



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

HEATING OF FLAT HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Sára Piętoňová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Topič, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov
Studentka: **Sára Piętoňová**
Vedoucí práce: **Ing. Jan Topič, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

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

Vytápění bytového domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Prováděcí projektová dokumentace systému ústředního vytápění zadané budovy.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

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,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nspecifikovaných 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.

Seznam doporučené literatury a podklady:

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální právní předpisy ČR
3. České i zahraniční technické normy

4. Odborná literatura

5. Zdroje na internetu

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 22. 11. 2022

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Jan Topič, Ph.D.
vedoucí práce

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh vytápění a ohřevu teplé vody pro bytový dům v Brně. Teoretická část této práce rozebírá princip kondenzace a její účinnost s ohledem na podmínky, během kterých kondenzace probíhá. Dále se zabývá plynovými kondenzačními kotli a jejich provozem a účinností při různých způsobech zapojení. V tomto ohledu řeší i rozdílná zapojení pro přípravu teplé vody a porovnává způsoby mezi sebou. Závěr teoretické části se zaměřuje na odvod spalin a jeho účinnost se zřetelem na provoz v topné sezóně a mimo ni. Výpočtová část dokládá návrh a výpočet tepelných ztrát zadaného objektu. Následně návrh otopných těles a posouzení jednotlivých zařízení a armatur, které jsou součástí systému vytápění a přípravy teplé vody. Projektová část obsahuje grafické řešení projektu, tedy projektovou dokumentaci pro úroveň prováděcí dokumentace projektu. V poslední části práce se nachází také technická zpráva kompletní projektové dokumentace společně s přílohami.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bytový dům, otopná soustava, otopná tělesa, plynový kondenzační kotol, kondenzace, příprava teplé vody

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is the design of heating and hot water heating for an apartment building in Brno. The theoretical part of this thesis analyzes the principle of condensation and its effectiveness with regard to the conditions during which condensation takes place. It also deals with gas condensing boilers and their operation and efficiency in various connection methods. In this regard, it also solves different connections for hot water preparation and compares individual methods with each other. The conclusion of the theoretical part focuses on flue gas extraction and its effectiveness with regard to operation in the heating season and beyond. The calculation part documents the design and calculation of heat losses of the specified object. Subsequently, design of heating elements and assessment of individual devices and fittings that are part of the heating and hot water preparation system. The project part contains the graphic solution of the project, i.e. project documentation for the level of project implementation documentation. In the last part of the work there is also a technical report complete project documentation together with attachments.

KEYWORDS

Apartment building, heating system, heating elements, gas condensing boiler, condensation, hot water preparation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PIĘTOŃOVÁ, Sára. *Vytápění bytového domu*. Brno, 2023. 140 s., 150 s. příloh. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Jan Topič.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vytápění bytového domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2023

Sára Piętoňová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vytápění bytového domu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2023

Sára Piętoňová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu panu Ing. Janu Topičovi Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a ochotu při zpracování této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině, mým spolužákům a kamarádům za podporu.

OBSAH

ÚVOD.....	10
A. TEORETICKÁ ČÁST	11
A.1. KONDENZACE	12
A.1.1. Princip kondenzace.....	12
A.1.2. Účinnost kondenzačních kotlů, využití energie a zásady spalování	12
A.1.2.3. Charakteristika spalování.....	14
A.1.2.4. Psychometrický diagram spalin – diagram h, x.....	14
A.1.2.5. Vliv přebytku vzduchu na vlhkosti spalin	15
A.1.2.6. Rosný bod spalin.....	16
A.1.2.7. Rosný bod vodní páry ve spalinách.....	17
A.1.2.8. Kyselý rosný bod	17
A.1.3. Stupeň využití a účinnost spalin	18
A.1.3.1. Kondenzace a její závislost na teplotním spádu a období v roce.....	19
A.2. KONDENZAČNÍ PLYNOVÝ KOTEL	19
A.2.1. Princip přípravy teplé vody pomocí kondenzačního kotle.....	19
A.2.1.1. Účinnost kondenzace v kotli během přípravy teplé vody.....	20
A.2.1.2. Vyrovňovací nádoba pro průtokový ohřev teplé vody	21
A.2.2. Porovnání průtokového a zásobníkového ohřevu.....	22
A.2.3. Zapojení kondenzačních kotlů	23
A.2.4. Odvod spalin	27
A.3. ZÁVĚR.....	29
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	30
B.1. ANALÝZA OBJEKTU.....	31
B.2. VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU	31
B.2.1. Výpočet součinitele prostupu tepla	31
B.2.2. Stanovení součinitele prostupu tepla u jednotlivých konstrukcí.....	32
B.3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	51
B.4. ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	68
B.5. NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES	73
B.5.1. Výkon otopných těles.....	77
B.6. NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY.....	79

B.7.	NÁVRH ZDROJE TEPLA	82
B.7.1.	Odtah spalin.....	86
B.8.	BYTOVÁ MĚŘÍCÍ SESTAVA	87
B.8.1.	Dimenzování bytové měřící sestavy.....	90
B.8.2.	Termostat.....	91
B.9.	DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	92
B.9.1.	Dimenzování bytových jednotek.....	94
B.9.1.1.	Bytové jednotky 1.NP.....	94
B.9.1.2.	Bytové jednotky 2.NP	96
B.9.2.	Dimenzování k bytovým měřícím sestavám.....	98
B.9.2.1.	Bytové měřící sestavy - 1.NP.....	98
B.9.2.2.	Bytové měřící sestavy – 2.NP.....	99
B.9.3.	Dimenzování od R+S k ohřívači	100
B.9.4.	Dimenzování od R+S k HVDT.....	100
B.9.5.	Dimenzování od HVDT ke kotli.....	100
B.10.	TEPELNÁ IZOLACE	101
B.11.	NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL.....	103
B.11.1.	Dimenzování oběhového čerpadla pro větev přípravy teplé vody	104
B.11.2.	Dimenzování oběhového čerpadla pro větev 1	105
B.11.3.	Dimenzování oběhového čerpadla pro větev 2.....	106
B.12.	KOMPENZACE POTRUBÍ.....	107
B.13.	ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	108
B.13.1.	Návrh expanzní nádoby	108
B.14.	ZAŘÍZENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI.....	111
B.14.1.	Návrh trojcestných směšovacích ventilů	111
B.14.2.	Návrh vyvažovacích ventilů.....	114
B.14.3.	Návrh rozdělovače a sběrače	117
B.14.4.	Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků	117
B.14.5.	Návrh automatického doplňování s filtrace vody.....	118
B.14.6.	Návrh neutralizačního boxu.....	119
B.15.	ROČNÍ SPOTŘEBA PALIVA	120
B.15.1.	Vytápění.....	120
B.15.2.	Teplá voda.....	120
B.15.3.	Roční spotřeba paliva – zemní plyn.....	120

C. PROJEKTOVÁ ČÁST.....	121
C.1. Technická zpráva.....	122
C.1.1. Úvod.....	122
C.1.2. Podklady pro zpracování.....	122
C.1.3. Vypočet tepelného výkonu, potřeby tepla na vytápění a přípravu teplé vody	122
C.1.3.1. Potřeba energie a spotřeba paliv.....	122
C.1.4. Technické řešení.....	123
C.1.4.1. Zdroj tepla.....	123
C.1.4.2. Otopná soustava.....	124
C.1.4.3. Požadavky na profese.....	125
C.1.4.4. Montáž a uvedení do provozu.....	125
C.1.5. Zkouška zařízení.....	126
C.1.6. Ochrana zdraví a životního prostředí.....	126
C.1.7. Bezpečnost ochrany a zdraví při práci.....	127
C.1.8. Výkresová dokumentace	127
ZÁVĚR.....	128
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	129
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	132
Seznam použité literatury	132
Seznam internetových zdrojů.....	132
Použité normy a předpisy	133
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	134
SEZNAM TABULEK.....	135
SEZNAM PŘÍLOH.....	136
SEZNAM VÝKRESŮ	136

ÚVOD

Tématem bakalářské práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody v bytovém domě v Brně. Práce je dělena do tří částí. Část teoretická, výpočtová a projektová.

Teoretická část se zabývá kondenzačními kotli a kondenzací obecně.

Výpočtová část obsahuje návrh otopného systému na základě doložených výpočtů. Zpracování výpočtů je provedeno ručně i pomocí softwaru DEKSOFT.

V projektové části se nachází technická zpráva a projektová dokumentace k projektu.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1. KONDENZACE

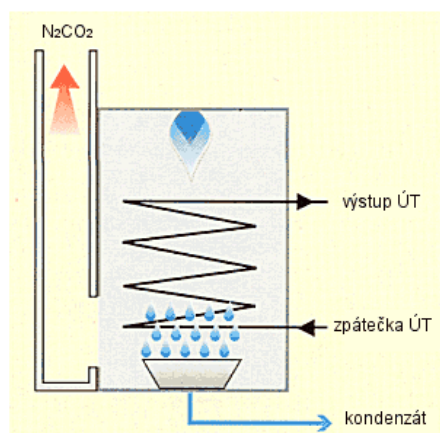
A.1.1. Princip kondenzace

Spalováním zemního plynu (methanu) nebo propanu vznikají molekuly vody. Ty se hořením ohřívají a mění skupenství v podobě vodní páry. Společně s oxidem uhličitým vodní pára tvoří spaliny a odchází systémem pro odvod spalin. Tyto tepelné spaliny nesou tzv. latentní teplo, které lze chápat jako část skryté energie. Při ochlazení spalin na teplotu rosného bodu ($57\text{ }^{\circ}\text{C}$) dochází k přeměně skupenství. Kondenzuje se vodní pára a následně dojde k uvolnění tepla. Pomocí výměníku v kotli se tato uvolněná energie využívá k předehřevu vratné vody – to objasňuje informace uvedené výrobcí, které překračuje hodnoty účinnosti 100 %. [4]

A.1.2. Účinnost kondenzačních kotlů, využití energie a zásady spalování

A.1.2.1. Skutečná a uváděná hodnota účinnosti kondenzačních plynových kotlů

Prakticky však není možné, aby hodnota účinnosti přesahovala 100 %. Tato hodnota je takzvaným normovým stupněm využití, který lze v technických listech najít jako účinnost spalného zařízení. Jestliže je znám princip kondenzace, kdy zchlazení spalin na teplotu rosného bodu vede ke kondenzaci vodní páry a následnému uvolnění kondenzačního tepla, další odstavce se budou zabývat skutečnými a uváděnými hodnotami účinnostmi spalného zařízení. [4]



CH_4 - metan (ZP sítě Transgas obsahuje 98,4% metanu)
a umožňuje normovaný stupeň využití až 108%

Obrázek 1: Princip spalování zemního plynu kondenzačním ohřevem [4]

Ochlazením spalin pod teplotu jejich rosného bodu tedy dosáhneme kondenzace vodní páry. Uvolnění kondenzačního tepla vede ke zvýšení teoretické účinnosti až o 11 %. Ve skutečnosti však dojde ke ztrátám, které je třeba uvažovat a to 1 % únikem spalin, 0,5 % sáláním kotle a 1,5 % odvedením kondenzátu. V konečném výsledku kondenzační teplo přivede 8 % a celková účinnost spalného zařízení je 108 %. Pomocí výpočtu účinnosti kondenzačního kotle, ze spalného tepla fyzikálně správným výpočtem, je možné dojít na maximální hodnotu 97,5 %. S odchylkou skutečných hodnot od uváděných přes 10 % lze dokázat, že informace některých výrobců jsou

zkreslené, a proto je důležité hledat kvalitní výrobce s technickými listy, které uvádí všechny skutečnou hodnotu účinnosti kondenzačního kotle. [3]

A.1.2.2. Využití energie

Pro úplné vysvětlení principu spalování a účinnosti kondenzačních kotlů je potřeba zahrnout pojmy spalné teplo a výhřevnost.

Spalné teplo H_s [kWh/m³]

Spalné teplo je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství plynu a stechiometrického množství kyslíku (o počátečních teplotách 25 °C) při ochlazení spalin zpět na teplotu 25 °C. Jde tedy o veškeré množství tepla vzniklé spálením jednotkového množství paliva a zahrnuje i ve vodní páře vázané, tzv. latentní teplo. [4]

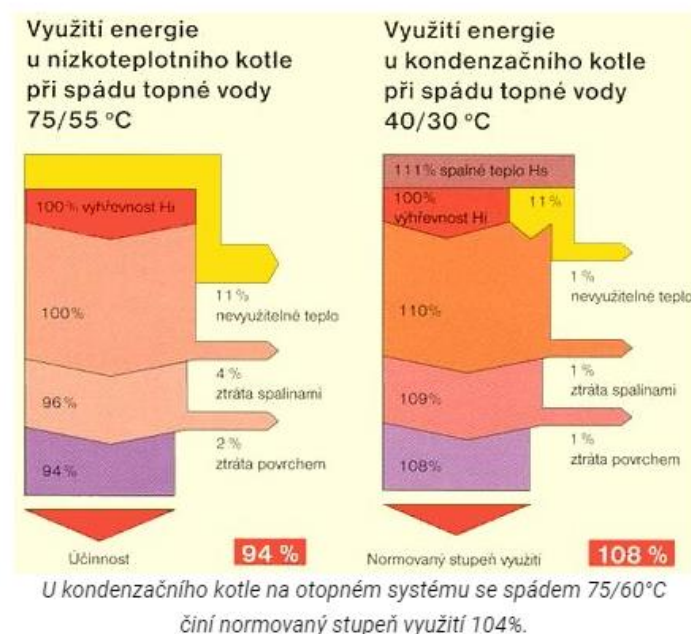
Výhřevnost plynu H_i [kWh/m³]

Výhřevnost plynu se rovná spalnému teplu zmenšeném o teplo uvolněné kondenzací vodní páry ze spalin. Jde tedy o množství tepla, které energii obsaženou ve vodní páře spalin nezohledňuje. Z výhřevnosti se stanoví účinnost spalovacího zařízení. U kondenzačních techniky je zaveden dříve zmiňovaný normový stupeň využití, jehož hodnoty jsou nad 100 %. [4]

Popsaná závislost jednotlivých veličin lze vyjádřit vztahem:

$$\text{SPALNÉ TEPLO} = \text{VÝHŘEVNOST} + \text{KONDEZAČNÍ TEPLO}$$

Princip spalování zemního plynu při kondenzačním ohřevu:



Obrázek 2: Princip spalování zemního plynu kondenzačním ohřevem [4]

Teoretické využití latentního tepla	Zemní plyn	Propan	Topný olej
Spalné teplo H_s [kWh/m ³]	11,06	28,12	10,68
Výhřevnost plynu H_i [kWh/m ³]	9,97	25,89	10,08
Podíl H_s/H_i	1,109 (+10,9 %)	1,086 (+8,6 %)	105,9 (+5,9 %)

tab. 1 Porovnání tepelné energie u kondenzační techniky v závislosti na různých palivech [4]

A.1.2.3. Charakteristika spalování

Spalováním paliv vzniká ze spalných složek paliva oxid uhličitý (CO₂) a vodní pára (H₂O). Zvýšený obsah vodní páry ve spalinách je důsledek vyššího podílu vodíku nebo uhlovodíku v palivu. [1]

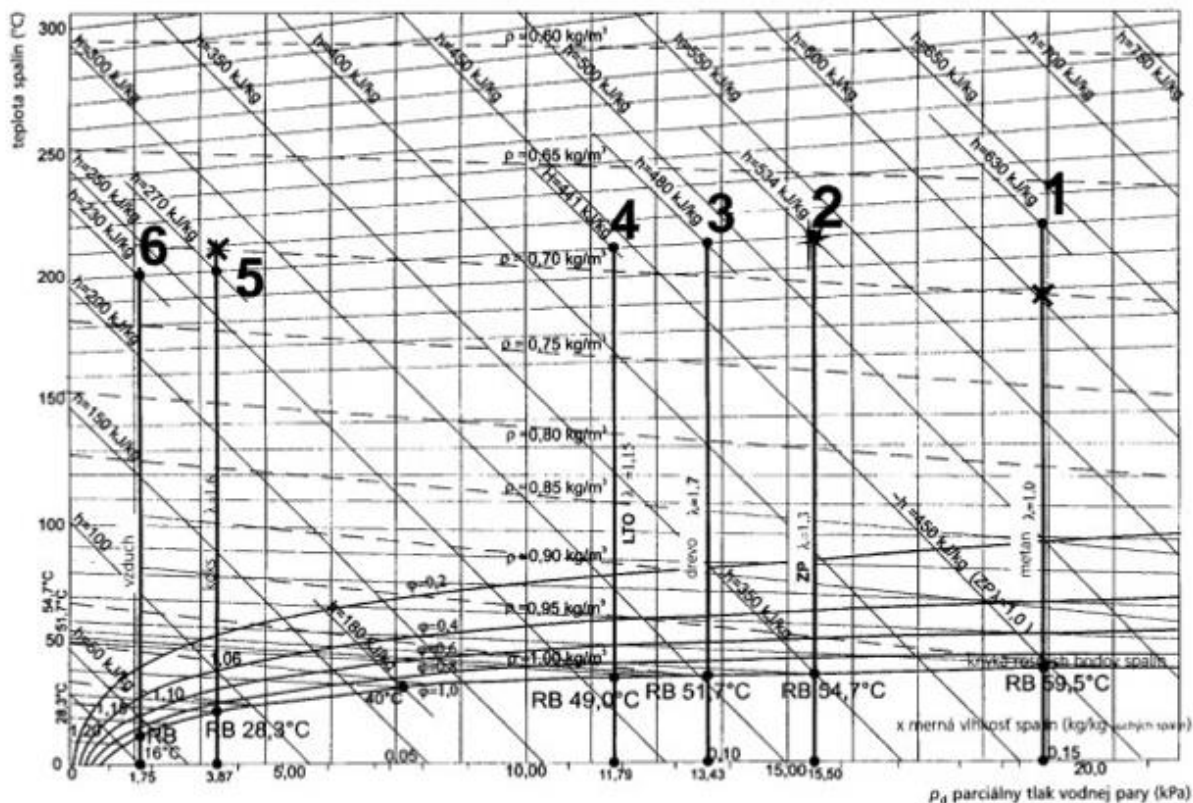
Spaliny kromě těchto složek obsahují nespálený kyslík (O₂) z tzv. nadbytku vzduchu při spalování a dusík (NO₂), který je podstatnou součástí vzduchu. Spaliny obsahují i malé množství oxidů dusíku (desítky až stovky mg/m³) a většinou ještě menší množství oxidu uhelnatého (CO) jako produkt neúplného spalování. Všechny plyny (CO₂, N₂, SO₂, NO_x) krom vodní páry tvoří tzv. suché spaliny. S vodní parou potom vlhké spaliny tvoří celkové množství spalin v kg nebo m³. [1]

Vlhké spaliny teda představují větší množství než suché a toto množství jako základní parametr se vztahuje na jednotku spalného paliva. Například při spálení 1 m³ zemního plynu se při spalování bez nadbytku vzduchu vytvoří asi 8,5 m³ suchých a 10,5 m³ vlhkých spalin. Objemové hodnoty se odvíjí od teploty a počítá se s hydrostatickým tlakem 101 325 Pa. Většina udávaných údajů je při teplotě 0 °C. [1]

Množství spalin se v technické praxi při konkrétním zařazení vztahuje na časovou jednotku – množství spalin za hodinu nebo sekundu. Pro odvod spalin je zase častým parametrem hmotnostní průtok spalin v kg_{sp}/h nebo kg_{sp}/s. Na porovnání vlastností vlhkých spalin a popis jejich parametrů je nejlepší spaliny hodnotit ve vztahu k 1 kg suchých paliv a plynných částí spalin bez vodní páry. [1]

A.1.2.4. Psychometrický diagram spalin – diagram h, x

Stavové parametry spalin vztahující se na 1 kg suché plynné části nejlépe popisuje diagram závislosti vlhkosti, teploty, tepelného obsahu a hustoty vlhkých spalin. Na vytvoření grafické představy o stavu spalin se používá diagram h, x běžně využívaný ve vzduchotechnice pro vzduch. Přibližně se rozšíří na spaliny. Zanedbává se okrajová nepřesnost vyplývající z toho, že složení suché části vzduchu je jiné než při spalinách, a vytvoří se porovnávací diagram h, x, který by platil pro vzduch i pro spaliny. Diagram je sestavený pro vlhké spaliny i vzduch vztahující se na 1 kg suchých spalin (suchého vzduchu) při atmosférickém tlaku 101 325 Pa. [1]



Obr. 5.1 Přibližný diagram h, x pro spaliny z různých paliv a schéma ochlazování spalin z teploty 200 °C na rosný bod
 1 – metán $\lambda = 1,0$; 2 – zemní plyn $\lambda = 1,3$; 3 – dřevo $\lambda = 1,7$ (25% vlhkosti); 4 – ľahký vykurovací olej $\lambda = 1,15$; 5 – koks $\lambda = 1,6$; 6 – spaľovací vzduch (pri 25 °C $\phi = 55\%$)

Obrázek 3: Přibližný diagram h, x pro spaliny z různých paliv [1]

Příklad porovnání vlhkosti vzduchu a spalin

Tab. 5.1

Druh spalin	Merná vlhkosť (kg/kg _s)	Násobok mernej vlhkosti v porovnaní so vzduchom	Parciálny tlak vodnej pary (kPa)
Spaľovací vzduch (25 °C, 55 %)	0,0110		1,75
Spaliny z koksu ($\lambda = 1,6$)	0,0240	2 ×	3,87
Spaliny z ľahkého vykurovacieho oleja ($\lambda = 1,15$)	0,0830	7,5 ×	11,79
Spaliny z ľahkého drevného oleja ($\lambda = 1,7$)	0,0980	8,9 ×	13,43
Spaliny zo zemného plynu ($\lambda = 1,3$)	0,1140	10,4 ×	15,5
Spaliny z metánu ($\lambda = 1,0$)	0,1495	13,6 ×	19,4

Priznávka:

Obrázek 4: Příklad porovnání vlhkosti vzduchu a spalin [1]

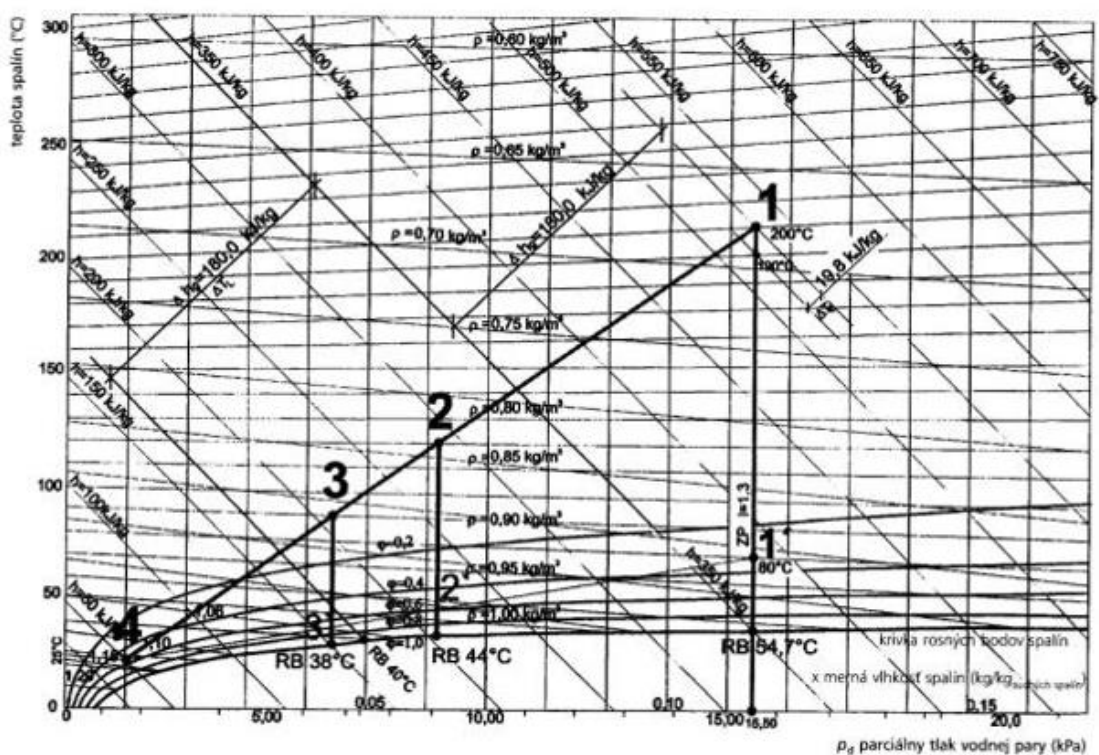
A.1.2.5. Vliv přebytku vzduchu na vlhkosti spalin

Vzduch má nižší vlhkost než spaliny. Smíšením spalin se vzduchem se vlhkost (měrná vlhkost, parciální tlak vodní páry) ve spalinách snižuje. Zvýšením obsahu vzduchu ve spalinách se snižuje teplota rosného bodu spalin. Spaliny zemního plynu s nadbytkem vzduchu mají teplotu rosného bodu 54,7 °C a vzduch se zvolenými parametry (teplota $t = 25$ °C a relativní vlhkostí $\phi = 50$ %) má teplotu rosného bodu 15 °C. Popsané hodnoty lze vyčíst z obrázku č. 5 pod textem. Spaliny smíšené se

vzduchem (bod 4) v hmotnostních poměrech vztahující na suché plyny 1:1 posunou teplotu rosného bodu z 54,7 °C na 44 °C. Při smíchání stejných spalín se vzduchem v poměru 1:2 vzniknou spaliny, které mají teplotu rosného bodu pouze 38 °C (pod bodem 3). [1]

Z toho vyplývá, že spalování paliv je účinné s nízkým nadbytkem vzduchu, teda tak, aby se spaliny neředily se studených vzduchem a zbytečně se nesnižoval tepelný obsah.

Výsledkem tohoto pozorování je, že spalování paliv je účinné s nízkým nadbytkem vzduchu. Jde o to, aby se spaliny neředily se studeným vzduchem, a tedy neklesal tepelný obsah. Pro velké využití kondenzačního tepla je snaha vyvarovat se spalování s vysokým nadbytkem vzduchu. [1]



Obr. 5.2 Diagram h, x pre miešanie vzduchu so spalínami a na porovnanie entalpie spalín zo zemného plynu pri $\lambda = 1,3$
 bod 1 – stav spalín zo spalovania zemného plynu pri teplote 200 °C; bod 2 – stav zmesi spalín a vzduchu pri zmiešavaní v pomere 1 : 1 ($\text{kg}_d/\text{kg}_{su}$); bod 3 – zmiešanie spalín so vzduchom v pomere 2 : 1; bod 4 – vzduch s parametrami $t = 25$ °C, $x = 0,01 \text{ kg/kg}_{su}$
 Porovnanie entalpie: Ochladením spalín o 10 °C sa získa 19,8 kJ/kg_{su}, ochladením spalín z 200 °C na 54,7 °C sa získa 180 kJ/kg_{su}, a ochladením z 54,7 °C na 40 °C sa získa 180kJ/kg_{su}.

Obrázek 5: Diagram h, x pro mísení vzduchu se spalínami [1]

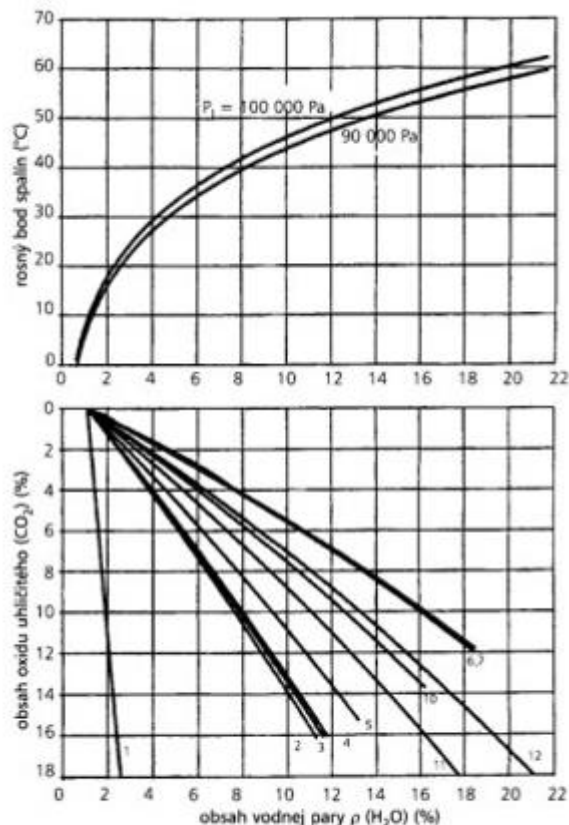
A.1.2.6. Rosný bod spalín

Rosný bod je v obecné definici bod plynu, ktorý obsahuje vodní páru, teplota vzniku kondenzace vodní páry. Při kondenzaci vodní páry se uvolňuje kondenzační teplo, známé taky jako výparné. Vysoké teploty rosného bodu spalín se dosáhne při větší vlhkosti spalín, které vznikají při nízkém nadbytku vzduchu během spalování. Při vyšších teplotách vratné topné vody je vysoká teplota rosného bodu lepší, jelikož umožňuje kondenzaci spalín. S rostoucím rosným bodem roste i podíl latentního

tepla, a to z důvodu nelineárního průběhu kondenzace. Na obrázku č. 3 je možné vypočítat, že vlhké spaliny ze zemního plynu mají viditelně vyšší rosný bod než například spaliny z tuhých paliv. Smícháním spalin se vzduchem dojde ke snížení rosného bodu. [1]

A.1.2.7. Rosný bod vodní páry ve spalinách

Pomocí grafu na obrázku č. 6 se dá vypočítat hodnota rosného bodu vodní páry ze spalin, odvíjející se na základě různých paliv a jejich obsahu CO_2 . S nižším obsahem CO_2 stoupá nadbytek vzduchu ve spalinách a tím klesá teplota rosného bodu. Na grafu je možné vypočítat rozdílné hodnoty, které vyplývají z maximálního obsahu CO_2 . U přímky 6,7 je viditelný pozvolný průběh. Tato přímka značí průběh plynných paliv a ta mají nejvyšší hodnoty rosného bodu. Konkrétně u zemního plynu je nejvyšší obsah CO_2 12 % a tomu odpovídá teplota rosného bodu (při atmosférickém tlaku 100 kPa) přibližně $t_{\text{RB}} = 59 \text{ }^\circ\text{C}$. [1]



Obr. 5.4 Obsah vodnej pary ρ (H_2O) a rosný bod spalin
 1 – koks; 2 – těžký vykurovací olej < 4%; 3 – těžký vykurovací olej < 2%; 4 – těžký vykurovací olej < 1%; 5 – lehký vykurovací olej; 6 – zemní plyn H; 7 – zemní plyn L; 10 – LPG; 11 – dřevo (vlhkost 23%); 12 – dřevo (vlhkost 33%)

Obrázek 6: Obsah vodní páry a rosný bod spalin [1]

A.1.2.8. Kyselý rosný bod

Výše znázorněné grafy uvádí hodnoty rosného bodu pouze pro paliva bez obsahu síry. Avšak v sirných palivech dochází ke spalování síry na SO_2 a pro 1 % dochází

k přeměně na SO_3 . Tato sloučenina společně s vodou vytváří slabá roztok kyseliny sírové, který zvyšuje teplotu rosného bodu. Tento jev je vhodný z hlediska uvolnění skupenského tepla vodní páry kondenzací v kotli, a to při vysoké teplotě vratné vody. Projevuje se u paliv jako je například topný olej. Lze dosáhnout vysokého množství kondenzace, a to i přes menší tepelný obsah spalin v porovnání tepelného obsahu spalin u plynných paliv. [1]

Chemické procesy se odráží i na složení kondenzátu, které je dáno vlastnostmi spalovaného plynu. Kondenzát má kyselý charakter a jeho pH se pohybuje v rozmezí hodnot 3,5 až 5,4. U kondenzátu, který je odváděn od kotlů na zemní plyn, je odpovídající kyselost pH rovna 5. Takovou hodnotu má například i déšť. Pokud je výkon kotle do 25 kW, jeho kondenzát lze odvést do kanalizace pře zápachovou uzávěrku bez potřeby neutralizace. [2]

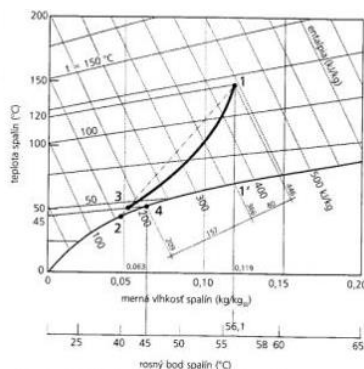
U kotlů, které zajišťují větší prostory, nebo je vznesen požadavek správce kanalizace, je potřeba kondenzát odvést do neutralizačního boxu, kde proběhne chemická neutralizace. Pro neutralizaci se používá mramor, dolomit nebo vápno, který tvoří tzv. odkyselovací materiál na který se CO_2 chemicky váže. [5]

	Zemní plyn	Propan	Topný olej
Množství kondenzátu	1,53 kg.m ⁻³	3,37 kg.m ⁻³	0,88 kg.kg ⁻¹

Obrázek 7: Množství kondenzační vody [3]

A.1.3. Stupeň využití a účinnost spalin

Výše uvedený text se zabývá parametry spalin a dopad na vliv vzniku kondenzačního tepla, které se uvolňuje ze spalin a jejich ochlazováním. Principiálně se spaliny ochlazují při cestě z hořáku do spalinového hrdla, kde jsou na styku s výměníkem. Teplota topné vody ve výměníku se pohybuje o 5 °C výše, než je teplota odváděných spalin. Ochlazení spalin se odvíjí o vstupních parametrů, tedy vratné topné vody, která do kotle vstupuje. Pokud při výstupu z výměníku dochází k ochlazení spalin pod teplotu rosného bodu, děj vede ke kondenzaci ve výměníku. Zjednodušené vyjádření tohoto popisu je možné pozorovat na obrázku č. 8 pod textem. [1]



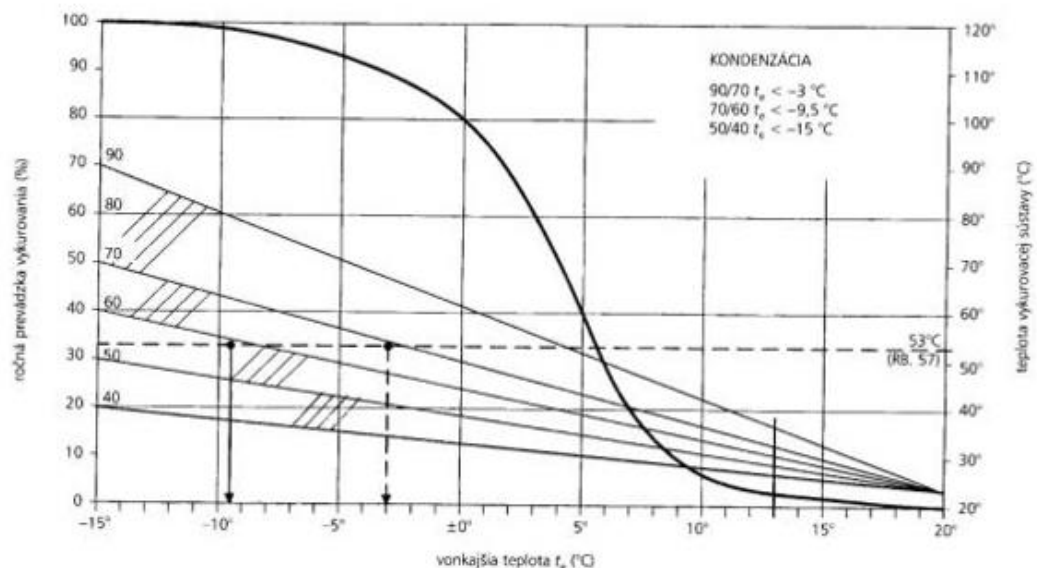
Obr. 5.6 Skutočný priebeh ochladzovania spalin so vstupnou teplotou 120 °C v kondenzačnom výmenníku

Zvolené parametre: teplota spalin na vstupe 120 °C; merná vlhkosť spalin na vstupe 0,119 kg/kg_w; rosný bod 56,1 °C; ochladzovanie na teoretickú hodnotu 40 °C

Obrázek 8: Průběh ochlazování spalin ve výměníku [1]

A.1.3.1. Kondenzace a její závislost na teplotním spádu a období v roce

Na základě otopné plochy je navržen teplotní spád otopné soustavy. Stejný princip uvažuje vstup a výstup topné vody u plynového kotle. Jmenovité teploty přívodu a vratu jsou stanoveny na základě okrajových podmínek prostředí a výpočtu tepelného výkonu budovy. Průběh v závislosti na roční potřebě vytápění a venkovní teploty lze sledovat na obrázku č. 9. Je zde znázorněna tzv. křivka otopné soustavy. Uvažované teplotní spády (50/40, 70/60 a 90/70) jsou vyneseny v závislosti na průběhu venkovních teplot. Díky tomu lze určit pásmo kondenzace v plynovém kotli. Graf udává mimo početnosti teplot otopného období i odpovídající teplotní výkon, který odpovídá teplotnímu spádu daného období. Teplota rosného bodu, označena jako RB, je přibližně 53 °C. Při této teplotě bude do kotle přiváděna kondenzace způsobena topnou vodou asi o 5 °C nižší, uvažovaná teplota tedy 53 °C. Z grafu lze vyčíst, že dochází ke kondenzaci při teplotním spádu 90/70 °C a venkovní teplotě $t_e = -3$ °C, teplotním spádu 70/60 venkovní teplotě $t_e = -9,5$ °C a při teplotním spádu 50/40 celoročně. [1]



Obr. 5.8 Grafické znázornenie prevádzky kondenzácie v priebehu vykurovacieho obdobia pri vykurovacej sústave s teplotným spádom 90/70, 70/60 a 50/40 °C

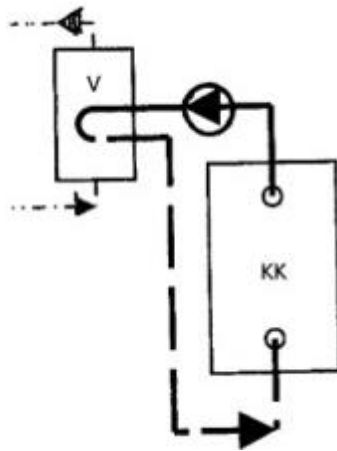
Obrázek 9: Průběh kondenzace v závislosti na teplotním spádu a venkovní teploty [1]

A.2. KONDENZAČNÍ PLYNOVÝ KOTEL

A.2.1. Princip přípravy teplé vody pomocí kondenzačního kotle

Zásady kondenzace spalin pro vytápění, kde platí požadavek na nízkou teplotu vratné vody se značně neliší od zásad pro potřebu ohřevu teplé vody. Otopná voda pouze cirkuluje z výměníku kotle (KK) do výměníku ohříváče vody (V) poháněná oběhovým čerpadlem. Oběma výměníky protéká stejný průtok, a proto se nemění množství vody ani dopravní tlak čerpadla. Kotel, ohříváč vody i oběhové čerpadlo je navrženo tak, aby bylo možné dosáhnou co největšího ochlazení topné vody v ohříváči. Do ohříváče je

přivedena pitná voda z vodovodního řadu, která se pohybuje při teplotě okolo 10 °C. Výstupní teplota z ohřivače je požadovaná 55 °C.



