-50,6	
		SN1		V1	4,53	2,95	0,981	0,00	0	0	13,4	0,0	13,4	0,0	0,0	
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7	
		DUEM		V1	18,51		0,050	1,00		22					0,9	20,4
$\Phi_{HLm} = 5 \text{ W} \quad \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
403	403	SN1		V1	4,28	2,95	0,981	0,25	0	7	12,6	0,0	12,6	3,1	86,6	

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U _{eq,Ψ}	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		SN1		V1	2,67	2,95	0,981	-0,14	1	-4	7,9	1,6	6,3	-0,9	-24,7
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,14	1	-4	1,6	1,6	1,6	-0,5	-15,4
		SN1		V1	5,75	2,95	0,981	-0,14	0	-4	17,0	0,0	17,0	-2,4	-66,6
		SN1		V1	1,25	2,95	0,981	-0,14	1	-4	3,7	1,6	2,1	-0,3	-8,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,14	1	-4	1,6	1,6	1,6	-0,5	-15,4
		SN1		V1	10,68	2,95	0,981	-0,14	2	-4	31,5	3,2	28,3	-4,0	-111,0
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,14	2	-4	3,2	3,2	3,2	-1,1	-30,7
		PDL3		V1	5,41	5,41	0,538	0,04	0	1	29,3	0,0	29,3	0,6	15,7
		STR1		V1	5,41	5,41	0,538	0,04	0	1	29,3	0,0	29,3	0,6	15,7
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		28				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 14 W Φ_{RHm} = 0 W															
501	501	SO1		V1	6,28	2,95	0,189	1,00	2	22	18,5	6,6	11,9	2,2	49,4
		OZ1		V1	1,40	2,37	0,900	1,00	2	22	6,6	6,6	6,6	6,9	151,1
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	-0,45	0	-10	5,2	0,0	5,2	-2,3	-50,6
		SN1		V1	4,53	2,95	0,981	0,00	0	0	13,4	0,0	13,4	0,0	0,0
		SN1		V1	3,27	2,95	0,981	-0,64	0	-14	9,7	0,0	9,7	-6,0	-132,7
		SCH1		V1	3,27	6,28	0,136	1,00	0	22	20,6	0,0	20,6	2,8	61,5
		DUEM		V1	39,06		0,050	1,00		22				2,0	43,0
Φ_{HLm} = 89 W Φ_{RHm} = 0 W															
502	502	SN1		V1	4,78	2,95	0,981	0,27	0	7	14,1	0,0	14,1	3,7	96,7
		SN1		V1	3,17	2,95	0,981	-0,23	1	-6	9,4	1,6	7,8	-1,8	-45,7
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,23	1	-6	1,6	1,6	1,6	-0,9	-23,0
		SN1		V1	4,78	2,95	0,981	-0,23	1	-6	14,1	1,6	12,5	-2,8	-73,5
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,23	1	-6	1,6	1,6	1,6	-0,9	-23,0
		SN1		V1	3,17	2,95	0,981	-0,23	1	-6	9,4	1,6	7,8	-1,8	-45,7
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	-0,23	1	-6	1,6	1,6	1,6	-0,9	-23,0
		PDL3		V1	3,17	4,78	0,538	-0,04	0	-1	15,2	0,0	15,2	-0,3	-8,2
		SCH1		V1	3,17	4,78	0,136	1,00	0	26	15,2	0,0	15,2	2,1	53,6
		DUEM		V1	15,16		0,050	1,00		26				0,8	19,7
Φ_{HLm} = 67 W Φ_{RHm} = 0 W															
2101	2101	SN1		V1	3,17	2,95	0,981	0,31	1	10	9,4	1,6	7,8	2,4	76,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,34	0	11	5,2	0,0	5,2	1,7	55,7
		SN2		V1	2,45	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,2	0,0	7,2	-2,0	-63,6
		SN1		V1	6,00	2,95	0,981	0,16	0	5	17,7	0,0	17,7	2,7	86,8
		PDL1		V1	5,09	5,09	0,300	1,00	0	32	25,9	0,0	25,9	7,8	248,7
		DUEM		V1	25,91		0,050	1,00		32				1,3	41,5
Φ_{HLm} = 793 W Φ_{RHm} = 0 W															
2103	2103	SO1		V1	2,83	2,95	0,189	1,00	1	36	8,3	0,9	7,4	1,4	50,6
		OZ2		V1	0,60	1,50	0,900	1,00	1	36	0,9	0,9	0,9	0,9	33,5
		SN1		V1	4,17	2,95	0,981	0,42	0	15	12,3	0,0	12,3	5,0	181,2
		SN2		V1	2,83	2,95	2,200	0,11	0	4	8,3	0,0	8,3	2,0	73,3
		SN2		V1	4,17	2,95	2,200	0,11	0	4	12,3	0,0	12,3	3,0	108,4
		PDL1		V1	4,17	2,83	0,300	1,00	0	36	11,8	0,0	11,8	3,5	127,4
		DUEM		V1	20,13		0,050	1,00		36				1,0	36,2
Φ_{HLm} = 766 W Φ_{RHm} = 0 W															
2104	2104	SO1		V1	1,57	2,95	0,189	1,00	0	32	4,6	0,0	4,6	0,9	28,1
		PDL1		V1	1,57	2,73	0,300	1,00	0	32	4,3	0,0	4,3	1,3	41,3
		DUEM		V1	8,95		0,050	1,00		32				0,4	14,3
Φ_{HLm} = 130 W Φ_{RHm} = 0 W															
2105	2105	SO1		V1	3,90	2,95	0,189	1,00	1	32	11,5	4,7	6,8	1,3	40,9
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		PDL1		V1	4,17	3,90	0,300	1,00	0	32	16,3	0,0	16,3	4,9	156,3
		DUEM		V1	27,79		0,050	1,00		32				1,4	44,5
Φ_{HLm} = 1013 W Φ_{RHm} = 0 W															
2106	2106	SO1		V1	5,80	2,95	0,189	1,00	2	32	17,1	8,8	8,3	1,6	50,4
		OZ4		V1	2,70	2,37	0,900	1,00	1	32	6,4	6,4	6,4	6,6	211,9
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO1		V1	4,17	2,95	0,189	1,00	0	32	12,3	0,0	12,3	2,3	74,5
		PDL1		V1	4,17	5,80	0,300	1,00	0	32	24,2	0,0	24,2	7,3	232,5
		DUEM		V1	53,64		0,050	1,00		32				2,7	85,8

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	$U_{eq, \Psi}$	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
$\Phi_{HLm} = 1337 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2107	2107	SO1		V1	5,30	2,95	0,189	1,00	0	32	15,6	0,0	15,6	3,0	94,6
		SO1		V1	3,00	2,95	0,189	1,00	1	32	8,9	3,0	5,9	1,1	35,6
		OZ6		V1	1,25	2,37	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	98,1
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	1	32	4,4	2,4	2,1	0,4	12,4
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO2		V1	4,52	2,95	0,214	1,00	1	32	13,3	4,7	8,6	1,8	58,9
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		SN1		V1	5,70	2,95	0,981	0,16	0	5	16,8	0,0	16,8	2,6	82,5
		PDL4		V1	6,67	6,67	0,322	0,47	0	15	44,5	0,0	44,5	6,7	214,9
		DUEM		V1	86,74		0,050	1,00		32				4,3	138,8
$\Phi_{HLm} = 3205 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2201	2201	SN1		V1	2,17	2,95	0,981	0,31	1	10	6,4	1,6	4,8	1,5	47,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,50	2,95	0,981	0,16	0	5	4,4	0,0	4,4	0,7	21,7
		SN2		V1	2,15	2,95	2,200	-0,13	0	-4	6,3	0,0	6,3	-1,7	-55,8
		PDL4		V1	2,82	2,82	0,322	0,47	0	15	8,0	0,0	8,0	1,2	38,4
		DUEM		V1	7,95		0,050	1,00		32				0,4	12,7
$\Phi_{HLm} = 192 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2202	2202	SN1		V1	2,67	2,95	0,981	0,39	0	14	7,9	0,0	7,9	3,0	108,4
		SN1		V1	3,10	2,95	0,981	0,25	0	9	9,1	0,0	9,1	2,2	80,7
		SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,11	0	4	7,9	0,0	7,9	1,9	69,4
		SN2		V1	3,10	2,95	2,200	0,11	0	4	9,1	0,0	9,1	2,2	80,5
		PDL4		V1	3,10	2,67	0,322	0,53	0	19	8,3	0,0	8,3	1,4	50,7
		DUEM		V1	8,29		0,050	1,00		36				0,4	14,9
$\Phi_{HLm} = 513 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2203	2203	SO2		V1	5,05	2,95	0,214	1,00	2	32	14,9	7,1	7,8	1,7	53,3
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	6,28	2,95	0,981	0,16	0	5	18,5	0,0	18,5	2,8	90,8
		SN1		V1	5,05	2,95	0,981	0,16	0	5	14,9	0,0	14,9	2,3	73,1
		PDL4		V1	6,28	5,05	0,322	0,47	0	15	31,7	0,0	31,7	4,8	153,1
		DUEM		V1	46,59		0,050	1,00		32				2,3	74,5
$\Phi_{HLm} = 1079 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2204	2204	SO1		V1	3,27	2,95	0,189	1,00	1	32	9,7	4,7	4,9	0,9	29,8
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		SN1		V1	4,80	2,95	0,981	0,16	0	5	14,2	0,0	14,2	2,2	69,5
		SN1		V1	4,95	2,95	0,981	0,31	0	10	14,6	0,0	14,6	4,5	143,3
		PDL4		V1	4,95	4,80	0,322	0,47	0	15	23,8	0,0	23,8	3,6	114,8
		DUEM		V1	33,42		0,050	1,00		32				1,7	53,5
$\Phi_{HLm} = 859 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2301	2301	SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,31	1	10	5,2	1,6	3,6	1,1	34,9
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,63	2,95	0,981	0,16	0	5	4,8	0,0	4,8	0,7	23,5
		SN1		V1	1,00	2,95	0,981	0,16	0	5	3,0	0,0	3,0	0,5	14,5
		SN2		V1	1,90	2,95	2,200	-0,13	0	-4	5,6	0,0	5,6	-1,5	-49,3
		PDL1		V1	3,08	3,08	0,300	1,00	0	32	9,5	0,0	9,5	2,8	91,1
DUEM		V1	9,49		0,050	1,00		32				0,5	15,2		
$\Phi_{HLm} = 277 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2302	2302	SN1		V1	1,40	2,95	0,981	0,16	0	5	4,1	0,0	4,1	0,6	20,3
		SN2		V1	1,40	2,95	2,200	-0,13	0	-4	4,1	0,0	4,1	-1,1	-36,3
		PDL1		V1	1,40	2,02	0,300	1,00	0	32	2,8	0,0	2,8	0,9	27,2
		DUEM		V1	2,83		0,050	1,00		32				0,1	4,5
$\Phi_{HLm} = 44 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2303	2303	SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,17	0	6	7,9	0,0	7,9	2,9	104,2
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,11	0	4	7,9	0,0	7,9	1,9	69,4
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		PDL1		V1	2,17	2,67	0,300	1,00	0	36	5,8	0,0	5,8	1,7	62,8
		DUEM		V1	5,82		0,050	1,00		36				0,3	10,5
$\Phi_{HLm} = 437 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U _{eq} , Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W	
2304	2304	SO1		V1	1,63	2,95	0,189	1,00	1	32	4,8	2,4	2,4	0,5	14,7	
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5	
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,8	26,8	
		SO1		V1	6,30	2,95	0,189	1,00	1	32	18,6	3,1	15,4	2,9	93,4	
		OZ7		V1	1,32	2,37	0,900	1,00	1	32	3,1	3,1	3,1	3,3	104,0	
		SO1		V1	7,80	2,95	0,189	1,00	3	32	23,0	10,0	13,0	2,5	78,6	
		OZ8		V1	0,90	2,37	0,900	1,00	1	32	2,1	2,1	2,1	2,2	70,6	
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0	
		OZ7		V1	1,32	2,37	0,900	1,00	1	32	3,1	3,1	3,1	3,3	104,0	
		SN1		V1	3,15	2,95	0,981	0,16	0	5	9,3	0,0	9,3	1,4	45,6	
		SN2		V1	2,40	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,1	0,0	7,1	-1,9	-62,3	
		PDL1		V1	6,62	6,62	0,300	1,00	0	32	43,8	0,0	43,8	13,1	420,7	
		DUEM		V1	94,64		0,050	1,00		32					4,7	151,4
		$\Phi_{HLm} = 1834 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$														
2305	2305	SO1		V1	6,25	2,95	0,189	1,00	2	32	18,4	9,5	9,0	1,7	54,2	
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	2	32	9,5	9,5	9,5	9,8	314,0	
		SO1		V1	4,80	2,95	0,189	1,00	1	32	14,2	2,4	11,8	2,2	71,3	
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5	
		SN1		V1	3,70	2,95	0,981	0,16	0	5	10,9	0,0	10,9	1,7	53,5	
		PDL1		V1	5,29	5,29	0,300	1,00	0	32	28,0	0,0	28,0	8,4	268,6	
		DUEM		V1	60,58		0,050	1,00		32				3,0	96,9	
		$\Phi_{HLm} = 1280 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$														
2401	2401	SN1		V1	2,58	2,95	0,981	0,31	1	10	7,6	1,6	6,0	1,8	58,8	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4	
		PDL1		V1	2,58	2,95	0,300	1,00	0	32	7,6	0,0	7,6	2,3	72,9	
		DUEM		V1	7,60		0,050	1,00		32				0,4	12,2	
$\Phi_{HLm} = 272 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
2402	2402	SN1		V1	3,00	2,95	0,981	0,39	0	14	8,9	0,0	8,9	3,4	121,5	
		SN1		V1	1,98	2,95	0,981	0,25	0	9	5,8	0,0	5,8	1,4	51,4	
		SN2		V1	3,00	2,95	2,200	0,17	0	6	8,9	0,0	8,9	3,2	116,8	
		SN2		V1	1,98	2,95	2,200	0,11	0	4	5,8	0,0	5,8	1,4	51,3	
		PDL4		V1	3,00	1,98	0,322	0,53	0	19	5,9	0,0	5,9	1,0	36,2	
		DUEM		V1	5,93		0,050	1,00		36				0,3	10,7	
$\Phi_{HLm} = 459 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
2403	2403	SN2		V1	2,00	2,95	2,200	-0,13	0	-4	5,9	0,0	5,9	-1,6	-51,9	
		PDL4		V1	2,25	1,10	0,322	0,47	0	15	2,5	0,0	2,5	0,4	12,0	
		DUEM		V1	2,48		0,050	1,00		32				0,1	4,0	
$\Phi_{HLm} = 0 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
2404	2404	SO1		V1	3,30	2,95	0,189	1,00	1	32	9,7	4,7	5,0	0,9	30,2	
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0	
		SN1		V1	5,70	2,95	0,981	0,16	0	5	16,8	0,0	16,8	2,6	82,5	
		SN1		V1	3,50	2,95	0,981	0,31	0	10	10,3	0,0	10,3	3,2	101,3	
		PDL1		V1	4,73	4,73	0,300	1,00	0	32	22,4	0,0	22,4	6,7	214,8	
		DUEM		V1	32,11		0,050	1,00		32				1,6	51,4	
$\Phi_{HLm} = 909 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
2405	2405	SO2		V1	6,28	2,95	0,214	1,00	2	32	18,5	6,3	12,2	2,6	83,8	
		OZ8		V1	0,90	2,37	0,900	1,00	1	32	2,1	2,1	2,1	2,2	70,6	
		OZ9		V1	1,75	2,37	0,900	1,00	1	32	4,1	4,1	4,1	4,3	137,4	
		SO2		V1	1,80	2,95	0,214	1,00	1	32	5,3	2,4	2,9	0,6	20,1	
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5	
		SN1		V1	4,92	2,95	0,981	0,16	0	5	14,5	0,0	14,5	2,2	71,3	
		PDL1		V1	3,15	4,92	0,300	1,00	0	32	15,5	0,0	15,5	4,7	148,9	
		PDL4		V1	3,15	4,92	0,322	0,47	0	15	15,5	0,0	15,5	2,3	74,9	
		DUEM		V1	54,85		0,050	1,00		32				2,7	87,8	
$\Phi_{HLm} = 1159 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$																
2501	2501	SN1		V1	3,42	2,95	0,981	0,31	1	10	10,1	1,6	8,5	2,6	83,4	
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4	
		SN1		V1	2,82	2,95	0,981	0,16	0	5	8,3	0,0	8,3	1,3	40,9	
		SN2		V1	2,45	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,2	0,0	7,2	-2,0	-63,6	
		PDL1		V1	3,42	2,82	0,300	1,00	0	32	9,7	0,0	9,7	2,9	92,9	
		DUEM		V1	9,67		0,050	1,00		32				0,5	15,5	

