

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# TEPLONOSNÉ LÁTKY OTOPNÝCH SOUSTAV

THE HEAT TRANSFER MEDIUM IN HEATING SYSTEMS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Iveta Michalíčková

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2017





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISŤE	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Iveta Michalíčková
NÁZEV	Teplonosné látky otopných soustav
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

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

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

### A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

### B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

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

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

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

### C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující dílčí část zadané problematiky.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....  
Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce



## **ABSTRAKT**

Tématem diplomové práce jsou teplotnosné látky otopných soustav. Práce je rozdělena na tři části. V první části je teoreticky rozebrána problematika teplotnosných látek. V druhé části je uvedena výpočtová část projektu. Projekt řeší vytápění bytového domu. Jsou zde navrženy dvě varianty zdroje tepla a úpravny vody. Tyto varianty jsou následně zhodnoceny. V poslední části je řešen experiment, který se zabýval kvalitou vody v otopných soustavách.

## **PREFACE**

Theme of diploma thesis is the heat transfer medium in heating systems. The thesis is departed to three parts. In the first part, there is a theoretical solution of heat transfer mediums. In the second part, there is a calculation solution of the project. Project solves heating of the apartment building. There are two variants of heating source and water treatment. Those variants are compared. The last part is experimental part. Theme of the experiment is quality of heating water in heating systems.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Diplomová práce, teplotnosná látka, voda, pára, nemrznoucí směs, vzduch, bytový dům, desková otopná tělesa, plynový kondenzační kotel, úprava vody, změkčování, demineralizace, kvalita vody, pH, vodivost, tvrdost, obsah soli, obsah pevných rozpuštěných látek

## **KEY WORDS**

Diploma thesis, heat transfer medium, water, steam, antifreezing mix, air, apartment building, radiators, gas condensing boiler, water treatment, water softening, demineralization, water quality, pH, conductivity, hardness of water, salt content in the water, dissolved solids content in water

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Iveta Michalíčková *Teplonosné látky otopných soustav*. Brno, 2016. 170 s., 33 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

podpis autora

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za cenné rady a informace během zpracování práce. Dále bych chtěla poděkovat rodičům a přátelům za veškerou pomoc poskytnutou během studia. V neposlední řadě děkuji všem, kteří mi poskytli vzorky otopné vody pro zpracování experimentu.

# OBSAH

<b>A. ÚVOD, NORMOVÉ A PRÁVNÍ PODKLADY, TEORETICKÉ ŘEŠENÍ – TEPLOSNÉ LÁTKY OTOPNÝCH SOUSTAV .....</b>	<b>15</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>15</b>
<b>NORMOVÉ A PRÁVNÍ PODKLADY.....</b>	<b>15</b>
<b>TEORETICKÉ ŘEŠENÍ – TEPLONOSNÉ LÁTKY OTOPNÝCH SOUSTAV ...</b>	<b>17</b>
<b>1. ÚVOD A ROZDĚLENÍ.....</b>	<b>17</b>
<b>2. VODA.....</b>	<b>17</b>
2.1 POUŽITÍ .....	17
2.2 SLOŽENÍ VODY.....	18
2.3 VÝČET ZÁKLADNÍCH VLASTNOSTÍ .....	19
2.4 CHEMICKÉ VLASTNOSTI.....	20
2.4.1 TVRDOST VODY .....	20
2.4.2 pH .....	21
2.5 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI VODY.....	22
2.5.1 HUSTOTA .....	22
2.5.2 POVRCHOVÉ NAPĚTÍ.....	22
2.5.3 VSKOZITA .....	23
2.5.4 KONDUKTIVITA .....	24
2.6 TERMODYNAMICKÉ VLASTNOSTI.....	24
2.6.1 MĚRNÁ TEPELNÁ KAPACITA .....	24
2.7 ÚPRAVA VODY PRO VYTÁPĚNÍ.....	25
2.7.1 ÚPRAVA TVRDOSTI.....	26
2.7.2 CHEMICKÁ ÚPRAVA OBĚHOVÉ VODY .....	26
<b>3 PÁRA.....</b>	<b>27</b>
3.1 POUŽITÍ .....	27
3.2 ZÁKLADNÍ ÚVAHA .....	27
3.2.1 PÁRA PŘI PRÁCI .....	28
3.3 VZNIK A DRUHY PAR.....	28
3.3.1 SYTÁ PÁRA .....	29
3.3.2 MOKRÁ PÁRA .....	29
3.3.3 PŘEHŘÁTÁ PÁRA .....	30
3.4 PÁRA JAKO TEPLONOSNÁ LÁTKA .....	31
3.4.1 PŘEDNOSTI PARNÍCH SÍTÍ.....	31
3.4.2 NEVÝHODY PÁRY JAKO TEPLONOSNÉ LÁTKY .....	31
3.5 VZDUCH V PARNÍM SYSTÉMU .....	32

<b>4</b>	<b>VZDUCH.....</b>	<b>32</b>
4.1	VÝČET ZÁKLADNÍCH VLASTNOSTÍ.....	32
4.2	VZDUCH VE VYTÁPĚNÍ .....	33
4.3	TEPLOVZDUŠNÝ KOTEL .....	34
<b>5</b>	<b>NEMRZNOUCÍ SMĚSI .....</b>	<b>35</b>
5.1	TERMOFYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI.....	36
5.2	KOROZE .....	37
5.3	STÁRNUTÍ .....	37
	<b>VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU .....</b>	<b>39</b>
	<b>B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU .....</b>	<b>41</b>
<b>1</b>	<b>ANALÝZA OBJEKTU .....</b>	<b>41</b>
1.1	NAVRŽENÉ SKLADBY KONSTRUKCÍ V OBJEKTU .....	42
<b>2</b>	<b>PODROBNÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT .....</b>	<b>44</b>
<b>3</b>	<b>NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH .....</b>	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>POTŘEBA TEPLÉ VODY .....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>NÁVRH PLYNOVÉ KOTELNY .....</b>	<b>63</b>
5.1	VÝKON KOTELNY .....	63
5.2	NÁVRH KOTLŮ – VARIANTA A .....	64
5.3	NÁVRH KOTLŮ – VARIANTA B.....	64
5.4	ZATŘÍDĚNÍ KOTELNY DO KATEGORIE .....	64
5.5	ODVOD KONDENZÁTU .....	65
5.6	VĚTRÁNÍ KOTELNY .....	65
5.6.1	TEPELNÁ BILANCE KOTELNY V LÉTĚ.....	65
5.6.2	TEPELNÁ BILANCE KOTELNY V ZIMĚ.....	66
5.6.3	VĚTRÁNÍ V DOBĚ ODSTÁVKY KOTLŮ .....	67
<b>6</b>	<b>DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ .....</b>	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL .....</b>	<b>72</b>
7.1	OBĚHOVÉ ČERPADLO Č. 1.....	72
7.2	OBĚHOVÉ ČERPADLO Č. 2.....	74
<b>8</b>	<b>NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>NÁVRH DALŠÍCH ZAŘÍZENÍ SOUSTAVY.....</b>	<b>77</b>
9.1	KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ .....	77

9.2	HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ (HVDT) .....	77
<b>10</b>	<b>NÁVRH TEPELNÝCH IZOLACÍ.....</b>	<b>77</b>
<b>11</b>	<b>ÚPRAVA A DOPLŇOVÁNÍ VODY .....</b>	<b>78</b>
11.1	VARIANTA A .....	78
11.2	VARIANTA B.....	79
<b>12</b>	<b>ZHODNOCENÍ VARIANT ZDROJE TEPLA A ÚPRAVNÝ VODY .....</b>	<b>79</b>
12.1	Z HLEDISKA VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	79
12.3	Z HLEDISKA PROSTOROVÝCH NÁROKŮ .....	80
12.4	Z HLEDISKA EKONOMIKY.....	80
<b>13</b>	<b>IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ.....</b>	<b>81</b>
	<b>TECHNICKÁ ZPRÁVA – VARIANTA.....</b>	<b>85</b>
	<b>TECHNICKÁ ZPRÁVA – VARIANTA B.....</b>	<b>95</b>
<b>C.</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST – VODA V OTOPNÝCH SOUSTAVÁCH .....</b>	<b>105</b>
<b>1.</b>	<b>CÍLE EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI.....</b>	<b>105</b>
<b>2.</b>	<b>VYUŽITÝ SOFTWARE .....</b>	<b>105</b>
<b>3.</b>	<b>MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ.....</b>	<b>105</b>
3.1.	UNIVERZÁLNÍ INDIKÁTOROVÉ PAPIRKY PRO PH 0-12 .....	106
3.2.	PH METER .....	106
3.3.	EQUEN CTC 2000TESTER.....	107
3.4.	ExSTIK II CONDUCTIVITY/TDS METER .....	107
<b>4.</b>	<b>SBĚR VZORŮ .....</b>	<b>108</b>
<b>5.</b>	<b>MĚŘENÍ VZORKŮ .....</b>	<b>111</b>
5.1.	MĚŘENÍ PH.....	111
5.2	TVRDOST VODY .....	112
5.3	MĚŘENÍ VODIVOSTI, MNOŽSTVÍ ROZPUŠTĚNÝCH PEVNÝCH LÁTEK A OBSAHU SOLI 112	
<b>6</b>	<b>NAMĚŘENÉ HODNOTY.....</b>	<b>113</b>
<b>7</b>	<b>VYHODNOCENÍ.....</b>	<b>118</b>
7.1	ZÁVISLOSTI MEZI VELIČINAMI.....	118
7.2	ANALÝZA VZORKŮ .....	123
7.2.1	MATERIÁL VÝMĚNÍKU KOTLE.....	124
7.2.2	MATERIÁL ROZVODŮ .....	126

7.2.3	MATERIÁL TĚLES .....	131
7.2.4	ÚPRAVA A DOPLŇOVÁNÍ VODY .....	135
7.2.5	LOKALITA .....	139
7.2.6	MÍSTO ODBĚRU .....	144
7.2.7	STÁŘÍ OTOPNÉ SOUSTAVY .....	149
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>157</b>
	<b>POUŽITÉ ZDROJE.....</b>	<b>165</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ .....</b>	<b>169</b>
	<b>PŘÍLOHY SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>174</b>



**A.**

**ÚVOD, NORMOVÉ A PRÁVNÍ PODKLADY,  
TEORETICKÉ ŘEŠENÍ - TEPLONOSNÉ  
LÁTKY OTOPNÝCH SOUSTAV**



# **A. ÚVOD, NORMOVÉ A PRÁVNÍ PODKLADY, TEORETICKÉ ŘEŠENÍ – TEPLOSNE LÁTKY OTOPNÝCH SOUSTAV**

## **ÚVOD**

Tématem diplomové práce jsou teplonosné látky otopných soustav. Jedná se o média, která přenášejí tepelnou energii ze zdroje tepla až ke koncovým prvkům, kde se energie předá do prostoru. Jejich vlastnosti mají dopad na fungování celého systému. Každá teplonosná látka vyžaduje jiný přístup k řešení projektu.

V první části mé práce se budu zabývat čtyřmi nejzákladnějšími teplonosnými látkami, kterými jsou voda, pára, vzduch a nemrznoucí směsi. Budu se zabývat jejich vlastnostmi a jejich dopadem na řešení problematiky otopné soustavy.

V druhé části diplomové práce vypracuji projekt vytápění bytového domu. Jako teplonosnou látku navrhu nejpoužívanější vodu. Po výpočtu tepelných ztrát navrhu dvě varianty zdroje tepla. Každý zdroj tepla bude mít jiné nároky na úpravu vody pro otopný systém. Cílem je tady navrhnout dvě různé varianty úpravy vody v závislosti na požadavcích výrobců kotlů. Tyto dvě varianty projektu zpracuji v rozsahu rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení. Na konec obě varianty zhodnotím z několika hledisek a napíšu stručné technické zprávy.

Poslední částí diplomové práce bude experiment. Tématem experimentu je kvalita vody v otopných soustavách. Cílem experimentu bude zjistit, jak kvalitní otopná voda protéká našimi zdroji tepla a otopnými soustavami a jaké existují závislosti mezi kvalitou otopné vody a dalšími prvky, jako jsou například použité materiály nebo stáří otopného systému.

## **NORMOVÉ A PRÁVNÍ PODKLADY**

Kvalita napouštěcí a oběhové vody otopných soustav se řídí normou ČSN 07 7401 Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem do 8 MPa.

Tato norma je závazná pro teplovodní systémy do 115 °C o jmenovitém výkonu vyšším než 60 kW. Její požadavky ale pro většinu dnešních plynových kondenzačních kotlů nestačí. Výměníky těchto kotlů jsou často vyrobeny z nerez oceli nebo slitiny hliníku a křemíku. Tyto kotle potřebují pro prodloužení své životnosti otopnou vodu mnohem více upravenou, než určuje norma. U těchto typů zdrojů tepla je nutné se řídit požadavky výrobce, pokud chceme zajistit dlouhou životnost zdroje.

# TEORETICKÉ ŘEŠENÍ – TEPLONOSNÉ LÁTKY OTOPNÝCH SOUSTAV

## 1. ÚVOD A ROZDĚLENÍ

Spalováním paliva ve zdroji tepla získáváme tepelnou energii, kterou za pomoci teplonosné látky dopravujeme do místa spotřeby. Místem spotřeby mohou být např. otopná tělesa, topné hady podlahového nebo stěnového vytápění, předávací stanice a další. Teplonosná látka by měla splňovat určité požadavky, aby její využití bylo co nejefektivnější. Mezi tyto požadavky řadíme velkou tepelnou kapacitu, dostupnost látky, finanční nenáročnost, chemickou stálost při působení teplot a tlaků. Teplonosná látka musí být zdravotně nezávadná a nesmí chemicky reagovat s materiály v otopné soustavě.

Jako teplonosné látky používáme:

- Voda
  - o Teplá (do 110 °C) – pro vnitřní otopné soustavy
  - o Horká (nad 110 °C) – pro dálkové vytápění
- Pára
  - o Nízkotlaká (s přetlakem do 70 kPa) – u méně rozlehlých objektů
  - o Vysokotlaká (s přetlakem nad 70 kPa) – v průmyslu
  - o Podtlaková (nižší tlak než atmosférický) – u nás se nepoužívá
- Vzduch – pro teplovzdušné vytápění
- Nemrzoucí směsi – v objektech přechodného pobytu
- Oleje
  - o Minerální
  - o Syntetické

## 2. VODA

### 2.1 Použití

Voda je nejčastěji používanou teplonosnou látkou. Zejména pro svou velkou tepelnou kapacitu a snadnou dostupnost. Volba teploty otopné vody závisí na typu vytápění

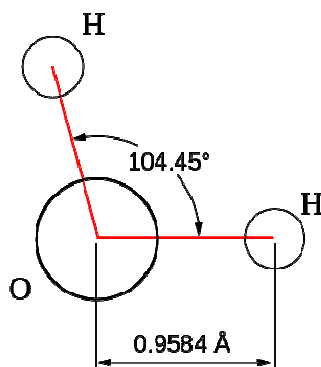
budovy a na typu koncových prvků. Teplá voda smí mít teplotu maximálně 110 °C, horká voda má teplotu nad 110 °C.

Otopné soustavy využívající teplou vodu jsou snadno regulovatelné ve zdroji i v místě spotřebičů. Při použití teplé vody jsou povrchové teploty teplosměnných ploch otopných těles nižší než při použití vody horké. Nedojde k popálení při dotyku otopného tělesa a nedochází ke spékání prachu a nečistot na povrchu otopného tělesa. Nevýhodou teplé vody je obsah kyslíku, díky kterému dochází ke korozi kovových částí otopné soustavy. Velkou nevýhodou je možnost zamrznutí. Teplá voda se využívá pro vytápění zejména obytných a občanských staveb.

Horká voda se díky vysoké povrchové teplotě teplosměnných ploch otopných těles využívá pro vytápění průmyslových provozů a hal a zejména při dálkovém vytápění nebo v soustavách centralizovaného zásobování teplem. Při použití horké vody musí být ve všech částech otopné soustavy dostatečný tlak (min. 0,15 MPa), aby nedošlo k varu vody. Dále musíme použít uzavřenou otopnou soustavu s tlakovou expanzní nádobou, zabezpečovací zařízení musí obsahovat pojistné ventily. Výhodou horké vody je vyšší přenášený tepelný výkon s ohledem na vyšší teplotní spád. (17)

## 2.2 Složení vody

Voda je chemická sloučenina vodíku a kyslíku. Za normální teploty a tlaku je to kapalina, která je bezbarvá, čirá a bez zápachu. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích – pevné (led), kapalné (voda) a plynné (vodní pára). Systematicky se voda nazývá oxidan, protože se jedná o anorganický jednojaterný hydrid. Odborný český název je oxid vodný, ale ani v odborném jazyce se tento název nepoužívá a používá se označení „voda“. (18)



Obrázek 1 Struktura molekuly vody (18)

Přírodní voda není nikdy chemicky úplně čistá. Ve svém koloběhu přichází do styku s povrchem země, atmosférou a dalšími látkami, čímž se ovlivňuje její složení. Chemické složení vod je závislé na mnoha faktorech.