Obrázek 10: Schéma propojení kondenzačního kotle s ohřivačem vody [1]

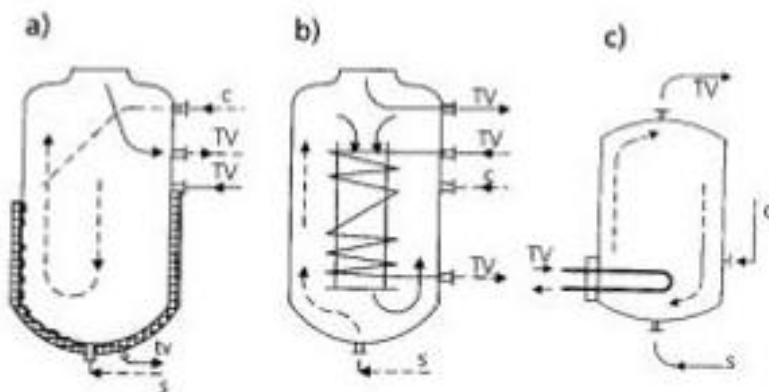
A.2.1.1. Účinnost kondenzace v kotli během přípravy teplé vody

Ohřev teplé vody lze využít zásobníkový, průtokový nebo kombinovaný. Zásobníkový ohřev funguje na základě ohřevu vody přirozeným prouděním, kdy podle fyzikálních vlastností tepla látka stoupá k vrchní části zásobníku. Tím vzniká proudění podél výměníku, který je umístěn v dolní části ohřivače. Pro tento přirozený jev je ideální stojatý válcový zásobník.

Průběh a výsledná teplota vody v ohřivači je ovlivněna několika aspekty. Mezi ně patří například volba konstrukce zásobníku, nebo volba dle výkonu. [1]

Tento ohřev teplé vody využívá i řešený projekt, a to především z důvodu komfortního provozu. Pro udržení požadované teploty teplé vody je v zásobníku uvažována spirála.

- Zásobníkový ohřivač s plášťovým výměníkem
- Zásobník s výhřevnou spirálou na vnějším plášti svíslého prstence
- Zásobník s trubkovým výměníkem



Obrázek 11: Typy zásobníkových ohřivačů vody [1]

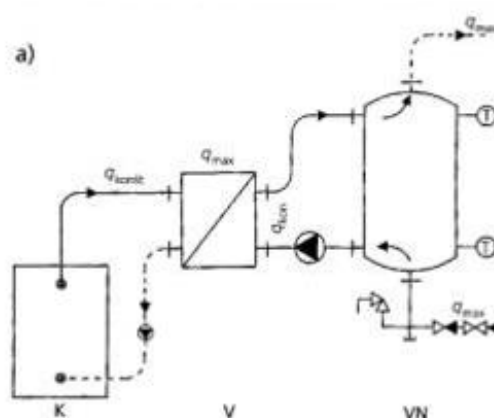
Průtokový ohřev uvažuje s ohřevem vody v nádobě bez vzniku proudění, které je způsobeno odběrem vody. Rychlost vody proudící přes zásobník se blíží k nule, a to kvůli velkému průřezu zásobníku. Opačně pracuje průtokový ohřev. Objem ohříváné vody je roven objemu vody, který je k okamžité spotřebě. Odběr teplé vody se však odvíjí od času odběru a dokáže mít požadavek až stonásobně větší průtok, než je minimální. Při takto proměnlivém výkonu výměníku je obtížné pro tepelný zdroj pokrýt výkyvy. Regulaci výkonu teplosměnné plochy lze zajistit proměnným průtokem topné vody, nebo změnou teplotního spádu. Obě regulace mají vliv na výkon kotle. Přeměna hodnot výkonu není proveditelná nebo z hlediska účinnosti kotle nevhodná. Pro kondenzační kotle se instaluje průtokový ohřev pouze s požitím vyrovnávací nádoby.[1]

A.2.1.2. Vyrovnávací nádoba pro průtokový ohřev teplé vody

Vyrovnávací nádoba (VN) slouží v okruhu ohřevu teplé vody pro oddělení průtokového výměníku (V) od průtoku odběru vody. Při proměnném odběru je okruh zajištěn vyrovnávací nádobou, která ji zabezpečuje pomocí hydrostatického tlaku gravitačního vodovodu. Konstantní průtok bez vlivu hydrostatického tlaku, který proudí ve výměníku ohříváče zabezpečuje oběhové čerpadlo. Konstantní výkon ohřevu pro různé odběry teplé vody pak zajišťuje vyrovnávací nádoba. Pro zajištění vytvoření požadovaného teplotního spádu všech ploch, může být použito sériové zapojení průtokových ohříváčů. Otopná voda

Vliv na kondenzaci při největším odběru

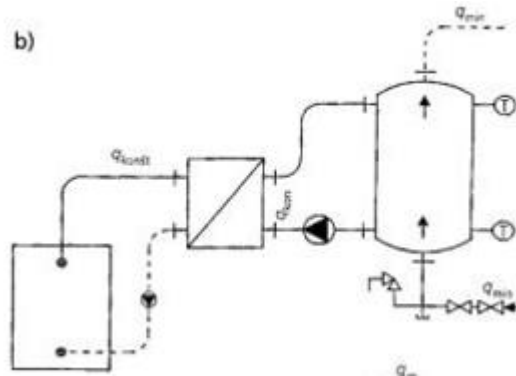
Uvažuje se největší objemový průtok za 1 sekundu, pro který je třeba stanovit výkon výměníku. Na hodnotu maximálního průtoku ohříváče (q_{MAX}) je navrženo oběhové čerpadlo. Při dosažení této hodnoty voda protéká ohříváčem plným průtokem a vyrovnávací nádoba je nevyužita. Do průtokového ohříváče je přivedena studená voda s teplotou $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a její výstupní teplota musí být $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Otopná voda vracející se do výměníku je o $7\text{ až }10\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší než studená voda. Do kotle pak proudí vratná voda, která je velmi ochlazená. Z toho vyplývá že bude pod rosným bodem spalin. V takovém případě je možné uvažovat účinnost spalování zemního plynu v kotli trvale až 100% z hlediska spalného tepla, tedy cca 11% z hlediska výhřevnosti. [1]



Obrázek 12: Schéma zapojení při průtokovém ohřevu a největším odběru teplé vody [1]

Vliv na kondenzaci při nejmenším odběru

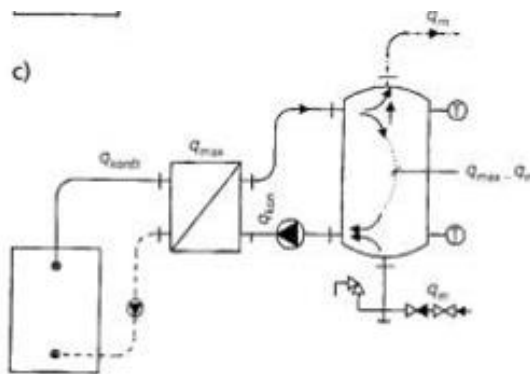
Při nejmenším odběru průtok vody vede pouze přes vyrovnávací nádobu. Při dostatku teplé vody ve vyrovnávací nádobě, bude výměník i kondenzační kotel mimo provoz.



Obrázek 13: Schéma zapojení při průtokovém ohřevu a nejmenším odběru teplé vody [1]

Vliv na kondenzaci při optimálním průtoku

Při optimálním odběru proteče ohřivačem jmenovitý průtok. Tím se rozumí průtok vody odpovídající maximálnímu odběru. Takto připravená teplá voda (q_{opt}) se odebírá v odběrném místě. Část teplé vody cirkuluje okruhem s vyrovnávací nádobou při průtoku ($q_{max} - q_{opt}$). Na plný výkon jede kondenzační kotel, kterým protéká konstantní průtok vody (q_{kon}), jede tedy na maximální účinnost. Délka odběru je ukončena naplněním nádoby a ukončením provozu kondenzačního kotle.[1]



Obrázek 14: Schéma zapojení při průtokovém ohřevu a optimálním odběru teplé vody [1]

A.2.2. Porovnání průtokového a zásobníkového ohřevu

Pro požadavky kondenzačního režimu kotle vyhovuje více průtokový ohřev, a to z důvodu, že zajišťuje neměnný průtok a konstantní výkon kotle. Při zvětšení objemu vyrovnávací nádoby se prodlužuje doba zapojení kotle do činnosti. U zásobníkového ohřivače je problém s vratnou vodou, která vede do kotle. Ta je příliš vysoká a může snižovat účinnost kondenzace. Vychladnutí vratné vody je kvůli proudění v zásobníku v porovnání s průtokovým ohřevem obtížně.

A.2.3. Zapojení kondenzačních kotlů

Kondenzační kotle se často využívají pro ohřev topné vody pro vytápění a zároveň pro přípravu teplé vody. Kotle lze na základě přívodu vratné vody rozdělit následovně:

- kotle s jedním kondenzačním výměníkem: jedno přívodní hrdlo pro vratnou vodu vedoucí do kotle
- kotle s dvěma kondenzačními výměníky: dvě přívodní hrdla pro vratnou vodu vedoucí do kotle

Na základě propojení okruhu přípravy teplé vody s okruhem vytápění lze rozdělit následovně:

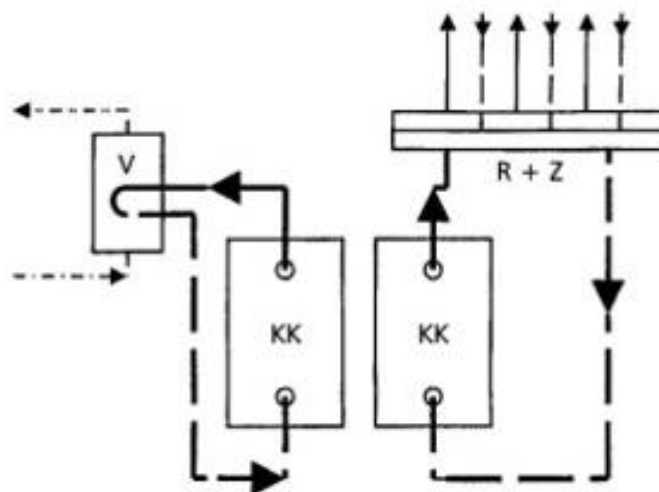
- kotle s odděleným okruhem přípravy teplé vody a vytápění
- kotle se společným okruhem přípravy teplé vody a vytápění

Kotle s odděleným okruhem přípravy teplé vody a vytápění

Při tomto rozdělení dochází k vyšší účinnosti při spalování. Při přípravě teplé vody je celoročně zajištěna kondenzace v kotli při přerušovaném režimu odběru teplé vody. U vytápění je kotel v provozu pouze během otopné sezóny a jeho výkon se mění na základě období otopné sezóny.

Ze samostatných zdrojů

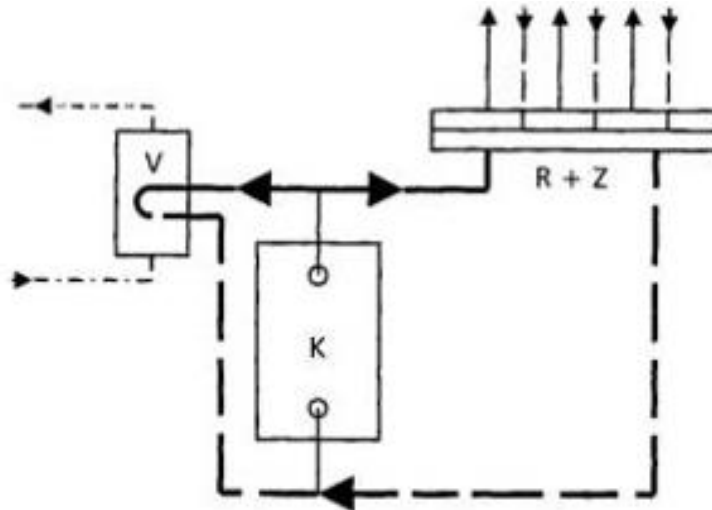
Kotle v takovém systému jsou dimenzovány zvlášť na výkon otopné soustavy a zvlášť na potřebu teplé vody. Podle parametru je kotel pro vytápění během otopné sezóny stále v kondenzačním režimu, ať už úplně nebo částečně. Samostatný kondenzační kotel pro přípravu teplé vody je navržen podle výkonu odběrové špičky. [1]



Obrázek 15: Schéma zapojení kondenzačních kotlů oddělené pro okruhy přípravy teplé vody a vytápění [1]

Z jednoho zdroje

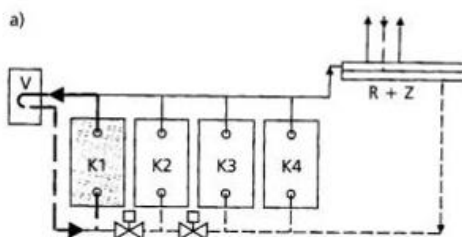
Kotle v takovém systému pracují s přednostní přípravou teplé vody. Většinou má alternativní provoz. Výkon teplosměnné plochy ohřívače se rovná jmenovitému výkonu kotle, tak aby příprava s vyrovnávací nádobou nebo zásobníkovým ohřívačem využívaly tepelný zdroj na jmenovitý výkon. Aby se zamezilo poklesu teploty v budově, nebývá přednostní příprava teplé vody dlouhá. Oproti předchozímu řešení je zde využíván jeden kotel s maximálním vytížením, a přitom je účinnost systému téměř shodná. Výhodou jsou především vstupní náklady.[1]



Obrázek 16: Schéma zapojení kondenzačního kotle, který má alternativní provoz s přednostní přípravou teplé vody [1]

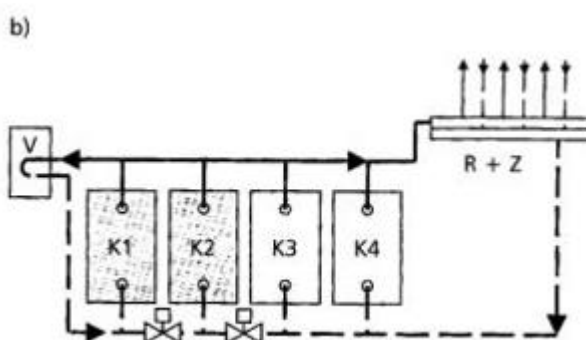
Kaskádové zapojení kotlů

Oddělení chodu přípravy teplé vody a vytápění při kaskádovém zapojení umožňuje regulaci výkonu, přičemž není potřeba náročné regulace samotného kotle a jeho chod může být v rámci jmenovitého výkonu. Jak už výše zaznělo, chod kotle na jmenovitý výkon je z hlediska kondenzačního režimu nejvýhodnější, protože spalování probíhá při menším nadbytku vzduchu, a tedy neklesá teplota rosného bodu. V zobrazovaném schématu je jeden z kotlů (K1) určen pro přípravu teplé vody při optimálním odběru. Pokud potřeba teplé vody stoupne, pro přípravu teplé vody se zapne i druhý kotel (K2), který je při optimální potřebě teplé vody určen pro vytápění. Jeho uvedení do provozu je pomocí senzoru teploty, který je umístěn na výstupu teplé vody u ohřívače. Jedná se tedy o přednostní přípravu teplé vody, jelikož je výkon kotlů pro vytápění snížen v rámci zajištění teplé vody.



Obrázek 17: Kaskádové zapojení kotlů s kotlem K1 pro přípravu teplé vody [1]

Dalším způsobem zapojení je využití dvou kotlů (K1 a K2), přičemž chod kotle K2 pro přípravu teplé vody je uvažován pouze krátkodobě. Tím pádem nedochází ke snížení potřebného výkonu na vytápění, jelikož doba, po kterou kotel zásobuje ohřívač místo otopné soustavy je zanedbatelná. [1]



Obrázek 18: Kaskádové zapojení kotlů s kotli K1 a K2 pro přípravu teplé vody [1]

Oddělení provozu při přípravě teplé vody a vytápění u kaskádového zapojení kotlů je příznivé hned z několika důvodů. Při tomto způsobu zapojení není potřeba umísťovat hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, jelikož se změna výkonu neprojeví na průtoku kotlovým okruhem. Dále je vysoká účinnost kondenzačního režimu kotle při nízké teplotě vratné vody. Každý z kotlů má minimální nadbytek spalovacího vzduchu díky konstantnímu výkonu. Je tedy zajištěna vysoká vlhkost spalin a vysoká teplota rosného bodu. [1]

Kotle se společným okruhem přípravy teplé vody a vytápění

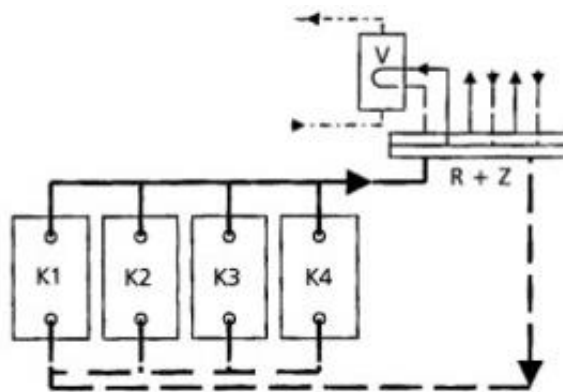
System pracuje s paralelním připojením okruhu na přípravu teplé vody a vytápění. Kotel či kaskáda kotlů jsou společně propojeny a odvedeny do rozdělovače se sběračem, odkud vedou otopné větve a větev pro přípravu teplé vody. [1]

Takto uvažovaný systém je použit i v řešeném projektu, kde kaskáda dvou kotlů firmy Thermona zásobují teplo přes rozdělovač se sběračem. Teplotní spád v kotlovém okruhu je uvažován 80/60, přičemž teplotní spád otopné soustavy je 50/40. Kotlový spád byl zvolen vysokoteplotní pro vysokou účinnost kotlů a zároveň pro potřeby teplé vody. Při nízkoteplotním chodu, tedy spádu 50/40, nedosahuje otopná voda požadované teploty teplé vody 55 °C (minimální požadavek je však 60 °C).

Oproti předešlému systému tento však nedosahuje tak vysoké účinnosti kondenzace, jelikož teplota vratné vody, která vstupuje do kotle z otopných větví a zásobníku, není dostatečně nízká.

Kaskádové zapojení kotlů bez vyrovnávače tlaků

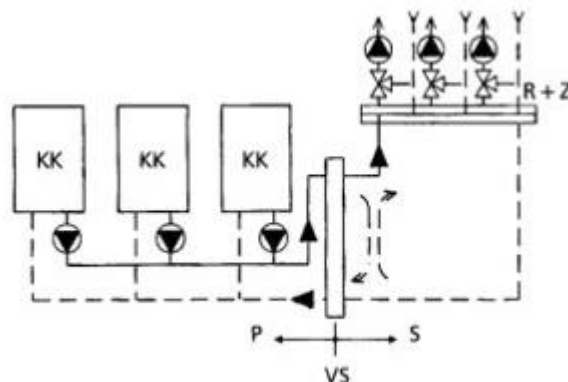
Zapojení kaskády kotlů je možné aplikovat bez vyrovnávače tlaků. Vcelku je o to, že kotle mají malý obsah vody a je umožněn volný průtok kotlovým okruhem, který se odvíjí od průtoku v otopné soustavě. Průtok kotlovým okruhem regulují oběhová čerpadla na jednotlivých otopných větvích. Kotle bez regulace výkonu se mohou použít pomocí tzv. skokové regulace. Ta je proveditelná při přiměřeně velkém počtu kotlů. Skoková regulace je vyvolána zapínáním kotlů v kaskádě a je umožněn proměnlivý výkon v průběhu otopného období, a to i s uvažováním přípravy teplé vody. [1]



Obrázek 19: Schéma zapojení bez vyrovnávače tlaků [1]

Kaskádové zapojení kotlů a vyrovnávače tlaků

Při použití kondenzačních kotlů s malým obsahem vody je kotlový okruh poháněn oběhovými čerpadly zabudovanými v kotli. Pro proměnné tlakové i průtokové podmínky je instalován hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, který vyrovnává kotlový okruh. Jeho umístění je mezi kotlový okruh a rozdělovač se sběračem. Může se stát, že v HVDT dojde k oteplení vratné vody přiváděné od R+S do kotlů, což je z hlediska účinnosti kondenzace spalin neefektivní. [1]



Obrázek 20: Schéma zapojení s vyrovnávačem tlaků [1]

A.2.4. Odvod spalin

Na základě teplotě topné vody a momentálním využití kotle mají spaliny kondenzátu teplotu v rozmezí od 40 do 90 °C. Mokrý spaliny vstupují do komíny nejčastěji v jeho patě. Komín tedy musí odolávat vlhkosti, působení kondenzátu a přetlaku. [2]

Pro správný návrh odvodu spalin je potřeba znát následující parametry: teplotu spalin, příkon paliva na stanovení množství spalin, obsah oxidu uhličitého pro určení nadbytku vzduchu během spalování a pro určení skutečného množství spalin, tlak spalin v kouřovém hrdle.

Parametry se samozřejmě mění v průběhu roka s potřebným výkonem kotle a klimatickými podmínkami. Změna výkonu kotle je z hlediska odvodu spalin důležitá kvůli měnícímu se nadbytku vzduchu, množství a teploty spalin při spalování. Pokud je v systému využito přetlakového kouřového hrdla a určeného dispozičního tlaku ventilátoru hořáku, výkyvy parametrů budou stabilnější než při řešení odvodu spalin komínem s přirozeným tahem.[4]

Plynulá regulace výkonu, kdy je výkon snižován, vede ke snížení teploty spalin. Snížením prouděného množství spalin komínem a kouřovodem poklesne i tlaková ztráta. Pokles tlakové ztráty způsobí snížení tlakového rozdílu ventilátoru hořáku, což má za následek snížení množství spalovacího vzduchu.[4]

Spaliny kondenzačních kotlů jsou specifické svou teplotou, která je pod rosným bodem a tím je jejich množství menší. Spalování probíhá za malého nadbytku vzduchu. Objem je snížen o zkondenzovanou vodní páru v kotli.

Hořáky, které v kondenzačních kotlích využívají nucené přimíchávání pomocí ventilátoru, musí pokrýt ztráty tlaku, které vznikají nasáváním spalovacího vzduchu. Tyto ztráty jsou způsobeny nasáváním při průtoku spalin kotlem a spalinovou cestou. Účinkem ventilátoru se vytvoří podtlak pro nasávání a přetlak v kotli. Snížení výkonu kotle vede i ke snížení průtoku spalovacího vzduchu a průtoku spalin. Takové změny výkonu by měl být hořák schopen pokrýt a při spalování zajistit nejnižší nadbytek vzduchu. V režimu pro vytápění pracuje kondenzační kotel při nejnižších výkonech. Hořák bude nastaven pro spodní hranici regulovaného výkonu kotle, tak aby při spalování vznikala, co nejmenší nadbytek spalin. Při větším nadbytku spalin vzniklých spalováním při výkonu kotle, který se bude přibližovat k jmenovitému výkonu, nebude ovlivněna celoroční účinnost kotle. Tlakové poměry vzduch spalinové cesty, které se dotknou tlaku ventilátoru hořáku budou mít vliv na přirozený tah komína, tlakovou ztrátu vzniklou nasáváním a tlakovou ztrátou pro odvod spalin. [4]

Kotel jedoucí na plný výkon distribuuje topnou vodu s nejvyšší teplotou. Vysoká je i teplota spalin a vlhkost. V nejnižším bodě bude je hustota spalin, kvůli nevykonané kondenzaci. Při nízké venkovní teplotě a vysoké hustotě vzduchu vzniká větší

přirozený tah komína, kdy při konstantním přetlaku v kouřovém hrdle, bude největší odtah spalin

Naopak při nízkém výkonu kotle jsou spaliny odváděny s nejnižší teplotou. Dochází ke kondenzaci, spaliny tedy mají vysokou hustotu a malý objem. Venkovní prostředí má vyšší teplotu vzduchu a nižší hustotu v porovnání se zimním obdobím. Přirozený tah komína nebude tak efektivní. [4]

A.3. ZÁVĚR

Navzdory zvyšujícímu se trendu tepelných čerpadel a jiných zdrojů tepla, které využívají obnovitelné zdroje energie, se kondenzační technika stále ukazuje jako dostatečně účinná a u některých objektů i žádoucí. Efektivnost celého systému přípravy teplé vody a vytápění ovlivňuje zapojení zařízení a volba jejich provedení. V práci jsou popsány jednotlivé parametry, které ovlivňují kondenzaci a nechybí ani samotné vysvětlení děje kondenzace. Téma ohřevu teplé vody se zajímá i o porovnání přípravy pomocí zásobníkového ohřevu a průtokového. Informuje o možných způsobech řešení obou variant pro zachování co největší účinnosti. Na závěr je vyhodnocen průtokový ohřev více účinný pro kondenzační plynové kotle, a to pro zajištění konstantního průtoku a výkonu kotle. Dále se práce soustředí na způsoby zapojení kotlů, kde se ukazuje, že větší účinnost má zapojení kotle se samostatným okruhem přípravy teplé vody a vytápění. Zmíněn je i kaskádový způsob zapojení, kde se pojednává i o vlivu oběhových čerpadlech v kotlích na umístění vyrovnávače tlaků. Poslední kapitola se soustředí na odvod spalin. Vysvětlen je princip odvodu spalin a jednotlivé parametry, které ovlivňují účinnost odvádění spalin, například hořáky využívající ventilátory. Text porovnává odvod spalin během zimního a letního období, kdy je během zimního období zajištěný přirozený tah. Z mého pohledu jsou kondenzační plynové kotle stále potřebné, a to především u starších objektů, kde by instalace jiného zdroje tepla vyžadovalo výměnu celé otopné soustavy. Tato bakalářská práce uvažuje s případným budoucím přechodem na tepelné čerpadlo, a proto je teplotní spád otopné soustavy zvolen 50/40 °C. Kondenzační plynový kotel jsem však zvolila proto, že jsem se chtěla dozvědět víc o jeho technologii.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1. ANALÝZA OBJEKTU

Projekt řeší návrh otopné soustavy bytového domu, který se nachází v Brně. Objekt má dvě nadzemní podlaží a je řešen do tvaru L, bez podsklepení a s plochou střechou. Bytový dům nabízí prostor 17 bytů pro 38 osob. Obvodové zdivo tvoří systém keramických tvarovek Heluz a stropní konstrukci zajišťuje železobetonová deska. Objekt je zateplen teplem kontaktním zateplovacím systémem. V prvním podlaží se nachází technická místnost

Objekt bude vytápěn pomocí plynových kondenzačních kotlů umístěných v technické místnosti. Budou zajišťovat zdroj tepla pro dvoutrubkovou otopnou soustavu, která povede z rozdělovače do jednotlivých větví. Potrubí je zvoleno z mědi a bude izolováno. Otopná tělesa budou řešena se spodním zapojením. Příprava teplé vody je zajištěna pomocí nepřímotopného ohřívače

B.2. VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

B.2.1. Výpočet součinitele prostupu tepla

Tepelný odpor konstrukce:

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

d_i – tloušťka vrstvy konstrukce v m

λ_i – návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu vrstvy konstrukce v W/(m · K)

Tepelný odpor konstrukce při prostupu tepla: $R_T = R_{si} + R + R_{se}$ [(m² · K)/W]

R_{si} – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [(m² · K)/W]

R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [(m² · K)/W]

Součinitel prostupu tepla: $U = \frac{1}{R_T} \leq U_N$ [W/(m² · K)]

U_N – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540

Každý součinitel prostupu tepla musí splňovat minimálně požadovanou hodnotu.


Tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla R_T [(m ² · K)/W]	Směr tepelného toku		
	Vzhůru	Horizontálně	Dolů
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04


Tabulka 1: Hodnoty R_{si} a R_{se}

B.2.2. Stanovení součinitele prostupu tepla u jednotlivých konstrukcí

program Tepelná technika 1D
verze 3.2.0

 DEKSOFT


Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	1,100	W/(m ² .K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,70	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-1: vstupní dveře 1,935x2,35 JV splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

VYP-2: O 2,5X1,5 JV				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou			
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m ² .K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U _N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U _{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-2: O 2,5X1,5 JV splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				


STN-3: S01 JV												
Vnitřní konstrukce:											NE	
Charakter konstrukce:											Stěna (vodorovný tepelný tok)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:											NE	
Konstrukce ve styku se zeminou:											NE	
Součinitel prostupu tepla stanoven:											výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
			λ	λ_{ekv}								
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ					
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]					
1	BAUMIT SilikonTop omítka	0,0015	0,770	-	900	1 800	50,0					
2	ISOVER EPS 70F	0,1400	0,041	-	1 270	14	30,0					
3	HELUZ UNI 30 broušená, SB	0,3000	0,175	-	1 000	710	5,0					
4	BAUMIT Ratio Slim omítka	0,0045	0,660	-	900	950	8,0					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W			
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W			
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C				
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{si}	20,0	°C				
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						ϕ_i	50	%				
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\phi_i$	5	%				
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C				
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						ϕ_e	85	%				
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.				
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,8	0,0	4,0	9,2	14,1	17,4	18,7	18,4	14,3	9,3	3,9
$\phi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	73	71	69	69	73	77	79
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0
$\phi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\phi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\phi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.												


STN-3: SO1 JV												
Vnitřní konstrukce:										NE		
Charakter konstrukce:										Stěna (vodorovný tepelný tok)		
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:										NE		
Konstrukce ve styku se zeminou:										NE		
Součinitel prostupu tepla stanoven:										výpočtem		
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
-	-	d	λ	λ_{sev}	c	ρ	μ					
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]					
1	BAUMIT SilikonTop omítka	0,0015	0,770	-	900	1 800	50,0					
2	ISOVER EPS 70F	0,1400	0,041	-	1 270	14	30,0					
3	HELUZ UNI 30 broušená, SB	0,3000	0,175	-	1 000	710	5,0					
4	BAUMIT Ratio Slim omítka	0,0045	0,660	-	900	950	8,0					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)							R_{si}	0,25	0,13	m ² .K/W		
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)							R_{se}	0,04	0,04	m ² .K/W		
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota							θ_i	20,0	°C			
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:							θ_{ai}	20,0	°C			
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:							φ_i	50	%			
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:							$\Delta\varphi_i$	5	%			
Návrhová teplota venkovního vzduchu:							θ_e	-12,0	°C			
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:							φ_e	85	%			
Nadměřská výška budovy (terénu):							h	227	m.n.m.			
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,8	0,0	4,0	9,2	14,1	17,4	18,7	18,4	14,3	9,3	0,0
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	73	71	69	69	73	77	81
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0
$\varphi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	50
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.												

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)	
Odpor při prostupu tepla:	R_T	4,798	m ² .K/W	
Součinitel prostupu tepla:	U	0,208	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,30	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,25	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce STN-3: SO1 JV splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:		aktivní		
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			
Poznámka ke konstrukci:	-			



VYP-4: O 1,6x2,35 JV				
Vnitřní konstrukce:		NE		
Charakter konstrukce:		Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť		Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:		hodnotou		
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-4: O 1,6x2,35 JV splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:	-			


VYP-5: O 2,9x2,35 JV			
Vnitřní konstrukce:		NE	
Charakter konstrukce:		Výplň	
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť		Výplň	
Součinitel prostupu tepla stanoven:		hodnotou	


Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-5: O 2,9x2,35 JV splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

VYP-6: SCH O 4,6x2,35 JZ				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou			
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-6: SCH O 4,6x2,35 JZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				


STR-7: střecha												
Vnitřní konstrukce:											NE	
Charakter konstrukce:											Strop nebo střecha (tepelný tok nahoru)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:											NE	
Konstrukce ve styku se zeminou:											NE	
Součinitel prostupu tepla stanoven:											výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
			λ	λ_{ekv}			μ	μ_{ekv}				
-	-	d	λ	λ_{ekv}	c	ρ	μ					
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]					
1	Fólie PVC 0,8	0,5000	0,160	-	960	1 400	17 100,0					
2	ISOVER EPS 100	0,3000	0,039	-	1 270	19	30,0					
3	SBS modifikovaný asfaltový pás	0,0040	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0					
4	Železobeton (2300)	0,2000	1,430	-	1 020	2 300	23,0					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{s,i}$	0,25	0,10	$\frac{\text{m}^2}{\text{K/W}}$			
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{s,e}$	0,04	0,04	$\frac{\text{m}^2}{\text{K/W}}$			
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C				
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						$\theta_{a,i}$	20,0	°C				
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						ϕ_i	50	%				
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\phi_i$	5	%				
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C				
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						ϕ_e	85	%				
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.				
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,8	0,0	4,0	9,2	14,1	17,4	18,7	18,4	14,3	9,3	3,9
$\phi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	73	71	69	69	73	77	79
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0
$\phi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\phi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\phi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.												


Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)	
Odpor při prostupu tepla:	R_{τ}	9,094	m ² .K/W	
Součinitel prostupu tepla:	U	0,110	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,24	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,16	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce STR-7: střecha splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:				
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní			
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.			
Poznámka ke konstrukci:	-			

VYP-8: VNITŘNÍ DVEŘE				
Vnitřní konstrukce:	ANO			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou			
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	2,000	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	-	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	-	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	-			
Poznámka ke konstrukci:	-			


VYP-9: O 1,6x2,35 JZ				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou			
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m ² .K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m ² .K)	
Hodnocení:	Konstrukce VYP-9: O 1,6x2,35 JZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			


Poznámka ke konstrukci:
-

VYP-10: O 0,75x2,35 JZ			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou		
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_n	1,50	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{ec}	1,20	W/(m².K)
Hodnoce ní:	Konstrukce VYP-10: O 0,75x2,35 JZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:	-		


VYP-11: O 1,6x2,35 SZ			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou		
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4: 			
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_n	1,50	W/(m².K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{ec}	1,20	W/(m².K)
Hodnoce ní:	Konstrukce VYP-11: O 1,6x2,35 SZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Poznámka ke konstrukci:	-		

VYP-12: O 1,75x0,8 SZ			
Vnitřní konstrukce:	NE		
Charakter konstrukce:	Výplň		
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň		
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou		

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m².K)	
Hodnota:	Konstrukce VYP-12: O 1,75x0,8 SZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

VYP-13: O 0,75x2,35 SZ				
Vnitřní konstrukce:	NE			
Charakter konstrukce:	Výplň			
Výplň otvoru nebo lehký obvodový plášť	Výplň			
Součinitel prostupu tepla stanoven:	hodnotou			
Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:				
Součinitel prostupu tepla:	U	0,800	W/(m².K)	
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	1,50	W/(m².K)	
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,20	W/(m².K)	
Hodnota:	Konstrukce VYP-13: O 0,75x2,35 SZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.			
Poznámka ke konstrukci:				
-				

PDL(z)-14: PDL na zemině													
Vnitřní konstrukce:							NE						
Charakter konstrukce:							Podlaha (tepelný tok dolů)						
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:							NE						
Konstrukce ve styku se zeminou:							ANO (podlaha na terénu)						
Součinitel prostupu tepla stanoven:							výpočtem						
Skládka konstrukce od interiéru:													
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu						
			λ	λ_{ev}									
-	-	d	[W/(m.K)]		c	ρ	μ						
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]						
1	Keramická dlažba	0,0100	1,010	-	840	2 000	200,0						
2	Beton hutný (2100)	0,0500	1,230	-	1 020	2 100	17,0						
3	ISOVER EPS 150	0,1400	0,037	-	1 270	25	50,0						
4	SBS modifikovaný asfaltovaný pás	0,0060	0,210	-	1 470	1 200	30 000,0						
5	Železobeton (2300)	0,1500	1,430	-	1 020	2 300	23,0						
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,17	m ² .K/W				
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,00	0,00	m ² .K/W				
Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C					
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{si}	20,0	°C					
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						ϕ_i	50	%					
Bezpečnostní vlhkostní přírůstek:						$\Delta\phi_i$	5	%					
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C					
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						ϕ_e	85	%					
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.					
Návrhová teplota zeminy v zimním období						θ_{gr}	5	°C					
Návrhová relativní vlhkost zeminy						ϕ_{gr}	100	%					
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31	
$\theta_{gr,m}$	[°C]	4,5	3,6	4,5	6,5	9,1	11,6	13,2	13,9	13,7	11,7	9,2	6,5
$\phi_{gr,m}$	[%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0	20,0
$\phi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54	50

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_{τ}	3,822	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,262	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,45	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,30	W/(m ² .K)

STN-15: SO1 JZ												
Vnitřní konstrukce:											NE	
Charakter konstrukce:											Stěna (vodorovný tepelný tok)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:											NE	
Konstrukce ve styku se zeminou:											NE	
Součinitel prostupu tepla stanoven:											výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
			λ	λ_{ekv}			c	ρ	μ			
-	-	d	[W/(m.K)]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]	[kg/m³]						
-	-	[m]										
1	BAUMIT SilikonTop omítka	0,0015	0,770	-	900	1 800		50,0				
2	ISOVER EPS 70F	0,1400	0,041	-	1 270	14		30,0				
3	HELUZ UNI 30 broušená, SB	0,3000	0,175	-	1 000	710		5,0				
4	BAUMIT Ratio Slim omítka	0,0045	0,660	-	900	950		8,0				
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\frac{\text{m}^2}{\text{K/W}}$			
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	$\frac{\text{m}^2}{\text{K/W}}$			
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C				
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{si}	20,0	°C				
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%				
Bezpečnostní vlhkostní přírůstek:						$\Delta\varphi_i$	5	%				
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C				
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	85	%				
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.				
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,8	0,0	4,0	9,2	14,1	17,4	18,7	18,4	14,3	9,3	3,9
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	73	71	69	69	73	77	79
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0
$\varphi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.												

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_{τ}	4,798	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,208	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,30	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	0,25	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce STN-15: SO1 JZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní		
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

STN-16: SO1 SZ												
Vnitřní konstrukce:											NE	
Charakter konstrukce:											Stěna (vodorovný tepelný tok)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:											NE	
Konstrukce ve styku se zemínou:											NE	
Součinitel prostupu tepla stanoven:											výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
			λ	λ_{ekv}			c	ρ	μ			
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]					
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]					
1	BAUMIT SilikonTop omítka	0,0015	0,770	-	900	1 800	50,0					
2	ISOVER EPS 70F	0,1400	0,041	-	1 270	14	30,0					
3	HELUZ UNI 30 broušená, SB	0,3000	0,175	-	1 000	710	5,0					
4	BAUMIT Ratio Slim omítka	0,0045	0,660	-	900	950	8,0					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{si}	0,25	0,13	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$			
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R_{se}	0,04	0,04	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$			
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C				
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						θ_{si}	20,0	°C				
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						ϕ_i	50	%				
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\phi_i$	5	%				
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C				
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						ϕ_e	85	%				
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.				
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,8	0,0	4,0	9,2	14,1	17,4	18,7	18,4	14,3	9,3	3,9
$\phi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	73	71	69	69	73	77	79
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0
$\phi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\phi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\phi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.												

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_{τ}	4,798	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,208	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,30	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{ec}	0,25	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce STN-16: SO1 SZ splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní		
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.		
Poznámka ke konstrukci:			
-			

STN-17: SO1 SV												
Vnitřní konstrukce:											NE	
Charakter konstrukce:											Stěna (vodorovný tepelný tok)	
Konstrukce dvouplášťová s větranou vzduchovou vrstvou:											NE	
Konstrukce ve styku se zemínou:											NE	
Součinitel prostupu tepla stanoven:											výpočtem	
Skladba konstrukce od interiéru:												
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu					
			λ	λ_{ekv}			μ	μ				
-	-	d	[W/(m.K)]		c	ρ	[-]					
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m ³]	[-]					
1	BAUMIT SilikonTop omítka	0,0015	0,770	-	900	1 800	50,0					
2	ISOVER EPS 70F	0,1400	0,041	-	1 270	14	30,0					
3	HELUZ UNI 30 broušená, SB	0,3000	0,175	-	1 000	710	5,0					
4	BAUMIT Ratio Slim omítka	0,0045	0,660	-	900	950	8,0					
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{si}	0,25	0,13	m ² .K/W			
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						R _{se}	0,04	0,04	m ² .K/W			
Okrajové podmínky:												
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C				
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						$\theta_{s,i}$	20,0	°C				
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%				
Bezpečnostní vlhkostní přírážka:						$\Delta\varphi_i$	5	%				
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C				
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	85	%				
Nadmořská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.				
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
$\theta_{e,m}$	[°C]	-1,8	0,0	4,0	9,2	14,1	17,4	18,7	18,4	14,3	9,3	3,9
$\varphi_{e,m}$	[%]	81	81	79	77	73	71	69	69	73	77	79
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0
$\varphi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu; $\varphi_{e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti venkovního vzduchu; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.												

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_{τ}	4,798	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,208	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	0,30	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{ec}	0,25	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce STN-17: SO1 SV splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní		
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.		
Poznámka ke konstrukci:	-		

PDL-18: PDL/STR													
Vnitřní konstrukce:											ANO		
Charakter konstrukce:											Podlaha (tepejný tok dolů)		
Součinitel prostupu tepla stanoven:											výpočtem		
Skladba konstrukce od interiéru:													
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu						
			λ	λ_{eff}				c	ρ	μ			
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]						
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m³]	[-]						
1	ISOVER T-P	0,0300	0,041	-	800	150	1,0						
2	Beton hutný (2100)	0,1000	1,230	-	1 020	2 100	17,0						
3	Železobeton (2300)	0,2000	1,430	-	1 020	2 300	23,0						
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{s,i}$	0,25	0,17	$\frac{\text{m}^2}{\text{K/W}}$				
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{s,e}$	0,17	0,17	$\frac{\text{m}^2}{\text{K/W}}$				
Okrajové podmínky:													
Návrhová vnitřní teplota						θ_i	20,0	°C					
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:						$\theta_{a,i}$	20,0	°C					
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu:						φ_i	50	%					
Bezpečnostní vlhkovostní přírůstek:						$\Delta\varphi_i$	5	%					
Návrhová teplota vzduchu za konstrukcí:						$\theta_{1,e}$	20	°C					
Návrhová relativní vlhkost vzduchu za konstrukcí:						$\varphi_{1,e}$	55	%					
Návrhová teplota venkovního vzduchu:						θ_e	-12,0	°C					
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu:						φ_e	85	%					
Nadmožská výška budovy (terénu):						h	227	m.n.m.					
Okrajové podmínky (průměrné měsíční):													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	[-]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{1,e,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0	20,0
$\varphi_{1,e,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54	50
$\theta_{i,m}$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	22,1	23,7	24,4	24,2	22,2	20,0	20,0	20,0
$\varphi_{i,m}$	[%]	48	50	54	59	64	67	69	68	64	59	54	50
Pozn.: n ... počet dnů v měsíci; $\theta_{1,e,m}$... návrhová průměrná měsíční teplota za konstrukcí; $\varphi_{1,e,m}$... průměrná hodnota relativní vlhkosti za konstrukcí; $\theta_{i,m}$... průměrná návrhová vnitřní teplota; $\varphi_{i,m}$... průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu.													

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 73 0540-4:			
Korekce součinitele prostupu tepla:	ΔU	0,020	W/(m ² .K)
Odpor při prostupu tepla:	R_T	1,260	m ² .K/W
Součinitel prostupu tepla:	U	0,793	W/(m².K)
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	U_N	2,20	W/(m ² .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	U_{rec}	1,45	W/(m ² .K)
Hodnocení:	Konstrukce STR-18: PDL/STR splňuje doporučení ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.		
Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:			
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:	aktivní		
Hodnocení:	Konstrukce bez vnitřní kondenzace.		
Poznámka ke konstrukci:	-		

B.3. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PRO BYT Č. 1 RUČNĚ

1.101 - Chodba

Číslo	Popis místnosti	θ_i [°C]	θ_e [°C]
1.101	Chodba	20	-12

H _{T,ia} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ia,k}	H _{T,ia} [W.K ⁻¹]	
VNS-1	SN do koupelny	20	24	4,080	1,280	-0,11	-0,550	
D	dveře do koupelny	20	24	1,620	2,000	-0,11	-0,341	
VNS-2	SN do haly	20	15	12,460	0,97	0,13	1,590	
D	dveře do haly	20	15	2,020	2,00	0,13	0,532	
Celková ztráta [W]							H _{T,ia} = 1,231	
H _{T,ig} - měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _{equiv,k} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ig,k}	H _{T,ig} [W.K ⁻¹]
VK-1	Podlaha na terénu	20	5	13,870	0,262	0,188	0,469	1,222
							S=	1,222
Celková ztráta [W]							1,45*S=	1,772

Celková ztráta prostupem		
S H _{T,e} =		0,000
S H _{T,ia} =		1,231
1,45*S H _{T,ig} =		1,772
Celková měrná ztráta prostupem S H _{T,i} [W]		3,003
$\theta_{int,i}$	θ_e	($\theta_{int,i} - \theta_e$)
20	-12	32
S H _{T,i} * ($\theta_{int,i} - \theta_e$)		
Celková ztráta prostupem Q _{T,i} [W]		96,09

Celková ztráta větráním Q _{V,i} [W]						
Objem místnosti V _i [m ³]	Číslo výměny vzduchu n [h ⁻¹]	$\rho \cdot c$	H _{V,i}	t ₁ [°C]	($\theta_{int,i} - \theta_e$)	H _{V,i} * ($\theta_{int,i} - \theta_e$) [W]
11,76	0	0,34	0,000	20	32	0,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost Q _{HL,i} [W]	96,09
---	-------

1.102 - WC

Číslo	Popis místnosti	θ_i [°C]	θ_e [°C]
1.102	WC	20	-12

H _{T,ia} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ia,k}	H _{T,ia} [W.K ⁻¹]	
VNS-1	SN do koupelny	20	24	7,330	1,280	-0,11	-0,988	
VNS-2	chodba	20	15	3,390	0,970	0,13	0,433	
VNS-3	chodba	20	15	7,240	0,97	0,13	0,924	
Celková ztráta [W]							H _{T,ia} = 0,369	
H _{T,ig} - měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _{equiv,k} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ig,k}	H _{T,ig} [W.K ⁻¹]
VK-1	Podlaha na terénu	20	5	2,590	0,262	0,188	0,469	0,228
S=							0,228	
Celková ztráta [W]							1,45*S= 0,331	

Celková ztráta prostupem	
S H _{T,e} =	0,000
S H _{T,ia} =	0,369
1,45*S H _{T,ig} =	0,331
Celková měrná ztráta prostupem S H _{T,i} [W]	0,700
$\theta_{int,i}$	θ_e
20	-12
$(\theta_{int,i} - \theta_e)$	
32	
S H _{T,i} * $(\theta_{int,i} - \theta_e)$	
Celková ztráta prostupem $\dot{Q}_{T,i}$ [W]	22,40

Celková ztráta větráním $\dot{Q}_{V,i}$ [W]						
Objem místnosti V _i [m ³]	Číslo výměny vzduchu n [h ⁻¹]	$\rho \cdot c$	H _{V,i}	t ₁ [°C]	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$	H _{V,i} * $(\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]
9,33	0	0,34	0,000	20	32	0,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost $\dot{Q}_{HL,i}$ [W]	22,40
--	-------

1.103 – Koupelna

Číslo	Popis místnosti	θ_i [°C]	θ_e [°C]
1.103	Koupelna	20	-12

H _{T,ia} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ia,k}	H _{T,ia} [W.K ⁻¹]	
VNS-1	SN do chodby	24	20	4,080	1,280	0,10	0,497	
D	dveře	24	20	1,620	2,000	0,10	0,309	
VNS-2	SN na WC	24	20	7,330	1,28	0,10	0,894	
VNS-3	SN do pokoje	24	20	2,380	1,28	0,10	0,290	
VNS - 4	SN do chodby	24	15	5,700	0,97	0,21	1,185	
Celková ztráta [W]						H _{T,ia} = 3,174		
H _{T,ig} - měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _{equiv,k} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ig,k}	H _{T,ig} [W.K ⁻¹]
VK-1	Podlaha na terénu	24	5	4,350	0,262	0,188	0,528	0,431
						S=		0,431
Celková ztráta [W]						1,45*S=		0,626

Celková ztráta prostupem		
S H _{T,e} =		0,000
S H _{T,ia} =		3,174
1,45*S H _{T,ig} =		0,626
Celková měrná ztráta prostupem S H _{T,i} [W]		3,800
$\theta_{int,i}$	θ_e	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$
20	-12	32
		S H _{T,i} * $(\theta_{int,i} - \theta_e)$
Celková ztráta prostupem $\dot{Q}_{T,i}$ [W]		121,60

Celková ztráta větráním $\dot{Q}_{V,i}$ [W]						
Objem místnosti V _i [m ³]	Číslo výměny vzduchu n [h ⁻¹]	$\rho \cdot c$	H _{V,i}	t ₁ [°C]	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$	H _{V,i} * $(\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]
4,95	0	0,34	0,000	20	32	0,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost $\dot{Q}_{HL,i}$ [W]	121,60
--	--------

1.104 – Pokoj

Číslo	Popis místnosti	θ_i [°C]	θ_e [°C]
1.104	Pokoj	20	-12

$H_{T_{i,e}}$ - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného protoru do venkovního prostoru								
Ozn. Kce	Popis	A_k [m ²]	U_k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	ΔU_B [W.m ⁻² .K ⁻¹]	$U_k + \Delta U_B$ [W.m ⁻² .K ⁻¹]	$f_{U,k}$	$f_{i,e,k}$	$H_{T_{i,e}}$ [W.K ⁻¹]
OBV-1	Obvodová stěna	6,400	0,210	0,02	0,230	1,0	1,0	1,472
0	Okno	3,760	0,800	0,02	0,820	1,0	1,0	3,083
OBV-2	Obvodová stěna	14,170	0,210	0,02	0,230	1,0	1,0	3,259
Celková ztráta [W]								$H_{T_{i,e}} = 6,342$

$H_{T_{i,a}}$ - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního							
Ozn. kce	Popis	t_1 [°C]	t_2 [°C]	A_k [m ²]	U_k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	$f_{i,a,k}$	$H_{T_{i,a}}$ [W.K ⁻¹]
VNS-1	SN dokoupelny	20	24	2,380	1,280	-0,11	-0,321
Celková ztráta [W]							$H_{T_{i,a}} = -0,321$

$H_{T_{i,g}}$ - měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	t_1 [°C]	t_2 [°C]	A_k [m ²]	U_k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	$U_{equiv,k}$ [W.m ⁻² .K ⁻¹]	$f_{i,g,k}$	$H_{T_{i,g}}$ [W.K ⁻¹]
VK-1	Podlaha na terénu	24	5	19,570	0,262	0,188	0,528	1,941
S=								1,941
Celková ztráta [W]								$1,45 \cdot S = 2,815$

Celková ztráta prostupem		
$S H_{T_{i,e}} =$		6,342
$S H_{T_{i,a}} =$		-0,321
$1,45 \cdot S H_{T_{i,g}} =$		2,815
Celková měrná ztráta prostupem $S H_{T_{i,j}}$ [W]		8,836
$\theta_{int,i}$	θ_e	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$
20	-12	32
$S H_{T_{i,j}} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		
Celková ztráta prostupem $Q_{T_{i,j}}$ [W]		282,76

Celková ztráta větráním $Q_{V,i}$ [W]						
Objem místnosti V_i [m ³]	Číslo výměny vzduchu n [h ⁻¹]	$\rho \cdot c$	$H_{V,i}$	t_i [°C]	$(\theta_{int,i} - \theta_e)$	$H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [W]
38,71	0,5	0,34	6,581	20	32	210,58

Návrhový tepelný výkon pro místnost $Q_{HL,i}$ [W]	493,34
--	---------------

1.105 – Ložnice

Číslo	Popis místnosti	θ_i [°C]	θ_e [°C]
1.105	Ložnice	20	-12

H _{T_{i,e}} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného protoru do venkovního prostoru								
Ozn. Kce	Popis	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	ΔU _B [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _k + ΔU _B [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{U,k}	f _{i,e,k}	H _{T_{i,e}} [W.K ⁻¹]
OBV-1	Obvodová stěna	6,710	0,210	0,02	0,230	1,0	1,0	1,543
0	Okno	3,760	0,800	0,02	0,820	1,0	1,0	3,083
Celková ztráta [W]								H _{T_{i,e}} = 3,083

H _{T_{i,a}} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního							
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{i,a,k}	H _{T_{i,a}} [W.K ⁻¹]
Celková ztráta [W]							H _{T_{i,a}} = 0,000

H _{T_{i,g}} - měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _{equiv,k} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{i,g,k}	H _{T_{i,g}} [W.K ⁻¹]
VK-1	Podlaha na terénu	20	5	18,190	0,262	0,188	0,469	1,602
							S=	1,602
Celková ztráta [W]								1,45*S = 2,324

Celková ztráta prostupem		
S H _{T_{i,e}} =		3,083
S H _{T_{i,a}} =		0,000
1,45*S H _{T_{i,g}} =		2,324
Celková měrná ztráta prostupem S H _{T_i} [W]		5,898
$\theta_{int,i}$	θ_e	($\theta_{int,i} - \theta_e$)
20	-12	32
S H _{T_i} * ($\theta_{int,i} - \theta_e$)		
Celková ztráta prostupem Q _{T_i} [W]		188,73

Celková ztráta větráním Q _{V_i} [W]						
Objem místnosti V _i [m ³]	Číslo výměny vzduchu n [h ⁻¹]	ρ.c	H _{V_i}	t ₁ [°C]	($\theta_{int,i} - \theta_e$)	H _{V_i} * ($\theta_{int,i} - \theta_e$) [W]
39,88	0,5	0,34	6,780	20	32	216,95

Návrhový tepelný výkon pro místnost Q _{HL,i} [W]	405,68
---	--------

1.106 – Obývací pokoj + kuchyně

Číslo	Popis místnosti	θ_i [°C]	θ_e [°C]
1.106	OB+kuchyně	20	-12

H _{Ti,e} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného protoru do venkovního prostoru								
Ozn. Kce	Popis	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	ΔU _B [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _k + ΔU _B [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{Ti,e} [W.K ⁻¹]
OBV-1	Obvodová stěna	6,800	0,210	0,02	0,230	1,0	1,0	1,564
0	Okno	3,760	0,800	0,02	0,820	1,0	1,0	3,083
0	Okno	1,760	0,800	0,02	0,820	1,0	1,0	1,443
Celková ztráta [W]							H _{Ti,e} = 4,526	

H _{Ti,a} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního							
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ia,k}	H _{Ti,a} [W.K ⁻¹]
VNS-1	SN do koupelny	20	24	6,780	0,970	-0,11	-0,692
VNS-2	SN do chodby	20	15	12,940	0,970	0,13	1,652
Celková ztráta [W]							H _{Ti,a} = 0,959

H _{Ti,g} - měrný tepelný tok prostupem do zeminy								
Ozn. kce	Popis	t ₁ [°C]	t ₂ [°C]	A _k [m ²]	U _k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _{equiv,k} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	f _{ig,k}	H _{Ti,g} [W.K ⁻¹]
VK-1	Podlaha na terénu	20	5	33,910	0,262	0,188	0,469	2,987
							S=	2,987
Celková ztráta [W]							1,45*S= 4,332	

Celková ztráta prostupem		
S H _{Ti,e} =		4,526
S H _{Ti,a} =		0,959
1,45*S H _{Ti,g} =		4,332
Celková měrná ztráta prostupem S H _{Ti} [W]		9,817
$\theta_{int,i}$	θ_e	($\theta_{int,i} - \theta_e$)
20	-12	32
Celková ztráta prostupem Q _{Ti} [W]		S H _{Ti} * ($\theta_{int,i} - \theta_e$)
		314,15

Celková ztráta větráním Q _{V,i} [W]						
Objem místnosti V _i [m ³]	Číslo výměny vzduchu n [h ⁻¹]	ρ.c	H _{V,i}	t ₁ [°C]	($\theta_{int,i} - \theta_e$)	H _{V,i} * ($\theta_{int,i} - \theta_e$) [W]
76,50	0,8	0,34	20,808	20	32	665,86

Návrhový tepelný výkon pro místnost Q _{HLi} [W]	980,01
--	--------

VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PRO BYT Č. 1 POMOCÍ SOFTWARE

program TZB
verze 3.1.1

DEKSOFT®

1.101	název: Chodba (zóna Z1)			teplota: INT 1 - Obytné prostory	$\theta_{m,i}$	20	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 4 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,z} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
tepelné vazby:				A [m ²]	ΔU [W/m ² K]	H _{T,z} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				0,00	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: 1.103 - Koupelna (INT 2 - Koupelny)				činitel teplotní redukce b=0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,z} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-21 SN 150	1,85	3,08	1	4,08	1,28	5,21	24	-21
- VYP-8 VNITŘNÍ DVEŘE	0,80	2,02	1	1,62	2,00	3,23	24	-13
přilehlé prostředí: 1.03 - Chodba (INT 3 - Společné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,z} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-9 SN 250	4,70	3,08	1	12,46	0,97	12,06	15	60
- VYP-8 VNITŘNÍ DVEŘE	1,00	2,02	1	2,02	2,00	4,04	15	20
přilehlé prostředí: Z 5 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,00 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,50 * hodnoty včetně činitelů G _{av} , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	*H _{T,z} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-16 PDL na zemině	13,87	1,00	1	13,87	0,26	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 4 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	31,9	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,00	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	4,50	1/h
stínící činitel infiltrace						e	-	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{v,ie}	0,00	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{v,ie}$	0	W
Návrhový tepelný výkon $\phi_{H,L}$								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	47	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_v	0	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{v,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	-	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{v,int}	12,51	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						ϕ_{RH}	0	W

DEKSOFT - programy pro stavebnictví - protokol tepelných ztrát stanovených dle ČSN EN 12 831

11

Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\Phi_{HL}=\Phi_r+\Phi_v+\Phi_{RH}$	Φ_{HL}	47	W
---	-------------	----	---

1.102	název: WC (zóna Z1)			teplota: INT 1 - Obytné prostory	$\theta_{m,i}$	20	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 4 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	$H_{T,e}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
tepelné vazby:				A [m²]	ΔU [W/m²K]	$H_{T,e}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				0,00	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: 1.103 - Koupelna (INT 2 - Koupelny)				činitel teplotní redukce b=0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	$H_{T,i}$ [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-21 SN 150	2,38	3,08	1	7,33	1,28	9,35	24	-37
přilehlé prostředí: 1.01 - Chodba (INT 3 - Společné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	$H_{T,i}$ [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-9 SN 250	1,10	3,08	1	3,39	0,97	3,28	15	16
přilehlé prostředí: 1.03 - Chodba (INT 3 - Společné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	$H_{T,i}$ [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-9 SN 250	2,35	3,08	1	7,24	0,97	7,01	15	35
přilehlé prostředí: Z 5 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,00 ; $f_{g1}=1,45$; $f_{g2}=0,50$ * hodnoty včetně činitelů G_{s1} , f_{g1} , f_{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m²]	U [W/m²K]	* $H_{T,g}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-16 PDL na zemině	2,59	1,00	1	2,59	0,26	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 4 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						$V_{m,i}$	4.95	m³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n_{ie}	0,00	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n_{50}	4,50	1/h
stínící činitel infiltrace						e	-	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ϵ	-	-
měrné tepelné ztráty větráním						$H_{V,ie}$	0,00	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{V,ie}$	0	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{mL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	14	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_V	0	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{v,m}$ prostoru, resp. místnosti)						f_{RH}	-	W/m²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						$A_{v,m}$	1,94	m²

Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	Φ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH}$	Φ_{HL}	14	W

1.103	název: Koupelna (zóna Z1)			teplota: INT 2 - Koupelny	$\theta_{m,i}$	24	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 4 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,e} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
tepelné vazby:				A [m ²]	ΔU [W/m ² K]	H _{T,e} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				0,00	0,00	0,00	-12	0
přilehlé prostředí: 1.101 - Chodba (INT 1 - Obytné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,11				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,i} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-21 SN 150	1,85	3,08	1	4,08	1,28	5,21	20	21
- VYP-8 VNITŘNÍ DVEŘE	0,80	2,02	1	1,62	2,00	3,23	20	13
přilehlé prostředí: 1.102 - WC (INT 1 - Obytné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,11				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,i} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-21 SN 150	2,38	3,08	1	7,33	1,28	9,35	20	37
přilehlé prostředí: 1.104 - Pokoj (INT 1 - Obytné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,11				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,i} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-21 SN 150	2,38	1,00	1	2,38	1,28	3,04	20	12
přilehlé prostředí: 1.01 - Chodba (INT 3 - Společné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,25				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,i} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-9 SN 250	1,85	3,08	1	5,70	0,97	5,52	15	50
přilehlé prostředí: Z 5 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,00 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,56 * hodnoty včetně činitelů G ₀ , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	*H _{T,g} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-16 PDL na zemině	4,35	1,00	1	4,35	0,26	0,00	-12	0
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 4 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _m	9.33	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _e	0,00	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n ₅₀	4,50	1/h
stínící činitel infiltrace						e	-	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	-	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{v,e}	0,00	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{v,e}$	0	W

Návrhový tepelný výkon Φ_{HL}			
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem	Φ_T	133	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním	Φ_V	0	W
Zátopový součinitel (vztaženo k $A_{t,int}$ prostoru, resp. místnosti)	f_{RH}	-	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)	$A_{t,int}$	3,66	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon	Φ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{RH}$	Φ_{HL}	133	W

1.104	název: Pokoj (zóna Z1)			teplota: INT 1 - Obytné prostory	$\theta_{m,i}$	20	°C	
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 4 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,e} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-18 SO1 JZ	3,30	3,08	1	6,40	0,21	1,33	-12	43
- VYP-11 O 1,6x2,35 JZ	1,60	2,35	1	3,76	0,80	3,01	-12	96
STN-3 SO1 JV	4,60	3,08	1	14,17	0,21	2,95	-12	94
tepelné vazby:				A [m ²]	ΔU [W/m ² K]	H _{T,e} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				24,33	0,02	0,49	-12	16
přilehlé prostředí: 1.103 - Koupelna (INT 2 - Koupelny)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,i} [W/K]	$\theta_{m,i}$ [°C]	ϕ_T [W]
STN-21 SN 150	2,38	1,00	1	2,38	1,28	3,04	24	-12
přilehlé prostředí: Z 5 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,49 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,50 * hodnoty včetně činitelů G ₀₁ , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	*H _{T,ig} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-16 PDL na zemině	19,57	1,00	1	19,57	0,26	2,50	-12	80
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 4 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	38,71	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n _{so}	4,50	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	6,58	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{V,ie}$	211	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	316	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_V	211	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{v,ext} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	-	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{v,int}	15,18	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL}=\phi_T+\phi_V+\phi_{RH}$						ϕ_{HL}	527	W

1.105	název: Ložnice (zóna Z1)			θ_{int}	20	°C		
teplota: INT 1 - Obytné prostory								
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 4 - Exteriér				činitel teplotní redukce $b=1,00$				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	$H_{T,ie}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-18 SO1 JZ	3,40	3,08	1	6,71	0,21	1,40	-12	45
- VYP-11 O 1,6x2,35 JZ	1,60	2,35	1	3,76	0,80	3,01	-12	96
tepelné vazby:				A [m ²]	ΔU [W/m ² K]	$H_{T,ie}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				10,47	0,02	0,21	-12	7
přilehlé prostředí: Z 5 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce $*b=0,41$; $f_{s1}=1,45$; $f_{s2}=0,50$ * hodnoty včetně činitelů G_{sw} , f_{s1} , f_{s2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	$*H_{T,ie}$ [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-16 PDL na zemině	18,19	1,00	1	18,19	0,26	1,97	-12	63
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 4 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V_{int}	39.882	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n_{ie}	0,50	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n_{eo}	4,50	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,02	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ϵ	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						$H_{V,ie}$	6,78	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{V,ie}$	217	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	211	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_V	217	W
Zátopový součinitel (vztaheno k $A_{v,int}$ prostoru, resp. místnosti)						f_{RH}	-	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						$A_{v,int}$	15,64	m ²
Celkový návrhový zátopový tepelný výkon						ϕ_{RH}	0	W
Celkový návrhový tepelný výkon pro prostor (místnost) $\phi_{HL}=\phi_T+\phi_V+\phi_{RH}$						ϕ_{HL}	428	W

1.106	název: Obývací pokoj+kuchyně (zóna Z1)				θ_{int}	20	°C	
	teplota: INT 1 - Obytné prostory							
Návrhová tepelná ztráta prostupem								
přilehlé prostředí: EXT 4 - Exteriér				činitel teplotní redukce b=1,00				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,se} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
STN-18 SO1 JZ	4,00	3,08	1	6,80	0,21	1,41	-12	45
- VYP-11 O 1,6x2,35 JZ	1,60	2,35	1	3,76	0,80	3,01	-12	96
- VYP-12 O 0,75x2,35 JZ	0,75	2,35	1	1,76	0,80	1,41	-12	45
tepelné vazby:				A [m ²]	ΔU [W/m ² K]	H _{T,se} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
paušální přírážka na tepelné vazby				12,32	0,02	0,25	-12	8
přilehlé prostředí: 1.203 - Koupelna (INT 2 - Koupelny)				činitel teplotní redukce b=-0,13				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,si} [W/K]	θ_{int} [°C]	ϕ_T [W]
STN-9 SN 250	2,20	3,08	1	6,78	0,97	6,56	24	-26
přilehlé prostředí: 1.03 - Chodba (INT 3 - Společné prostory)				činitel teplotní redukce b=0,16				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	H _{T,si} [W/K]	θ_{int} [°C]	ϕ_T [W]
STN-9 SN 250	4,20	3,08	1	12,94	0,97	12,52	15	63
přilehlé prostředí: Z 5 - Zemina (výpočet dle ČSN EN ISO 13 370)				činitel teplotní redukce *b=0,36 ; f _{g1} =1,45 ; f _{g2} =0,50 * hodnoty včetně činitelů G _{av} , f _{g1} , f _{g2}				
konstrukce:	š [m]	v,d [m]	počet	A [m ²]	U [W/m ² K]	*H _{T,se} [W/K]	θ_e [°C]	ϕ_T [W]
PDL(z)-16 PDL na zemině	33,91	1,00	1	33,91	0,26	3,16	-12	101
Návrhová tepelná ztráta větráním								
teplota: EXT 4 - Exteriér						θ_e	-12	°C
objem vzduchu v prostoru (místnosti)						V _{int}	76.5	m ³
prostor (místnost) větrán nuceně						-	NE	-
násobnost výměny vzduchu v prostoru (místnosti)						n _{ie}	0,80	1/h
násobnost výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa pro celou budovu						n _{so}	4,50	1/h
stínící činitel infiltrace						e	0,03	-
výškový korekční činitel prostoru (místnosti)						ε	1,00	-
měrné tepelné ztráty větráním						H _{V,ie}	20,81	W/K
tepelná ztráta větráním						$\phi_{V,ie}$	666	W
Návrhový tepelný výkon ϕ_{HL}								
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) prostupem						ϕ_T	332	W
Celková návrhová tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním						ϕ_V	666	W
Zátopový součinitel (vztaženo k A _{v,int} prostoru, resp. místnosti)						f _{RH}	-	W/m ²
Vnitřní podlahová plocha prostoru (místnosti)						A _{v,int}	30,00	m ²

