



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**NÁVRH SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ VZDĚLÁVACÍHO
ZAŘÍZENÍ**

DESIGN OF HEATING SYSTEM OF EDUCATIONAL INSTITUTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavλίna Pánková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LUCIE HORKÁ

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Pavλίna Pánková
Název	Návrh systému vytápění vzdělávacího zařízení
Vedoucí práce	Ing. Lucie Horká
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- technické podklady k zadané budově
- aktuální právní předpisy ČR
- české i zahraniční technické normy
- odborná literatura
- internet

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla
- výpočet tepelného výkonu
- návrh otopných ploch, návrh zdroje tepla
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení
- návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářská práce je návrh vytápění a příprava teplé vody v mateřské školce. Zdrojem tepla jsou dva kondenzační kotle umístěné v technické místnosti. V objektu jsou navržena desková a trubková otopná tělesa. Dvě velké třídy jsou vytápěny fancoily. Ohřev teplé vody bude zajištěn nepřímotopným ohřevačem vody.

Teoretická část se zabývá tématem teplovzdušného vytápění a fancoily.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bakalářská práce, vytápění, mateřská školka, dimenzování otopné soustavy, otopná tělesa, plynový kondenzační kotel, nepřímotopný zásobník, zabezpečovací zařízení, fancoil, teplovzdušné vytápění.

ABSTRACT

The goal of this bachelor thesis is the design of heating system and a hot water preparation for kindergarten. The heat source for the solved object are two gas condensing boilers in the technical room. Areas of the heating surfaces are panel radiators and tubular. Two large classes are heated by fancoils. Hot water heating will be provided by an indirect heating water heater.

In the theoretical part the thesis deals with the topic of hot air heating and fan coils.

KEYWORDS

Bachelor thesis, heating, kindergarten, dimensioning of the heating, radiators, gas condensing boiler, indirect heating water heater, safety devices, fancoils, hot air heating.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Pavčina Pánková *Návrh systému vytápění vzdělávacího zařízení*. Brno, 2022. 143 s., 9 s. příl.

Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lucie Horká

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh systému vytápění vzdělávacího zařízení* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2022

Pavλίna Pánková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh systému vytápění vzdělávacího zařízení* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

Pavλίna Pánková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce Ing. Lucii Horké, za odborné vedení, cenné rady, vstřícný přístup a připomínky při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala mé rodině za podporu v průběhu celého studia.

Obsah

Úvod	11
A - TEORETICKÁ ČÁST	12
1 Teplovzdušné vytápění	13
1.1 Teplovzdušné vytápění a větrání.....	13
1.1.1 Teplovzdušné vytápění.....	13
1.1.2 Teplovzdušné větrání	13
1.2 Vlastnosti systému	13
1.2.1 Průtoky vzduchu teplovzdušného vytápění	13
1.2.2 Teplonosné látky	15
1.3 Způsob přivádění vzduchu	15
1.4 Větrání s vnějším vzduchem.....	16
1.4.1 Větrání s cirkulačním vzduchem.....	16
1.4.2 Větrání kombinované.....	16
1.5 Rozdělení systému	17
1.5.1 Soustava centrální	17
1.5.2 Soustava místní	18
1.6 Zdroj tepla	19
1.7 Teplovzdušné krbové vložky.....	20
1.8 Hypokaust.....	22
1.9 Využití teplovzdušného vytápění	22
2 Fancoily	23
2.1 Charakteristika systému	23
2.2 Hydraulické zapojení	26
2.2.1 Dvoutrubkový systém.....	26
2.2.2 Třítrubkový systém	26
2.2.3 Čtyřtrubkový systém	26
2.3 Regulační ventily	27
2.4 Provedení jednotek	28
B - VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	30
1 Analýza objektu.....	31
2 Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla.....	32
2.1 Součinitel prostupu tepla	32
2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla	33
3 Energetický štítek obálky budovy	38

4	Výpočet tepelných ztrát.....	42
4.1	Postup výpočtu.....	42
4.2	Výpočet jednotlivých místností.....	45
5	Návrh otopných těles.....	82
5.1	Určení skutečného výkonu.....	83
5.2	Výkony otopných těles.....	84
6	Návrh fancoilů.....	85
6.1	Tepelný výkon jednotek.....	85
6.2	Posouzení hluku.....	85
6.3	Teplota přiváděného vzduchu.....	86
6.4	Regulace teploty.....	87
7	Příprava teplé vody.....	88
7.1	Postup výpočtu.....	88
7.2	Určení potřeby teplé vody.....	89
7.3	Návrh zásobníku.....	90
8	Návrh zdroje tepla.....	93
8.1	Odvod spalin.....	95
8.2	Odvod kondenzátu.....	96
8.3	Přívod spalovacího vzduchu.....	96
9	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí.....	96
9.1	Regulační ventily a šroubení.....	96
9.2	Větev 1 – otopná tělesa v 1NP.....	100
9.3	Větev 2 – otopná tělesa v 1PP.....	104
9.4	Větev 3 – fancoily.....	106
9.5	Větev 4 - ohřívač TV.....	107
9.6	Větev V5 – ke kotli.....	108
10	Návrh oběhových čerpadel.....	109
10.1	Čerpadlo Č1 – Větev 1 – UT.....	109
10.2	Čerpadlo Č2 – Větev 2 – UT.....	110
10.3	Čerpadlo Č3 – Větev 3 – UT.....	111
10.4	Čerpadlo Č4 – Větev 4 – TV.....	112
11	Zabezpečovací zařízení.....	113
11.1	Návrh expanzní nádoby.....	113
11.2	Návrh pojistného ventilu.....	116
12	Další zařízení soustavy.....	117
12.1	Návrh trojcestných směšovacích ventilů.....	117

12.2	Rozdělovač a sběrač	122
12.3	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků.....	123
12.4	Automatické doplňování vody	124
12.5	Návrh izolace potrubí	125
13	Roční potřeba tepla a paliva pro vytápění a přípravu teplé vody.....	127
13.1	Příprava teplé vody	127
13.2	Vytápění	128
13.3	Roční spotřeba paliva	128
C – PROJEKT - TECHNICKÁ ZPRÁVA		129
1	Úvod	130
2	Tepelná ztráta objektu a potřeba tepla	130
3	Zdroj tepla	131
4	Otopná soustava	132
5	Požadavky na ostatní profese	135
6	Montáž a uvedení do provozu	135
7	Zkoušky	136
8	Ochrana zdraví a životního prostředí.....	136
9	Bezpečnost a požární ochrana	137
10	Použité normy, zákony, vyhlášky	137
Závěr.....		139
Seznam použitých zdrojů		140
Seznam příloh.....		143

Úvod

Tématem bakalářské práce je navrhnout vytápěcí systém a přípravu teplé vody v mateřské školce, která se nachází v Moravanech u Brna. Práce byla rozdělena do tří částí.

A – Teoretická část – Literární rešerše zabývající se tématem teplovzdušného vytápění a o jednotky fancoil. Jednotky fancoil jsou navrženy ve výpočtové části.

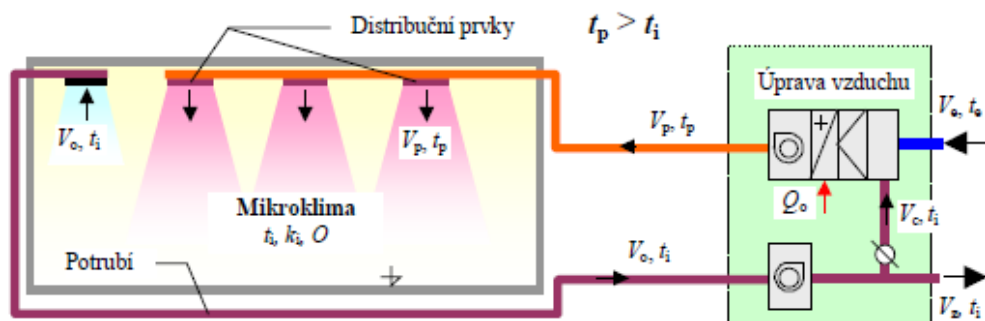
B – Výpočtová část – Jsou zpracovány výpočty pro navržení otopných ploch, dimenzování a hydraulické posouzení, zabezpečovací zařízení a dalších zařízení, která jsou součástí soustavy.

C – Projektová část – Obsahem je technická zpráva a výkresová dokumentace.

A - TEORETICKÁ ČÁST

1 Teplovzdušné vytápění

Teplovzdušné vytápění je vzduchotechnický systém, při kterém dochází k vytápění vnitřního prostoru vzduchem o vyšší teplotě, než je teplota v interiéru. Součástí systému je i výměna znehodnoceného vzduchu např. ve velkých místnostech je potřeba zajistit nucený přívod a odvod škodlivin pro vytvoření tepelného a oděrového mikroklimatu. Tato výměna vzduchu je vyvolána mechanicky pomocí ventilátoru, jedná se o nucené větrání. [1], [2]



Obr. 1 Schéma systému teplovzdušného zařízení [6]

Hlavní dva typy teplovzdušného vytápění jsou teplovzdušné vytápění a teplovzdušné větrání. U obou typu se jedná o teplotonosnou látku vzduch. [1], [2]

1.1 Teplovzdušné vytápění a větrání

1.1.1 Teplovzdušné vytápění

Do místnosti nebo celého objektu se přivádí minimální množství čerstvého vzduchu dané dle doporučené intenzity výměny vzduchu l (m^3/h). Teplota přiváděného vzduchu je vyšší než teplota interiéru o tolik, aby bylo zajištěno pokrytí tepelných ztrát v místnosti. [8]

1.1.2 Teplovzdušné větrání

Do místnosti nebo celého objektu se přivádí minimální množství čerstvého vzduchu dané dle doporučené intenzity výměny vzduchu l (m^3/h). Teplota přiváděného vzduchu je stejná jako teplota interiéru. Vytápění objektu zajistí jiný systém, nejčastěji otopná soustava s otopnými tělesy nebo podlahová otopná soustava. [8]

1.2 Vlastnosti systému

1.2.1 Průtoky vzduchu teplovzdušného vytápění

Jak již bylo zmíněno, teplotonosnou látkou je zde vzduch, který přenáší teplo od zdroje do vytápěné místnosti. Průtok vzduchu vychází z rovnice tepelné bilance. Za předpokladu rovnosti

hmotnostních a objemových průtoků přiváděného a odváděného vzduchu, rovnosti měrné kapacity a trvalé výměny, lze dopočítat teplotu přiváděného vzduchu t_2 . [9]

Rovnice tepelné bilance: [1]

$$m_1 * c_1 * t_1 * dT + Q * dT = m_2 * c_2 * t_2 * dT + O * \rho_i * c_i * dt$$

m_1, m_2 hmotnostní průtoky přiváděného a odváděného vzduchu [kg/s]

t_1, t_2, t_i teploty přiváděného, odváděného a vnitřního vzduchu [°C]

c_1, c_2, c_3 měrná tepelná kapacita přiváděného, odváděného a vnitřního vzduchu [J/(kg*K)]

Q tepelný výkon zdroje [W]

dT, dt časový interval, elementární změna teploty

O objem místnosti [m^3]

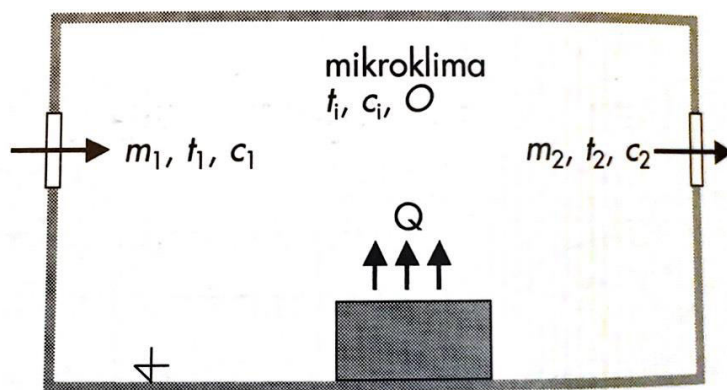
Za předpokladu: $m_1 = m_2$ a $c_1 = c_2 = c_i$

$$t_2 = t_1 + \frac{Q}{c * m}, \quad m = \frac{Q}{c * (t_2 - t_1)}, \quad V = \frac{Q}{c * \rho * (t_p - t_i)}$$

Q tepelný ztráta [W]

V objemový průtok vzduchu [m^3/s]

t_p teplota přiváděného vzduchu [°C] [1]



Obr. 2 Schéma tepelné bilance [1]

Výsledná hodnota t_p a kvalita vnitřního mikroklimatu je závislá na teplotním spádu ($\Delta t = t_p - t_i$). Vyšším teplotním spádem se zmenší objemový průtok v systému, ale sníží se kvalita mikroklimatu, náklady jsou také větší. [1]

Volba teplot přiváděného vzduchu:

$t_p = 25$ až 35 °C pro občanské a bytové stavby

$t_p = 45$ až 60 °C pro průmyslové provozy [1]

1.2.2 Teplonosné látky

Teplonosné látky zajišťují předání tepla od zdroje do spotřebiče. Druhy teplonosných látek jsou voda, vzduch, pára, oleje nebo nemrzoucí směsi. Mezi důležité vlastnosti látek patří veličina měrná tepelná kapacita c [J/(kg·K)]. Tato veličina popisuje, jaká je její schopnost přenášet teplo neboli, kolik Joulů je potřeba na ohřátí 1 kg látky o 1 Kelvin. [9], [10]

Porovnáme-li fyzikální vlastnosti vody a vzduchu (Tab.1), zjistíme, že měrná tepelná kapacita vody je 3krát větší, než je hodnota vzduchu. V praxi to znamená, že vzduch přeneše méně tepla a je potřeba větších dimenzí rozvodů a většího prostoru pro instalaci. [9], [10]

Fyzikální veličina	Voda	Vzduch
Měrná tepelná kapacita [J/(kg·K)]	4186	1010
Hustota [kg/m ³]	980	1,28
Teplotní spád [K]	10-25	20-30
Tepelná vodivost [W/(m·K)]	0,599	0,026
Poměr výkonů tepelného přenosu	351	1

Tab.1 Fyzikální vlastnosti vody a vzduchu [9], [7]

Porovnání teplonosných látek voda a vzduch [7]:

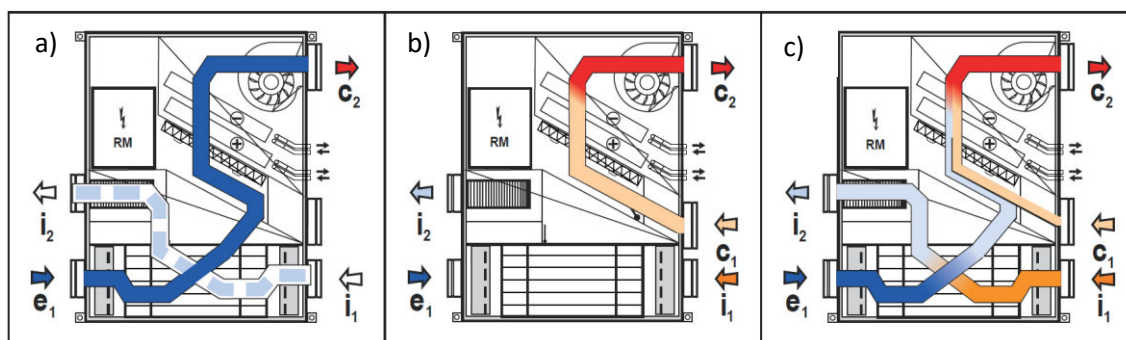
- K ohřátí vzduchu dochází rychleji než k ohřátí vody
- Vzduch nelze použít jako akumulární médium, kvůli jeho nízké hustotě
- Vzhledem k nízké tepelné vodivosti vzduchu je potřeba větší teplosměnné plochy k předání tepla
- K přenosu stejného tepelného výkonu je u vzduchu zapotřebí 351krát větší průřezová plocha než u vody

1.3 Způsob přivádění vzduchu

V místnostech nebo objektech, kde dochází k narušení mikroklimatu např. škodlivinami nebo v létě přebytečným teplem, je nutné tento vzduch odvést. V případě teplovzdušného vytápění v zimě je nutné upravený teplý vzduch přivádět. Dle podílu přiváděného čerstvého vzduchu a odváděného vzduchu rozdělíme provoz jednotek na:

- Větrání s vnějším vzduchem (Obr.3 a)

- Větrání s cirkulačním vzduchem (Obr.3 b)
- Větrání kombinované (Obr.3 c)



Obr. 3 Pracovní režimy jednotky [11]

Optimální hodnota výměny čerstvého vzduchu v místnosti je 25-30 % ze vzduchu provozního. V zimním období, kdy dochází ke snížení teploty, je procento přiváděného čerstvého vzduchu sníženo na hodnotu 10 %, z důvodu velkého množství potřebné energie na ohřátí studeného vzduchu. V prostorách, kde je zapotřebí dodržet hygienické požadavky (např. nemocnice) musíme dodržet přívod čerstvého vzduchu. [3]

1.4 Větrání s vnějším vzduchem

Vzduch přiváděný do místnosti je odebírán z venkovního prostředí a upravován v jednotce na požadovanou teplotu. Zvláště v zimním období je tento způsob výměny vzduchu neúsporný, k ohřátí vzduchu je zapotřebí velké množství energie. Při ohřátí vzduchu ve výměníku dochází k vysoušení vzduchu. [11]

1.4.1 Větrání s cirkulačním vzduchem

Vzduch přiváděný do místnosti je nasáván z vnitřního prostředí budovy (např. chodby) a v jednotce upravován a dohříván na požadovanou teplotu. Teplota nasávaného vzduchu je okolo 20-21 °C, k dohřívání vzduchu ve výměníku postačí menší teplota tzn., že nedochází k významnému vysoušení vzduchu. Vzhledem k tomu, že nedochází k přívodu čerstvého venkovního vzduchu do jednotky a následně do místnosti, neuvažuje se tepelná ztráta větráním. [11]

1.4.2 Větrání kombinované

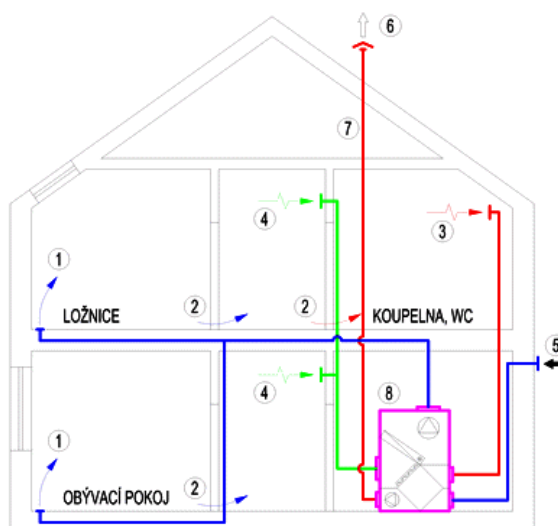
V případě kombinovaného způsobu větrání dochází k nasávání čerstvého vzduchu ve venkovním prostoru a nasáváním vzduchu uvnitř objektu, tedy cirkulačního vzduchu. Výhodou tohoto systému je možné využití zpětného získávání tepla (ZZT). Součástí jednotky může být

ohřívá, který dohřeje vzduch na požadovanou teplotu nebo vzduch dohřeje otopná soustava v místnosti. Odpadní vzduch je odváděn z jednotky do venkovního prostředí. [12]

Ukázka teplovzdušného vytápění a větrání v rodinném domě je znázorněna na Obr.4: [4]

V technické místnosti je umístěna vzduchotechnická jednotka, která obsahuje výměník ZZT a výměník pro dohřev vzduchu. Venkovní čerstvý vzduch je přiváděn do jednotky (označeno modře), která vzduch předeheje ve výměníku ZZT. Do výměníku proudí sekundární vzduch odváděný z hygienických místností a kuchyní (označeno červeně). K míšení vzduchu nesmí docházet. Sekundární vzduch předá teplo a je odváděn nad střechu do venkovního prostoru. Předeřátý vzduch se spojí se vzduchem cirkulačním (označeno zeleně) a následně je vyfukován do prostoru (označeno modře).

- 1- přiváděný vzduch do místnosti
- 2- převedený vzduch
- 3- odvod vzduchu
- 4- cirkulační vzduch
- 5- čerstvý vzduch nasávaný z exteriéru
- 6- odpadní vzduch
- 7- rozvody v soustavě
- 8- větrací a vytápěcí jednotka



Obr.4 Schéma teplovzdušného vytápění v rodinném domě [12]

1.5 Rozdělení systému

Rozdělení systému větrání a teplovzdušného vytápění dle umístění zdroje tepla pro ohřev a přípravu vzduchu:

- Soustavy s centrálním ohříváním vzduchu (ústřední)
- Soustavy ohřívání vzduchu v místních jednotkách (místní)

1.5.1 Soustava centrální

Při centrálním teplovzdušném vytápění se vzduch ohřívá v jednotce umístěné nejčastěji ve strojovně. Jednotka vždy obsahuje nejméně filtr, ohříváč a ventilátor. Ohřátý vzduch je

dopravován vzduchovody do koncových elementů, které teplo předají do vytápěných místností. Soustava ústřední se uplatní např. u administrativních budov nebo hal.

Ventilátor je zdroj hluku, je tedy nutné dodržet limitní hodnoty na účinky hluku. Vhodným umístěním a opatřením u ventilátoru můžeme jejich účinky snížit. Možná opatření jsou např. umístění vzduchotechnické jednotky na pružnou podložku, do vzduchovodů vložit tlumiče, oddělit ventilátor od jednotky pomocí tkanicové nebo pryžové vložky. [1], [3], [12]

Umístění centrálních jednotek:

Typickým umístěním centrální jednotky je ve strojovně. Toto umístění je výhodné z důvodu: pohodlné manipulace s jednotkou, napojení na zdroj energie, napojení měřících zařízení, odvod kondenzátu podlahovou vpustí. Z hlediska akustického je výhodné umístění jednotky v suterénu, problémem ale může být nasávání vzduchu z exteriéru a odvádění vzduchu do interiéru.

Umístění jednotky do stropu je možné např. v halách nebo v prostorách chodby. Jednotky nezabírají žádnou podlahovou plochu. Nevýhodou tohoto umístění je hlučnost jednotky přímo v prostoru a obtížná přístupnost pro obsluhu.

Dalším možným umístěním jednotky je na střechu. Toto umístění je využíváno u velkých hal. Ze statického hlediska velké zatížení střešní konstrukce není problémem. Z důvodu venkovního provozu je nutné dbát na opatření proti zamrznutí vodních výměníků a připojovacího potrubí topné a chladicí vody. [1]

1.5.2 Soustava místní

K ohřívání vzduchu dochází v jednotkách umístěné přímo ve vytápěném prostoru. Jedná se o tzv. vzduchotechnické jednotkové zařízení. Vzduch se ohřívá ve výměníku zabudovaném v jednotce. Jednotkové zařízení obsahuje filtr, ventilátor, výměník a může obsahovat výměník ZZT. Příkladem použití jednotkového teplovzdušného vytápění jsou např. průmyslové haly.

Přívod čerstvého vzduchu může být pro více jednotek řešen společným potrubím nebo samostatným otvorem ve fasádě pro každou jednotku zvlášť. Následně je vzduch ohříván na požadovanou teplotu. Nevýhodou místní soustavy je nízká účinnost ventilátorů a hlučnost větracích jednotek, které jsou umístěné přímo v prostoru. Na druhou stranu dochází k udržování kvality vnitřního prostředí a není potřeba potrubí pro rozvod teplého vzduchu. [3], [12]



Obr.5 Centrální jednotka [18]



Obr.6 Místní jednotka [19]

1.6 Zdroj tepla

Zdroj tepla musí být schopen ohřát přívodní vzduch na požadovanou hodnotu a zároveň rychle reagovat na změny venkovního prostředí.

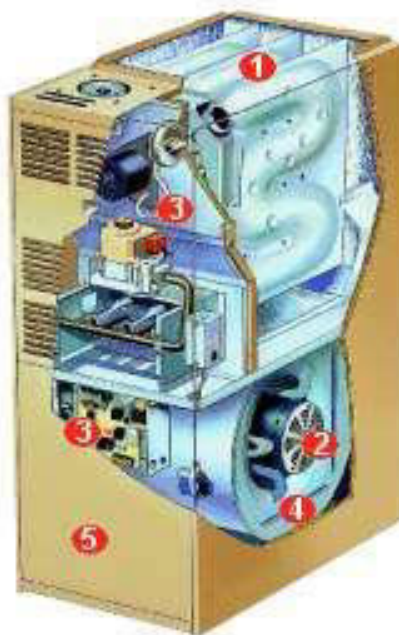
Ohřev vzduchu v jednotce může být: [9]

- přímý
- nepřímý

Přímý ohřev zajišťují např. teplovzdušné kotle na plyn, elektřinu nebo olej. Kotel se skládá z ventilátoru, filtru, ohřívacího dílu a regulačního dílu. Ohřívacím dílem u plynových a olejových agregátů je automatický hořák a výměník tepla, vzniklé teplo je předáno vzduchu. Kromě spalného tepla se zde využívá i kondenzačního tepla. Odtah spalin je nucený. Vzhledem k nízké teplotě spalin a velké ztrátě výměníku není možné využít přirozeného komínového tahu. Jednotky s přímým ohřevem mohou být jak centrální, tak místní. [9]

Nepřímý ohřev zajišťuje výměník voda-vzduch nebo pára-vzduch. Voda nebo pára předávají teplo vzduchu, který je přiváděn do prostoru. Voda nebo pára jsou ohřívány ve zdroji na plyn, olej nebo elektřinu.