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U _{eq} , Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
$\Phi_{HLm} = 319 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2502	2502	SO2		V1	2,28	2,95	0,214	1,00	0	36	6,7	0,0	6,7	1,4	51,8
		SN1		V1	2,98	2,95	0,981	0,42	0	15	8,8	0,0	8,8	3,6	129,1
		SN2		V1	2,28	2,95	2,200	0,11	0	4	6,7	0,0	6,7	1,6	59,2
		SN2		V1	2,98	2,95	2,200	0,11	0	4	8,8	0,0	8,8	2,1	77,2
		PDL1		V1	2,98	2,28	0,300	1,00	0	36	6,8	0,0	6,8	2,0	73,3
		DUEM		V1	13,51		0,050	1,00		36				0,7	24,3
$\Phi_{HLm} = 520 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
2503	2503	SO2		V1	3,55	2,95	0,214	1,00	0	32	10,5	0,0	10,5	2,2	71,7
		SO2		V1	1,50	2,95	0,214	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,9	30,3
		SO2		V1	1,80	2,95	0,214	1,00	1	32	5,3	2,4	2,9	0,6	20,1
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO2		V1	4,80	2,95	0,214	1,00	1	32	14,2	6,9	7,3	1,6	49,9
		OZ10		V1	2,90	2,37	0,900	1,00	1	32	6,9	6,9	6,9	7,1	227,6
		SN1		V1	4,70	2,95	0,981	0,16	0	5	13,9	0,0	13,9	2,1	68,0
		PDL1		V1	5,43	5,43	0,300	1,00	0	32	29,5	0,0	29,5	8,8	283,1
		DUEM		V1	63,85		0,050	1,00		32				3,2	102,2
$\Phi_{HLm} = 1241 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3101	3101	SN1		V1	3,17	2,95	0,981	0,31	1	10	9,4	1,6	7,8	2,4	76,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,34	0	11	5,2	0,0	5,2	1,7	55,7
		SN2		V1	2,45	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,2	0,0	7,2	-2,0	-63,6
		SN1		V1	6,00	2,95	0,981	0,16	0	5	17,7	0,0	17,7	2,7	86,8
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0
$\Phi_{HLm} = 503 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3103	3103	SO1		V1	2,83	2,95	0,189	1,00	1	36	8,3	0,9	7,4	1,4	50,6
		OZ2		V1	0,60	1,50	0,900	1,00	1	36	0,9	0,9	0,9	0,9	33,5
		SN1		V1	4,17	2,95	0,981	0,42	0	15	12,3	0,0	12,3	5,0	181,2
		SN2		V1	2,83	2,95	2,200	0,11	0	4	8,3	0,0	8,3	2,0	73,3
		SN2		V1	4,17	2,95	2,200	0,11	0	4	12,3	0,0	12,3	3,0	108,4
		DUEM		V1	8,33		0,050	1,00		36				0,4	15,0
$\Phi_{HLm} = 618 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3104	3104	SO1		V1	1,57	2,95	0,189	1,00	0	32	4,6	0,0	4,6	0,9	28,1
		DUEM		V1	4,65		0,050	1,00		32				0,2	7,4
$\Phi_{HLm} = 82 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3105	3105	SO1		V1	3,90	2,95	0,189	1,00	1	32	11,5	3,0	8,5	1,6	51,4
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		DUEM		V1	11,51		0,050	1,00		32				0,6	18,4
$\Phi_{HLm} = 374 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3106	3106	SO1		V1	5,80	2,95	0,189	1,00	2	32	17,1	5,6	11,6	2,2	69,9
		OZ12		V1	2,70	1,50	0,900	1,00	1	32	4,1	4,1	4,1	4,2	134,1
		OZ13		V1	1,00	1,50	0,900	1,00	1	32	1,5	1,5	1,5	1,6	49,7
		SO1		V1	4,17	2,95	0,189	1,00	0	32	12,3	0,0	12,3	2,3	74,5
		DUEM		V1	29,43		0,050	1,00		32				1,5	47,1
$\Phi_{HLm} = 677 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3107	3107	SO1		V1	5,30	2,95	0,189	1,00	0	32	15,6	0,0	15,6	3,0	94,6
		SO1		V1	3,00	2,95	0,189	1,00	1	32	8,9	3,0	5,9	1,1	35,6
		OZ6		V1	1,25	2,37	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	98,1
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	1	32	4,4	2,4	2,1	0,4	12,4
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO2		V1	4,52	2,95	0,214	1,00	1	32	13,3	3,0	10,3	2,2	70,8
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		SN1		V1	5,70	2,95	0,981	0,16	0	5	16,8	0,0	16,8	2,6	82,5
		DUEM		V1	42,26		0,050	1,00		32				2,1	67,6
$\Phi_{HLm} = 1198 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
3201	3201	SN1		V1	2,17	2,95	0,981	0,31	1	10	6,4	1,6	4,8	1,5	47,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,50	2,95	0,981	0,16	0	5	4,4	0,0	4,4	0,7	21,7
		SN2		V1	2,15	2,95	2,200	-0,13	0	-4	6,3	0,0	6,3	-1,7	-55,8
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U _{eq} , Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
Φ_{HLm} = 141 W Φ_{RHm} = 0 W															
3202	3202	SN1		V1	2,67	2,95	0,981	0,39	0	14	7,9	0,0	7,9	3,0	108,4
		SN1		V1	3,10	2,95	0,981	0,25	0	9	9,1	0,0	9,1	2,2	80,7
		SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,11	0	4	7,9	0,0	7,9	1,9	69,4
		SN2		V1	3,10	2,95	2,200	0,11	0	4	9,1	0,0	9,1	2,2	80,5
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		36				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 448 W Φ_{RHm} = 0 W															
3203	3203	SO2		V1	5,05	2,95	0,214	1,00	2	32	14,9	5,4	9,5	2,0	65,2
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	6,28	2,95	0,981	0,16	0	5	18,5	0,0	18,5	2,8	90,8
		SN1		V1	5,05	2,95	0,981	0,16	0	5	14,9	0,0	14,9	2,3	73,1
		DUEM		V1	14,90		0,050	1,00		32				0,7	23,8
Φ_{HLm} = 829 W Φ_{RHm} = 0 W															
3204	3204	SO1		V1	3,27	2,95	0,189	1,00	1	32	9,7	4,7	4,9	0,9	29,8
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		SN1		V1	4,80	2,95	0,981	0,16	0	5	14,2	0,0	14,2	2,2	69,5
		SN1		V1	4,95	2,95	0,981	0,31	0	10	14,6	0,0	14,6	4,5	143,3
		DUEM		V1	9,66		0,050	1,00		32				0,5	15,5
Φ_{HLm} = 706 W Φ_{RHm} = 0 W															
3301	3301	SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,31	1	10	5,2	1,6	3,6	1,1	34,9
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,63	2,95	0,981	0,16	0	5	4,8	0,0	4,8	0,7	23,5
		SN1		V1	1,00	2,95	0,981	0,16	0	5	3,0	0,0	3,0	0,5	14,5
		SN2		V1	1,90	2,95	2,200	-0,13	0	-4	5,6	0,0	5,6	-1,5	-49,3
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 171 W Φ_{RHm} = 0 W															
3302	3302	SN1		V1	1,40	2,95	0,981	0,16	0	5	4,1	0,0	4,1	0,6	20,3
		SN2		V1	1,40	2,95	2,200	-0,13	0	-4	4,1	0,0	4,1	-1,1	-36,3
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 12 W Φ_{RHm} = 0 W															
3303	3303	SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,17	0	6	7,9	0,0	7,9	2,9	104,2
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,11	0	4	7,9	0,0	7,9	1,9	69,4
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		36				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 364 W Φ_{RHm} = 0 W															
3304	3304	SO1		V1	1,63	2,95	0,189	1,00	1	32	4,8	2,4	2,4	0,5	14,7
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,8	26,8
		SO1		V1	6,30	2,95	0,189	1,00	1	32	18,6	2,4	16,2	3,1	98,1
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO1		V1	7,80	2,95	0,189	1,00	2	32	23,0	4,3	18,7	3,5	112,9
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		OZ14		V1	0,90	1,50	0,900	1,00	1	32	1,4	1,4	1,4	1,4	44,7
		SN1		V1	3,15	2,95	0,981	0,16	0	5	9,3	0,0	9,3	1,4	45,6
		SN2		V1	2,40	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,1	0,0	7,1	-1,9	-62,3
		DUEM		V1	50,81		0,050	1,00		32				2,5	81,3
		Φ_{HLm} = 1169 W Φ_{RHm} = 0 W													
3305	3305	SO1		V1	6,25	2,95	0,189	1,00	2	32	18,4	6,0	12,4	2,4	75,2
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	2	32	6,0	6,0	6,0	6,2	198,7
		SO1		V1	4,80	2,95	0,189	1,00	1	32	14,2	2,4	11,8	2,2	71,3
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	3,70	2,95	0,981	0,16	0	5	10,9	0,0	10,9	1,7	53,5
		DUEM		V1	32,60		0,050	1,00		32				1,6	52,2
Φ_{HLm} = 873 W Φ_{RHm} = 0 W															
3402	3402	SN1		V1	3,00	2,95	0,981	0,39	0	14	8,9	0,0	8,9	3,4	121,5
		SN1		V1	2,95	2,95	0,981	0,25	0	9	8,7	0,0	8,7	2,1	76,8
		SN2		V1	3,00	2,95	2,200	0,11	0	4	8,9	0,0	8,9	2,2	77,9
		SN2		V1	2,95	2,95	2,200	0,11	0	4	8,7	0,0	8,7	2,1	76,6
		PDL3		V1	3,00	1,10	0,538	0,17	0	6	3,3	0,0	3,3	0,3	10,7