Z chemického hlediska dělíme látky rozpuštěné ve vodě na látky anorganického původu (minerální látky) a organického původu. Ty se mohou vyskytovat jako látky iontově rozpuštěné (elektrolyty), neiontově rozpuštěné (neelektrolyty) nebo nerozpuštěné (neusaditelné, usaditelné, vzplývavé).

Iontově rozpuštěné látky: kationy – vápník, hořčík, sodík, draslík  
aniony – hydrogenuhličitan, sírany, chloridy, dusičnany  
Neiontově rozpuštěné látky: sloučeniny křemíku, boru  
rozpuštěné plyny – kyslík, oxid uhličitý

Klasifikace rozpuštěných látek je vhodnější podle jejich kvantitativního zastoupení.

Rozlišujeme: hlavní součásti (nad 10 mg/l)  
vedlejší součásti (1 – 10 mg/l)  
stopové součásti (pod 1 mg/l)

(18)

### 2.3 Výčet základních vlastností

Sumární vzorec:  $\text{H}_2\text{O}$   
Molární hmotnost: 18,01528 g/mol  
Teplota tání: 0 °C  
Teplota varu: 100 °C  
Hustota při 20 °C: 0,998205 g/cm<sup>3</sup>  
Hustota při 100 °C: 0,95835 g/cm<sup>3</sup>  
Viskozita: 0,001 Nsm<sup>-2</sup>  
Povrchové napětí: 0,073 N/m  
Měrné teplo: 4184 J/K.kg

(18)

## 2.4 Chemické vlastnosti

### 2.4.1 Tvrdost vody

Jedná se o vlastnost, která vyjadřuje obsah rozpuštěných nerostů ve vodě. Nejčastěji se jedná o oxid vápenatý (CaO) a oxid hořečnatý (MgO). Obsah těchto látek ve vodě je zdrojem tvorby vodního i kotelního kamene. Tvrdost vody dělíme na trvalou a přechodnou.

Trvalou tvrdost (nekarbonátovou) způsobují především sírany, a to síran vápenatý (CaSO<sub>4</sub>) a síran hořečnatý (MgSO<sub>4</sub>). K jejich odstranění je využíván hydroxid vápenatý (Ca(OH)<sub>2</sub>) a uhličitan sodný (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), kterými se srážením rozpustné hydrogenuhličitanu a sírany převedou na méně rozpustné hydrogenuhličitanu, a to na uhličitan vápenatý a uhličitan hořečnatý.

Přechodná tvrdost (karbonátová) je způsobena rozpustnými hydrogenuhličitanu, zejména hydrogenuhličitanem vápenatým (Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) a hydrogenuhličitanem hořečnatým (Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). Po vysrážení vzniká uhličitan vápenatý (CaCO<sub>3</sub>), což je vodní kámen. Přechodnou tvrdost lze odstranit dekarbonizací – převařením.

Hodnota tvrdosti vody je udávána v mmol/l nebo v německých stupních (dH).

1 dH = 10 mg CaO v jednom litru vody nebo 7,2 mg MgO/litr

1 mmol/l = 5,61 °dH

Celková tvrdost vody (trvalá + přechodná)

Pitná voda	mmol/l	°dH	°F
velmi tvrdá	> 3,76	> 21,01	> 37,51
tvrdá	2,51–3,75	14,01–21	25,01–37,5
středně tvrdá	1,26–2,5	7,01–14	12,51–25
měkká	0,7–1,25	3,9–7	7–12,5



velmi měkká	< 0,5	< 2,8	< 5
-------------	-------	-------	-----

**Tabulka 1** Meze tvrdosti vody (23)

ČSN 83 0616 Jakost teplé užitkové vody a ČSN 75 7111 Pitná voda stanovují, že tvrdost teplé užitkové vody nesmí překročit hodnotu 6 °dH. (23)

Tvrdost vody v Brně: 16,9 °dH = 3,02 mmol/l

Tvrdost vody v Praze: 8,4 °dH = 1,5 mmol/l

(Zdroj: Brněnské vodárny a kanalizace, Pražské vodárny a kanalizace)

## 2.4.2 pH

Zkratka pH plyne z latinského názvu pondus hydrogenia, což znamená potenciál vodíku a jedná se o vodíkový exponent, kterým vyjadřujeme, zda vodný roztok reaguje kyselé nebo zásaditě. Hodnota pH je definována jako záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů. Obecně platí rovnice:

$$pH = -\log(a_{H_3O^+})$$

Kde: a... aktivita iontu ( $H_3O^+$ )

Ve vodném roztoku je kromě molekul vody vždy také určité množství oxoniových kationtů  $H_3O^+$  a hydroxylových aniontů  $OH^-$ . Součin jejich koncentrací je vždy konstantní a je značen jako iontový součin vody. Pro standardní podmínky nabývá hodnot  $10^{-14}$ . V čisté vodě je koncentrace obou látek stejná,  $10^{-7}$ , což odpovídá  $pH = 7$ . V kyselých roztocích je více  $H_3O^+$ , což způsobí snížení pH. Naopak v zásaditých roztocích je přebytek hydroxylových iontů, což vede ke zvýšení pH.

Hodnotu pH nejčastěji měříme univerzálním pH indikátorem. Jedná se o papírek, který změní své zbarvení v závislosti na hodnotě pH měřeného roztoku. Barevná škála se pohybuje od červené (kyselý roztok), přes žlutou a zelenou až k tmavě modré (zásaditý roztok). Pro přesná měření pH se používají pH metry, které měří hodnotu pH díky elektrickému potenciálu mezi měrnou a referenční elektrodou. (18)

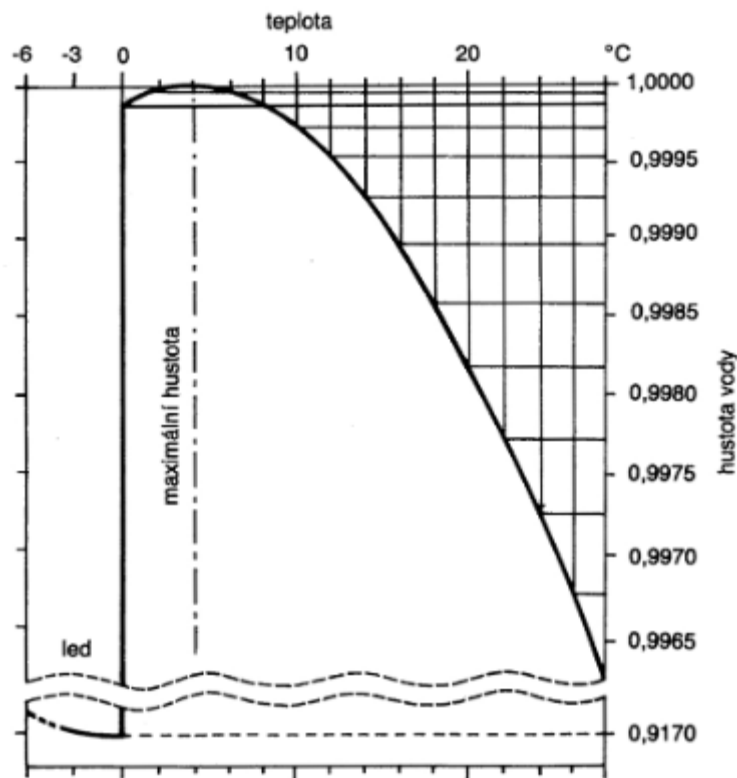
## 2.5 Fyzikální vlastnosti vody

### 2.5.1 Hustota

Hustota je definována jako hmotnost objemové jednotky kapaliny za dané teploty a tlaku.

$$\rho = m/V \left[ \text{kg}/\text{m}^3 \right]$$

Hustota vody vzrůstá od teploty 0 °C až do teploty 3,98 °C. Při této teplotě dosahuje hustota maximální hodnoty 1000 kg/m<sup>3</sup>. Zvyšováním teploty nad uvedenou hodnotu hustota vody klesá. Při teplotě 100 °C nabývá hodnoty 958,4 kg/m<sup>3</sup>. Tento jev se nazývá anomálie vody a je příčinou např. teplotní stratifikace ve vysokých zásobnících. (20)



Obrázek 2 Závislost mezi teplotou a hustotou vody (20)

### 2.5.2 Povrchové napětí

Povrchové napětí se vyskytuje u všech kapalin, a to na rozhraní kapalné a plynné fáze. Síly, které působí na molekuly uvnitř kapaliny, jsou ve všech směrech stejně velké, proto

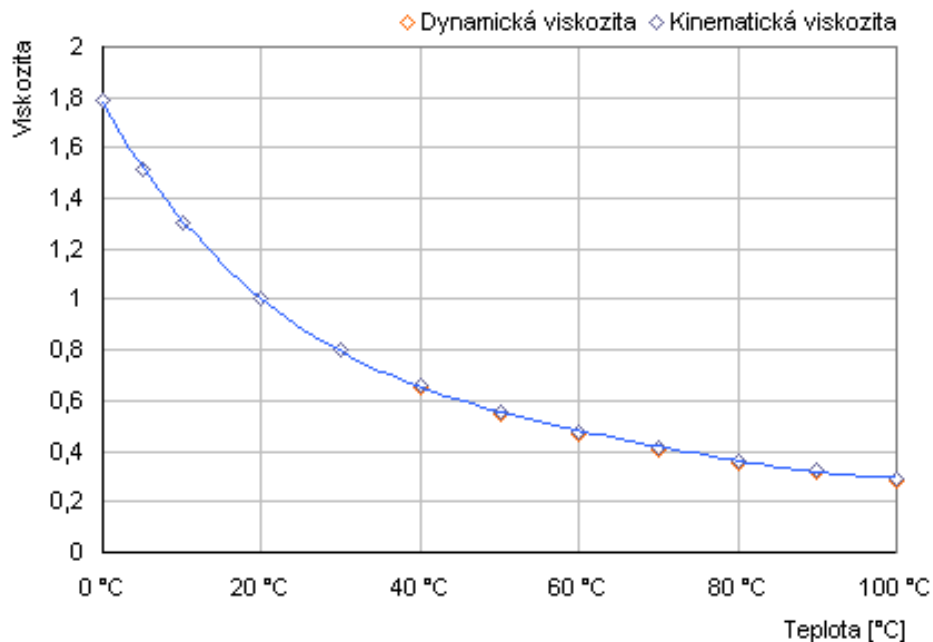
je jejich výslednice nulová. Pokud se nacházíme na povrchu kapaliny, nejsou tyto síly kompenzovány ze strany plynné fáze, a proto jsou molekuly na povrchu vtahovány dovnitř roztoku. Kapalina je stlačována po celém povrchu velkými silami, které působí tak, aby povrch byl co nejmenší, tedy aby počet molekul na povrchu byl co nejmenší. Síly, které brání zvětšování povrchu se nazývají povrchové napětí. Jedná se o sílu působící kolmo k jednotce délky povrchu kapaliny. Základní jednotkou je N/m. (21)

<b><u>povrchové napětí a viskozita</u></b>		
teplota °C	povrchové napětí mN/m	viskozita mPa·s
0	75,6	1,78
10	74,2	1,31
20	72,8	1,00
30	71,2	0,80
50	67,9	0,55
100	58,9	0,28

**Tabulka 2** Závislost mezi teplotou, povrchovým napětím a viskozitou vody (18)

### 2.5.3 Viskozita

Viskozita vody se dá představit jako posunování rovnoběžných vrstev kapaliny, při kterém se uplatňuje vnitřní tření. Především závisí na přitažlivých silách mezi částicemi. Kapaliny s větší přitažlivou silou mají větší viskozitu, tudíž dochází k většímu brzdění pohybu kapaliny. Při 18 °C je hodnota kinematické viskozity pro vodu  $1,06 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  a pro topný olej  $5,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ . Z toho vyplývá, že pro použití jako teplotonosnou látku, se více hodí topný olej, který nebude při proudění v potrubí tolik brzděn jako voda.



Obrázek 3 Závislost viskozity vody na teplotě (22)

Viskozita vody je také ovlivněna obsahem rozpuštěných solí. Čím vyšší je obsah soli ve vodě, tím více je voda viskóznější. (22)

## 2.5.4 Konduktivita

Jedná se o veličinu, která popisuje schopnost látky vést elektrický proud. Závisí na koncentraci iontů, na jejich pohyblivosti a na teplotě. Konduktivita je definována jako převrácená hodnota elektrického odporu roztoku mezi dvěma vloženými platinovými elektrodami. Jednotkou vodivosti je S/m. Voda při teplotě 18 °C má konduktivitu 0,0038 mS/m. Destilovaná voda má konduktivitu 0,03 – 0,3 mS/m. Při změně teploty o 1 °C dochází ke změně konduktivity přibližně o 2 %, měření je tedy nutno provádět při konstantní teplotě. (20)

## 2.6 Termodynamické vlastnosti

### 2.6.1 Měrná tepelná kapacita

Značí množství tepla, které je potřebné k ohřátí 1 kg látky o jeden teplotní stupeň. Jednotkou je J/kg.K. Látky, které mají malou měrnou tepelnou kapacitu (např. kovy) se rychle zahřejí, ale také rychle zchladnou. Látky o velké měrné tepelné kapacitě (např. voda, vzduch) se zahřejí pomaleji, ale svoji teplotu si déle udrží. Měrná tepelná kapacita

se zmenšuje s klesající teplotou. Při teplotách blízkých 0 °C nabývá velmi malých hodnot. Z námi běžně známých látek má voda největší měrnou tepelnou kapacitu  $c = 4\,180 \text{ J/kg.K.}$  (20)

## 2.7 Úprava vody pro vytápění

Velmi často je jako topná voda používána běžná pitná voda z vodovodního řadu, někdy i voda ze studny. Tato pro člověka vhodná voda na pití může mít vážné důsledky na funkčnost otopné soustavy. Kvalitou otopné vody je ovlivňována účinnost celého topného systému, a to vlivem usazování oxidů a vzniku vodního a kotelního kamene. Usazováním kalů dochází ke zvýšení poruchovosti zařízení. Použitím nevhodné vody může dojít ke snížení životnosti jednotlivých prvků v otopné soustavě, a proto doložení kvality vody je jednou z prvních podmínek při uznání reklamace na kotel, radiátor nebo např. čerpadlo.

Norma ČSN 07 7401 „Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa“ požaduje úpravu vody pro otopné soustavy takto:

### Oběhová voda:

Hodnota pH při 25 °C:	8,5
Rozpuštěný fosforečnan sodný $\text{Na}_3\text{PO}_4$ měřený jako $\text{P}_2\text{O}_5$ :	15 mg/l
Přebytek siřičitanu sodného $\text{Na}_2\text{SO}_3$ :	10 – 40 mg/l
Zjevná alkalita $\text{KNK}_{8,3}$ :	0,5 – 1,5 mmol/l

### Doplňovací voda:

Tvrdost:	max. 0,03 mmol/l
Koncentrace Fe + Mn:	0,3 mg/l

Zásadním je pro nás ale požadavek výrobců kotlů, kterým se při úpravě vody řídíme. V první řadě musíme dle ČSN EN 1717 „Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem“ zaručit oddělení námi upravené topné vody od řádu pitné vody bezpečnou armaturou, jako je například potrubní oddělovač, protože voda ošetřená různými inhibitory



**Obrázek 4** Potrubní oddělovač (24)

korozí v topných okruzích je kapalinou rizikové třídy č. 4. Z výše uvedených hodnot vyplývá, že úprava vody probíhá ve dvou stupních, a to úprava tvrdosti vody a chemická úprava vody pro zabránění korozí. (31)

### 2.7.1 Úprava tvrdosti

Voda přiváděná vodovodním řadem je pro použití v otopné soustavě příliš tvrdá a docházelo by k přílišnému usazování vodního kamene na teplosměnných plochách kotle. Naším účelem je odstranění iontů tvrdosti za pomoci měniče iontů, což je změkčovací pryskyřice – tzv. katex. Katex se nachází ve změkčovacím filtru. Tvrdost vody, která vystupuje z filtru, se rovná jednomu procentu tvrdosti vody vstupní, a to při dodržení všech doporučených provozních podmínek.

Změkčovací filtr je složen z tlakové nádoby, která je vyrobená z polyethylenu a zpevněná sklolaminátovým vláknem, a ovládacích ventilů. Mezi příslušenství patří plastová nádrž pro rozpouštění regenerační soli.