- 1- výměník tepla
- 2- radiální ventilátor
- 3- zapalovací automatika a hořák
- 4- filtrace vzduchu
- 5- izolovaná skříň jednotky



Obr.7 Plynová teplovzdušná jednotka [9]

1.7 Teplovzdušné krbové vložky

Princip teplovzdušné krbové vložky spočívá v obestavění vložky nejčastěji z izolačních materiálů. Materiál, z kterého bude vložka obestavěna, by měl zabránit přenosu tepla na povrch obestavby. V dolní části krbu je vzduch nasáván a ohříván v prostoru obestavění. V horní části jsou mřížky, kterými je vzduch vydechován do prostoru. Přenos tepelné energie je konvekčním způsobem, proto jsou teplovzdušné krbové vložky označovány i jako konvekční. Při obestavění vložky materiálem, který je schopný teplo akumulovat (jako např. keramika), přenos tepla může být i způsobem sálavým. [14]

Je možné krbovou vložku obestavět dvakrát, jedná se o dvouplášťovou krbovou vložku. Ta má pak 4 otvory pro připojení rozvodů. [14]



Obr.8 Obestavěná krbová vložka [14]

Ohřátý vzduch je možné přivádět do jiných místností v objektu. Využívá se soustava samotížná nebo s nuceným oběhem, který zajistí ventilátor. Soustava samotížná funguje na principu rozdílných hustot. Teplý vzduch stoupá nahoru, proto i rozvody musí směřovat nahoru. Délka rozvodů je do 5 metrů. Soustava s nuceným teplovzdušným vytápěním je závislá na ventilátoru, ten je zdrojem hluku. [14]

Výhody: [14]

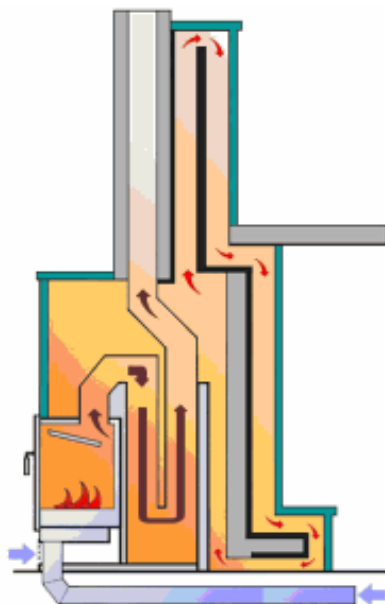
- Rychlý způsob vytápění, vhodný na chaty, chalupy nebo jiné rekreační objekty
- Možnost vytápění více místností
- Nízké náklady na pořízení

Nevýhody: [14]

- Přívod vzduchu do krbové vložky
- Vysušování vzduchu
- Při nevyčištění komory dochází k rozvádění prachu
- V případě nuceného oběhu rozvádění hluku
- Velký rozdíl teplot u podlahy a u stropu

1.8 Hypokaust

Jedná se o uzavřený teplovzdušný systém s cirkulujícím vzduchem. Krbová vložka je obestavěná a v prostoru dochází k vzdušné konvekci. Ta nastává, pokud je plocha obestavby větší než plocha tahového systému. Teplo se akumuluje do obestavby a následně uvolňuje do prostoru sáláním. [15]



Obr.9 Schéma hypokaustního vytápění [15]

Výhody: [15]

- Příjemné sálavé teplo, vytápění určeno v rodinných domech
- U uzavřené soustavy nedochází k míšení vzduchů, nedochází tedy k šíření prachu
- Nedochází k proudění vzduchu

Nevýhody: [15]

- Pořizovací cena
- Delší doba k vyhřátí místnosti

1.9 Využití teplovzdušného vytápění

Teplovzdušné vytápění se hojně využívá ve velkoprostorových místnostech jako jsou např. průmyslové haly, skladovací haly, sportovní haly, bazény nebo nákupní centra, v místnostech, kde je potřeba rychlého vytopení jako jsou např. společenské prostory. Teplovzdušného vytápění se také využívá v domech s nízkou spotřebou energie, v pasivních domech nebo bytových domech.

Teplovzdušné vytápění nejen pokrývá úplně či z části tepelné ztráty, ale umožní odvod vzduchu a přívod čerstvého vzduchu. V tomto případě je energeticky výhodné použít zařízení zpětného získávání tepla.

Další výhodou je udržování kvality mikroklimatu v místnosti (odvod škodlivin), případná úprava cirkulačního vzduchu.

Přívod venkovního vzduchu může vést do objektu v potrubí uloženém v zemi. Potrubí je potřeba uložit do hloubky nejméně 2 metry o minimální délce 20 metrů. V zimním období se vzduch v potrubí přehřívá díky teplotě zemského masivu a následně dohřívá na požadovanou teplotu. Toto přehřívání vede k energetické úspoře. Naopak v letním období se vzduch v potrubí ochlazuje od zemského masivu a následně přivádí do místnosti.

Mezi nevýhody teplovzdušného vytápění patří větší hlučnost systému. Při umísťování sacích a výdechových otvorů je potřeba brát v potaz jejich natočení a vhodnost vůči umístění objektu.

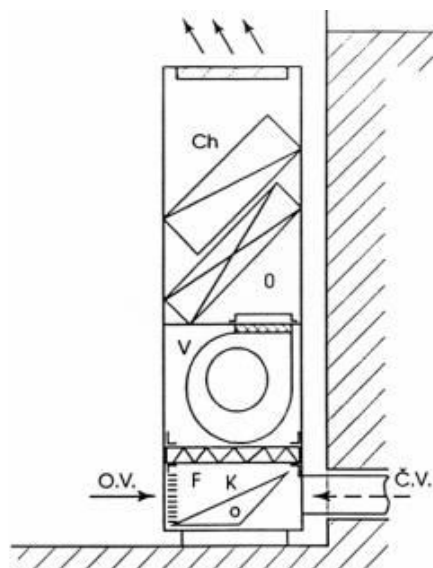
Navržení teplovzdušného vytápění u rekonstruovaných staveb významně zasahuje do stavebních konstrukcí případně i do dispozice objektu. [1], [8], [13]

2 Fancoily

2.1 Charakteristika systému

Jedná se o větrací a klimatizační jednotku, která v základu obsahuje konvektor s ventilátorem a vodní výměník. Odtud pochází název, ventilátor (Fan) a tepelný výměník (Coil). Jednotky jsou určeny k distribuci tepla nebo chladu v prodejnách, restauraci, hotelech, vzdělávacích zařízeních nebo administrativních prostorech.

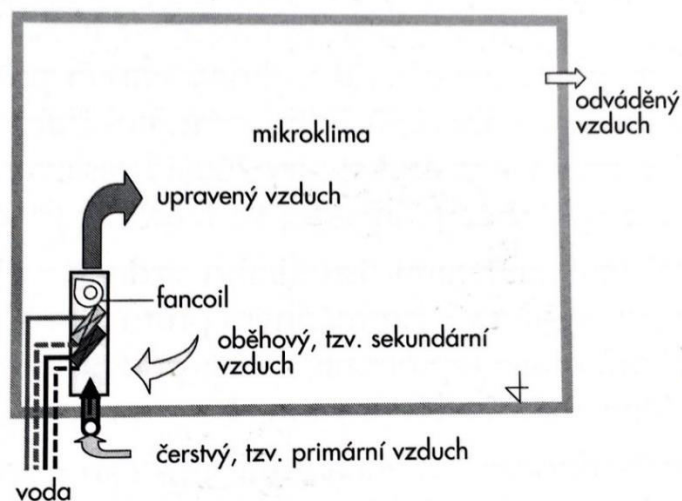
Fancoil je decentralizovaná jednotka (místní), její instalace je umístěna přímo v místnosti, není potřeba jednotky napojovat na strojovnu vzduchotechniky nebo na potrubní síť. Větrací a klimatizační jednotka obsahuje jeden nebo dva výměníky podle požadované úpravy vzduchu. Teplonosnou látkou, která předá teplo výměníku ve fancoilu je voda, jedná se o vodní výměník.



Obr. 5.21 Podokenní klimakonvektor.
K – klapka, F – filtr, V – ventilátor,
O – ohřivač, Ch – chladič,
č. v. – venkovní větrací vzduch,
o. v. – oběhový vzduch

Obr.10 Parapetního fancoil [5]

Jednotky pomocí ventilátoru nasávají oběhový tzv. sekundární vzduch z místnosti. Pomocí vzduchovodů z ústřední strojovny lze pracovat s čerstvým upraveným vzduchem nebo si fancoily sami nasávají vzduch do jednotky přímo (např. přes zeď u parapetních jednotek). Práce s čerstvým vzduchem, je práce s tzv. primárním vzduchem. Znehodnocený vzduch se přímo odvádí z místnosti nebo se přetlakem vede do chodeb a odsává se přes hygienická zařízení. Tento proces je znázorněn na Obr.11. [1], [5]

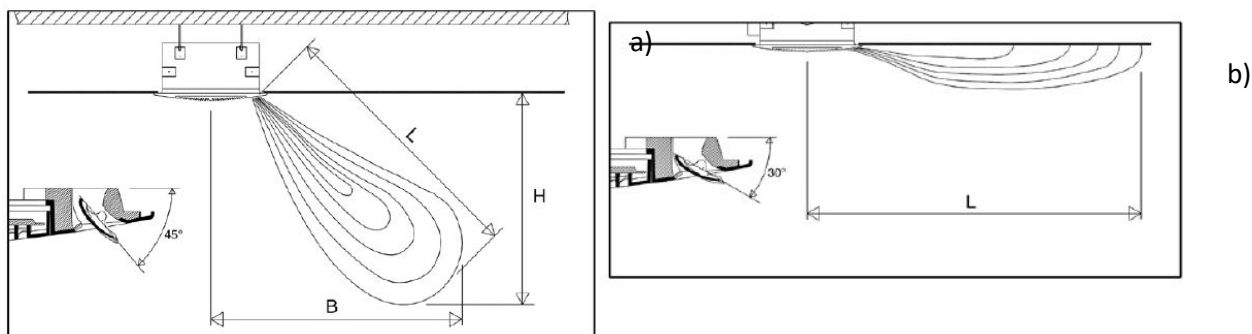


Obr.11 Schéma fancoilu [1]

Části jednotky

Fancoilové jednotky jsou napojené na rozvod teplé a studené vody, která je připravovaná centrálně (systém dvoutrubkový a čtyřtrubkový). Voda předá teplo/chlad výměníku uvnitř

jednotky. Fancoil lze doplnit o elektrické přímotopné vytápění. Další částí je klapková komora na míšení primárního a sekundárního vzduchu. Součástí jednotek je vzduchový filtr. Filtry zachycují prach, nečistoty pyl nebo i kouř, může docházet i k několikanásobné filtraci případně k úpravě vzduchu pomocí ionizátoru. Ventilátor přes usměrňovací listy (lamely) distribuuje upravený vzduch do místnosti. Lamely ovlivňují směr výfuku. Jejich nastavení je jiné v zimním období pro teplovzdušné vytápění a v létě pro chlazení, ukázka nastavení je na Obr.12. Pohyblivé lamely jsou ovládány servomotorem a jejich polohu lze měnit. [1]



Obr.12 a) Nastavení lamel fancoilu pod úhlem 45°, režim vytápění,

b) Nastavení lamel fancoilu pod úhlem 30°, režim chlazení [17]

Regulace

U jednotky je umístěn regulační ventil, kterým lze řídit tepelný/chladivý výkon. Regulace bývá nezávislá na ostatních jednotkách. Je-li k dispozici zdroj chladu a zároveň zdroj tepla a jednotky obsahují dva vodní výměníky napojené na systém čtyřtrubkový, je možné jednu místnost vytápět a druhou zároveň chladit.

Regulace výkonu fancoilu se provádí pomocí přepínání rychlosti otáček ventilátorů v ručním nebo automatickém režimu. Rychlosti ventilátoru bývají 3 nebo 5, nebo s plynulou regulací otáček. Rychlost ventilátoru je ovlivněna teplotou v prostoru, možnost nastavení maximální/minimální hodnoty vydechovaného vzduchu a přítomností osob v prostoru. Ventilátor může reagovat na otevření okna případně na množství CO₂.

Zřízení je nejčastěji ovládáno pomocí dálkového ovladače. Ovladačem můžeme nastavovat vnitřní teplotu, otáčky ventilátoru nebo nastavovat polohu lamel pro výfuk vzduchu. Některé jednotky obsahují teplotní čidlo, které vyhodnocuje podmínky v místnosti a na základě nich nastavuje provoz fancoilů. [1], [17], [5]

2.2 Hydraulické zapojení

Hydraulické zapojení má vliv na fungování systému. Dle zapojení rozdělujeme systém dvoutrubkový, třítrubkový nebo čtyřtrubkový.

2.2.1 Dvoutrubkový systém

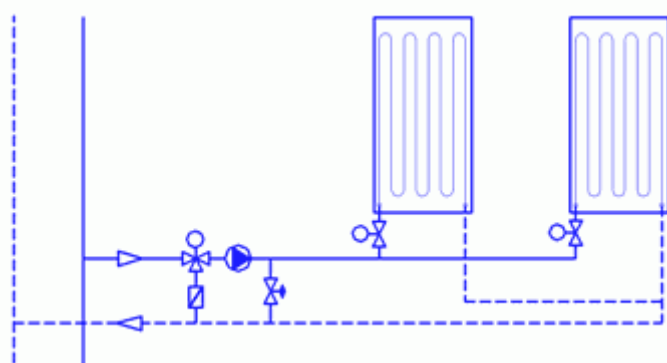
Dvoutrubkový systém se skládá z přívodního a zpětného potrubí. Systém může být realizován ve variantě s nepřepínacím rozvodem nebo s přepínacím rozvodem. Schéma zapojení je znázorněno na Obr.13a.

Dvoutrubkový nepřepínací systém funguje pouze v režimu chlazení po celý rok. V zimním období se pokryjí tepelné ztráty otopnou soustavou.

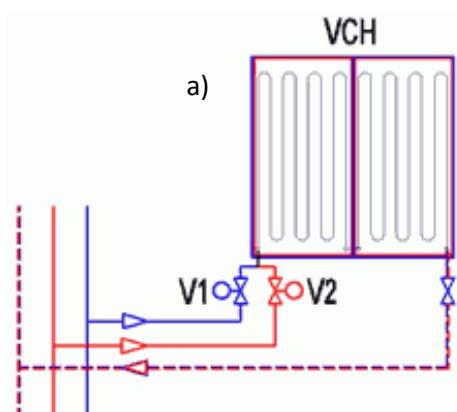
Dvoutrubkový přepínací systém pracuje pouze v režimu chlazení nebo v režimu topení (ne zároveň). [1], [16]

2.2.2 Třítrubkový systém

Systém je tvořen ze dvou přívodních potrubí (jedna pro otopnou vodu a druhá pro chladnou vodu) a jednoho vratného potrubí. U jednotky je umístěn třícestný ventil, který pouští do jednotky buď topnou vodu nebo chladnou vodu. Tento systém umožní v jedné části budovy topit v druhé části chladit. Tento systém se z hlediska energií jeví jako nevýhodný. Schéma zapojení je znázorněno na Obr.13b. [1], [16]



Obr.13 a) Dvoutrubkový systém [16]

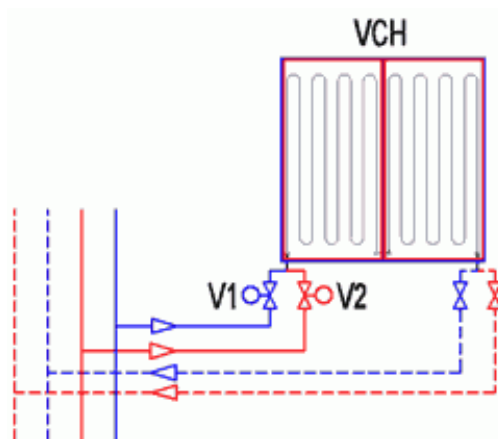


b) Třítrubkový systém [16]

2.2.3 Čtyřtrubkový systém

Systém pracuje s odděleným okruhem pro vytápění a pro chlazení. Jedná se o dva dvoutrubkové systémy, které vedou do výměníků. Těmito výměníky jsou chladič a ohřívač.

Systém umožňuje v jedné části budovy topit a v druhé chladit, aniž by došlo k míšení vody. Čtyřtrubkový systém je ekonomičtější, ale pořizovací cena vyšší vzhledem k vedení čtyř trubek. Schéma zapojení je znázorněno na Obr.14. [1], [16]



Obr.14 Čtyřtrubkový systém [16]

2.3 Regulační ventily

Regulační ventily se používají k regulaci teploty látky a ochraně systému. Z pravidla se regulace řídí podle teploty, průtoku, tlaku, výšky hladiny nebo podle otáček. [3]

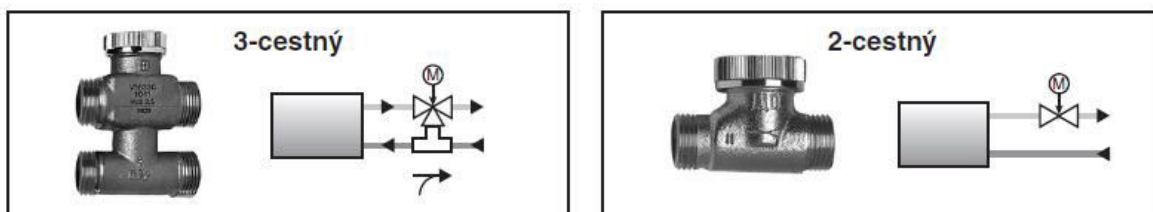
Zapojení s třícestným ventilem

V případě, kdy není potřeba topit nebo chladit fancoily, spouští se třícestný ventil a teplotní médium je odváděno přímo do vratného potrubí. Řízení třícestného ventilu je podle zapnutí a vypnutí fancoilu nebo řízením podle plynulých otáček. [3], [17]

Na vratné potrubí se osazuje tlakově nezávislý ventil, který slouží jako hlídač maximálního průtoku. [3], [17]

Zapojení s dvoucestným ventilem

Na potrubí se osazuje tlakově nezávislý ventil, který umožní nastavení maximálního průtoku. Na ventilech jsou osazeny pohony, které vysílají signály do termostátů. Pomocí ventilů se provádí měření průtoků ve fancoilu. [17]



2.4 Provedení jednotek

Ventilátorové konvektory se vyrábí v mnoha variantách. Jejich provedení má vliv na umístění a proudění vzduchu v místnosti, Obr.16. Mezi nejčastěji používané jednotky patří: [1]

Nástěnná jednotka, jednotka se umísťuje na stěnu. Vzduch je nasáván z dolní části a výdech je z horní části šikmo před sebe nebo horizontálně.

Podstropní jednotka, jednotka je umístěna vodorovně pod stropem. Vzduch je vyfukován horizontálně.

Parapetní jednotka, jednotka se instaluje na stěnu k oknu, podobně jako otopné těleso. Vzduch je nasáván ze spodní části jednotky u podlahy a vydechován do místnosti shora vertikálně nebo šikmo nahoru.

Kazetová jednotka, jednotka se zavěšuje na stropní konstrukci do podhledu. Přívod vzduchu je zajištěn ze středu jednotky a výdech po stranách. Výdech je umístěn na jedné, dvou nebo čtyřech stranách. Jejich provedení je nejčastěji čtvercové.

Potrubní jednotka, též označována jako kanálová jednotka. Umísťuje se vždy na potrubí vzduchotechniky a koncové elementy směřují do prostoru. Vzduch přiváděný do místnosti je centrálně připravený.

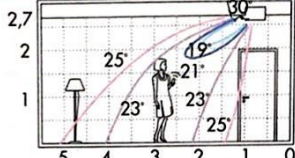
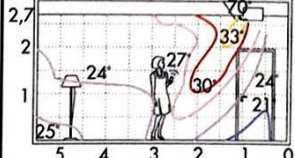
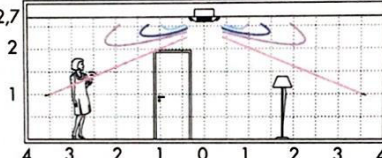
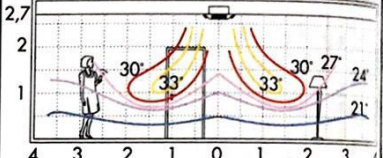
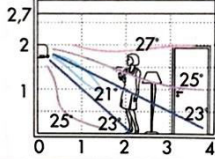
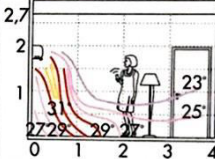
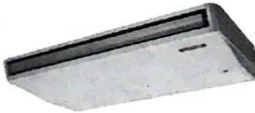
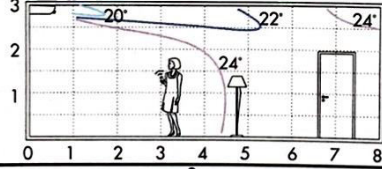
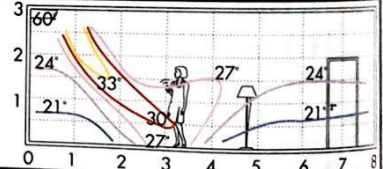
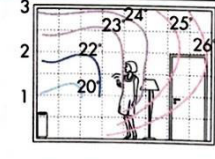
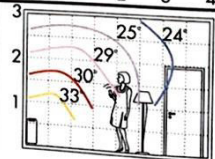
Okenní jednotka, jednotka je přímo instalována do okna nebo do otvoru ve stěně. Jedna část jednotky směřuje směrem ven a druhá část do vnitřního prostoru.



Obr.17 Okenní jednotka [20]



Obr.18 Okenní jednotka [21]

Typ fancoilu	Režim chlazení	Režim topení
Jednosměrná kazetová jednotka 		
Čtyřsměrná kazetová jednotka 		
Nástěnná jednotka 		
Podstropní jednotka 		
Parapetní jednotka 		

Obr.16 Druhy fancoilů a nastavení lamel pro režim vytápění nebo chlazení [1]

B - VÝPOČTOVÁ ČÁST

1 Analýza objektu

Projekt řeší návrh otopné soustavy a přípravu teplé vody v mateřské školce. Objekt se nachází v obci Moravany u Brna na ulici Novosady. Mateřská školka je navržena pro 50 dětí a 6 zaměstnanců. Školka má jedno podzemní a jedno nadzemní podlaží. 1.PP slouží jako sklad a patro pro zaměstnance. Je zde umístěna i technická místnost. V 1.NP jsou dvě samostatné třídy s výdejnou jídla a hygienickým zařízením.

Nosnou konstrukci podzemního podlaží tvoří betonové tvárnice tl. 300 mm. Nadzemní podlaží je vyžděno z keramických tvarovek Porotherm 30 Profi tl. 300 mm. Obvodové zdivo je dostatečně zatepleno izolací. Stropy jsou montované z panelů Spiroll 250 mm. Střešní konstrukce je řešena jako plochá s vegetační vrstvou.

V technické místnosti bude umístěn zdroj tepla. Jako zdroj tepla je navržena kaskáda dvou plynových kondenzačních kotlů v teplotním spádu 60/40. Otopná soustava je dvoutrubková, uzavřena s nuceným oběhem otopné vody. V objektu budou použita otopná tělesa KORADO a teplovzdušné vytápění pomocí fancoilových jednotek od značky SkyStar. Příprava teplé vody je zajištěna nepřímotopným ohřívačem teplé vody. Z rozdělovače a sběrače povedou 4 větve. Tři větve pro rozvod otopné vody ve spádu 50/40 a jedna větev do ohřívače teplé vody ve spádu 60/40. Rozvody potrubí budou provedeny z mědi a vedeny v podlaze.

2 Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla

2.1 Součinitel prostupu tepla

Tepelný odpor vícevrstvé konstrukce R:

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$$

Tepelný odpor celou konstrukcí R_T :

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

Součinitel prostupu tepla U:

$$U = \frac{1}{R_T} = \text{[W/(m}^2 \cdot \text{K)]}$$

Každá stavební konstrukce musí splňovat podmínku:

$$U \leq U_N$$

d	tloušťka dané vrstvy konstrukce [m]
λ	součinitel tepelné vodivosti materiálu [W/(m·K)]
R_{si}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m ² ·K/W]
R_{se}	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m ² ·K/W]
$\sum R$	součet tepelných odporů materiálů [m ² ·K/W]
U_N	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m ² ·K)]

2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla

Obvodové konstrukce:

SO1 - Obvodové keramické zdivo 300mm + 140mm izolace EPS							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-	0,130	0,040	5,635
2	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
3	jádrová omítka	0,020	0,610	0,033			
4	penetrace	-	-	-			
5	Porotherm 30 Profi	0,300	0,175	1,714			
6	penetrace	-	-	-			
7	lepidlo	0,005	0,450	0,011			
8	ISOVER EPS 70F	0,140	0,039	3,590			
9	lepidlo s perlínkou	0,020	0,45	0,044			
10	fasádní omítka	0,003	0,045	0,067			
			ΣR _i =	5,465			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,177	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		0,300	0,177 ≤ 0,300		

SO2 - Betonové tvárnice 300mm + 140mm izolace XPS (styk se zeminou)							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _t [m ² K/W]
1	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-	0,130	0,000	4,650
2	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
3	jádrová omítka	0,020	0,610	0,033			
4	penetrace	-	-	-			
5	ztracené bednění BEST 30	0,300	1,580	0,190			
6	penetrace	-	-	-			
7	SBS modifikovaný asfaltový pás 2x	0,008	0,210	0,038			
8	lepidlo	0,005	0,450	0,011			
9	Styrodur 3000 CS	0,140	0,033	4,242			
10	popová fólie + textilie	0,008	-	-			
11	zemina	-	-	-			
			ΣR _i =	4,520			
Posouzení:		U [W/m ² K]		0,215	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m ² K]		0,450	0,215 ≤ 0,450		

SO3 - Betonové tvárnice 300mm + 140mm izolace XPS							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m ² K/W]	R _{si} [m ² K/W]	R _{se} [m ² K/W]	R _t [m ² K/W]
1	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-	0,130	0,040	4,730
2	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
3	jádrová omítka	0,020	0,610	0,033			
4	penetrace	-	-	-			
5	ztracené bednění BEST 30	0,300	1,580	0,190			
6	penetrace	-	-	-			
7	lepidlo	0,005	0,450	0,011			
8	Styrodur 3000CS	0,140	0,033	4,242			
9	lepidlo s perlíčkou	0,005	0,450	0,011			
10	fasádní omítka	0,003	0,045	0,067			
			ΣR _i =	4,560			
Posouzení:		U [W/m ² K]		0,211	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m ² K]		0,300	0,211 ≤ 0,300		

Vnitřní nosné konstrukce:

SN1 - Nosné keramické zdivo 250mm							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-	0,130	0,130	1,181
2	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
3	jádrová omítka	0,020	0,610	0,033			
4	penetrace	-	-	-			
5	Porotherm 24 Profi	0,240	0,28	0,857			
6	penetrace	-	-	-			
7	jádrová omítka	0,012	0,610	0,020			
8	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
9	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-			
			ΣR _i =	0,92071			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,847	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		1,300	0,847 ≤ 1,300		

Vnitřní nenosné konstrukce:

SN2 - Nenosné keramické zdivo 150mm							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-	0,130	0,130	0,862
2	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
3	jádrová omítka	0,020	0,610	0,033			
4	penetrace	-	-	-			
5	Porotherm 14 Profi	0,140	0,26	0,538			
6	penetrace	-	-	-			
7	jádrová omítka	0,012	0,610	0,020			
8	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
9	silikátový interiérový nátěr	0,001	-	-			
			ΣR _i =	0,60203			
Posouzení:		U [W/m²K]		1,160	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		1,300	1,160 ≤ 1,300		

Podlahové a stropní konstrukce:

PDL1 - Podlaha na terénu - dlažba							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,012	1,010	0,012	0,170	0,000	3,937
2	lepidlo	0,008	0,450	0,018			
3	hydroizolační stěrka	0,005	1,200	0,004			
4	penetrace	-	-	-			
5	cementový potěr	0,050	1,160	0,043			
6	separační fólie PE	0,002	0,160	0,013			
7	SOVER EPS Perimeter	0,120	0,034	3,529			
8	cementový potěr	0,040	1,160	0,034			
9	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	0,019			
10	asfaltová penetrační emulze	-	-	-			
11	základová deska	0,150	1,580	0,095			
			ΣR _i =	3,767			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,254	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		0,450	0,254 ≤ 0,450		

PDL2 - Podlaha na terénu - vinyl							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	nášlapná vrstva z PVC	0,004	0,200	0,020	0,170	0,000	3,952
2	lepidlo	0,008	0,450	0,018			
3	samonivelační cementová stěrka	0,005	1,200	0,004			
4	cementový potěr	0,058	1,160	0,050			
5	separační fólie PE	0,002	0,160	0,013			
6	SOVER EPS Perimeter	0,120	0,034	3,529			
7	cementový potěr	0,040	1,160	0,034			
8	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	0,019			
9	asfaltová penetrační emulze	-	-	-			
10	základová deska	0,150	1,580	0,095			
			ΣR _i =	3,782			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,253	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		0,450	0,253 ≤ 0,450		

STR1 - Strop mezi patry + podhled							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,012	1,010	0,012	0,170	0,170	1,703
2	lepidlo	0,008	0,450	0,018			
3	hydroizolační stěrka	0,005	1,200	0,004			
4	penetrace	-	-	-			
5	cementový potěr	0,040	1,160	0,034			
6	ISOVER EPS Rigifloor 4000	0,050	0,044	1,136			
7	ŽB panely	0,250	1,580	0,158			
8	podhled ze sádkartonu	-	-	-			
			ΣR _i =	1,363			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,674	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		1,050	0,674 ≤ 1,050		