Souhrn tepelných ztrát vypočtených pomocí DEKSOFTu

program T2B
verze 3.1.1



Souhrn tepelných ztrát vytápěných místností

místnost	návrhová teplota v místnosti θ_{int} [°C]	teplota vnitřního vzduchu θ_a [°C]	objem vzduchu v místnosti V_{int} [m ³]	podlahová plocha místnosti A_{pod} [m ²]	návrhová tepelná ztráta prostupem \dot{Q}_p [W]	návrhová tepelná ztráta větráním \dot{Q}_v [W]	zátopový tepelný výkon \dot{Q}_{pot} [W]	návrhový tepelný výkon \dot{Q}_{tot} [W]
1.01 - Chodba	15	-	188,6	73,95	757,0	865,5	0,0	1 622,5
1.02 - Chodba	15	-	61,4	24,08	-709,0	0,0	0,0	-709,0
1.03 - Chodba	15	-	42,7	16,73	58,3	0,0	0,0	58,3
1.04 - Kotelna	15	-	21,1	8,31	-53,1	0,0	0,0	-53,1
1.101 - Chodba	20	-	31,9	12,51	46,7	0,0	0,0	46,7
1.102 - WC	20	-	5,0	1,94	14,0	0,0	0,0	14,0
1.103 - Koupelna	24	-	9,3	3,66	133,0	0,0	0,0	133,0
1.104 - Pokoj	20	-	38,7	15,18	316,5	210,6	0,0	527,1
1.105 - Ložnice	20	-	39,9	15,64	210,8	217,0	0,0	427,7
1.106 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	76,5	30,00	332,1	665,9	0,0	998,0
1.201 - Chodba	20	-	31,8	12,45	2,2	0,0	0,0	2,2
1.202 - WC	20	-	5,7	2,25	-38,5	0,0	0,0	-38,5
1.203 - Koupelna	24	-	11,8	4,61	142,5	0,0	0,0	142,5
1.204 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	74,8	29,35	567,0	651,4	0,0	1 218,4
1.205 - Ložnice	20	-	37,5	14,70	200,4	203,9	0,0	404,4
1.206 - Pokoj	20	-	34,4	13,47	316,3	186,9	0,0	503,2
1.301 - Chodba	20	-	10,9	4,27	-1,9	0,0	0,0	-1,9
1.302 - Koupelna+WC	24	-	10,9	4,27	180,0	0,0	0,0	180,0
1.303 - Ložnice	20	-	29,0	11,38	217,3	157,9	0,0	375,1
1.304 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	48,8	19,51	259,0	424,4	0,0	683,5

DEKSOFT - programy pro stavebnictví - protokol tepelných ztrát stanovených dle ČSN EN 12 831

1

Souhrn tepelných ztrát vytápěných místností

1.401 - Chodba	20	-	10,5	4,11	32,7	0,0	0,0	32,7
1.402 - Koupelna+WC	24	-	11,4	4,46	164,5	0,0	0,0	164,5
1.403 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	48,5	18,89	233,4	421,9	0,0	655,3
1.501 - Chodba	20	-	10,5	4,11	-35,7	0,0	0,0	-35,7
1.502 - Koupelna+WC	24	-	11,4	4,46	174,2	0,0	0,0	174,2
1.503 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	46,6	18,29	197,6	406,0	0,0	603,6
1.601 - Chodba	20	-	11,1	4,35	-38,4	0,0	0,0	-38,4
1.602 - Koupelna+WC	24	-	11,4	4,46	141,6	0,0	0,0	141,6
1.603 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	46,3	18,14	184,5	402,6	0,0	587,1
1.701 - Chodba	20	-	8,7	3,42	-53,9	0,0	0,0	-53,9
1.702 - Koupelna+WC	24	-	10,9	4,28	223,4	0,0	0,0	223,4
1.703 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	37,0	14,49	192,8	321,6	0,0	514,4
1.801 - Chodba	20	-	12,5	4,90	-3,5	0,0	0,0	-3,5
1.802 - Koupelna+WC	24	-	10,7	4,19	162,4	0,0	0,0	162,4
1.803 - Spíž	20	-	5,0	1,94	34,3	0,0	0,0	34,3
1.804 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	40,5	15,88	284,3	352,5	0,0	636,8
1.805 - Ložnice	20	-	32,8	12,87	189,8	178,5	0,0	368,4
1.901 - Chodba	20	-	16,2	6,36	-9,9	0,0	0,0	-9,9
1.902 - Koupelna+WC	24	-	12,0	4,72	153,0	0,0	0,0	153,0
1.903 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	71,2	27,91	428,4	619,5	0,0	1 047,8
1.904 - Ložnice	20	-	35,1	13,76	168,5	190,9	0,0	359,4
2.01 - Chodba	15	-	178,9	60,63	585,1	821,0	0,0	1 406,1
2.02 - Chodba	15	-	75,5	25,58	-607,9	0,0	0,0	-607,9

DEKSOFT - programy pro stavebnictví - protokol tepelných ztrát stanovených dle ČSN EN 12 831

2

Souhrn tepelných ztrát vytápěných místností

2.03 - Chodba	15	-	49,4	16,73	77,2	0,0	0,0	77,2
2.04 - Úklidová místnost	15	-	7,6	2,56	-40,6	0,0	0,0	-40,6
2.101 - Chodba	20	-	20,8	7,05	60,8	0,0	0,0	60,8
2.102 - Koupeřina+WC	24	-	13,2	4,46	187,3	0,0	0,0	187,3
2.103 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	79,7	27,03	695,1	694,1	0,0	1 389,1
2.104 - Ložnice	20	-	52,8	17,88	257,5	287,0	0,0	544,5
2.201 - Chodba	20	-	12,6	4,27	31,0	0,0	0,0	31,0
2.202 - Koupeřina+WC	24	-	12,6	4,27	221,8	0,0	0,0	221,8
2.203 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	57,6	19,51	280,3	500,9	0,0	781,2
2.204 - Ložnice	20	-	33,6	11,38	232,6	182,6	0,0	415,2
2.301 - Chodba	20	-	17,0	5,76	27,7	0,0	0,0	27,7
2.302 - Koupeřina+WC	24	-	12,8	4,35	158,5	0,0	0,0	158,5
2.303 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	77,7	26,35	254,5	676,6	0,0	931,0
2.304 - Ložnice	20	-	40,9	13,87	221,1	222,6	0,0	443,7
2.401 - Chodba	20	-	12,6	4,27	26,4	0,0	0,0	26,4
2.402 - Koupeřina+WC	24	-	12,6	4,27	233,7	0,0	0,0	233,7
2.403 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	57,6	19,51	286,6	500,9	0,0	787,5
2.404 - Ložnice	20	-	33,6	11,38	130,8	182,6	0,0	313,4
2.501 - Chodba	20	-	18,4	6,22	11,6	0,0	0,0	11,6
2.502 - Koupeřina+WC	24	-	11,6	3,92	164,6	0,0	0,0	164,6
2.503 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	74,6	25,27	407,8	648,9	0,0	1 056,7
2.504 - Ložnice	20	-	35,7	12,10	180,9	194,2	0,0	375,1
2.601 - Chodba	20	-	25,4	8,61	13,4	0,0	0,0	13,4

Souhrn tepelných ztrát vytápěných místností

2.602 - Koupeřina	24	-	13,9	4,71	203,1	0,0	0,0	203,1
2.603 - WC	20	-	6,3	2,15	-6,1	0,0	0,0	-6,1
2.604 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	93,7	31,75	715,3	815,2	0,0	1 530,5
2.605 - Šatna	20	-	10,1	3,42	93,0	0,0	0,0	93,0
2.606 - Ložnice	20	-	71,8	24,32	612,6	390,4	0,0	1 003,0
2.701 - Chodba	20	-	36,9	12,51	97,1	0,0	0,0	97,1
2.702 - WC	20	-	5,7	1,94	25,2	0,0	0,0	25,2
2.703 - Koupeřina	24	-	10,8	3,66	180,5	0,0	0,0	180,5
2.704 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	88,5	30,00	377,1	770,3	0,0	1 147,4
2.705 - Ložnice	20	-	46,1	15,64	225,3	251,0	0,0	476,3
2.706 - Pokoj	20	-	44,8	15,18	318,4	243,6	0,0	562,0
2.801 - Chodba	20	-	36,8	12,47	139,4	0,0	0,0	139,4
2.802 - WC	20	-	5,7	1,94	-30,1	0,0	0,0	-30,1
2.803 - Koupeřina	24	-	13,6	4,61	169,2	0,0	0,0	169,2
2.804 - Obývací pokoj+kuchyně	20	-	86,6	29,35	575,1	753,6	0,0	1 328,7
2.805 - Ložnice	20	-	43,4	14,70	215,4	235,9	0,0	451,3
2.806 - Pokoj	20	-	39,7	13,47	346,6	216,2	0,0	562,8
Celkem za zadané místnosti	-	-	2 989,3	1 083,3	14 129,5	15 064,5	0,0	29 194,0

Tepelné ztráty bytových jednotek prostorů

	Tepelná ztráta objektu [W]
1.NP	11 332,90
2.NP	15 576,90
Celkem	26 909,80

Tepelné ztráty společných

	Tepelná ztráta objektu [W]
1.NP	918,70
2.NP	1 365,50
Celkem	2 284,20

Tepelné ztráty celkem

	Tepelná ztráta objektu [W]
1.NP	12 251,60
2.NP	16 942,40
Celkem	29 194

B.4. ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Posudek energetického štítku obálky budovy byl vyhotoven pomocí softwaru DEKSOFT.

program ENERGETIKA
verze 7.0.6

 DEKSOFT

Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-2 1-EXT O 2,5x1,5 JV	18,8	1,05	1,00	19,69	18,8	0,80	1,00	15,00
STN-3 1-EXT SO1 JV	139,2	0,21	1,00	29,22	139,2	0,21	1,00	28,95
VYP-4 1-EXT O 1,6x2,35 JV	15,0	1,05	1,00	15,79	15,0	0,80	1,00	12,03
VYP-5 1-EXT O 2,9x2,35 JV	20,5	1,05	1,00	21,47	20,5	0,80	1,00	16,36
STR-7 1-EXT střecha	278,4	0,17	1,00	46,77	278,4	0,11	1,00	30,63
VYP-9 1-EXT O 1,6x2,35 JZ	37,6	1,05	1,00	39,48	37,6	0,80	1,00	30,08
VYP-10 1-EXT O 0,75x2,35 JZ	3,5	1,05	1,00	3,71	3,5	0,80	1,00	2,82
VYP-11 1-EXT O 1,6x2,35 SZ	48,9	1,05	1,00	51,32	48,9	0,80	1,00	39,10
VYP-12 1-EXT O 1,75x0,8 SZ	2,8	1,05	1,00	2,94	2,8	0,80	1,00	2,24
VYP-13 1-EXT O 0,75x2,35 SZ	10,6	1,05	1,00	11,11	10,6	0,80	1,00	8,46
STN-15 1-EXT SO1 JZ	171,1	0,21	1,00	35,94	171,1	0,21	1,00	35,59
STN-16 1-EXT SO1 SZ	123,7	0,21	1,00	25,97	123,7	0,21	1,00	25,72
STN-17 1-EXT SO1 SV	54,9	0,21	1,00	11,53	54,9	0,21	1,00	11,42
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 924,9$		1,00	12,95	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 924,9$		1,00	18,50

Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

PDL(z)-14 1-ZEM PDL na zemině	472,7	0,32		73,73	472,7	0,26		66,75
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 472,7$		0,52	6,62	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 472,7$		0,57	9,45
PDL-18 1-2 PDL/STR ⁴⁾	-	1,45	0,11	-	-	0,79	0,11	-
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 278,4$		0,11	-	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 278,4$		0,11	-
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	1 397,6	-	-	388,67	1 397,6	-	-	325,17
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			19,57	$\Sigma \Delta U_{em}$			27,95
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	408,24	-	-	-	353,12

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Referenční budova $\theta_i = 16\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 16\text{ °C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-1 2-EXT vstupní dveře 1,935x2,35 JV ¹⁾	4,6	1,54	1,00	7,01	4,6	1,10	1,00	5,01
STN-3 2-EXT SO1 JV	14,0	0,28	1,00	3,91	14,0	0,21	1,00	2,90
VYP-6 2-EXT SCH O 4,6x2,35 JZ	21,6	1,40	1,00	30,27	21,6	0,80	1,00	17,30
STR-7 2-EXT střecha	92,1	0,22	1,00	20,63	92,1	0,11	1,00	10,13
STN-16 2-EXT SO1 SZ	7,8	0,28	1,00	2,18	7,8	0,21	1,00	1,62
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 140,0$		1,00	1,96	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 140,0$		1,00	2,80
PDL(z)-14 2-ZEM PDL na zemině	114,8	0,42	0,54	25,21	114,8	0,26	0,65	18,82
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 114,8$			1,61	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 114,8$			2,30
PDL-18 2-1 PDL/STR ⁴⁾	-	1,45	-0,11	-	-	0,79	-0,11	-
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 278,4$		-0,11	-	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 278,4$		-0,11	-
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	254,8	-	-	89,21	254,8	-	-	55,78
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			3,57	$\Sigma \Delta U_{em}$			5,10
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	92,78	-	-	-	60,88

¹⁾ Hodnota referenčního součinitele prostupu tepla U_R těchto konstrukcí byla zastropena maximální hodnotou $U_{R,max}$ v důsledku podílu zasklení obvodového pláště hodnocené budovy více jak 40%.

²⁾ V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb u obalových konstrukcí stanoven přírážkou $f_R \cdot 0,02$ W/(m².K).

³⁾ V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny Θ_i je mimo interval $18^\circ\text{C} \leq \Theta_i \leq 22^\circ\text{C}$, přenásobí se (kromě činitelem f_R dle typu referenční budovy) součinitel prostupu tepla konstrukce $U_{N,20}$ i činitelem $e=16/ABS(\Theta_i - 4)$. Současně platí, že $e_{MAX}=1,75$ a $e_{MIN}=0,75$ z důvodu generování reálných referenčních hodnot pro referenční budovu. V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny Θ_i je v intervalu $18^\circ\text{C} \leq \Theta_i \leq 22^\circ\text{C}$ je činitel $e=1,00$. V případě, že u konstrukce byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ „z temperovaného prostoru do exteriéru“ nebo „z temperovaného prostoru k nevytápěnému prostoru“, přenásobení požadovaného součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ činitelem „e“ se neprovádí, resp. $e=1,00$. Stejně tak se požadavek nepřepočítává ($e=1,00$), pokud u konstrukce byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla na konstrukci $U_{N,20}$ „stěna/strop mezi prostory s rozdílem do 10°C , resp. do 5°C “. Tento požadavek také není závislý na výšší teploty v posuzované zóně, pouze na rozdílu teplot mezi prostory.

⁴⁾ Plocha a měrná ztráta nebo měrný zisk této vnitřní dělicí konstrukce se nezahrnují dle vyhlášky o ENB do výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla budovy.

⁵⁾ Plocha a měrný zisk této konstrukce k sousední budově/prostoru se nezahrnují dle vyhlášky o ENB do výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla budovy (platí pro konstrukce s $H_T \leq 0,00$ W/K).

⁶⁾ Minimální referenční měrná tepelná ztráta konstrukcí přilehlých k zemině byla omezena dle podmínky vyhlášky o ENB: $H_{T,R,min} = \Sigma (A \cdot U_R \cdot (\Theta_i - 5) / (\Theta_i - \Theta_e))$.

⁷⁾ Konstrukce s adiabatickou okrajovou podmínkou se nezapočítává do výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em}/U_{em,R}$
	W/(m ² .K)	W/(m ² .K)	
Z1 - Pobytové prostory	0,292	0,253	86,50 %
Z2 - Společenské prostory	0,364	0,239	65,62 %
budova celkem	0,303	0,251	82,63 %
budova splňuje požadavek $U_{em,R}$ vybrané referenční budovy:			ANO

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	U_{em}	Klasifikační třída
	W/(m ² .K)	W/(m ² .K)	
Budova celkem	0,303	0,251	B

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 \cdot U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 \cdot U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 \cdot U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 \cdot U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 \cdot U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 \cdot U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 \cdot U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Bytový dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	,		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:			
Celková podlahová plocha $A_0 = 1309,62$ [m ²]		hodnocená	doporučení
<p>mimořádně úsporná</p> <p>0,21</p> <p>0,27</p> <p>0,36</p> <p>0,52</p> <p>0,70</p> <p>0,88</p> <p>mimořádně neekonomická</p>		0,251	0,227
KLASIFIKACE		B	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em}=H_T/A$		0,251	0,227
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,classe}$ W/(m ² .K) typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,303	0,303
Platnost štítku do (datum):	11.5.2033 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:			

B.5. NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

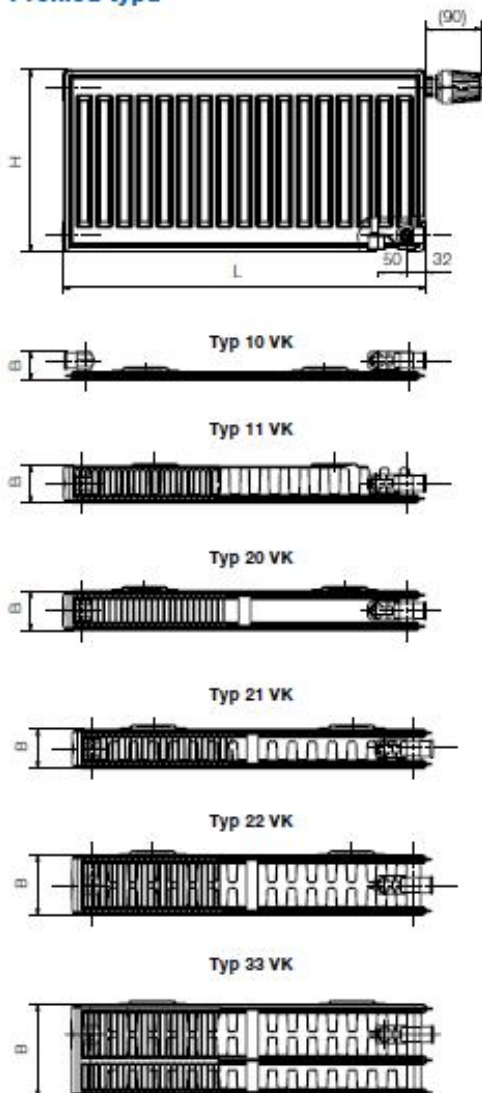
Obytné místnosti budou vytápěny deskovými otopnými tělesy firmy Korado. Otopná tělesa budou v provedení ventil kompak (VK), s levým i pravým spodním H rohovým připojením. V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa, konkrétně řada Koralux Linear Classic M se středovým připojením pomocí HM armatury. Připojením otopných těles je uvažováno 100 mm nad podlahou. Uchycení do stěny bude provedeno pomocí konzol, dle technického listu výrobce. Otopná soustava je navržena na teplotní spád 50/40°C.



Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní přichytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navazaných šest přichytek.

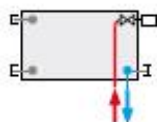
Přehled typů



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	10 bar (1,0 MPa)
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní
 $\varphi = 1$

Obrázek 21: RADIK VK – deskové otopné těleso [6]

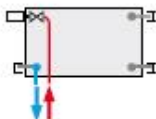
RADIK VKL



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VKL	47 mm
Typ 11 VKL	63 mm
Typ 21 VKL	66 mm
Typ 22 VKL	100 mm
Typ 33 VKL	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	10 bar (1,0 MPa)
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu

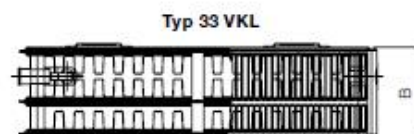
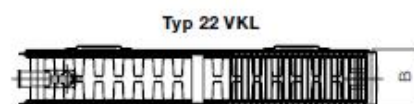
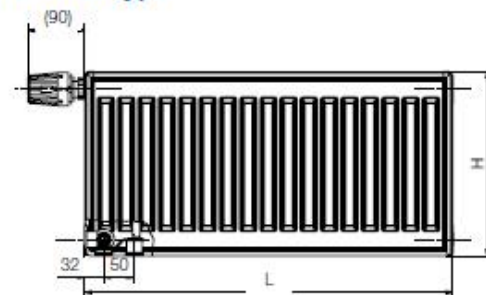


levé spodní
 $\varphi = 1$

Popis

Model **RADIK VKL** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **levé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní přičhytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest přičhytek.

Přehled typů



Obrázek 22: RADIK VKL - deskové otopné těleso [6]

KORALUX LINEAR CLASSIC, LINEAR CLASSIC - M



Konstrukce

KORALUX LINEAR CLASSIC (KLC) je trubkové otopné těleso se **spodním připojením zdola dolů** s přípojovací rozteč h odvozenou z jeho délky L . Konstrukce tělesa rovněž umožňuje **oboustranné připojení shora dolů**.

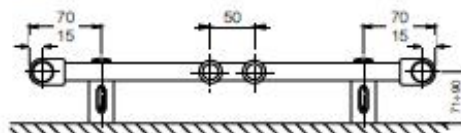
KORALUX LINEAR CLASSIC - M (KLCM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s přípojovací rozteč h 50 mm.

Ocelové trubky \varnothing 20 mm
Ocelový profil 40 x 30 mm

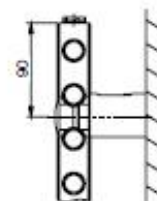
Technické údaje

Výška H	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka L	450, 500, 600, 750 mm
Hloubka B	30 mm
Přípojovací rozteč (KLC)	$h = L - 30$ mm
Přípojovací rozteč (KLCM)	50 mm
Přípojovací závit (KLC)	4 x G 1/2" vnitřní
Přípojovací závit (KLCM)	8 x G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Zkušební tlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Průtokový součinitel (KLC)	$A_f = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Průtokový součinitel (KLCM)	$A_f = 7,1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
Součinitel odporu (KLC)	$\xi_f = 1,8$
Součinitel odporu (KLCM)	$\xi_f = 18,0$

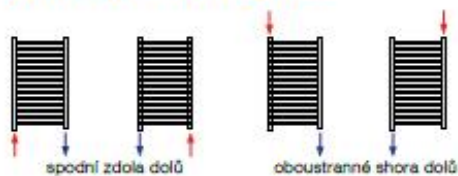
Upevnění



Dodávané souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vrtuly, hmoždinky a návod na montáž.



Způsob připojení KORALUX LINEAR CLASSIC



Způsob připojení KORALUX LINEAR CLASSIC - M



Obrázek 23: RADIK KLC-M, trubkové otopné těleso [7]

B.5.1. Výkon otopných těles

č.m.	Název místnosti	t _i	Tepelná ztráta/zisk místnosti [W]	Typ otopného tělesa	Jmenovitý výkon otopného tělesa [W]	z ₁	z ₂	z ₃	φ	Q _{OT,skutečný} [W]
1.01	Zádvěří	15	1622,50	21-VK 700/1200	974	1	1	0,9	1	877
				21-VK 700/1200	974	1	1	0,9	1	877
1.02	Chodba	15	-709,00	-	-	-	-	-	-	-
1.03	Chodba	15	58,30	-	-	-	-	-	-	-
1.04	Tech. Místnost	15	-53,10	-	-	-	-	-	-	-
1.101	Chodba	20	46,70	-	-	-	-	-	-	-
1.102	WC	20	14,00	-	-	-	-	-	-	-
1.103	Koupelna	24	133,00	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.104	Pokoj	20	527,10	22-VKL 600/800	549	1	1	0,95	1	522
1.105	Ložnice	20	427,70	22-VKL 600/700	481	1	1	0,95	1	457
1.106	Obývací pokoj + kuchyň	20	998,00	22-VKL 600/1600	1103	1	1	0,9	1	993
1.201	Chodba	20	2,20	-	-	-	-	-	-	-
1.202	WC	20	-38,50	-	-	-	-	-	-	-
1.203	Koupelna	24	142,50	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.204	Obývací pokoj + kuchyň	20	1218,40	22-VK 600/800	549	1	1	0,95	1	522
				22-VKL 600/1200	784	1	1	1	1	784
1.205	Ložnice	20	404,40	22-VKL 600/600	412	1	1	0,95	1	391
1.206	Pokoj	20	503,20	22-VKL 600/700	481	1	1	0,95	1	457
1.301	Chodba	20	-1,90	-	-	-	-	-	-	-
1.302	Koupelna+WC	24	180,00	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.303	Ložnice	20	375,10	22-VKL 600/600	412	1	1	0,95	1	391
1.304	Obývací pokoj + kuchyň	20	683,50	22-VKL 600/1100	756	1	1	0,95	1	718
1.401	Chodba	20	32,70	-	-	-	-	-	-	-
1.402	Koupelna+WC	24	164,50	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.403	Garsoniéra	20	655,30	11-VKL 600/1800	714	1	1	1	1	714
1.501	Chodba	20	-35,70	-	-	-	-	-	-	-
1.502	Koupelna+WC	24	174,20	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.503	Garsoniéra	20	603,60	11-VKL 600/1800	714	1	1	1	1	714
1.601	Chodba	20	-38,40	-	-	-	-	-	-	-
1.602	Koupelna+WC	24	141,60	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.603	Garsoniéra	20	587,10	11-VKL 600/1800	714	1	1	1	1	714
1.701	Chodba	20	-53,90	-	-	-	-	-	-	-
1.702	Koupelna+WC	24	223,40	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.703	Obývací pokoj + kuchyň	20	514,40	22-VKL 600/800	549	1	1	0,95	1	522
1.801	Chodba	20	-3,50	-	-	-	-	-	-	-
1.802	Koupelna+WC	24	162,40	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.803	Spíž	20	34,30	-	-	-	-	-	-	-
1.804	Obývací pokoj + kuchyň	20	636,80	22-VKL 600/1100	718	1	1	0,9	1	646
1.805	Ložnice	20	368,40	22-VKL 600/600	392	1	1	0,95	1	372
1.901	Chodba	20	-9,90	-	-	-	-	-	-	-
1.902	Koupelna+WC	24	153,00	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
1.903	Obývací pokoj + kuchyň	20	1047,80	11-VKL 600/1800	714	1	1	1	1	714
				11-VKL 600/900	377	1	1	0,9	1	339
1.904	Ložnice	20	359,40	11-VKL 600/1800	714	1	1	1	1	714

2.01	Chodba	15	1 406,10	33-VKL 600/900	848	1	1	0,9	1	763
				22-VKL 600/700	763	1	1	0,9	1	687
2.02	Chodba	15	-607,9	-	-	-	-	-	-	-
2.03	Chodba	15	77,2	-	-	-	-	-	-	-
2.04	Úklidová místnost	15	-40,6	-	-	-	-	-	-	-
2.101	Chodba	20	60,8	-	-	-	-	-	-	-
2.102	Koupelna+WC	24	187,3	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
2.103	Obývací pokoj + kuchyň	20	1 389,10	33-VKL 600/1600	1489	1	1	0,9	1	1340
2.104	Ložnice	20	544	22-VKL 600/800	549	1	1	0,95	1	522
2.201	Chodba	20	31	-	-	-	-	-	-	-
2.202	Koupelna+WC	24	221,8	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,750	426	1	1	0,9	1	383
2.203	Obývací pokoj + kuchyň	20	781,2	22-VKL 600/1200	825	1	1	0,95	1	784
2.204	Ložnice	20	415,2	22-VKL 600/700	481	1	1	0,95	1	457
2.301	Chodba	20	27,7	-	-	-	-	-	-	-
2.302	Koupelna+WC	24	158,5	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
2.303	Obývací pokoj + kuchyň	20	931	22-VKL 600/400	915	1	1	0,95	1	869
2.304	Ložnice	20	443,7	22-VKL 600/700	481	1	1	0,95	1	457
2.401	Chodba	20	26,4	-	-	-	-	-	-	-
2.402	Koupelna+WC	24	233,7	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,750	426	1	1	0,9	1	383
2.403	Obývací pokoj + kuchyň	20	787,5	22-VKL 600/1200	825	1	1	0,95	1	784
2.404	Ložnice	20	313,4	22-VKL 600/600	317	1	1	0,95	1	301
2.501	Chodba	20	11,6	-	-	-	-	-	-	-
2.502	Koupelna+WC	24	164,6	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
2.503	Obývací pokoj + kuchyň	20	1 056,70	33-VKL 600/1100	1138	1	1	0,9	1	1024
2.504	Ložnice	20	375,1	22-VKL 600/600	413	1	1	0,9	1	372
2.601	Chodba	20	13,4	-	-	-	-	-	-	-
2.602	Koupelna	24	203,1	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,750	426	1	1	0,9	1	383
2.603	WC	20	-6,1	-	-	-	-	-	-	-
2.604	Obývací pokoj + kuchyň	20	1 530,50	22-VKL 600/1000	687	1	1	0,95	1	653
				22-VKL 600/1400	966	1	1	0,9	1	869
2.605	Šatna	20	93	-	-	-	-	-	-	-
2.606	Ložnice	20	1 003,00	33-VKL 600/1200	1117	1	1	0,9	1	1005
2.701	Chodba	20	97,1	-	-	-	-	-	-	-
2.702	WC	20	25,2	-	-	-	-	-	-	-
2.703	Koupelna	24	180,5	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
2.704	Obývací pokoj + kuchyň	20	1 147,40	22-VKL 600/1800	1241	1	1	0,9	1	1117
2.705	Ložnice	20	476,3	22-VKL 600/700	481	1	1	0,95	1	457
2.706	Pokoj	20	562	22-VKL 600/800	549	1	1	0,95	1	522
2.801	Chodba	20	139,4	-	-	-	-	-	-	-
2.802	WC	20	-30,1	-	-	-	-	-	-	-
2.803	Koupelna	24	169,2	KORALUX LINEAR CLASSIC KLC-1820,450	267	1	1	0,9	1	240
2.804	Obývací pokoj + kuchyň	20	1 328,70	22-VKL 600/900	619	1	1	0,95	1	588
				22-VKL 600/1200	825	1	1	0,95	1	784
2.805	Ložnice	20	451,3	22-VKL 600/700	481	1	1	0,95	1	457
2.806	Pokoj	20	562,8	22-VKL 600/900	620	1	1	0,9	1	558

Tabulka 2: Výkon otopných těles

Celkový otopný výkon těles: 32 347 W

B.6. NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Výpočet přípravy teplé vody je proveden podle ČSN 06 0320, pomocí křivky dodávky a odběru teplé vody.

Výpočet přípravy teplé vody

82 l/os den

24 h provozní doba

38 osob

$$V_{zp} = n \cdot V_{2p} = 38 \cdot 0,082 = 3,117 \text{ m}^3/\text{den}$$

Odebrané teplo

$$Q_{2t} = c \cdot V_{zp} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 3,117 \cdot (55-10) = 163,076 \text{ kWh}$$

Ztracené teplo

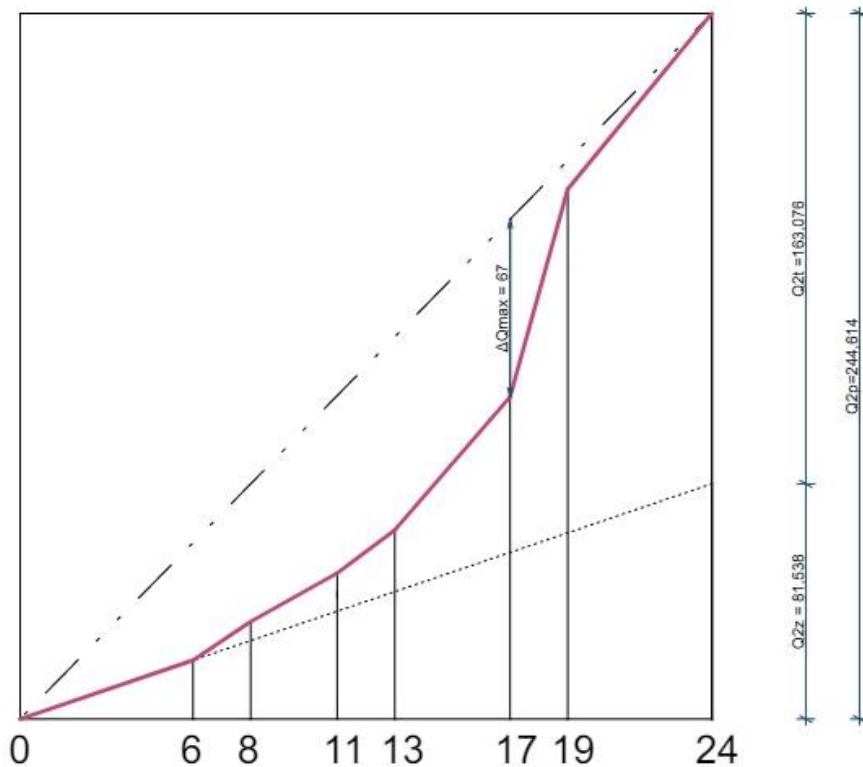
$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 163,076 \cdot 0,5 = 81,538 \text{ kWh}$$

Teplo celkem – teplo odebrané pro ohřev TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 163,076 + 81,538 = 244,614 \text{ kWh/periodu}$$

Čas	Podíl odběru	Odebrané teplo Q_{2t} [kWh]	Ztracené teplo Q_{2z} [kWh]	Celkem Q_{2p} [kWh]
6 - 8	20%	32,615	16,308	48,923
8 - 11	5%	8,154	4,077	12,231
11 - 13	10%	16,308	8,154	24,461
13 - 17	5%	8,154	4,077	12,231
17 - 19	20%	32,615	16,308	48,923
19 - 24	40%	65,230	32,615	97,846
Celkem:	100%	163,076	81,538	244,614

Tabulka 3: Průběh odběru teplé vody



Obrázek 24: Graf odběrové špičky

ZÁSOBNÍKOVÝ OHŘEV TEPLÉ VODY

Stanovení objemového zásobníku

$$V_{zp} = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{67}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,280 \text{ m}^3 = 1280 \text{ l}$$

Stanovení tepelného výkonu pro ohřev vody

$$Q_{1n} = \frac{Q_{1t}}{t} = \frac{244,614}{24} = 10,19 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (80/60)

Teploty na přívodu a vratu na straně zdroje 80/60 a ohříváče TV 55/10

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln\left(\frac{80 - 55}{60 - 10}\right)} = 36,07 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{10,19 \cdot 10^3}{420 \cdot 36,07} = 0,78 \text{ m}^2$$

SMÍŠENÝ OHŘEV TEPLÉ VODY

Hodinová špička: 17-19 hod – 0,2

$$V_z = \frac{V_{zp} \cdot n}{n_{hod}} = \frac{1,28 \cdot 0,2}{2} = 0,312 \text{ m}^3 = 312 \text{ l}$$

Požadavek výkonu se zahrnutím ztraceného tepla

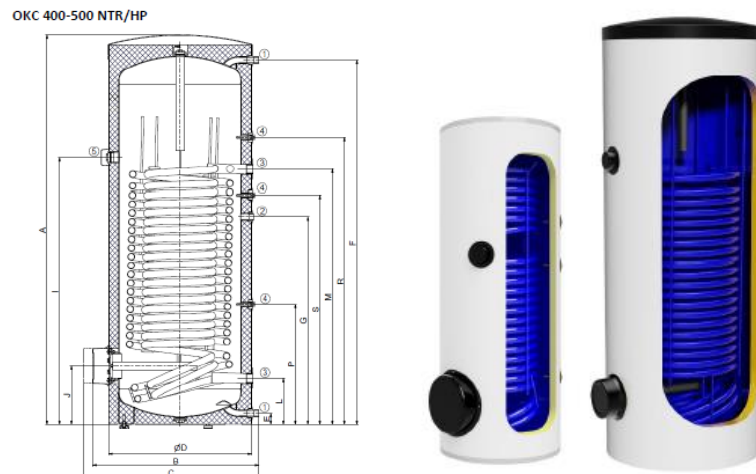
$$Q_{in} = \frac{Q_{17-19}}{n} = \frac{48,923}{2} = 24,46 \text{ kW}$$

Potřeba teplosměnná plocha výměníku

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{24,46 \cdot 10^3}{420 \cdot 36,07} = 1,615 \text{ m}^2$$

Do projektu uvažujeme pro přípravu teplé vody smíšený ohřev teplé vody. Minimální objem zásobníku bude 312 l a min. plocha teplosměnné plochy bude 1,615 m².

Navrhují nepřímotopný zásobníkový ohřivač vody OKC NTR/HP 400 firmy Dražice. Zvolený zásobník má objem 352 l a výhřevnou plochu výměníku 5,2 m².