Filtr je naplněn katexem – změkčovací pryskyřicí v  $\text{Na}^+$  cyklu. Při dobré údržbě je životnost katexu osm i více let. Při

průtoku vody přes katex dochází k výměně iontů vápníku a hořčíku za ionty sodíku. Ty jsou pro zařízení otopné soustavy neškodné. Po čase dojde k vyčerpání výměnné schopnosti změkčovací pryskyřice a prudce se zvýší tvrdost vody. V tuto chvíli je zapotřebí regenerovat katexové lože, tzn. vytěsnit zachycené ionty tvrdosti roztokem soli a odvést je do odpadu. Regenerace je podle typu filtru umožněna ručně nebo automaticky. (19)

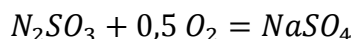


Obrázek 5 Změkčovací filtr (25)

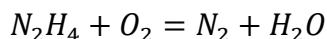
### 2.7.2 Chemická úprava oběhové vody

Pokud pro otopnou soustavu použijeme chemicky změkčenou vodu, musíme do vody dávkovat korekční chemikálie pro chemické vázání rozpuštěných plynů  $\text{O}_2$  a  $\text{CO}_2$  a pro úpravu alkality a pH vody. Obsah kyslíku v systému je nejčastější příčinou korozí otopné soustavy, proto je zapotřebí kyslík a kysličník uhličitý z vody odstraňovat. To můžeme provést z velké části odvdoušením, avšak ne zcela beze zbytku. Proto je potřeba používat látky, které na sebe kyslík vážou.

Odplynění pomocí siřičitanu sodného:



Odplynění pomocí hydrazinu:



Aplikace požadavků normy ČSN 07 7401 není možná pro kotle z hliníkových slitin. Tyto slitiny jsou velmi odolné kyselým vodám, ale při zvyšujícím se pH dochází k reakci hliníku a vody a vznikají hlinité soli a ionty vodíku. Hodnota pH se ve vodě zvyšuje přítomností minerálních látek, proto je kladen požadavek na použití vody demineralizované nebo odsolené. Pro ukázkou, výrobce kotlů Wolf uvádí pro své kotle z hliníkových slitin tyto hodnoty: pH v rozmezí 8,0 – 8,4; tvrdost vody min 2 °dH. Při velmi nízké tvrdosti se začíná projevovat syndrom hladové vody. Hladová voda je demineralizovaná voda, která je v nerovnováze. Je velmi agresivní vůči materiálům, se kterými přichází do styku. (19)

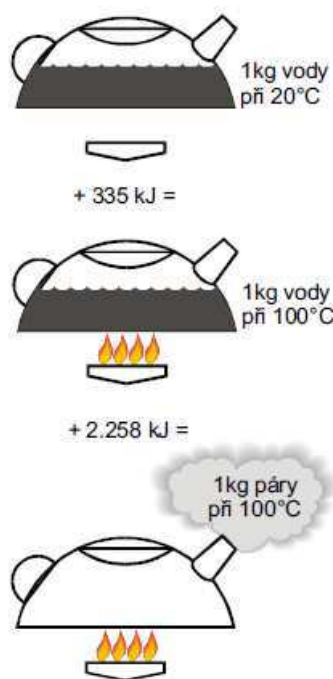
## 3 PÁRA

### 3.1 Použití

Pára se používá pro vytápění průmyslových, výrobních a dílenských provozů a zejména v soustavách dálkového vytápění. V bytových objektech se prakticky nepoužívá. Výhodou použití páry je, že se dopravuje svým vlastním tlakem, funkce otopné soustavy je teda zcela nezávislá na elektrické energii. Tepelný výkon při přenosu tepla je vyšší, protože se využije kondenzační teplo uvolněné při kondenzaci. Po přerušení provozu nemůže dojít k zamrznutí soustavy. Nevýhodou použití páry je špatná regulace otopné soustavy a vysoká teplota teplosměnných ploch. (17)

### 3.2 Základní úvaha

Pára je vysoce účinná a snadno regulovatelná teplonosná látka. Je to neviditelný plyn, který je vyráběn přidáním tepelné energie vodě v kotli. Určité množství energie musí být předáno vodě k dosažení bodu varu, další přidaná energie mění vodu v páru. Tato energie není ztracena, ale je uložena v páře, připravená na využití pro ohřev jiného média. Teplo, které spotřebujeme k přeměně vody v páru, se nazývá výparné teplo.



**Obrázek 6** Množství tepla potřebné k výrobě páry (9)

Na obrázku vidíme, že k ohřátí 1 kg vody o 1 °C postačí 1 kcal (4,1868 kJ) tepla. Na přeměnu vody o teplotě 100 °C na páru o stejné teplotě je zapotřebí mnohem více energie. (10)

### 3.2.1 Pára při práci

Proces nazývaný se přestup tepla funguje na principu proudění tepla ze strany s vyšší teplotou na stranu s nižší teplotou. Tento proces začíná ve spalovací komoře kotle, kde teplo proudí do potrubí s vodou a zde se tvoří pára. Tato pára pak vyhřívá rozváděcí potrubí díky vyššímu tlaku páry v kotli. Teplo proudí přes stěnu potrubí do okolního chladnějšího vzduchu. Tímto je teplo páře odebráno a ta se zpět přemění na vodu. Z tohoto důvodu distribuční potrubí důkladně izolujeme, abychom zabránili nežádoucímu přestupu tepla. Výsledkem žádoucího přestupu tepla mezi

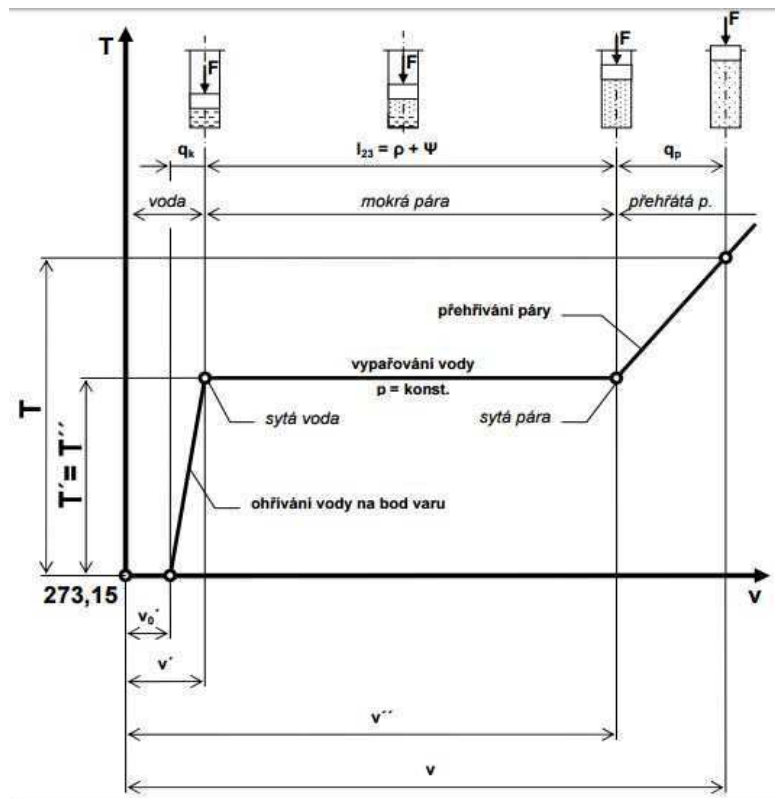
párou a vzduchem u koncového prvku je kondenzát. Jakmile pára zkondenzuje, předá své latentní teplo. Horký kondenzát ihned odvádíme zpět do kotle, protože jeho teplotu můžeme využít k výrobě nové páry. (10)

## 3.3 Vznik a druhy par

Pára vzniká z kapaliny dvěma způsoby:

- **Odpařování** – pokud se nad kapalinou nachází volný prostor, kapalina se na úrovni hladiny samovolně odpařuje za každé teploty. Teplota kapaliny vlivem odpařování klesá.
- **Vypařování** – nastane, jestliže teplota kapaliny stoupne na bod varu. Probíhá na povrchu hladiny i uvnitř kapaliny. Při vypařování se nemění tlak ani teplota kapaliny. Jedná se tedy o izotermicko-izobarický děj, jelikož veškeré teplo, které je přivedeno během vypařování, se spotřebovává na změnu skupenství. Toto teplo nazýváme měrným výparným teplem. (26)





Obrázek 7 Vznik vodní páry při stálém tlaku (11)

### 3.3.1 Sytá pára

Jedná se o páru, která je v termodynamické rovnováze s kapalinou o stejné teplotě a tlaku. Vypařená látka je přesně nahrazena zkondenzovanou. Ke vzniku syté páry dojde, je-li kapalina zahřívána v uzavřené nádobě. Při rostoucí teplotě kapaliny se tlak a hustota syté páry zvětšují. Křivkou syté páry nazýváme závislost tlaku syté páry na teplotě. Tato křivka je nelineární a je různá pro různé látky. Při plném nasycení vzduchu vodní parou je jeho relativní vlhkost 100 %. Teplota, při které je za daného tlaku vzduch nasycen, se nazývá rosný bod. Tlak syté páry nezávisí na jejím objemu, proto pro ni neplatí stavová rovnice pro ideální plyn. Sytá pára typicky vzniká například v parním kotli. (26)

### 3.3.2 Mokrá pára

Pokud ochladíme nasycenou páru, vysráží se v ní jemné kapičky vody a vznikne mokrá pára. Jedná se tedy o směs nasycené páry a vody o téže teplotě. Tato voda se může vyskytovat buď jako již zmíněné kapičky vody nebo jako souvislá vodní hladina na dně parního potrubí. Mokrá pára je skutečný stav páry, která je přiváděna ke spotřebičům. Je nebezpečím pro spotřebiče i potrubí, kterým je přiváděna, protože kapičky vody jsou unášeny v potrubí velkými rychlostmi a mají díky tomu značné obrušující účinky. (26)

### 3.3.3 Přehřátá pára

Přehřátá pára se vyznačuje nižším tlakem a hustotou než sytá pára stejné teploty. Vzniká zahříváním syté páry. Při styku páry s vodou dochází k rychlé kondenzaci. K té může dojít také při nedostatečné, případně porušené tepelné izolaci potrubí. Pára se poté ochladí a ztrácí své přehřátí. Svými vlastnostmi se přehřátá pára blíží k vlastnostem plynů, a to tím více, čím více se liší od syté páry. Proto pro ni můžeme použít stavovou rovnici ideálního plynu.

Stavová rovnice ideálního plynu:

$$pV = nRT$$

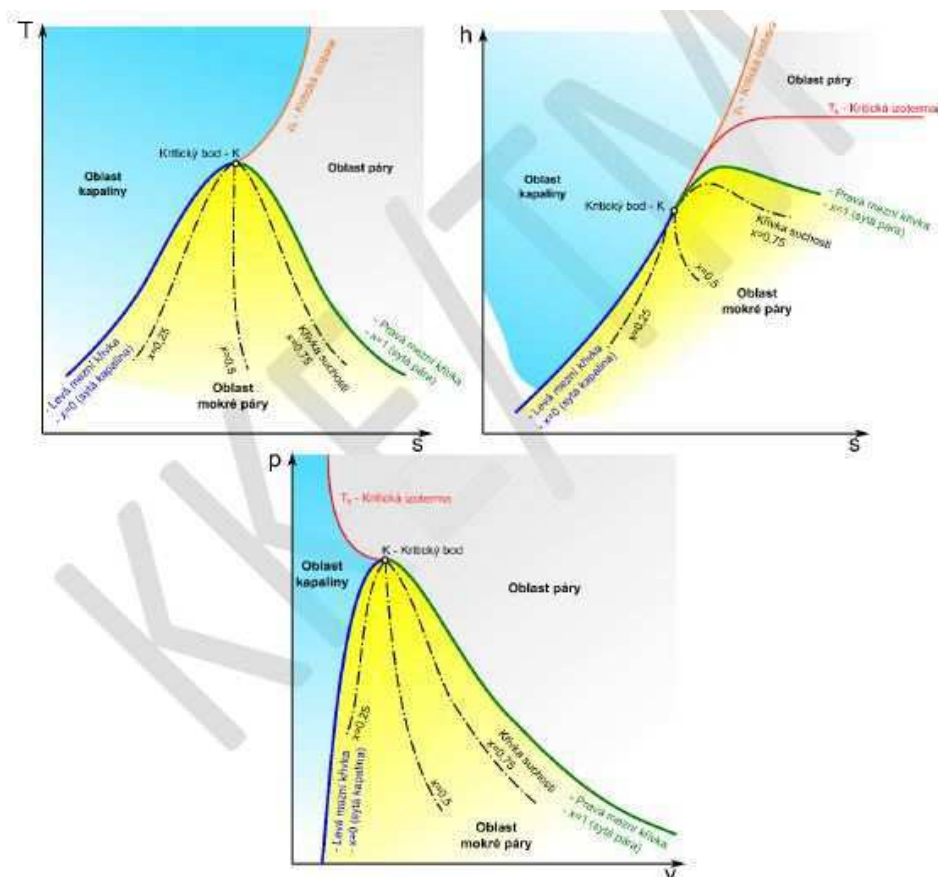
Kde:  $p$ ... tlak plynu

$V$ ... objem plynu

$n$ ... látkové množství

$R$ ... molární plynová konstanta

$T$ ... termodynamická teplota



Obrázek 8 Diagramy páry (26)

### 3.4 Pára jako teplotonosná látka

Naše technické předpisy a normy rozdělují zařízení sloužící k využívání a výrobě páry podle nejvyššího pracovního přetlaku páry na zařízení:

- Nízkotlaká (s nejvyšším pracovním přetlakem do 0,07 MPa)
- Vysokotlaká (s nejvyšším pracovním přetlakem do 6,4 MPa)
- Pracující s velmi vysokým tlakem (pracovní přetlak přes 6,4 MPa)

Ve skupině vysokotlakých zařízení je z tradice vytvořena ještě podskupina, kterou nazýváme zařízení středotlaká (do nejvyššího pracovního přetlaku 1,6 MPa a nejvyšší pracovní teploty 220 °C)

#### 3.4.1 Přednosti parních sítí

- Snadné zvládnutí hydraulických poměrů v síti, a to i při složitějších rozvodech
- Možnost napájení sítě z více paralelně pracujících zdrojů
- Možnost připojování dalších spotřebičů bez podstatného narušení stability sítě
- Nižší hydraulické zatížení při velkých výškových rozdílech
- Menší zatížení potrubí a jeho závěsů nebo podpor hmotností protékající páry
- Relativně jednodušší měření spotřeby tepla zjišťováním množství kondenzátu
- Není nutné oběhové čerpadlo, pára protéká potrubní sítí na úkor své tlakové energie
- Nejsou nutná zařízení pro udržování tlaku v síti
- Relativně nižší pořizovací náklady

#### 3.4.2 Nevýhody páry jako teplotonosné látky

- Úbytek na výrobě elektřiny, způsobený nutným vyšším tlakem odběrové nebo protitlaké páry. Tento úbytek je vyšší než spotřeba elektřiny k pohonu oběhových čerpadel u vodních sítí při stejném přenášeném výkonu (platí pro dodávku páry z tepláren)
- Vyšší tepelné ztráty, způsobené vyšší průměrnou teplotou povrchu potrubí, která se v průběhu provozu téměř nemění
- Nemožnost centrální kvalitativní regulace
- Úniky páry netěsnostmi sítě a ztráty kondenzátu

- Nižší životnost kondenzačních potrubí (koroze)
  - Komplikované odvádění kondenzátu z rozvodných potrubí
  - Komplikovaná a nákladnější úprava přídavné vody, nahrazující ztráty kondenzátu
- (10)

### 3.5 Vzduch v parním systému

Vzduch a nekondenzující plyny, které se vyskytují v parním systému, zabírají část prostoru a brání páře v přestupu tepla. Vzduch přidáný do čisté páry snižuje teplotu této směsi. Za jistých podmínek může i malé množství vzduchu, jako je např. 0,5 % objemu páry, způsobit pokles účinnosti přestupu tepla o 50 %.

Tlak	Teplota sytosti	Teplota páry smíchané s různým množstvím vzduchu (objemově) (°C)		
		10%	20%	30%
bar	°C			
2	120,2	116,7	113,0	110,0
4	143,6	140,0	135,5	131,1
6	158,8	154,5	150,3	145,1
8	170,4	165,9	161,3	155,9
10	179,9	175,4	170,4	165,0

Tabulka 3 Redukce teploty způsobená přítomností vzduchu (9)

Když vzduch a další nekondenzující plyny nejsou odváděny a akumulují se v tepelném výměníku, mohou časem zaplnit tento výměník a zastavit průchod páry. Jednotka je potom zavzdušněna.