STR2 - Strop mezi patry							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	nášlapná vrstva - keramická dlažba	0,012	1,010	0,012	0,170	0,170	1,728
2	lepidlo	0,008	0,450	0,018			
3	hydroizolační stěrka	0,005	1,200	0,004			
4	penetrace	-	-	-			
5	cementový potěr	0,040	1,160	0,034			
6	ISOVER EPS Rigifloor 4000	0,050	0,044	1,136			
7	ŽB panely	0,250	1,580	0,158			
8	penetrace	-	-	-			
9	jádrová omítka	0,012	0,610	0,020			
10	štuková omítka	0,003	0,450	0,006			
			ΣR _i =	1,388			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,662	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		1,050	0,662 ≤ 1,050		

Střešní konstrukce:

STR - Střešní plášť							
č.	Materiál	d [m]	λ [W/mK]	R _i [m²K/W]	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	R _t [m²K/W]
1	vegetace vč. substrátu	0,080	2,300	0,035	0,100	0,040	4,843
2	filtrační textilie + nopová fólie	0,080	-	-			
3	geotextilie	-	-	-			
4	fólie z PVC	0,002	0,160	0,013			
5	ISOVER EPS 150 - spádová vrstva	0,020	0,035	0,571			
6	ISOVER EPS 100	0,140	0,037	3,784			
7	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	0,019			
8	asfaltová penetrační emulze	-	-	-			
9	ŽB panely	0,265	1,580	0,168			
10	podhled ze sádkartonu	0,025	0,220	0,114			
			ΣR _i =	4,703			
Posouzení:		U [W/m²K]		0,206	U ≤ U _{N,požadovaný}		
		U _N [W/m²K]		0,240	0,206 ≤ 0,240		

Výplně otvorů:

Popis	U_w [W/m ² K]	$U_{N, požadovaný}$ [W/m ² K]
Plastové okno 200x150	$0,89 \leq$	1,5
Skladba plastových oken 720x275	$0,89 \leq$	1,5
Plastové okno vnitřní 200x150	$1,7 \leq$	3,5
Střešní okno 680x185	$1,0 \leq$	2,6
Světlík 120x120	$1,0 \leq$	1,4
Vchodové dveře 200x225/300	$1,1 \leq$	1,7
Posuvné dveře 450x300	$0,96 \leq$	1,7
Dveře 100x300	$1,1 \leq$	1,7
Dveře 90x300	$1,1 \leq$	1,7
Dveře neochlazované 100x225	$2,6 \leq$	3,5
Dveře neochlazované 90x225	$2,6 \leq$	3,5
Dveře neochlazované 200x225	$2,6 \leq$	3,5
Dveře neochlazované 350x225	$2,6 \leq$	3,5
Dveře neochlazované 125x275	$2,6 \leq$	3,5

3 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku budovy

(ZPRACOVANÝ DLE ČSN 73 0540-2)

Identifikační údaje

Druh stavby	Mateřská škola
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Moravany u Brna
Katastrální území a katastrální číslo	457/226 k.ú. Moravany u Brna [698504]
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Obec Moravany u Brna
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Obec Moravany u Brna
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Ulice Novosady

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2624,86 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1332,45 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,51 m ⁻¹
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	22 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období (Brno) θ_e	-12 °C
Teplota zeměiny	5 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A [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]
SO1	523,37	0,30	1,00	157,01	523,37	0,177	1,00	92,64
SO2	237,84	0,45	0,50	53,51	237,84	0,215	0,50	25,57
SO3	30,57	0,30	1,00	9,17	30,57	0,211	1,00	6,45
PDL1	626,20	0,45	0,50	140,90	626,20	0,254	0,50	79,53
STŘ	604,96	0,24	1,00	145,19	604,96	0,206	1,00	124,62
O1, 12ks	36,00	1,50	1,00	54,00	36,00	0,890	1,00	32,04
O2, 1ks	52,80	1,50	1,00	79,20	52,80	0,890	1,00	46,99
O4, 1ks	12,58	2,60	1,00	32,71	12,58	1,000	1,00	12,58
O5, 6ks	8,64	1,40	1,00	12,10	8,64	1,000	1,00	8,64
DO1, 3ks	13,50	1,70	1,00	22,95	13,50	1,100	1,00	14,85
DO2, 2ks	27,00	1,70	1,00	45,90	27,00	0,960	1,00	25,92
DO3, 5ks	15,00	1,70	1,00	25,50	15,00	1,100	1,00	16,50
DO4, 1ks	2,70	1,70	1,00	4,59	2,70	1,100	1,00	2,97
Celkem:	2191,16			782,73	2191,16			489,30
Tepelné vazby:		0,02		43,82		0,02		43,82
Celková měrná ztráta prostupem tepla:				826,55				533,12
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5	max. Uem pro A/V 0,50		požadovaná hodnota:	533,12/2191,16				
	826,55/2191,16=		0,38					0,24
	(782,73/2191,16+0,02)* 0,75		doporučená hodnota: 0,28					Vyhovuje
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				0,24/0,38 =	0,64	Třída B - Úsporná		

Měrná ztráta prostupem tepla	H_T	533,12	W/K
Požadovaná hodnota:	$U_{em, Nrq}$	0,38	W/(m ² K)
prům.souč. prostupu tepla	$U_{em, N 20}$	0,38	W/(m ² K)
Doporučená hodnota	$U_{em, rc}$	0,28	W/(m ² K)
Průměrný součinitel prostupu tepla	U_{em}	0,24	W/(m ² K)
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C		0,64	-

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná	0,50
B	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	0,75
C	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	1,00
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	1,50
E	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	2,00
F	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	2,50
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	≥2,5

$$0,5 \cdot 0,38 < 0,24 \leq 0,75 \cdot 0,38$$

$$0,19 < 0,24 \leq 0,29$$

Klasifikace: B – Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 01.05.2022

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

Zpracoval:

Pavλίna Pánková

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy: Mateřská škola, NOVOSTAVBA				Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy: Novosady, Moravany u Brna 66448						
Celková podlahová plocha $A_c = 922,87 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI Velmi úsporná 0,5 A 0,75 B 1,0 C 1,5 D 2,0 E 2,5 F G Mimořádně ne hospodárná 0,64						
KLASIFIKACE				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy						
U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$		$U_{em} = H_T / A$		0,24		
Požadovaná hodnota pr ůměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2						
		$U_{em,rq}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$		0,38		
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,19	0,28	0,38	0,57	0,75	0,94
Platnost štítku do:			01.05.2032			
Štítek vypracoval(a):			Pavčina Pánková			

4 Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností byl proveden dle normy ČSN EN 12831-1.

4.1 Postup výpočtu

Celková návrhová tepelná ztráta:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [W]$$

$\Phi_{T,i}$ tepelná ztráta prostupem [W]

$\Phi_{V,i}$ tepelná ztráta větráním [W]

Návrhová tepelná ztráta prostupem:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ia} + H_{T,ig}) * (\theta_i - \theta_e) \quad [W]$$

$H_{T,ie}$ měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]

$H_{T,ia}$ měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru [W/K]

$H_{T,ig}$ měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do zeminy [W/K]

θ_i vnitřní výpočtová teplota [°C]

θ_e venkovní výpočtová teplota [°C]

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:

$$H_{T,ie} = \sum [A_k * (U_k + \Delta U_B) * f_{U,k} * f_{ie,k}] \quad [W/K]$$

A_k plocha konstrukce [m²]

U_k součinitel prostupu tepla [W/(K*m²)]

ΔU_B přírážka na vliv tepelných vazeb [W/(K*m²)]

$f_{U,k}$ součinitel zohledňující vliv vlastností stavebních částí [-]

$f_{ie,k}$ teplotní opravný součinitel související s výškou místnosti [-]

$$f_{ie,k} = f_1 + f_2$$

f_1 teplotní opravný činitel zohledňující rozdíl mezi venkovní výpočtovou teplotou a teplotou sousedního prostoru

f_2 opravný činitel zohledňující rozdíl mezi vnitřní a výpočtovou teplotou a průměrnou povrchovou teplotou

$$f_1 = \frac{\theta_{int,i} - \theta_x}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$\theta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota [°C]
θ_e	venkovní výpočtová teplota [°C]
θ_x	teplota sousedního prostoru [°C]

$$f_2 = \frac{\theta_{int,k}^* - \theta_{int,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$\theta_{int,k}^*$	průměrná vnitřní povrchová teplota [°C]
$h < 4\text{m}$	$f_2 = 0$
$h > 4\text{m}$	f_2 (místnost č. 113 a 118)

$$\theta_{int,k}^* = \theta_{int,i} + G_{\theta,air,i} * (h_k - h_{occup,i}) + \Delta\theta_{surf,k} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$G_{\theta,air,i}$	výškový teplotní gradient [K/m]
$\Delta\theta_{surf,k}$	opravná hodnota zohledňující rozdíl mezi teplotou vzduchu a povrchovou teplotou [K]
h_k	střední výška uvažované stavební části [m]
$h_{occup,i}$	výška uživatelské zóny místnosti [m]

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:

$$H_{T,ia} = \sum [A_k * U_k * f_{ia,k}] \text{ [W/K]}$$

$f_{ie,k}$	teplotní opravný součinitel
------------	-----------------------------

$$f_{ia,k} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_x}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-]$$

$\theta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota [°C]
θ_e	venkovní výpočtová teplota [°C]
θ_x	teplota sousedního prostoru [°C]

Měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do zeminy:

$$H_{T,ig} = f_{\theta ann} * \sum [A_k * U_{equiv,k} * f_{ig,k} * f_{GW,k}] \text{ [W/K]}$$

$f_{\theta ann}$	opravný činitel zohledňující vliv změny venkovní teploty [-]
$f_{GW,k}$	opravný činitel zohledňující vliv spodní vody [-]
$U_{equiv,k}$	ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části v kontaktu se zeminou [W/(K*m2)]
$f_{ig,k}$	teplotní opravný činitel [-]

$$f_{ig,k} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{e,m}}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-]$$

$\theta_{e,m}$	průměrná teplota v otopném období [°C]
----------------	--

Návrhová tepelná ztráta větráním:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,I} * (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

$H_{V,i}$ měrná tepelná ztráta větráním [W/K]

Měrná tepelná ztráta větráním:

$$H_{V,I} = V_I * n * \rho * c \quad \left[\frac{W}{K} \right]$$

V_I minimální objemový průtok vzduchu místnosti [m³/h]

n násobek výměny vzduchu

ρ hustota vzduchu [kg/m³]

c měrná tepelná kapacita vzduchu [Wh/(kg*K)]

výměna vzduchu „n“: WC, umývárna nádobí 1,5 h⁻¹

Koupelna, herna, šatna 0,5 h⁻¹

Sklad, chodba 0,5 h⁻¹

Úklid. místnost 0,3 h⁻¹

4.2 Výpočet jednotlivých místností

4.2.1 1PP

Místnost 001 - Sklad - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO3-S	Stěna ochlazovaná	8,71	0,211	0,05	0,26	1,00	1,00	2,27
DO1	Dveře ochlazované	4,50	1,100	0,05	1,15	1,00	1,00	5,18
SO3-Z	Stěna ochlazovaná	7,51	0,211	0,05	0,26	1,00	1,00	1,96
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								9,41
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	65,53	0,254	0,17	0,41	1,00	6,57	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	54,50	0,215	0,27	0,41	1,00	8,55	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								15,11
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				24,52
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		24,52		662,1		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
206,09		-12		15		0,5	103,0	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
103,0		35,04		27		946,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				1608,0 W

Místnost 002 -Prádelna a sušárna - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO3-S	Stěna ochlazovaná	8,48	0,211	0,05	0,26	1,00	1,00	2,21
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								5,03
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	9,29	0,254	0,17	0,41	1,00	0,93	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,93
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				5,96
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		5,96		161,0		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]	Hygienické požadavky		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]			
			n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]				
29,22	-12	15	0,5	14,6				
V _{min,i} [m ³ /h]	H _{v,i} [W/K]	(θ _{int,i} - θ _e) [°C]						
14,6	4,97	27	134,1					
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON			Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =					

Místnost 003 -Sklad špinavé prádlo - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	6,57	0,254	0,17	0,41	1,00	0,66	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,66
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,66
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,66		17,8		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
20,66		15		15		n [h ⁻¹] V _{min,i} [m ³ /h]		
10,3		3,51		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON					Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{V,i} = 17,8 W			

Místnost 004 - Sklad čisté prádlo - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	8,03	0,254	0,17	0,41	1,00	0,80	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,80
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,80
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,80		21,7		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
25,25		15		15		0,5	12,6	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
12,6		4,29		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				21,7 W

Místnost 006 - Denní místnost pro personál - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO3-S	Stěna ochlazovaná	7,06	0,211	0,05	0,26	1,00	1,00	1,84
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								4,66
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN2	Stěna neochlazovaná	10,65	1,160	15	20	-12	0,16	1,93
O3	Okno vnitřní	3,00	1,700	15	20	-12	0,16	0,80
SN1	Stěna neochlazovaná	8,039	0,847	15	20	-12	0,16	1,06
DN	Dveře neochlazované	2,025	2,600	15	20	-12	0,16	0,82
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								4,61
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	13,90	0,254	0,17	0,50	1,00	1,71	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								1,71
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]			10,99
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		10,99		351,6		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
43,72		-12		20		0,5	21,9	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
21,9		7,43		32		237,8		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON					Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =		589,4 W	

Místnost 007 - Umývárna + šatna muži - 24°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN2	Stěna neochlazovaná	6,92	1,160	20	24	-12	0,11	0,89
SN2	Stěna neochlazovaná	4,89	1,160	15	24	-12	0,25	1,42
DN2	Dveře neochlazované	2,03	2,600	15	24	-12	0,25	1,32
STR1	Strop mezi patry	9,11	0,674	20	24	-12	0,11	0,68
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								4,31
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	9,11	0,254	0,17	0,56	1,00	1,24	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	13,05	0,215	0,27	0,56	1,00	2,79	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								4,04
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				8,35
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
24	-12	36		8,35		300,5		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
28,65		15		24		1,5	43,0	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
43,0		14,61		9		131,5		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				432,0 W

Místnost 008 - Umývárna + šatna ženy - 24°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN2	Stěna neochlazovaná	6,76	1,160	20	24	-12	0,11	0,87
SN2	Stěna neochlazovaná	4,74	1,160	15	24	-12	0,25	1,37
DN2	Dveře neochlazované	2,03	2,600	15	24	-12	0,25	1,32
SN1	Stěna neochlazovaná	13,05	0,847	15	24	-12	0,25	2,76
STR1	Strop mezi patry	8,92	0,674	20	24	-12	0,11	0,67
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								6,99
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	8,92	0,254	0,17	0,56	1,00	1,22	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								1,22
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				8,21
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
24	-12	36		8,21		295,6		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
28,05		15		24		1,5	42,1	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
42,1		14,31		9		128,8		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				424,4 W

Místnost 009 - WC ženy - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	3,23	0,254	0,17	0,41	1,00	0,32	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,32
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,32
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,32		8,7		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]				
10,16	15	15	1,5	15,2				
V _{min,i} [m ³ /h]	H _{v,i} [W/K]	(θ _{int,i} - θ _e) [°C]	Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]					
15,2	5,18	0	0,0					
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =		8,7 W		

Místnost 010 - WC muži - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	3,17	0,254	0,17	0,41	1,00	0,32	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,32
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,32
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,32		8,6		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
9,97		15		15		1,5	15,0	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
15,0		5,08		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				8,6 W

Místnost 011 - Úklidová místnost - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	4,50	0,254	0,17	0,41	1,00	0,45	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,45
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,45
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,45		12,2		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
14,15		15		15		n [h ⁻¹] V _{min,i} [m ³ /h]		
7,1		2,41		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{V,i} =				12,2 W

Místnost 012 - Pracovní prostor + zvedací plošina - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	7,22	0,254	0,17	0,41	1,00	0,72	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,72
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,72
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,72		19,5		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
22,71		15		15		0,5	11,4	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
11,4		3,86		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				19,5 W

Místnost 013 - Technická místnost - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	87,22	0,254	0,17	0,41	1,00	8,74	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	99,88	0,215	0,27	0,41	1,00	15,67	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								24,41
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				24,41
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		24,41		659,0		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]				
274,31	15	15	0,5	137,2				
V _{min,i} [m ³ /h]	H _{v,i} [W/K]	(θ _{int,i} - θ _e) [°C]	Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]					
137,2	46,63	0	0,0					
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =		659,0 W		

Místnost 014 - Sklad - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	23,39	0,254	0,17	0,41	1,00	2,34	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	16,20	0,215	0,27	0,41	1,00	2,54	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								4,88
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				4,88
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		4,88		131,9		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]				
73,56	15	15	0,5	36,8				
V _{min,i} [m ³ /h]	H _{v,i} [W/K]	(θ _{int,i} - θ _e) [°C]	Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]					
36,8	12,51	0	0,0					
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =		131,9 W		

Místnost 015 - Sklad pro pomůcky - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	36,52	0,254	0,17	0,41	1,00	3,66	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	25,00	0,215	0,27	0,41	1,00	3,92	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								7,58
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				7,58
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		7,58		204,7		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]	Hygienické požadavky					
			n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]				
114,86	15	15	0,5	57,4				
V _{min,i} [m ³ /h]	H _{v,i} [W/K]	(θ _{int,i} - θ _e) [°C]	Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]					
57,4	19,53	0	0,0					
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =		204,7 W		

Místnost 016 - Archiv - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	23,89	0,254	0,17	0,41	1,00	2,39	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	16,35	0,215	0,27	0,41	1,00	2,57	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								4,96
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				4,96
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		4,96		133,9		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]	Hygienické požadavky		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]			
			n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]				
75,13	15	15	0,5	37,6				
V _{min,i} [m ³ /h]	H _{v,i} [W/K]	(θ _{int,i} - θ _e) [°C]						
37,6	12,77	0	0,0					
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON			Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =					

4.2.2 1NP

Místnost 101 - zádveří - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1	Stěna ochlazovaná	1,94	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	0,44
DO1	Dveře ochlazované	6,00	1,100	0,05	1,15	1,00	1,00	6,90
STŘ	Střecha plochá	6,74	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	1,73
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								7,34
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				7,34
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		7,34		198,21		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
23,79		-12		15		0,5	11,9	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
11,9		4,04		27		109,2		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				307,4 W

Místnost 102 - sklad na mytí vání - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-S	Stěna ochlazovaná	11,46	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,60
SO1-V	Stěna ochlazovaná	15,00	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	3,41
SO1-J	Stěna ochlazovaná	4,22	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	0,96
O1	Okno	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
STR	Střecha plochá	17,68	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	4,53
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								14,31
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	10,20	0,847	15	20	-12	0,16	1,35
SN2	Stěna neochlazovaná	11,29	1,160	15	20	-12	0,16	2,05
DN1	Dveře neochlazované	4,05	2,600	15	20	-12	0,16	1,65
STR1	Strop mezi patry	17,68	0,674	15	20	-12	0,16	1,86
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								6,90
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				21,21
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		21,21		678,8		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
62,41		-12		20		n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
0,5						31,2		
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
31,2		10,61		32		339,5		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =			1018,3 W	

Místnost 005+103 - chodba - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kece	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO3	Stěna ochlazovaná	2,26	0,211	0,05	0,26	1,00	1,00	0,59
DO1	Dveře ochlazované	4,50	1,100	0,05	1,15	1,00	1,00	5,18
SO1	Stěna ochlazovaná	24,18	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	5,49
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
DO3	Dveře ochlazované	3,00	1,100	0,05	1,15	1,00	1,00	3,45
STR	Střecha plochá	18,63	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	4,77
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								22,29
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kece	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kece	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu- dlažba	59,20	0,254	0,17	0,41	1,00	5,93	
SO2	Stěna ochlazovaná-styk zemina	15,35	0,215	0,27	0,41	1,00	2,41	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								8,34
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				30,63
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		30,63		827,1		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
265,75		-12		15		0,5	132,9	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
132,9		45,18		27		1219,8		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				2046,9 W

Místnost 104 - WC personal - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	5,60	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	1,43
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								1,43
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	10,77	0,847	15	20	-12	0,16	1,42
SN2	Stěna neochlazovaná	18,63	1,160	15	20	-12	0,16	3,38
DN1	Dveře neochlazované	2,03	2,600	15	20	-12	0,16	0,82
STR1	Strop mezi patry	5,60	0,674	15	20	-12	0,16	0,59
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								6,21
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				7,65
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		7,65		244,7		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
19,77		15		20		1,5	29,7	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
29,7		10,08		5		50,4		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				295,1 W

Místnost 105 - Zvedací plošina - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	2,84	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	0,73
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,73
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]		H _{T,ig} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				0,73
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,73		19,6		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
10,03		15		15		0,3	3,0	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
3,0		1,02		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				19,6 W

Místnost 106 - Vstupní chodba - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	3,31	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	0,85
O4	Střešní okno	12,58	1,000	0,05	1,05	1,00	1,00	13,21
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								14,06
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]		H _{T,ig} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				14,06
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		14,06		379,5		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
11,68		-12		15		0,5	5,8	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
5,8		1,99		27		53,6		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				433,2 W

Místnost 107 - WC ZTP - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	5,88	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	1,51
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								1,51
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	5,16	0,847	15	20	-12	0,16	0,68
SN2	Stěna neochlazovaná	17,30	1,160	15	20	-12	0,16	3,14
DN1	Dveře neochlazované	2,25	2,600	15	20	-12	0,16	0,91
STR1	Strop mezi patry	5,88	0,674	15	20	-12	0,16	0,62
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								5,35
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				6,86
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		6,86		219,4		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
20,76		15		20		1,5	31,1	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
31,1		10,59		5		52,9		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				272,4 W

Místnost 108 - Úklidová místnost - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	4,20	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	1,08
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								1,08
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]		H _{T,ig} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				1,08
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		1,08		29,0		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
14,83		20		15		n [h ⁻¹] V _{min,i} [m ³ /h]		
0,3 4,4								
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
4,4		1,51		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				29,0 W

Místnost 109 - Multifunkční hala - 20 °C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-S	Stěna ochlazovaná	2,91	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	0,66
DO2	Dveře ochlazované	13,50	0,960	0,05	1,01	1,00	1,00	13,64
SO1-J	Stěna ochlazovaná	9,80	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,22
DO2	Dveře ochlazované	13,50	0,960	0,05	1,01	1,00	1,00	13,64
STR	Střecha plochá	77,79	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	19,91
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								50,07
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN2	Stěna neochlazovaná	18,94	1,160	15	20	-12	0,16	3,43
SN1	Stěna neochlazovaná	3,27	0,847	15	20	-12	0,16	0,43
SN2	Stěna neochlazovaná	10,51	1,160	15	20	-12	0,16	1,90
DN2	Dveře neochlazované	2,03	2,600	15	20	-12	0,16	0,82
DN2	Dveře neochlazované	2,03	2,600	15	20	-12	0,16	0,82
DN3	Dveře neochlazované	4,50	2,600	15	20	-12	0,16	1,83
STR1	Strop mezi patry	48,39	0,674	15	20	-12	0,16	5,10
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								14,34
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL2	Podlaha na terénu-vinyl	18,08	0,253	0,20	0,50	1,00	2,68	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								2,68
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				67,09
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		67,09		2146,9		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
274,60		-12		20		0,5	137,3	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
137,3		46,68		32		1493,8		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				3640,7 W

Místnost 110 - Šatna děti - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-S	Stěna ochlazovaná	12,89	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,92
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
STR	Střecha plochá	26,01	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	6,66
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								12,40
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
STR1	Strop mezi patry	5,81	0,674	15	20	-12	0,16	0,61
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,61
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				13,02
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		13,02		416,5		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
91,82		-12		20		0,5	45,9	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
20		15,61		32		499,5		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				916,0 W

Místnost 111 - Kabinet učitel - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kece	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-S	Stěna ochlazovaná	13,41	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	3,05
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
STR	Střecha plochá	12,75	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	3,26
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								9,13
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kece	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
STR1	Strop mezi patry	12,75	0,674	15	20	-12	0,16	1,34
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								1,34
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kece	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				10,47
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		10,47		335,1		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
45,01		-12		20		0,5	22,5	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
22,5		7,65		32		244,8		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				579,9 W

Místnost 112 - Umývárna - 24°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-S	Stěna ochlazovaná	20,12	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	4,57
SO1-Z	Stěna ochlazovaná	12,50	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,84
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
STR	Střecha plochá	26,34	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	6,74
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								16,97
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	15,62	0,847	22	24	-12	0,06	0,74
SN2	Stěna neochlazovaná	22,65	1,160	20	24	-12	0,11	2,92
DN3	Dveře neochlazované	4,50	2,600	22	24	-12	0,06	0,65
DN2	Dveře neochlazované	2,03	2,600	20	24	-12	0,11	0,59
STR1	Strop mezi patry	26,34	0,674	15	24	-12	0,25	4,44
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								9,33
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				26,29
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
24	-12	36		26,29		946,6		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
92,98		-12		24		0,5	46,5	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
46,5		15,81		36		569,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				1515,7 W

Místnost 113 - Herna+lehárna+jídelní koutek - 22°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m²]	U _K [W/(m²K)]	ΔU _B [W/(m²K)]	U _K + ΔU _B [W/(m²K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-V	Stěna ochlazovaná	3,32	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	0,78
SO1-J	Stěna ochlazovaná	23,39	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	5,52
SO1-Z	Stěna ochlazovaná	34,61	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	8,17
O1	Okno 2x	6,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,04	5,86
O2-J	Skladba oken	19,80	0,890	0,05	0,94	1,00	1,04	19,35
O2-V	Skladba oken	4,18	0,890	0,05	0,94	1,00	1,04	4,09
O5	Světlíky 3x	4,32	1,000	0,05	1,05	1,00	1,04	4,72
DO3	Dveře ochlazované 2x	6,00	1,100	0,05	1,15	1,00	1,04	7,17
STR	Střecha plochá	143,95	0,206	0,05	0,26	1,00	1,04	38,32
SO1	Stěna ochlazovaná (A)	66,00	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	15,58
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								109,57
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	19,21	0,847	20	22	-12	0,06	0,96
DN4	Dveře neochlazované	7,88	2,600	20	22	-12	0,06	1,20
SN2	Stěna neochlazovaná	3,55	1,160	20	22	-12	0,06	0,24
DN3	Dveře neochlazované	4,50	2,600	20	22	-12	0,06	0,69
SN1	Stěna neochlazovaná	6,59	0,847	15	22	-12	0,21	1,15
SN1	Stěna neochlazovaná	15,05	0,847	20	22	-12	0,06	0,75
DN5	Dveře neochlazované	3,44	2,600	20	22	-12	0,06	0,53
STR1	Strop mezi patry	91,19	0,674	15	22	-12	0,21	12,65
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								18,17
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m²]	U _K [W/(m²K)]	U _{equiv,k} [W/(m²K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL2	Podlaha na terénu-vinyl	57,18	0,253	0,20	0,53	1,00	8,98	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								8,98
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				136,72
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
22	-12	34		136,72		4648,4		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m³/h]	
722,56		-12		22		0,5	361,3	
V _{min,i} [m³/h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
361,3		122,84		34		4176,4		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				8824,8 W