	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP		
			①	1" vnější
A	1644	1914	②	3/4" vnitřní
B	812	812	③	5/4" vnitřní
C	852	852	④	1/2" vnitřní
D	700	700	⑤	6/4" vnitřní
E	55	55		
F	1521	1790		
G	843	1023		
I	1138	1310		
J	288	288		
L	228	228		
M	1081	1253		
P	592	592		
R	1237	1409		
S	956	1128		

Obrázek 25: Specifikace nepřímotopného zásobníku firmy Dražice [8]

TYP		OKC 200 NTR/HP	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
OBJEM	l	208	234	286	352	469	710	930
VÝŠKA	mm	1355	1535	1558	1644	1914	2039	2053
PRŮMĚR	mm	584	584	670	700	700	950	1050
MAX. HMOTNOST BEZ VODY	kg	102	119	133	190	223	259	324
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar				10			
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar				10			
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY	°C				110			
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C				80			
VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m ²	2,1	2,5	3,2	5,2	6,4	7,0	9,0
OBJEM VÝMĚNÍKU	l	13,7	17	21	32	39	47	63
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI					C			
STATICKÁ ZTRÁTA	W	82	87	72	90	105	130	142

Obrázek 26: Řez a technické parametry Dražice OKC 400 NTR/HP [8]

B.7. NÁVRH ZDROJE TEPLA

Tepelné ztráty	27,35 kW
Navrhovaný teplotní výkon pro vytápění kW	$Q_{VYT} = 27,76$
Potřeba tepla na přípravu TV kW	$Q_{TV} = 24,46$
Potřeba tepla na přípravu VZT	$Q_{VZT} = 0$ kW

Výpočet požadovaného výkonu zdroje

$$Q_{PRIP1} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 27,76 + 0,7 \cdot 0 + 24,46 = 43,89 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TV} = 27,76 + 0 = 27,76 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP1}; Q_{PRIP2}) = (43,89; 27,76) = 43,89 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon pro zimu = 43,89 kW

Požadovaný výkon pro léto (ohřev TV) = 24,46 kW

Návrh: 2 x závěsný plynový kondenzační kotel THERM 35 KD firmy Thermona v provedení C, jmenovitý výkon kotle od 3,2 – 37 kW. Kotle budou v kaskádě instalovány do technické místnosti. Z důvodu zařazení technické místnosti do kategorie C, není nutné vyhovět speciálním požadavkům.

$$2 \cdot 37 = 74 \text{ kW} > 43,89 \text{ kW}$$

Kotle budou zásobovat otopnou soustavu a nepřímotopný zásobník.



Obrázek 27: Plynový kondenzační kotel THERM 35 KD [9]

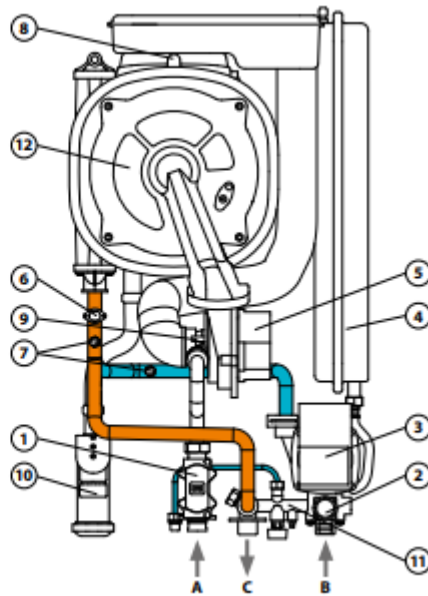
Technické údaje	Jednotky	THERM 35 KD
Třída sezónní energetické účinnosti topení	-	A
Maximální tepelný příkon	kW	35,0
Minimální až maximální tepelný výkon na vytápění	kW	3,4 - 37,0
Palivo	-	zemní plyn, propan
Spotřeba plynu - zemní plyn	m ³ /h	0,33 - 3,50
Spotřeba plynu - propan	m ³ /h	0,14 - 1,45
Minimální až maximální přetlak topného systému	bar	0,8 - 3,0
Maximální výstupní teplota topné vody	°C	80
Účinnost kotle	%	97 - 106
Objem expanzomatu topné vody	l	7
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V/Hz	230/50~
Pomocná el. energie při jmenovitém tepelném příkonu	W	68,2
Stupeň krytí el. částí	-	IP 41 (D)
Průměr kouřovodu	mm	60/100, 80/125, 2x80
Rozměry: výška / šířka / hloubka	mm	725 / 430 / 280
Hmotnost kotle	kg	28
Objednací číslo	-	10117
SVT kód	-	SVT25189

Obrázek 28: Technické parametry THERM 35 KD [9]

THERM 18 KD, 25 KD, 35 KD

- 1 - Plynový ventil
- 2 - Pojistný ventil
- 3 - Oběhové čerpadlo
- 4 - Expanzní nádoba topení
- 5 - Ventilátor
- 6 - Havarijní termostat
- 7 - Teplotní sonda
- 8 - Teplotní sonda spalin
- 9 - Mixér
- 10 - Zápachová uzávěrka (sifon)
- 11 - Hydroblok
- 12 - Kondenzační těleso

- A - Vstup plynu
B - Vstup vratné vody
C - Výstup topné vody



THERM 18 KD, 25 KD, 35 KD

- 1 - Kondenzační komora
- 2 - Ventilátor
- 3 - Teplotní sonda topení
- 4 - Expanzní nádoba topení
- 5 - Havarijní termostat
- 6 - Energeticky úsporné čerpadlo
- 7 - Plynový ventil
- 8 - Pojistný ventil
- 9 - Ovládací panel
- 10 - Sdružená zapalovací a ionizační elektroda

Obrázek 29: Zjednodušené schéma a sestava kotle THERM 35 KD [9]

Technický popis	Jedn.	THERM 35 KD		THERM 35 KDC	
		zemní plyn	propan	zemní plyn	propan
Palivo	-	zemní plyn	propan	zemní plyn	propan
Kategorie spotřebiče	-	I_{200}, II_{200P}	I_{20}, II_{200P}	I_{20}, II_{200P}	I_{20}, II_{200P}
Provedení	-		$C_{12}, C_{12P}, C_{42}, C_{12P}, C_{42P}, C_{60}$		
Jmenovitý tepelný příkon na topení Q_n	kW	35,0	35,0	35,0	35,0
Minimální tepelný příkon na topení Q_n	kW	3,5	3,5	3,5	3,5
Jmenovitý tepelný výkon na vytápění P_n	$\Delta t = 80/60 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	34,0	34,0	34,0
	$\Delta t = 50/30 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	37,0	37,0	37,0
Jmenovitý tepelný příkon na ohřev TV Q_{nTV}	kW	-	-	35,0	35,0
Jmenovitý tepelný výkon na ohřev TV	kW	-	-	34,0	34,0
Minimální tepelný výkon P_n	$\Delta t = 50/30 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	3,4	3,4	3,6
	$\Delta t = 80/60 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	3,2	3,3	3,2
Vrtání clony plynu	mm	6,0	6,0	6,0	6,0
Přetlak plynu na vstupu spotřebiče	mbar	20	37 (50)	20	37 (50)
Spotřeba plynu	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0,33 – 3,50	0,14 – 1,45	0,33 – 3,50	0,14 – 1,45
Max. přetlak topného systému PMS	bar	3	3	3	3
Min. přetlak topného systému	bar	0,8	0,8	0,8	0,8
Max. vstupní tlak TV PMW	bar	-	-	6	6
Min. vstupní tlak TV	bar	-	-	0,5	0,5
Max. výstupní teplota topné vody	$^\circ\text{C}$	80	80	80	80
Varianty odtahu spalin	mm	60/100, 80/125, 2x 80		60/100, 80/125, 2x 80	
Průměrná teplota spalin	$^\circ\text{C}$	58	58	58	58
Teplota spalin při přehřátí	$^\circ\text{C}$	88	88	88	88
Nejnižší teplota spalin při min. tepelném výkonu	$^\circ\text{C}$	38	38	38	38
Hmotnostní průtok spalin	$\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$	1,0 – 15,0	1,0 – 15,0	1,0 – 15,0	1,0 – 15,0
Hladina akustického výkonu	dB (A)	54	54	54	54
Účinnost kotle	%	97 – 106	97 – 106	97 – 106	97 – 106
Třída NOx kotle	-	6	6	6	6
Druh elektrického napájení	-	-	-	-	-
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V / Hz	230 / 50	230 / 50	230 / 50	230 / 50
Pomocná elektrická energie při	jmenovitým tepelném příkonu	W	68,2	68,2	68,2
	částečném zatížení	W	21,4	21,4	21,4
	pohotovostním stavu	W	4,1	4,1	4,1
Jmenovitý proud pojistky spotřebiče	A	2	2	2	2
Stupeň krytí el. částí	-	IP 41 (D)	IP 41 (D)	IP 41 (D)	IP 41 (D)
Prostředí dle ČSN 33 20 00 – 3	-	základní	AA5 / ABS	základní	AA5 / ABS
Objem expanzomatu	l	7	7	7	7
Plnicí přetlak expanzomatu	bar	1	1	1	1
Průtok TV při $\Delta t = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$	-	-	16,0	16,0
Rozměry kotle: výška / šířka / hloubka	mm	725 / 430 / 300		725 / 430 / 300	
Hmotnost kotle	kg	28	28	29	29

Obrázek 30: Technické parametry kotlů THERM [9]

B.7.1. Odtah spalin

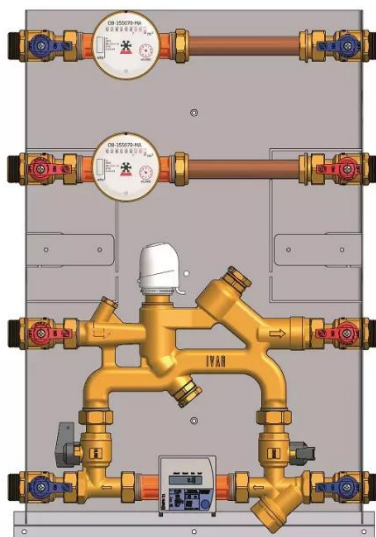
Pro kaskádu kotlů bude navržen sdružený odtah spalin pomocí kouřovodu vyústěného do komínového tělesa. Systém odtahu spalin bude veden horizontálně. Bude dodržen spád 1 % odtahu od komínové koncovky ke kotli. Pro zajištění revize spalinové cesty bude na odtahu umístěn otvor. Odtah spalin se provede v souladu s ČSN 73 4201.

SPOTŘEBIČ	Ø 60/100		Ø 80/125		2 x Ø 80	Flex Ø 80
	horizont.	vertik.	horizont.	vertik.	horizont. i vertik.	horizont. i vertik.
THERM 18 KD, KDC, KDZ, KDZ 5	7	6	14	14	15 + 15 (sání + výdech)	15 + 15 (sání + výdech)
THERM 25 KD, KDC, KDZ, KDZ 5	7	6	14	14	15 + 15 (sání + výdech)	15 + 15 (sání + výdech)
THERM 35 KD, KDC, KDZ, KDZ 5	7	6	14	14	15 + 15 (sání + výdech)	15 + 15 (sání + výdech)

Obrázek 31: Parametry na maximální délky odtahu spalin [9]

B.8. BYTOVÁ MĚŘÍCÍ SESTAVA

Pro hydraulické zregulování otopné soustavy a snadný odečet spotřeby tepelné energie jednotky, jsou v projektu navrženy bytové měřící sestavy IVAR.EQM 15. Jednotlivé sestavy jsou umístěny před bytovými jednotkami. V nejvyšším podlaží bude bytovou měřící sestavou zajištěno odvodušnění otopné soustavy.



Obrázek 32: Bytová měřící sestava IVAR.EQM 15 [10]

KÓD	TYP	SPECIFIKACE TOPENÍ	SPECIFIKACE VODA	ROZTEČ MĚŘIČE TEPLA
KIT506380	IVAR.EQM 15	Kv 2,25; Qn 1,5 m ³ /h	-	110 mm
KIT506381	IVAR.EQM 25	Kv 2,75; Qn 2,5 m ³ /h	-	130 mm
506380	IVAR.EQM 15B	KV 2,25	-	bez měřiče tepla
506381	IVAR.EQM 25B	KV 2,75	-	bez měřiče tepla
KIT506370	IVAR.EQM 12	Kv 2,25; Qn 1,5 m ³ /h	Qn 1,5 m ³ /h	110 mm
KIT506371	IVAR.EQM 13	Kv 2,75; Qn 2,5 m ³ /h	Qn 1,5 m ³ /h	130 mm
506370	IVAR.EQM 12B	KV 2,25	bez vodoměru	bez měřiče tepla
506371	IVAR.EQM 13B	KV 2,75	bez vodoměru	bez měřiče tepla
KIT506372	IVAR.EQM 22	Kv 2,25; Qn 1,5 m ³ /h	Qn 1,5 m ³ /h	110 mm
KIT506373	IVAR.EQM 23	Kv 2,75; Qn 2,5 m ³ /h	Qn 1,5 m ³ /h	130 mm
506372	IVAR.EQM 22B	KV 2,25	bez vodoměru	bez měřiče tepla
506373	IVAR.EQM 23B	KV 2,75	bez vodoměru	bez měřiče tepla

Obrázek 33: Základní údaje bytové měřící sestavy IVAR.EQM [10]

Modul pro distribuci, regulaci a měření spotřeby tepla byl navržen se zvláštním ohledem na problematiku hydraulického vyvážení. Vzhledem k patentovanému technickému provedení, významně zjednodušuje proces vyvažování, kdy využívá výhody přímého snímání průtoku na měřiči tepla se zobrazením na displeji, a nevyžaduje tak nákladná zařízení nebo specializovanou obsluhu.

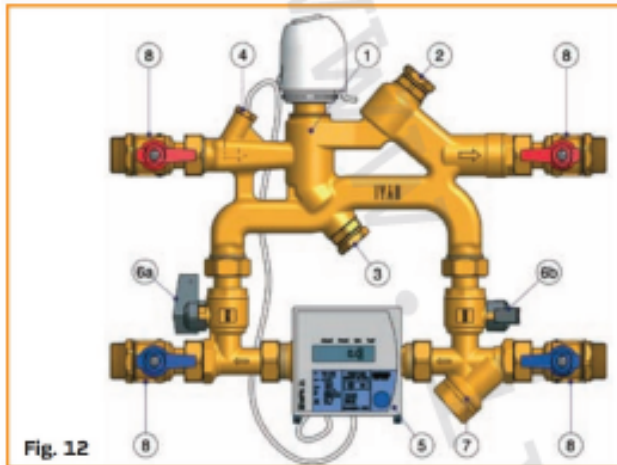


Fig. 12

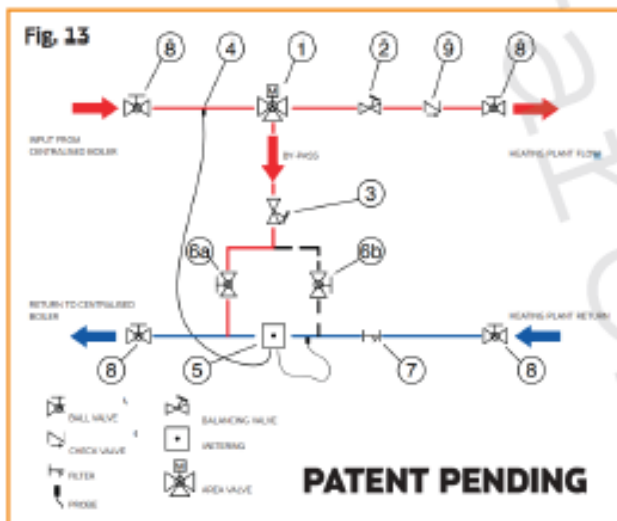


Fig. 13

Na Obr. 12, 13 je zobrazen modul měření spotřeby tepla s příslušenstvím a hydraulickým uspořádáním.

1. Třícestný zónový ventil, který je určen pro otevírání nebo uzavírání ON / OFF v závislosti na řízení otopného režimu dané bytové jednotky
2. Vyvažovací ventil s dvojitou mikrometrickou regulací na vstupu do otopného systému slouží k vyvážení modulu vytápění v podmínkách otevřeného třícestného ventilu, tzn. systém vytápění je v provozu
3. Vyvažovací ventil s dvojitou mikrometrickou regulací na recirkulačním okruhu v podmínkách uzavřeného třícestného ventilu, tzn. systém vytápění není v provozu
4. Jímka pro instalaci teplotního čidla měřiče tepla pro měření vstupní teploty otopné vody
5. Měřič tepla
- 6a - 6b. Kulové uzávěry pro hydraulické vyvážení s využitím měřiče tepla
7. Filtr
8. Kulové uzávěry
9. Zpětný ventil

Originální (specifické) uspořádání hydraulického obvodu podléhá patentované ochraně výrobku a umožňuje jednoduché hydraulické vyvažování.

Mosazný monoblok pro distribuci, měření spotřeby tepla a regulaci otopné vody má vstupní přepínací třícestný zónový ventil, na který může být instalována elektrotermická hlavice ON / OFF typ IVAR.TE 3040 (kód 501508) ovládaná přímo prostorovým termostatem např. IVAR.MAGICTIME PLUS. V závislosti na aktivaci požadavku vytápění je zónový ventil elektrotermickou hlavicí (ovládanou prostorovým termostatem) otevírán (Obr. 14). V případě, kdy není požadavek na vytápění je zónový ventil elektrotermickou hlavicí uzavírán, a otopná voda od kotle je odkloněna a prochází přes vyvažovací ventil (3) a kulový uzávěr (6a) zpět ke kotli, aniž by prošla přes měřič spotřeby tepla (Obr. 15).

Obrázek 34: Modul pro měření spotřeby tepla [10]

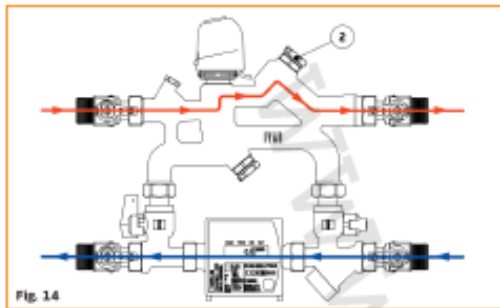


Fig. 14
Průtok otopným systémem – otopný systém je v provozu

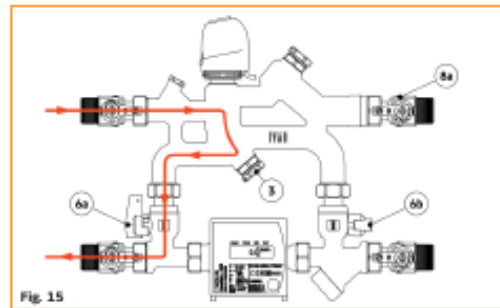


Fig. 15
Průtok za standardních podmínek – otopný systém je mimo provoz

Mosazný monoblok pro měření spotřeby tepla a regulaci otopné vody má dva vyvažovací ventily s dvojitou mikrometrickou regulací, které umožňují provozovat otopný systém v optimálních podmínkách vyváženého okruhu, a to jak v režimu, kdy je systém provozován, tak i v režimu, kdy je systém mimo provoz, s podmínkou dodržení následujících postupů:

A. Otopný systému v provozu (Obr. 14):

Ujistěte se, že je zónový ventil otevřený (v případě potřeby sejměte elektrotermickou hlavici), uzavřete oba kulové uzávěry 6a a 6b (obr. 17A) a nastavte vyvažovací ventil (2) (viz oddíl 13 „Dvojitá mikrometrická regulace“) na požadovanou hodnotu navrženého průtoku, s jejím zobrazením na displeji měniče tepla.

B. Otopný systém mimo provoz (Obr. 15):

Ujistěte se, že je zónový ventil uzavřený (nainstalovanou bílou montážní čepičkou nebo nenapájenou elektrotermickou hlavici, která již byla jednou spuštěna). Uzavřete kulový uzávěr 6a a otevřete kulový uzávěr 6b (obr. 17B), nastavte vyvažovací ventil (3) na požadovanou hodnotu s jejím zobrazením na displeji měniče tepla. Obr. 16 ukazuje průtok v průběhu počáteční fáze vyvažování obtokové větve. Po ověření nastavené hodnoty, následně uzavřete kulový uzávěr 6b a otevřete kulový uzávěr 6a (obr. 17C). **V běžných provozních podmínkách je kulový uzávěr 6a OTEVŘEN a 6b UZAVŘEN !!!**

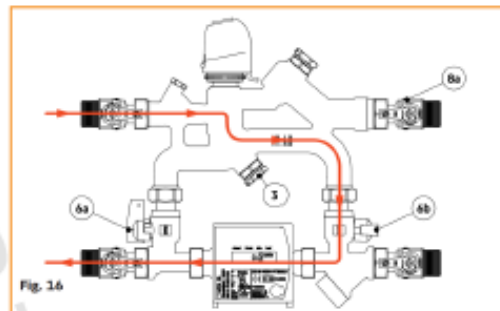


Fig. 16
Průtok pouze pro potřebu hydraulického vyvážení

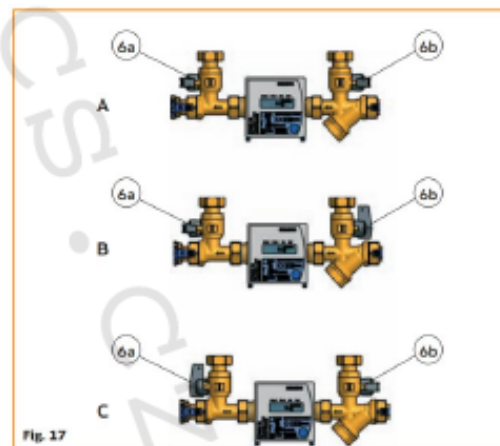
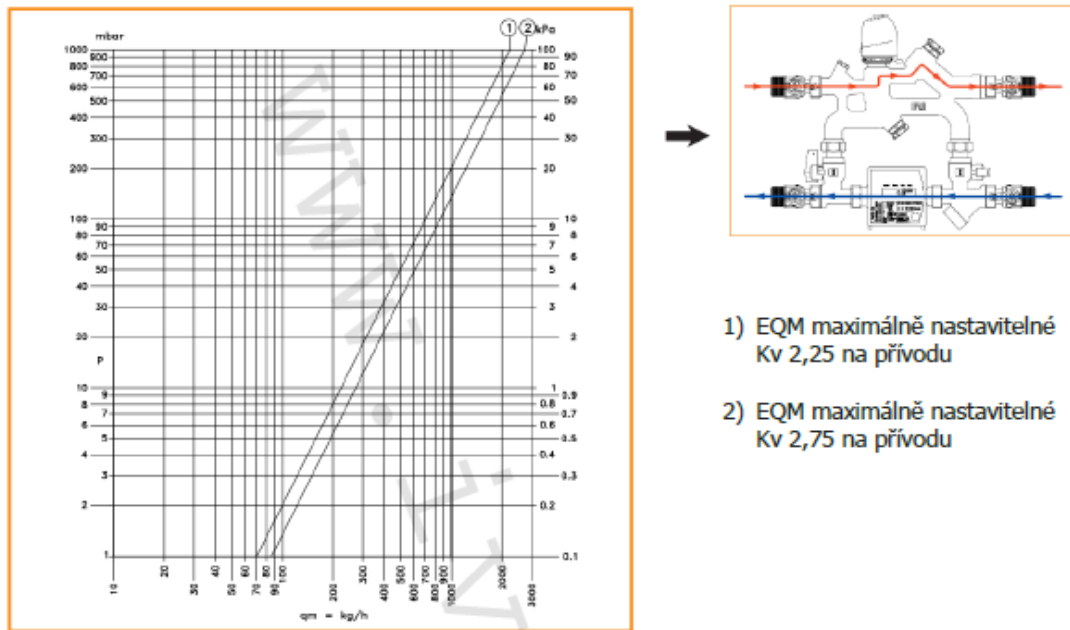


Fig. 17

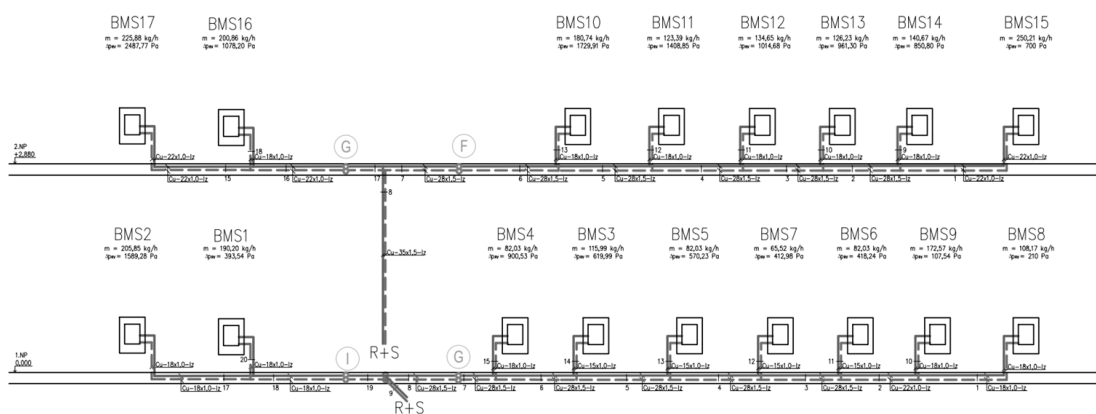
Obrázek 35: Systém hydraulického vyvažování [10]

B.8.1. Dimenzování bytové měřící sestavy



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

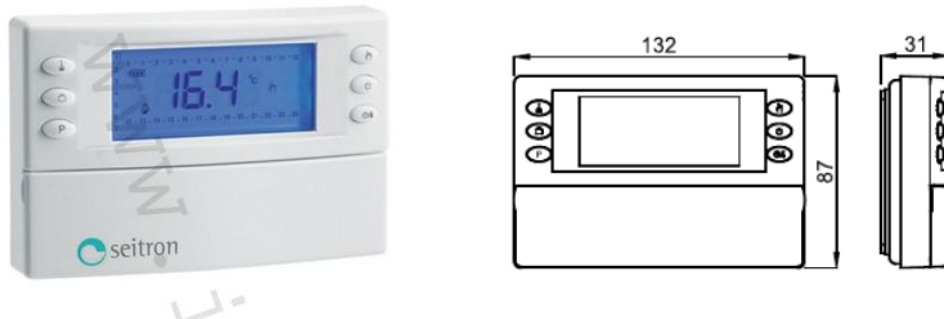
Obrázek 36: Hydraulické charakteristiky bytové měřící sestavy [10]



Obrázek 37: Dimenzační schéma bytových měřících sestav

B.8.2. Termostat

Pro regulaci bytové měřicí stanice bude v každé bytové jednotce (konkrétně v obytných místnostech) instalován prostorový termostat IVAR.MAGICTIME PLUS.



Obrázek 38: Rozměry termostatu IVAR.MAGICTIME PLUS [10]

B.9. DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

Otopná soustava projektu je navržena jako dvoutrubková, uzavřená s nuceným oběhem. Je rozdělena na dvě větve otopné soustavy podle podlaží – větev 1 a větev 2, a třetí větev sloužící pro distribuci teplé vody ze zásobníku. Dimenze potrubí jsou stanoveny dle výpočtu v doporučených rychlostech. Potrubí je vedeno v podlaze, případně bude svedeno stoupacím potrubím do technické místnosti.

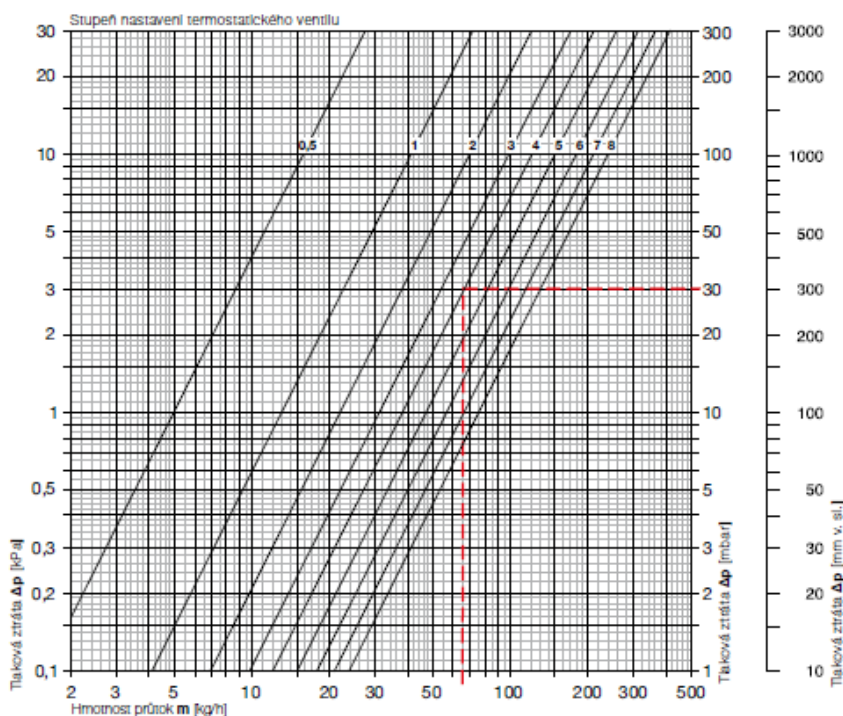
Potrubí bude provedeno z mědi a bude izolováno. Spojování jednotlivých úseků bude provedeno lisováním. Nebude použito rozebíratelných spojů na nepřístupných místech. Díky uzavřené soustavě se nedostává do systému kyslík, a tudíž je možné montovat měděné a ocelové díly na sebe. Nedochozí ke korozi.[15]

Teplotní spád otopné vody je 50/40 °C. Zregulování otopných těles je zajištěno termostatickými ventily.

VŠEOBECNÉ ÚDAJE - VENTIL KOMPAKT



Dvoutrubková otopná soustava



Tabulka

Otopná sístava v provedení VENTIL KOMPAKT bez pñipojovacích armatur

Ventil s termostatickou hlavici

Stupeñ nastavení ventilu	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
k_v [m³/h]	0,05	0,13	0,18	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57	0,62	0,66	0,71	0,75

Ventil bez termostatické hlavice

Stupeñ nastavení ventilu	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
k_v [m³/h]	0,05	0,16	0,22	0,27	0,33	0,38	0,41	0,43	0,54	0,65	0,82	0,98	1,11	1,23	1,33	1,43

Nejvyšší přípustná prov. teplota: 110 °C

Nejvyšší přípustný prov. pñetlak: 10 bar (1,0 MPa)

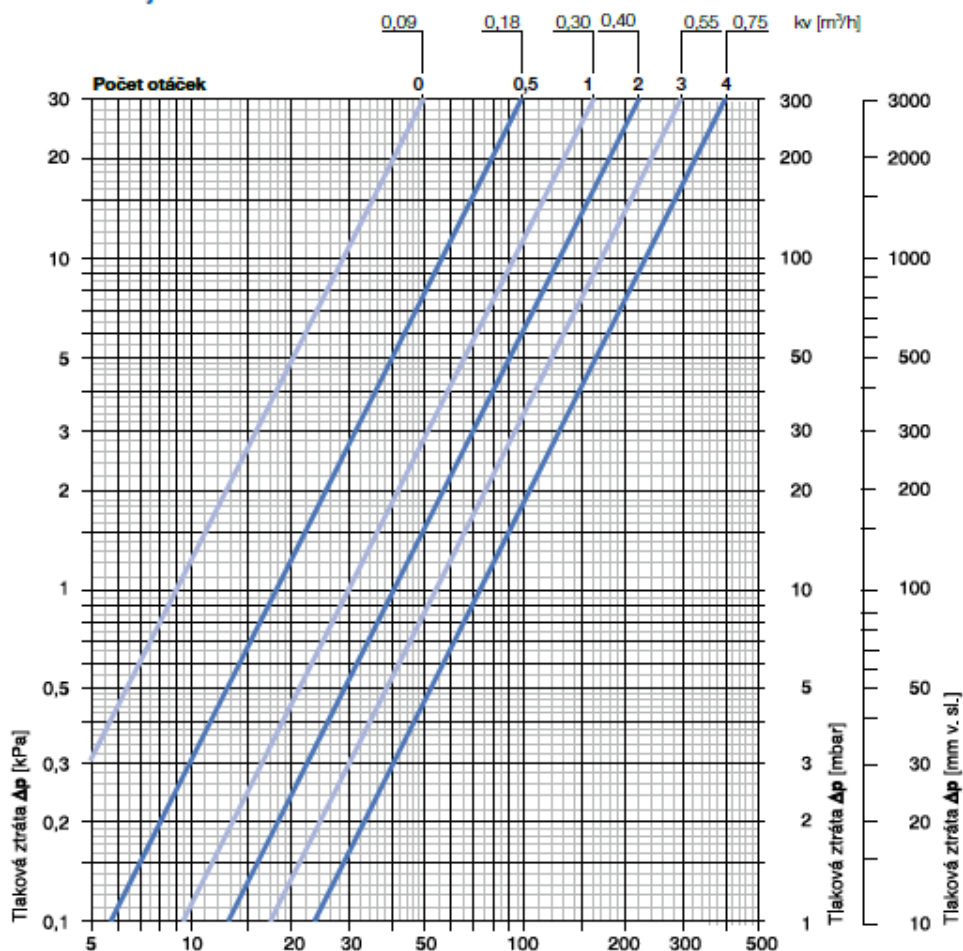
Uvedené hodnoty k_v odpovídají pñesmu proporcionalitě 2 K

Obrázek 39: Graf pro RADIK VENTIL KOMPAKT pro nastavení termostatického ventilu [6]

ARMATURA HM



Technické údaje - armatura HM



Hmotnostní průtok m [kg/h] (při pásmu proporcionality $X_p=2K$)

ARMATURA HM s termostatickou hlavicí	X_p [K]	k_v [m³/h] při přednastavení na stupeň (počet otáček)						k_{vs} [m³/h]	Max. teplota [°C]	Max. provozní tlak [bar]	Max. tlaková diference, při níž ventil ještě uzavírá Δp [bar]
		0	0,5	1	2	3	4				
DN 15 (1/2"); přímá a rohová armatura; dvoutrubková otopná soustava	1	0,09	0,17	0,22	0,25	0,28	0,38	1,10	120	10	1,0
	2	0,09	0,18	0,30	0,40	0,55	0,75				

ARMATURA HM je přednastavena na stupeň 4 - plně otevřena.