## 4 VZDUCH

Vzduchem nazýváme směs plynů, které tvoří atmosféru. Skládá se ze 78 % z dusíku, z 21 % z kyslíku a z 1 % z ostatních látek, jako je například oxid uhličitý.

### 4.1 Výčet základních vlastností

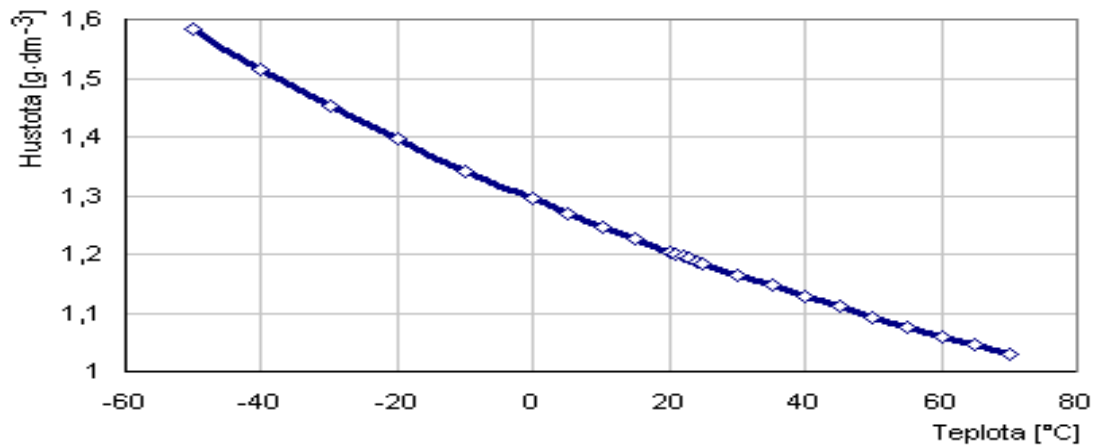
Molární hmotnost: 28,96 kg/mol

Teplota tání: -213,4 °C

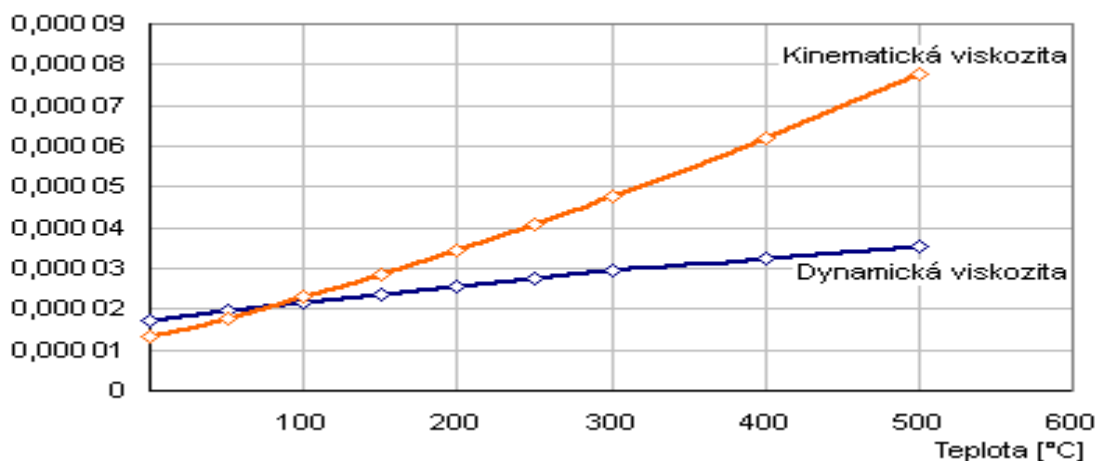
Teplota varu: -194,5 1 °C

Hustota (0 °C): 1,29 kg/m<sup>3</sup>  
Měrné teplo: 1,01 kJ/kg.K

(29)



Obrázek 9 Graf závislosti hustoty suchého vzduchu na teplotě (30)



Obrázek 10 Dynamická a kinematická viskozita vzduchu v závislosti na teplotě (30)

## 4.2 Vzduch ve vytápění

Ohřátý vzduch se přenáší přímo do vytápěné místnosti. Výhodou použití vzduchu jsou nízké provozní teploty vzduchu, možnost směrování proudu vzduchu, po přerušení provozu nemůže dojít k zamrznutí soustavy, možnost využití rekuperace tepla, tj. vzduchem odváděným z místnosti ohřejeme vzduch přiváděný do místnosti. Nevýhodou použití je malá tepelná kapacita vzduchu. Díky tomu musíme použít velké objemy přiváděného vzduchu. Proudem vzduchu může dojít k víření prachu, přenosu

mikrobů a jiných nežádoucích látek. Soustava je závislá na elektrické energii a je hlučná. Při přenosu tepla není zastoupena sálavá složka tepla. (29)

Vzduch je používán jako teplonosná látka v soustavách teplovzdušného vytápění. Jedná se o systém, kdy se tepelná energie dostává do místnosti pomocí proudícího teplého vzduchu, který se v místnosti vlivem tepelných ztrát ochlazuje na požadovanou vnitřní teplotu. Následně se vzduch z místnosti odvede. Fyzikální vlastnosti vzduchu jsou oproti vlastnostem vody velmi odlišné.

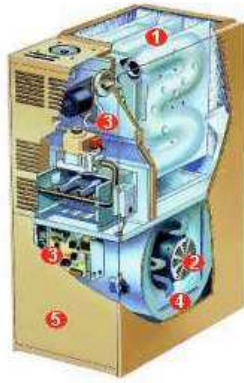
Parametr	Voda	Vzduch
Měrné teplo $c$ (J/(kg.K))	4186	1010
Hustota (kg/m <sup>3</sup> )	950	1,28
Teplotní spád používaný pro vytápění obytných budov (K)	10 až 25	20 až 30

**Tabulka 4** Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu (29)

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že vzduch je horším nosičem tepla než voda, a to z důsledku jeho měrné tepelné kapacity, která je čtyřikrát menší. Následkem této skutečnosti jsou při návrhu větší dimenze potrubí, které následně zapříčiní větší zásah do stavby. Výhodou použití vzduchu jako teplonosné látky je skutečnost, že nejsou potřeba žádné otopné plochy a vytápění pomocí vzduchu je pružnější než u teplovodní soustavy. Nevýhodou je absence sálavé složky, je tedy nutné použít vyšší teplotu vzduchu, která vede k vyšším tepelným ztrátám a odlišnému vnímání teploty uživatelem. Vzduch jako teplonosná látka se velmi těžko kombinuje s centrálními zdroji tepla na pevná paliva, protože tyto zdroje špatně reagují na pružné změny při proměnných výkonových požadavcích. (29)

### 4.3 Teplovzdušný kotel

V zahraničí se se jako zdroje tepla pro tuto teplonosnou látku používají teplovzdušné kotle, které jsou plynové, olejové nebo elektrické. Tyto kotle se vždy skládají z ventilační a filtrační jednotky, ohřívacího dílu a regulace.



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

**Obrázek 11** Plynový teplovzdušný kotel (29)

V tomto typu kotle jsou zpravidla osazeny radiální ventilátory, které zajišťují nízkou hlučnost při potřebném tlaku. Výměník tepla v těchto zařízeních funguje na principu vzduch – spaliny a jeho účinnost se pohybuje kolem 80 %. Lze využít i kondenzačního tepla spalin. Při využití kondenzační techniky účinnost výměníku dosahuje až 95 %. Plynové agregáty jsou konstruovány pro ohřev vzduchu až o 55 K, v kondenzačním provedení do 20 K. Plynové kotle se vyrábějí ve výkonech 7 – 28 kW. Tyto agregáty mohou být v provedení na propan, zemní plyn nebo lehký topný olej. V České republice byly k roku 2000 certifikovány některé jednotky na zemní plyn a propan. Kromě plynových agregátů lze využít plně elektrické agregáty. Jejich využití v České republice je však velmi riskantní. Důvodem je využití sazby pro přímotopy. Tímto tarifem je elektrická energie dodávána pouze 20 hodin denně s maximálně dvouhodinovými přestávkami, což postačí pro tradiční stavby s teplovodním vytápěním. Teplovzdušné vytápění ale nalézá využití spíše u lehkých staveb, kde nelze počítat s akumulací tepla, a proto je dvouhodinová otopná přestávka příliš dlouhá na to, aby nepoklesla vnitřní teplota a neprojevil se diskomfort uživatelů. (29)

## 5 NEMRZNOUCÍ SMĚSI

Nemrzoucí směsi se v otopných soustavách využívají ve dvou základních případech. Prvním případem jsou otopné soustavy v objektech, které jsou zřídka využívány, například objekty určené pro rekreaci, chaty a chalupy. Zde se nemrzoucí směsi používají jako ochrana soustavy v zimním období před poškozením mrazem. Druhou variantou využití nemrzoucích směsí jsou solární soustavy. Ve většině solárních soustav se jako teplonosná látka používá vodní směs (mono)propylenglykolu. Dříve používaný

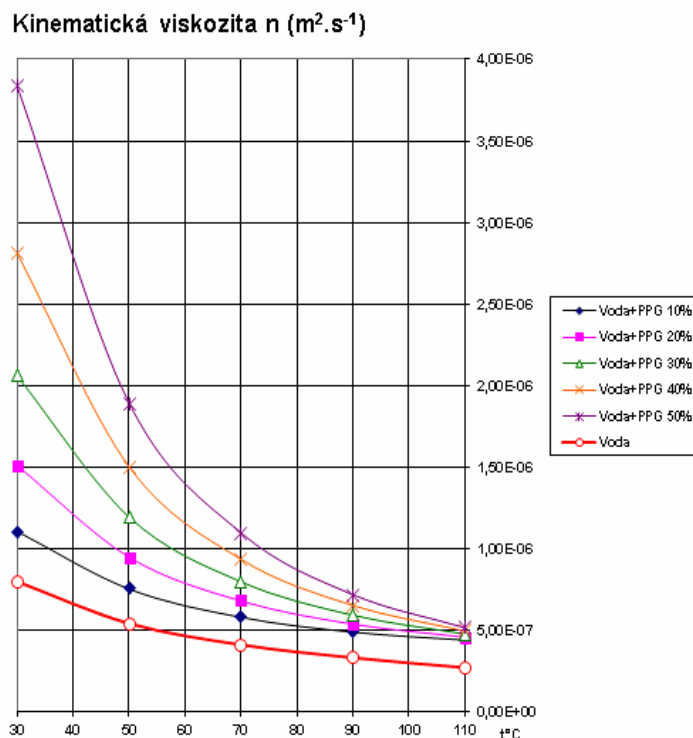
etylenglykol se již nepoužívá z důvodu jeho jedovatosti. Používané objemové ředění se z pravidla pohybuje v rozmezí 40-50 % propylenglykolu. (27)

## 5.1 Termofyzikální vlastnosti

V praxi se otopné soustavy většinou dimenzují na průtok vody a poté se pouze vymění náplň za jinou kapalinu. Vodní směs propylenglykolu má však oproti běžně používané vodě jiné fyzikální vlastnosti, a to především nižší tepelnou kapacitu, nižší tepelnou vodivost, větší objemovou roztažnost a vyšší kinematickou viskozitu s ohledem na výraznou teplotní závislost. Důsledkem návrhu otopné soustavy na nesprávnou teplonosnou látku může být pouze odlišné chování soustavy. V horším případě pak může dojít například k destrukci expanzní nádoby.

Znalost těchto odlišných termofyzikálních vlastností je nutná pro správný návrh soustavy. Pro stanovení tlakových ztrát v potrubí je třeba znát viskozitu a hustotu, pro předávaný výkon poté měrnou tepelnou kapacitu a hustotu. Hustota a součinitel objemové roztažnosti jsou veličiny velmi důležité pro návrh expanzních nádob.

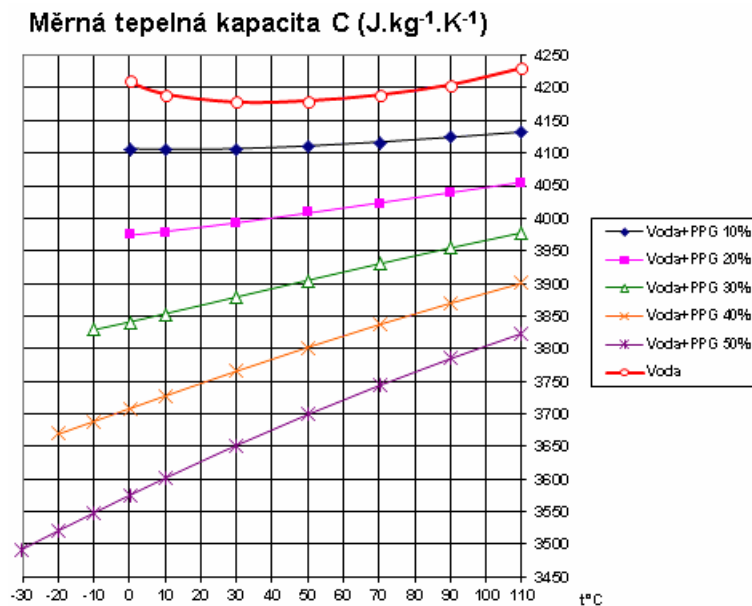
Tyto fyzikální vlastnosti se liší nejen v závislosti na jejich teplotě, ale také na koncentraci propylenglykolu ve vodní směsi. Při nižších pracovních teplotách se kinematická viskozita nemrznoucích směsí velmi liší od kinematické viskozity vody. (27) (28)



Obrázek 12 Kinematická viskozita vody a vodních směsí propylenglykolu (28)



U nižších pracovních teplot velmi klesá měrná tepelná kapacita vodních směsí propylenglykolu oproti vodě. Čím vyšší koncentrace propylen glykolu je, tím více měrná tepelná kapacita klesá.



**Obrázek 13** Měrná tepelná kapacita vody a vodních směsí propylenglykolu (28)

## 5.2 Koroze

Z důvodu ochrany potrubí před korozi se do vodních směsí propylenglykolu přidávají inhibitory koroze. Tyto látky rozpuštěné v kapalině vytvoří na povrchu kovů tenkou ochrannou vrstvu. Otopné soustavy obsahují různé materiály (ocel, litina, bronz, měď), ale univerzální inhibitor k dispozici není. Proto se tento problém řeší kombinací několika různých organických a anorganických inhibitorů s ochranným potenciálem pro daný kov. Pro kvalitní ochranu před korozi nestačí pouze přidat do teplotnosné látky inhibitory. Je třeba soustavu řádně odvzdušnit, použít pro rozvody materiály s nízkým vzájemným elektrochemickým potenciálem a udržet pH látky nad hodnotou 7. (27)

## 5.3 Stárnutí

Teplotnosná látka může v důsledku přehřívání bez odběru tepla degradovat. Toto se týká hlavně nemrznoucích směsí v solárních soustavách v letním období. Vlivem velkého tepelného zatížení dochází u propylenglykolu k rozkladu v důsledku oxidačních reakcí. Začnou se tvořit kyseliny a při opakovaném přehřívání dochází ke snížení pH z původní hodnoty 8 pod hodnotu 7. Mezní hodnota pro propylenglykol je pH 6,8. Toto snížení pH se projevuje ztmavnutím kapaliny. Čím více vystavujeme propylenglykol velkým

tepelným zatížením a obsahu kyslíku, tím rychleji degraduje. Jako ochrana před zvýšenou korozí se doporučuje sledování hodnoty pH, případně bodu tuhnutí. (27)

**B.**

**APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ**

**VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU**



## **B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU**

### **1 ANALÝZA OBJEKTU**

Řešeným objektem je bytový dům situovaný do městské části Brno – Královo Pole. Objekt je zasazen do zastavěné oblasti na rovinatý terén. Bytový dům obsahuje celkem 38 bytových jednotek a dvě prodejní plochy. V 1.PP se nachází veškeré technické zázemí objektu, garáže a sklepní kóje. V 1.NP se nacházejí 2 bytové jednotky a 2 prodejní plochy. V podlažích 2.NP až 7. NP se nachází vždy po 6 bytových jednotkách. Objekt je architektonicky řešen jako kvádr s plochou střechou. Z jižní i severní strany se nacházejí balkóny. Vnější svislé a vodorovné nosné konstrukce jsou vystavěny z železobetonu, vnitřní nosné konstrukce a příčky z keramických bloků. Okna jsou navržena plastová, otevíravá.

Zastavěná plocha objektu je 528,2 m<sup>2</sup>. Celková podlahová plocha objektu je 3 686,6 m<sup>2</sup>, výška objektu nad terénem činí 22,5 m a obestavěný prostor objektu je 14 245,5 m<sup>3</sup>.