Místnost 114 - Umývárna nádobí - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kece	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	4,95	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	1,27
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								1,27
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kece	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN2	Stěna neochlazovaná	6,35	1,160	15	20	-12	0,16	1,15
STR1	Strop mezi patry	4,95	0,674	15	20	-12	0,16	0,52
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								1,67
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kece	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				2,94
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		2,94		94,1		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
17,47		20		20		1,5	26,2	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
26,2		8,91		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				94,1 W

Místnost 115 - Sklad - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	3,24	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	0,83
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,83
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]		H _{T,ig} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]			0,83
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		0,83		22,4		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
11,44		20		15		n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
5,7		1,94		0		0,0		
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
5,7		1,94		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =			22,4 W	

Místnost 116 - WC - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-Z	Stěna ochlazovaná	9,53	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,16
STŘ	Střecha plochá	4,72	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	1,21
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								3,37
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia} (...) [W/K]
SN2	Stěna neochlazovaná	5,86	1,160	15	20	-12	0,16	1,06
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								1,06
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	4,72	0,254	0,20	0,50	1,00	0,70	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,70
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				5,14
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		5,14		164,3		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
16,66		20		20		1,5	25,0	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
25,0		8,50		0		0,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				164,3 W

Místnost 117 - Sklad - 15°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-Z	Stěna ochlazovaná	5,42	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	1,23
DO4	Dveře ochlazované	2,70	1,100	0,05	1,15	1,00	1,00	3,11
SO1-J	Stěna ochlazovaná	5,86	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	1,33
STŘ	Střecha plochá	3,82	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	0,98
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								6,64
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								0,00
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL1	Podlaha na terénu-dlažba	3,82	0,254	0,20	0,41	1,00	0,46	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,46
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}				H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]				7,11
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
15	-12	27		7,11		191,9		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
13,48		-12		15		n [h ⁻¹] V _{min,i} [m ³ /h]		
0,5 6,7								
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
6,7		2,29		27		61,9		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =				253,8 W

Místnost 118 - Herna+lehárna+jídelní koutek - 22°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-V	Stěna ochlazovaná	34,77	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	8,21
SO1-J	Stěna ochlazovaná	23,61	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	5,57
SO1-Z	Stěna ochlazovaná	4,88	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	1,15
O1	Okno 2x	6,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,04	5,86
O2-J	Skladba oken	19,58	0,890	0,05	0,94	1,00	1,04	19,14
O2-Z	Skladba oken	8,97	0,890	0,05	0,94	1,00	1,04	8,76
O5	Světlíky 3x	4,32	1,000	0,05	1,05	1,00	1,04	4,72
DO3	Dveře ochlazované 2x	6,00	1,100	0,05	1,15	1,00	1,04	7,17
STŘ	Střecha plochá	144,71	0,206	0,05	0,26	1,00	1,04	38,52
SO1	Stěna ochlazovaná (A*)	66,12	0,177	0,05	0,23	1,00	1,04	15,61
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								114,72
A* - výškový rozdíl								
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	19,03	0,847	20	22	-12	0,06	0,95
DN4	Dveře neochlazované	7,88	2,600	20	22	-12	0,06	1,20
SN1	Stěna neochlazovaná	8,45	0,847	15	22	-12	0,21	1,47
SN1	Stěna neochlazovaná	10,43	0,847	20	22	-12	0,06	0,52
SN1	Stěna neochlazovaná	4,61	0,847	20	22	-12	0,06	0,23
DN5	Dveře neochlazované	3,44	2,600	20	22	-12	0,06	0,53
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								4,90
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
PDL2	Podlaha na terénu-vinyl	149,03	0,253	0,20	0,53	1,00	23,40	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								23,40
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]			143,02
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
22	-12	34		143,02		4862,8		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
725,78		-12		22		n [h ⁻¹] V _{min,i} [m ³ /h]		
0,5 362,9								
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
362,9		123,38		34		4195,0		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =			9057,8 W	

Místnost 119 - Umývárna - 24°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
SO1-S	Stěna ochlazovaná	12,00	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,72
SO1-V	Stěna ochlazovaná	12,14	0,177	0,05	0,23	1,00	1,00	2,76
O1	Okno ochlazované	3,00	0,890	0,05	0,94	1,00	1,00	2,82
STŘ	Střecha plochá	26,15	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	6,69
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								15,00
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	8,12	0,847	15	24	-12	0,25	1,72
SN1	Stěna neochlazovaná	15,62	0,847	22	24	-12	0,06	0,74
SN2	Stěna neochlazovaná	22,86	1,160	20	24	-12	0,11	2,95
DN3	Dveře neochlazované	4,50	2,600	22	24	-12	0,06	0,65
DN2	Dveře neochlazované	2,03	2,600	20	24	-12	0,11	0,59
STR1	Strop mezi patry	26,15	0,674	15	24	-12	0,25	4,41
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								11,04
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]			26,04
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
24	-12	36		26,04		937,4		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
92,31		-12		24		0,5	46,2	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
46,2		15,69		36		564,9		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =			1502,3 W	

Místnost 120 - Kabinet učitel - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	13,28	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	3,40
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								3,40
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	13,41	0,847	15	20	-12	0,16	1,78
O3	Okno vnitřní	3,00	1,7	15	20	-12	0,16	0,80
STR1	Strop mezi patry	13,28	0,674	15	20	-12	0,16	1,40
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								3,97
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]			7,37
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]		Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]		
20	-12	32		7,37		235,9		
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
46,88		15		20		1,5	70,3	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
70,3		23,91		5		119,5		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON				Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =			355,4 W	

Místnost 121 - Šatna - 20°C								
Výpočet tepelných ztrát prostupem								
H _{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	ΔU _B [W/(m ² K)]	U _K + ΔU _B [W/(m ² K)]	f _{U,k} [-]	F _{ie,k} [-]	H _{T,ie} [W/K]
STŘ	Střecha plochá	26,07	0,206	0,05	0,26	1,00	1,00	6,67
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								6,67
H _{T,ia} měrný tepelný tok prostupem do nebo přes sousední prostory								
Ozn. kce	Popis	A _K [m2]	U _K [W/(m2K)]	θ _x [°C]	θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	f _{ia,k} [-]	H _{T,ia(...)} [W/K]
SN1	Stěna neochlazovaná	7,59	0,847	15	20	-12	0,16	1,00
O3	Okno vnitřní	3,00	1,7	15	20	-12	0,16	0,80
STR1	Strop mezi patry	26,07	0,674	15	20	-12	0,16	2,75
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru:								4,55
H _{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	A _K [m ²]	U _K [W/(m ² K)]	U _{equiv,k} [W/(m ² K)]	f _{ig,k} [-]	f _{GW,k} [-]	H _{T,ig} [W/K]	
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					H _{T,i} =H _{T,ie} + H _{T,ia} + H _{T,ig} [W/K]			11,22
θ _{int,i} [°C]	θ _e [°C]	θ _{int,i} - θ _e [°C]		H _{T,i} [W/K]	Návrhová ztráta prostupem θ _{T,i} [W]			
20	-12	32		11,22	359,1			
Výpočet tepelných ztrát větráním								
Objem místnosti V _i [m ³]		Výpočtová venkovní teplota θ _e [°C]		Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i} [°C]		Hygienické požadavky		
						n [h ⁻¹]	V _{min,i} [m ³ /h]	
92,03		15		20		0,5	46,0	
V _{min,i} [m ³ /h]		H _{v,i} [W/K]		(θ _{int,i} - θ _e) [°C]		Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} [W]		
46,0		15,64		5		78,2		
CELKOVÝ NAVRHOVANÝ TEPELNÝ VÝKON					Φ _{HL,i} = θ _{T,i} + θ _{v,i} =		437,3 W	

4.2.3 Souhrn tepelných ztrát

Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ (W)
001 - Sklad	662,09	945,96	1608,0
002 - Prádelna a sušárna	161,02	134,11	295,1
003 - Sklad - špinavé prádlo	17,77	0,00	17,8
004 - Sklad - čisté prádlo	21,72	0,00	21,7
006 - Denní místnost pro personál	351,57	237,81	589,4
007 - Umývárna + šatna muži	300,45	131,51	432,0
008 - Umývárna + šatna ženy	295,62	128,77	424,4
009 - WC ženy	8,74	0,00	8,7
010 - WC muži	8,58	0,00	8,6
011 - Úklidová místnost	12,17	0,00	12,2
012 - Pracovní prostor + zvedací plošina	19,53	0,00	19,5
013 - Technická místnost	658,95	0,00	659,0
014 - Sklad	131,87	0,00	131,9
015 - Sklad pro pomůcky	204,68	0,00	204,7
016 - Archiv	133,89	0,00	133,9
101 - Zádveří	198,21	109,21	307,4
102 - Sklad na mytí várníc	678,81	339,51	1018,3
005 + 103 - Chodba	827,07	2046,87	2046,9
104 - WC personál	244,70	50,41	295,1
105 - Zvedací plošina	19,63	0,00	19,6
106 - Vstupní chodba	379,52	53,63	433,2
107 - WC ZTP	219,42	52,93	272,4
108 - Úklidová místnost	29,03	0,00	29,0
109 - Multifunkční hala	2146,91	1493,82	3640,7
110 - Šatna děti	416,49	499,48	916,0
111 - Kabinet učitel	335,10	244,84	579,9
112 - Umývárna	946,62	569,04	1515,7
113 - Herna+lehárna+jídelní kout	4648,41	4176,41	8824,8
114 - Umývárna nádobí	94,09	0,00	94,1
115 - Sklad	22,39	0,00	22,4
116 - WC	164,33	0,00	164,3
117 - Sklad	191,86	61,89	253,8
118 - Herna+lehárna+jídelní kout	4862,82	4194,99	9057,8
119 - Umývárna	937,35	564,93	1502,3
120 - Kabinet učitel	235,85	119,54	355,4
121 - Šatna	359,06	78,22	437,3
celkem			36353,13

5 Návrh otopných těles

Ve vytápěných místnostech byla navržena otopná tělesa od firmy Korado. V 1.PP jsou použita tělesa KORADO RADIK VK s pravým spodním H šroubením. V 1.NP budou použita tělesa KORADO RADIK PLAN VK s pravým nebo levým spodním H šroubením. Desková otopná tělesa mají osazenou ventilovou vložku, která bude zcela otevřena, regulace tělesa se provede na H šroubení.

V koupelnách a na toaletách budou umístěny trubková tělesa KORALUX LINEAR MAX-M se spodním středovým připojením. Trubková tělesa budou vyregulována pomocí armatury Multilux v rohovém provedení s termostatickou hlavicí.

Dalším typem těles jsou navržena RADIK PLAN VERTIKAL svisle orientovaná otopná tělesa se spodním středovým připojením. Tělesa budou vyregulována pomocí armatury Multilux v rohovém provedení s termostatickou hlavicí.

Součástmi všech otopných těles je termostatická hlavice a odvzdušňovací ventil. Termostatické hlavice v 1.NP budou zabezpečena proti manipulaci. Tělesa budou upevněna 100 mm nad podlahou a připevněna ke stěně dle pokynů výrobce. Otopná tělesa byla navržena na teplotní spád 50/40. Umístění těles bude provedeno dle projektové dokumentace.



Obr. 19 Termostatické hlavice Halo-B [22]



Obr. 20 Universální klíč pro nastavení teploty [23]



Obr. 21 Připojovací H šroubení [24]

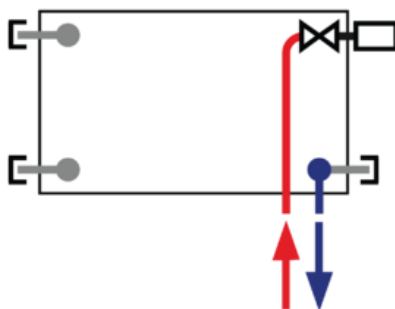


Obr. 22 Vekolux HM armatura [25]

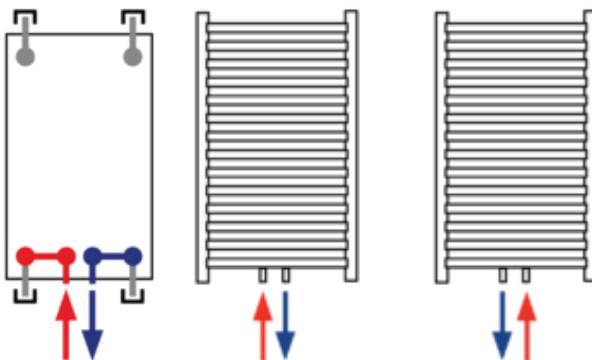
5.1 Určení skutečného výkonu

$$Q_{T,skut} = Q_t * z_1 * z_2 * z_3 * \varphi \quad [W]$$

Q_t	tepelný výkon otopného tělesa [W]
z_1	součinitel na osazení otopného tělesa (zakrytí, umístění pod parapetem)
z_2	součinitel počet článků [-]
z_3	součinitel zohledňující umístění otopného tělesa [-]
φ	součinitel zohledňující způsob připojení otopného tělesa [-]



Obr. 23 Připojení KORADO RADIK VK, KORADO RADIK PLAN [26]



Obr. 24 Připojení VK RADIK PLAN VERTIKAL, KORALUX LINEAR MAX-M [26]

5.2 Výkony otopných těles

Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i (°C)	Tepelná ztráta místnosti ΦHL,i (W)	Typ otopného tělesa	Výkon otopného tělesa při spádu 50/40	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon tělesa Q _{Tskut} (W)	
001	Sklad	15	1741,9	22 VK-600/1100	934,0	1	1	0,95	1	887,3	1804,4
				22 VK-600/1200	1019,0	1	1	0,9	1	917,1	
002	Prádelna a sušárna	15	295,1	20 VK-600/700	352,0	1	1	1	1	352,0	
003	Sklad - špinavé prádlo	15	17,8	bez OT (vytápěno z m.č. 005)	-	-	-	-	-	-	
004	Sklad - čisté prádlo	15	21,7	bez OT (vytápěno z m.č. 005)	-	-	-	-	-	-	
006	Denní místnost pro personál	20	589,4	22 VK-600/1000	653,0	1	1	0,95	1	620,4	
007	Umývárna + šatna mužů	24	432,0	22 VK-700/800	461,0	1	1	0,95	1	438,0	
008	Umývárna + šatna žen	24	424,4	22 VK-700/800	461,0	1	1	0,95	1	438,0	
009	WC ženy	15	8,7	bez OT (vytápěno z m.č. 005)	-	-	-	-	-	-	
010	WC muži	15	8,6	bez OT (vytápěno z m.č. 005)	-	-	-	-	-	-	
011	Úklidová místnost	15	12,2	bez OT (vytápěno z m.č. 005)	-	-	-	-	-	-	
012	Pracovní prostor + zvedací plošina	15	19,5	bez OT (vytápěno z m.č. 005)	-	-	-	-	-	-	
013	Technická místnost	15	659,0	22 VK-600/900	764,0	1	1	0,95	1	725,8	
014	Sklad	15	131,9	bez OT (vytápěno z m.č. 015)	-	-	-	-	-	-	
015	Sklad pro pomůcky	15	336,5	21 VK-600/700	457,0	1	1	0,95	1	434,2	
016	Archív	15	133,9	bez OT (vytápěno z m.č. 001)	-	-	-	-	-	-	
101	Zádveří	15	307,4	bez OT (vytápěno z m.č. 106)	-	-	-	-	-	-	
102	Sklad na mytí várníc	20	1018,3	23 VK-700/1100	1154,0	1	1	0,9	1	1038,6	
005 + 103	Chodba	15	2046,9	22 VK-600/1400	1189,0	1	1	0,95	1	1129,6	2259,1
				22 VK-600/1400	1189,0	1	1	0,95	1	1129,6	
104	WC personál	20	295,1	Koralux linear max 1500/600	371,0	1	1	0,95	1	352,5	
105	Zvedací plošina	15	19,6	bez OT (vytápěno z m.č. 103)	-	-	-	-	-	-	
106	Vstupní chodba	15	433,2	21 VK PLAN-600/800	829,0	1	1	0,95	1	787,6	
107	WC ZTP	20	272,4	Koralux linear max 1500/600	371,0	1	1	0,95	1	352,5	
108	Úklidová místnost	15	29,0	bez OT (vytápěno z m.č. 109)	-	-	-	-	-	-	
109	Multifunkční hala	20	3640,7	22 VKL PLAN-900/1400	1226,0	1	1	0,95	1	1164,7	3924,9
				22 VK PLAN-900/1400	1226,0	1	1	0,95	1	1164,7	
				RADIK PLAN VERTIKAL-M 20-1800/600	518,0	1	1	0,95	1	492,1	
				22 VK PLAN-900/1400	1226,0	1	1	0,9	1	1103,4	
110	Šatna dětí	20	916,0	22 VK PLAN-900/1200	1051,0	1	1	0,9	1	945,9	
111	Kabinet učitel	20	579,9	33 VK PLAN-700/700	724,0	1	1	0,9	1	651,6	
112	Umývárna	24	1515,7	33 VKL PLAN-700/1200	976,0	1	1	1	1	976,0	1566,0
				RADIK PLAN VERTIKAL-M 20-2000/900	621,0	1	1	0,95	1	590,0	
113	Herna+lehárna+ jídelní kout	22	8824,8	FAN SK 56							
114	Umývárna nádobí	20	94,1	bez OT (vytápěno z m.č. 109)	-	-	-	-	-	-	
115	Sklad	15	22,4	bez OT (vytápěno z m.č. 109)	-	-	-	-	-	-	
116	WC	20	164,3	Koralux linear max 1500/750	461,0	1	1	0,95	1	438,0	
117	Sklad	15	253,8	bez OT (vytápěno z m.č. 116)	-	-	-	-	-	-	
118	Herna+lehárna+ jídelní kout	22	9057,8	FAN SK 56							
119	Umývárna	24	1502,3	33 VK PLAN-700/1200	976,0	1	1	1	1	976,0	1566,0
				RADIK PLAN VERTIKAL-M 20-2000/900	621,0	1	1	0,95	1	590,0	
120	Kabinet učitel	20	355,4	22 VK PLAN-600/700	448,0	1	1	0,95	1	425,6	
121	Šatna	20	437,3	RADIK PLAN VERTIKAL-M 20-1600/900	657,0	1	1	0,95	1	624,2	

6 Návrh fancoilů

V místnostech 113 a 118 bude vytápění zajištěno fancoilovými podstropními jednotkami SK 56 od firmy SkyStar. Provedení je čtyřtrubkové. V objektu bude osazeno celkově 6 jednotek. Návrh jednotek je proveden na druhý stupeň. Jednotky budou zakotveny do stropní konstrukce dle pokynů výrobce.

6.1 Tepelný výkon jednotek

Číslo místnosti	Účel místnosti	ti (°C)	Tepelná ztráta místnosti ΦHL,i (W)	Druh fancoilu	Počet jednotek	Výkon fancoilu [W]			Výkon [W]
						Ohřev spád (50/40/22)			
						min	med	max	
113	Herna+lehárna+jídelní kout	22	8824,8	FAN SK 56	3	2553,00	3133,00	4178,00	9399
118	Herna+lehárna+jídelní kout	22	9057,8	FAN SK 56	3	2553,00	3133,00	4178,00	9399

4-trubkové provedení – měření bylo provedeno při následujících parametrech:

Chlazení

teplota vstup. vzduchu +27 °C (suchý teploměr), +19 °C (vlhký teploměr)
teplota chladicí vody +7/12 °C

Topení

teplota vstupního vzduchu +20 °C
teplota topné vody +70/60°C

model		SK 44			SK 54			SK 56			SK 64			SK 66		
rychlost		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
průtok vzduchu	m³/h	630	820	1140	710	970	1500	710	970	1500	710	1280	1820	710	1280	1820
celkový chladicí výkon	kW	4,14	5,03	6,34	4,52	5,66	7,71	4,99	6,33	8,77	4,52	6,93	8,89	4,99	7,84	10,20
čistelný chladicí výkon	kW	2,96	3,65	4,69	3,25	4,15	5,83	3,53	4,55	6,49	3,25	5,18	6,84	3,53	5,73	7,68
průtok vody	l/h	712	865	1090	777	974	1326	858	1089	1508	777	1192	1529	858	1348	1754
ΔP chlazení	kPa	8,8	12,5	18,9	10,3	15,4	26,9	9,0	14,0	25,0	10,3	22,1	34,7	9,0	20,0	32,0
topný výkon	kW	5,91	7,19	9,10	6,45	8,10	11,00	5,23	6,42	8,56	6,45	9,98	12,70	5,23	7,74	9,80
průtok vody	l/h	508	618	783	555	697	946	450	552	736	555	858	1092	450	666	843
ΔP topení	kPa	9,8	14,0	21,4	11,5	17,4	29,9	6,5	9,2	15,3	11,5	25,3	38,8	6,5	13,0	19,5
hladina akustického výkonu	dB(A)	33	40	48	34	40	53	34	40	53	34	48	58	34	48	58
hladina akustického tlaku*	dB(A)	24	31	39	25	31	44	25	31	44	25	39	49	25	39	49
ventilátor	W	33	48	77	42	63	120	42	63	120	42	95	170	42	95	170
	A	0,15	0,23	0,36	0,18	0,28	0,53	0,18	0,28	0,53	0,18	0,42	0,74	0,18	0,42	0,74
FCEER / FCOOP	-	C / B			C / C			C / C			C / C			C / D		
objem výměníku chlazení	l	3,0			3,0			3,6			3,0			3,6		
objem výměníku topení	l	1,4			1,4			1,1			1,4			1,1		
rozměry	mm	820 × 820 × 303														

Obr. 25 Technické parametry SK 56 [17]

6.2 Posouzení hluku

Limitní hodnota akustického tlaku pro vzdělávací zařízení dle vyhlášky č. 272/2011 Sb. je 40 dB. Hodnotu lze navýšit o korekci +5 dB. Jednotka fancoil má 3 stupně nastavení. Uvedené hodnoty hladiny akustického tlaku jsou měřeny 3 m od jednotky.

velikost	rychlost	Qv [m³/h]	hladina akustického výkonu								hladina akustického tlaku *)	
			střední frekvence oktaových pásem							Lw(A) [dB(A)]	Lp(A) [dB(A)]	NR [dB(A)]
			125	250	500	1000	2000	4000	8000			
SK 02-04	1	310	20,4	25,3	29,2	24,1	23,6	23,2	15,7	33	24	21
	2	420	25,1	33,5	36,5	33,1	28,3	24,4	17,0	40	31	28
	3	610	33,4	41,6	45,0	43,2	39,3	29,4	18,7	49	40	37
SK 12-14	1	320	20,4	25,3	29,2	24,1	23,6	23,2	15,7	33	24	21
	2	420	25,1	33,5	36,5	33,1	28,3	24,4	17,0	40	31	28
	3	520	29,8	38,3	41,0	38,9	34,2	27,2	19,0	45	36	33
SK 22-24-26	1	320	20,4	25,3	29,2	24,1	23,6	23,2	15,7	33	24	21
	2	500	29,8	38,3	41,0	38,9	34,2	27,2	19,0	45	36	33
	3	710	34,0	45,3	50,0	46,4	42,4	33,3	24,3	53	44	41
SK 32-34-36	1	430	26,1	34,5	37,5	34,1	29,3	25,4	18,0	41	32	29
	2	610	33,4	41,6	45,0	43,2	39,3	29,4	18,7	49	40	37
	3	880	40,8	51,1	54,1	53,6	51,5	43,3	29,7	59	50	47
SK 42-44	1	630	21,5	26,8	30,7	21,8	14,8	8,3	5,5	33	24	21
	2	820	25,0	33,5	34,9	36,4	17,9	8,3	5,6	40	31	28
	3	1140	32,2	40,4	42,7	44,9	29,1	16,2	8,3	48	39	36
SK 52-54-56	1	710	21,4	28,6	30,3	26,8	20,1	11,4	5,4	34	25	22
	2	970	25,8	33,7	35,0	35,4	28,1	13,2	7,2	40	31	28
	3	1500	30,8	39,8	49,8	47,1	43,9	41,9	25,8	53	44	41
SK 62-64-66	1	710	21,4	28,6	30,3	26,8	20,1	11,4	5,4	34	25	22
	2	1280	33,3	42,0	42,7	41,9	40,2	23,3	12,6	48	39	36
	3	1820	40,6	51,5	53,3	52,1	49,6	41,0	31,4	58	49	46

Technické parametry hladiny akustického tlaku a výkonu [17]

Parametry fancoilu				
Název		Výkon [kW]	Hladina akustického tlaku [dB]	průtok vody l/h
FAN SK 56	min	2,55	25 ≤ 40 (+5)	466
	med	3,13	31 ≤ 40 (+5)	350
	max	4,18	44 ≤ 40 (+5)	285

6.3 Teplota přiváděného vzduchu

Výpočet teploty přiváděného vzduchu do místnosti:

otáčky	Výkon [kW]	Qv [m³/h]	Lp [dB]	Δt [°C]	t [°C]
1	2,55	710	25 ≤ 40 (+5)	10,5	32,5
2	3,13	970	31 ≤ 40 (+5)	9,7	31,7
3	4,18	1500	44 ≤ 40 (+5)	8,3	30,3

$$Q_V = Q_a$$

$$m_W * c_W * \Delta t_W = m_a * c_a * \Delta t_a$$

$$3133 = m_a * 1010 * \Delta t_a$$

$$m_a = Q * \rho = 970 * 1,2 = 1164 \text{ kg/h} = \frac{1164}{3600} = 0,32 \text{ kg/s}$$

$$3133 = 0,32 * 1010 * \Delta t_a$$

$$\Delta t_a = \frac{3133}{0,32 * 1010} = 9,7 \text{ °C}$$

$$t = 22 + 9,7 = 31,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Teplota přiváděného vzduchu do místnosti je 31,7 °C při nastavení otáček na 2 stupeň.

6.4 Regulace teploty

Fancoily se budou regulovat na základě změny teplot v interiéru. V každé třídě budou osazeny dva nástěnné regulátory (jeden v jídelně a jeden lehárně).

označení	DB-TA 383
obj. č.	383433



rozměry: 144x82x27 mm

- Vypínač on/off
- Ruční přepínač otáček ventilátoru
- Ruční přepínání režimu léto/zima
- Elektronický termostat umožňující dvoustavové řízení ventilů (on/off)
- Možnost ovládání vypnutí ventilátoru současně s ovládáním příslušného ventilu buď jen v režimu chlazení a nebo i v režimu topení
- Možnost použití externího teplotního čidla namísto vestavěného (doplňkové příslušenství)

Obr.26 Regulátor pro nástěnnou instalaci [17]

7 Příprava teplé vody

7.1 Postup výpočtu

Pro stanovení potřeby teplé vody jsou uvažovány hodnoty dle ČSN 06 0320 - Teplené soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování.