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U _{eq} , Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		36				0,0	0,0
Φ_{HLM} = 477 W Φ_{RHM} = 0 W															
3403	3403	SO1		V1	3,30	2,95	0,189	1,00	1	32	9,7	4,7	5,0	0,9	30,2
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		SN1		V1	5,70	2,95	0,981	0,16	0	5	16,8	0,0	16,8	2,6	82,5
		SN1		V1	3,50	2,95	0,981	0,31	0	10	10,3	0,0	10,3	3,2	101,3
		DUEM		V1	9,73		0,050	1,00	32					0,5	15,6
Φ_{HLM} = 658 W Φ_{RHM} = 0 W															
3404	3404	SO1		V1	6,28	2,95	0,189	1,00	2	32	18,5	4,0	14,5	2,7	87,9
		OZ14		V1	0,90	1,50	0,900	1,00	1	32	1,4	1,4	1,4	1,4	44,7
		OZ15		V1	1,75	1,50	0,900	1,00	1	32	2,6	2,6	2,6	2,7	86,9
		SO1		V1	1,80	2,95	0,189	1,00	1	32	5,3	2,4	2,9	0,6	17,8
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	4,50	2,95	0,981	0,16	0	5	13,3	0,0	13,3	2,0	65,1
		SN1		V1	2,58	2,95	0,981	0,31	1	10	7,6	1,6	6,0	1,8	58,8
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN2		V1	2,58	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,6	0,0	7,6	-2,1	-66,8
		DUEM		V1	23,82		0,050	1,00	32					1,2	38,1
Φ_{HLM} = 929 W Φ_{RHM} = 0 W															
3501	3501	SN1		V1	3,42	2,95	0,981	0,31	1	10	10,1	1,6	8,5	2,6	83,4
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	2,82	2,95	0,981	0,16	0	5	8,3	0,0	8,3	1,3	40,9
		SN2		V1	2,45	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,2	0,0	7,2	-2,0	-63,6
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00	32					0,0	0,0
Φ_{HLM} = 211 W Φ_{RHM} = 0 W															
3502	3502	SO2		V1	2,28	2,95	0,214	1,00	0	36	6,7	0,0	6,7	1,4	51,8
		SN1		V1	2,98	2,95	0,981	0,42	0	15	8,8	0,0	8,8	3,6	129,1
		SN2		V1	2,28	2,95	2,200	0,11	0	4	6,7	0,0	6,7	1,6	59,2
		SN2		V1	2,98	2,95	2,200	0,11	0	4	8,8	0,0	8,8	2,1	77,2
		DUEM		V1	6,73		0,050	1,00	36					0,3	12,1
Φ_{HLM} = 435 W Φ_{RHM} = 0 W															
3503	3503	SO2		V1	3,55	2,95	0,214	1,00	0	32	10,5	0,0	10,5	2,2	71,7
		SO2		V1	1,50	2,95	0,214	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,9	30,3
		SO2		V1	1,80	2,95	0,214	1,00	1	32	5,3	2,4	2,9	0,6	20,1
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO2		V1	4,80	2,95	0,214	1,00	1	32	14,2	4,3	9,8	2,1	67,2
		OZ16		V1	2,90	1,50	0,900	1,00	1	32	4,3	4,3	4,3	4,5	144,1
		SN1		V1	4,70	2,95	0,981	0,16	0	5	13,9	0,0	13,9	2,1	68,0
		DUEM		V1	34,37		0,050	1,00	32					1,7	55,0
Φ_{HLM} = 845 W Φ_{RHM} = 0 W															
4101	4101	SN1		V1	3,17	2,95	0,981	0,31	1	10	9,4	1,6	7,8	2,4	76,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,34	0	11	5,2	0,0	5,2	1,7	55,7
		SN2		V1	2,45	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,2	0,0	7,2	-2,0	-63,6
		SN1		V1	6,00	2,95	0,981	0,16	0	5	17,7	0,0	17,7	2,7	86,8
		SCH2		V1	12,00	1,00	0,156	1,00	0	32	12,0	0,0	12,0	1,9	59,9
		DUEM		V1	12,00		0,050	1,00	32					0,6	19,2
Φ_{HLM} = 582 W Φ_{RHM} = 0 W															
4103	4103	SO1		V1	2,83	2,95	0,189	1,00	1	36	8,3	0,9	7,4	1,4	50,6
		OZ2		V1	0,60	1,50	0,900	1,00	1	36	0,9	0,9	0,9	0,9	33,5
		SN1		V1	4,17	2,95	0,981	0,42	0	15	12,3	0,0	12,3	5,0	181,2
		SN2		V1	2,83	2,95	2,200	0,11	0	4	8,3	0,0	8,3	2,0	73,3
		SN2		V1	4,17	2,95	2,200	0,11	0	4	12,3	0,0	12,3	3,0	108,4
		DUEM		V1	8,33		0,050	1,00	36					0,4	15,0
Φ_{HLM} = 618 W Φ_{RHM} = 0 W															
4104	4104	SO1		V1	1,57	2,95	0,189	1,00	0	32	4,6	0,0	4,6	0,9	28,1
		SCH2		V1	1,57	2,73	0,156	1,00	0	32	4,3	0,0	4,3	0,7	21,5
		DUEM		V1	8,95		0,050	1,00	32					0,4	14,3
Φ_{HLM} = 110 W Φ_{RHM} = 0 W															
4105	4105	SO1		V1	3,90	2,95	0,189	1,00	1	32	11,5	3,0	8,5	1,6	51,4
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U_{eq}, Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		SCH2		V1	4,17	0,50	0,156	1,00	0	32	2,1	0,0	2,1	0,3	10,4
		DUEM		V1	13,59		0,050	1,00		32				0,7	21,7
$\Phi_{HLm} = 388 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4106	4106	SO1		V1	5,80	2,95	0,189	1,00	2	32	17,1	5,6	11,6	2,2	69,9
		OZ12		V1	2,70	1,50	0,900	1,00	1	32	4,1	4,1	4,1	4,2	134,1
		OZ13		V1	1,00	1,50	0,900	1,00	1	32	1,5	1,5	1,5	1,6	49,7
		SO1		V1	4,17	2,95	0,189	1,00	0	32	12,3	0,0	12,3	2,3	74,5
		SCH2		V1	4,17	5,80	0,156	1,00	0	32	24,2	0,0	24,2	3,8	120,9
		DUEM		V1	53,64		0,050	1,00		32				2,7	85,8
$\Phi_{HLm} = 836 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4107	4107	SO1		V1	5,30	2,95	0,189	1,00	0	32	15,6	0,0	15,6	3,0	94,6
		SO1		V1	3,00	2,95	0,189	1,00	1	32	8,9	3,0	5,9	1,1	35,6
		OZ6		V1	1,25	2,37	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	98,1
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	1	32	4,4	2,4	2,1	0,4	12,4
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO2		V1	4,52	2,95	0,214	1,00	1	32	13,3	3,0	10,3	2,2	70,8
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		SN1		V1	5,70	2,95	0,981	0,16	0	5	16,8	0,0	16,8	2,6	82,5
		SCH2		V1	6,67	6,67	0,156	1,00	0	32	44,5	0,0	44,5	6,9	222,1
		DUEM		V1	86,74		0,050	1,00		32				4,3	138,8
$\Phi_{HLm} = 1491 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4201	4201	SN1		V1	2,17	2,95	0,981	0,31	1	10	6,4	1,6	4,8	1,5	47,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,50	2,95	0,981	0,16	0	5	4,4	0,0	4,4	0,7	21,7
		SN2		V1	2,15	2,95	2,200	-0,13	0	-4	6,3	0,0	6,3	-1,7	-55,8
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0
$\Phi_{HLm} = 141 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4202	4202	SN1		V1	2,67	2,95	0,981	0,39	0	14	7,9	0,0	7,9	3,0	108,4
		SN1		V1	3,10	2,95	0,981	0,25	0	9	9,1	0,0	9,1	2,2	80,7
		SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,11	0	4	7,9	0,0	7,9	1,9	69,4
		SN2		V1	3,10	2,95	2,200	0,11	0	4	9,1	0,0	9,1	2,2	80,5
		STR1		V1	3,10	2,67	0,538	0,11	0	4	8,3	0,0	8,3	0,5	17,8
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		36				0,0	0,0
$\Phi_{HLm} = 466 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4203	4203	SO2		V1	5,05	2,95	0,214	1,00	2	32	14,9	5,4	9,5	2,0	65,2
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	6,28	2,95	0,981	0,16	0	5	18,5	0,0	18,5	2,8	90,8
		SN1		V1	5,05	2,95	0,981	0,16	0	5	14,9	0,0	14,9	2,3	73,1
		DUEM		V1	14,90		0,050	1,00		32				0,7	23,8
$\Phi_{HLm} = 829 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4204	4204	SO1		V1	3,27	2,95	0,189	1,00	1	32	9,7	4,7	4,9	0,9	29,8
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		SN1		V1	4,80	2,95	0,981	0,16	0	5	14,2	0,0	14,2	2,2	69,5
		SN1		V1	4,95	2,95	0,981	0,31	0	10	14,6	0,0	14,6	4,5	143,3
		DUEM		V1	9,66		0,050	1,00		32				0,5	15,5
$\Phi_{HLm} = 706 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4301	4301	SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,31	1	10	5,2	1,6	3,6	1,1	34,9
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,63	2,95	0,981	0,16	0	5	4,8	0,0	4,8	0,7	23,5
		SN1		V1	1,00	2,95	0,981	0,16	0	5	3,0	0,0	3,0	0,5	14,5
		SN2		V1	1,90	2,95	2,200	-0,13	0	-4	5,6	0,0	5,6	-1,5	-49,3
		SCH2		V1	0,50	2,40	0,156	1,00	0	32	1,2	0,0	1,2	0,2	6,0
		DUEM		V1	1,20		0,050	1,00		32				0,1	1,9
$\Phi_{HLm} = 179 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4302	4302	SN1		V1	1,40	2,95	0,981	0,16	0	5	4,1	0,0	4,1	0,6	20,3
		SN2		V1	1,40	2,95	2,200	-0,13	0	-4	4,1	0,0	4,1	-1,1	-36,3
		SCH2		V1	1,40	2,02	0,156	1,00	0	32	2,8	0,0	2,8	0,4	14,2
		DUEM		V1	2,83		0,050	1,00		32				0,1	4,5
$\Phi_{HLm} = 31 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4303	4303	SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,17	0	6	7,9	0,0	7,9	2,9	104,2