Větrání objektu je řešeno jako přirozené, doplněné o nucené odtahy z koupelen a hygienických zázemí a o odvětrání garáží a větrání technických místností. Vytápění objektu bude zajišťovat plynová kotelná se závěsnými kondenzačními kotli umístěná v 1.PP. V kotelně bude osazen zásobník teplé užitkové vody, rozdělovač + sběrač, hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, expanzní zařízení a úpravna vody. Otopná soustava bude napojena na jednu větev. Budou použita desková otopná tělesa firmy KORADO, typ RADIK VK a dále otopné lavice firmy RADIK, typ KORALINE LKE. V koupelnách budou použita trubková otopná tělesa firmy RADIK, KORALUX LINEAR CLASSIC – M. Před každým bytem bude osazen měřič tepla a vyvažovací ventil.

Projekt bude řešen ve dvou variantách. Ve variantě A budou navrženy závěsné plynové kondenzační kotle firmy VIESSMANN, ve variantě B budou navrženy závěsné plynové kondenzační kotle firmy BUDERUS. Ke každé variantě bude volena adekvátní úpravna vody.

## 1.1 Navržené skladby konstrukcí v objektu

Ze zadání objektu bylo možné vyčíst přesné skladby jednotlivých konstrukcí. Vyčíslení součinitele prostupu tepla konstrukcí bylo provedeno pomocí softwaru Protech.

### Přehled konstrukcí varianty 1

Stavba:	Bytový dům Brno	Zadavatel:
Místo:	Brno	
Zpracovatel:		
Zakázka:	Diplomová práce	Archiv:
Projektant:	Bc. Iveta Michalíčková	Datum:
E-mail:		Telefon:

### Neprůsvitné konstrukce

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/ W
žb300+vata140										
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 0.30 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
SO1	Z	0,246	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
			101-021	Z vr.	Železobeton (2300)	300	1,430		1,430	0,210
			565-015	Z vr.	NOBASIL FKD S	140	0,036		0,036	3,889
			106-011	Z vr.	Omítka perlitová (250)	15	0,100		0,100	0,150
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		U = 0,246		Σ		465				4,429
žb300+eps100										
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 0.30 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
SO2	Z	0,266	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
			101-021	Z vr.	Železobeton (2300)	300	1,430		1,430	0,210
			631j-017e	Z vr.	Isover EPS 200S	120	0,034		0,034	3,529
			106-011	Z vr.	Omítka perlitová (250)	15	0,100		0,100	0,150
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		U = 0,266		Σ		445				4,069
vnitřní 115										
Korekční činitel: $\Delta U = 0.02$ W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 2.70 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
SN1	Z	1,607	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
			217o-012	Z vr.	POROTHERM 11,5 Profi	115	0,260		0,260	0,440
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,130
		U = 1,607		Σ		135				0,720

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/ W
vnitřní 300										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 2.70 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
SN2	Z	0,905	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
			217i-016	Z vr.	POROTHERM 30 AKU Z Profi	300	0,320		0,320	0,940
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
		U = <b>0,905</b>	R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,130
				Σ		320				1,310
na zemině										
Korekční činitel: ΔU = 0.00 W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 0.30 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
PDL1	Z	0,187	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	12	1,010		1,010	0,012
			101-021	Z vr.	Železobeton (2300)	50	1,430		1,430	0,035
			256-011	Z vr.	EPS 100 S	190	0,037		0,037	5,135
		U = <b>0,187</b>	R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,000
				Σ		252				5,352
mezi podlažími										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 2.20 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
STR1	Z	0,587	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	10	0,990		0,990	0,010
			101-021	Z vr.	Železobeton (2300)	240	1,430		1,430	0,168
			256-011	Z vr.	EPS 100 S	50	0,037		0,037	1,351
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	60	1,230		1,230	0,049
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	15	1,010		1,010	0,015
		U = <b>0,587</b>	R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
				Σ		375				1,763
mezi sklepem a 1NP										
Korekční činitel: ΔU = 0.02 W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 0.60 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										
STR2	Z	0,562	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	30	1,010		1,010	0,030
			432-005	Z vr.	disperzní lepidlo	5	0,600		0,600	0,008
			432-001	Z vr.	potěr E 225	55	1,400		1,400	0,039
			256-012	Z vr.	EPS 150 S	50	0,035		0,035	1,429
			101-021	Z vr.	Železobeton (2300)	240	1,430		1,430	0,168
		U = <b>0,562</b>	R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
				Σ		380				2,014
střecha										
Korekční činitel: ΔU = 0.00 W/(m <sup>2</sup> ·K)      e <sub>1</sub> = 1.00      e1.UN,20 = 0.30 W/(m <sup>2</sup> ·K) - VYHOVÍ										

OK	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z <sub>TM</sub>	λ <sub>ekv</sub> W/(m·K)	R <sub>v</sub> m <sup>2</sup> ·K/ W
SCH1	Z	0,102	R <sub>si</sub>		Odpor při přestupu					0,130
			101-021	Z vr.	Železobeton (2300)	200	1,430		1,430	0,140
			521-51	Z vr.	penetrační nátěr	1	0,700		0,700	0,001
			228b-023	Z vr.	ROOFTEK AL40 SPECIAL mineral	4	0,210		0,210	0,017
			256-011	Z vr.	EPS 100 S	300	0,037		0,037	8,108
			256-011	Z vr.	EPS 100 S	50	0,037		0,037	1,351
			R <sub>se</sub>		Odpor při přestupu					0,040
		U = <b>0,102</b>		Σ		555				9,757

Poznámka:

ZTM – činitel tepelných mostů. Je určen k přepočítání výrobcí uváděné λ<sub>D</sub> na λ<sub>ekv</sub>, která pak zohledňuje vliv nasákavosti stavebních izolací. Hodnota ZTM může být pro různé druhy izolačních materiálů předepsána metodikou výpočtu.

Součinitel ZTM umožňuje také zohlednit vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokve, rámovou konstrukcí atp.

Jednotlivé hodnoty ZTM se sečtou a zadají jednou hodnotou do sl. ZTM. Pro výpočet platí vztah λ<sub>ekv</sub> = λ · (1 + Σ ZTM)

#### Výplně otvorů

OK	Var	ZZ	U W/(m <sup>2</sup> ·K)	UN,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)	x m	y m	i <sub>Lv</sub> m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·Pa * 10 <sup>4</sup>	LS m	g	FF %	
700											
DN1	V1	0	1,700	1,700	0,80	2,25	0,000 VYHOVÍ	-	6,10	0,67	0,0
800											
DN2	V1	0	1,700	1,700	0,90	2,25	0,000 VYHOVÍ	-	6,30	0,67	0,0
900											
DN3	V1	0	1,700	1,700	1,00	2,25	0,000 VYHOVÍ	-	6,50	0,67	0,0
170/200											
DN4	V1	0	1,700	1,700	1,70	2,25	0,000 VYHOVÍ	-	7,90	0,67	0,0
OX1											
OX1	V1	0	0,960	1,500	0,00	0,00	0,000 VYHOVÍ	-	0,00	0,67	0,0
DX1											
DX1	V1	0	0,960	1,700	0,00	0,00	0,000 VYHOVÍ	-	0,00	0,67	0,0

Tabulka 5 Přehled konstrukcí

## 2 PODROBNÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Pro podrobný výpočet tepelných ztrát byl využit software Protech, který pracuje na základě normy ČSN 06 0210.



Jako okrajové podmínky bylo použito:

Lokalita: Brno

$\Theta_e = -12$  °C

Systém větrání: přirozené

### Výpočet budovy - varianta 1

Stavba: Bytový dům Brno

Místo: Brno

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka: Diplomová práce

Archiv:

Projektant: Bc. Iveta Michalíčková

Datum: 22.9.2016

E-mail:

Telefon:

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

$t_e = -12$  °C     $t_{ib} = 19,1$  °C     $n_{50} = 4,0$  systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	$t_i$ °C	$n_p$	$V_{np}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{n50}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{mech}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$f_{RH}$
<b>ÚSEK 1</b>									
1	101	vstupní hala	1	15	0,5	46,5	22,3	0,0	0
1	103	schodiště	1	15	0,5	344,9	165,5	0,0	0
1	104	vstupní hala	1	15	0,5	46,5	22,3	0,0	0
1	106	schodiště	1	15	0,5	344,9	165,5	0,0	0
<b>ÚSEK 2</b>									
1	111	obchod	2	20	0,5	27,9	13,4	0,0	0
1	112	hyg. zázemí	2	18	1,5	45,2	0,0	0,0	0
1	113	zázemí	2	20	0,5	17,2	5,5	0,0	0
<b>ÚSEK 3</b>									
1	121	chodba	3	18	0,5	23,7	0,0	0,0	0
1	122	technická místnost	3	15	0,5	3,9	0,0	0,0	0
1	123	koupelna	3	24	1,5	19,5	0,0	0,0	0
1	124	pokoj	3	20	0,5	19,7	6,3	0,0	0
1	125	ložnice	3	20	0,5	29,9	9,6	0,0	0
1	126	obývací pokoj + kk	3	20	0,8	74,6	14,9	0,0	0
1	127	spíž	3	15	0,5	3,6	0,0	0,0	0
1	128	wc	3	18	1,5	13,6	0,0	0,0	0
<b>ÚSEK 4</b>									
1	131	obchod	4	20	0,5	83,0	39,8	0,0	0
1	132	hyg. zázemí	4	18	1,5	19,5	0,0	0,0	0
<b>ÚSEK 5</b>									
1	141	chodba	5	18	0,5	7,0	0,0	0,0	0
1	142	obývací pokoj + kk	5	20	0,8	71,2	14,2	0,0	0
1	143	koupelna	5	24	1,5	25,8	0,0	0,0	0
<b>ÚSEK 6</b>									
2	201	chodba+wc+komora	6	18	0,5	21,3	0,0	0,0	0
2	202	obývací pokoj + kk	6	20	0,8	61,3	12,3	0,0	0
2	204	koupelna	6	24	1,5	20,2	0,0	0,0	0
2	205	ložnice	6	20	0,5	22,6	10,9	0,0	0
2	206	pokoj	6	20	0,5	23,3	11,2	0,0	0

podl.	č.m.	úcel	úsek	$t_i$ °C	$\eta_p$	$V_{np}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{n50}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{mech}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$f_{RH}$
ÚSEK 7									
2	211	chodba	7	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
2	212	obývací pokoj + kk	7	20	0,8	69,5	13,9	0,0	0
2	213	koupelna	7	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 8									
2	221	chodba	8	18	0,5	14,6	0,0	0,0	0
2	222	obývací pokoj + kk	8	20	0,8	65,8	13,2	0,0	0
2	223	wc	8	18	1,5	12,6	0,0	0,0	0
2	224	koupelna	8	24	1,5	23,3	0,0	0,0	0
2	225	ložnice	8	20	0,5	32,4	10,4	0,0	0
ÚSEK 9									
2	231	chodba+wc+komora	9	18	0,5	24,2	0,0	0,0	0
2	232	obývací pokoj + kk	9	20	0,8	65,8	13,2	0,0	0
2	234	koupelna	9	24	1,5	23,0	0,0	0,0	0
2	235	ložnice	9	20	0,5	24,2	11,6	0,0	0
2	236	pokoj	9	20	0,5	23,3	11,2	0,0	0
ÚSEK 10									
2	241	chodba	10	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
2	242	obývací pokoj + kk	10	20	0,8	69,5	13,9	0,0	0
2	243	koupelna	10	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 11									
2	251	chodba	11	18	0,5	11,1	0,0	0,0	0
2	252	obývací pokoj + kk	11	20	0,8	61,0	12,2	0,0	0
2	253	wc	11	18	1,5	11,3	0,0	0,0	0
2	254	koupelna	11	24	1,5	20,3	0,0	0,0	0
2	255	pokoj	11	20	0,5	29,6	9,5	0,0	0
ÚSEK 12									
3	301	chodba+wc+komora	12	18	0,5	21,3	0,0	0,0	0
3	302	obývací pokoj + kk	12	20	0,8	61,3	12,3	0,0	0
3	304	koupelna	12	24	1,5	20,2	0,0	0,0	0
3	305	ložnice	12	20	0,5	22,6	10,9	0,0	0
3	306	pokoj	12	20	0,5	23,3	11,2	0,0	0
ÚSEK 13									
3	311	chodba	13	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
3	312	obývací pokoj + kk	13	20	0,8	69,5	13,9	0,0	0
3	313	koupelna	13	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 14									
3	321	chodba	14	18	0,5	14,6	0,0	0,0	0
3	322	obývací pokoj + kk	14	20	0,8	65,8	13,2	0,0	0
3	323	wc	14	18	1,5	12,6	0,0	0,0	0
3	324	koupelna	14	24	1,5	23,3	0,0	0,0	0
3	325	ložnice	14	20	0,5	32,4	10,4	0,0	0
ÚSEK 15									
3	331	chodba+wc+komora	15	18	0,5	24,2	0,0	0,0	0
3	332	obývací pokoj + kk	15	20	0,8	65,8	13,2	0,0	0
3	334	koupelna	15	24	1,5	23,0	0,0	0,0	0
3	335	ložnice	15	20	0,5	24,2	11,6	0,0	0
3	336	pokoj	15	20	0,5	23,3	11,2	0,0	0
ÚSEK 16									
3	341	chodba	16	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
3	342	obývací pokoj + kk	16	20	0,8	69,5	13,9	0,0	0

podl.	č.m.	účel	úsek	t <sub>i</sub> °C	n <sub>p</sub>	V <sub>np</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	V <sub>n50</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	V <sub>mech</sub> m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	f <sub>RH</sub>
3	343	koupelna	16	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 17									
3	351	chodba	17	18	0,5	11,1	0,0	0,0	0
3	352	obývací pokoj + kk	17	20	0,8	61,0	12,2	0,0	0
3	353	wc	17	18	1,5	11,3	0,0	0,0	0
3	354	koupelna	17	24	1,5	20,3	0,0	0,0	0
3	355	pokoj	17	20	0,5	29,6	9,5	0,0	0
ÚSEK 18									
4	401	chodba+wc+komora	18	18	0,5	21,3	0,0	0,0	0
4	402	obývací pokoj + kk	18	20	0,8	61,3	12,3	0,0	0
4	404	koupelna	18	24	1,5	20,2	0,0	0,0	0
4	405	ložnice	18	20	0,5	22,6	10,9	0,0	0
4	406	pokoj	18	20	0,5	23,3	11,2	0,0	0
ÚSEK 19									
4	411	chodba	19	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
4	412	obývací pokoj + kk	19	20	0,8	69,5	13,9	0,0	0
4	413	koupelna	19	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 20									
4	421	chodba	20	18	0,5	14,6	0,0	0,0	0
4	422	obývací pokoj + kk	20	20	0,8	65,8	13,2	0,0	0
4	423	wc	20	18	1,5	12,6	0,0	0,0	0
4	424	koupelna	20	24	1,5	23,3	0,0	0,0	0
4	425	ložnice	20	20	0,5	32,4	10,4	0,0	0
ÚSEK 21									
4	431	chodba+wc+komora	21	18	0,5	24,2	0,0	0,0	0
4	432	obývací pokoj + kk	21	20	0,8	65,8	13,2	0,0	0
4	434	koupelna	21	24	1,5	23,0	0,0	0,0	0
4	435	ložnice	21	20	0,5	24,2	11,6	0,0	0
4	436	pokoj	21	20	0,5	23,3	11,2	0,0	0
ÚSEK 22									
4	441	chodba	22	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
4	442	obývací pokoj + kk	22	20	0,8	69,5	13,9	0,0	0
4	443	koupelna	22	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 23									
4	451	chodba	23	18	0,5	11,1	0,0	0,0	0
4	452	obývací pokoj + kk	23	20	0,8	61,0	12,2	0,0	0
4	453	wc	23	18	1,5	11,3	0,0	0,0	0
4	454	koupelna	23	24	1,5	20,3	0,0	0,0	0
4	455	pokoj	23	20	0,5	29,6	9,5	0,0	0
ÚSEK 24									
5	501	chodba+wc+komora	24	18	0,5	21,3	0,0	0,0	0
5	502	obývací pokoj + kk	24	20	0,8	61,3	14,7	0,0	0
5	504	koupelna	24	24	1,5	20,2	0,0	0,0	0
5	505	ložnice	24	20	0,5	22,6	13,0	0,0	0
5	506	pokoj	24	20	0,5	23,3	13,4	0,0	0
ÚSEK 25									
5	511	chodba	25	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
5	512	obývací pokoj + kk	25	20	0,8	69,5	16,7	0,0	0
5	513	koupelna	25	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 26									
5	521	chodba	26	18	0,5	14,6	0,0	0,0	0