Teoretické teplo odebrané:

$$Q_{2t} = c * V_{2p} * (\theta_2 - \theta_1) \text{ [kWh]}$$

Teplo ztracené při ohřevu:

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z \text{ [kWh]}$$

Potřeba tepla odebraného:

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} \text{ [kWh]}$$

V_{2p}	celková potřeba TV v dané periodě [m^3]
c	měrná tepelná kapacita vody, $c=1,163 \text{ kWh}/(m^3 \cdot K)$
θ_1	teplota studené vody ($10^\circ C$)
θ_2	teplota teplé vody ($55^\circ C$)
z	poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV (50 %) [-]

Stanovení objemu zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{C * \Delta \theta} \text{ [m}^3 \text{]}$$

ΔQ_{max}	maximální rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru [kWh]
------------------	--

Jmenovitý tepelný výkon zásobníkového ohříváče:

$$Q_{1n} = \frac{Q_{1p}}{t} \text{ [kWh]}$$

Q_{1p}	teplo dodané ohříváčem do TV v čase t [kWh]
t	časový úsek trvání maximálního odběru [h]

Velikost teplosměnné plochy:

$$A = \frac{Q_{1n} * 10^3}{U * \Delta t} \text{ [m}^2 \text{]}$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \text{ [K]}$$

T_1	teplota otopné vody přívodní ($60^\circ C$)
T_2	teplota otopné vody přívodní ($40^\circ C$)

t ₁	teplota studené vody (10 °C)
t ₂	teplota teplé vody (55 °C)
U	součinitel prostupu tepla [W/(m ² K)]

7.2 Určení potřeby teplé vody

Denní potřeba teplé vody:

plocha:	922,87 m ²
v mateřské škole je uvažováno	56 osob.
počet dětí:	50 (2 herny)
počet zaměstnanců mateřské školy:	6 (3 učitelé, výdej jídla - 1 až 2 osoby, 1 uklízečka)

Potřebné množství vody

mytí nádobí:	dle počtu osob - 1 jídlo 0,001 m ³ /per
umývání:	dle počtu osob - 1 osoba 0,02 m ³ /per
úklid:	na 100 m ² úklidu - 0,02 m ³ /per

Denní potřeba teplé vody: $V_{2p} = 56 \cdot 0,001 + 56 \cdot 0,02 + 9,2287 \cdot 0,02 = 1,36 \text{ m}^3$

Teplo odebrané: $Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 1,36 \cdot (55 - 10) = 71,18 \text{ kWh}$

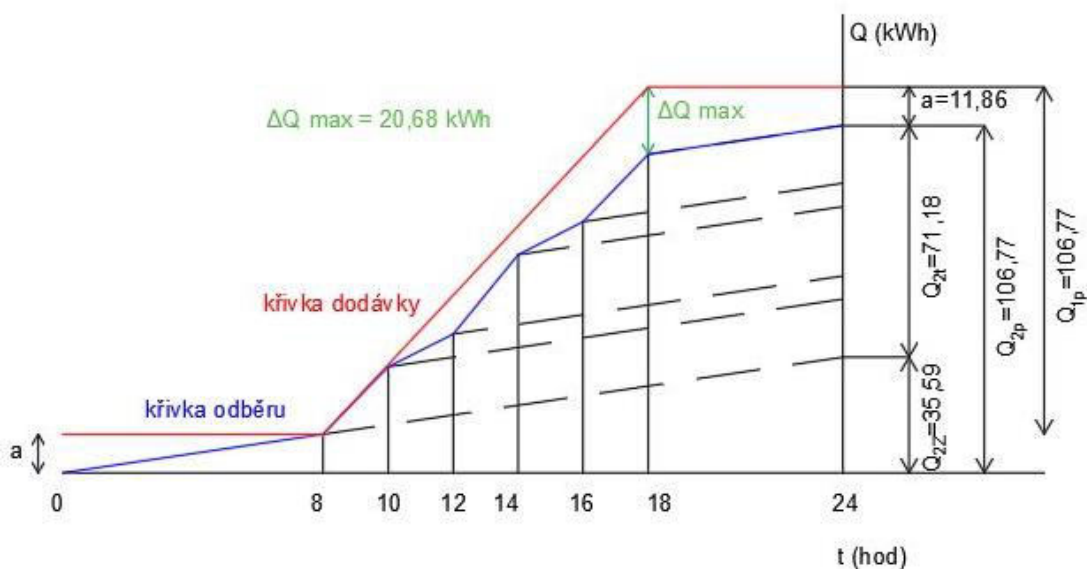
Teplo ztracené cirkulací: $Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 71,18 \cdot 0,5 = 35,59 \text{ kWh}$

Celkové potřebné teplo: $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 71,18 + 35,59 = 106,77 \text{ kWh}$

Během dne je potřeba 1,36 m³ teplé vody.

Odběr teplé vody během dne:

Odběr vody během pracovního dne				
Čas	Podíl odběru [%]	Teplo odebrané Q_{2t} [kWh]	Teplo ztracené cirkulací Q_{2z} [kWh]	Teplo celkem Q_{2p} [kWh]
8-10	25	17,80	8,90	26,69
10-12	10	7,12	3,56	10,68
12-14	30	21,35	10,68	32,03
14-16	10	7,12	3,56	10,68
16-18	25	17,80	8,90	26,69
celkem	100	71,18	35,59	106,77



Obr. 27 Křivka odběru teplé vody

Křivka dodávky tepla se dostává pod křivku odběru, nutné zvýšit množství dodaného tepla (výkon $\uparrow$, objem $\uparrow$).

7.3 Návrh zásobníku

Velikost zásobníku TV:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{1,163 \cdot \Delta \theta} = \frac{20,68}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,395 m^3 = 395,0 l$$

Volím velikost zásobníku 400 l.

Jmenovitý výkon ohřevu TV:

$$Q_{1n} = \frac{Q_{1p}}{t} = \frac{106,77}{12} = 8,90 kW$$

Potřebná teplosměnná plocha:

$$\Delta t = \frac{(T1 - t2) - (T2 - t1)}{\ln \frac{(T1 - t2)}{(T2 - t1)}} = \frac{(60 - 55) - (40 - 10)}{\ln \frac{(60 - 55)}{(40 - 10)}} = 13,95 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} * 10^3}{U * \Delta t} = \frac{8,9 * 10^3}{430 * 13,95} = 1,48 \text{ m}^2$$

Skutečný výkon zásobníku:

$$Q_{1n} = \frac{A * U * \Delta t}{10^3} = \frac{1,8 * 430 * 13,95}{10^3} = 10,8 \text{ kW}$$

Závěr: Pro zásobníkový ohřívač je minimální objem 395 l a minimální velikost teplosměnné plochy výměníku 1,48 m².

Návrh: Nepřímotopný ohřívač vody UBVT 400 SC o objemu 400 l a plochou výměníku 1,8 m².



Obr.28 Nepřímotopný ohřívač vody UBVT 400 SC [27]

		UBVT 200 SC	UBVT 300 SC	UBVT 400 SC
primární okruh : Solární tepelný výměník				
Max. přípustná provozní teplota	°C	110	110	110
Maximální přípustný provozní tlak	bar	10	10	10
Objem tepelného výměníku	litrů	8.1	10.1	12.1
Teplosměnná plocha	m ²	1.2	1.5	1.8
Sekundární okruh (pitná voda)				
Max. přípustná provozní teplota	°C	95	95	95
Maximální přípustný provozní tlak	bar	10	10	10
Objem vody	litrů	200	300	395
Objem solární části	litrů	130	160	220
Přídavný ohřev (Elektrické)	litrů	95	130	170
Hmotnost				
Přepravní hmotnost - Balení tepelného výměníku	kg	95	113	140



UBVT 200...400 SC

- ① Solární tepelný výměník
- ② Ochranná anoda - Boční kryt čistícího otvoru
- ③ Ochranná anoda - Horní kryt otvoru pro čištění
- ④ Elektrické přídavné vytápění (příslušenství)
- ⑤ Teploměr



Všechny díly jsou připraveny k provozu - utěsněny a zkontrolovány.

Obr.29 Technické informace a řez ohřívačem [27]

8 Návrh zdroje tepla

Jako zdroj tepla budou instalovány dva kondenzační plynové kotle. Návrh kotlů vychází z celkové tepelné ztráty a potřebného teplotního spádu pro otopnou vodu a pro ohřev teplé vody.

Tepelná ztráta: $\Phi_{HL,i} = 36,36 \text{ kW}$

Navrhovaný tep. výkon pro vytápění: $Q_{VYT} = 39,73 \text{ kW}$

Potřeba tepla na přípravu TV: $Q_{TV} = 8,9 \text{ kW}$

Potřeba tepla na vzduchotechniku: $Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$

Výkon zdroje:

$$Q_{PRIP1} = 0,7 * Q_{VYT} + 0,7 * Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 * 39,73 + 0 + 8,9 = 36,71 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} = 39,73 + 0 = \mathbf{39,73 \text{ kW}}$$

Návrh: 2x závěsný plynový kondenzační kotel Luna Platinum+ 1.24 od značky Baxi s jmenovitým tepelným výkonem kotle od 2,6 – 26,1 kW (při spádu 50/30 °C).

$$2 * 26,1 = 52,2 \text{ kW} > 39,73 \text{ kW}$$

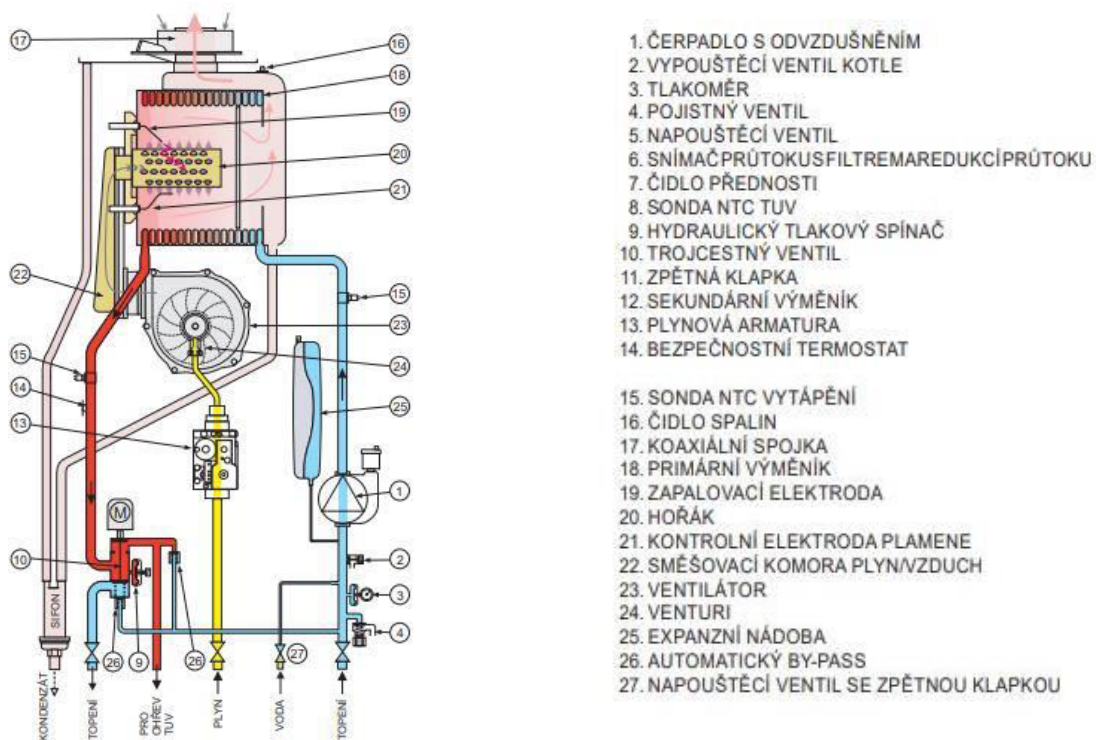
Kotle budou zásobovat otopnou soustavu a nepřímotopný zásobník na teplou vodu. Na každé otopné větvi bude umístěn třicestný směšovací ventil. Docílíme tím směšování vratné otopné vody a přívodní otopné vody na požadovaný teplotní spád 50/40. Kotlový okruh bude ve spádu 60/40 z důvodu ohřevu teplé vody.



Obr.30 Plynový kondenzační kotel Luna Platinum+ 1.24 [28]

Model: LUNA PLATINUM+		1.12 GA	1.18 GA	1.24 GA	1.32 GA	24 GA	33 GA
Kategorie		II2H 3P					
Typ plynu	-	G20 G31					
Jmenovitý tepelný příkon TV	kW	-	-	-	-	24,7	34
Jmenovitý tepelný příkon topení	kW	12,4	17,4	24,7	33	16,5	24,7
Snížený tepelný příkon	kW	2,1	2,1	2,5	3,3	2,5	3,4
Jmenovitý tepelný výkon TV	kW	-	-	-	-	24	33
Jmenovitý tepelný výkon 80/60 °C	kW	12	16,9	24	32	16	24
Jmenovitý tepelný výkon 50/30 °C	kW	13,1	18,4	26,1	34,8	17,4	26,1
Snížený tepelný výkon 80/60 °C	kW	2	2	2,4	3,2	2,4	3,3
Snížený tepelný výkon 50/30 °C	kW	2,2	2,2	2,6	3,5	2,6	3,6
Jmenovitá účinnost 50/30 °C	%	105,7	105,8	105,5	105,5	105,4	105,4
Maximální tlak vody topného okruhu	bar	3					
Minimální tlak vody topného okruhu	bar	0,5					
Objem vody expanzní nádoby	l itr	8	8	8	10	8	10
Minimální tlak expanzní nádoby	bar	0,8					
Maximální tlak vody v okruhu TV	bar	-	-	-	-	8	8
Minimální dynamický tlak okruhu TV	bar	-	-	-	-	0,15	0,15
Minimální průtok vody okruhu TV	l/min	-	-	-	-	2	2
Výroba teplé vody při $\Delta T = 25\text{ °C}$	l/min	-	-	-	-	13,8	18,9
Výroba teplé vody při $\Delta T = 35\text{ °C}$	l/min	-	-	-	-	9,8	13,5
Specifický průtok „D“ (EN 13203-1)	l/min	-	-	-	-	11,5	15,8
Rozsah teplot topného okruhu	°C	25+80					
Rozsah teplot okruhu TV	°C	35+60					
Typologie odkoupení	-	C13 - C33 - C43 - C53 - C63 - C83 - C93 - B23					
Průměr koaxiálního odkoupení	mm	60/100					
Průměr děleného odkoupení	mm	80/80					
Max. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,006	0,008	0,011	0,015	0,011	0,016
Min. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
Max teplota spalin	°C	80					
Plnicí tlak zemního plynu 2H	mbar	20					
Plnicí tlak propanu 3P	mbar	37					
Elektrické napětí napájení	V	230					
Frekvence napájení	Hz	50					
Jmenovitý elektrický výkon	W	64	83	91	103	91	105
Čistá hmotnost	kg	34,5	34,5	34,5	37,5	38,5	39,5
Rozměry (výška/šířka/hloubka)	mm	763/450/345					
Stupeň ochrany proti vlhkosti (EN 60529)	-	IPX5D					
Certifikát CE	č.	0085CM0140					

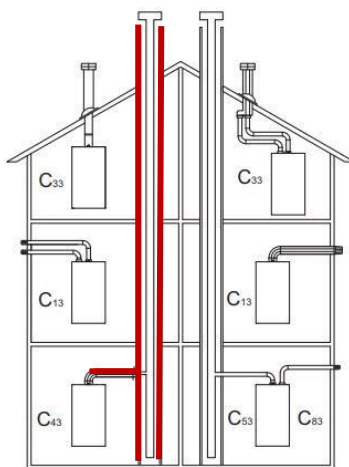
Obr.31 Technické údaje [28]



Obr.32 Sestava kotle [28]

8.1 Odvod spalín

Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalín bude zajištěn od firmy Baxi koaxiálním odkouřením $\varnothing 80/125$ mm s maximální délkou odkouření 25 m. Horizontální potrubí bude ve spádu min. 30 mm/metr směrem ke kotli. Odvod spalín a přívod vzduchu bude zajištěn pomocí komínového tělesa. Komínové potrubí bude zakončeno komínovou plastovou hlavicí.



Obr.33 Odvod a přívod vzduchu [28]

8.2 Odvod kondenzátu

Při provozu kondenzační kotle kondenzuje vodní pára, je nutno dodržet u horizontálního potrubí spád 30 mm/metr směrem ke kotli. Kondenzát je nutno odvést do kanalizace. Potrubí bude provedeno z materiálu odolného proti korozi např. PVC o vnějším průměru 32 mm.

8.3 Přívod spalovacího vzduchu

Navržené plynové kondenzační kotle jsou typu C - vzduch přiváděný z venkovního prostoru a spaliny odváděné do venkovního prostoru zajišťuje komínové těleso.

9 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková, uzavřena s nuceným oběhem o teplotním spádu 50/40. Potrubí je měděné a izolované dle návrhu. Rozvody soustavy jsou rozděleny do 4 větví.

- Větev 1 – otopná tělesa v 1NP
- Větev 2 – otopná tělesa v 1PP
- Větev 3 – fancoily
- Větev 4 – ohřívač TV

Výpočet hmotnostního průtoku:

$$M = \frac{Q}{1,163 * \Delta t} [kg/h]$$

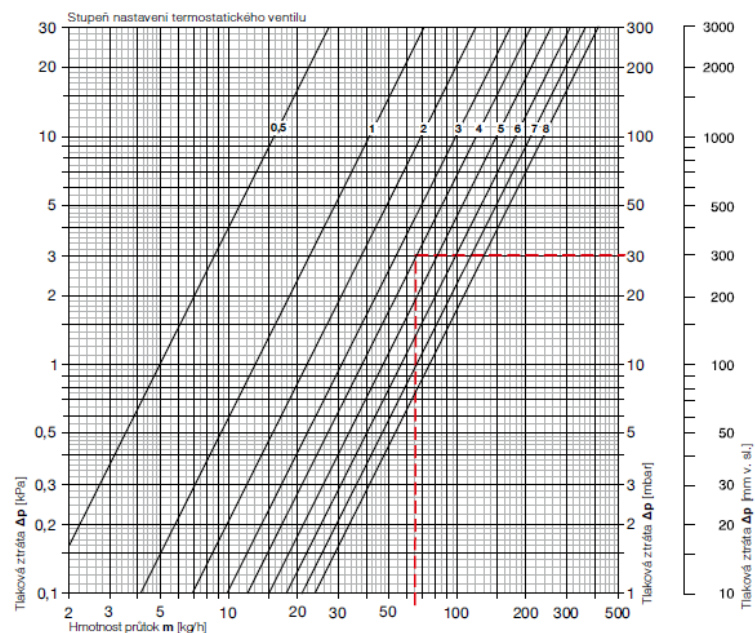
Q výkon tělesa

Δt rozdíl teplot v teplotním spádu

9.1 Regulační ventily a šroubení

9.1.1 Regulační ventily u deskových otopných těles

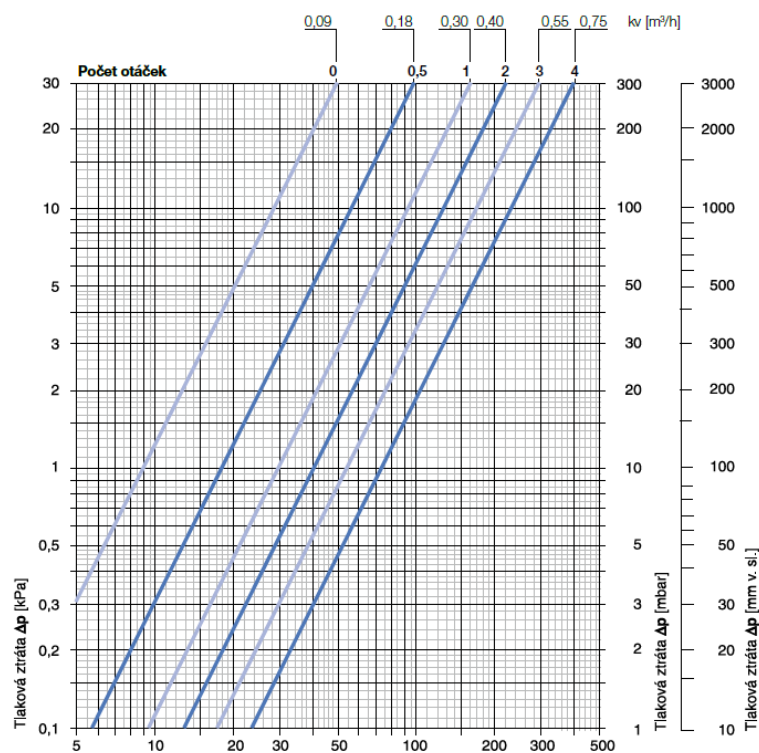
Tlaková ztráta a nastavení termostatického ventilu u deskových těles je odečteno z průtokového diagramu od výrobce. Ventil je součástí otopného tělesa a plně otevřen (nastaven na stupeň 8). Použité označení TRV (-).



Obr.34 Diagram pro nastavení TRV [26]

9.1.2 Regulační ventily u trubkových otopných těles

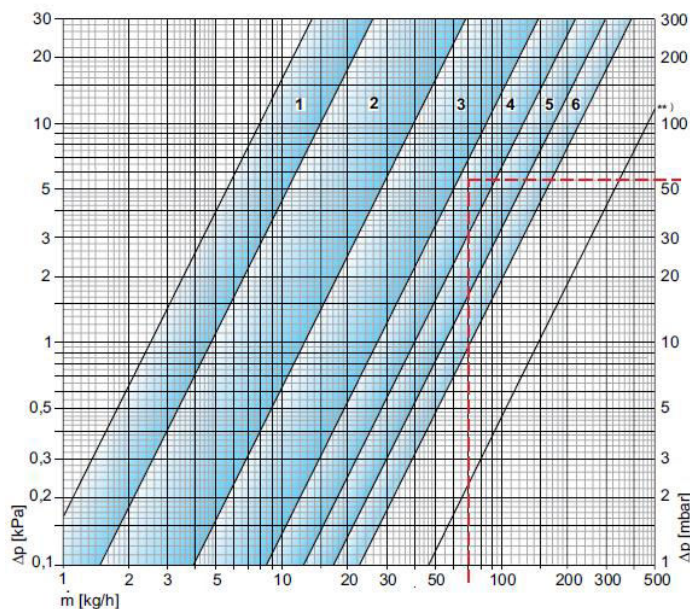
Tlaková ztráta a regulace trubkových těles je odečtena z průtokového diagramu od výrobce. Ventil Multilux DN 15 a termostatická hlavice je součástí otopného tělesa. Maximální stupeň nastavení 4. Použité označení TRM (-).



Obr.35 Diagram pro nastavení TRM [26]

9.1.3 Regulační šroubení

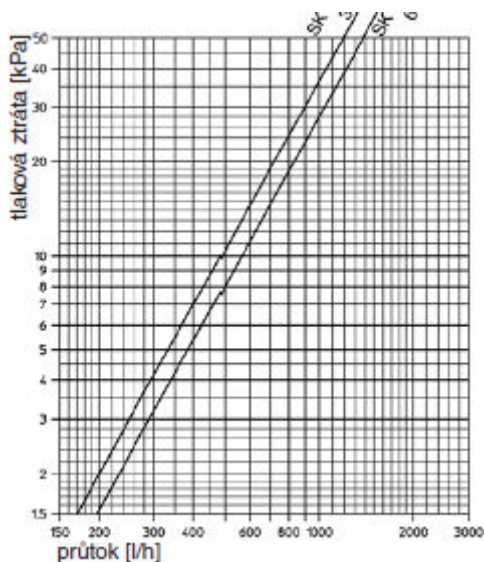
Pro regulaci deskových otopných těles bude použito H šroubení Vekolux s integrovanou vložkou a spodním připojením DN 15. Maximální stupeň nastavení 6. Použité označení HRŠ (-).



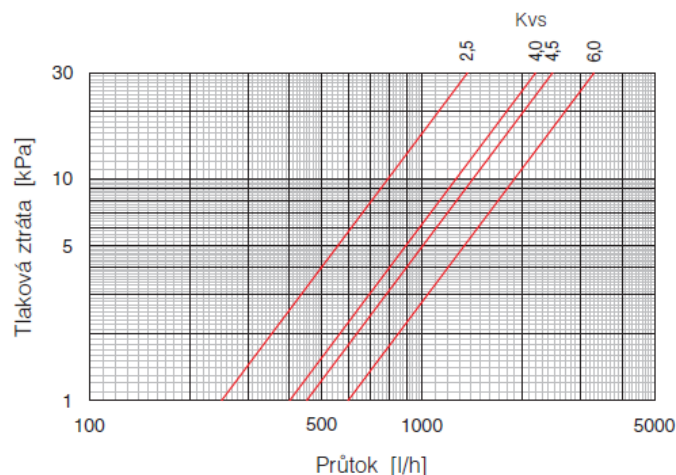
Obr.36 Diagram pro nastavení HRŠ [24]

9.1.4 Regulace na fancoilech

Soustava je navržena jako 4 trubková (oddělený chladicí okruh a topný okruh).



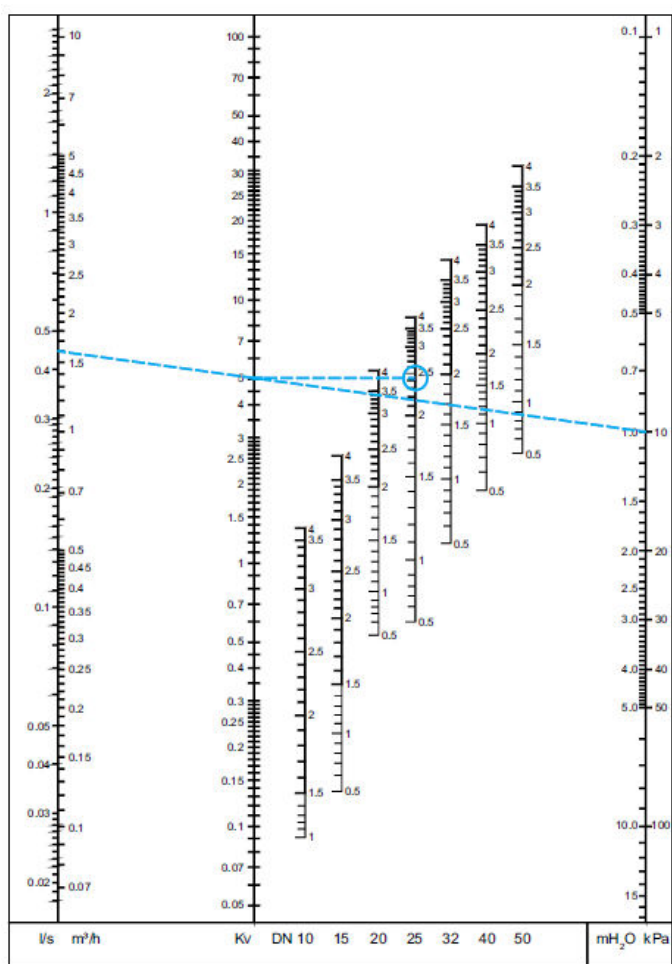
br.38 Tlaková ztráta regulačního ventilu [17]



Na potrubí, vedené k fancoilům, u každé jednotky bude osazen vyvažovací ventil STAD, který slouží k vyvážení soustavy a měření průtoku, tlaku a teploty. Ventil bude umístěn na vratném potrubí. Hodnota odečtena pomocí diagramu.