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U _{eq} , Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		SN2		V1	2,67	2,95	2,200	0,11	0	4	7,9	0,0	7,9	1,9	69,4
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		SCH2		V1	2,17	2,67	0,156	1,00	0	36	5,8	0,0	5,8	0,9	32,7
		DUEM		V1	5,82		0,050	1,00		36				0,3	10,5
Φ_{HLm} = 407 W Φ_{RHm} = 0 W															
4304	4304	SO1		V1	1,63	2,95	0,189	1,00	1	32	4,8	2,4	2,4	0,5	14,7
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,8	26,8
		SO1		V1	6,30	2,95	0,189	1,00	1	32	18,6	2,4	16,2	3,1	98,1
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO1		V1	7,80	2,95	0,189	1,00	2	32	23,0	4,3	18,7	3,5	112,9
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		OZ14		V1	0,90	1,50	0,900	1,00	1	32	1,4	1,4	1,4	1,4	44,7
		SN1		V1	3,15	2,95	0,981	0,16	0	5	9,3	0,0	9,3	1,4	45,6
		SN2		V1	2,40	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,1	0,0	7,1	-1,9	-62,3
		SCH2		V1	6,62	6,62	0,156	1,00	0	32	43,8	0,0	43,8	6,8	218,8
		DUEM		V1	94,64		0,050	1,00		32				4,7	151,4
Φ_{HLm} = 1458 W Φ_{RHm} = 0 W															
4305	4305	SO1		V1	6,25	2,95	0,189	1,00	2	32	18,4	6,0	12,4	2,4	75,2
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	2	32	6,0	6,0	6,0	6,2	198,7
		SO1		V1	4,80	2,95	0,189	1,00	1	32	14,2	2,4	11,8	2,2	71,3
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	3,70	2,95	0,981	0,16	0	5	10,9	0,0	10,9	1,7	53,5
		SCH2		V1	3,50	4,80	0,156	1,00	0	32	16,8	0,0	16,8	2,6	83,9
		DUEM		V1	49,40		0,050	1,00		32				2,5	79,0
Φ_{HLm} = 983 W Φ_{RHm} = 0 W															
4401	4401	SN1		V1	2,58	2,95	0,981	0,31	1	10	7,6	1,6	6,0	1,8	58,8
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN2		V1	2,95	2,95	2,200	-0,13	0	-4	8,7	0,0	8,7	-2,4	-76,6
		SN2		V1	2,58	2,95	2,200	0,00	0	0	7,6	0,0	7,6	0,0	0,0
		SN2		V1	2,95	2,95	2,200	0,00	0	0	8,7	0,0	8,7	0,0	0,0
		PDL3		V1	2,58	2,95	0,538	0,00	0	0	7,6	0,0	7,6	0,0	0,0
		STR1		V1	2,58	2,95	0,538	0,00	0	0	7,6	0,0	7,6	0,0	0,0
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 110 W Φ_{RHm} = 0 W															
4402	4402	SN1		V1	3,00	2,95	0,981	0,39	0	14	8,9	0,0	8,9	3,4	121,5
		SN1		V1	2,95	2,95	0,981	0,25	0	9	8,7	0,0	8,7	2,1	76,8
		SN2		V1	3,00	2,95	2,200	0,11	0	4	8,9	0,0	8,9	2,2	77,9
		SN2		V1	2,95	2,95	2,200	0,11	0	4	8,7	0,0	8,7	2,1	76,6
		PDL3		V1	3,00	1,10	0,538	0,17	0	6	3,3	0,0	3,3	0,3	10,7
		STR1		V1	3,00	2,95	0,538	0,11	0	4	8,9	0,0	8,9	0,5	19,0
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		36				0,0	0,0
Φ_{HLm} = 496 W Φ_{RHm} = 0 W															
4403	4403	SO1		V1	3,30	2,95	0,189	1,00	1	32	9,7	4,7	5,0	0,9	30,2
		OZ3		V1	2,00	2,37	0,900	1,00	1	32	4,7	4,7	4,7	4,9	157,0
		SN1		V1	5,70	2,95	0,981	0,16	0	5	16,8	0,0	16,8	2,6	82,5
		SN1		V1	3,50	2,95	0,981	0,31	0	10	10,3	0,0	10,3	3,2	101,3
		DUEM		V1	9,73		0,050	1,00		32				0,5	15,6
Φ_{HLm} = 658 W Φ_{RHm} = 0 W															
4404	4404	SO2		V1	6,28	2,95	0,214	1,00	2	32	18,5	4,0	14,5	3,1	99,5
		OZ14		V1	0,90	1,50	0,900	1,00	1	32	1,4	1,4	1,4	1,4	44,7
		OZ15		V1	1,75	1,50	0,900	1,00	1	32	2,6	2,6	2,6	2,7	86,9
		SO2		V1	1,80	2,95	0,214	1,00	1	32	5,3	2,4	2,9	0,6	20,1
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SN1		V1	4,92	2,95	0,981	0,16	0	5	14,5	0,0	14,5	2,2	71,3
		SCH2		V1	6,28	1,80	0,156	1,00	0	32	11,3	0,0	11,3	1,8	56,4
		DUEM		V1	35,12		0,050	1,00		32				1,8	56,2
Φ_{HLm} = 899 W Φ_{RHm} = 0 W															
4501	4501	SN1		V1	3,42	2,95	0,981	0,31	1	10	10,1	1,6	8,5	2,6	83,4
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	2,82	2,95	0,981	0,16	0	5	8,3	0,0	8,3	1,3	40,9

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U_{eq}, Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		SN2		V1	2,45	2,95	2,200	-0,13	0	-4	7,2	0,0	7,2	-2,0	-63,6
		SN2		V1	3,42	2,95	2,200	0,00	0	0	10,1	0,0	10,1	0,0	0,0
		PDL3		V1	3,42	2,82	0,538	0,00	0	0	9,7	0,0	9,7	0,0	0,0
		STR1		V1	3,42	2,82	0,538	0,00	0	0	9,7	0,0	9,7	0,0	0,0
		DUEM		V1	0,00		0,050	1,00		32				0,0	0,0
$\Phi_{HLm} = 211 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4502	4502	SO2		V1	2,28	2,95	0,214	1,00	0	36	6,7	0,0	6,7	1,4	51,8
		SN1		V1	2,98	2,95	0,981	0,42	0	15	8,8	0,0	8,8	3,6	129,1
		SN2		V1	2,28	2,95	2,200	0,11	0	4	6,7	0,0	6,7	1,6	59,2
		SN2		V1	2,98	2,95	2,200	0,11	0	4	8,8	0,0	8,8	2,1	77,2
		STR1		V1	2,98	2,28	0,538	0,11	0	4	6,8	0,0	6,8	0,4	14,6
		DUEM		V1	6,73		0,050	1,00		36				0,3	12,1
$\Phi_{HLm} = 449 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
4503	4503	SO2		V1	3,55	2,95	0,214	1,00	0	32	10,5	0,0	10,5	2,2	71,7
		SO2		V1	1,50	2,95	0,214	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,9	30,3
		SO2		V1	1,80	2,95	0,214	1,00	1	32	5,3	2,4	2,9	0,6	20,1
		OZ5		V1	1,00	2,37	0,900	1,00	1	32	2,4	2,4	2,4	2,5	78,5
		SO2		V1	4,80	2,95	0,214	1,00	1	32	14,2	4,3	9,8	2,1	67,2
		OZ16		V1	2,90	1,50	0,900	1,00	1	32	4,3	4,3	4,3	4,5	144,1
		SN1		V1	4,70	2,95	0,981	0,16	0	5	13,9	0,0	13,9	2,1	68,0
		SCH2		V1	4,80	1,50	0,156	1,00	0	32	7,2	0,0	7,2	1,1	35,9
		DUEM		V1	41,57		0,050	1,00		32				2,1	66,5
$\Phi_{HLm} = 892 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5101	5101	SN1		V1	3,05	2,95	0,981	0,31	1	10	9,0	1,6	7,4	2,3	72,6
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	1,75	2,95	0,981	0,41	0	13	5,2	0,0	5,2	2,1	65,8
		SN2		V1	1,90	2,95	2,200	-0,13	0	-4	5,6	0,0	5,6	-1,5	-49,3
		SCH1		V1	3,05	4,33	0,136	1,00	0	32	13,2	0,0	13,2	1,8	57,4
		DUEM		V1	13,19		0,050	1,00		32				0,7	21,1
$\Phi_{HLm} = 364 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5102	5102	SO1		V1	2,40	2,95	0,189	1,00	1	36	7,1	0,9	6,2	1,2	42,0
		OZ2		V1	0,60	1,50	0,900	1,00	1	36	0,9	0,9	0,9	0,9	33,5
		SN1		V1	3,35	2,95	0,981	0,47	0	17	9,9	0,0	9,9	4,6	164,8
		SN2		V1	2,40	2,95	2,200	0,11	0	4	7,1	0,0	7,1	1,7	62,3
		SN2		V1	3,35	2,95	2,200	0,11	0	4	9,9	0,0	9,9	2,4	87,0
		SCH1		V1	3,35	2,40	0,136	1,00	0	36	8,0	0,0	8,0	1,1	39,4
		DUEM		V1	15,12		0,050	1,00		36				0,8	27,2
$\Phi_{HLm} = 560 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5103	5103	SO1		V1	4,10	2,95	0,189	1,00	0	32	12,1	0,0	12,1	2,3	73,2
		SO1		V1	6,33	2,95	0,189	1,00	1	32	18,7	6,8	11,9	2,3	72,0
		OZ17		V1	3,00	2,25	0,900	1,00	1	32	6,8	6,8	6,8	7,0	223,6
		SO1		V1	1,50	2,95	0,189	1,00	0	32	4,4	0,0	4,4	0,8	26,8
		SCH1		V1	4,93	4,93	0,136	1,00	0	32	24,3	0,0	24,3	3,3	105,8
		DUEM		V1	59,48		0,050	1,00		32				3,0	95,2
$\Phi_{HLm} = 890 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5104	5104	SO1		V1	6,28	2,95	0,189	1,00	2	32	18,5	9,0	9,5	1,8	57,5
		OZ18		V1	2,00	2,25	0,900	1,00	2	32	9,0	9,0	9,0	9,3	298,1
		SO1		V1	5,00	2,95	0,189	1,00	1	32	14,8	3,0	11,8	2,2	71,1
		OZ11		V1	2,00	1,50	0,900	1,00	1	32	3,0	3,0	3,0	3,1	99,4
		SN1		V1	1,38	2,95	0,981	0,16	0	5	4,1	0,0	4,1	0,6	19,9
		SN1		V1	2,40	2,95	0,981	0,16	0	5	7,1	0,0	7,1	1,1	34,7
		SN1		V1	4,35	2,95	0,981	0,16	0	5	12,8	0,0	12,8	2,0	62,9
		SN1		V1	0,90	2,95	0,981	0,31	0	10	2,7	0,0	2,7	0,8	26,0
		SCH1		V1	6,56	6,56	0,136	1,00	0	32	43,0	0,0	43,0	5,9	187,3
		DUEM		V1	76,29		0,050	1,00		32				3,8	122,1
$\Phi_{HLm} = 1521 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5201	5201	SN1		V1	1,55	2,95	0,981	0,31	1	10	4,6	1,6	3,0	0,9	29,2
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	2,40	2,95	0,981	0,16	0	5	7,1	0,0	7,1	1,1	34,7
		SN1		V1	2,20	2,95	0,981	0,16	0	5	6,5	0,0	6,5	1,0	31,8
		SN2		V1	1,70	2,95	2,200	-0,13	0	-4	5,0	0,0	5,0	-1,4	-44,1
		PDL3		V1	2,96	2,96	0,538	0,16	0	5	8,8	0,0	8,8	0,7	23,6