podl.	č.m.	účel	úsek	$t_i$ °C	$\eta_p$	$V_{np}$ $m^3 \cdot h^{-1}$	$V_{n50}$ $m^3 \cdot h^{-1}$	$V_{mech}$ $m^3 \cdot h^{-1}$	$f_{RH}$
5	522	obývací pokoj + kk	26	20	0,8	65,8	15,8	0,0	0
5	523	wc	26	18	1,5	12,6	0,0	0,0	0
5	524	koupelna	26	24	1,5	23,3	0,0	0,0	0
5	525	ložnice	26	20	0,5	32,4	12,4	0,0	0
ÚSEK 27									
5	531	chodba+wc+komora	27	18	0,5	24,2	0,0	0,0	0
5	532	obývací pokoj + kk	27	20	0,8	65,8	15,8	0,0	0
5	534	koupelna	27	24	1,5	23,0	0,0	0,0	0
5	535	ložnice	27	20	0,5	24,2	13,9	0,0	0
5	536	pokoj	27	20	0,5	23,3	13,4	0,0	0
ÚSEK 28									
5	541	chodba	28	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
5	542	obývací pokoj + kk	28	20	0,8	69,5	16,7	0,0	0
5	543	koupelna	28	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 29									
5	551	chodba	29	18	0,5	11,1	0,0	0,0	0
5	552	obývací pokoj + kk	29	20	0,8	61,0	14,6	0,0	0
5	553	wc	29	18	1,5	11,3	0,0	0,0	0
5	554	koupelna	29	24	1,5	20,3	0,0	0,0	0
5	555	pokoj	29	20	0,5	29,6	11,4	0,0	0
ÚSEK 30									
6	601	chodba+wc+komora	30	18	0,5	21,3	0,0	0,0	0
6	602	obývací pokoj + kk	30	20	0,8	61,3	14,7	0,0	0
6	604	koupelna	30	24	1,5	20,2	0,0	0,0	0
6	605	ložnice	30	20	0,5	22,6	13,0	0,0	0
6	606	pokoj	30	20	0,5	23,3	13,4	0,0	0
ÚSEK 31									
6	611	chodba	31	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
6	612	obývací pokoj + kk	31	20	0,8	69,5	16,7	0,0	0
6	613	koupelna	31	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 32									
6	621	chodba	32	18	0,5	14,6	0,0	0,0	0
6	622	obývací pokoj + kk	32	20	0,8	65,8	15,8	0,0	0
6	623	wc	32	18	1,5	12,6	0,0	0,0	0
6	624	koupelna	32	24	1,5	23,3	0,0	0,0	0
6	625	ložnice	32	20	0,5	32,4	12,4	0,0	0
ÚSEK 33									
6	631	chodba+wc+komora	33	18	0,5	24,2	0,0	0,0	0
6	632	obývací pokoj + kk	33	20	0,8	65,8	15,8	0,0	0
6	634	koupelna	33	24	1,5	23,0	0,0	0,0	0
6	635	ložnice	33	20	0,5	24,2	13,9	0,0	0
6	636	pokoj	33	20	0,5	23,3	13,4	0,0	0
ÚSEK 34									
6	641	chodba	34	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
6	642	obývací pokoj + kk	34	20	0,8	69,5	16,7	0,0	0
6	643	koupelna	34	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 35									
6	651	chodba	35	18	0,5	11,1	0,0	0,0	0
6	652	obývací pokoj + kk	35	20	0,8	61,0	14,6	0,0	0
6	653	wc	35	18	1,5	11,3	0,0	0,0	0
6	654	koupelna	35	24	1,5	20,3	0,0	0,0	0

podl.	č.m.	účel	úsek	$t_i$ °C	$n_p$	$V_{np}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{n50}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$V_{mech}$ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	$f_{RH}$
6	655	pokoj	35	20	0,5	29,6	11,4	0,0	0
ÚSEK 36									
7	701	chodba+wc+komora	36	18	0,5	21,3	0,0	0,0	0
7	702	obývací pokoj + kk	36	20	0,8	61,3	14,7	0,0	0
7	704	koupelna	36	24	1,5	20,2	0,0	0,0	0
7	705	LOŽNICE	36	20	0,5	17,4	10,0	0,0	0
7	706	pokoj	36	20	0,5	18,0	10,4	0,0	0
ÚSEK 37									
7	711	chodba	37	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
7	712	obývací pokoj + kk	37	20	0,8	69,5	16,7	0,0	0
7	713	koupelna	37	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 38									
7	721	chodba	38	18	0,5	14,6	0,0	0,0	0
7	722	obývací pokoj + kk	38	20	0,8	65,8	15,8	0,0	0
7	723	wc	38	18	1,5	12,6	0,0	0,0	0
7	724	koupelna	38	24	1,5	23,3	0,0	0,0	0
7	725	ložnice	38	20	0,5	25,0	14,4	0,0	0
ÚSEK 39									
7	731	chodba+wc+komora	39	18	0,5	24,2	0,0	0,0	0
7	732	obývací pokoj + kk	39	20	0,8	65,8	15,8	0,0	0
7	734	koupelna	39	24	1,5	23,0	0,0	0,0	0
7	735	ložnice	39	20	0,5	18,7	10,8	0,0	0
7	736	pokoj	39	20	0,5	18,0	10,4	0,0	0
ÚSEK 40									
7	741	chodba	40	18	0,5	6,8	0,0	0,0	0
7	742	obývací pokoj + kk	40	20	0,8	69,5	16,7	0,0	0
7	743	koupelna	40	24	1,5	25,1	0,0	0,0	0
ÚSEK 41									
7	751	chodba	41	18	0,5	11,1	0,0	0,0	0
7	752	obývací pokoj + kk	41	20	0,8	61,0	14,6	0,0	0
7	753	wc	41	18	1,5	11,3	0,0	0,0	0
7	754	koupelna	41	24	1,5	20,3	0,0	0,0	0
7	755	pokoj	41	20	0,5	22,9	8,8	0,0	0

č.m.	úsek	$V_{mi}$ m <sup>3</sup>	$A_{pi}$ m <sup>2</sup>	$H_{Tm}$ W/K	$H_{Vm}$ W/K	$\Phi_{Tm}$ W	$\Phi_{Vm}$ W	$\Phi_{RHm}$ W	$\Phi_{HLm}$ W	$Q_{cm}$ W	$Q_z$ W
ÚSEK 1											
101	1	93,0	33,2	7	16	191	427	0	618	618	0
103	1	689,8	27,2	6	117	163	3 166	0	3 329	3 329	0
104	1	92,9	33,2	8	16	208	426	0	634	634	0
106	1	689,8	27,2	18	117	478	3 166	0	3 644	3 644	0
Σ úsek 1 ÚSEK 1		1 565,4	120,8	39	266	1 040	7 185	0	8 225	8 225	0
ÚSEK 2											
111	2	55,8	19,9	23	9	734	303	0	1 037	1 037	0
112	2	30,1	10,8	2	15	65	461	0	526	526	0
113	2	34,5	12,3	14	6	463	187	0	650	650	0
Σ úsek 2 ÚSEK 2		120,3	43,0	40	31	1 262	952	0	2 214	2 214	0
ÚSEK 3											

č.m.	úsek	V <sub>mi</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>RHm</sub> W	Φ <sub>HLm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
121	3	47,5	17,0	-1	8	-32	242	0	211	211	0
122	3	7,8	2,8	-5	1	-146	36	0	0	0	0
123	3	13,0	4,6	10	7	345	238	0	583	583	0
124	3	39,4	14,1	13	7	430	214	0	644	644	0
125	3	59,7	21,3	18	10	573	325	0	898	898	0
126	3	93,2	33,3	32	25	1 026	812	0	1 838	1 838	0
127	3	7,2	2,6	-6	1	-151	33	0	0	0	0
128	3	9,0	3,2	4	5	113	138	0	251	251	0
Σ úsek 3 ÚSEK 3		276,9	98,9	65	64	2 159	2 039	0	4 426	4 426	0
ÚSEK 4											
131	4	166,0	59,3	44	28	1 394	903	0	2 297	2 297	0
132	4	13,0	4,7	1	7	19	199	0	219	219	0
Σ úsek 4 ÚSEK 4		179,0	63,9	44	35	1 413	1 102	0	2 515	2 515	0
ÚSEK 5											
141	5	14,0	5,0	0	2	-8	72	0	63	63	0
142	5	89,0	31,8	30	24	944	775	0	1 719	1 719	0
143	5	17,2	6,1	11	9	391	315	0	706	706	0
Σ úsek 5 ÚSEK 5		120,3	42,9	40	35	1 327	1 162	0	2 488	2 488	0
ÚSEK 6											
201	6	42,7	15,6	-6	7	-168	218	0	50	50	0
202	6	76,6	28,1	19	21	620	667	0	1 287	1 287	0
204	6	13,5	4,9	8	7	296	248	0	544	544	0
205	6	45,2	16,6	9	8	302	246	0	548	548	0
206	6	46,6	17,1	12	8	400	253	0	653	653	0
Σ úsek 6 ÚSEK 6		224,7	82,3	44	51	1 449	1 632	0	3 081	3 081	0
ÚSEK 7											
211	7	13,7	5,0	-4	2	-134	70	0	0	0	0
212	7	86,8	31,8	22	24	702	756	0	1 457	1 457	0
213	7	16,7	6,1	7	9	245	307	0	553	553	0
Σ úsek 7 ÚSEK 7		117,3	42,9	24	34	813	1 133	0	2 010	2 010	0
ÚSEK 8											
221	8	29,3	10,7	-3	5	-93	149	0	56	56	0
222	8	82,2	30,1	17	22	552	716	0	1 268	1 268	0
223	8	8,4	3,1	-4	4	-111	129	0	18	18	0
224	8	15,5	5,7	9	8	315	285	0	600	600	0
225	8	64,8	23,7	13	11	427	352	0	780	780	0
Σ úsek 8 ÚSEK 8		200,2	73,3	33	51	1 090	1 631	0	2 721	2 721	0
ÚSEK 9											
231	9	48,4	17,7	-7	8	-203	247	0	44	44	0
232	9	82,2	30,1	17	22	551	716	0	1 267	1 267	0
234	9	15,3	5,6	9	8	312	281	0	594	594	0
235	9	48,4	17,7	8	8	268	263	0	531	531	0
236	9	46,6	17,1	12	8	395	253	0	648	648	0
Σ úsek 9 ÚSEK 9		241,0	88,3	40	55	1 323	1 761	0	3 084	3 084	0
ÚSEK 10											
241	10	13,7	5,0	-3	2	-80	70	0	0	0	0
242	10	86,8	31,8	19	24	602	756	0	1 357	1 357	0
243	10	16,7	6,1	9	9	308	307	0	615	615	0
Σ úsek 10 ÚSEK 10		117,3	42,9	25	34	829	1 133	0	1 973	1 973	0
ÚSEK 11											
251	11	22,3	8,2	0	4	-15	114	0	99	99	0

č.m.	úsek	V <sub>mi</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>RHm</sub> W	Φ <sub>HLm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
252	11	76,3	27,9	19	21	620	664	0	1 287	1 287	0
253	11	7,5	2,8	-1	4	-39	115	0	76	76	0
254	11	13,6	5,0	11	7	385	249	0	634	634	0
255	11	59,3	21,7	23	10	730	322	0	1 052	1 052	0
Σ úsek 11 ÚSEK 11		178,9	65,5	61	45	2 001	1 464	0	3 466	3 466	0
ÚSEK 12											
301	12	42,7	15,6	-6	7	-168	218	0	50	50	0
302	12	76,6	28,1	19	21	620	667	0	1 287	1 287	0
304	12	13,5	4,9	8	7	296	248	0	544	544	0
305	12	45,2	16,6	9	8	302	246	0	548	548	0
306	12	46,6	17,1	12	8	400	253	0	653	653	0
Σ úsek 12 ÚSEK 12		224,7	82,3	44	51	1 449	1 632	0	3 081	3 081	0
ÚSEK 13											
311	13	13,7	5,0	-4	2	-134	70	0	0	0	0
312	13	86,8	31,8	22	24	702	756	0	1 457	1 457	0
313	13	16,7	6,1	7	9	245	307	0	553	553	0
Σ úsek 13 ÚSEK 13		117,3	42,9	24	34	813	1 133	0	2 010	2 010	0
ÚSEK 14											
321	14	29,3	10,7	-3	5	-93	149	0	56	56	0
322	14	82,2	30,1	17	22	552	716	0	1 268	1 268	0
323	14	8,4	3,1	-4	4	-111	129	0	18	18	0
324	14	15,5	5,7	9	8	315	285	0	600	600	0
325	14	64,8	23,7	13	11	427	352	0	780	780	0
Σ úsek 14 ÚSEK 14		200,2	73,3	33	51	1 090	1 631	0	2 721	2 721	0
ÚSEK 15											
331	15	48,4	17,7	-7	8	-203	247	0	44	44	0
332	15	82,2	30,1	17	22	551	716	0	1 267	1 267	0
334	15	15,3	5,6	9	8	312	281	0	594	594	0
335	15	48,4	17,7	8	8	268	263	0	531	531	0
336	15	46,6	17,1	12	8	395	253	0	648	648	0
Σ úsek 15 ÚSEK 15		241,0	88,3	40	55	1 323	1 761	0	3 084	3 084	0
ÚSEK 16											
341	16	13,7	5,0	-3	2	-80	70	0	0	0	0
342	16	86,8	31,8	19	24	602	756	0	1 357	1 357	0
343	16	16,7	6,1	9	9	308	307	0	615	615	0
Σ úsek 16 ÚSEK 16		117,3	42,9	25	34	829	1 133	0	1 973	1 973	0
ÚSEK 17											
351	17	22,3	8,2	-3	4	-91	114	0	23	23	0
352	17	76,3	27,9	21	21	677	664	0	1 341	1 341	0
353	17	7,5	2,8	-2	4	-70	115	0	45	45	0
354	17	13,6	5,0	9	7	334	249	0	583	583	0
355	17	59,3	21,7	16	10	525	322	0	847	847	0
Σ úsek 17 ÚSEK 17		178,9	65,5	41	45	1 375	1 464	0	2 839	2 839	0
ÚSEK 18											
401	18	42,7	15,6	-6	7	-168	218	0	50	50	0
402	18	76,6	28,1	19	21	620	667	0	1 287	1 287	0
404	18	13,5	4,9	8	7	296	248	0	544	544	0
405	18	45,2	16,6	9	8	302	246	0	548	548	0
406	18	46,6	17,1	12	8	400	253	0	653	653	0
Σ úsek 18 ÚSEK 18		224,7	82,3	44	51	1 449	1 632	0	3 081	3 081	0

č.m.	úsek	V <sub>mi</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>RHm</sub> W	Φ <sub>HLm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
ÚSEK 19											
411	19	13,7	5,0	-4	2	-134	70	0	0	0	0
412	19	86,8	31,8	22	24	702	756	0	1 457	1 457	0
413	19	16,7	6,1	7	9	245	307	0	553	553	0
Σ úsek 19	ÚSEK 19	117,3	42,9	24	34	813	1 133	0	2 010	2 010	0
ÚSEK 20											
421	20	29,3	10,7	-3	5	-93	149	0	56	56	0
422	20	82,2	30,1	17	22	552	716	0	1 268	1 268	0
423	20	8,4	3,1	-4	4	-111	129	0	18	18	0
424	20	15,5	5,7	9	8	315	285	0	600	600	0
425	20	64,8	23,7	13	11	427	352	0	780	780	0
Σ úsek 20	ÚSEK 20	200,2	73,3	33	51	1 090	1 631	0	2 721	2 721	0
ÚSEK 21											
431	21	48,4	17,7	-7	8	-203	247	0	44	44	0
432	21	82,2	30,1	17	22	551	716	0	1 267	1 267	0
434	21	15,3	5,6	9	8	312	281	0	594	594	0
435	21	48,4	17,7	8	8	268	263	0	531	531	0
436	21	46,6	17,1	12	8	395	253	0	648	648	0
Σ úsek 21	ÚSEK 21	241,0	88,3	40	55	1 323	1 761	0	3 084	3 084	0
ÚSEK 22											
441	22	13,7	5,0	-3	2	-80	70	0	0	0	0
442	22	86,8	31,8	19	24	602	756	0	1 357	1 357	0
443	22	16,7	6,1	9	9	308	307	0	615	615	0
Σ úsek 22	ÚSEK 22	117,3	42,9	25	34	829	1 133	0	1 973	1 973	0
ÚSEK 23											
451	23	22,3	8,2	-3	4	-91	114	0	23	23	0
452	23	76,3	27,9	21	21	677	664	0	1 341	1 341	0
453	23	7,5	2,8	-2	4	-70	115	0	45	45	0
454	23	13,6	5,0	9	7	334	249	0	583	583	0
455	23	59,3	21,7	16	10	525	322	0	847	847	0
Σ úsek 23	ÚSEK 23	178,9	65,5	41	45	1 375	1 464	0	2 839	2 839	0
ÚSEK 24											
501	24	42,7	15,6	-6	7	-168	218	0	50	50	0
502	24	76,6	28,1	19	21	620	667	0	1 287	1 287	0
504	24	13,5	4,9	8	7	296	248	0	544	544	0
505	24	45,2	16,6	9	8	302	246	0	548	548	0
506	24	46,6	17,1	12	8	400	253	0	653	653	0
Σ úsek 24	ÚSEK 24	224,7	82,3	44	51	1 449	1 632	0	3 081	3 081	0
ÚSEK 25											
511	25	13,7	5,0	-4	2	-134	70	0	0	0	0
512	25	86,8	31,8	22	24	702	756	0	1 457	1 457	0
513	25	16,7	6,1	7	9	245	307	0	553	553	0
Σ úsek 25	ÚSEK 25	117,3	42,9	24	34	813	1 133	0	2 010	2 010	0
ÚSEK 26											
521	26	29,3	10,7	-3	5	-93	149	0	56	56	0
522	26	82,2	30,1	17	22	552	716	0	1 268	1 268	0
523	26	8,4	3,1	-4	4	-111	129	0	18	18	0
524	26	15,5	5,7	9	8	315	285	0	600	600	0
525	26	64,8	23,7	13	11	427	352	0	780	780	0
Σ úsek 26	ÚSEK 26	200,2	73,3	33	51	1 090	1 631	0	2 721	2 721	0
ÚSEK 27											