Obrázek 40: Graf HM armatury pro nastavení termostatického ventilu [11]

B.9.1. Dimenzování bytových jednotek

B.9.1.1. Bytové jednotky 1.NP

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 1													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	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 ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	993	85,38	10	15x1,0	49,80	0,18	498	16,7	267,83	TRV (8) 1320	2085,83	2085,83	
2	1972	169,56	8,4	18x1,0	46,31	0,24	389	3,72	106,06		495,06	2580,90	
3	2212	190,20	8,3	18x1,0	78,93	0,27	663	7,8	281,47	660	1604,47	4185,37	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 1.104													
4	522	44,88	8,8	15x1,0	10,19	0,09	89,7	16,7	66,959	TRV (3) 1522	1678,66	1678,66	
5	979	84,18	7,8	15x1,0	49,87	0,18	389	1,12	17,963		406,96	2085,83	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 1.105													
6	457	39,29	2,1	15x1,0	9,05	0,08	19	13,2	41,818	TRV (3) 1618	60,82	1678,66	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 4 v m.č. 1.103													
7	240	20,64	5,2	15x1,0	4,52	0,04	23,5	16,02	12,688	HM (0) 2545	36,19	2580,90	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 660$ Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 2													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	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 ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	784	67,41	1,8	15x1,0	24,83	0,14	44,7	14,32	138,93	TRV (8) 360	543,63	543,63	
2	1306	112,30	9,0	18x1,0	32,11	0,16	289	0,9	11,405		300,40	844,04	
3	1697	145,92	5,6	18x1,0	47,32	0,2	265	3,5	69,3		334,30	1178,34	
4	2154	185,21	13,4	18x1,0	74,70	0,26	1001	0,9	30,116		1031,12	2209,45	
5	2394	205,85	8,3	18x1,0	90,60	0,29	752	10,4	432,95	810	1994,95	4204,40	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 1.204													
6	522	44,88	9,2	15x1,0	10,18	0,09	93,7	18,62	74,657	TRV (8) 375	168,36	543,63	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 1.205													
7	391	33,62	1,8	15x1,0	7,94	0,07	14,3	13,42	32,55	TRV (4) 797	46,85	844,04	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 4 v m.č. 1.206													
8	457	39,29	2,8	15x1,0	5,82	0,08	16,3	16,02	50,751	TRV (4) 1111	67,05	1178,34	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 4 v m.č. 1.203													
9	240	20,64	10,7	15x1,0	4,53	0,04	48,5	29,42	23,301	HM (0,5) 2138	71,80	2209,45	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 810$ Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 3													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	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 ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	718	61,74	10,4	15x1,0	20,29	0,13	211	19,3	161,45	TRV (8) 680	1052,45	1052,45	
2	1109	95,36	8,6	15x1,0	61,86	0,2	532	0,9	17,82		549,82	1602,27	
3	1349	115,99	5,3	15x1,0	91,32	0,25	484	10,4	321,75	230	1035,75	2638,02	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 1.303													
4	391	33,62	6,6	15x1,0	7,92	0,07	52,3	15,8	38,323	TRV (3) 962	90,62	1052,45	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 1.302													
5	240	20,64	5,5	15x1,0	4,53	0,04	24,9	31,8	25,186	HM (0,5) 1552	50,09	1602,27	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 230$ Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 4													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	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 ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	714	61,39	13,4	15x1,0	20,30	0,13	272	14,1	117,95	TRV (8) 680	1069,95	1069,95	
2	954	82,03	6,6	15x1,0	42,58	0,17	281	7,8	111,58	140	532,58	1602,54	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 1.402													
3	240	20,64	6,7	15x1,0	4,52	0,04	30,3	29,2	23,126	HM (1) 1017	53,4264	1069,95	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 140$ Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 5													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	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 ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	714	61,39	13,05	15x1,0	20,31	0,13	265	14,1	117,95	TRV (8) 680	1062,95	1062,95	
2	954	82,03	7,3	15x1,0	42,47	0,17	310	7,8	111,58	140	561,58	1624,54	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 1.502													
3	240	20,64	6,9	15x1,0	4,52	0,04	31,2	29,2	23,126	HM (1) 1009	54,33	1062,95	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 140$ Pa													

DIMENZOVANÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 6													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*I+Z+\Delta p_{Prv}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVANÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	714	61,39	12,6	15x1,0	20,32	0,13	256	14,1	117,95	TRV (8) 680	1053,95	1053,95	
2	954	82,03	7,1	15x1,0	42,54	0,17	302	7,8	111,58	140	553,58	1607,54	
DIMENZOVANÍ K OT č. 2 v m.č. 1.602													
3	240	20,64	7,3	15x1,0	4,53	0,04	33,1	29,2	23,126	HM (0,5) 998	56,23	1053,95	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta Prv = 140$ Pa													

DIMENZOVANÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 7													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*I+Z+\Delta p_{Prv}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVANÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	522	44,88	6,1	15x1,0	10,18	0,09	62,1	16,7	66,96	TRV (8) 360	489,06	489,06	
2	762	65,52	11	15x1,0	34,55	0,14	380	7,8	75,68	100	555,68	1044,73	
DIMENZOVANÍ K OT č. 2 v m.č. 1.602													
3	240	20,64	6,5	15x1,0	7,62	0,04	49,5	31,8	25,19	HM (1) 414	74,69	489,06	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta Prv = 100$ Pa													

DIMENZOVANÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 8													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*I+Z+\Delta p_{Prv}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVANÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	646	55,55	7,0	15x1,0	16,29	0,12	114	16,7	119,04	TRV (8) 560	793,04	793,04	
2	1018	87,53	9,0	15x1,0	56,67	0,19	510	3,5	62,54		572,54	1365,58	
3	1258	108,17	8,1	15x1,0	78,89	0,23	639	10,4	272,33	210	1121,33	2486,91	
DIMENZOVANÍ K OT č. 2 v m.č. 1.805													
4	372	31,99	5,6	15x1,0	7,93	0,07	44,4	18,4	44,63	TRV (4) 704	89,03	793,04	
DIMENZOVANÍ K OT č. 3 v m.č. 1.802													
5	240	20,64	5,3	15x1,0	4,53	0,04	24	31,8	25,19	HM (0,5) 1316	49,19	1365,58	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta Prv = 210$ Pa													

DIMENZOVANÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 9													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*I+Z+\Delta p_{Prv}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVANÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	714	61,39	2	15x1,0	20,30	0,13	40,6	14,1	117,95	TRV (8) 680	838,55	838,55	
2	1053	90,54	5,0	15x1,0	56,60	0,19	283	2,2	39,313		322,31	1160,87	
3	1767	151,93	10,6	18x1,0	51,42	0,21	545	1,12	24,449		569,45	1730,32	
4	2007	172,57	6,1	18x1,0	64,92	0,24	396	7,8	222,39	550	1168,39	2898,71	
DIMENZOVANÍ K OT č. 2 v m.č. 1.903													
5	339	29,15	11,8	15x1,0	6,43	0,06	75,9	18,4	32,789	TRV (4) 730	108,69	838,55	
DIMENZOVANÍ K OT č. 3 v m.č. 1.904													
6	714	61,39	6,4	15x1,0	20,31	0,13	130	16,02	134,02	TRV (7) 897	264,02	1160,87	
DIMENZOVANÍ K OT č. 4 v m.č. 1.902													
7	240	20,64	4,1	15x1,0	4,54	0,04	18,6	29,42	23,301	HM (0,5) 1688	41,90	1730,32	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta Prv = 550$ Pa													

B.9.1.2. Bytové jednotky 2.NP

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 10													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R* ¹ [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔpRV [Pa]	R* ¹ +Z+Δp _{RV} [Pa]	Δp ₀₁₆ [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	1340	115,22	11,8	15x1,0	85,00	0,24	1003	14,1	402,02	TRV (8)	2390	3795,02	3795,02
2	1862	160,10	3,67	18x1,0	55,86	0,22	205	1,12	26,83			231,83	4026,85
3	2102	180,74	6,5	18x1,0	69,69	0,25	453	7,8	241,31		540	1234,31	5261,16
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.103													
4	522	44,88	9,8	15x1,0	10,18	0,09	99,8	18,62	74,66	TRV (2)	3621	174,46	3795,02
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.102													
5	240	20,64	7,7	15x1,0	4,53	0,04	34,9	15,2	12,04	HM (0)	3980	46,94	4026,85
BMS IVAR.EQM 15 ΔpRV = 540 Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 11													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R* ¹ [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔpRV [Pa]	R* ¹ +Z+Δp _{RV} [Pa]	Δp ₀₁₆ [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	784	67,41	10,8	15x1,0	24,81	0,14	268	18	174,64	TRV (8)	820	1262,64	1262,64
2	1195	102,75	7,8	15x1,0	73,08	0,22	570	0,9	21,562			591,56	1854,20
3	1578	135,68	5,7	18x1,0	43,16	0,19	246	8,02	143,31		290	679,31	2533,51
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.204													
4	411	35,34	7,4	15x1,0	7,92	0,07	58,6	15,8	38,323	TRV (3)	1166	96,92	1262,64
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.202													
5	383	32,93	5,9	15x1,0	4,53	0,04	26,7	32,02	25,36	HM (0,5)	1802	52,06	1854,20
BMS IVAR.EQM 15 ΔpRV = 290 Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 12													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R* ¹ [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔpRV [Pa]	R* ¹ +Z+Δp _{RV} [Pa]	Δp ₀₁₆ [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	869	74,72	11	15x1,0	35,91	0,16	395	14,1	178,68	TRV (8)	1000	1573,68	1573,68
2	1326	114,02	7,2	15x1,0	85,00	0,24	612	0,9	25,661			637,66	2211,34
3	1566	134,65	7,1	18x1,0	43,24	0,19	307	8,02	143,31		285	735,31	2946,65
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.304													
4	457	39,29	9,4	15x1,0	9,05	0,08	85,1	18,4	58,291	TRV (4)	1430	143,39	1573,68
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 1.106													
5	240	20,64	7,3	15x1,0	4,53	0,04	33,1	29,2	23,126	HM (0)	2155	56,23	2211,3
BMS IVAR.EQM 15 ΔpRV = 285 Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 13													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R* ¹ [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔpRV [Pa]	R* ¹ +Z+Δp _{RV} [Pa]	Δp ₀₁₆ [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	784	67,41	5,2	15x1,0	24,81	0,14	129	19,3	187,25	TRV (8)	820	1136,25	1136,25
2	1085	93,29	8,8	15x1,0	61,93	0,2	545	0,9	17,82			562,82	1699,07
3	1468	126,23	6,2	18x1,0	39,35	0,18	244	8,02	128,62		250	622,62	2321,69
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.404													
4	301	25,88	5,2	15x1,0	5,65	0,05	29,4	15,8	19,553	TRV (3)	1087	48,95	1136,25
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.402													
5	383	32,93	11	15x1,0	7,93	0,07	87,2	32,02	77,665	HM (1)	1534	164,86	1699,07
BMS IVAR.EQM 15 ΔpRV = 250 Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 14													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R* ¹ [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	ΔpRV [Pa]	R* ¹ +Z+Δp _{RV} [Pa]	Δp ₀₁₆ [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	1024	88,05	11,4	15x1,0	56,58	0,19	645	14,1	251,96	TRV (8)	1410	2306,96	2306,96
2	1396	120,03	6,8	15x1,0	91,32	0,25	621	0,9	27,844			648,84	2955,80
3	1636	140,67	9,9	18x1,0	43,23	0,2	428	13,22	261,76		310	999,76	3955,56
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.504													
4	372	31,99	4,4	15x1,0	7,93	0,04	34,9	15,8	12,514	TRV (3)	2260	47,41	2306,96
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.502													
5	240	20,64	6,9	15x1,0	4,52	0,04	31,2	29,42	23,301	HM (0,5)	2901	54,50	2955,80
BMS IVAR.EQM 15 ΔpRV = 310 Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 15													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*1+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	1005	86,41	18,8	15x1,0	49,84	0,18	937	20,52	329,1	TRV (8) 1350	2616,10	2616,10	
2	2527	217,28	5,2	18x1,0	96,15	0,3	500	1,12	49,896		549,90	3166,00	
3	2910	250,21	10,1	22x1,0	41,88	0,22	423	10,62	254,43	700	1377,43	4543,43	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.604													
4	869	74,72	6,2	15x1,0	35,97	0,16	223	16,02	203,01	TRV (6) 1916	2341,57	2341,6	
5	1522	130,87	6,6	18x1,0	39,39	0,18	260	0,9	14,434		274,43	2616,10	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.604													
6	653	56,15	9,4	15x1,0	16,28	0,12	153	16,02	114,19	TRV (4) 2189	2456,68	2456,68	
5	1522	130,87	6,6	18x1,0	23,18	0,12	153	0,9	6,4152		159,42	2616,10	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 4 v m.č. 2.602													
7	383	32,93	6,96	15x1,0	7,05	0,07	49,1	34,62	83,971	HM (0,5) 3033	133,07	3166,00	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 700$ Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 16													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*1+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
1	1117	96,04	10,4	15x1,0	61,92	0,2	644	14,32	283,54	TRV (8) 1670	2597,54	2597,54	
2	2096	180,22	9,6	18x1,0	69,79	0,25	670	3,5	108,28		778,28	3375,82	
3	2336	200,86	8,3	18x1,0	73,65	0,28	707	7,8	302,7	800	1809,70	5185,52	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.704													
4	522	44,88	8,8	15x1,0	10,19	0,09	89,7	16,7	66,959	TRV (4) 2022	2178,89	2178,89	
5	979	84,18	7,2	15x1,0	49,86	0,18	359	3,72	59,661		418,66	2597,54	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.705													
6	457	39,29	2,1	15x1,0	9,05	0,08	19	14,1	44,669	TRV (3) 2115	63,67	2178,89	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 4 v m.č. 2.103													
7	240	20,64	5,2	15x1,0	4,52	0,04	23,5	31,82	25,201	HM (0,5) 3327	48,70	3375,82	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 800$ Pa													

DIMENZOVÁNÍ BYTOVÉ JEDNOTKY - BYT č. 17													
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*1+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]	
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU													
6	784	67,41	3,2	15x1,0	24,84	0,14	79,5	14,1	136,8	TRV (8) 820	956,94	956,94	
2	1372	117,97	9,0	15x1,0	91,22	0,25	821	1,12	34,65		855,65	1812,59	
3	1829	157,27	6,2	18x1,0	55,81	0,22	346	3,5	83,853		429,85	2242,44	
4	2387	205,25	11,4	18x1,0	90,53	0,29	1032	1,12	46,625		1078,63	3321,07	
5	2627	225,88	8,3	22x1,0	35,42	0,2	294	10,62	210,28	950	1454,28	4775,34	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.804													
6	588	50,56	9,6	15x1,0	12,92	0,11	124	18,4	110,21	TRV (7) 723	234,21	956,94	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 3 v m.č. 2.805													
7	457	39,29	3,2	15x1,0	9,06	0,08	29	13,2	41,818	TRV (3) 1742	70,82	1812,59	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 4 v m.č. 2.806													
8	558	47,98	5,4	15x1,0	11,31	0,1	61,1	18,62	92,169	TRV (4) 2089	153,27	2242,44	
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 5 v m.č. 2.803													
9	240	20,64	10,7	15x1,0	4,53	0,04	48,5	29,42	23,301	HM (0,5) 3249	71,80	3321,07	
BMS IVAR.EQM 15 $\Delta p_{RV} = 950$ Pa													

B.9.2. Dimenzování k bytovým měřicím sestavám

B.9.2.1. Bytové měřicí sestavy - 1.NP

DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.8 - 1.NP												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*1+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU												
1	1258	108,17	2,9	18x1,0	17,21	0,15	49,9	11,52	128,30	210	388,20	388,20
2	3265	280,74	1,8	22x1,0	52,39	0,25	94,3	1,12	34,65		128,95	517,15
3	4219	362,77	0,35	28x1,5	28,86	0,21	10,1	0,9	19,65		29,75	546,90
4	4981	428,29	3,9	28x1,5	36,67	0,24	143	0,9	25,66		168,66	715,56
5	5935	510,32	3,8	28x1,5	51,32	0,29	195	0,9	37,47		232,47	948,03
6	7284	626,31	0,5	28x1,5	75,20	0,36	37,6	0,9	57,74		95,34	1043,36
7	8238	708,34	3,2	28x1,5	90,63	0,4	290	0,9	71,28		361,28	1404,64
8	9115	783,75	5,3	28x1,5	112,08	0,45	594	7,1	711,69		1305,69	2710,33
9	14598	1255,20	2,3	35x1,5	79,13	0,44	182	13,5	1293,73	24 300	25775,73	28486,06
Trojcestný směšovací ventil			10 050 Pa									
Vyvažovací ventil			14 250 Pa									
Bytová měřicí sestava			210 Pa									

DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*1+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.9 - 1.NP												
10	2007	172,57	1,95	18x1	26,67	0,24	52	8,02	228,67		280,67	388,20
388,20-280,67=			107,54 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.6 - 1.NP												
11	954	82,03	2,35	15x1	8,98	0,14	21,1	8,02	77,81		98,91	517,15
517,15-98,91=			418,24 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.7 - 1.NP												
12	762	65,52	2,0	15x1	22,30	0,15	44,6	8,02	89,323		133,92	546,90
546,90-133,92=			412,98 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.5 - 1.NP												
13	954	82,03	1,87	15x1	16,36	0,17	30,6	8,02	114,73		145,33	715,56
715,56-145,33=			570,23 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.3 - 1.NP												
14	1349	115,99	2,03	15x1	39,56	0,25	80,3	8,02	248,12		328,42	948,03
948,03-328,42=			619,61 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.4 - 1.NP												
15	954	82,03	1,81	15x1	15,52	0,17	28,1	8,02	114,73		142,83	1043,36
1043,36-142,83=			900,53 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 1 v m.č. 1.01												
16	877	75,41	3,56	15x1	35,96	0,16	128	16,02	203,01	TRV (θ)	331,01	1404,64
1404,64-331,01=			1073,64 Pa									

DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*1+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.2 - 1.NP												
17	2394	205,85	6,4	18x1	90,47	0,29	579	6,1	253,94		832,94	739,70
18	4606	396,04	8,38	18x1	94,87	0,35	795	0,9	54,574		849,57	1589,28
19	5483	471,45	5,08	18x1	131,30	0,42	667	5,2	454,05		1121,05	2710,33
2710,33-1121,05=			1589,28 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.1 - 1.NP												
20	2212	190,20	1,96	18x1	33,01	0,27	64,7	7,8	281,47		346,17	739,70
739,70-346,17=			393,54 Pa									
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 1.01												
21	877	75,41	11,3	15x1	35,93	0,16	406	5,42	68,682	TRV (θ)	474,68	2710,33
2710,33-474,68			2235,65 Pa									

B.9.2.2. Bytové měřicí sestavy – 2.NP

DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.15 - 2.NP												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*1+Z+\Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
DIMENZOVÁNÍ ZÁKLADNÍHO OKRUHU												
1	2910	250,21	2,9	22x1,0	41,72	0,22	121	11,52	276,00	700	1097,00	1097,00
2	4546	390,89	1,8	28x1,5	31,44	0,22	56,6	1,12	26,83		83,43	1180,43
3	6014	517,11	0,35	28x1,5	51,14	0,29	17,9	0,9	37,47		55,37	1235,80
4	7580	651,76	3,9	28x1,5	78,97	0,37	308	0,9	60,99		368,99	1604,78
5	9015	775,15	3,8	28x1,5	107,63	0,44	409	0,9	86,25		495,25	2100,03
6	11117	955,89	0,5	28x1,5	155,60	0,54	77,8	0,9	129,91		207,71	2307,74
7	11880	1021,50	3,2	28x1,5	176,88	0,58	566	4,72	785,96		1351,96	3659,71
8	17521	1506,53	4,8	35x1,5	106,67	0,52	512	13,5	1806,95	34920	37238,95	40898,65
Trojcestný směšovací ventil			14 470	Pa								
Vyvažovací ventil			20 450	Pa								
Bytová měřicí sestava			700	Pa								

DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*1+Z+\Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.14 - 2.NP												
9	1636	140,67	1,85	18x1	47,24	0,2	87,4	8,02	158,80		246,20	1097,00
			1097,00-246,20=	850,80	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.13 - 2.NP												
10	1468	126,23	2,3	18x1	39,35	0,18	90,5	8,02	128,62		219,12	1180,43
			1180,43-219,12=	961,30	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.12 - 2.NP												
11	1566	134,65	1,8	18x1	44,46	0,19	77,8	8,02	143,31		221,11	1235,80
			1235,80-221,11=	1014,68	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.11 - 2.NP												
12	1435	123,39	2,28	18x1	35,61	0,17	81,2	8,02	114,73		195,93	1604,78
			1604,78-195,93=	1408,85	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.10 - 2.NP												
13	2102	180,74	1,75	18x1	69,71	0,25	122	8,02	248,12		370,12	2100,03
			2100,03-370,12=	1729,91	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 1 v m.č. 2.01												
14	763	65,61	2	15x1	24,85	0,14	49,7	16,02	155,43	TRV (5)	205,13	2307,74
			2307,74-205,13=	2102,62	Pa							

DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*1+Z+\Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.17 - 2.NP												
15	2627	225,88	7,45	22x1	35,44	0,2	264	11,3	223,74		487,74	1555,44
16	4963	426,74	7,9	22x1	109,87	0,38	868	0,9	64,33		932,33	2487,77
17	5641	485,04	5,08	22x1	137,01	0,43	696	5,2	475,93		1171,93	3659,71
			3659,71-1171,93=	2487,77	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K BYTOVÉ MĚŘICÍ SESTAVĚ BMS č.16 - 2.NP												
18	2336	200,86	1,95	18x1	85,13	0,28	166	8,02	311,24		477,24	1555,44
			1555,44-477,24=	1078,20	Pa							
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
DIMENZOVÁNÍ K OT č. 2 v m.č. 2.01												
19	687	59,07	11,4	15x1	16,14	0,12	184	8,22	58,59	TRV (3)	242,59	3659,71
			2487,77-242,59=	3417,11	Pa							

DIMENZOVÁNÍ KOTLOVÉHO OKRUHU

B.9.3. Dimenzování od R+S k ohřivači

č. úseku	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*l+Z+\Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
VETEV OHŘEVU TEPLÉ VODY											
1	1051,59	6,6	28x1,5	178,33	0,61	1177	18,6	3425,92	4500	4602,92	9102,92
Vyvažovací ventil			4500 Pa								

B.9.4. Dimenzování od R+S k HVDT

č. úseku	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*l+Z+\Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
OD R+S K HVDT											
1	3840,59	0,6	42x1,5	215,00	0,91	129	7,9	3238,29		3367,29	3367,29

B.9.5. Dimenzování od HVDT ke kotli

č. úseku	M [kg/h]	l [m]	DN	R [Pa/m]	w [m/s]	R*l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	$R^*l+Z+\Delta p_{RV}$ [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
OD HVDT KE KOTLI											
1	1591	1,4	35x1,5	112,14	0,56	157	7,9	1226,33		1383,33	1383,33
2	3181	1,7	42x1,5	127,06	0,76	216	7,9	2258,70		2474,70	2474,70

B.10. TEPELNÁ IZOLACE

Dle vyhlášky č. 193/2007 musí být potrubí vedeno pro potřeby vytápění izolováno, a to na základě součinitele prostupu tepla, jež se odvíjí od jmenovité světlosti potrubí. Při vedení potrubí v podlaze, tloušťka tepelné izolace v potrubí bude snížena na polovinu.

Výpočet tloušťky potrubí je proveden pomocí výpočtu na tzb-info.cz

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 25	
Tloušťka	$s_{iz} = 25$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K
Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 35x1.5	
Průměr	$d = 35$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 85$ mm

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

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

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 50$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	l = 1 m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	
DN 20 - DN 32	=> $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K

Obrázek 41: Výpočet tloušťky tepelné izolace [4]

Tepelná izolace pro potrubí vedené v podlaze v bytových jednotkách

DN	t_e [°C]	TYP IZOLACE	TLOUŠŤKA TI [mm]	U_0 [W/mK]	$U_{0,19/2007}$ [W/mK]	POSOUZENÍ
15x1	20	Mirelon	13	0,200	0,15	při vedení v podlaze vyhoví
18x1	20	Mirelon	20	0,184	0,15	při vedení v podlaze vyhoví
22x1	20	Mirelon	20	0,208	0,18	při vedení v podlaze vyhoví

Tepelná izolace pro potrubí vedené v podlaze ve společných prostorách

DN	t_e [°C]	TYP IZOLACE	TLOUŠŤKA TI [mm]	U_0 [W/mK]	$U_{0,19/2007}$ [W/mK]	POSOUZENÍ
22x1	15	Mirelon	20	0,227	0,18	při vedení v podlaze vyhoví
28x1,5	15	Mirelon	20	0,263	0,18	při vedení v podlaze vyhoví

Tepelná izolace pro stoupací potrubí a potrubí vedené v technické místnosti

DN	t_e [°C]	TYP IZOLACE	TLOUŠŤKA TI [mm]	U_0 [W/mK]	$U_{0,19/2007}$ [W/mK]	POSOUZENÍ
28x1,5	15	ROCKWOOL PIPO/PIPO ALS	50	$0,151 \leq$	0,18	vyhoví
35x1,5	15	ROCKWOOL PIPO/PIPO ALS	50	$0,164 \leq$	0,18	vyhoví
42x1,5	15	ROCKWOOL PIPO/PIPO ALS	50	$0,181 \leq$	0,27	vyhoví

Tabulka 4: Návrh a posouzení tepelné izolace potrubí [4]

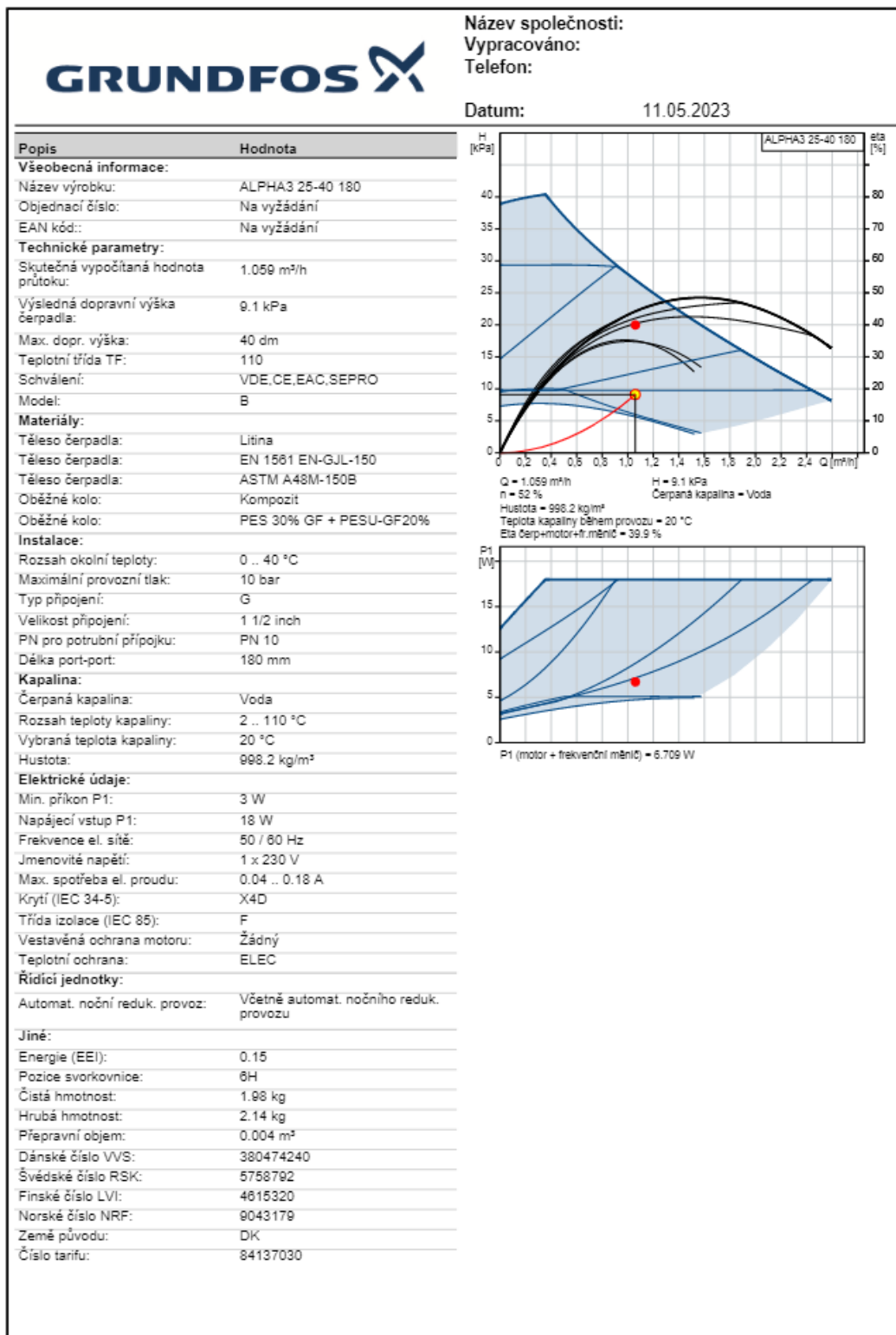
Na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci.

B.11. NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

Návrh oběhových čerpadel byl proveden pomocí programu na dimenzování společnosti Grundfos, dostupný na jejich webových stránkách [12].

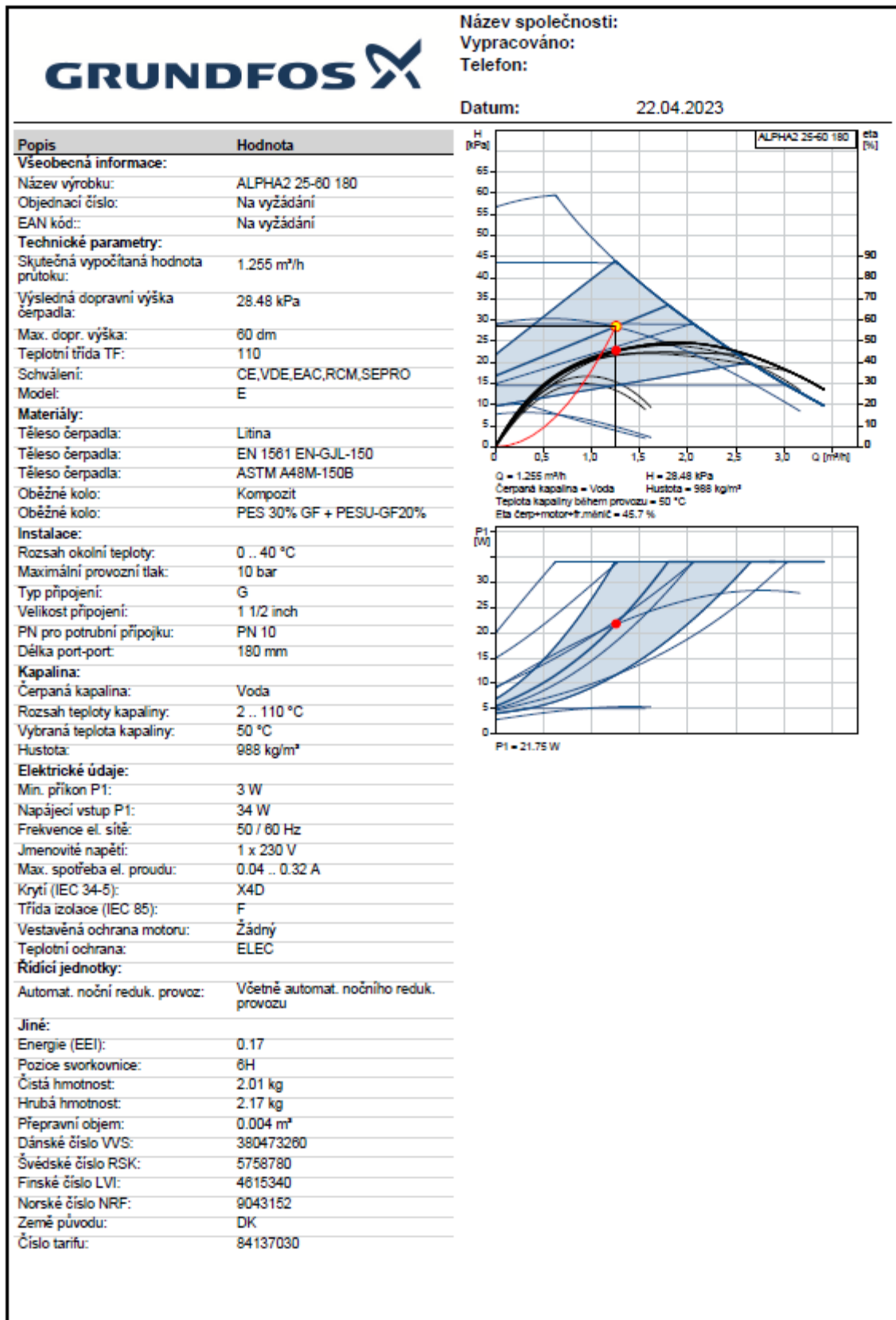
Vstupními parametry pro dimenzování oběhového čerpadla jsou objemový průtok větve a její tlaková ztráta.

B.11.1. Dimenzování oběhového čerpadla pro větev přípravy teplé vody



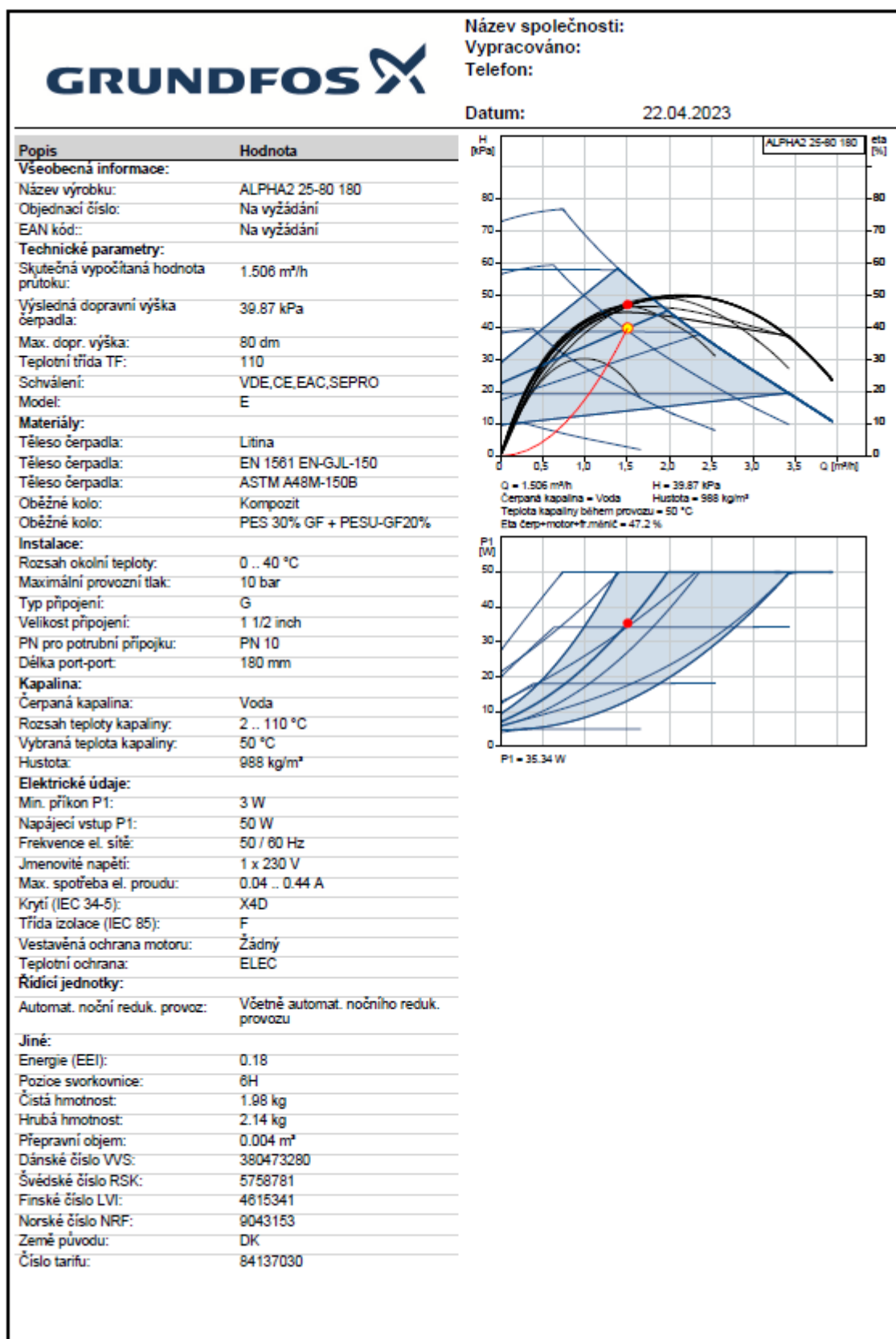
Obrázek 42: Návrh oběhového čerpadla ALPHA3 25-40 pro větev pro přípravu TV [12]

B.11.2. Dimenzování oběhového čerpadla pro větev 1



Obrázek 43: Návrh oběhového čerpadla ALPHA2 25-60 pro větev 1 [12]

B.11.3. Dimenzování oběhového čerpadla pro větev 2



Obrázek 44: Návrh oběhového čerpadla ALPHA2 25-80 pro větev 2 [12]

B.12. KOMPENZACE POTRUBÍ

Potrubí v závislosti na teplotní roztažnosti materiálu, teplotě média a také okolí, mění svou délku – dilatauje, prodlužuje se nebo smršťuje.