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U_{eq}, Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		SCH1		V1	2,96	2,96	0,136	1,00	0	32	8,8	0,0	8,8	1,2	38,1
		DUEM		V1	8,76		0,050	1,00		32				0,4	14,0
$\Phi_{HLm} = 258 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5202	5202	SN1		V1	2,40	2,95	0,981	0,25	0	9	7,1	0,0	7,1	1,7	62,5
		SN2		V1	2,65	2,95	2,200	0,11	0	4	7,8	0,0	7,8	1,9	68,8
		SN2		V1	3,40	2,95	2,200	0,11	0	4	10,0	0,0	10,0	2,5	88,3
		SN1		V1	1,20	2,95	0,981	0,25	0	9	3,5	0,0	3,5	0,9	31,3
		PDL3		V1	2,73	2,73	0,538	0,11	0	4	7,5	0,0	7,5	0,4	16,0
		SCH1		V1	2,73	2,73	0,136	1,00	0	36	7,5	0,0	7,5	1,0	36,5
		DUEM		V1	7,45		0,050	1,00		36				0,4	13,4
$\Phi_{HLm} = 414 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5203	5203	SO1		V1	6,25	2,95	0,189	1,00	1	32	18,4	6,2	12,3	2,3	74,1
		OZ19		V1	2,75	2,25	0,900	1,00	1	32	6,2	6,2	6,2	6,4	204,9
		SO1		V1	3,52	2,95	0,189	1,00	1	32	10,4	3,4	7,0	1,3	42,5
		OZ20		V1	1,50	2,25	0,900	1,00	1	32	3,4	3,4	3,4	3,5	111,8
		SCH1		V1	3,52	6,25	0,136	1,00	0	32	22,0	0,0	22,0	3,0	95,9
		DUEM		V1	50,86		0,050	1,00		32				2,5	81,4
$\Phi_{HLm} = 870 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5204	5204	SO1		V1	6,05	2,95	0,189	1,00	1	32	17,8	1,4	16,5	3,1	99,8
		OZ14		V1	0,90	1,50	0,900	1,00	1	32	1,4	1,4	1,4	1,4	44,7
		SO1		V1	6,35	2,95	0,189	1,00	1	32	18,7	9,2	9,5	1,8	57,5
		OZ21		V1	4,10	2,25	0,900	1,00	1	32	9,2	9,2	9,2	9,5	305,5
		SO1		V1	3,00	2,95	0,189	1,00	0	32	8,9	0,0	8,9	1,7	53,5
		SN2		V1	1,15	2,95	2,200	-0,13	0	-4	3,4	0,0	3,4	-0,9	-29,9
		SN1		V1	2,27	2,95	0,981	0,16	0	5	6,7	0,0	6,7	1,0	32,9
		SN1		V1	1,43	2,95	0,981	0,16	0	5	4,2	0,0	4,2	0,6	20,6
		PDL3		V1	2,70	1,50	0,538	0,16	0	5	4,1	0,0	4,1	0,3	10,9
		SCH1		V1	6,60	6,60	0,136	1,00	0	32	43,6	0,0	43,6	5,9	189,6
		DUEM		V1	88,99		0,050	1,00		32				4,4	142,4
$\Phi_{HLm} = 1484 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5205	5205	SO1		V1	3,45	2,95	0,189	1,00	1	32	10,2	4,5	5,7	1,1	34,3
		OZ18		V1	2,00	2,25	0,900	1,00	1	32	4,5	4,5	4,5	4,7	149,0
		SN1		V1	6,25	2,95	0,981	0,16	0	5	18,4	0,0	18,4	2,8	90,4
		SCH1		V1	3,45	6,25	0,136	1,00	0	32	21,6	0,0	21,6	2,9	93,8
		DUEM		V1	31,74		0,050	1,00		32				1,6	50,8
$\Phi_{HLm} = 676 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5301	5301	SN1		V1	3,70	2,95	0,981	0,31	1	10	10,9	1,6	9,3	2,9	91,4
		DN1		V1	0,80	2,00	2,400	0,31	1	10	1,6	1,6	1,6	1,2	38,4
		SN1		V1	2,60	2,95	0,981	0,16	0	5	7,7	0,0	7,7	1,2	37,6
		SN1		V1	1,80	2,95	0,981	0,16	0	5	5,3	0,0	5,3	0,8	26,0
		SCH1		V1	5,95	1,80	0,136	1,00	0	32	10,7	0,0	10,7	1,5	46,6
		DUEM		V1	10,71		0,050	1,00		32				0,5	17,1
$\Phi_{HLm} = 379 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5302	5302	SO1		V1	1,82	2,95	0,189	1,00	1	32	5,4	0,9	4,5	0,8	27,1
		OZ2		V1	0,60	1,50	0,900	1,00	1	32	0,9	0,9	0,9	0,9	29,8
		SN1		V1	3,00	2,95	0,981	0,41	0	13	8,9	0,0	8,9	3,5	112,9
		SN2		V1	3,00	2,95	2,200	0,00	0	0	8,9	0,0	8,9	0,0	0,0
		SN2		V1	1,82	2,95	2,200	0,00	0	0	5,4	0,0	5,4	0,0	0,0
		PDL3		V1	3,00	1,82	0,538	-0,13	0	-4	5,5	0,0	5,5	-0,4	-11,8
		SCH1		V1	3,00	1,82	0,136	1,00	0	32	5,5	0,0	5,5	0,7	23,8
		DUEM		V1	10,86		0,050	1,00		32				0,5	17,4
$\Phi_{HLm} = 258 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5303	5303	SN1		V1	1,13	2,95	0,981	0,16	0	5	3,3	0,0	3,3	0,5	16,3
		SN2		V1	2,05	2,95	2,200	-0,13	0	-4	6,0	0,0	6,0	-1,7	-53,2
		PDL3		V1	2,05	1,13	0,538	-0,13	0	-4	2,3	0,0	2,3	-0,2	-5,0
		SCH1		V1	2,05	1,13	0,136	1,00	0	32	2,3	0,0	2,3	0,3	10,0
		DUEM		V1	2,31		0,050	1,00		32				0,1	3,7
$\Phi_{HLm} = 0 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5304	5304	SO1		V1	2,17	2,95	0,189	1,00	1	36	6,4	1,7	4,7	0,9	32,2
		OZ22		V1	0,75	2,25	0,900	1,00	1	36	1,7	1,7	1,7	1,7	62,9
		SN1		V1	4,55	2,95	0,981	0,25	0	9	13,4	0,0	13,4	3,3	118,5

ČM	UČM	OK	SS	Var	x m	y m	U_{eq}, Ψ	b	PO	Δt K	A m ²	AO m ²	AR m ²	H W/K	Q W
		SN2		V1	2,17	2,95	2,200	0,11	0	4	6,4	0,0	6,4	1,6	56,5
		SN2		V1	4,55	2,95	2,200	0,11	0	4	13,4	0,0	13,4	3,3	118,1
		PDL3		V1	2,17	4,55	0,538	0,11	0	4	9,9	0,0	9,9	0,6	21,3
		SCH1		V1	2,17	4,55	0,136	1,00	0	36	9,9	0,0	9,9	1,3	48,5
		DUEM		V1	16,31		0,050	1,00		36				0,8	29,4
$\Phi_{HLm} = 613 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															
5305	5305	SO1		V1	4,55	2,95	0,189	1,00	0	32	13,4	0,0	13,4	2,5	81,2
		SO1		V1	6,90	2,95	0,189	1,00	2	32	20,4	7,9	12,5	2,4	75,5
		OZ23		V1	1,00	2,25	0,900	1,00	1	32	2,3	2,3	2,3	2,3	74,5
		OZ24		V1	2,50	2,25	0,900	1,00	1	32	5,6	5,6	5,6	5,8	186,3
		SCH1		V1	6,90	4,55	0,136	1,00	0	32	31,4	0,0	31,4	4,3	136,6
		DUEM		V1	65,17		0,050	1,00		32				3,3	104,3
$\Phi_{HLm} = 1060 \text{ W } \Phi_{RHm} = 0 \text{ W}$															

3. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

UZEL VĚTEV 1:

Nejzatíženější okruh

Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R*I [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R*I+z [Pa]
1	26405	3725.7	6.10	3.92	64x2,0	26.8	0.37	105.0	36.7	2478.3	2575
2	10610	1368.6	6.68	0.20	42x1,5	35.8	0.32	7.3	90.5	4605.2	4613
3	10610	1368.6	6.68	2.72	42x1,5	35.8	0.32	97.6	0.0	0.0	98
4	7810	931.2	7.22	2.93	35x1,5	46.9	0.32	137.1	0.1	5.2	142
5	5563	678.8	7.06	2.93	28x1,0	72.3	0.36	211.5	0.1	6.3	218
6	3232	413.2	6.74	3.66	28x1,0	30.5	0.22	111.6	97.6	2292.1	2404
7	3232	413.2	6.74	3.42	28x1,0	30.5	0.22	104.4	97.3	2285.8	2390
8	654	140.9	4.00	75.32	12	186.3	0.35	14029.2	25.4	1529.5	15559
9	654	140.9	4.00	5.83	12	186.3	0.35	1085.4	6.3	381.8	1467
10	3232	413.2	6.74	3.12	28x1,0	30.5	0.22	95.3	0.2	3.8	99
11	3232	413.2	6.74	3.63	28x1,0	30.5	0.22	110.8	1.6	38.1	149
12	5563	678.8	7.06	2.93	28x1,0	72.3	0.36	211.5	1.1	69.7	281
13	7810	931.2	7.22	2.93	35x1,5	46.9	0.32	137.1	1.6	83.2	220
14	10610	1368.6	6.68	2.66	42x1,5	35.8	0.32	95.3	0.0	0.0	95
15	10610	1368.6	6.68	0.13	42x1,5	35.8	0.32	4.7	124.9	6358.8	6364
16	26405	3725.7	6.10	4.21	64x2,0	26.8	0.37	112.6	0.4	26.5	139
										S(R*I+z)=	36813

UZEL VĚTEV 2:

Nejzatíženější okruh

Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R*I [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R*I+z [Pa]
1	24956	3637.2	5.91	6.10	64x2,0	25.7	0.36	156.5	11.4	734.9	891
2	17838	2445.4	6.28	0.27	54x2,0	30.4	0.35	8.2	25.3	1519.5	1528
3	17838	2445.4	6.28	4.99	54x2,0	30.4	0.35	151.6	0.0	0.0	152
4	6607	1083.7	5.25	0.38	35x1,5	60.8	0.38	23.2	225.1	15859.5	15883
5	6607	1083.7	5.25	9.28	35x1,5	60.8	0.38	563.8	223.0	15710.5	16274
6	3681	628.6	5.04	2.99	28x1,0	62.9	0.33	188.1	0.3	14.2	202
7	883	135.4	5.62	78.12	12	174.6	0.33	13641.2	25.4	1410.5	15052
8	883	135.4	5.62	10.93	12	174.6	0.33	1908.5	6.3	352.1	2261
9	3681	628.6	5.04	2.75	28x1,0	62.9	0.33	173.3	1.7	93.6	267
10	6607	1083.7	5.25	9.23	35x1,5	60.8	0.38	561.2	0.2	11.6	573
11	6607	1083.7	5.25	0.33	35x1,5	60.8	0.38	19.9	2.0	141.5	161
12	17838	2445.4	6.28	4.97	54x2,0	30.4	0.35	151.0	0.0	0.0	151
13	17838	2445.4	6.28	0.14	54x2,0	30.4	0.35	4.2	333.8	20083.5	20088
14	24956	3637.2	5.91	6.50	64x2,0	25.7	0.36	166.7	0.4	25.3	192
										S(R*I+z)=	73674

Pro RZ 4 – 2.NP (4):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
2.503 - Obytný prostor PZ 2 : Okruh 2		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R* ^l [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů Σ ζ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R* ^l +z [Pa]
* Okruh 1 : 2.503 - Obytný prostor		1	1941	323.6	5.17	7.06	22x1,0	69.0	0.29	486.9	36.1	1487.6	1975
Okruh 2 : 2. NP		2	699	116.4	5.17	51.56	12	134.4	0.29	6928.3	25.4	1042.3	7971
Okruh 3 : 2.502 - Koupelna		3	699	116.4	5.17	3.12	12	134.4	0.29	418.9	6.3	260.2	679
Okruh 5 : 2.501 - Chodba		4	1941	323.6	5.17	6.71	22x1,0	69.0	0.29	462.8	2.1	86.8	550
												S(R* ^l +z)=	11174

Pro RZ 10 – 2.NP (7):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
2.106 - Kancelář PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R* ^l [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů Σ ζ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R* ^l +z [Pa]
* Okruh 1 : 2.106 - Kancelář		1	6607	1083.7	5.25	9.28	35x1,5	60.8	0.38	563.8	223.0	15710.5	16274
Okruh 2 : 2. NP		2	3681	628.6	5.04	2.99	28x1,0	62.9	0.33	188.1	0.3	14.2	202
Okruh 3 : 2.107 - Zasedací místnost		3	883	135.4	5.62	78.12	12	174.6	0.33	13641.2	25.4	1410.5	15052
Okruh 6 : 2.107 - Zasedací místnost		4	883	135.4	5.62	10.93	12	174.6	0.33	1908.5	6.3	352.1	2261
Okruh 7 : 2.107 - Zasedací místnost		5	3681	628.6	5.04	2.75	28x1,0	62.9	0.33	173.3	1.7	93.6	267
Okruh 9 : 2.101 - Chodba		6	6607	1083.7	5.25	9.23	35x1,5	60.8	0.38	561.2	0.2	11.6	573
												S(R* ^l +z)=	34629

Pro RZ 1– 2.NP (5):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
2.204 - Ložnice PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R* ^l [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů Σ ζ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R* ^l +z [Pa]
* Okruh 1 : 2.204 - Ložnice		1	2800	437.3	5.52	2.13	28x1,0	33.6	0.23	71.4	97.3	2561.8	2633
Okruh 2 : 2.202 - Koupelna		2	606	99.6	5.24	41.73	12	97.9	0.25	4084.0	25.4	763.0	4847
Okruh 3 : 2.203 - Obytný prostor		3	606	99.6	5.24	9.32	12	97.9	0.25	911.6	6.3	190.4	1102
Okruh 5 : 2.204 - Ložnice		4	2800	437.3	5.52	1.78	28x1,0	33.6	0.23	59.8	0.2	4.3	64
												S(R* ^l +z)=	8646

Pro RZ 3– 2.NP (6):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
2.405 - Obytný prostor PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R* ^l [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů Σ ζ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R* ^l +z [Pa]
* Okruh 1 : 2.405 - Obytný prostor		1	2707	460.3	5.07	8.31	28x1,0	36.6	0.24	304.5	97.3	2839.1	3144
Okruh 2 : 2.405 - Obytný prostor		2	647	117.6	4.74	47.56	12	136.7	0.29	6500.7	25.4	1065.0	7566
Okruh 3 : 2. NP		3	647	117.6	4.74	4.62	12	136.7	0.29	631.9	6.3	265.8	898
Okruh 4 : 2.402 - Koupelna		4	2707	460.3	5.07	7.96	28x1,0	36.6	0.24	291.8	0.2	4.7	296
												S(R* ^l +z)=	11904