č.m.	úsek	V <sub>mi</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>RHm</sub> W	Φ <sub>HLm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
531	27	48,4	17,7	-7	8	-203	247	0	44	44	0
532	27	82,2	30,1	17	22	551	716	0	1 267	1 267	0
534	27	15,3	5,6	9	8	312	281	0	594	594	0
535	27	48,4	17,7	8	8	268	263	0	531	531	0
536	27	46,6	17,1	12	8	395	253	0	648	648	0
Σ úsek 27 ÚSEK 27		241,0	88,3	40	55	1 323	1 761	0	3 084	3 084	0
ÚSEK 28											
541	28	13,7	5,0	-3	2	-80	70	0	0	0	0
542	28	86,8	31,8	19	24	602	756	0	1 357	1 357	0
543	28	16,7	6,1	9	9	308	307	0	615	615	0
Σ úsek 28 ÚSEK 28		117,3	42,9	25	34	829	1 133	0	1 973	1 973	0
ÚSEK 29											
551	29	22,3	8,2	-3	4	-91	114	0	23	23	0
552	29	76,3	27,9	21	21	677	664	0	1 341	1 341	0
553	29	7,5	2,8	-2	4	-70	115	0	45	45	0
554	29	13,6	5,0	9	7	334	249	0	583	583	0
555	29	59,3	21,7	16	10	525	322	0	847	847	0
Σ úsek 29 ÚSEK 29		178,9	65,5	41	45	1 375	1 464	0	2 839	2 839	0
ÚSEK 30											
601	30	42,7	15,6	-6	7	-168	218	0	50	50	0
602	30	76,6	28,1	19	21	620	667	0	1 287	1 287	0
604	30	13,5	4,9	8	7	296	248	0	544	544	0
605	30	45,2	16,6	10	8	312	246	0	558	558	0
606	30	46,6	17,1	13	8	408	253	0	661	661	0
Σ úsek 30 ÚSEK 30		224,7	82,3	44	51	1 466	1 632	0	3 099	3 099	0
ÚSEK 31											
611	31	13,7	5,0	-4	2	-134	70	0	0	0	0
612	31	86,8	31,8	22	24	702	756	0	1 457	1 457	0
613	31	16,7	6,1	7	9	245	307	0	553	553	0
Σ úsek 31 ÚSEK 31		117,3	42,9	24	34	813	1 133	0	2 010	2 010	0
ÚSEK 32											
621	32	29,3	10,7	-3	5	-93	149	0	56	56	0
622	32	82,2	30,1	17	22	552	716	0	1 268	1 268	0
623	32	8,4	3,1	-4	4	-111	129	0	18	18	0
624	32	15,5	5,7	9	8	315	285	0	600	600	0
625	32	64,8	23,7	14	11	440	352	0	793	793	0
Σ úsek 32 ÚSEK 32		200,2	73,3	33	51	1 103	1 631	0	2 734	2 734	0
ÚSEK 33											
631	33	48,4	17,7	-7	8	-203	247	0	44	44	0
632	33	82,2	30,1	17	22	551	716	0	1 267	1 267	0
634	33	15,3	5,6	9	8	312	281	0	594	594	0
635	33	48,4	17,7	9	8	277	263	0	541	541	0
636	33	46,6	17,1	13	8	404	253	0	657	657	0
Σ úsek 33 ÚSEK 33		241,0	88,3	40	55	1 342	1 761	0	3 103	3 103	0
ÚSEK 34											
641	34	13,7	5,0	-3	2	-80	70	0	0	0	0
642	34	86,8	31,8	19	24	602	756	0	1 357	1 357	0
643	34	16,7	6,1	9	9	308	307	0	615	615	0
Σ úsek 34 ÚSEK 34		117,3	42,9	25	34	829	1 133	0	1 973	1 973	0
ÚSEK 35											

č.m.	úsek	V <sub>mi</sub> m <sup>3</sup>	A <sub>pi</sub> m <sup>2</sup>	H <sub>Tm</sub> W/K	H <sub>Vm</sub> W/K	Φ <sub>Tm</sub> W	Φ <sub>Vm</sub> W	Φ <sub>RHm</sub> W	Φ <sub>HLm</sub> W	Q <sub>cm</sub> W	Q <sub>z</sub> W
651	35	22,3	8,2	-3	4	-91	114	0	23	23	0
652	35	76,3	27,9	21	21	677	664	0	1 341	1 341	0
653	35	7,5	2,8	-2	4	-70	115	0	45	45	0
654	35	13,6	5,0	9	7	334	249	0	583	583	0
655	35	59,3	21,7	17	10	537	322	0	860	860	0
Σ úsek 35 ÚSEK 35		178,9	65,5	42	45	1 387	1 464	0	2 852	2 852	0
ÚSEK 36											
701	36	42,7	15,6	-3	7	-99	218	0	119	119	0
702	36	76,6	28,1	24	21	784	667	0	1 451	1 451	0
704	36	13,5	4,9	9	7	331	248	0	579	579	0
705	36	34,8	12,8	12	6	371	189	0	560	560	0
706	36	36,0	13,2	13	6	408	196	0	604	604	0
Σ úsek 36 ÚSEK 36		203,6	74,6	55	47	1 794	1 518	0	3 312	3 312	0
ÚSEK 37											
711	37	13,7	5,0	-4	2	-112	70	0	0	0	0
712	37	86,8	31,8	25	24	785	756	0	1 540	1 540	0
713	37	16,7	6,1	7	9	247	307	0	554	554	0
Σ úsek 37 ÚSEK 37		117,3	42,9	28	34	919	1 133	0	2 094	2 094	0
ÚSEK 38											
721	38	29,3	10,7	-2	5	-60	149	0	89	89	0
722	38	82,2	30,1	20	22	630	716	0	1 345	1 345	0
723	38	8,4	3,1	-3	4	-98	129	0	31	31	0
724	38	15,5	5,7	9	8	316	285	0	601	601	0
725	38	50,0	18,3	13	9	424	272	0	696	696	0
Σ úsek 38 ÚSEK 38		185,5	67,9	36	48	1 212	1 551	0	2 763	2 763	0
ÚSEK 39											
731	39	48,4	17,7	-5	8	-136	247	0	111	111	0
732	39	82,2	30,1	20	22	629	716	0	1 345	1 345	0
734	39	15,3	5,6	9	8	314	281	0	595	595	0
735	39	37,4	13,7	9	6	288	203	0	491	491	0
736	39	36,0	13,2	13	6	416	196	0	611	611	0
Σ úsek 39 ÚSEK 39		219,4	80,4	46	51	1 510	1 643	0	3 153	3 153	0
ÚSEK 40											
741	40	13,7	5,0	-2	2	-59	70	0	11	11	0
742	40	86,8	31,8	21	24	683	756	0	1 439	1 439	0
743	40	16,7	6,1	9	9	309	307	0	616	616	0
Σ úsek 40 ÚSEK 40		117,3	42,9	28	34	933	1 133	0	2 066	2 066	0
ÚSEK 41											
751	41	22,3	8,2	-2	4	-59	114	0	54	54	0
752	41	76,3	27,9	24	21	753	664	0	1 417	1 417	0
753	41	7,5	2,8	-2	4	-57	115	0	58	58	0
754	41	13,6	5,0	9	7	335	249	0	584	584	0
755	41	45,8	16,8	16	8	516	249	0	765	765	0
Σ úsek 41 ÚSEK 41		165,4	60,6	45	43	1 488	1 391	0	2 879	2 879	0
Σ budovy		8 667,2	2 715,8	1 520	2 039	49 824	64 582	0	115 048	115 048	0

Tabulka 6 Výpočet tepelných ztrát

Legenda

V<sub>np</sub> - hygienická výměna vzduchu

- $V_{n50}$  - výměna vzduchu pláštěm budovy  
 $f_{RH}$  - zátopový součinitel  
 $\Phi_{Tm}$  - tepelná ztráta místnosti prostupem tepla  
 $\Phi_{Vm}$  - tepelná ztráta místnosti větráním  
 $\Phi_{RHm}$  - tepelný výkon místnosti pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění  
 $\Phi_{HLm}$  - celkový návrhový tepelný výkon místnosti  
 $Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$

### 3 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH

V místech objektu, kde jsou použita klasická okna s výškou parapetu 900 mm budou použita desková otopná tělesa firmy KORADO, typ RADIK VK. Tedy tělesa s krajním připojením ventil kompakt. V místech, kde se nacházejí prosklené plochy až k podlaze budou navrženy otopné lavice bez ventilátoru firmy KORADO, typ KORALINE LKE. V koupelnách budou navržena trubková otopná tělesa firmy KORADO, typ KORALUX LINEAR CLASSIC – M, což jsou trubková otopná tělesa se středovým připojením. Teplotní spád otopné soustavy je navržen na 65/50 °C. Na tento spád je upraven výkon těles. V případě, že teplota v místnosti je jiná než 20 °C, pro kterou jsou dané tabulkové hodnoty výkonů těles, je třeba přepočítat výkon těles při jiné interiérové teplotě. Přepočet výkonu dle interiérové teploty a daného tepelného spádu bude proveden pomocí návrhového programu firmy KORADO.

1NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{HLi}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)
KOMUNIKAČNÍ PLOCHY							
102	VSTUPNÍ HALA						0
105	SCHODIŠTĚ						0
107	VSTUPNÍ HALA						0
110	SCHODIŠTĚ						0
OBCHOD 1							
K1	PRODEJNÍ PLOCHA	20	1037,00	22VK-9080	1235	1	1235
K2+K3	CHODBA+SOC.ZÁZEMÍ	20	526,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
K4	ZÁZEMÍ	20	650,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.1							
1	HALA	18	211,00	11VK-4050	257	1	257
3	KOUPELNA	24	583,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	POKOJ	20	645,00	22VKL-9080	702	1	702

6	LOŽNICE	20	898,00	LKE 120/15/24	928	1	928
7	OBÝVACÍ POKOJ + KK	20	1838,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
				20VK-5060	341	1	341
9	WC	18	251,00	11VK-4050	257	1	257
OBCHOD 2							
K5	PRODEJNÍ PLOCHA	20	2297,00	22VK-9080	1235	2	2470
K6+K7	SOCIÁLNÍ ZÁZEMÍ	18	219,00	KLC-M 900.450	257	1	257
BYT Č.2							
3	OBÝVACÍ POKOJ + KK	20	1719,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
				20VK-5060	341	1	341
2	KOUPELNA	24	706,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
SUMA			11580			SUMA	12588

#### 2NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{HLi}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)
BYT Č.3							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1286,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	544,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	548,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	653,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.4							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1458,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	553,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.5							
2	KOUPELNA	24	600,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1268	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	780	20VK-5160	910	1	910
BYT Č.6							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1267,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	594,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	531,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	648,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.7							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1358,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	615,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.8							
2	KOUPELNA	24	634,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1287	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	1052	20VK-5200	1138	1	1138

SUMA 15676

SUMA 18110

3NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{HLi}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)	
BYT Č.9								
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1287,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547	
4	KOUPELNA	24	544,00	KLC-M 1820.750	675	1	675	
5	LOŽNICE	20	548,00	20VK-5120	683	1	683	
6	POKOJ	20	653,00	20VK-5120	683	1	683	
BYT Č.10								
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1457,00	LKE 100/15/24	773	2	1546	
3	KOUPELNA	24	553,00	KLC-M 1820.750	675	1	675	
BYT Č.11								
2	KOUPELNA	24	600,00	KLC-M 1820.750	675	1	675	
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1268	LKE 200/15/24	1547	1	1547	
5	LOŽNICE	20	780	20VK-5160	910	1	910	
BYT Č.12								
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1267,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547	
4	KOUPELNA	24	594,00	KLC-M 1820.750	675	1	675	
5	LOŽNICE	20	531,00	20VK-5120	683	1	683	
6	POKOJ	20	648,00	20VK-5120	683	1	683	
BYT Č.13								
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1357,00	LKE 100/15/24	773	2	1546	
3	KOUPELNA	24	615,00	KLC-M 1820.750	675	1	675	
BYT Č.14								
2	KOUPELNA	24	583,00	KLC-M 1820.750	675	1	675	
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1341	LKE 200/15/24	1547	1	1547	
5	LOŽNICE	20	847	20VK-5160	910	1	910	
SUMA			15473		SUMA			17882

4NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{HLi}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)
BYT Č.15							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1287,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	544,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	548,00	20VK-5120	683	1	683

6	POKOJ	20	653,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.16							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1457,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	553,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.17							
2	KOUPELNA	24	600,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1268	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	780	20VK-5160	910	1	910
BYT Č.18							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1267,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	594,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	531,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	648,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.19							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1357,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	615,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.20							
2	KOUPELNA	24	583,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1341	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	847	20VK-5160	910	1	910
SUMA			15473		SUMA		17882

## 5NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{Hli}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)
BYT Č.21							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1287,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	544,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	548,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	653,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.22							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1457,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	553,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.23							
2	KOUPELNA	24	600,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1268	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	780	20VK-5160	910	1	910
BYT Č.24							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1267,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547

4	KOUPELNA	24	594,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	531,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	648,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.25							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1357,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	615,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.26							
2	KOUPELNA	24	583,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1341	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	847	20VK-5160	910	1	910
SUMA			15473			SUMA	17882

6NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{HLi}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)
BYT Č.27							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1287,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	544,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	558,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	661,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.28							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1457,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	553,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.29							
2	KOUPELNA	24	600,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1268	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	793	20VK-5160	910	1	910
BYT Č.30							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1267,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	594,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	541,00	20VK-5120	683	1	683
6	POKOJ	20	657,00	20VK-5120	683	1	683
BYT Č.31							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1357,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	615,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.32							
2	KOUPELNA	24	583,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1341	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	860	20VK-5160	910	1	910

SUMA 15536

SUMA 17882

7NP

OZN	Účel místnosti	ti	Tepl. Ztráta místnosti $Q_{HLi}$ (W)	Typ otopného tělesa	Skutečný výkon tělesa $Q_{tskut}$ (W)	ks	Součet výkonů těles $Q_{tskut}$ (W)
BYT Č.33							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1451,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	579,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	560,00	LKE 80/15/24	619	1	619
6	POKOJ	20	604,00	LKE 100/15/24	773	1	773
BYT Č.34							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1540,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	554,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.35							
2	KOUPELNA	24	601,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1345	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	696	LKE 120//15/24	928	1	928
BYT Č.36							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1345,00	LKE 200/15/24	1547	1	1547
4	KOUPELNA	24	595,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
5	LOŽNICE	20	491,00	LKE 80/15/24	619	1	619
6	POKOJ	20	611,00	LKE 100/15/24	773	1	773
BYT Č.37							
2	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1439,00	LKE 100/15/24	773	2	1546
3	KOUPELNA	24	616,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
BYT Č.38							
2	KOUPELNA	24	584,00	KLC-M 1820.750	675	1	675
4	KUCHYŇ + OBÝVACÍ POKOJ	20	1417	LKE 200/15/24	1547	1	1547
5	LOŽNICE	20	765	LKE 120//15/24	928	1	928
SUMA			15793	SUMA			17970

Tabulka 7 Návrh otopných těles v jednotlivých místnostech

	ztráta	výkon
1NP	11 580	12 588
2NP	15 676	18 110
3NP	15 473	17 882
4NP	15 473	17 882
5NP	15 473	17 882
6NP	15 536	17 882
7NP	15 793	17 970
celkem	105 004	120 196

Tabulka 8 Porovnání tepelné ztráty a výkonu otopných těles



Celkový tepelný výkon všech těles po sečtení činí 120,2 kW. Tepelná ztráta objektu činí 105 kW. Výkon těles převyšuje tepelnou ztrátu o 14 %. Tato skutečnost zajistí obyvatelům tepelnou pohodu.