Vzhledem k vyšší provozní teplotě potrubní soustavy ku teplotě montážní, se potrubí bude prodlužovat. Nejdříve však musíme posoudit, zda je kompenzace potrubí potřebná. Posuzuje se na nejdelším úseku.

Velikost prodloužení: $\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta t$

l původní délka před změnou teplot [m]

α součinitel teplotní roztažnosti materiálu, pro měď $\alpha = 0,017 \text{ mm/mK}$

Δt rozdíl teplot (montážní a provozní) [K]

Návrh kompenzátoru U

Větev 1:

$$\Delta l = 15,255 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 9,08 \text{ mm} \rightarrow 299 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 14,104 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 8,39 \text{ mm} \rightarrow 240 \text{ mm}$$

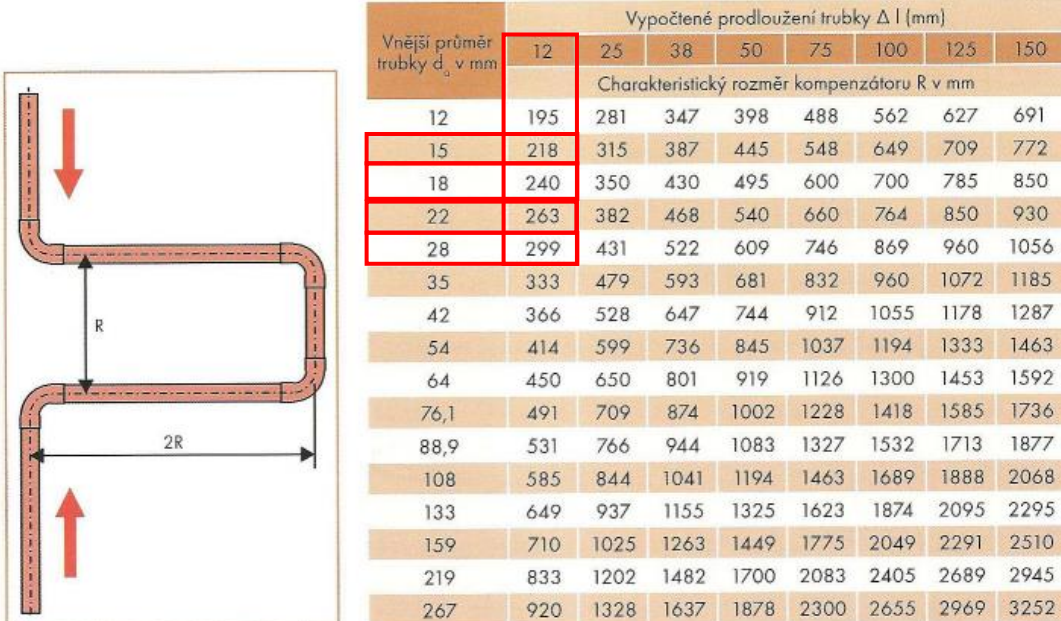
$$\Delta l = 7,97 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 4,74 \text{ mm} \rightarrow 240 \text{ mm}$$

Větev 2:

$$\Delta l = 16,87 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 10,04 \text{ mm} \rightarrow 299 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 14,04 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 8,35 \text{ mm} \rightarrow 263 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 7,60 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 4,52 \text{ mm} \rightarrow 218 \text{ mm}$$



Vnější průměr trubky d_n v mm	Vypočtené prodloužení trubky Δl (mm)							
	12	25	38	50	75	100	125	150
	Charakteristický rozměr kompenzátoru R v mm							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592
76,1	491	709	874	1002	1228	1418	1585	1736
88,9	531	766	944	1083	1327	1532	1713	1877
108	585	844	1041	1194	1463	1689	1888	2068
133	649	937	1155	1325	1623	1874	2095	2295
159	710	1025	1263	1449	1775	2049	2291	2510
219	833	1202	1482	1700	2083	2405	2689	2945
267	920	1328	1637	1878	2300	2655	2969	3252

Obrázek 45: Specifikace kompenzátoru ve tvaru U firmy Schiessl [21]

B.13. ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Zabezpečovacím zařízením otopné soustavy se rozumí expanzní nádoba a pojistný ventil. Expanzní nádoba se využívá k vyrovnávání objemové změny v teplotně nosných kapalinách. Tím zabraňuje kolísání tlaku v otopné soustavě a i kotli.

Pojistný ventil je armatura, která zabraňuje poškození jednotlivých zařízení. Poškození může být způsobeno například nadměrným tlakem nebo přetopením soustavy.

B.13.1. Návrh expanzní nádoby

Výpočet dle ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

Výpočet objemu vody v otopné soustavě

$$V_o = V_{POT} + V_{OT} + V_{OST}$$

V_{POT} Objem vody v potrubí

V_{OT} Objem vody v otopných tělesech

V_K Objem kotlů

Objem vody v potrubí V_{POT} :

DN	DÉLKA POTRUBÍ [m]	OBJEM VODY NA 1 M [l]	OBJEM CELKEM [l]
15x1	592,43	0,133	79
18x1	194,6	0,201	39
22x1	43,53	0,314	14
28x1,5	30,6	0,491	15
35x1,5	11,2	0,804	9
42x1,5	1,8	1,195	2
CELKOVÝ OBJEM VODY V POTRUBÍ V l			158

Tabulka 5: Objem otopné vody v soustavě uvedený v litrech

Objem vody v otopných tělesech V_{OT} :

$V_{OT,D} = 10 \text{ l/kW}$ objem deskových otopných těles

$V_{OT,T} = 8 \text{ l/kW}$ objem trubkových otopných těles

$V_K = 8 \text{ l/kW}$ objem kotle

$V_{OT,D} = 10 \cdot 27,8 = 278 \text{ l}$ objem deskových otopných těles

$V_{OT,T} = 8 \cdot 4,5 = 36 \text{ l}$ objem trubkových otopných těles

$V_K = 8 \cdot 74 = 592 \text{ l}$ objem kotle

$$V_o = V_{POT} + V_{OT,D} + V_{OT,T} + V_K = 158 + 278 + 36 + 592 = 1064 \text{ l} = 1,064 \text{ m}^3$$

Objem expanzní nádoby:

$$V_E = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 1,064 \cdot 0,0292 = 0,0404 \text{ m}^3$$

V_o objem vody v otopné soustavě v m^3

n koeficient tepelné roztažnosti

Nejnižší dovolený přetlak:

h výška otopné soustavy

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 2,9 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 31,29 \text{ kPa}$$

Volím $p_{d,dov} = 40 \text{ kPa}$

Nejvyšší dovolený přetlak:

h_{MR} výška manometrické roviny

p_K minimální konstrukční přetlak soustavy (otevírací přetlak pojistného ventilu)

$$p_{h,dov} \leq p_K - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 300 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290,18 \text{ kPa}$$

Volím $p_{h,dov} = 250 \text{ kPa}$

Předběžný objem expanzní nádoby s membránou:

$$V_{EP} = \frac{V_E \cdot (p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} = \frac{0,0404 \cdot (250 + 100)}{250 - 40} = 0,6733 \text{ m}^3 = 67,33 \text{ l}$$

Návrh expanzní nádoby:

Kotel KD 35 od výrobce Thermona má vlastní expanzní nádobu 7 l, tedy potřebný objem expanzní nádoba je **53 l**.

Navrhuji tlakovou expanzní nádobu s membránou Reflex N 80/6 o objemu 80 l.

Reflex N



Technické charakteristiky

- pro uzavřené soustavy vytápění a chlazení
- se závitovým připojením
- od 35 litrů stojaté provedení, až po velikost N 80 možná montáž na stěnu
- nevyměnitelná zalisovaná membrána podle DIN EN 13831
- dovolená provozní teplota 70 °C
- pro nemrznoucí přísadu s koncentrací od 25 do 50 %
- schválení podle Směrnice o tlakových zařízeních 2014/68/EU
- dlouhodobě odolný epoxidový nátěr
- z výroby s natlakovaným plynovým prostorem
- max. dovolená teplota výstupní větve soustavy 120 °C



Nová generace:
z Reflex NG se stává Reflex N!

	Typ	Obj. číslo		Počet na paletě [ks]	Předtlak [bar]	Připojení c	Ø d [mm]	Výška h [mm]	Výška h2 [mm]	Hmotnost [kg]
		šedá	bílá							
4 bar 70 °C	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
6 bar 70 °C	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
	N 100	8216300	–	10	1,5	R 1"	512	669	172	15,84
	N 140	8211400	–	6	1,5	R 1"	512	890	172	19,90
	N 200	8213300	–	4	1,5	R 1"	634	758	205	23,80
	N 250	8214300	–	4	1,5	R 1"	634	888	205	24,70
	N 300	8215300	–	1	1,5	R 1"	634	1.092	235	30,00
	N 400	8218000	–	1	1,5	R 1"	740	1.102	245	47,00
	N 500	8218300	–	1	1,5	R 1"	740	1.321	245	52,00
	N 600	8218400	–	1	1,5	R 1"	740	1.531	245	66,00
	N 800	8218500	–	1	1,5	R 1"	740	1.996	245	96,00
N 1000	8218600	–	1	1,5	R 1"	740	2.413	245	118,00	

Obrázek 46: Expanzní nádobu Reflex N 80 a její specifikace [13]

Návrh průměru expanzního potrubí

$$d = 10 + 0,6 + Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 + 74^{0,5} = 14,60 \text{ mm}$$

měděné potrubí DN15x1

B.14. ZAŘÍZENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

B.14.1. Návrh trojcestných směšovacích ventilů

Na větvích vedoucích od rozdělovače se sběračem budou osazeny trojcestné směšovací ventily, které budou regulovat teplotu otopné vody. Ventily jsou typu VRG130 výrobce ESBE.

Větev 1

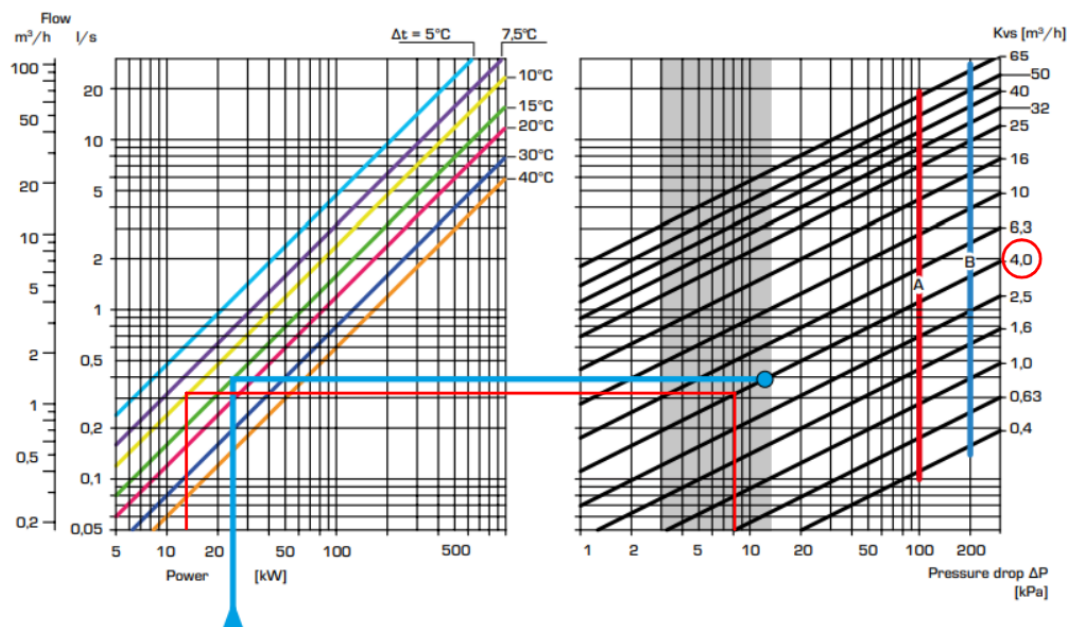
Tlaková ztráta okruhu $\Delta p_{dis} = 4\,186 \text{ Pa} = 4,186 \text{ kPa}$

Objemový průtok $V = 1,268 \text{ m}^3/\text{h}$

Výkon $Q = 14\,746,8 \text{ W}$

$\Delta t: 10^\circ\text{C}$

VĚTEV 1



Obrázek 47: Dimenzační schéma trojcestného ventilu VRG130 pro větev 1 [14]

Požadovaná tlaková ztráta ventil

$$p_{v100} = p'_v \cdot \Delta p_{DIS} = 0,5 \cdot 4,186 = 2,093 \text{ kPa}$$

Výpočet jmenovitého průtoku armaturou

$$k_{vs} = V \cdot \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p v 100}} = 1,268 \cdot \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{2,093}} = 8,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Skutečná tlaková ztráta

$$P_{rv} = \left(\frac{V}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{1,268}{4} \right)^2 = 10,05 \text{ kPa}$$

Minimální tlaková ztráta ventilu: $3 \text{ kPa} < 10,05 \text{ kPa} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Tlaková ztráta armatur na straně s proměnným průtokem

$$\Delta p_{VAR} = 2 \times KK + ZK + 2 \times KK = 2 \cdot 0,5 + 5 + 2 \cdot 0,5 = 7 \text{ kPa}$$

Autorita ventilu

$$a_v = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{RV} + \Delta p_{VAR}} = \frac{10,05}{10,05 + 7} = 0,59$$

SERIES VRG131, INTERNAL THREAD

Art. No.	Reference	DN	Kvs*	Connection	A	B	C	D	E	Weight [kg]	Replaces
11600100	VRG131	15	0,4	Rp 1/2"	36	72	32	50	36	0,40	
11600200			0,63								
11600300			1								
11600400			1,6								
11600500			2,5								
11600600			4								
11600700	VRG131	20	2,5	Rp 3/4"	36	72	32	50	36	0,43	
11600800			4								
11600900			6,3								
11601000	VRG131	25	6,3	Rp 1"	41	82	34	52	41	0,70	
11601100			10								
11601200	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	47	0,95	
11603400	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	53	106	44	62	53	1,68	
11603600	VRG131	50	40	Rp 2"	60	120	46	64	60	2,30	

Obrázek 48: Specifikace trojcestného ventilu pro větev 1 [14]

Větev 2

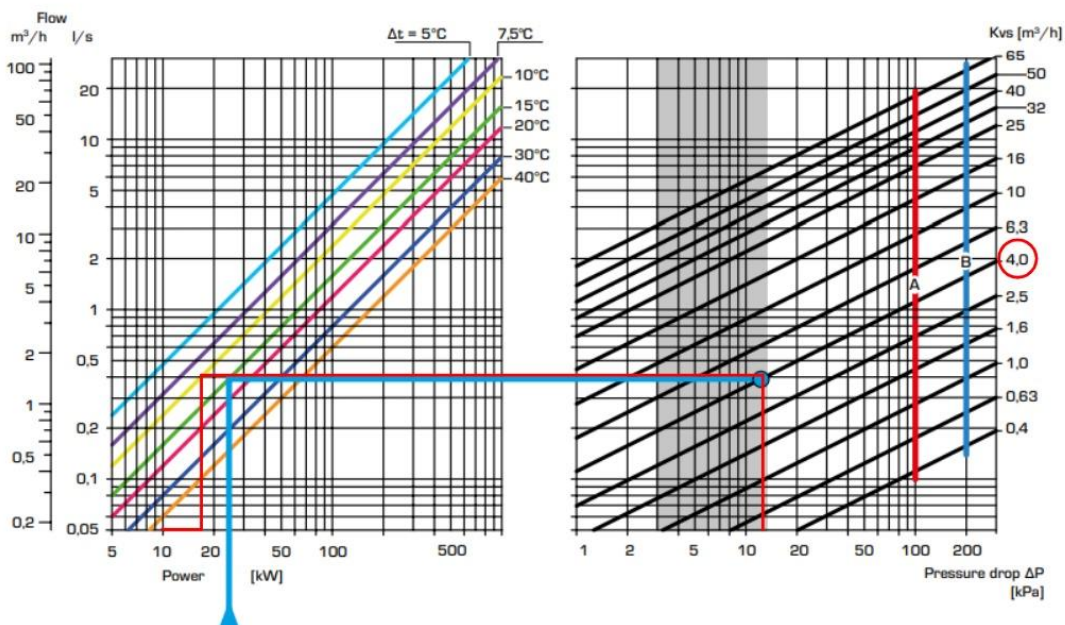
Tlaková ztráta okruhu $\Delta p_{dis} = 5\,978 \text{ Pa} = 5,98 \text{ kPa}$

Objemový průtok $V = 1,522 \text{ m}^3/\text{h}$

Výkon $Q = 17\,689,2 \text{ W}$

$\Delta t: 10^\circ\text{C}$

VĚTEV 2



Obrázek 49: Dimenzační schéma trojcestného ventilu VRG130 pro větev 2 [14]

Požadovaná tlaková ztráta ventil

$$p_{v100} = p'_v \cdot \Delta p_{DIS} = 0,5 \cdot 5,98 = 2,99 \text{ kPa}$$

Výpočet jmenovitého průtoku armaturou

$$k_{vs} = V \cdot \frac{\sqrt{p_0}}{\sqrt{p_{v100}}} = 1,522 \cdot \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{2,99}} = 8,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Skutečná tlaková ztráta

$$p_{rv} = \left(\frac{V}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{1,522}{4,0} \right)^2 = 14,47 \text{ kPa}$$

Minimální tlaková ztráta ventilu: 3 kPa < 14,47 kPa → VYHOVUJE

Tlaková ztráta armatur na straně s proměnným průtokem

$$\Delta p_{VAR} = 2 \times KK + ZK + 2 \times KK = 2 \cdot 0,5 + 5 + 2 \cdot 0,5 = 7 \text{ kPa}$$

Autorita ventilu

$$a_v = \frac{\Delta p_{RV}}{\Delta p_{RV} + \Delta p_{VAR}} = \frac{14,47}{14,47 + 7} = 0,67$$

SERIES VRG131, INTERNAL THREAD

Art. No.	Reference	DN	Kvs *	Connection	A	B	C	D	E	Weight [kg]	Replaces
11600100	VRG131	15	0,4	Rp 1/2"	36	72	32	50	36	0,40	
11600200			0,63								
11600300			1								
11600400			1,6								
11600500			2,5								
11600600			4								
11600700	VRG131	20	2,5	Rp 3/4"	36	72	32	50	36	0,43	
11600800			4								
11600900			6,3								
11601000	VRG131	25	6,3	Rp 1"	41	82	34	52	41	0,70	
11601100			10								
11601200	VRG131	32	16	Rp 1 1/4"	47	94	37	55	47	0,95	
11603400	VRG131	40	25	Rp 1 1/2"	53	106	44	62	53	1,68	
11603600	VRG131	50	40	Rp 2"	60	120	46	64	60	2,30	

Obrázek 50: Specifikace trojcestného ventilu pro větev 2 [14]

B.14.2. Návrh vyvažovacích ventilů

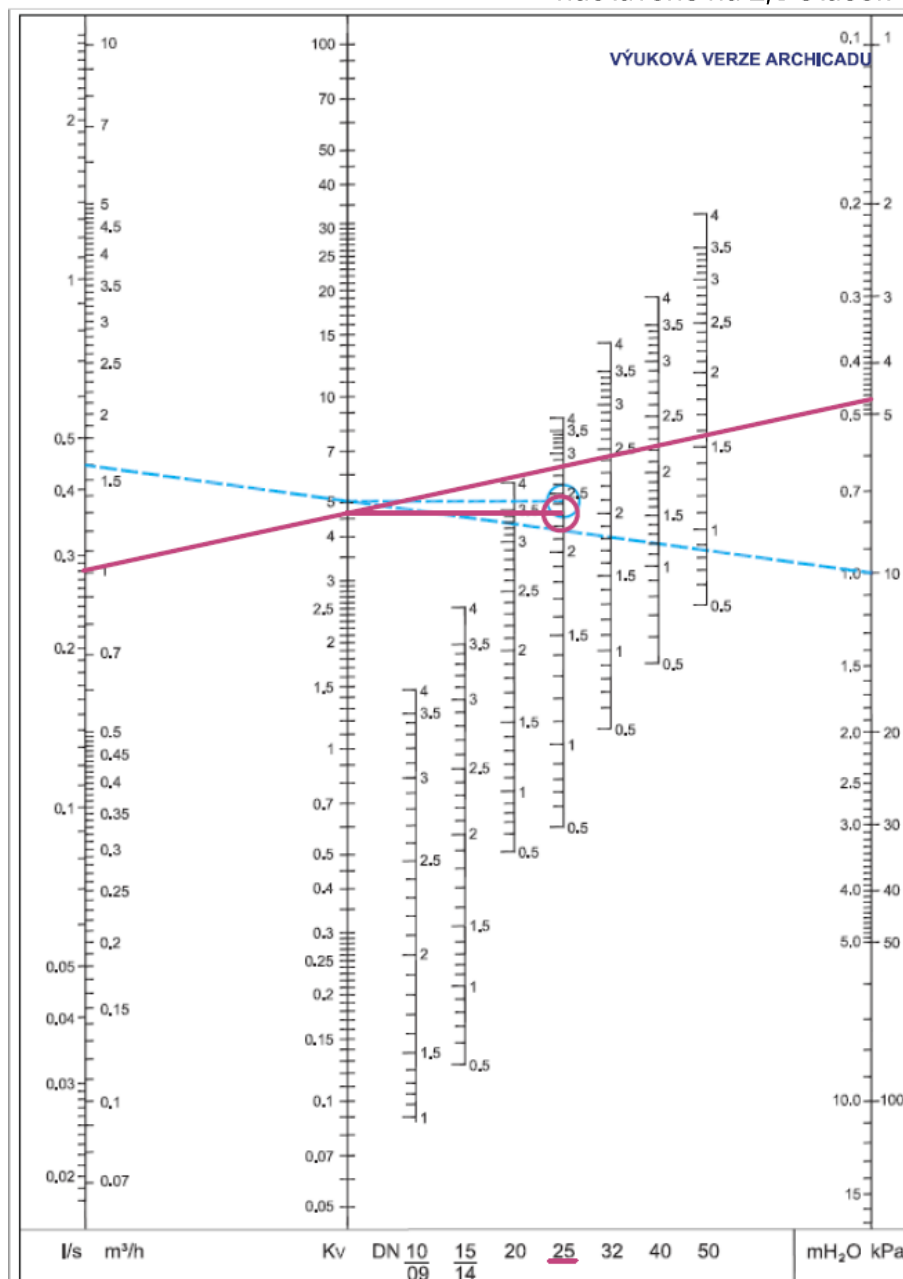
Na větvích vedoucích z rozdělovače budou osazeny vyvažovací ventily STAD, které budou zajišťovat vyvážení soustavy. Dále slouží k měření průtoků, tlaků a teplot. Vyvažovací ventily se umístí na vratném potrubí.

Vyvažovací ventil – větev k ohřivači

Průtok vody $M = 1\,051,59 \text{ kg/h}$
 Objemový průtok $V = 1,062 \text{ m}^3/\text{h}$
 Tlaková ztráta okruhu $\Delta p_s = 4\,892,2 \text{ Pa} = 4,89 \text{ kPa}$

$$k_v = 0,01 \cdot \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 0,01 \cdot \frac{1062}{\sqrt{4,89}} = 4,80 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Návrh: } k_{vs} = 5,30 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{DN25}$$

nastaveno na 2,5 otáček



Obrázek 51: Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu TA STAD pro TV [16]

Větev 1

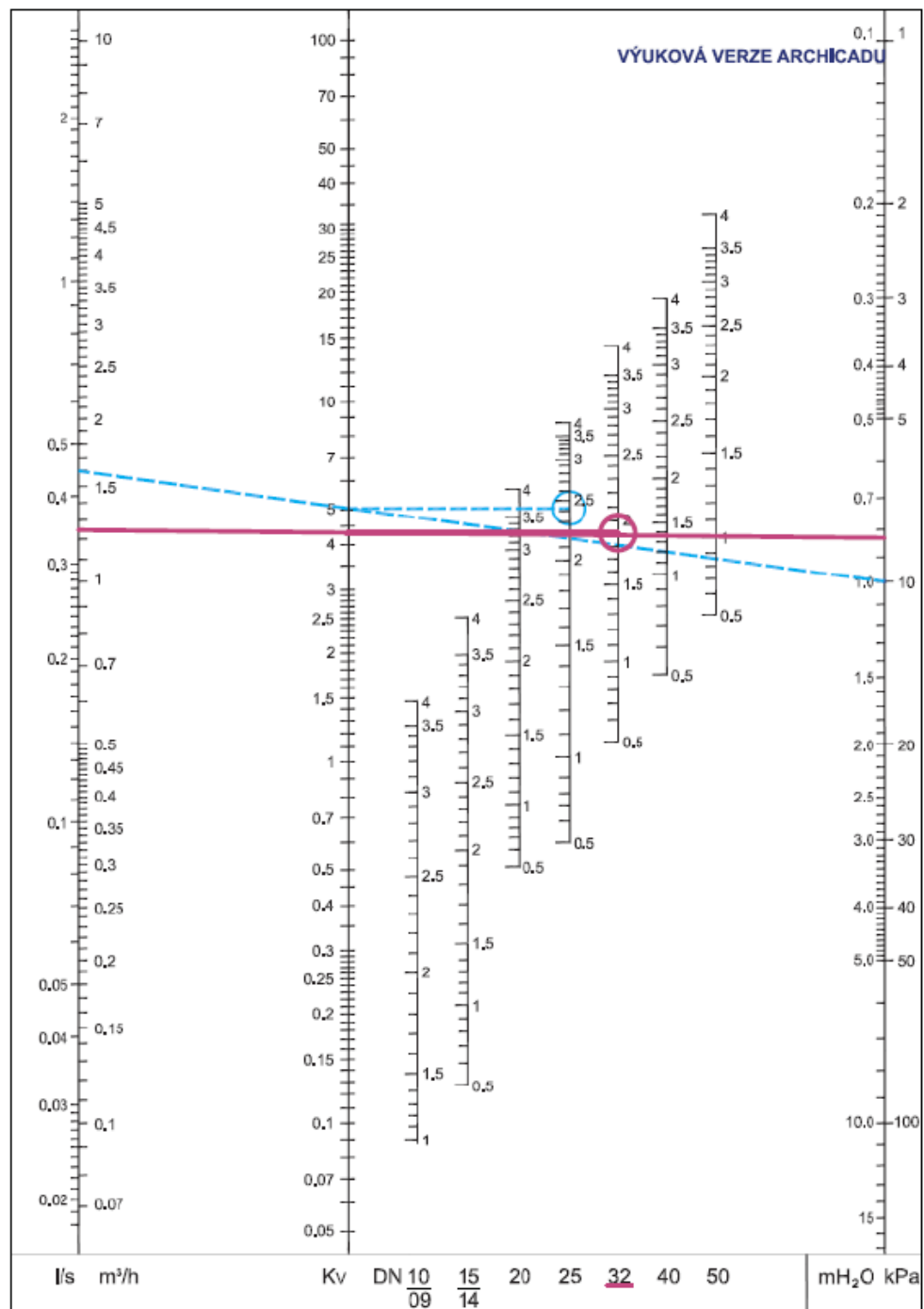
Tlaková ztráta okruhu $\Delta p_{\text{dis}} = 8\,154 \text{ Pa} = 8,154 \text{ kPa}$

Průtok vody $M = 1\,225,2 \text{ kg/h}$

Objemový průtok $V = 1,268 \text{ m}^3/\text{h}$

$$k_v = 0,01 \cdot \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 0,01 \cdot \frac{1268}{\sqrt{8,154}} = 4,44 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Návrh: } k_{vs} = 4,66 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{DN32}$$

Nastaveno na 2 otáčky



Obrázek 52: Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu TA STAD pro větev 1 [16]

Větev 2

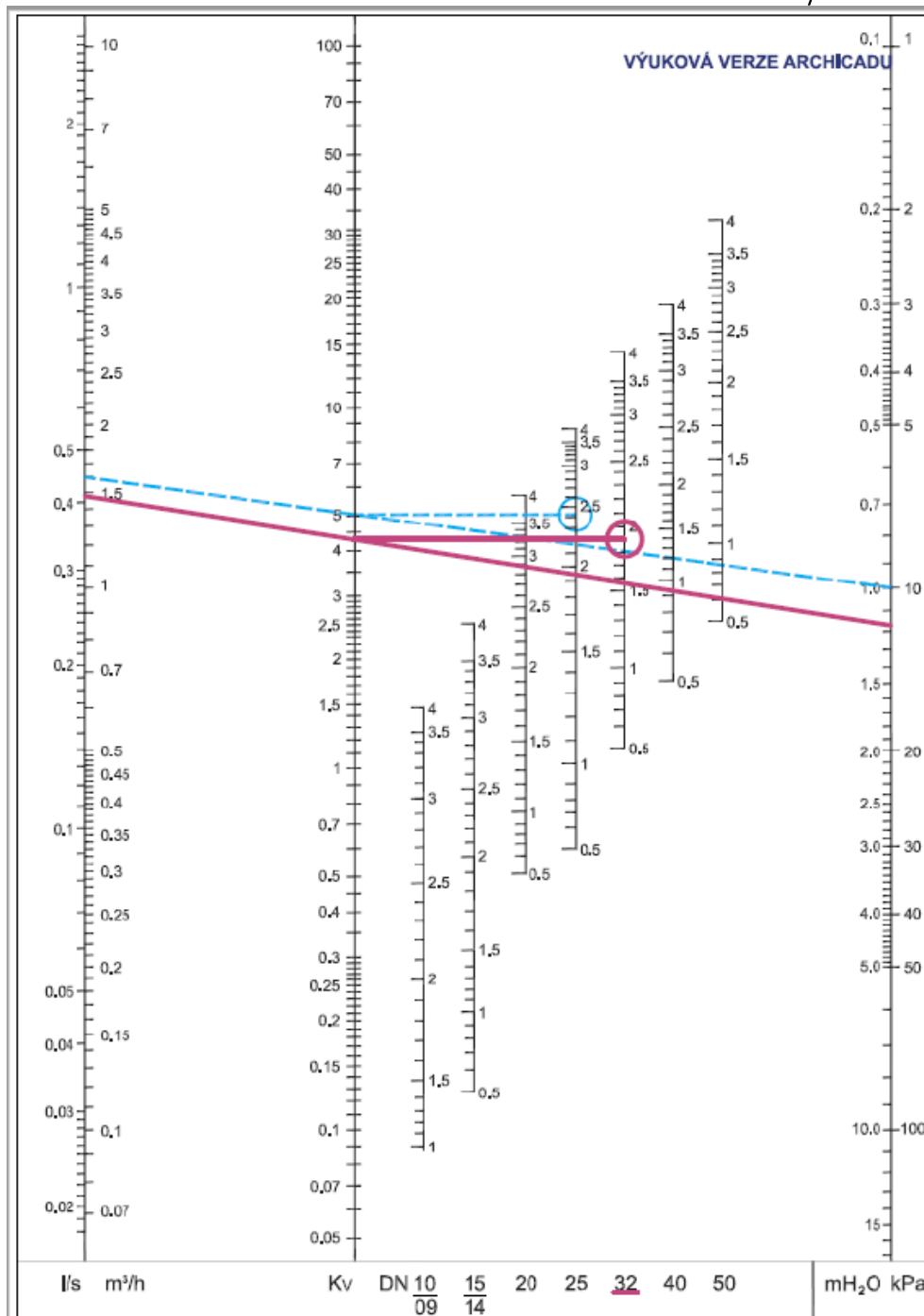
Tlaková ztráta okruhu $\Delta p_{\text{dis}} = 11\,699 \text{ Pa} = 11,7 \text{ kPa}$

Průtok vody $M = 1\,506,5 \text{ kg/h}$

Objemový průtok $V = 1,522 \text{ m}^3/\text{h}$

$$k_v = 0,01 \cdot \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = 0,01 \cdot \frac{1522}{\sqrt{11,7}} = 4,43 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Návrh: } k_{vs} = 4,66 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{DN32}$$

Nastaveno na 2 otáčky



Obrázek 53: Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu TA STAD pro větev 2 [16]

B.14.3. Návrh rozdělovače a sběrače

Rozdělovač se sběračem je navržen na objemový průtok m .

$$m = 2,789 \text{ m}^3/\text{h}$$

Návrh: Kombinovaný rozdělovač se sběračem RS KOMBI MODUL 80 firmy ETL, který disponuje třemi hrdly, kdy dvě budou využity pro otopné větve a třetí pro přípravu teplé vody.

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDEL!								
Q _{max} = [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					

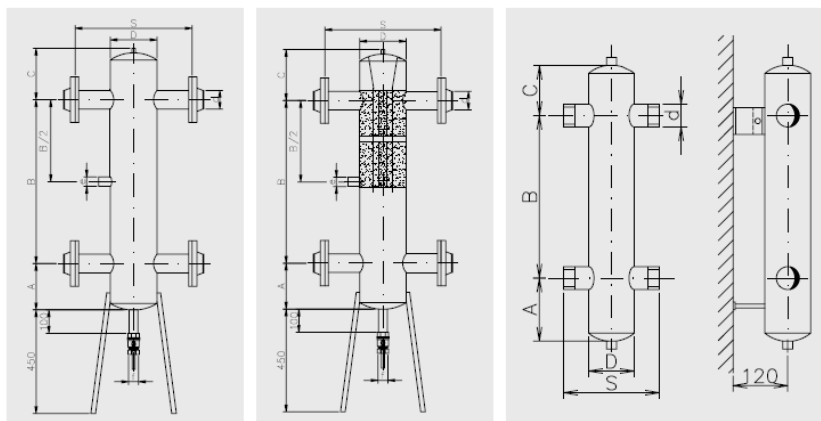
Obrázek 54: Technické parametry rozdělovače se sběračem firmy ETL [17]

B.14.4. Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků

HVDT zajišťuje vytvoření hydraulické stability. Dělí otopnou soustavu od kotlového okruhu. Slouží k vyrušení dynamických tlaků oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášených do otopné soustavy.

$$m = 3,068 \text{ m}^3/\text{h}$$

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT



HVDT - základní rozměry

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

Obrázek 55: Technické parametry hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků firmy ETL [18]

B.14.5. Návrh automatického doplňování s filtrací vody

V technické místnosti doplňovací zařízení s úpravou vody. Úprava vody je zde navržena pro zajištění kvality vody. Pro tento účel je navrženo zařízení Fillsoft I od firmy Reflex, které slouží pro změkčení vody. Pro automatické doplnění bude v technické místnosti umístěn Fillcontrol Plus Compact. Pro kontrolu bude na přívodu vody do soustavy umístěn vodoměr.