Pro RZ 2– 2.NP (6):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
2.305 - Ložnice PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 2.305 - Ložnice		1	3565	504.7	6.09	6.38	28x1,0	43.1	0.27	274.7	97.3	3410.8	3686
Okruh 2 : 2. NP		2	698	96.1	6.26	62.68	12	88.0	0.24	5515.8	25.4	710.9	6227
Okruh 3 : 2.305 - Ložnice		3	698	96.1	6.26	5.60	12	88.0	0.24	492.9	6.3	177.4	670
Okruh 4 : 2.304 - Obytný prostor		4	3565	504.7	6.09	6.06	28x1,0	43.1	0.27	261.2	0.2	5.7	267
Okruh 5 : 2.304 - Obytný prostor													
Okruh 6 : 2.304 - Obytný prostor													
Okruh 7 : 2.303 - Koupelna													
												S(R ^{*l} +z)=	10849

Pro RZ 1– 3.NP (6):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
3.103 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 3.103 - Koupelna		1	3816	402.6	8.16	14.82	28x1,0	29.3	0.21	434.7	97.3	2170.0	2605
Okruh 2 : 3.101 - Chodba		2	557	119.9	4.00	77.81	12	141.0	0.30	10974.5	25.4	1107.6	12082
Okruh 3 : 3. NP		3	557	119.9	4.00	10.45	12	141.0	0.30	1474.5	6.3	276.5	1751
Okruh 4 : 3.105 - Pokoj		4	3816	402.6	8.16	14.28	28x1,0	29.3	0.21	418.7	0.2	3.6	422
Okruh 5 : 3.106 - Ložnice													
Okruh 6 : 3.107 - Obytný prostor													
Okruh 7 : 3.107 - Obytný prostor													
												S(R ^{*l} +z)=	16860

Pro RZ 5– 3.NP (3):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
3.502 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 3.502 - Koupelna		1	1565	199.1	6.77	7.11	18x1,0	86.1	0.28	611.7	22.1	840.4	1452
Okruh 2 : 3.503 - Obytný prostor		2	445	95.9	4.00	103.56	12	89.3	0.24	9244.7	25.4	708.4	9953
Okruh 3 : 3.501 - Chodba		3	445	95.9	4.00	6.61	12	89.3	0.24	590.2	6.3	176.8	767
Okruh 4 : 3. NP		4	1565	199.1	6.77	6.81	18x1,0	86.1	0.28	586.4	8.2	310.6	897
												S(R ^{*l} +z)=	13069

Pro RZ 4– 3.NP (4):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
3.402 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 3.402 - Koupelna		1	2216	254.0	7.51	8.12	22x1,0	45.7	0.23	371.1	36.1	915.6	1287
Okruh 2 : 3.404 - Obytný prostor		2	418	90.1	4.00	110.56	12	75.2	0.22	8315.1	25.4	625.1	8940
Okruh 3 : 3.404 - Obytný prostor		3	418	90.1	4.00	3.75	12	75.2	0.22	281.7	6.3	156.0	438
Okruh 4 : 3.403 - Ložnice		4	2216	254.0	7.51	7.66	22x1,0	45.7	0.23	350.2	2.1	53.5	404
Okruh 5 : 3. NP													
												S(R ^{*l} +z)=	11068

Pro RZ 3– 3.NP (6):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
3.302 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 3.303 - Koupelna		1	2522	290.2	7.49	6.15	22x1,0	57.5	0.26	353.8	36.1	1195.7	1550
Okruh 2 : 3.305 - Ložnice		2	332	71.5	4.00	96.59	12	40.3	0.18	3889.0	25.4	394.2	4283
Okruh 3 : 3.305 - Ložnice		3	332	71.5	4.00	14.43	12	40.3	0.18	581.1	6.3	98.4	680
Okruh 4 : 3.304 - Obytný prostor		4	2522	290.2	7.49	5.77	22x1,0	57.5	0.26	331.9	2.1	69.8	402
Okruh 5 : 3.304 - Obytný prostor													
Okruh 6 : 3.304 - Obytný prostor													
Okruh 7 : 3. NP													
												S(R ^{*l} +z)=	6914

Pro RZ 2– 3.NP (4):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
3.202 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 3.202 - Koupelna		1	2247	252.5	7.67	2.30	22x1,0	45.3	0.22	104.1	36.1	904.6	1009
Okruh 2 : 3. NP		2	372	80.2	4.00	101.13	12	54.7	0.20	5536.4	25.4	495.0	6031
Okruh 3 : 3.203 - Obytný prostor		3	372	80.2	4.00	3.40	12	54.7	0.20	186.3	6.3	123.6	310
Okruh 4 : 3.204 - Ložnice		4	2247	252.5	7.67	1.96	22x1,0	45.3	0.22	88.5	2.1	52.8	141
Okruh 5 : 3.201 - Chodba													
												S(R ^{*l} +z)=	7491

Pro RZ 1– 4.NP (6):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
4.106 - Ložnice PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 4.106 - Ložnice		1	4139	565.9	6.30	15.34	28x1,0	52.6	0.30	806.4	97.3	4288.3	5095
Okruh 2 : 4.101 - Chodba		2	956	128.8	6.39	71.97	12	160.6	0.32	11557.8	25.4	1275.8	12834
Okruh 3 : 4.103 - Koupelna		3	956	128.8	6.39	4.63	12	160.6	0.32	743.8	6.3	318.5	1062
Okruh 4 : 4.105 - Pokoj		4	4139	565.9	6.30	15.20	28x1,0	52.6	0.30	799.4	0.2	7.1	807
Okruh 5 : 4. NP													
Okruh 6 : 4.107 - Obytný prostor													
Okruh 7 : 4.107 - Obytný prostor													
												S(R ^{*l} +z)=	19797

Pro RZ 5– 4.NP (3):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
4.502 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 4.502 - Koupelna		1	1421	197.2	6.20	7.02	18x1,0	84.6	0.27	593.8	22.1	825.1	1419
Okruh 2 : 4.503 - Obytný prostor		2	460	99.0	4.00	107.01	12	97.3	0.24	10416.0	25.4	754.5	11170
Okruh 3 : 4. NP		3	460	99.0	4.00	6.53	12	97.3	0.24	635.3	6.3	188.3	824
		4	1421	197.2	6.20	6.69	18x1,0	84.6	0.27	565.8	8.2	305.0	871
												S(R ^{*l} +z)=	14284

Pro RZ 4– 4.NP (4):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
4.404 - Obytný prostor PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 4.404 - Obytný prostor		1	1997	316.0	5.44	7.56	22x1,0	66.2	0.28	500.9	36.1	1418.4	1919
Okruh 2 : 4.404 - Obytný prostor		2	516	94.4	4.71	54.56	12	85.0	0.23	4636.7	25.4	686.1	5323
Okruh 3 : 4. NP		3	516	94.4	4.71	2.18	12	85.0	0.23	185.2	6.3	171.3	356
Okruh 4 : 4.403 - Ložnice		4	1997	316.0	5.44	7.14	22x1,0	66.2	0.28	472.9	2.1	82.8	556
Okruh 5 : 4.402 - Koupelna													
												S(R ^{*l} +z)=	8154

Pro RZ 3– 4.NP (6):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
4.304 - Obytný prostor PZ 1 : Okruh 3		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 4.304 - Obytný prostor		1	2786	531.9	4.51	6.28	28x1,0	47.0	0.28	295.4	97.3	3791.3	4087
Okruh 2 : 4.305 - Ložnice		2	478	102.8	4.00	83.94	12	108.2	0.25	9086.2	25.4	814.5	9901
Okruh 3 : 4.305 - Ložnice		3	478	102.8	4.00	10.42	12	108.2	0.25	1127.8	6.3	203.3	1331
Okruh 4 : 4. NP		4	2786	531.9	4.51	5.92	28x1,0	47.0	0.28	278.2	0.2	6.3	284
Okruh 5 : 4.304 - Obytný prostor													
Okruh 6 : 4.304 - Obytný prostor													
Okruh 7 : 4.303 - Koupelna													
												S(R ^{*l} +z)=	15603

Pro RZ 2– 4.NP (4):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
4.202 - Koupelna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 4.202 - Koupelna		1	2331	265.6	7.56	2.32	22x1,0	49.4	0.24	114.5	36.1	1001.3	1116
Okruh 2 : 4. NP		2	412	88.8	4.00	104.83	12	72.2	0.22	7572.9	25.4	606.9	8180
Okruh 3 : 4.203 - Obytný prostor		3	412	88.8	4.00	3.40	12	72.2	0.22	245.3	6.3	151.5	397
Okruh 4 : 4.204 - Ložnice		4	2331	265.6	7.56	1.92	22x1,0	49.4	0.24	94.7	2.1	58.5	153
Okruh 5 : 4.201 - Chodba													
												S(R ^{*l} +z)=	9846

Pro RZ 8– 5.NP (5):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
5.302 - Šatna PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R ^{*l} [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R ^{*l} +z [Pa]
* Okruh 1 : 5.302 - Šatna		1	2192	471.8	4.00	5.28	28x1,0	38.1	0.25	201.4	97.3	2983.6	3185
Okruh 2 : 5. NP		2	207	201.8	0.88	26.46	12	344.7	0.50	9122.9	25.4	3140.3	12263
Okruh 3 : 5.305 - Obytný prostor		3	207	201.8	0.88	1.53	12	344.7	0.50	528.3	6.3	783.8	1312
Okruh 4 : 5.305 - Obytný prostor		4	2192	471.8	4.00	5.19	28x1,0	38.1	0.25	197.8	0.2	5.0	203
Okruh 5 : 5.304 - Koupelna													
Okruh 6 : 5.301 - Chodba													
												S(R ^{*l} +z)=	16963

Pro RZ 7– 5.NP (5):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
5.203 - Ložnice PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R' [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R'+l+z [Pa]
* Okruh 1 : 5.203 - Ložnice		1	3232	413.2	6.74	3.42	28x1,0	30.5	0.22	104.4	97.3	2285.8	2390
Okruh 2 : 5.204 - Obytný prostor		2	654	140.9	4.00	75.32	12	186.3	0.35	14029.2	25.4	1529.5	15559
Okruh 3 : 5.204 - Obytný prostor		3	654	140.9	4.00	5.83	12	186.3	0.35	1085.4	6.3	381.8	1467
Okruh 4 : 5. NP		4	3232	413.2	6.74	3.12	28x1,0	30.5	0.22	95.3	0.2	3.8	99
Okruh 5 : 5.205 - Pokoj													
Okruh 6 : 5.202 - Koupelna													
S(R'+l+z)=												19515	

Pro RZ 6– 5.NP (5):

Okruh přes těleso:		Tlakové ztráty okruhu:											
5.103 - Ložnice PZ 1 : Okruh 1		Číslo úseku	Výkon Q [W]	Průtok Mh [kg/h]	Tepl. spád Δt [K]	Délka úseku l [m]	Průměr potrubí d [mm]	Měrná tlaková ztráta R [Pa/m]	Rychlost proudění v [m/s]	Tlaková ztráta třením R' [Pa]	Celk.so... vřaz. odporů $\Sigma \xi$ [-]	Tlaková ztráta odporů z [Pa]	Celková tlaková ztráta R'+l+z [Pa]
* Okruh 1 : 5.103 - Ložnice		1	3277	393.2	7.18	9.89	22x1,0	97.1	0.35	960.2	36.1	2194.3	3155
Okruh 2 : 5.102 - Koupelna		2	1032	127.7	6.96	84.64	12	158.7	0.32	13428.6	25.4	1254.9	14684
Okruh 3 : 5. NP		3	1032	127.7	6.96	7.72	12	158.7	0.32	1224.9	6.3	313.2	1538
Okruh 4 : 5.104 - Obytný prostor		4	3277	393.2	7.18	9.61	22x1,0	97.1	0.35	933.7	2.1	128.1	1062
Okruh 5 : 5.104 - Obytný prostor													
Okruh 6 : 5.101 - Chodba													
S(R'+l+z)=												20438	

4. DIMENZOVÁNÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

Bilance rozdělovače RZ 10 - 2. NP (7) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 3 - 1"xEK; 7cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2 Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 29.5 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 455.11 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 2926 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 17411 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 32.51 [m²]
 Celková délka potrubí 347.1 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 1321 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 39.3 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 11.67 [kPa]
 Max. w 0.25 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 29.5 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 338.42 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tep- podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _ě [kPa]	Max. w [m/s]
2.107 - Zasedací místnost	RZ 10 - 2. NP (7/1)	OT				20				620			8.9	10.0	0.9	3.44	-	0.13
2.107 - Zasedací místnost	RZ 10 - 2. NP (7/3)	PZ 1	6.11	100	24	20	40.6	248	6.11	248	0.6	61.1	61.7	4.0	1.0	2.02	14.47	0.15