Obr.39 Vyvažovací ventil STAD [29]



Obr.40 Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu STAD [29]

9.2 Větev 1 – otopná tělesa v 1NP

DIMENZOVÁNÍ VĚTVY V1															
Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]				R*I+Z+ΔPrv [Pa]	ΔPdis [Pa]
Dimenzování základního okruhu pro OT v místnosti 112															
1	976	83,92	4,70	15 x 1	49,8	0,18	234,1	13,6	220,6	TRV 8	1400	VHV 6	1700	3554,7	3554,7
2	1566	134,65	12,76	18 x 1	43,2	0,19	551,2	0,9	16,2	0				567,5	4122,2
3	2218	190,71	10,40	18 x 1	79,9	0,27	831,0	1,1	40,8	0				871,8	4994,0
4	3164	272,06	5,64	22 x 1	48,7	0,24	274,7	0,9	25,9	0				300,6	5294,6
5	4329	372,23	7,16	22 x 1	85,5	0,33	612,2	1,1	61,0	0				673,2	5967,7
6	5494	472,40	4,70	28 x 1,5	45,1	0,27	212,0	7,1	258,8	0				470,8	6438,5
7	10146	872,40	5,04	28 x 1,5	135	0,50	680,4	0,9	112,5	0				792,9	7231,4
8	10499	902,75	3,46	28 x 1,5	145	0,52	501,7	0,9	121,7	0				623,4	7854,8
9	10852	933,10	2,20	28 x 1,5	150	0,53	330	0,9	126,4	0				456,4	8311,2
10	11640	1000,86	7,00	28 x 1,5	172	0,57	1204	3,72	604,3	0				1808,3	10119,5
11	12679	1090,20	22,56	35 x 1,5	60,7	0,38	1369,392	25,6	1848,3	0				3217,7	13337,2

Dimenzování úseku OT v místnosti 112															
12	590	50,73	1,4	15 x 1	12,9	0,11	18,06	8,42	50,941	HM 1				69,0	3554,7
3554,7-69,0 = 3485,7															
Dimenzování úseku OT v místnosti 111															
13	652	56,06	3,16	15 x 1	16,3	0,12	51,508	8,42	60,624	TRV 8	600	VHV 4		712,1	4122,2
4122,2-712,1 = 3410,0															
Dimenzování úseku OT v místnosti 110															
14	946	81,34	1,64	15 x 1	42,5	0,17	69,7	8,42	121,669	TRV 8	1300	VHV 5		1491,4	4994,0
4994-1491,4 = 3502,6															

Dimenzování úseku OT v místnosti 109														
15	1165	100,17	6,04	18 x 1	23,5	0,14	141,94	11,02	107,996	TRV 8	1900	VHV 6	2149,9	5294,6
5294,6-2149,9 =		3144,6												
Dimenzování úseku OT v místnosti 109														
16	1165	100,17	6,00	18 x 1	23,5	0,14	141	11,02	107,996	TRV 8	1900	VHV 5	2149,0	5967,7
5967,7-2149 =		3818,7												
Dimenzování úseku OT v místnosti 107														
17	353	30,35	2,66	15 x 1	6,8	0,06	18,09	14,72	26,496	HM 0,5			44,6	7231,4
7231,4-44,6 =		7186,8												
Dimenzování úseku OT v místnosti 104														
18	353	30,35	2,66	15 x 1	6,8	0,06	18,09	14,72	26,496	HM 0,5			44,6	7854,8
7854,8-44,6 =		7810,2												
Dimenzování úseku OT v místnosti 106														
19	788	67,76	1,86	15 x 1	24,5	0,14	45,57	8,42	82,516	TRV 8	850	VHV 3	978,1	8311,2
8311,2-978,1 =		7333,1												
Dimenzování úseku OT v místnosti 102														
20	1039	89,34	8,12	15 x 1	56,6	0,19	459,59	11,02	198,911	TRV 8	1600	VHV 4	2258,5	10119,5
10119,5-2258,5 =		7861,0												

Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]	R*I+Z+ΔPrv [Pa]	ΔPdis [Pa]
Dimenzování vedlejšího okruhu b												
Dimenzování úseku OT v místnosti 119 - A												
21	976	83,92	4,00	15 x 1	49,8	0,18	199,2	13,62	220,64	TRV 8 1400 VHV 6	1819,8	3670,3
22	1566	134,65	13,00	18 x 1	43,2	0,19	561,6	0,9	16,25	0	577,8	4248,2
23	1992	171,28	7,80	18 x 1	65	0,24	507	1,12	32,26	0	539,3	4787,4
24	2617	225,02	3,80	22 x 1	35,4	0,20	134,52	0,9	18,00	0	152,5	4940,0
25	4652	400,00	12,6	22 x 1	99,8	0,36	1257,48	3,72	241,06	0	1498,5	6438,5
3670,3-1819,8 = 1850,5												

Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	ΔP_{rv} [Pa]	$R*I+Z+\Delta P_{rv}$ [Pa]	ΔP_{dis} [Pa]
Dimenzování úseku OT v místnosti 119 - B												
26	590	50,73	1,90	15 x 1	12,9	0,11	24,51	8,42	50,94	HM 1	75,5	3670,3
22	1180	101,46	13,00	18 x 1	43,2	0,19	561,6	0,9	16,25	0	577,8	4248,2
23	1606	138,09	7,80	18 x 1	65	0,24	507	1,12	32,26	0	539,3	4787,4
24	2231	191,83	3,80	22 x 1	35,4	0,20	134,52	0,9	18,00	0	152,5	4940,0
25	4266	366,81	12,6	22 x 1	99,8	0,36	1257,48	3,72	241,06	0	1498,5	6438,5
3670,3-75,5 =		3594,9										

Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	ΔP_{rv} [Pa]	$R*I+Z+\Delta P_{rv}$ [Pa]	ΔP_{dis} [Pa]
Dimenzování úseku OT v místnosti 120												
27	426	36,63	2,76	15 x 1	9,1	0,08	25,116	8,42	26,94	TRV 8 260 VHV 3	312,1	4248,2
23	1992	171,28	7,80	18 x 1	65	0,24	507	1,12	32,26	0	539,3	4787,4
24	2617	225,02	3,80	22 x 1	35,4	0,20	134,52	0,9	18,00	0	152,5	4940,0
25	4652	400,00	12,6	22 x 1	99,8	0,36	1257,48	3,72	241,06	0	1498,5	6438,5
4248,2-312,1 =		3936,1										

Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	ΔP_{rv} [Pa]	$R*I+Z+\Delta P_{rv}$ [Pa]	ΔP_{dis} [Pa]
Dimenzování úseku OT v místnosti 121												
28	625	53,74	1,90	15 x 1	12,9	0,11	24,51	8,42	50,94	HM 1	75,5	4787,4
24	1250	107,48	3,80	22 x 1	35,4	0,20	134,52	0,9	18,00	0	152,5	4940,0
25	3285	282,46	12,6	22 x 1	99,8	0,36	1257,48	3,72	241,06	0	1498,5	6438,5
4787,4-75,5 =		4712,0										

Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	$\sum \xi$ [-]	Z [Pa]	ΔP_{rv} [Pa]	$R^*l + Z + \Delta P_{rv}$ [Pa]	ΔP_{dis} [Pa]
Dimenzování vedlejšího okruhu b'												
Dimenzování úseku OT v místnosti 109												
29	493	42,39	16,80	15 x 1	10,2	0,09	171,36	13,62	55,16	HM 0,5	226,5	4291,7
30	931	80,05	2,00	15 x 1	42,5	0,17	85,00	2,42	34,97	0	120,0	4411,7
31	2035	174,98	6,48	18 x 1	65,0	0,24	421,2	3,72	107,14	0	528,3	4940,0
4291,7-226,5 = 4065,2												
Dimenzování úseku OT v místnosti 116												
32	438	37,66	5,58	15 x 1	9,1	0,08	50,778	17,32	55,42	HM 0,5	106,2	4291,7
30	876	75,32	2,00	15 x 1	42,5	0,17	85,00	2,42	34,97	0	120,0	4411,7
31	1980	170,25	6,48	18 x 1	65,0	0,24	421,2	3,72	107,14	0	528,3	4940,0
4291,7-106,2 = 4185,5												
Dimenzování úseku OT v místnosti 109												
33	1104	94,93	3,00	15 x 1	61,9	0,2	185,7	8,42	168,40	TRV 8 1800 VHV 6	2154,1	4411,7
31	2208	189,85	6,48	18 x 1	65,0	0,24	421,2	3,72	107,14	0	528,3	4940,0
4411,7-2154,1 = 2257,6												

9.3 Větev 2 – otopná tělesa v 1PP

DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V2															
Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]			R*I+Z+ΔPrv [Pa]	ΔPdis [Pa]	
Dimenzování základního okruhu pro OT v místnosti 001															
1	887	76,27	5,08	15 x 1	35,9	0,16	182,4	8,4	107,8	TRV 8	1100	VHV 6	1400	2790,1	2790,1
2	1239	106,53	11,50	18 x 1	28,5	0,15	327,8	3,7	41,9	0			369,6	3159,7	
3	2157	185,47	2,20	22 x 1	26,7	0,17	58,7	3,5	50,6	0			109,3	3269,1	
4	3287	282,63	6,80	22 x 1	52,4	0,25	356,3	0,9	28,1	0			384,4	3653,5	
5	3908	336,03	7,84	22 x 1	72,2	0,30	566,0	0,9	40,5	0			606,5	4260,1	
6	4343	373,43	4,96	22 x 1	85,5	0,33	424,1	1,1	61,0	0			485,1	4745,1	
7	6349	545,92	18,74	28 x 1,5	57,6	0,31	1079,4	0,9	43,2	0			1122,7	5867,8	
8	7075	608,34	28,90	28 x 1,5	71,5	0,35	2066,4	27,8	1702,8	0			3769,1	9636,9	

Dimenzování úseku OT v místnosti 002															
9	352	30,27	3,46	15 x 1	6,8	0,06	23,528	8,42	15,156	TRV 8	180	VHV 3		218,7	2790,1
2790,1-218,7 = 2571,5															
Dimenzování úseku OT v místnosti 004															
10	918	78,93	9,16	15 x 1	42,5	0,17	389,3	11,02	159,239	TRV 8	1300	VHV 6		1848,5	3159,7
3159,7-1848,5 = 1311,2															
Dimenzování úseku OT v místnosti 005															
11	1130	97,16	2,00	18 x 1	23,5	0,14	47	8,42	82,516	TRV 8	1800	VHV 6		1929,5	3269,1
3269,1-1929,5 = 1339,5															

Dimenzování úseku OT v místnosti 006														
12	621	53,40	13	15 x 1	12,9	0,11	167,7	11,02	66,671	TRV 8	550	VHV 4	784,4	3653,5
3653,5-784,4 =		2869,1												
Dimenzování úseku OT v místnosti 015														
13	435	37,40	6,22	15 x 1	9,1	0,08	56,602	13,62	43,584	TRV 7	300	VHV 3	400,2	4260,1
4260,1-400,2 =		3859,9												
Dimenzování úseku OT v místnosti 013														
14	726	62,42	9,5	15 x 1	20,3	0,13	192,85	11,02	93,119	TRV 8	750	VHV 4	1036,0	5867,8
5867,8-1036 =		4831,8												

Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]	R*I+Z+ΔPrv [Pa]	ΔPdis [Pa]
Dimenzování vedlejšího okruhu a												
Dimenzování úseku OT v místnosti 007												
15	438	37,66	7,32	15 x 1	9,1	0,08	66,612	13,62	43,58	TRV 8 280 VHV 3	390,2	4194,2
16	1568	134,82	3,62	18 x 1	43,2	0,19	156,384	1,12	20,22	0	176,6	4370,8
17	2006	172,48	5,36	18 x 1	65,0	0,24	348,4	0,9	25,92	0	374,3	4745,1
4194,2-390,2 =		3804,0										

Dimenzování úseku OT v místnosti 005														
18	1130	97,16	2,00	18 x 1	23,5	0,14	47	8,20	80,36	TRV 8 1700	VHV 6	1827,4	4194,2	
16	2260	194,33	3,62	18 x 1	43,2	0,19	156,384	1,12	20,22	0		176,6	4370,8	
17	2698	231,99	5,36	18 x 1	65,0	0,24	348,4	0,9	25,92	0		374,3	4745,1	
4194,2-1827,4 =		2366,8												

Dimenzování úseku OT v místnosti 008														
19	438	37,66	6,94	15 x 1	9,1	0,08	63,154	11,02	35,26	TRV 8 280	VHV 3	378,4	4370,8	
17	876	75,32	5,36	18 x 1	65,0	0,24	348,4	0,9	25,92	0		374,3	4745,1	
4370,8-378,4 =		3992,4												

9.4 Větev 3 – fancoily

DIMENZOVÁNÍ VĚTVĚ V3													
Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	m [l/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]	R*I+Z+ ΔPrv [Pa]	$\Delta Pdis$ [Pa]
Dimenzování základního okruhu pro fancoil v místnosti 113 a													
1	3133	269,39	272,66	9,86	22x1	48,7	0,24	480,2	3,3	95,6	výměník 2886 regulační ventil 1200 vyvažovací v. 2,50 1000	5661,8	5661,8
2	6266	538,78	545,32	12,70	28x1,5	57,6	0,31	731,5	1,1	53,8	0	785,3	6447,1
3	9399	808,17	817,98	39,70	35x1,5	35,2	0,28	1397,4	1,1	43,9	0	1441,3	7888,5
4	18798	1616,34	1635,97	35,62	42x1,5	47,3	0,38	1684,8	12,8	924,2	0	2609,0	10497,5
Dimenzování úseku OT v místnosti 113 b													
5	3133	269,39	270,00	2,88	22x1	48,7	0,24	140,256	3,32	95,616	výměník 2886 regulační ventil 1200 vyvažovací ventil 2,30	4321,9	5661,8
5661,8-4321,9 = 1339,9 Pa													
Dimenzování úseku OT v místnosti 113 c													
6	3133	269,39	270,00	2,88	22x1	48,7	0,24	140,256	3,32	95,616	výměník 2886 regulační ventil 1200 vyvažovací ventil 1,90	4321,9	6447,1
6447,1-4321,9 = 2125,3 Pa													
Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	m [l/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]	R*I+Z+ ΔPrv [Pa]	$\Delta Pdis$ [Pa]
Dimenzování vedlejšího okruhu													
Dimenzování úseku pro fancoil v místnosti 118 a													
7	3133	269,39	270,00	11,20	22x1	48,7	0,24	545,4	3,1	89,9	výměník 2886 regulační ventil 1200 vyvažovací ventil 1,85	4721,3	7096,0
8	6266	538,78	540,00	10,76	28x1,5	57,6	0,31	619,8	1,1	53,8	0	673,6	7769,6
9	9399	808,17	810,00	2,13	35x1,5	35,2	0,28	75,0	1,1	43,9	0	118,9	7888,5
7096-4721,3 = 2374,7 Pa													

Dimenzování vedlejšího okruhu pro fancoil v místnosti 118 b															
10	3133	269,39	270,00	3,50	22x1	48,7	0,24	170,5	3,1	89,9	výměník 2886	regulační ventil 1200	vyvažovací ventil 1,80	4346,3	7096,0
8	6266	538,78	540,00	10,76	28x1,5	57,6	0,31	619,8	1,1	53,8		0		673,6	7769,6
9	9399	808,17	810,00	2,13	35x1,5	35,2	0,28	75,0	1,1	43,9		0		118,9	7888,5
7096-4346,3 =		2749,7 Pa													

Dimenzování vedlejšího okruhu pro fancoil v místnosti 118 c															
11	3133	269,39	270,00	11,20	22x1	48,7	0,24	545,4	3,1	89,9	výměník 2886	regulační ventil 1200	vyvažovací ventil 1,70	4721,3	7769,6
9	3133	269,39	810,00	2,13	35x1,5	35,2	0,28	75,0	1,1	43,9		0		118,9	7888,5
7769,6-4721,3 =		3048,3 Pa													

9.5 Větev 4 - ohřívač TV

DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V4 K ZÁSOBNÍKU													
Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]	R*I+Z+ΔPrv [Pa]	ΔPdis [Pa]	
Dimenzování základního okruhu pro fancoil v místnosti 113 a													
1	10800	464,32	2,80	28x1,5	44,1	0,27	123,5	13,5	492,1	508	1110,6	1110,6	
Σξ =	6*koleno+ 4*KK+ZK+filtr+ vstup a výstup R+S+zásobník vstup a výstup												
Σξ =	6*1,3+4*0,3+0,5+1+1+0,5+1+0,5 = 13,5												

9.6 Větev V5 – ke kotli

DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V5 KE KOTLI												
Číslo úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔPrv [Pa]	R*I+Z+ΔPrv [Pa]	ΔPdis [Pa]
Dimenzování základního okruhu pro fancoil v místnosti 113 a												
R+S-HVDT	-	2121,76	3,00	42x1,5	73,5	0,50	220,5	10,5	1312,5	0	1533,0	1533,0
Σξ =	6*koleno+ 4*KK+ vstup a výstup R+S											
Σξ =	6*1,3+4*0,3+0,5+1 = 10,5											
HVDT - KOTEL												
1	26100	1122,10	1,62	35x1,5	62,3	0,39	100,9	6,0	456,3	0	557,2	557,2
2	52200	2244,20	2,00	42x1,5	84,6	0,53	169,2	4,5	632,0	0	801,2	1358,5
Σξ1 =	2*koleno+ 3*KK+kotel = 2*1,3+3*0,3+2,5 = 6											
Σξ2 =	2*koleno+ 3*KK+ filtr= 2*1,3+3*0,3+1 = 4,5											
Dimenzování vedlejšího úseku ke kotli												
3	26100	1122,10	1,62	35x1,5	62,3	0,39	100,9	4,7	357,4	0	458,4	557,2
Σξ3 =	1*koleno+ 3*KK+kotel = 1*1,3+3*0,3+2,5 = 4,7											

Přepočet tlakové ztráty zásobníku:

Hodnota od výrobce $P_z = 2,3 \text{ kPa}$ při $1 \text{ m}^3/\text{h}$

$$p_z = \xi * \frac{v^2}{2} * \rho \rightarrow \xi = \frac{p_z * 2}{v^2 * \rho}$$

$$\frac{2 * 2300}{v^2 * \rho} = \frac{2 * x}{v^2 * \rho}$$

$$\frac{2 * 2300}{\left(\frac{Q_1}{\rho}\right)^2 * \rho} = \frac{2 * x}{\left(\frac{Q_4}{\rho}\right)^2 * \rho}$$

$$\frac{2300}{Q_1^2} = \frac{x}{Q_4^2} \rightarrow x = \frac{2300 * Q_4^2}{Q_1^2} = \frac{2300 * 0,47^2}{1} = 508,0 \text{ Pa}$$

10 Návrh oběhových čerpadel

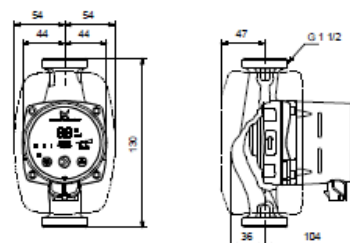
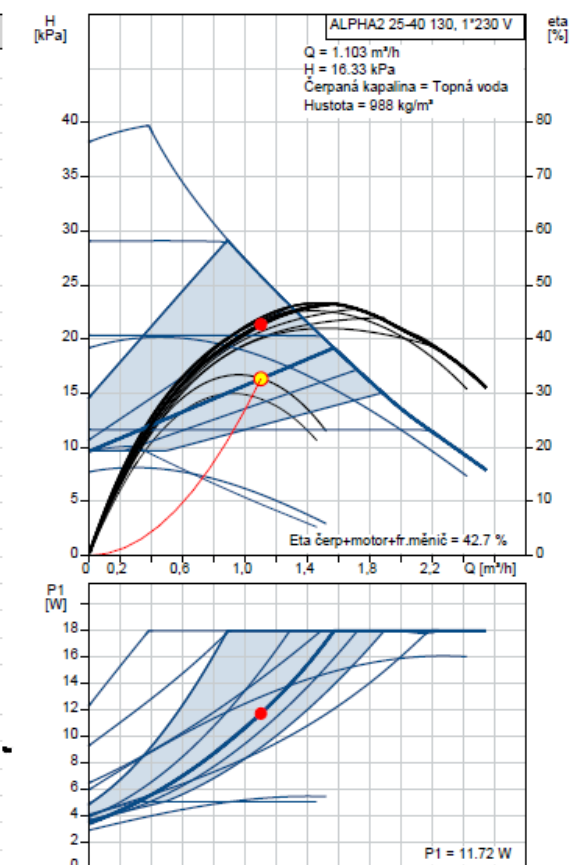
Návrh oběhových čerpadel byl proveden pomocí volně přístupného programu GRUNDFOS PRODUCT CENTER.

10.1 Čerpadlo Č1 – Větev 1 – UT

Hmotnostní průtok: 1090,20 kg/h

Tlaková ztráta: 16337,2 Pa

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-40 130
Objednávací číslo:	Na vyžádání
EAN kód::	Na vyžádání
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.103 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	16,33 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE,CE,EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
Těleso čerpadla:	EN-GJL-150
Těleso čerpadla:	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
Jmenovitý tlak:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	130 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Hustota:	988 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 18 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.18 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Zabudovaná motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.15
Čistá hmotnost:	1.89 kg



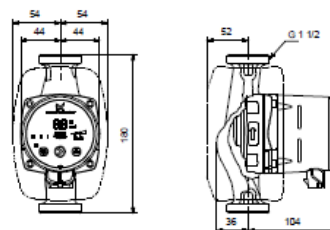
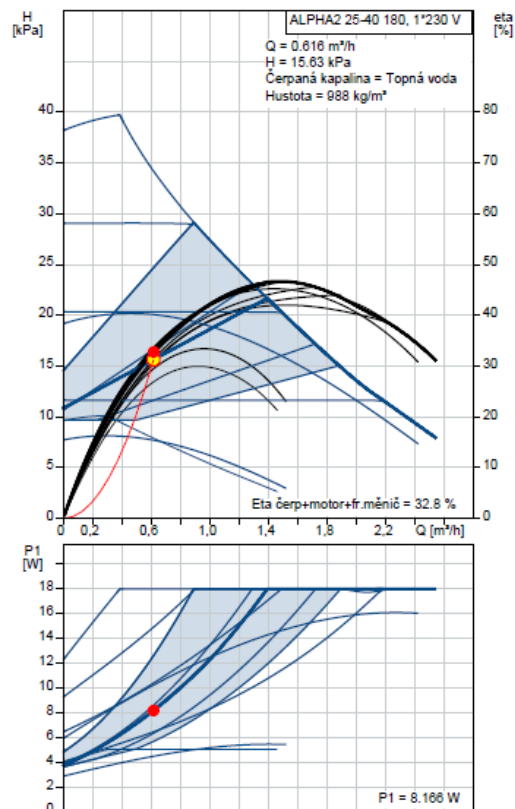
Obr.41 Navržené čerpadlo Alpha2 25-40 130 [30]

10.2 Čerpadlo Č2 – Větev 2 – UT

Hmotnostní průtok: 608,34 kg/h

Tlaková ztráta: 15636,9 Pa

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-40 180
Objednací číslo:	Na vyžádání
EAN kód:	Na vyžádání
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.616 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	15.63 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	VDE,CE,EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
Těleso čerpadla:	EN-GJL-150
Těleso čerpadla:	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
Jmenovitý tlak:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Hustota:	988 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 18 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.18 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Zabudovaná motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.15
Čistá hmotnost:	2.01 kg



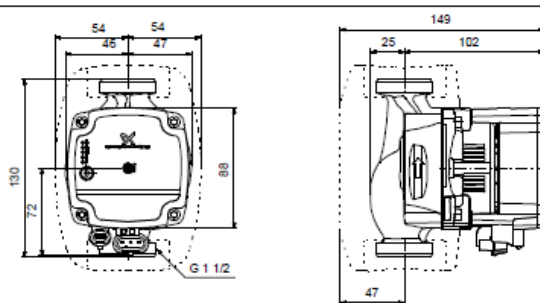
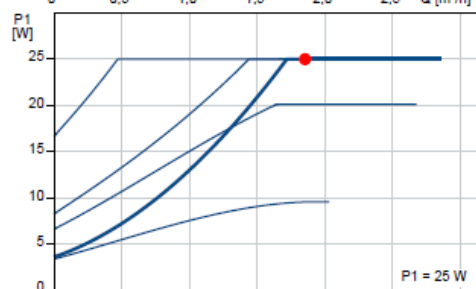
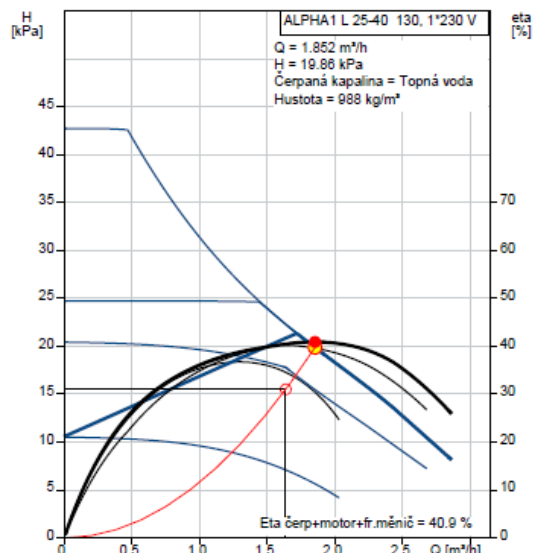
Obr.42 Navržené čerpadlo Alpha2 25-40 180 [30]

10.3 Čerpadlo Č3 – Větev 3 – UT

Hmotnostní průtok: 1616,34 kg/h

Tlaková ztráta: 15497,5 Pa

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA1 L 25-40 130
Objednávací číslo:	Na vyžádání
EAN kód::	Na vyžádání
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.852 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	19.86 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	95
Schvál. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	C
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
Těleso čerpadla:	EN 1561 EN-GJL-150
Těleso čerpadla:	ASTM ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	Kompozit
Oběžné kolo:	PES+30% GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 ... 55 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Typ připojení:	G
Velikost připojení:	1 1/2 inch
Jmenovitý tlak:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	130 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 ... 95 °C
Hustota:	988 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	4 ... 25 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.05 ... 0.26 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Zabudovaná motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.20
Čistá hmotnost:	1.95 kg



Obr.43 Navržené čerpadlo Alpha1 L 25-40 130 [31]

10.4 Čerpadlo Č4 – Větev 4 – TV

Hmotnostní průtok: 464,32 kg/h

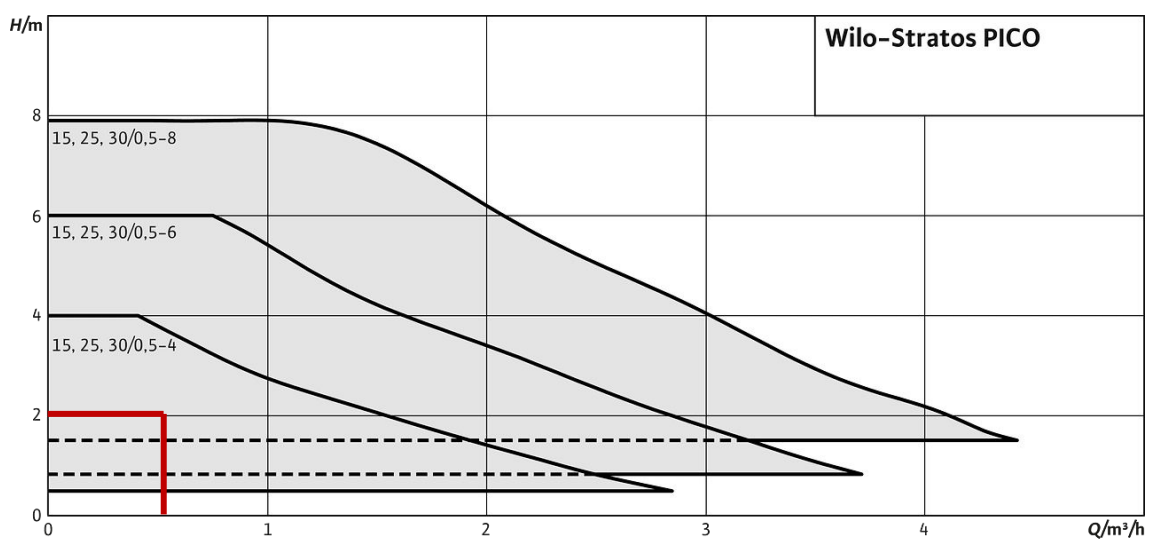
Tlaková ztráta: 1110,6 Pa

Dopravní výška: 2 m

Navrhuji oběhové čerpadlo Wilo-Stratos PICO 25/0,5-4,0

25 – jmenovitá světlost přípojky

0,5- 4,0 – rozsah jmenovité dopravní výšky



Obr.44 Oběhové čerpadlo Wilo-Stratos PICO [32]

11 Zabezpečovací zařízení

Při provozu tepelné soustavy dochází k objemovým změnám, proto musí být vybavena zabezpečovacími a pojistnými zařízeními. Zabezpečovací zařízení navrhujeme proti překročení nejvyšší provozní teploty, překročení nejvyššího provozního přetlaku a proti nedostatku vody. Pro ochranu zařízení proti překročení nejvyššího dovoleného tlaku jsou navrženy pojistné ventily.