Podrobnosti

Typ	Plus Compact
Max. dovol. provozní teplota	70 °C
Max. dovol. provozní tlak	10 bar
Připojení vstup/výstup	R 1/2" / R 1/2"
Elektrická přípojka	230V/50Hz
Elektrický příkon	0,60 W
Hodnota průtoku kvs	0,4 m ³ /h
Max. výška	304 mm
Šířka	240 mm
Hloubka	90 mm
Hmotnost	3,00 kg

Obrázek 56: Specifikace produktu Fillcontrol Plus Compact [19]



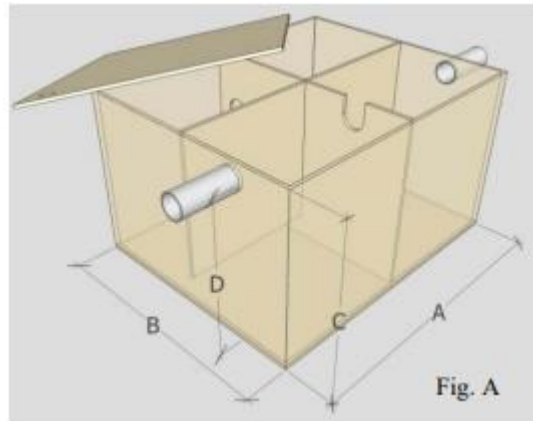
Podrobnosti

Typ	FG I
Max. dovol. provozní teplota	40 °C
Max. dovol. provozní tlak	8 bar
Připojení vstup	Rp 1/2"
Připojení výstupu	Rp 1/2"
Umístění patron	1 ks
Max. výška	600 mm
Šířka	260 mm
Hmotnost	1,90 kg

Obrázek 57: Specifikace produktu Fillsoft I [19]

B.14.6. Návrh neutralizačního boxu

Pro neutralizaci kondenzátu bude navržen neutralizační box, jehož filtr zvýší pH kondenzátu na neutrální hodnoty. Kondenzát z plynových kotlů je totiž slabá kyselina, která by se do kanalizace neměla dostat. V technické místnosti bude umístěn neutralizační box typ NB 100 firmy DETO Brno.



Obrázek 58: Náčrt neutralizačního boxu typu NB 100 firmy DETO Brno [20]

Zemní plyn	Propan	Topný olej
1,53 kg/ m ³	3,37 kg/ m ³	0,88 kg/ m ³

Technické údaje	NB 100	NB 200	NB 300	NB 500	NB 1000
Rozměry (AxBxC) v mm	412x312x206	412x312x256	512x412x306	816x516x308	1416x716x408
Připojovací výška vstup/výstup D (mm)	130/130	200/200	240/240	240/240	300/300
Provedení	Fig. A	Fig. A	Fig. A	Fig. A	Fig. B
Jmenovitý průtok (l/hod)	100	200	300	500	1000
Orientační výkon zdroje kondenzátu	do 500kW	do 1000kW	do 1500kW	do 3000 kW	nad 3000kW
Průměr vstupní/výstupní	PPR 25/25	PPR 25/25	HT 40/40	HT 40/40	HT 40/40
Hmotnost náplně v kg	12,5	25	50	100	200
Objednací číslo	09500100	09500200	09500300	09500500	09501000

Obrázek 59: Technické specifikace zařízení [20]

B.15. ROČNÍ SPOTŘEBA PALIVA

VSTUPNÍ ÚDAJE

Lokalita	Brno
Venkovní výpočtová teplota	$t_e = -12 \text{ }^\circ\text{C}$
Délka otopného období	$d = 232 \text{ dnů}$
Průměrná teplo během otop. období	$t_{es} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$
Tepelná ztráta objektu	$Q_c = 29,54 \text{ kW}$
Průměrná vnitřní výpočtová teplota	$t_{is} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
Spotřeba teplé vody	$V = 3,117 \text{ m}^3/\text{den}$
Počet denostupňů	$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 232 \cdot (20 - 4) =$
3712	

B.15.1. Vytápění

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{t+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{29\,540}{32} = 923 \text{ W/K}$$

Požadovaná energie = potřeba

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{t+I} = 24 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 3712 \cdot 923 = 52,626 \text{ MWh/r}$$

Spotřebovaná energie = spotřeba

$$E_{UT} = \frac{E}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{59,626}{0,97 \cdot 0,95} = \mathbf{64,71 \text{ MWh/r}}$$

B.15.2. Teplá voda

Požadovaná energie

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 3,117 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 163,13 \text{ MWh/den}$$

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

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d) = 163,13 \cdot 232 + 0,89 \cdot 163,13 \cdot (350 - 232) = 54,978 \text{ MWh/r}$$

Spotřeba energie

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{54,978}{0,97 \cdot 0,55} = \mathbf{103,05 \text{ MWh/r}}$$

B.15.3. Roční spotřeba paliva – zemní plyn

$$E = 3600 \cdot \frac{E}{H} = 3600 \cdot \frac{52,626 + 103,05}{35} = \mathbf{16\,012,39 \text{ m}^3/\text{r}}$$

H výhřevnost zemního plynu ($H = 35 \text{ MJ/m}^3$)

C. PROJEKTOVÁ ČÁST

C.1. Technická zpráva

C.1.1. Úvod

Projekt řeší vytápění a přípravu teplé vody bytového domu, který je novostavbou nacházející se v Brně na ulici Jundrovská v městské části Maloměřice. Objekt pro bydlení disponuje 17 byty s uvažováním technické místnosti v 1. NP

Popis objektu

Budova je navržena do tvaru L a nachází se v rovinném terénu, má dvě nadzemní podlaží a konstrukce je zastřešena jednoplášťovou plochou střechou. Vstup do objektu je orientován na jihovýchod u hlavní komunikace, která vede ulicí Jundrovská. Průchod vede do zádveří, které propojuje pravé a levé rameno objektu a nachází se v něm schodiště do druhého podlaží. Kapacita objektu je přibližně 38 osob.

C.1.2. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování projektu byla výkresová dokumentace stavební části objektu bytového domu. Projektová dokumentace byla zpracována v souladu s příslušnými normami, technickými pravidly a prováděcími vyhláškami.

C.1.3. Vypočet tepelného výkonu, potřeby tepla na vytápění a přípravu teplé vody

Objekt se nachází v lokalitě Brno s venkovní výpočtovou teplotou $t_e = -12\text{ }^{\circ}\text{C}$ v nadmořské výšce 210 m. n. m.

Vnitřní hodnoty prostředí

Teplota interiéru v zimě:

Obytné místnosti	20 °C
Chodby bytů	20 °C
Koupelny	24 °C
Spíž, šatny	20 °C
Společné prostory	15 °C
Zádveří	15 °C

Celková tepelná ztráta objektu je 29 537 W.

C.1.3.1. Potřeba energie a spotřeba paliv

Roční potřeba tepla je vypočtena denostupňovou metodou pro uvažované palivo ZEMNÍ PLYN.

Potřeba tepla pro vytápění	64,71 MWh/r
Potřeba tepla pro přípravu teplé vody	103,04 MWh/r

Roční spotřeba zemního plynu vytápění a ohřev teplé vody je **16 012 m³/rok**

C.1.4. Technické řešení

C.1.4.1. Zdroj tepla

Zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody byl navržen plynový kondenzační kotel Thermona 35 KD o jmenovitém výkonu každého kotle 37 kW. Celkový výkon zdroj tepla je tedy 74 kW. Primární teplotní spád je uvažován 80/60 °C. Kotle budou umístěny v technické místnosti v1. NP společně s ostatním příslušenstvím technické místnosti. Místnost není klasifikovaná jako kotelna, jelikož dle ČSN 07 0703 a Vyhlášky č. 91/1993 Sb. nepřesuje výkon umístěných zdrojů tepla 100 kW. Kotle jsou uvažovány jako plynový spotřebič typu C, tedy spotřebič s uzavřenou spalovací komorou. Palivem plynových kotlů je zemní plyn. Kotle jsou kaskádově zapojeny a osazeny armaturami uzavíracími, pojistnými a magnetickým filtrem. Součástí kotlu jsou oběhová čerpadla a pojistné ventily.

Mezi primárním a sekundárním okruhem je umístěn hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků ETL RS KOMBI modul 1B. Odvod spalin bude zajištěn kouřovodem firmy Thermona do komínového tělesa.

Odvod kondenzátu bude zajištěn potrubím z kotlů a kouřovodu do neutralizačního boxu, odkud bude již upravený kondenzát odveden do podlahové vpusti.

Příprava teplé vody

Technologie přípravy teplé vody bude umístěna v technické místnosti v blízkosti zdroje tepla. Navržen byl smíšený ohřev teplé vody pomocí nepřímotopného ohříváče vody Dražice OKC/HP 400 s plochou výměníku 5,2 m². Do zásobníku bude přivedena voda z rozdělovače a sběrače v uvažovaném teplotním spádu 80/60 °C. Zásobník bude připojen na pitnou vodu a bude mít vývody teplé vody, studené vody a cirkulace. Další specifikace řeší ZTI.

Expanzní a pojistné zařízení

Pro vyrovnání objemových změn a zamezení překročení nejvyššího pracovního tlaku či podtlaku je navržena expanzní membránová nádoba Reflex N 80/6 o objemu 80 l. Jednotlivé kotle mají objem expanzomatu 7 l. Celkový expanzní objem je tedy 94 l. Talková odolnost expanzní nádoby je 6 bar. Nádoba je připojena vratným potrubím primárního okruhu a umístěna na zemi v blízkosti kotle.

Součástí kotlů jsou pojistné ventily s otevíracím tlakem 300 kPa.

Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění do soustavy proběhne z vodovodního řadu. Dopouštění do kotlů bude zajištěno automaticky pomocí doplňovacího zařízení Reflex Fillcontrol Plus Compact s které bude zásobeno vodou z vodovodního řadu. Před připojením plnění vody do

otopné soustavy bude provedena filtrace vody pomocí zařízení Fillsoft I. Vypouštění bude prováděno pomocí vypouštěcích armatur a vypuštěná voda bude odvedena podlahovou vpustí.

C.1.4.2. Otopná soustava

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková, teplovodní, protiproudá soustava s nuceným oběhem vody s uvažovaným teplotním spádem 50/40 °C pro vytápění a 80/60 °C pro přípravu teplé vody. Sekundární okruh je za HVDT separován v rozdělovači do tří větví. Větve otopné soustavy budou opatřeny navrženými trojcestnými směšovacími ventily, které budou upravovat teplotu vody na požadované hodnoty. Materiál pro potrubí rozvodu topné vody je měď. Potrubí je vedeno převážně v podlaze a pod stropem v technické místnosti.

Větev 1 – vytápění objektu 50/40 °C

Větev 2 – vytápění objektu 50/40 °C

Větev TV – příprava teplé vody 80/60 °C

Otopné plochy

Vytápění místností budou distribuovat desková otopná tělesa od firmy Korado v provedení VK (Ventil Kompakt) s levým, nebo pravým, rohovým šroubením. Koupelny budou zásobeny teplem pomocí trubkových otopných těles Koralux se středovým připojením HM. Součástí otopných těles budou termostatické hlavice a odvzdušňovací ventily. Osazení na zeď bude provedeno minimálně 100 mm nad podlahou a bude konzolově ukotveno do stěny dle výrobce.

Měření spotřeby tepla

Pro měření spotřeby tepla bude každá bytová jednotka vybavena měřicí bytovou sestavou IVAR.EQM 15, které bude sloužit pro měření spotřeby tepelné energie pomocí integrovaného měřiče tepla. V nejvyšším podlaží zajišťovat měřicí bytová sestava odvzdušnění.

Regulace

Regulace teplot topné vody na větvích otopné soustavy – Větev 1,2 – bude řešena pomocí trojcestného směšovacího ventilu ESBE VRG130. K doregulování otopných těles budou sloužit termostatické ventily s hlavicí. Každý byt bude opatřen termostatem Ivar MAGICTIME PLUS pro regulaci. Kvůli možné kolizi nebudou osazeny termostatické hlavice v těch místnostech, kde bude termostat umístěn.

Čerpací technika

Pro nucený oběh soustavy budou na jednotlivých větvích osazena oběhová čerpadla. Dle návrhu čerpadel budou osazena na Větev TV GRUNDFOS ALPHA3 25-40 180, na Větev 1 pro vytápění GRUNDFOS ALPHA2 25-60 180 a na Větev 2 pro vytápění

GRUNDFOS ALPHA2 25-80 180. Čerpadla součástí kotle zajišťují nucený oběh v primárním (kotlovém) okruhu.

Tepelná izolace potrubí

Potrubí bude izolováno v tloušťkách dle návrhu projektu. Potrubí vedeno v podlaže bude izolováno Mirelonem a tloušťka izolace může být snížena na polovinu. Potrubí v technické místnosti bude izolováno Rockwool PIP0/PIPO ALS. Zařízení v technické, jako je expanzní nádoba, zásobníkový teplé vody, HVDT a rozdělovač se sběračem budou izolovány izolací výrobců.

Kouřovod

Společně s kotlem bude od firmy Thermona dodán i kouřovod pro kaskádové zapojení kotlů. Odtah spalin bude napojen na komínové těleso a povede se spádem 1 % směrem ke kotli. Součástí kouřovodu je sifon, na který bude napojen odvod kondenzátu do neutralizačního boxu.

C.1.4.3. Požadavky na profese

Stavební práce:

Potrubí vedeno v izolační vrstvě v podlaže bude osazeno před zhotovením roznášecí vrstvy podlahy. Potrubí vedeno pod stropem v technické místnosti bude kotveno ocelovými úchytkami. Pro vedení potrubí bude potřeba zhotovit prostupy a drážky do konstrukce.

Zdravotechnika:

Je potřeba zajistit přívod pitné vody z vodovodního řádu do automatického doplňovače vody do soustavy. Pro odvod kondenzátu z kotlů bude zřízena přípojka kanalizace.

Elektroinstalace:

Bude zajištěno napojení jednotlivých spotřebičů v technické místnosti na elektrickou síť.

Zemní plyn:

Zapojení plynu v technické místnosti řeší profese ZTI.

C.1.4.4. Montáž a uvedení do provozu

Zdroj:

Montáž a uvedení do provozu kotle bude provádět kvalifikovaná osoba s osvědčením včetně oprávnění o provádění činnosti. Před uvedením zařízení do provozu je nutné provést revizi elektroinstalace.

Otopná soustava:

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu se provádí dle ČSN 06 0310. Montáž musí provádět osoba s osvědčením o zácvičku, které vystaví jednatel použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení zkoušky těsnosti instalovaného zařízení.

C.1.5. Zkouška zařízení

Před uvedením soustavy do provozu je potřeba provést zkoušky dle ČSN 06 0310. Před provedením zkoušek bude každé zařízení propláchnuto. Proplach se provádí na demontovaných zařízeních, u kterých by mohlo dojít k ucpání. Proplach zajistí oběhové čerpadlo, přičemž se musí soustava pravidelně odkalovat.

Zkouška těsnosti:

Zkouška bude vyhotovena před provedením izolací, nátěrů a zakrytím rozvodů v drážkách. Soustava se naplní vodou a odvzdušní. Poté probíhá kontrola celé soustavy, přičemž se nesmí projevit netěsnosti po dobu min. 6 hodin. Pokud se neprojeví netěsnost soustavy nebo ke znatelnému poklesu tlaku, může se zkouška považovat za úspěšnou.

Dilatační zkouška:

Zkouška bude vyhotovena po zaizolování a zakrytí rozvodu v drážkách. Otopná voda bude zahřátá na nejvyšší pracovní teplotu a poté se nechá ochladnout na okolní teplotu. Tento postup se opakuje dvakrát. Pokud se během zkoušky neprojeví netěsnosti a jiné závady, může se považovat za úspěšnou.

Topná zkouška:

Zá účelem pro zjištění funkčnosti, nastavení a seřízení se provádí topná zkouška. Kontroluje se správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení technických předpokladů projektu, správná funkce regulačních, měřících a zabezpečovacích zařízení, výkon zdrojů tepla. Dále se ověřuje funkce automatické regulace. U soustav do 100 kW je trvání zkoušky nařízeno na 24 hodin minimálně a je možné je provádět i mimo topnou sezónu. Pokud během zkoušky dochází k rovnoměrnému prohřívání otopných ploch, může se zkouška považovat za úspěšnou.

O provedených zkouškách a jejich výsledcích bude proveden zápis.

C.1.6. Ochrana zdraví a životního prostředí

Vliv na životní prostředí

Instalace nemá negativní vliv na životní prostředí.

Hospodaření s odpadem

Při realizaci bude s odpadem nakládáno dle nařízení zákona č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech.

C.1.7. Bezpečnost ochrany a zdraví při práci

Bezpečnost při realizaci

Bezpečnost při realizaci zajišťuje zhotovitel. BOZP bude dodrženo dle zákona č. 309/2006 Sb. Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Bezpečnost při provozu a užívání

Zařízení bude obsluhovat pouze zaškolená osoba, která je povinna dodržovat postupy uvedené v dokumentech výrobce. Dokumenty dodané výrobcem je povinen předat zhotovitel zařízení.

C.1.8. Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace je samostatnou přílohou

Obsahuje:

V1 PŮDORYS 1. NP (1:100)

V2 PŮDORYS 2. NP (1:100)

V3 PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:20)

V4 SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES

V5 SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE TEPLA

ZÁVĚR

Bakalářská práce řeší vytápění bytového domu, zamýšleného s umístěním v městské části Malomeřice města Brna. S tímto záměrem je práce rozdělena do tří částí. Teoretická část se zabývá kondenzační technikou a jejím principem a celkově účinností a funkčností plynových kondenzačních kotlů a možností jejich zapojení v systému vytápění a přípravy teplé vody.

Výpočtová část uvádí výpočet součinitelů prostupů tepla a následný návrh tepelných ztrát. Na jeho základě byl proveden návrh otopných těles a trasování potrubí otopné soustavy. V obytných místnostech budou instalovaná otopná tělesa Korado Radik VK nebo VKL se spodním rohovým připojením a v koupelnách Koralux Linear Classic – M. Otopná soustava je uvažována dvoutrubková, uzavřená s nuceným oběhem a s teplotním spádem 50/40 °C. Každá bytová jednotka je vybavena bytovou měřicí sestavou IVAR.EQM 15, která umožňuje snadný odečet odběru tepla. Bytová měřicí sestava slouží také k regulaci teploty v bytové jednotce pomocí termostatu. Otopná tělesa je možné regulovat pomocí termostatického ventilu osazeného v místnostech, kde není zajištěna regulace termostatem.

Dále se zabývá návrhem jednotlivých zařízení v technické místnosti. Jako zdroj tepla byly zvoleny plynové kondenzační kotle firmy Thermona typu 35 KD provedené v kategorii C, které jsou kaskádově zapojeny. Příprava teplé vody byla zvolena smíšenou přípravou pomocí nepřímotopného zásobníku firmy Dražice, typ OKC 400 NTR/HP, který je vybaven vnitřním spirálovým výměníkem. Provoz kotlů uvažuje využití jednoho kotle na potřeby vytápění a druhého na potřebu teplé vody. Přívod vody do otopné soustavy a zásobníku bude veden přes rozdělovač se sběračem RS KOMBI firmy ETL. Pro vyrovnání tlaků kotlového okruhu bude instalován hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, typ I. Pro další vyrovnání kotlového okruhu bude před kotli umístěna expanzní membránová nádoba N80/6 firmy Reflex, která bude doplňovat expanzní nádoby součástí kondenzačních kotlů. Pro odvod spalin je použito vyústění do komínu od firmy Thermona. Odvod kondenzátu z kouřovodu a kotlů bude zajištěn plastovým potrubím přes neutralizační box firmy DETO Brno a následným vyústěním do kanalizace. V technické místnosti je zamýšlen teplotní spád 80/60 °C. Na větvích potřeby teplé vody a vytápění jsou osazeny armatury, jejichž specifikata byla určena dle uvedených návrhů.

Projektová část obsahuje technickou zprávu, projektovou dokumentaci a protokol výpočtu tepelných ztrát.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

CO_2	oxid uhličitý
NP	nadzemní podlaží
R	tepelný odpor vrstvy konstrukce [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
R_T	tepelný odpor celé konstrukce při přestupu tepla [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
R_{si}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
R_{se}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]
U	součinitel prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
$U_{N, požadovaná}$	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
d	tloušťka vrstvy konstrukce [m]
λ	součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
$U_{rec, 20}$	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
t_1	teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]
t_2	teplota exteriéru/prostoru za konstrukcí [$^{\circ}\text{C}$]
U_w	součinitel prostupu tepla okenního otvoru [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
ϕ_T	navrhovaná ztráta prostupem [W]
ϕ_V	navrhovaná ztráta větráním [W]
ϕ_{HL}	celkový navrhovaný tepelný výkon [W]
$H_{T,ie}$	měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]
$H_{T,ai}$	měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného nebo nevytápěného prostoru [W/K]
$H_{T,ig}$	měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nebo zeminy [W/K]
A_k	plocha konstrukce [m^2]
U_k	součinitel prostupu tepla konstrukce [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
ΔU_B	korekční součinitel [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
$f_{U,k}$	opravný součinitel [-]
$f_{ie,k}$	teplotní opravný součinitel [-]
f_{ia}	teplotní opravný součinitel [-]
$U_{ekvi,k}$	ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části v kontaktu se zemí [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
$f_{\theta ann}$	součinitel zohledňující vliv změny venkovní teploty v průběhu roku [-]
f_{igk}	teplotní opravný součinitel [-]
$f_{Gw,k}$	vliv spodní vody [-]
θ_i	vnitřní výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$]
θ_e	venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$]
V_i	objem vzduchu ve vytápěném prostoru [m^3]
n	intenzita větrání vytápěného prostoru [h^{-1}]
t_i	teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]
Z_1	součinitel na úpravu okolí [-]
Z_2	součinitel na počet článků [-]
Z_3	součinitel na umístění tělesa v místnosti [-]

φ	součinitel na způsob připojení [-]
$Q_{OT, skutečný}$	skutečný výkon otopného tělesa [W]
M, m	hmotnostní průtok [kg/h]
Q	tepelný výkon [W]
c	měrná tepelná kapacita vody [Wh/kgK]
Δt	rozdíl teplot [K]
T_1/T_2	teplota primární topné vody [°C]
t_1/t_2	teplota sekundární topné vody [°C]
l	délka potrubí [m]
DN	jmenovitá světlost potrubí a armatur [mm]
d	průměr potrubí [mm]
R	tlaková ztráta třením na metr potrubí [Pa/m]
w	rychlost proudění vody v potrubí [m/s]
ξ	součinitel vražených odporů [-]
Z	tlaková ztráta vraženými odpory [Pa]
Δp_{RV}	tlaková ztráta regulační armatury [Pa]
Δp_{DIS}	dispoziční tlak [Pa]
V_{POT}	objem topné vody v potrubí [m ³]
$V_{OT,D}$	objem topné vody v deskových otopných tělesech [m ³]
$V_{OT,T}$	objem topné vody v trubkových otopných tělesech [m ³]
V_K	objem vody kotle [m ³]
V_0	objem vody v otopné soustavě [m ³]
l	původní délka před změnou teplot [m]
α	součinitel teplotní roztažnosti materiálu, pro měď $\alpha = 0,017$ mm/mK
Δt	rozdíl teplot (montážní a provozní) [K]
Δl	velikost prosloužení [mm]
n	koefficient roztažnosti [-]
V_{EP}	expanzní objem [m ³]
$p_{d,dov}$	nejnižší dovolený provozní přetlak [Pa]
$p_{h,dov}$	nejvyšší dovolený přetlak soustavy [Pa]
p_k	minimální konstrukční přetlak [Pa]
h_{mr}	výška manometrické roviny [m]
h	výška otopné soustavy [m]
ρ	měrná hmotnost vody [kg/m ³]
g	gravitační zrychlení [m/s ²]
p_{hp}	předběžný nejvyšší provozní přetlak [Pa]
p_d	nejnižší provozní přetlak [Pa]
d_p	průměr expanzního potrubí [mm]
α_w	výtokový součinitel
k	konstanta závislá na stavu syté vodní páry [kW/mm ²]
Q_P	pojistný výkon [W]
Q_{TV}	potřebný tepelný výkon pro přípravu teplé vody [W]
Q_{VZT}	potřebný tepelný výkon pro vzduchotechniku [W]

Q_{VYT}	potřebný tepelný výkon pro vytápění [W]
Q_{PRIP1}	požadovaný výkon zdroje při vytápění objektu s přerušovaným větráním a přípravou TV [W]
Q_{PRIP2}	požadovaný výkon zdroje při vytápění objektu s trvalým větráním nebo technologickým ohřevem [W]
Q_{PRIP}	požadovaný výkon zdroje [W]
V_{zp}	denní potřeba teplé vody [m ³ /den]
n	počet osob [-]
Q_{2t}	odebrané teplo [Wh]
θ_1, t_1	teplota studené vody [°C]
θ_2, t_2	teplota teplé vody [°C]
Q_{2z}	ztracené teplo (24hodinová cirkulace) [Wh]
Q_{2p}	teplo celkové odebrané na ohřev teplé vody [Wh/periodu]
V_z	objem zásobníku [m ³]
Q_{1n}	celkový tepelný výkon na ohřev vody [W]
A	minimální rozměr teplosměnné plochy [m ²]
$R+S$	rozdělovač se sběračem
$tw1$	teplotní spád – přívod [°C]
$tw2$	teplotní spád – vrat [°C]
t_e	výpočtová venkovní teplota [°C]
t_{es}	průměrná teplota během otopného období [°C]
t_{is}	průměrná vnitřní výpočtová teplota [°C]
Q_c	tepelná ztráta objektu [W]
D	počet denostupňů [-]
H_{t+i}	měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací [W/K]
E	požadovaná energie pro vytápění [Wh/rok]
E_{UT}	spotřebovaná energie pro vytápění [Wh/rok]
$E_{TV,d}$	požadovaná energie pro teplou vodu [Wh/den]
E_{TV}	spotřebovaná energie pro teplou vodu [Wh/rok]
$E_{TV,SK}$	spotřeba energie [Wh/rok]
E	roční spotřeba paliva [m ³ /rok]
H	výhřevnost zemního plynu [MJ/m ³]
ε	součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku [-]
e	opravný součinitel [-]
η	součinitel vyjadřující snížení vliv přerušovaného vytápění [-]
kt	korekce na proměnlivou vstupní teplotu [-]
b	redukční činitel [-]
U_{em}	průměrný součinitel prostupu tepla [W/m ² K]
k_{vs}	jmenovitý průtokový součinitel [m ³ /h]
k_v	průtokový součinitel regulačního ventilu při referenčních podmínkách
a_v	autorita ventilu [-]
TRV	termostatický ventil
BMS	bytová měřicí sestava
HVDT	hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků
TI	tepelná izolace

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Seznam použité literatury

[1] LULKOVIČKOVÁ, Otilia. *Zdroje tepla a domové kotelne*. VYKUROVANIE. Bratislava: Jaga, 2004. ISBN 80-8076-002-0.

[2] POČINKOVÁ, Marcela a Danuše ČUPROVÁ. *Úsporný dům*. 2. vydání. Brno, 2008. ISBN 978-80-7366-131-1.

[3] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Stavíme: Vytápění*. 4. vydání. Brno: ERA, 2008. ISBN 978-80-7366-131-1.

Seznam internetových zdrojů

[4] Tzb-info. *Tzb-info [online]*. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>

[5] Topenářské instalace: Neutralizace a neutrobox [online]. [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/neutralizace-a-neutrobox-detail-186>

[6] KORADO a.s., RADIK: desková otopná tělesa. [katalog]. 2022. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_Katalog_RADIK/CZ_Katalog_RADIK.html

[7] KORADO a.s., KORALUX: trubková otopná tělesa. [online]. 2022. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: http://ekatalogy.korado.cz/katalogy/CZ_KATALOGY_ONLINE/CZ_katalog%20KORALUX/

[8] DZD: OKC NTR/HP. [online]. 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-hp#ke-stazeni>

[9] Thermona: Návod na instalaci a údržbu kotle, In: Závěsný kondenzační kotel. [online]. Brno: 2023. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/pouze-pro-topeni/therm-35-kd>

[10] IVAR CS: Bytová měřicí sestava. [online]. 2018. cit. [2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/bytova-merici-sestava-bez-instalacni-skrine-p140612/>

[11] KORADO a.s., ARMATURA HM: Připojovací armatura pro otopná tělesa RADIK, KORALUX a KORATHERM. [online]. 2021. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: https://www.korado.cz/koralux-linear-max-m?subpage_open=4

- [12] Grundfos [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz/size-page?qcid=2081625031>
- [13] Reflex Winkelmann GmbH. Expanzní nádoby Reflex: Tlakové expanzní nádoby s membránou. Reflex N 80. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/cz/produkty/reflex_products/7210600/
- [14] ESBE AB. Trojcestný směšovací ventil VRG130. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.esbe.eu/group/products/rotary-valves/vrg130>
- [15] COPPER IN BUILT ENVIRONMENT. Příručka k projektování systému z měděných trubek v TZB [online]. 2020 [cit. 2023-05-16]. Dostupné z: https://issuu.com/copperinarchitecture/docs/7_prirucka_k_projektovani_systemu_2012/1
- [16] IMI Hydronic Engineering. Vyvažovací ventily DN 15-50, IMI TA STAD. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs>
- [17] ETL-Ekotherm a.s.. Technologická zařízení pro kotelny a předávací stanice: Kombinovaný rozdělovač se sběračem, RS KOMBI. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://etl.cz/katalog/>
- [18] ETL-Ekotherm a.s.. Technologická zařízení pro kotelny a předávací stanice: Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://etl.cz/katalog/>
- [19] Reflex Winkelmann GmbH. Doplnňovací zařízení a technologie vody: Fillcontrol Plus Compact, Fillsoft I. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/cz/produkty/reflex_products/7210600/
- [20] DETO Brno. Katalogový list řady NB, Neutralizační boxTyp NB. [online]. [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <http://deto.cz/produkty/hrivace-zasobniky-kombinovane-rozdelovace-a-sberace/neutralizacni-box>
- [21] ÚVODNÍ STRANA [online]. [cit. 23.05.2023]. Dostupné z: <https://www.schiessl.cz/soubor-montazni-navod-pro-medene-potrubi-6280-.pdf>

Použité normy a předpisy

Projekt byl zbrocován v souladu s předpisy:

ČSN EN 12831-1: 2018: Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu –

Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3

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

ČSN 06 0320 – Tepelná soustava v budovách – Příprava teplé vody

ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

ČSN 73 0540–2 Tepelní ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540–3 Tepelní ochrana budov – Část 3: Návrh hodnoty veličin

ČSN 07 0703 – Kotelny se zařízeními na plynná paliva

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Princip spalování zemního plynu kondenzačním ohřevem [4].....	12
Obrázek 2: Princip spalování zemního plynu kondenzačním ohřevem [4].....	13
Obrázek 3: Přibližný diagram h, x pro spaliny z různých paliv [1]	15
Obrázek 4: Příklad porovnání vlhkosti vzduchu a spalin [1].....	15
Obrázek 5: Diagram h, x pro mísení vzduchu se spalinami [1].....	16
Obrázek 6: Obsah vodní páry a rosný bod spalin [1]	17
Obrázek 7: Množství kondenzační vody [3].....	18
Obrázek 8: Průběh ochlazování spalin ve výměníku [1]	18
Obrázek 9: Průběh kondenzace v závislosti na teplotním spádu a venkovní teploty [1]	19
Obrázek 10: Schéma propojení kondenzačního kotle s ohříváčem vody [1].....	20
Obrázek 11: Typy zásobníkových ohříváčů vody [1].....	20
Obrázek 12: Schéma zapojení při průtokovém ohřevu a největším odběru teplé vody [1]	21
Obrázek 13: Schéma zapojení při průtokovém ohřevu a nejmenším odběru teplé vody [1]	22
Obrázek 14: Schéma zapojení při průtokovém ohřevu a optimálním odběru teplé vody [1]	22
Obrázek 15: Schéma zapojení kondenzačních kotlů oddělené pro okruhy přípravy teplé vody a vytápění [1]	23
Obrázek 16: Schéma zapojení kondenzačního kotle, který má alternativní provoz s přednostní přípravou teplé vody [1]	24
Obrázek 17: Kaskádové zapojení kotlů s kotlem K1 pro přípravu teplé vody [1].....	25
Obrázek 18: Kaskádové zapojení kotlů s kotli K1 a K2 pro přípravu teplé vody [1].....	25
Obrázek 19: Schéma zapojení bez vyrovnávače tlaků [1]	26
Obrázek 20: Schéma zapojení s vyrovnávačkou tlaků [1].....	26
Obrázek 21: RADIK VK – deskové otopné těleso [6].....	74
Obrázek 22: RADIK VKL - deskové otopné těleso [6].....	75
Obrázek 23: RADIK KLC-M, trubkové otopné těleso [7].....	76
Obrázek 24: Graf odběrové špičky	80
Obrázek 25: Specifikace nepřímotopného zásobníku firmy Dražice [8]	81
Obrázek 26: Řez a technické parametry Dražice OKC 400 NTR/HP [8].....	82
Obrázek 27: Plynový kondenzační kotel THERM 35 KD [9].....	83
Obrázek 28: Technické parametry THERM 35 KD [9].....	83
Obrázek 29: Zjednodušené schéma a sestava kotle THERM 35 KD [9].....	84
Obrázek 30: Technické parametry kotlů THERM [9].....	85
Obrázek 31: Parametry na maximální délky odtahu spalin [9].....	86
Obrázek 32: Bytová měřicí sestava IVAR.EQM 15 [10]	87
Obrázek 33: Základní údaje bytové měřicí sestavy IVAR.EQM [10].....	87
Obrázek 34: Modul pro měření spotřeby tepla [10]	88
Obrázek 35: Systém hydraulického vyvažování [10].....	89
Obrázek 36: Hydraulické charakteristiky bytové měřicí sestavy [10]	90
Obrázek 37: Dimenzační schéma bytových měřicích sestav	90

Obrázek 38: Rozměry termostatu IVAR.MAGICTIME PLUS [10]	91
Obrázek 39: Graf pro RADIK VENTIL KOMPAKT pro nastavení termostatického ventilu [6]	92
Obrázek 40: Graf HM armatury pro nastavení termostatického ventilu [11]	93
Obrázek 41: Výpočet tloušťky tepelné izolace [4]	101
Obrázek 42: Návrh oběhového čerpadla ALPHA3 25-40 pro větev pro přípravu TV [12]	104
Obrázek 43: Návrh oběhového čerpadla ALPHA2 25-60 pro větev 1 [12]	105
Obrázek 44: Návrh oběhového čerpadla ALPHA2 25-80 pro větev 2 [12]	106
Obrázek 45: Specifikace kompenzátoru ve tvaru U firmy Schiessl [21]	107
Obrázek 46: Expanzní nádoba Reflex N 80 a její specifikace [13]	110
Obrázek 47: Dimenzační schéma trojcestného ventilu VRG130 pro větev 1 [14]	111
Obrázek 48: Specifikace trojcestného ventilu pro větev 1 [14]	112
Obrázek 49: Dimenzační schéma trojcestného ventilu VRG130 pro větev 2 [14]	112
Obrázek 50: Specifikace trojcestného ventilu pro větev 2 [14]	113
Obrázek 51: Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu TA STAD pro TV [16]	114
Obrázek 52: Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu TA STAD pro větev 1 [16]	115
Obrázek 53: Schéma pro návrh vyvažovacího ventilu TA STAD pro větev 2 [16]	116
Obrázek 54: Technické parametry rozdělovače se sběračem firmy ETL [17]	117
Obrázek 55: Technické parametry hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků firmy ETL [18]	117
Obrázek 56: Specifikace produktu Fillcontrol Plus Compact [19]	118
Obrázek 57: Specifikace produktu Fillsoft I [19]	118
Obrázek 58: Návrh neutralizačního boxu typu NB 100 firmy DETO Brno [20]	119
Obrázek 59: Technické specifikace zařízení [20]	119

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Hodnoty R_{si} a R_{se}	31
Tabulka 2: Výkon otopných těles	78
Tabulka 3: Průběh odběru teplé vody	79
Tabulka 4: Návrh a posouzení tepelné izolace potrubí [4]	102
Tabulka 5: Objem otopné vody v soustavě uvedené v litrech	108

SEZNAM PŘÍLOH

P1 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA POMOCÍ SOFTWARE DEKSOFT

P2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT POMOCÍ SOFTWARE DEKSOFT

SEZNAM VÝKRESŮ

V1 PŮDORYS 1. NP (1:100)

V2 PŮDORYS 2.NP (1:100)

V3 PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:20)

V4 SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES

V5 SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE TEPLA