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tep- podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _ě [kPa]	Max. w [m/s]
2.107 - Zasedací místnost	RZ 10 - 2. NP (7/4)	PZ 1	8.57	100	24	20	40.6	348	8.57	348	3.7	85.7	89.4	4.0	1.5	6.93	9.87	0.22
2.107 - Zasedací místnost	RZ 10 - 2. NP (7/5)	PZ 1	8.49	100	24	20	40.6	345	8.49	345	6.6	84.9	91.5	4.0	1.5	7.37	4.84	0.22
2.107 - Zasedací místnost	RZ 10 - 2. NP (7/6)	PZ 1	9.34	100	24	20	40.6	380	9.34	380	11.1	93.4	104.5	4.0	1.7	11.67	3.45	0.25
2.107 - Zasedací místnost	RZ 10 - 2. NP (7/7)	OT				20				734			13.1	10.0	1.1	6.37	-	0.16

Bilance rozdělovače RZ 1 - 2. NP (5) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1 Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]

Přírodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 29.5 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 437.33 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 2800 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 17424 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 49.36 [m²]
 Celková délka potrubí 290.3 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 2191 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 32.8 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 5.95 [kPa]
 Max. w 0.25 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 29.5 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 437.33 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
2.204 - Ložnice	RZ 1 - 2. NF (5/1)	PZ 1	9.72	300	24	20	43.9	427	9.72	427	18.8	32.4	51.0	5.2	1.7	5.95	6.09	0.25
2.204 - Ložnice	RZ 1 - 2. NF (5/2)	PZ 1	9.56	300	24	20	43.9	420	9.56	420	11.8	31.9	43.5	5.2	1.5	3.87	10.19	0.22
2.203 - Obytný prostor	RZ 1 - 2. NF (5/3)	PZ 1	12.93	300	24	20	41.3	535	12.93	535	9.8	43.1	52.9	6.5	1.4	4.16	9.59	0.21
2.203 - Obytný prostor	RZ 1 - 2. NF (5/4)	PZ 1	13.02	300	24	20	41.3	538	13.02	538	10.8	43.4	54.2	6.5	1.5	4.44	9.93	0.22
2.202 - Koupelna	RZ 1 - 2. NF (5/5)	PZ 1	4.12	50	30	24	65.7	271	4.12	271	6.3	82.4	88.8	4.0	1.3	4.62	7.29	0.19

Bilance rozdělovače RZ 2 - 2. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Zdroj : CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz Dispoziční tlak = 6.90 [kPa]

Přírodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 28.9 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 504.66 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 3565 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 6897 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 58.86 [m²]
 Celková délka potrubí 429.5 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 3294 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 48.6 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 6.90 [kPa]
 Max. w 0.24 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 28.9 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 504.66 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
2.303 - Koupelna	RZ 2 - 2. NF (6/1)	PZ 1	3.22	50	30	24	65.7	212	3.22	212	14.2	64.4	78.6	4.0	0.8	1.88	3.23	0.12
2.304 - Obytný prostor	RZ 2 - 2. NF (6/2)	PZ 1	11.03	200	25	20	55.3	610	11.03	610	13.5	55.1	66.6	6.4	1.5	5.82	0.99	0.22
2.304 - Obytný prostor	RZ 2 - 2. NF (6/3)	PZ 1	10.76	200	25	20	55.3	595	10.76	595	17.6	53.8	71.5	6.4	1.4	5.35	1.49	0.21
2.304 - Obytný prostor	RZ 2 - 2. NF (6/4)	PZ 1	11.03	200	25	20	55.3	610	11.03	610	21.0	55.1	76.1	6.4	1.5	6.40	0.32	0.22
2.305 - Ložnice	RZ 2 - 2. NF (6/5)	PZ 1	11.33	200	25	20	55.8	629	11.33	629	9.9	56.6	66.5	6.3	1.5	6.07	0.62	0.23
2.305 - Ložnice	RZ 2 - 2. NF (6/6)	PZ 1	11.49	200	25	20	55.8	638	11.49	638	10.8	57.5	68.3	6.3	1.6	6.90	0.00	0.24

Bilance rozdělovače RZ 3 - 2. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Zdroj : CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz Dispoziční tlak = 9.32 [kPa]

Přívodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 29.9 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 466.12 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 2764 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 9325 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 50.76 [m²]
 Celková délka potrubí 264.1 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 2380 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 29.9 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 9.32 [kPa]
 Max. w 0.31 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 29.9 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 466.12 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplostný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
2.404 - Ložnice	RZ 3 - 2. NF (6/1)	PZ 2	9.10	250	25	20	49.4	450	9.10	450	5.1	38.4	41.8	5.7	1.3	2.80	3.66	0.19
2.404 - Ložnice	RZ 3 - 2. NF (6/2)	PZ 1	8.78	250	25	20	49.4	434	8.78	434	0.8	35.1	35.9	5.7	1.2	1.81	6.32	0.17

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplostný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
2.401 - Chodba	RZ 3 - 2. NF (6/3)	PZ 1	3.96	300	23	20	32.8	130	3.96	130	1.6	13.2	14.8	10.0	0.2	0.10	6.70	0.03
2.402 - Koupelna	RZ 3 - 2. NF (6/4)	PZ 1	3.18	50	30	24	65.7	207	3.16	207	6.4	63.1	69.5	4.0	1.0	2.01	4.36	0.14
2.405 - Obytný prostor	RZ 3 - 2. NF (6/5)	PZ 1	12.88	300	24	20	45.0	580	12.88	580	9.3	42.9	52.2	4.7	2.1	9.32	0.00	0.31
2.405 - Obytný prostor	RZ 3 - 2. NF (6/6)	PZ 1	12.88	300	24	20	45.0	580	12.88	580	7.2	42.9	50.1	4.7	2.1	8.96	0.26	0.31

Bilance rozdělovače RZ 4 - 2. NP (4) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 4cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2 Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]

Přívodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 29.8 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 323.63 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 1941 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 45941 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 34.20 [m²]
 Celková délka potrubí 210.4 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 1712 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 23.8 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 8.65 [kPa]
 Max. w 0.29 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 29.8 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 323.63 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplostný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
2.501 - Chodba	RZ 4 - 2. NF (4/1)	PZ 1	6.66	300	24	20	38.7	258	6.66	258	1.6	22.2	23.8	7.6	0.5	0.42	3.83	0.08
2.502 - Koupelna	RZ 4 - 2. NF (4/2)	PZ 1	3.67	50	30	24	65.7	241	3.67	241	6.6	73.3	83.0	4.0	1.1	3.35	17.67	0.17
2.503 - Obytný prostor	RZ 4 - 2. NF (4/3)	PZ 1	11.77	250	25	20	50.8	598	11.77	598	1.9	47.1	49.0	5.2	1.8	6.88	14.99	0.27
2.503 - Obytný prostor	RZ 4 - 2. NF (4/4)	PZ 2	12.11	250	25	20	50.8	616	12.11	616	6.2	48.5	54.7	5.2	2.0	8.65	17.49	0.29

Poschodí: 3. NP

Bilance rozdělovače RZ 1 - 3. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2 Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 26.8 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 402.64 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 3816 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 45068 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 87.56 [m²]
 Celková délka potrubí 418.9 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 3284 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 47.4 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 13.83 [kPa]
 Max. w 0.30 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 26.8 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 402.64 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
3.101 - Chodba	RZ 1 - 3. NF (6/1)	PZ 1	11.91	250	24	20	37.8	451	11.91	451	1.4	47.7	49.1	10.0	0.7	1.08	6.55	0.10
3.103 - Koupelna	RZ 1 - 3. NF (6/2)	PZ 1	6.73	100	29	24	56.6	381	6.73	381	21.0	67.3	88.3	4.0	2.0	13.83	18.59	0.30
3.105 - Pokoj	RZ 1 - 3. NF (6/3)	PZ 1	13.69	300	23	20	32.8	449	13.69	449	16.2	45.6	61.8	10.0	0.8	1.64	9.59	0.12
3.106 - Ložnice	RZ 1 - 3. NF (6/4)	PZ 1	20.16	300	23	20	33.6	677	20.16	677	9.2	67.2	76.3	9.7	1.2	3.09	18.10	0.17
3.107 - Obytný prostor	RZ 1 - 3. NF (6/5)	PZ 2	17.57	250	24	20	37.8	665	17.57	665	2.1	70.3	72.3	10.0	1.0	2.37	14.49	0.15
3.107 - Obytný prostor	RZ 1 - 3. NF (6/6)	PZ 1	17.50	250	24	20	37.8	662	17.50	662	1.1	70.0	71.1	10.0	1.0	2.30	14.14	0.15

Bilance rozdělovače RZ 2 - 3. NP (4) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 4cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1 Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 27.3 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 252.46 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 2247 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 20292 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 54.46 [m²]
 Celková délka potrubí 293.5 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 2016 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 33.2 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 6.34 [kPa]
 Max. w 0.20 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 27.3 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 252.46 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
3.201 - Chodba	RZ 2 - 3. NF (4/1)	PZ 1	4.07	300	23	20	32.8	133	4.07	133	0.7	13.6	14.2	10.0	0.2	0.09	6.06	0.03
3.204 - Ložnice	RZ 2 - 3. NF (4/2)	PZ 1	19.44	300	24	20	36.3	706	19.44	706	13.1	64.8	77.9	8.6	1.3	4.52	8.05	0.19
3.203 - Obytný prostor	RZ 2 - 3. NF (4/3)	PZ 1	26.05	300	23	20	32.8	854	26.05	854	10.0	66.8	96.9	10.0	1.4	5.79	8.47	0.20
3.202 - Koupelna	RZ 2 - 3. NF (4/4)	PZ 1	4.90	50	30	24	65.7	322	4.90	322	6.4	98.1	104.5	4.0	1.3	6.34	8.31	0.20

Bilance rozdělovače RZ 3 - 3. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	60.11 [m ²]
Celková délka potrubí	368.9 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	2310 [W]
Objem vody v otopných okruzích	41.7 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	4.96 [kPa]
Max. w	0.18 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	27.5 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	290.25 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
3.303 - Koupelna	RZ 3 - 3. NF (6/1)	PZ 1	4.61	50	30	24	65.7	303	4.61	303	18.9	92.1	111.0	4.0	1.2	4.96	6.62	0.18
3.304 - Obytný prostor	RZ 3 - 3. NF (6/2)	PZ 1	11.03	300	23	20	35.1	387	11.03	387	12.9	36.8	49.7	9.1	0.7	1.04	6.16	0.10
3.304 - Obytný prostor	RZ 3 - 3. NF (6/3)	PZ 1	10.68	300	23	20	35.1	374	10.68	374	18.1	35.6	53.7	9.1	0.6	1.04	5.42	0.09
3.304 - Obytný prostor	RZ 3 - 3. NF (6/4)	PZ 1	11.03	300	23	20	35.1	387	11.03	387	21.6	36.8	58.3	9.1	0.7	1.21	6.27	0.10
3.305 - Ložnice	RZ 3 - 3. NF (6/5)	PZ 1	11.27	300	24	20	37.8	426	11.27	426	9.7	37.6	47.3	8.0	0.8	1.24	9.08	0.12
3.305 - Ložnice	RZ 3 - 3. NF (6/6)	PZ 1	11.49	300	24	20	37.8	434	11.49	434	10.5	38.3	48.8	8.0	0.9	1.36	10.21	0.13

Bilance rozdělovače RZ 4 - 3. NP (4) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 4cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1	Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]
Přívodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	27.5 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	253.98 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	2216 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	18754 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	54.02 [m ²]
Celková délka potrubí	283.6 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	2008 [W]
Objem vody v otopných okruzích	32.1 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	9.38 [kPa]
Max. w	0.22 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	27.5 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	253.98 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
3.402 - Koupelna	RZ 4 - 3. NF (4/1)	PZ 1	5.33	50	30	24	65.7	360	5.33	350	7.6	106.7	114.3	4.0	1.5	9.38	4.99	0.22
3.403 - Ložnice	RZ 4 - 3. NF (4/2)	PZ 1	18.20	300	24	20	36.1	658	18.20	658	0.8	60.7	61.5	8.7	1.2	2.68	6.26	0.17
3.404 - Obytný prostor	RZ 4 - 3. NF (4/3)	PZ 1	15.68	300	23	20	32.8	514	15.68	514	4.2	52.2	56.4	10.0	0.8	1.46	9.00	0.12
3.404 - Obytný prostor	RZ 4 - 3. NF (4/4)	PZ 1	14.81	300	23	20	32.8	488	14.81	488	2.0	49.4	51.4	10.0	0.8	1.26	7.97	0.11