11.1 Návrh expanzní nádoby

Objem v otopných tělesech V _{ot}					
Typ tělesa	Výška tělesa	Délka tělesa	Počet	Vodní objem	Objem
	[mm]	[mm]	[ks]	[dm ³]	[dm ³]
RADIK VK	600	700	2	5,8	8,1
		900	1		5,2
		1000	1		5,8
		1100	1		6,4
		1200	1		7,0
		1400	2		16,2
	700	800	2	6,6	10,6
		1100	1		7,3
PLAN VK	600	700	1	5,8	4,1
		800	1		4,6
	700	700	1	10,0	7,0
		1200	2		24,0
	900	1200	1	8,4	10,1
		1400	3		35,3
PLAN VERTIKAL	1600	900	1	7,0	6,3
	1800	600	1	10,4	6,2
	2000	900	2	8,8	15,8
Koralux linear max	1500	600	2	10,8	13,0
		750	1	13,0	9,8
FAN SK 56	jednotka = 1,1 l		6	1,1	6,6
Objem celkem V _{ot} [dm ³]					209,3

Objem vody v potrubí V_{pot}			
DN	Objem vody na 1m [dm ³ /m]	Celková délka l [m]	Objem [dm ³]
15x1	0,133	122,82	16,34
18x1	0,201	86,96	17,48
22x1	0,314	51,00	16,01
28x1,5	0,491	96,30	47,28
35x1,5	0,804	67,63	54,37
42x1,5	1,195	40,62	48,54
Objem celkem V_{pot} [dm ³]			200,03

Objem vody v zařízení V_{ost}	
Druh zařízení	Objem vody
	[dm ³]
Zásobník-výměník	12,1
R+S	30
KOTEL 2x	80
Objem celkem V_{ost}	122,1

Základní údaje:

Celkový objem v soustavě

$$V_o = V_{pot} + V_{ot} + V_{ost} \quad dm^3$$

$$V_o = 200,03 + 209,3 + 122,1 = 532 \quad dm^3$$

Výška otopné soustavy $h = 7,19 \text{ m}$

Výška manometrické roviny $h_{MR} = 1,0 \text{ m}$

Maximální teplota vody $t_{max} = 60 \text{ °C}$

Pojistný výkon $Q_p = 52,2 \text{ kW}$

Expanzní objem:

$$V_{ex} = 1,3 * V_o * n = 1,3 * 0,532 * 0,01672 = 0,0116 \text{ m}^3$$

V_{ex} objem expanzní nádoby [l]

V_o celkový objem vody v celé otopné soustavě [l]

n koeficient tepelné roztažnosti podle tabulky ($n=0,0175$)

Koeficient tepelné roztažnosti n se určuje pro teplotu vody, která se z 10 °C ohřívá na maximální požadovanou teplotu v soustavě.

$$\Delta t_m = t_{max} - 10 \text{ °C} = 60 - 10 = 50 \text{ °C}$$

Tabulka xx Koeficient tepelné roztažnosti

Δt_m	40	60	70	80	90
n	0,012	0,023	0,0295	0,035	0,044

Nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$p_{dov} \geq 1,15 * (h * \rho * g * 10^{-3}) + P_z = 1,15 * (7,19 * 1000 * 9,81 * 10^{-3}) + 0 \\ = 81,12 \text{ kPa}$$

h	výška mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem soustavy [m]
P_z	tlaková ztráta soustavy mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem ve směru proudění [kPa]
ρ	hustota vody [kg/m ³]

Navrhují: $p_d = 100 \text{ kPa} \geq 81,12 \text{ kPa}$ VYHOVÍ

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy:

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} * \rho * g * 10^{-3}) = 300 - (1,0 * 1000 * 9,81 * 10^{-3}) = 290,19 \text{ kPa}$$

p_k	nejmenší konstrukční přetlak prvku v soustavě [kPa]
h_{MR}	výška manometrické roviny [m]

Navrhují: $p_h = 250 \text{ kPa} \leq 290,2 \text{ kPa}$ VYHOVÍ

Předběžný objem expanzní nádoby s membránou:

$$V_{ep} = \frac{V_{ex} * (p_h + 100)}{(p_h - p_d)} = \frac{0,0116 * (250 + 100)}{(250 - 100)} = 0,027 \text{ m}^3 = 27 \text{ l}$$

p_h	nejvyšší provozní přetlak [kPa]
p_d	nejnižší provozní přetlak [kPa]

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 * \sqrt{Q_p} = 10 + 0,6 * \sqrt{52,2} = 14,34 \text{ mm} - \text{Navrhují potrubí } 18 \times 1 \text{ mm}$$

Q_p	výkon kotlů [kW]
d_p	vnitřní průměr potrubí [mm]

Součástí kotle Luna Platinum+ 1.24 je expanzní nádoba o objemu 8 l. Součet objemů expanzních nádob je nedostačující $16 \text{ l} \leq 27 \text{ l}$. Je nutné navrhnout další expanzní nádobu.

Navrhují expanzní membránovou nádobu Reflex N 18 o objemu 18 l, připojení DN20.

Typ	Obj. číslo		Počet na paletě [ks]	Předtlak [bar]	Připojení c	Ø d [mm]	Výška h [mm]	Výška h2 [mm]	Hmotnost [kg]
	šedá	bílá							
N 8	8202501	7202801	84	1,5	R ¾"	272	236	–	2,35
N 12	8203301	7203501	60	1,5	R ¾"	272	317	–	2,75
N 18	8204301	7204401	60	1,5	R ¾"	308	360	–	3,60
N 25	8206301	7206401	48	1,5	R ¾"	308	481	–	4,35
N 35	8208401	7208501	24	1,5	R ¾"	376	466	130	5,60
N 50	8209300	7209400	24	1,5	R ¾"	441	487	175	9,60
N 80	8210200	7210600	12	1,5	R 1"	512	558	172	13,28



Obr.45 Expanzní nádoba N 18 [33]

11.2 Návrh pojistného ventilu

Pojistný ventil zabezpečuje soustavu proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku. Při překročení přetlaku se pojistný ventil otevře a přebytečný tlak upustí. Voda je svedena do kanalizačního potrubí. Chybějící množství vody je nutné doplnit do otopné soustavy.

Součástí kotle je pojistný ventil o maximálním provozním tlaku 3 bary, tato hodnota je dostačující. Z provozních důvodů je navržen další pojistný ventil umístěný před kotlem o velikosti 3 bary.

Základní údaje

Výkon kotle	$Q_p = 52,2 \text{ kW}$
Maximální přetlak	$p = 300 \text{ kPa}$
Výtokový součinitel	$\alpha_w = 0,58$
Konstanta syté páry	$K = 1,26 \text{ kW/mm}^2$
Součinitel zvětšení sedla	$a = 1,32$

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_0 = \frac{Q_P}{\alpha_w * K} = \frac{52,2}{0,58 * 1,26} = 71,43 \text{ mm}^2 < 177 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 * \sqrt{\frac{A_0}{\pi}} = 2 * \sqrt{\frac{71,43}{\pi}} = 9,54 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu:

$$d_0 = a * d_i = 1,32 * 9,54 = 12,59 \text{ mm}$$

Pojistné potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 * \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 * \sqrt{52,2} = 25,12 \text{ mm}$$

→Navrhuji potrubí 28 x 1,5 mm

Navrhuji pojistný ventil Meibes 3/4" x 3/4" DN 20. Potrubí bude měděné s dimenzí 28 x 1,5 mm.

Tabulka technických údajů

Typové označení	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance ± 10 % Při p_o nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" x 1/2"	15	177	0,540	200; 250; 300; 600; 800
1/2" x 3/4"	15	177	0,540	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
3/4" x 3/4"	20	177	0,580	200; 250; 300; 600; 800
3/4" x 1"	20	177	0,580	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000

Obr.46 Pojistný ventil Meibes [34]

12 Další zařízení soustavy

12.1 Návrh trojcestných směšovacích ventilů

K regulaci teploty otopné vody navrhuji trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131. Ventil bude osazen na každé otopné větvi od rozdělovače a sběrače. Ventil bude mísit vodu o teplotě

60 °C s vratnou vodou o teplotě 40 °C, výsledná hodnota topné vody 50 °C. Návrh dimenzí ventilů je uveden v následujícím výpočtu.

Směšovací rovnice:

$$m_1 * c_v * (t_1 - t_3) = m_2 * c_v * (t_3 - t_2)$$

m1	hmotnostní průtok primární strany [kg/h]
m2	hmotnostní průtok sekundární strany [kg/h]
cv	měrná tepelná kapacita vody [J/(kg*K)]
t1	teplota přívodu na primární straně [°C] – 60 °C
t2	teplota vratu na sekundární straně [°C] – 40 °C
t3	teplota přívodu (směsi) na sekundární straně [°C] – 50 °C

K mísení vody 60 °C a vody 40 °C je v poměru 1:1

$$m_1 = \frac{m_2 * c_v * (t_3 - t_2)}{c_v * (t_1 - t_3)} [kg/h]$$

Přepočet M [kg/h] na V [m³/h]:

$$V = \frac{M}{\rho} [m^3/h]$$

Hmotnostní průtok na větvích:

Objemový průtok na větvích:

Větev 1: $m_1 = 1090,20 \text{ kg/h}$

$$Q_1 = \frac{1090,20}{988} = 1,103 \text{ m}^3/h$$

Větev 2: $m_2 = 608,34 \text{ kg/h}$

$$Q_2 = \frac{608,34}{988} = 0,616 \text{ m}^3/h$$

Větev 3: $m_3 = 1616,34 \text{ kg/h}$

$$Q_3 = \frac{1616,34}{988} = 1,636 \text{ m}^3/h$$

Větev 4: $m_4 = 464,32 \text{ kg/h}$

$$Q_4 = \frac{464,32}{988} = 0,470 \text{ m}^3/h$$

Hmotnostní průtoky na větvích v kotlovém okruhu:

$$m_{v1} = \frac{m_2 * (t_1 - t_3)}{(t_1 - t_2)} = \frac{1090,2 * (60 - 50)}{(60 - 40)} = 545,1 \text{ kg/h}$$

$$m_{v2} = \frac{m_2 * (t_1 - t_3)}{(t_1 - t_2)} = \frac{608,34 * (60 - 50)}{(60 - 40)} = 304,17 \text{ kg/h}$$

$$m_{v3} = \frac{m_2 * (t_1 - t_3)}{(t_1 - t_2)} = \frac{1616,34 * (60 - 50)}{(60 - 40)} = 808,17 \text{ kg/h}$$

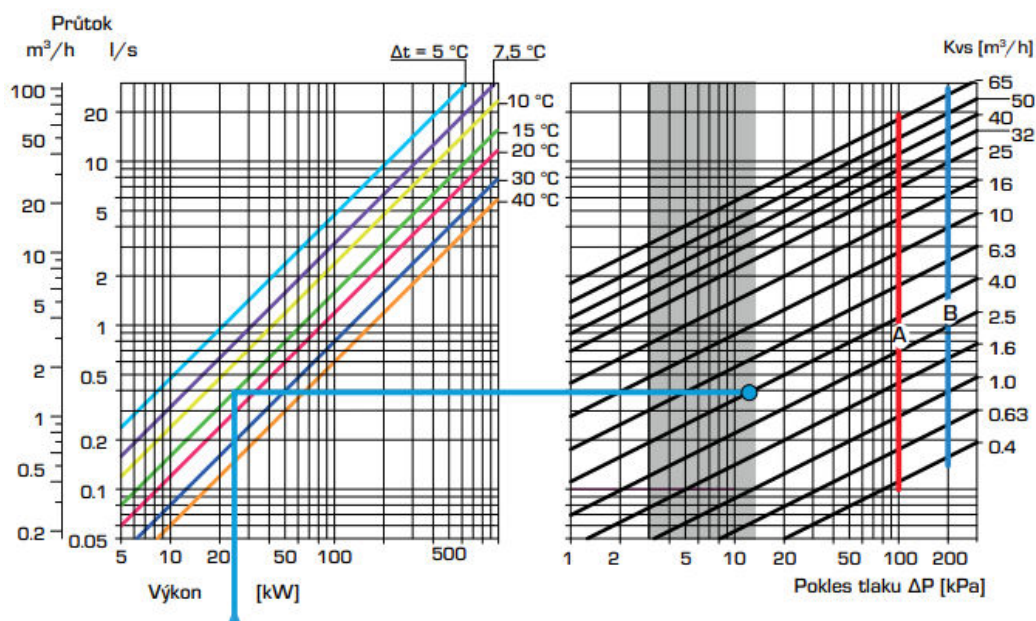
$$m_{v4} = 464,32 \text{ kg/h}$$

Celkový hmotnostní průtok v kotlovém okruhu: 2121,76 kg/h

$$\text{Celkový objemový průtok v kotlovém okruhu: } V = \frac{2121,76}{984} = 2,156 \text{ m}^3/\text{h}$$

12.1.1 Větev 1 - pro 1NP

Výkon	$Q = 12,68 \text{ kW}$
Objemový průtok	$V = 1,103 \text{ m}^3/\text{h}$
Tlaková ztráta	$\Delta P_{dis} = 13,38 \text{ kPa}$
Poměrná autorita ventilu	$p'_v = 0,5$
Dimenze	35x1,5
Teplotní spád	50/40 °C



Obr.47 Dimenzační schéma pro trojcestný směšovací ventil [35]

Požadovaná tlaková ztráta ventilu:

$$\Delta P_{V100} = p'_v * \Delta P_{DIS}$$

$$\Delta P_{V100} = 0,5 * 13,38 = 6,69 \text{ kPa}$$

Výpočet jmenovitého průtoku armaturou:

$$Kvs = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{\Delta P_{V100}}} = 1,103 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{6,69}} = 4,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhuji ventil VRG131, DN 25, Kvs = 6,3 m³/h

VRG131 vnitřní závit

Č. výr.	Označení	DN	Kvs	Připojení	A	B	C	D	E	Hmotnost [kg]	Poznámka
11600100	VRG131	15	0.4	Rp ½"	36	72	32	50	36	0.40	
11600200			0.63								
11600300			1								
11600400			1.6								
11600500			2.5								
11600600			4								
11600700		20	2.5	Rp ¾"	36	72	32	50	36	0.43	
11600800			4								
11600900			6.3								
11601000		25	6.3	Rp 1"	41	82	34	52	41	0.70	
11601100			10								
11601200		32	16	Rp 1¼"	47	94	37	55	47	0.95	
11603400	40	25	Rp 1½"	53	106	44	60	53	1.68		
11603600	50	40	Rp 2"	60	120	46	64	60	2.30		

Obr.48 Technické specifikace trojcestného směšovacího ventilu pro větev [35]

Výpočet skutečné tlakové ztráty ventilu:

$$\Delta P_{RV} = \left(\frac{V}{Kvs} * 0,01 \right)^2 = \left(\frac{1103}{6,3} * 0,01 \right)^2 = 3,07 \text{ kPa}$$

Posouzení s minimální tlakovou ztrátou ventilu

3 kPa ≤ 3,07 kPa → VYHOVUJE

Tlaková ztráta armatur na straně s proměnným průtokem:

$$\Delta P_{VAR} = 2VK + ZK + 2KK = 2 * 0,5 + 5 + 2 * 0,5 = 7 \text{ kPa}$$

Výpočet autority ventilu

$$A = \frac{\Delta P_{RV}}{\Delta P_{RV} + \Delta P_{VAR}} = \frac{3,07}{3,07 + 7,00} = 0,31$$

12.1.2 Větev 2 - pro 1PP

Výkon	Q = 70,75 kW
Objemový průtok	V = 0,616 m ³ /h
Tlaková ztráta	ΔPdis = 9,64 kPa
Poměrná autorita ventilu	p'v = 0,5
Dimenze	28x1,5

Teplotní spád

50/40 °C

Tlaková ztráta ventilu:

$$\Delta P_{RV} = p'_v * \Delta P_{DIS}$$

$$\Delta P_{RV} = 0,5 * 9,64 = 4,82 \text{ kPa}$$

Výpočet jmenovitého průtoku armaturou:

$$Kvs = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{\Delta P_{V100}}} = 0,616 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{4,82}} = 2,81 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhuji ventil VRG131, DN 20, Kvs = 2,5 m³/h

Výpočet skutečné tlakové ztráty ventilu:

$$\Delta P_{RV} = \left(\frac{V}{Kvs} * 0,01 \right)^2 = \left(\frac{616}{2,5} * 0,01 \right)^2 = 6,07 \text{ kPa}$$

Posouzení s minimální tlakovou ztrátou ventilu

3 kPa ≤ 6,07 kPa → VYHOVUJE

Tlaková ztráta armatur na straně s proměnným průtokem:

$$\Delta P_{VAR} = 2VK + ZK + 2KK = 2 * 0,5 + 5 + 2 * 0,5 = 7 \text{ kPa}$$

Výpočet autority ventilu:

$$A = \frac{\Delta P_{RV}}{\Delta P_{RV} + \Delta P_{VAR}} = \frac{6,07}{6,07 + 7} = 0,46$$

12.1.3 Větev 3 - pro fancoily

Výkon

Q = 18,8 kW

Objemový průtok

V = 1,636 m³/h

Tlaková ztráta

ΔPdis = 10,50 kPa

Poměrná autorita ventilu

p'v = 0,5

Dimenze

42x1,5

Teplotní spád

50/40 °C

Tlaková ztráta ventilu:

$$\Delta P_{RV} = p'_v * \Delta P_{DIS}$$

$$\Delta P_{RV} = 0,5 * 10,50 = 5,25 \text{ kPa}$$

Výpočet jmenovitého průtoku armaturou:

$$Kvs = V * \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{\Delta P_{V100}}} = 1,636 * \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{5,25}} = 7,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhuji ventil VRG131, DN 25, Kvs = 6,3 m³/h

Výpočet skutečné tlakové ztráty ventilu:

$$\Delta P_{RV} = \left(\frac{V}{Kvs} * 0,01 \right)^2 = \left(\frac{1636}{6,3} * 0,01 \right)^2 = 6,74 \text{ kPa}$$

Posouzení s minimální tlakovou ztrátou ventilu

3 kPa ≤ 6,74 kPa → VYHOVUJE

Tlaková ztráta armatur na straně s proměnným průtokem:

$$\Delta P_{VAR} = 2VK + ZK + 2KK = 2 * 0,5 + 5 + 2 * 0,5 = 7 \text{ kPa}$$

Výpočet autority ventilu:

$$A = \frac{\Delta P_{RV}}{\Delta P_{RV} + \Delta P_{VAR}} = \frac{6,74}{6,74 + 7,00} = 0,49$$

12.2 Rozdělovač a sběrač

Rozdělovač a sběrač bude vyrobený na míru dle návrhu projektu. Obsahuje celkem 10 hrdel, 4 hrdla slouží pro vytápění otopnými tělesy, 2 hrdla pro fancoily, 2 hrdla pro nepřímotopný ohříváč vody a 2 pro kotel.

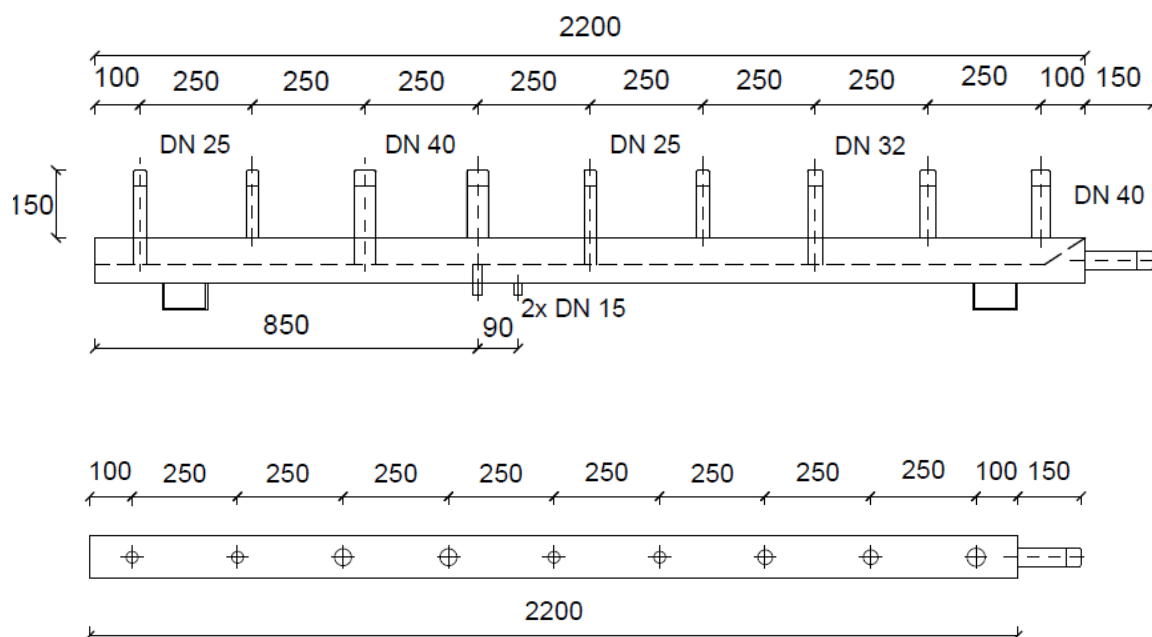
Celkový objemový průtok v kotlovém okruhu: $V = 2,156 \text{ m}^3/\text{h}$

Navrhuji rozdělovač a sběrač ETL RS KOMBI s maximálním průtokem 6,0 m³/h.

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDEL!								
Qmax = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S _p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6 MPa, teplota 110 °C

Obr.49 Technické parametry kombinovaného rozdělovače sběrače [36]



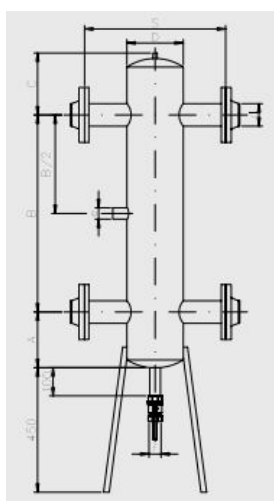
Obr.50 Návrh rozdělovače a sběrače – vlastní tvorba

12.3 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků slouží pro hydraulické oddělení zdroje tepla a otopné soustavy. HVDT zajistí hydraulickou stabilitu otopné soustavy.

Celkový objemový průtok: $V = 2,156 \text{ m}^3/\text{h}$

Navrhuji HVDT ETL typu I



Obr.41 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [37]

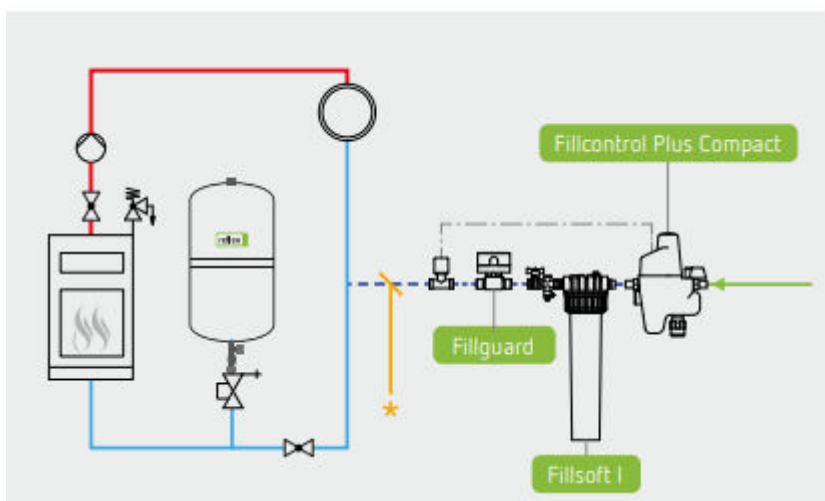
Typ HVDT	Max. průtok (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	S (mm)	d (mm)	e	f	Hmotnost (kg)
24B	1,8	100	300	65	89	200	5/4"	-	-	5
63B	2,5	110	380	80	108	230	6/4"	-	-	9
1B	4,0	110	400	100	108	240	2"	-	-	9,5
I	4,0	100	400	100	108	385	57	1"	5/4"	33
II	8,0	150	500	100	159	400	76	1"	5/4"	43
III	12,0	200	700	200	219	500	89	1"	5/4"	80
IV	20,0	200	700	200	219	500	108	5/4"	5/4"	86
V	30,0	250	900	200	273	560	133	6/4"	6/4"	145
VI	50,0	300	1000	200	324	620	159	6/4"	6/4"	191
VIa	80,0	350	1300	300	406	750	219	2"	6/4"	239
VII	100,0	400	1500	300	508	800	219	2 1/2"	6/4"	305

HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí HVDT je konzola pro uchycení) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní syntetický nátěr.

Obr.52 Technické parametry HVDT [37]

12.4 Automatické doplňování vody

K automatickému doplňování vody navrhují sestavu Reflex Fillcontrol Plus Compact + Fillsoft I+ Fillguard. Zařízení bude umístěno v technické místnosti vedle R+S.



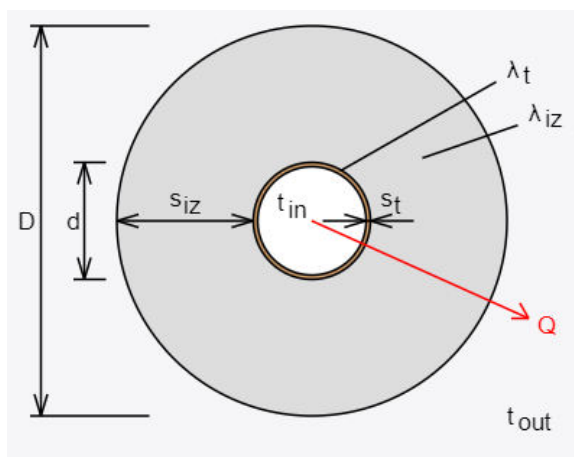
Obr.53 Reflex Fillcontrol Plus Compact + Fillsoft I+ Fillguard [38]

12.5 Návrh izolace potrubí

Pro minimalizaci tepelných ztrát navrhují tepelnou izolaci z minerální vlny a hliníkovou fólií ROCKWOOL-PIPO/ PIPO ALS. Návrh izolace je proveden dle výpočtového programu „Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací“ na internetové stránce www.tzb-info.cz podle platné vyhlášky 193/2007.