Bilance rozdělovače RZ 5 - 3. NP (3) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 3cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2	Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]
Přivodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	28.2 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	199.08 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	1565 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	46491 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	35.13 [m ²]
Celková délka potrubí	213.8 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	1362 [W]
Objem vody v otopných okruzích	24.2 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	10.72 [kPa]
Max. w	0.24 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	28.2 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	199.08 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka připojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
3.502 - Koupelna	RZ 5 - 3. NF (3/1)	PZ 1	4.84	50	30	24	65.7	318	4.84	318	13.5	96.7	110.2	4.0	1.6	10.72	35.21	0.24
3.501 - Chodba	RZ 5 - 3. NF (3/2)	PZ 1	6.07	300	23	20	32.8	199	6.07	199	0.9	20.2	21.1	10.0	0.3	0.21	13.77	0.05
3.503 - Obytný prostor	RZ 5 - 3. NF (3/3)	PZ 1	24.23	300	23	20	34.9	845	24.23	845	1.7	80.8	82.4	9.2	1.4	5.68	27.42	0.21

Poschodí: 4. NP

Bilance rozdělovače RZ 1 - 4. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2	Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]
Přivodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	28.7 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	565.87 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	4139 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	39623 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	86.47 [m ²]
Celková délka potrubí	389.0 [m]

Celkový výkon otopných okruhů	3561 [W]
Objem vody v otopných okruzích	44.0 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	13.90 [kPa]
Max. w	0.32 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	28.7 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	565.87 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka připojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]
4.107 - Obytný prostor	RZ 1 - 4. NF (6/1)	PZ 1	17.52	300	24	20	42.4	742	17.52	742	1.2	58.4	59.6	6.0	1.9	9.07	16.94	0.28
4.107 - Obytný prostor	RZ 1 - 4. NF (6/2)	PZ 1	17.57	300	24	20	42.4	744	17.57	744	2.0	58.6	60.6	6.0	1.9	9.39	17.32	0.29
4.106 - Ložnice	RZ 1 - 4. NF (6/3)	PZ 1	20.16	300	24	20	41.5	836	20.16	836	9.4	67.2	76.6	6.4	2.2	13.90	21.41	0.32
4.105 - Pokoj	RZ 1 - 4. NF (6/4)	PZ 1	13.69	300	23	20	32.8	449	13.69	449	15.9	45.6	61.5	10.0	0.8	1.65	9.80	0.12
4.103 - Koupelna	RZ 1 - 4. NF (6/5)	PZ 1	6.73	100	29	24	56.6	381	6.73	381	18.3	67.3	85.5	4.0	2.0	12.97	17.83	0.29
4.101 - Chodba	RZ 1 - 4. NF (6/6)	PZ 1	10.80	250	24	20	37.8	409	10.80	409	2.0	43.2	45.2	10.0	0.6	0.93	5.72	0.10

Bilance rozdělovače RZ 2 - 4. NP (4) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 4cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1 Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 27.4 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 265.61 kg/h
 Pořebný příkon rozdělovače 2331 [W]
 Pořebný dispoziční tlak pro rozdělovač 19571 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 53.13 [m²]
 Celková délka potrubí 293.5 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 1979 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 33.2 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 8.58 [kPa]
 Max. w 0.22 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 27.4 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 265.61 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze-stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
4.201 - Chodba	RZ 2 - 4. NF (4/1)	PZ 1	2.55	300	23	20	32.8	84	2.55	84	1.3	8.5	9.8	10.0	0.1	0.04	2.48	0.02
4.204 - Ložnice	RZ 2 - 4. NF (4/2)	PZ 1	19.44	300	24	20	36.3	708	19.44	708	13.5	64.8	78.3	8.6	1.4	5.40	9.19	0.21
4.203 - Obytný prostor	RZ 2 - 4. NF (4/3)	PZ 1	26.05	300	23	20	32.8	854	26.05	854	10.4	86.8	97.2	10.0	1.4	6.50	9.24	0.21
4.202 - Koupelna	RZ 2 - 4. NF (4/4)	PZ 1	5.10	50	30	24	65.7	335	5.10	335	6.3	101.9	108.2	4.0	1.5	8.58	10.19	0.22

Bilance rozdělovače RZ 3 - 4. NP (6) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 6cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1 Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 30.5 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 531.93 kg/h
 Pořebný příkon rozdělovače 2786 [W]
 Pořebný dispoziční tlak pro rozdělovač 13261 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 60.26 [m²]
 Celková délka potrubí 478.3 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 2505 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 54.1 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 11.23 [kPa]
 Max. w 0.25 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 30.5 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 531.93 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze-stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
4.303 - Koupelna	RZ 3 - 4. NF (6/1)	PZ 1	4.61	50	30	24	65.7	303	4.61	303	19.6	92.2	111.8	4.0	1.2	4.99	6.62	0.18
4.304 - Obytný prostor	RZ 3 - 4. NF (6/2)	PZ 1	11.03	150	24	20	37.2	411	11.03	411	12.7	73.5	86.3	4.0	1.7	10.25	2.11	0.25
4.304 - Obytný prostor	RZ 3 - 4. NF (6/3)	PZ 1	10.70	150	24	20	37.2	398	10.70	398	17.0	71.3	88.4	4.0	1.6	9.14	3.22	0.24
4.304 - Obytný prostor	RZ 3 - 4. NF (6/4)	PZ 1	11.03	150	24	20	37.2	411	11.03	411	20.8	73.5	94.4	4.0	1.7	11.23	1.29	0.25
4.305 - Ložnice	RZ 3 - 4. NF (6/5)	PZ 1	11.45	300	24	20	42.9	491	11.45	491	10.1	38.2	48.3	5.7	1.3	3.09	8.04	0.19
4.305 - Ložnice	RZ 3 - 4. NF (6/6)	PZ 1	11.45	300	24	20	42.9	491	11.45	491	11.1	38.2	49.3	5.7	1.3	3.14	8.04	0.19

Bilance rozdělovače RZ 4 - 4. NP (4) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 4cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1 Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 29.6 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 316.03 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 1997 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 17152 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 54.15 [m²]
 Celková délka potrubí 283.7 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 1745 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 32.1 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 5.68 [kPa]
 Max. w 0.23 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 29.6 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 316.03 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
4.404 - Obytný prostor	RZ 4 - 4. NF (4/1)	PZ 2	14.94	300	23	20	27.8	415	14.94	415	0.9	49.8	50.7	4.7	1.5	4.13	9.69	0.21
4.404 - Obytný prostor	RZ 4 - 4. NF (4/2)	PZ 1	15.67	300	23	20	27.8	435	15.67	435	4.5	52.2	56.7	4.7	1.6	5.68	5.48	0.23
4.403 - Ložnice	RZ 4 - 4. NF (4/3)	PZ 1	18.20	300	24	20	36.1	658	18.20	658	0.9	60.7	61.6	8.7	1.2	2.69	6.28	0.17
4.402 - Koupelna	RZ 4 - 4. NF (4/4)	PZ 1	5.33	50	24	20	44.4	237	5.33	237	8.0	106.7	114.6	4.0	1.1	4.02	5.50	0.16

Bilance rozdělovače RZ 5 - 4. NP (3) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 3cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2 Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 28.8 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 197.25 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 1421 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 46083 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
 Celková plocha okruhů 29.24 [m²]
 Celková délka potrubí 195.8 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 1222 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 22.1 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 11.99 [kPa]
 Max. w 0.24 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 28.8 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 197.25 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
4.502 - Koupelna	RZ 5 - 4. NF (3/1)	PZ 1	5.02	50	30	24	65.7	330	5.02	330	13.2	100.3	113.5	4.0	1.7	11.99	12.66	0.24
4.503 - Obytný prostor	RZ 5 - 4. NF (3/3)	PZ 1	24.23	300	24	20	36.8	892	24.23	892	1.5	80.8	82.3	8.4	1.6	8.46	36.92	0.24

Poschodí: 5. NP

Bilance rozdělovače RZ 6 - 5. NP (5) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2	Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]
Přivodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	27.8 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	393.17 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	3277 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	42948 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	62.20 [m ²]
Celková délka potrubí	369.5 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	2774 [W]

Objem vody v otopných okruzích	41.8 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	16.22 [kPa]
Max. w	0.32 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	27.8 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	393.17 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
5.101 - Chodba	RZ 6 - 5. NF (5/1)	PZ 1	3.18	300	23	20	32.8	104	3.18	104	0.7	10.6	11.3	10.0	0.2	0.06	3.95	0.02
5.104 - Obytný prostor	RZ 6 - 5. NF (5/2)	PZ 1	17.94	250	24	20	42.3	759	17.94	759	15.3	71.8	87.0	8.5	1.5	7.32	31.89	0.23
5.104 - Obytný prostor	RZ 6 - 5. NF (5/3)	PZ 1	17.80	250	24	20	42.3	753	17.80	753	16.5	71.2	87.7	8.5	1.5	7.10	31.02	0.22
5.103 - Ložnice	RZ 6 - 5. NF (5/4)	PZ 1	19.19	250	24	20	46.4	890	19.19	890	15.6	76.8	92.4	7.0	2.1	16.22	21.06	0.32
5.102 - Koupelna	RZ 6 - 5. NF (5/5)	PZ 1	4.08	50	30	24	65.7	268	4.08	268	9.6	81.5	91.2	4.0	1.2	4.57	21.05	0.18

Bilance rozdělovače RZ 7 - 5. NP (5) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 1	Dispoziční tlak = 25.37 [kPa]
Přivodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	28.3 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	413.17 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	3232 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	17026 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy	PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks
Celková plocha okruhů	74.73 [m ²]
Celková délka potrubí	418.9 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	2919 [W]
Objem vody v otopných okruzích	47.4 [l]
Maximální tlaková ztráta okruhů	17.02 [kPa]
Max. w	0.35 [m/s]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	28.3 [°C]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	413.17 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
5.204 - Obytný prostor	RZ 7 - 5. NF (5/1)	PZ 1	18.64	250	24	20	39.3	732	18.64	732	12.4	74.5	87.0	9.5	1.2	4.11	6.98	0.18
5.204 - Obytný prostor	RZ 7 - 5. NF (5/2)	PZ 2	17.85	250	24	20	39.3	701	17.85	701	7.2	71.4	78.8	9.5	1.1	3.03	5.90	0.17
5.203 - Ložnice	RZ 7 - 5. NF (5/3)	PZ 1	17.33	250	23	20	31.3	542	17.33	542	11.8	69.3	81.1	4.0	2.4	17.02	0.00	0.35
5.205 - Pokoj	RZ 7 - 5. NF (5/4)	PZ 1	16.81	250	24	20	40.2	676	16.81	676	22.1	67.3	89.3	9.2	1.1	3.37	5.87	0.17
5.202 - Koupelna	RZ 7 - 5. NF (5/5)	PZ 1	4.10	50	30	24	65.7	269	4.10	269	0.9	82.0	82.8	4.0	1.1	2.83	5.23	0.16

Bilance rozdělovače RZ 8 - 5. NP (5) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň 987 P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz:

Zdroj : Uzel větve 2 Dispoziční tlak = 52.16 [kPa]

Přívodní teplota 35.0 [°C]

Teplota zpátečky 31.0 [°C]

Celkový objemový průtok rozdělovače 471.84 kg/h

Potřebný příkon rozdělovače 2192 [W]

Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 42805 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová hydroizovační fólie 1400x800mm (1,12m2) - 145,60m2/130ks

Celková plocha okruhů 41.96 [m²]

Celková délka potrubí 244.1 [m]

Celkový výkon otopných okruhů 1881 [W]

Objem vody v otopných okruzích 27.6 [l]

Maximální tlaková ztráta okruhů 13.57 [kPa]

Max. w 0.50 [m/s]

Teplota vratné vody z podlahového vytápění 31.0 [°C]

Celkový objemový průtok podlahového vytápění 471.84 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Templ. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Nastav. průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _s [kPa]	Max. w [m/s]
5.301 - Chodba	RZ 8 - 5. NP (5/1)	PZ 1	6.44	200	24	20	43.6	281	6.44	281	0.7	32.2	32.9	10.0	0.4	0.46	28.08	0.07
5.304 - Koupelna	RZ 8 - 5. NP (5/2)	PZ 1	6.60	150	29	24	52.1	344	6.60	344	11.1	44.0	55.1	3.0	2.4	12.22	25.84	0.35
5.305 - Obytný prostor	RZ 8 - 5. NP (5/3)	PZ 2	12.59	200	24	20	43.6	549	12.59	549	1.5	63.0	64.5	10.0	0.9	1.75	10.10	0.13
5.305 - Obytný prostor	RZ 8 - 5. NP (5/4)	PZ 1	12.55	200	24	20	43.6	548	12.55	548	0.9	62.8	63.7	10.0	0.9	1.71	9.87	0.13
5.302 - Šatna	RZ 8 - 5. NP (5/5)	PZ 1	3.77	150	24	20	42.0	158	3.77	158	2.9	25.1	28.0	0.9	3.4	13.57	25.06	0.50