Rozměr potrubí	Průměr	Tloušťka stěny	Tloušťka izolace	Součinitel tepelné vodivosti potrubí	Součinitel tepelné vodivosti izolace	Průměr potrubí s izolací	Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	Vypočítaný součinitel prostupu tepla	Určující součinitel prostupu tepla	Posouzení (dle vyhl. 193/2007)
D x t [mm]	d [mm]	t [mm]	S _{iz} [mm]	λ _t [W/(m*K)]	λ _{iz} [W/(m*K)]	D [mm]	α [W/(m ² *K)]	U _{o,v} [W/(m*K)]	U _o [W/(m*K)]	U _{o,v} < U _o
15x1,0	15	1,0	30	372	0,037	75	10	0,135	0,15	VYHOVUJE
18x1,0	18	1,0	40	372	0,037	98	10	0,130	0,15	VYHOVUJE
22x1,0	22	1,0	40	372	0,037	102	10	0,143	0,18	VYHOVUJE
28x1,5	28	1,5	40	372	0,037	108	10	0,162	0,18	VYHOVUJE
35x1,5	35	1,5	50	372	0,037	135	10	0,164	0,18	VYHOVUJE
42x1,5	42	1,5	50	372	0,037	142	10	0,181	0,27	VYHOVUJE

Obr.54 Izolace potrubních rozvodů



Obr.55 Řez potrubím [39]

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka

s_{iz}

=

30

mm

Souč. tepelné vodivosti

λ_{iz}

=

0.037

W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 15x1

Průměr

d

=

15

mm

Tloušťka stěny

s_t

=

1

mm

Souč. tepelné vodivosti

λ_t

=

372

W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 75 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média

t_{in}

=

50

°C

Teplota v okolí potrubí

t_{out}

=

20

°C

Relativní vlhkost vzduchu

ϕ

=

85

%

???

Teplota rosného bodu

t_w

=

13.6

°C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu

α_e

=

10

W / m² K

Délka potrubí

l

=

1

m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 10 - DN 15

=> $U_{O,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_O = 0.135 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlásky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 21.7 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 14.1 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 4 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí

71 %

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

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

Obr.56 Izolace potrubních rozvodů 15x1,0 [39]

126

13 Roční potřeba tepla a paliva pro vytápění a přípravu teplé vody

Výpočet potřeby tepla a paliva pro daný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody.

13.1 Příprava teplé vody

13.1.1 Základní údaje

Lokalita	Brno
Délka topného období	$d = 232$
Vstupní teplota vody v létě	$t_{sv,L} = 15\text{ °C}$
Vstupní teplota vody v zimě	$t_{sv,Z} = 10\text{ °C}$
Výstupní teplota vody	$t_{tv} = 55\text{ °C}$
Spotřeba teplé vody	$V = 1,36\text{ m}^3$
Způsob přípravy	ohřev v nepřímotopném zásobníku otopnou vodou

13.1.2 Výpočet

Požadovaná (využitelná) energie:

$$E_{TV,den} = V * c * (t_2 - t_1) = 1,36 * 1,163 * (55 - 10) = 71,18\text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou vstupní teplotu:

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba tepla:

$$\begin{aligned} E_{TV} &= E_{TV,den} * d + k_t * E_{TV,den} * (350 - d) = \\ &= 71,18 * 232 + 0,89 * 71,18 * (350 - 232) = 23989,08\text{ kWh/r} = 23,99\text{ MWh/r} \end{aligned}$$

Roční spotřeba energie:

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{ZDROJ} * \eta_{DISTR}} = \frac{23,99}{1,055 * 0,5} = 45,48\text{ MWh/r}$$

η_{zdroj} účinnost kondenzačního kotle Luna Platinum+ 1.24 ($\eta = 1,055$)

η_{distr} účinnost systému distribuce ($\eta = 0,5$)

13.2 Vytápění

13.2.1 Základní údaje

Tepelná ztráta objektu	$Q_t = 36,36 \text{ kW}$
Výpočtová venkovní teplota	$t_e = -12 \text{ °C}$
Průměrná venkovní teplota	$t_{es} = 4 \text{ °C}$
Výpočtová vnitřní teplota	$t_i = 20 \text{ °C}$

13.2.2 Výpočet

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací:

$$H_{T+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{36,36}{20 - (-12)} = 1,14 \text{ kW/K} = 1140 \text{ W/K}$$

Opravný součinitel:

$$e = e_t * e_d = 0,8 * 0,8 = 0,64$$

e_t součinitel vyjadřující snížení vliv přerušovaného vytápění během týdne (0,8)

e_d součinitel vyjadřující snížení vliv přerušovaného vytápění během dne (0,8)

Počet denostupňů:

$$D = d * (t_{is} - t_{es}) = 232 * (19 - 4) = 3480$$

t_{is} průměrná teplota vytápěných místností (18-19 °C)

Požadovaná (využitelná) energie = potřeba

$$E = 24 * \varepsilon * e * D * H_{T+I} = 24 * 0,85 * 0,64 * 3480 * 1140 = 51795763 \text{ Wh/r} \\ = 51,8 \text{ MWh/r}$$

ε součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku (0,8-0,9)

Spotřeba energie pro vytápění:

$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{ZDROJ} * \eta_{DISTR}} = \frac{51,8}{0,93 * 0,95} = 58,63 \text{ MWh/r}$$

13.3 Roční spotřeba paliva

$$E = 3600 * \frac{E_{TV} + E_{UT}}{H} = 3600 * \frac{(45,48 + 58,63) * 10^6}{35 * 10^6} = 10709 \text{ m}^3/\text{r}$$

H výhřevnost zemního plynu (35 MJ/m³)

C – PROJEKT - TECHNICKÁ ZPRÁVA

1 Úvod

Projektová dokumentace řeší vytápění a ohřev teplé vody mateřské školky v katastrálním území Moravany u Brna. Projektová dokumentace je zpracována v rozsahu pro provádění stavby.

1.1 Popis a umístění objektu

Objekt se nachází v obci Moravany u Brna na ulici Novosady. Školka má jedno podzemní a jedno nadzemní podlaží, kde se nachází dvě třídy. Školka má kapacitu pro 50 dětí a 6 zaměstnanců.

Nosnou konstrukci podzemního podlaží tvoří betonové tvárnice tl. 300 mm. Nadzemní podlaží je vyzděno z keramických tvarovek Porootherm 30 Profi tl. 300 mm. Obvodové zdivo je dostatečně zatepleno izolací. Stropy jsou montované z panelů Spiroll 250 mm. Střešní konstrukce je řešena jako plochá s vegetační vrstvou. Všechny konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla.

1.2 Podklady pro projekt

Podkladem k vypracování projektu byla projektová dokumentace stavby. Jako další podklady sloužily technické listy, normy a vyhlášky.

2 Tepelná ztráta objektu a potřeba tepla

2.1 Klimatické údaje

Lokalita	Brno
Nadmořská výška	227 m n.m.
Počet dnů v otopném období	232 dnů
Výpočtová venkovní teplota	-12 °C
Průměrná teplota v otopném období	4 °C

2.2 Vnitřní návrhové teploty

Technická místnost, sklad, úklid. místnost	15 °C
Zádveří, chodba, schodiště	15 °C

Hala, šatny, kabinet	20 °C
Herny, ložnice	22 °C
WC, umývárny	24 °C

2.3 Tepelné ztráty konstrukcí

Vypočtené hodnoty stavebních konstrukcí vyhovují požadovaným hodnotám uvedenými v normě ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – požadavky. Tepelná ztráta objektu je 36,36 kW. Potřebný výkon na přípravu teplé vody je 8,9 kW.

2.4 Bilance potřeby tepla

Roční spotřeba energie pro vytápění je 58,63 MWh/r a pro teplou vodu 45,48 MWh/r. Roční spotřeba paliva činí 10709 m³/r.

3 Zdroj tepla

3.1 Zdroj tepla pro vytápění

Jako zdroj tepla pro vytápění a zásobování nepřímotopného zásobníku topnou vodou jsou navrženy dva závěsné kondenzační plynové kotle v kaskádovém zapojení Baxi Luna Platinum+ 1.24. Každý kotel má jmenovitý výkon 26,1 kW a minimální tepelný výkon 2,6 kW při teplotním spádu 50/30 °C. Požadovaný tepelný výkon zdroje v zimním období je 39,73 kW a v letním období 8,9 kW. Kotle jsou umístěny v technické místnosti.

3.2 Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin

Navržené plynové kondenzační kotle jsou typu C. Přívod vzduchu z venkovního prostředí a odvod spalin do venkovního prostoru zajišťuje komínové těleso. Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin bude zajištěno koaxiálním odkouřením Ø80/125 mm. Komínové potrubí bude zakončeno komínovou plastovou hlavicí vyvedenou nad plochou střechu.

3.3 Odvod kondenzátu

U kotlů je potřeba vést kondenzát přes sifon, který brání odvodu spalin do okolí. Kondenzát je doporučeno neutralizovat kvůli vysoké hodnotě pH. Po neutralizaci je kondenzát vypouštěn do kanalizace. Potrubí bude provedeno z materiálu odolného proti korozi např. PVC o vnějším průměru 32 mm.

3.4 Pojistné a zabezpečovací zařízení

Součástí kotle Luna Platinum+ 1.24 je expanzní nádoba o objemu 8 l. Součet objemů expanzních nádob je nedostačující. Je nutné přidat další expanzní nádobu, byla navržena expanzní membránová nádoba Reflex N 18 o objemu 18 l.

- Minimální provozní přetlak 100 kPa
- Maximální provozní přetlak 250 kPa

Součástí kotle je pojistný ventil s maximálním provozním tlakem 3 bary. Tento tlak je dostačující. Z provozních důvodů je navržen další pojistný ventil umístěný před kotlem o velikosti 3 bary-ventil Meibes 3/4" x 3/4".

3.5 Úprava vody a její doplňování

Na úpravu vody bude použita sestava od značky Reflex Fillcontrol Plus Compact + Fillsoft I+ Fillguard. K doplňování vody dochází automaticky pomocí Fillcontrol Plus Compact. Sestava je napojena vodu. Vypouštění vody ze soustavy zajistí vypouštěcí kohouty, voda bude odvedena do kanalizace pomocí podlahové vpusti.

4 Otopná soustava

4.1 Popis otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková, uzavřena s nuceným oběhem o teplotním spádu 50/40. Od rozdělovače a sběrače povedou 3 větve na vytápění a jedna na ohřev teplé vody. Rozvody pro otopná tělesa budou vedeny v podlaze. Pro teplovzdušné vytápění pomocí jednotek fancoil budou rozvody vedeny do 1NP v sádrokartonové předstěně a vodorovné rozvody vedeny v podhledu.

4.2 Otopná tělesa

V objektu jsou navrženy otopná tělesa od firmy KORADO. V 1PP použita tělesa KORADO RADIK VK s pravým spodním H šroubením. V 1NP budou použita tělesa KORADO RADIK PLAN VK s pravým nebo levým spodním H šroubením. V koupelnách a na toaletách budou umístěny trubková tělesa KORALUX LINEAR MAX se spodním středovým připojením. Dalším typem těles jsou navrženy RADIK PLAN VERTIKAL svisle orientované otopné těleso se spodním středovým připojením. Součástmi všech otopných těles je termostatická hlavice a odvzdušňovací ventil.

Tělesa budou upevněna 100 mm nad podlahou a připevněna ke stěně dle pokynů výrobce. Umístění těles bude provedeno dle projektové dokumentace.

4.3 Jednotky fancoil

V místnostech 113 a 118 bude vytápění zajištěno fancoilovými kazetovými jednotkami SK 56 od firmy SkyStar. Provedení je čtyřtrubkové. V objektu bude osazeno celkově 6 jednotek. Jednotky budou zakotveny do stropní konstrukce dle pokynů výrobce.

4.4 Potrubní rozvody

Celá otopná soustava je navržena z mědi. Byly použity trubky o rozměrech od 15x1,0 do 42x1,5 mm. Spoje měděného potrubí jsou prováděny pomocí tvarovek PRESS lisováním.

4.5 Tepelná izolace potrubí

Veškeré rozvody budou izolovány. Tloušťky izolací byly stanoveny dle vyhlášky 193/2007. Izolace potrubí bude provedena z ROCKWOOL-PIPO/PIPO ALS. Z důvodů nedostatečné tloušťky podlahy bude použita poloviční tloušťka izolace.

Rozměr	Tloušťka izolace	Průměr potrubí s izolací	Vypočítaný souč. prostupu tepla $U_{o,v}$	Určující souč. prostupu tepla U_o	Posouzení
[mm]	[mm]	[mm]	[W/(m*K)]	[W/(m*K)]	
15x1,0	30	75	0,135	0,15	VYHOVUJE
18x1,0	40	98	0,130	0,15	VYHOVUJE
22x1,0	40	102	0,143	0,18	VYHOVUJE
28x1,5	40	108	0,162	0,18	VYHOVUJE
35x1,5	50	135	0,164	0,18	VYHOVUJE
42x1,5	50	142	0,181	0,27	VYHOVUJE

4.6 Oběhová čerpadla

Oběhová čerpadla zajistí nucený oběh vody v soustavě. Čerpadla jsou navržena na proporcionální tlak a budou osazena na větví V1, V2, V3 a V4. Nucený oběh vody mezi R+S a kotli zajistí čerpadla, která jsou součástí kotlů. Byla navržena čerpadla od firmy GRUNDSOF. "

- Čerpadlo Č1 – Větev 1 – UT

Hmotnostní průtok: 1090,20 kg/h

Tlaková ztráta: 16337,2 Pa

Navržené čerpadlo Alpha2 25-40 130

- Čerpadlo Č2 – Větev 2 – UT
Hmotnostní průtok: 608,34 kg/h
Tlaková ztráta: 15636,9 Pa
Navržené čerpadlo Alpha2 25-40 180
- Čerpadlo Č3 – Větev 3 – UT
Hmotnostní průtok: 1616,34 kg/h
Tlaková ztráta: 15497,5 Pa
Navržené čerpadlo Alpha1 L 25-40 130
- Čerpadlo Č4 – Větev 4 – TV
Hmotnostní průtok: 464,32 kg/h
Tlaková ztráta: 1110,6 Pa
Navržené čerpadlo Wilo-Stratos PICO 25/0,5-4,0

4.7 Armatury

V soustavě jsou použity tyto armatury: kulový kohout, zpětná klapka, filtr, trojcestný směšovací ventil, kulový kohout se zajištěním, kulový kohout s odvodněním, pojistný ventil, automatický odvzdušňovací ventil, vypouštěcí kulový kohout, teploměr, manometr.

4.8 Příprava teplé vody

Zdrojem tepla pro přípravu teplé vody budou kondenzační kotle, které slouží pro ohřev otopné vody. Otopná voda je ve spádu 60/40 °C. Teplá voda je ohřívána na teplotu 55 °C a připravována ve stacionárním nepřímotopným ohříváči UBVT 400 SC o objemu 400 l.

4.9 Regulace

Příprava teplé vody, otopná soustava a provoz dvou kotlů bude řízen pomocí komunikační jednotky Interface OCI 345. Pro ekvithermní řízení kotle bude na budově umístěna vnější sonda QAC34/101. Dále je nutné dodat externí modul AVS75 pro řízení směšovaných topných okruhů s čidlem QAD36 na potrubí.

K regulaci teploty otopné vody slouží trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131. Ventil bude osazen na každé otopné větvi od rozdělovače a sběrače. Ventil bude mísit vodu o teplotě 60 °C s vratnou vodou o teplotě 40 °C, výsledná hodnota topné vody 50°C.

Otopná tělesa jsou regulována termostatickými ventily a hlavicemi.

5 Požadavky na ostatní profese

5.1 Stavební práce

Potrubí vedené v podhledu bude uchyceno pomocí ocelových úchytek ke stropní konstrukci. Rozvody v podlaze budou zaizolovány, sestaveny a umístěny před zalitím roznášecí vrstvy podlahy. Před instalací otopných těles se vysekají drážky do zdi pro potrubí. V místech prostupu potrubí nosnou stěnou musí být osazeny chráničky.

5.2 Zdravotechnika

Je nutné doplňovat vodu do nepřímotopného zásobníku a do otopné soustavy. Doplňování vody do otopné soustavy zařídí automatická sestava od značky Reflex. U kotlů je potřeba vést kondenzát přes sifon. Kondenzát je doporučeno neutralizovat kvůli vysoké hodnotě pH. Po neutralizaci je kondenzát vypouštěn do kanalizace. V technické místnosti musí být podlahová vpusť.

5.3 Plynovodní instalace

Kotle jsou napojeny na plynové potrubí.

5.4 Elektroinstalace

Armatury jako trojcestné ventily, servopohon, čerpadla budou připojeny na elektrickou síť. Projekt bude dodán profesí elektroinstalace.

6 Montáž a uvedení do provozu

6.1 Zdroj

Montáž a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odbornou kvalifikací a oprávněním k činnosti. Postup pro montáž a zapojení zdroje je uveden v dokumentaci od dodavatele.

6.2 Otopná soustava

Před instalací těles je nutné všechna tělesa propláchnout a po dokončení montáže provést zkoušky těsnosti. Montáž a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s osvědčením o zácviku.

7 Zkoušky

Před uvedením systému do provozu je nutné provést zkoušky dle ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

7.1 Zkouška těsnosti

Zkouška se provede před zazděním drážek, zalitím podlahy, zaizolováním potrubí a provedením nátěru. Otopná soustava se naplní vodou a zkouší na nejvyšší dovolený přetlak po dobu 6 hodin. Zařízení se odvzdušní a zareguje na stanovený stupeň dle projektu. Při prohlídce nesmí docházet k viditelné netěsnosti. Pokud se neprojeví pokles tlaku v soustavě a známky netěsnosti, je zkouška považována za úspěšnou.

7.2 Dilatační zkouška

Zkouška se provede před zazděním drážek, zalitím podlahy, zaizolováním potrubí a provedením nátěru. Teplonosná látka se ohřeje na nejvyšší teplotu a poté se nechá vychladnout na teplotu vzduchu. Pokud se neprojeví známky netěsnosti nebo jiné poruchy, je zkouška považována za úspěšnou.

7.3 Topná zkouška

Topné zkoušky se provádějí za účelem natavení a seřízení. Zkoušku lze provádět mimo topnou sezónu a to u soustav do 100 kW. Zkouška trvá 24 hodin. Kontroluje se správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných ploch, zabezpečovací zařízení, výkony kotlů, regulační zařízení. Pokud jsou požadavky splněny, je zkouška považována za úspěšnou.

8 Ochrana zdraví a životního prostředí

8.1 Ochrana životního prostředí

Stavba ani navržené vytápění nebude mít negativní vliv na životní prostředí.

8.2 Nakládání s odpady

S odpady, které vznikly během výstavby, bude nakládáno dle zákona 541/2020 Sb. Zákon o odpadech.

9 Bezpečnost a požární ochrana

9.1 Bezpečnost při realizaci díla

Bezpečnost při realizaci bude zajišťovat zhotovitel. Práci budou provádět osoby s příslušnou kvalifikací. Budou dodrženy předpisy:

- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- Vyhláška č. 192/2005 základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
- Nařízení vlády č. 101/2005 o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí

9.2 Bezpečnost při provozu a užívání

Provoz a obsluhu může provádět pouze zaškolená osoba, která bude dodržovat postupy a pokyny určené od výrobce.

10 Použité normy, zákony, vyhlášky

- ČSN 73 0540-2 - Tepelná ochrana budov – Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN EN 12 831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění
- ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

- ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- Zákon č. 541/2020 Sb. – Zákon o odpadech
- Vyhláška č. 499/2006 Sb. – Vyhláška o dokumentaci staveb
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Zákon č. 309/2006 Sb. o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- Vyhláška č. 192/2005 základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
- Nařízení vlády č. 101/2005 o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout vytápěcí systém a přípravu teplé vody v mateřské školce, která se nachází v Moravanech u Brna. Práce byla rozdělena do tří částí.

V teoretické části projektu se zabývám tématem teplovzdušného vytápění a jednotkami fancoil které byly použity ve výpočtové části.

Ve výpočtové části se zabývám návrhem systému vytápění a přípravy teplé vody na zadaném objektu. Zdrojem tepla jsou dva kondenzační kotle Luna Platinum+ 1.24, které jsou umístěny v technické místnosti. Teplotní spád kotlového okruhu a okruhu pro ohřev teplé vody je navržen 60/40. Teplotní spád otopné vody je 50/40. Ohřev teplé vody bude zajištěn nepřímotopným ohřívačem vody UBVT 400 SC o objemu 400 l. V objektu jsou navržena desková a trubková otopná tělesa od firmy Korado. Vytápění dvou velkých tříd je zajištěno pomocí fancoilů.

V projektové části je zpracována technická zpráva, která popisuje systém vytápění. Součástí je i výkresová dokumentace.

Seznam použitých zdrojů

Tištěné zdroje:

- [1] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8.
- [2] HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. *Vzduchotechnika v příkladech*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-720-4486-9.
- [3] BYSTRICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. *Technická zařízení budov - B*. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-010-3450-X.
- [4] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. Šlapanice: ERA group, 2002. Stavíme. ISBN 80-865-1735-7.
- [5] ANOTKOVÁ, Eva. *TECHNIKA PROSTŘEDÍ: 2. část*. 2014.
- [6] HIRŠ, Jiří a Gunter GEBAUER. *TZB-VZDUCHOTECHNIKA: MODUL BT02-07 SYSTÉMY VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ*. 2005.
- [7] FILLEUX, Charles a Andreas GÜTERMANN. *Solární teplovzdušné vytápění: koncepce, technika, projektování*. Ostrava: HEL, 2006. ISBN 80-861-6728-3.

Elektronické zdroje:

- [8] Teplovzdušné větrání a vytápění - teorie a schémata (I): E. Teplovzdušné vytápění (zemní výměník tepla, rekuperace, solární prostor). *Tzb-info* [online]. 2006 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://ahi-carrier.cz/produkt/42nl-42nh-idrofan-hydronic-ducted-fan-coil-units-cz/>
- [9] Teplovzdušné vytápění obytných budov: Článek převzat ze sborníku k semináři STP se svolením autora. *Tzb-info* [online]. 2001 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplvzduzne-vytapani/620-teplvzduzne-vytapani-obytnych-budov>
- [10] NEPOKOJ, Václav. Teplonosné látky. <https://www.dumy.cz/> [online]. 26.10.2013 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <http://dumy.cz/material/111278-teplonosne-latky>
- [11] Větrací jednotky s cirkulací pro chlazení a vytápění EPD, RD. *Tzb-info* [online]. 2017 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/16139-vetraci-jednotky-s-cirkulaci-pro-chlazení-a-vytapani-epd-rd>
- [12] Systémy větrání obytných budov. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-rodinnych-domu/7937-systemy-vetrani-obytnych-budov>
- [13] Optimální volby zdroje - porovnání nákladů na vytápění - I díl. *Tzb-info* [online]. 2007 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/4450-optimalni-volby-zdroje-porovnani-nakladu-na-vytapani-i-dil>
- [14] Možnosti vytápění krbovými kamny a vložkami - první část. *Tzb-info* [online]. 2010 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/6940-moznosti-vytapani-krbovymi-kamny-a-vlozkami-prvni-cast>

- [15] Možnosti vytápění krbovými kamny a vložkami - pokračování Část II. *Tzb-info* [online]. 2010 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/6976-moznosti-vytapani-krbovymi-kamny-a-vlozkami-pokracovani>
- [16] Sálavé chladicí systémy (II). *Tzb-info* [online]. 3006 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3284-salave-chladici-systemy-ii>
- [17] *Kazetové 4-trubkové fancoily SkyStar SK* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: [file:///C:/Users/Pavel%20P%C3%A1nek/Downloads/1547047860-skystar%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Pavel%20P%C3%A1nek/Downloads/1547047860-skystar%20(3).pdf)
- [18] *Remak* [online]. Dostupné z: https://www.remak.eu/sites/default/files/files/ru_xp_catalogue_0.pdf
- [19] *Teplovzdušné vytápění bez kompromisu* [online]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/teplovzduzne-vytapani-bez-kompromisu-detail-8330>
- [20] *Okenní klimatizace do otvoru v okně nebo ve stěně* [online]. In: . Dostupné z: https://www.klimatizace.net/okenni-klimatizace_42
- [21] *42NL & 42NH Hydronic Ducted Fan Coil Units* [online]. In: . Dostupné z: <https://ahi-carrier.cz/produkt/42nl-42nh-idrofan-hydronic-ducted-fan-coil-units-cz/>
- [22] *Termostatická hlavice Halo-B* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/termostaticka-hlavice-halo-b>
- [23] *Heimeier Univerzální klíč* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/heimeier-univerzalni-klic-0530-01-433-p68306/>
- [24] *Vekolux* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/vekolux>
- [25] *KORADO Armatura HM přípojovací rohová chrom* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/korado-armatura-hm-pripojovaci-rohova-chrom-z-d043-px313156>
- [26] *KORADO Armatura HM přípojovací rohová chrom* [online]. In: . Dostupné z: <https://img.korado.cz/userfiles/file/67/accac13ae276598d29e720254c0b55d1.pdf>
- [27] *UBVT 400 SC* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.baxi.cz/ohrivace-tv-a-zasobniky/ubvt-400-sc/>
- [28] *Luna Platinum+* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.baxi.cz/kondenzacni-plynove-kotle/luna-platinum-plus/>
- [29] *STAD – PN 25* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/stad-pn-25>
- [30] *ALPHA2* [online]. In: . Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz/products/alpha/alpha2?tab=models>
- [31] *ALPHA1 L* [online]. In: . Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz/products/alpha/alpha1-l?tab=models>
- [32] *Stratos PICO 25/0,5-4* [online]. In: . Dostupné z: <https://wilo.com/cz/cs/Produkty-a-aplikace/cs/vyroby-a-expertiza/wilo-stratos-pico/stratos-pico-25-0-5-4>

- [33] *Tlakové expanzní nádoby s membránou* [online]. In: . Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/cz/produkty/reflex_products/membrandruckausdehnung/?gclid=CjwKCAjwyryUBhBSEiwAGN5OCPDzMJ6TzbRsXlelxlSplFxZj1de6Xaoj70TlJwtZf8BXVP4R9yslXoCdnQQA_vD_BwE
- [34] *POJISTNÝ VENTIL DUCO 3/4"* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.esl.cz/pojistny-ventil-duco-3-4>
- [35] *Trojcestný směšovací ventil ESBE VRG 132 20-4* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.bola.cz/trojcestny-smesovaci-ventil-esbe-vrg-132-20-4>
- [36] *KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ SE SBĚRAČEM RS KOMBI* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.etl.cz/prilohy/ETL%20RS%20Kombi%20.pdf>
- [37] *Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT* [online]. In: . Dostupné z: <https://www.etl.cz/prilohy/ETL%20HVDT%20.pdf>
- [38] *Doplňovací zařízení & technologie úpravy vody* [online]. In: . Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/uploads/reflex_products/RE2182cz_9130894_Water_Make-up_systems_brochure.pdf
- [39] *Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací* [online]. In: . Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubu-s-izolaci>

Seznam příloh

VÝKRESY

č. výkresu D.1.1.01	Půdorys 1NP-zapojení otopných těles
č. výkresu D.1.1.02	Půdorys 1NP-zapojení fancoilů
č. výkresu D.1.1.03	Půdorys 1PP-zapojení otopných těles
č. výkresu D.1.1.04	Schéma zapojení otopných těles
č. výkresu D.1.1.05	Schéma zapojení fancoilů
č. výkresu D.1.1.06	Půdorys technické místnosti
č. výkresu D.1.1.07	Schéma zapojení zdroje
č. výkresu D.1.1.08	Půdorys 1NP-dimenzační schéma
č. výkresu D.1.1.09	Půdorys 1PP-dimenzační schéma