Tepelné výkony jednotlivých typů otopných těles jsou přílohou této diplomové práce (P1)

## 4 POTŘEBA TEPLÉ VODY

Pro stanovení potřeby teplé vody je třeba znát normové hodnoty specifických potřeb. Tyto hodnoty nalezneme v ČSN 06 0320. Bylo potřeba vyhledat hodnoty pro bytový dům.

$$\begin{aligned} \text{Bytové jednotky} - 102 \text{ obyvatel} - & V_{zp} = 0,082 \text{ m}^3/\text{per} \\ & E_{zp} = 4,3 \text{ kWh}/\text{per} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Úklid} - 261,324 \text{ m}^2 - & V_{zp} = 0,02 \text{ m}^3/\text{per} \\ & E_{zp} = 0,8 \text{ kWh}/\text{per} \end{aligned}$$

### Zásobníkový ohřev

Denní potřeba teplé vody

$$V_{zp} = 102 \times 0,082 + 0,261 \times 0,02 = 8,37 \text{ m}^3$$

Teplo odebrané

$$Q_{ZT} = 1,163 \times V_{zp} \times (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \times 8,37 \times 45 = 438 \text{ kWh}$$

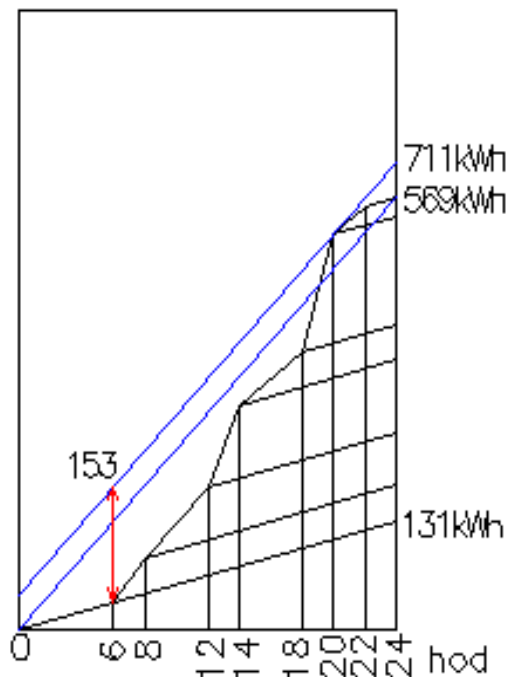
Teplo ztracené

$$Q_{ZZ} = Q_{ZT} \times z = 438 \times 0,3 = 131 \text{ kWh}$$

Teplo celkem

$$Q_{ZP} = Q_{ZT} + Q_{ZZ} = 438 + 131 = 569 \text{ kWh}$$

Rozdělení během dne		$Q_{ZT}$	$Q_{ZZ}$
6-8 hod	10 %	43,8	56,9
8-12 hod	15 %	65,7	85,35
12-14 hod	20 %	87,6	113,8
14-18 hod	10 %	43,8	56,9
18-20 hod	30 %	131,4	170,7
20-22 hod	5 %	21,9	28,45



**Obrázek 14** Odběrový diagram pro zásobníkový ohřev teplé vody

$$\Delta Q_{max} = 153 \text{ kWh}$$

Velikost zásobníku

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{max}}{(1,163 \cdot \Delta \theta)} = \frac{153}{1,163 \cdot 45} = 2,9 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{711}{24} = 29,63 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(80 - 55) - (60 - 10)}{\ln \frac{(80 - 55)}{(60 - 10)}} = 36,1$$

$$A = \frac{Q_{1n} \times 10^3}{U \times \Delta t} = \frac{29630}{420 \times 36,1} = 1,495 \text{ m}^2$$

### Smíšený ohřev

Hodinová špička mezi 18-20 hod 30 % odběru

8,37 m<sup>3</sup> vody

Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{8,37 \times 0,3}{4} = 0,63 \text{ m}^3$$

Požadavek výkonu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{170,7}{4} = 42,675 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$A = \frac{Q_{1n} \times 10^3}{U \times \Delta t} = \frac{42675}{420 \times 36,1} = 2,81 \text{ m}^2$$

Pro tento druh provozu jsem zvolila přípravu teplé vody smíšeným ohřevem. Potřebná teplosměnná plocha je tedy 2,81 m<sup>2</sup>. Navržený zásobník:

OKC 750 NTR / 1 Mpa

Objem	750 l
Hmotnost bez vody	210 kg
Maximální provozní tlak	1 Mpa
Maximální provozní přetlak	1,6 Mpa
Maximální teplota	95 °C
Maximální teplota topné vody	110 °C
Teplosměnná plocha	3,7 m <sup>2</sup>

Technický list zásobníku TUV je v přílohou diplomové práce P2.

## 5 NÁVRH PLYNOVÉ KOTELNY

Plynová kotelna se navrhuje podle požadovaného výkonu. Ten stanovíme jako součet potřeby tepla pro vytápění a potřeby tepla pro přípravu teplé vody.

### 5.1 Výkon kotelny

$$Q_{\text{KOTELNA}} = \max \{Q_I; Q_{II}\}$$

$$Q_I = 0,7 * Q_{\text{VYT}} + Q_{\text{TV}} = 0,7 * 120,2 + 42,68 = 126,82 \text{ kW}$$

$$Q_{II} = Q_{\text{VYT}} = 120,2 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{KOTELNA}} = \max \{Q_I, Q_{II}\} = \max \{126,82; 120,2\} = 126,82 \text{ kW}$$

## 5.2 Návrh kotlů – varianta A

Zdroj volíme podle aktuální potřeby tepla v daném období a čase, z tohoto důvodu je vhodná plynulá regulace. V zimním provozu musí výkon zdrojů odpovídat celkové potřebě tepla. V letním provozu, kdy se objekt nevytápí, postačí pouze jeden zdroj výkonově dostatečný k ohřevu TUV.

Navrhují kaskádu třech závěsných plynových kondenzačních kotlů Viessmann Vitodens 200-W. Tepelný výkon jednoho kotle pro teplotní spád 80/60°C je v rozmezí 10,9-54,4 kW. Pro mnou navržený tepelný spád 65/50°C bude tento výkon postačovat. Kotle budou zapojeny dle tichelmannova zapojení.

Během letního provozu bude pracovat pouze jeden z těchto kotlů.

Technická dokumentace ke kotlům je přílohou této diplomové práce (P3)

## 5.3 Návrh kotlů – varianta B

Pro druhou variantu projektu navrhují kaskádu třech závěsných plynových kondenzačních kotlů Buderus Logamax plus GB162-45. Tepelný výkon těchto kotlů se dá regulovat v rozmezí 10,4 – 44,9 kW. Kotle budou taktéž zapojeny do tichelmannova zapojení. Princip využívání kotlů v zimním a letním období zůstává stejný jako pro variantu A.

Technická dokumentace kotlů Buderus je přílohou diplomové práce (P4).

## 5.4 Zatřídění kotelny do kategorie

Jmenovitý tepelný výkon kotlů je pro variantu A 163,2 kW a pro variantu B 134,7 kW. Dle normy ČSN 07 0703 – Plynové kotelny spadá kotelna do III. kategorie - jmenovitý tepelný výkon jednoho kotle je od 50 kW a do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW.

## 5.5 Odvod kondenzátu

Kondenzát musí být před vypuštěním do kanalizace zneutralizován v neutralizačním zařízení. Navržen je neutralizační box BRILON NEUTRA N 70, který je vhodný pro kotle do celkového výkonu 500 kW.

Teplota kondenzátu	5-60 °C
Jmenovitý výkon	70 l/hod
Rozměry	230x165x421 mm
Hmotnost	13,5 kg

## 5.6 Větrání kotelny

V kotelně jsou v obou variantách použity spotřebiče typu C. Z toho důvodu není nutné řešit množství spalovacího vzduchu. Spalovací vzduch bude odebírán koaxiálním potrubím ze střechy objektu. Musíme ověřit, zda nebude v letním období překročena maximální teplota a v zimním období minimální teplota.

### 5.6.1 Tepelná bilance kotelny v létě

Tepelné zisky jsou tvořeny kotlem pro ohřev teplé vody.

Tepelná produkce kotlů činí cca 1,5 % výkonu

$$Q_{Z,L} = p \times Q_Z = 0,015 \times 45\,000 = 675 \text{ W}$$

Měrná tepelná ztráta kotelny prostupem

$$H_T = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{45}{7,5+10} = 2,57 \text{ W/K}$$

Měrná tepelná ztráta větráním

$$V = n \times O = 0,5 * 45 = 22,5 \text{ m}^3$$

$$H_V = V \times \rho \times c = 22,5 \times 0,34 = 7,65 \text{ W/K}$$

Teplota v kotelně pro průměrnou letní teplotu

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{Z,L}}{H_T + H_V} = 30 + \frac{675}{2,57 + 7,65} = 96,05 \text{ °C}$$

Maximální přípustná teplota v kotelně je 35 °C. Tato teplota byla výrazně převyšena, proto je nutné zvýšit průtok vzduchu.

$$V_L = \frac{Q_{z,L}}{\rho \times c \times \Delta t} = \frac{675}{1300 \times 5} = 0,104 \text{ m}^3/\text{s} = 374 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Výměna vzduchu pro tento průtok činí:

$$n = \frac{V_L}{O} = \frac{374}{45} = 8,3 \text{ h}^{-1}$$

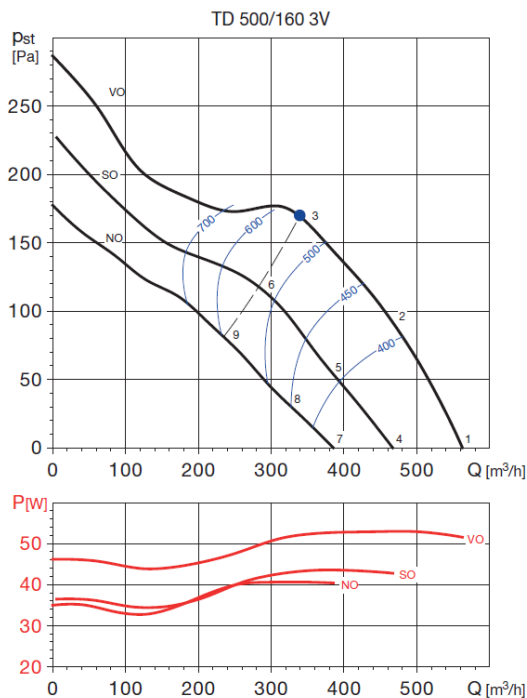
Ověření správnosti výpočtu v programu Protech je přílohou této diplomové práce (P5)

Pro tuto výměnu vzduchu navrhuji diagonální ventilátor do kruhového potrubí MIXVENT-TD 500/160 3V:

Maximální průtok vzduchu 560 m<sup>3</sup>/h

Otáčky 2590 ot/min

Výkon 53 W



**Obrázek 15** Charakteristika ventilátoru (32)

Ventilátor bude osazen do kruhové vzduchotechnického potrubí DN200.

### 5.6.2 Tepelná bilance kotelny v zimě

Tepelná produkce kotlů – zisky tvoří cca 1 % z instalovaného výkonu kotlů.

$$Q_{z,z} = p \times Q_z = 0,01 \times 130\,000 = 1\,300 \text{ W}$$

Měrná tepelná ztráta větráním otvorem pro ventilátor

$$V = A \times v = 0,04 \times 1,5 = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_V = V \times \rho \times c = 0,06 \times 1300 = 78 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotelně pro  $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{z,z}}{H_T + H_V} = -15 + \frac{1300}{2,57 + 78} = 1,14 \text{ }^\circ\text{C}$$

Nejnižší přípustná teplota v kotelně v zimě je  $7,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , proto bude potřeba do kotelny navrhnout otopné těleso.

Výkon otopného tělesa

$$Q = (H_T + H_V) \times (t_i - t_{i,z}) = (2,57 + 78) \times (7,5 - 1,1) = 516 \text{ W}$$

Jako otopné těleso navrhuji elektrický přímotop o výkonu 750 W.

### 5.6.3 Větrání v době odstávky kotlů

Větrání v době odstávky kotlů bude řešeno potrubním ventilátorem, který je navržen pro větrání kotelny v létě. Ventilátoru budou sníženy otáčky, aby pokryl výměnu vzduchu 0,5/h.

## 6 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

Celá otopná soustava je napojena na jednu větev. Pro rozvody topné vody bude použito měděné potrubí. Z důvodu ochrany proti zanesení potrubí bude použita minimální dimenze DN 12. K dimenzování bude využit program MultiCalc. Tento program přepočítá výkon na průtok a následně pro danou dimenzi vypíše tlakovou ztrátu na metr běžný a rychlost v potrubí. Během dimenzování bude hlídána maximální tlaková ztráta 100 Pa/m a rychlost 1 m/s.

č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m <sup>3</sup> /h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytech 3, 9, 15, 21, 27, 33								
1	619	35	0,036	4,74	DN12 15x1	8	0,08	37,92
2	773	44	0,045	5,56	DN12 15x1	10	0,09	55,6
3	1392	80	0,081	10,51	DN12 15x1	43	0,17	451,93
4	675	39	0,039	6,52	DN12 15x1	8	0,08	52,16
5	2067	118	0,120	2,07	DN12 15x1	87	0,25	180,09

6	1547	89	0,090	15,26	DN12 15x1	52	0,19	793,52
7	3614	207	0,210	5,06	DN15 18x1	86	0,29	435,16
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytech 4, 10, 16, 22, 28, 34								
1	773	44	0,045	4,07	DN12 15x1	10	0,09	40,7
2	773	44	0,045	5,26	DN12 15x1	10	0,09	52,6
3	1546	89	0,090	18,93	DN12 15x1	52	0,19	984,36
4	675	39	0,039	2,75	DN12 15x1	8	0,08	22
5	2221	127	0,129	2,32	DN12 15x1	98	0,27	227,36
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytech 5, 11, 17, 23, 29, 35								
1	928	53	0,054	12,79	DN12 15x1	21	0,11	268,59
2	675	39	0,039	2	DN12 15x1	8	0,08	16
3	1603	92	0,093	2,07	DN12 15x1	55	0,2	113,85
4	1547	89	0,090	16,3	DN12 15x1	52	0,18	847,6
5	3150	181	0,183	5,36	DN15 18x1	67	25	359,12
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytech 6, 12, 18, 24, 30, 36								
1	619	35	0,036	4,73	DN12 15x1	8	0,08	37,84
2	773	44	0,045	6,23	DN12 15x1	10	0,09	62,3
3	1392	80	0,081	10,72	DN12 15x1	43	0,17	460,96
4	675	39	0,039	2	DN12 15x1	8	0,08	16
5	2067	118	0,120	2,07	DN12 15x1	87	0,25	180,09
6	1547	89	0,090	18,37	DN12 15x1	52	0,19	955,24
7	3614	207	0,210	5,36	DN15 18x1	86	0,29	460,96
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytech 7, 13, 19, 25, 31, 37								
1	773	44	0,045	4,07	DN12 15x1	10	0,09	40,7
2	773	44	0,045	5,26	DN12 15x1	10	0,09	52,6
3	1546	89	0,090	18,93	DN12 15x1	52	0,19	984,36
4	675	39	0,039	2,75	DN12 15x1	8	0,08	22
5	2221	127	0,129	2,32	DN12 15x1	98	0,27	227,36
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytech 8, 14, 20, 26, 32, 38								
1	928	53	0,054	12,79	DN12 15x1	21	0,11	268,59



2	675	39	0,039	2	DN12 15x1	8	0,08	16
3	1603	92	0,093	2,07	DN12 15x1	55	0,2	113,85
4	1547	89	0,090	16,3	DN12 15x1	52	0,18	847,6
5	3150	181	0,183	5,36	DN15 18x1	67	25	359,12
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v obchod 1								
1	683	39	0,040	11,92	DN12 15x1	9	0,08	107,28
2	675	39	0,039	5,34	DN12 15x1	8	0,08	42,72
3	1358	78	0,079	2,5	DN12 15x1	42	0,17	105
4	1235	71	0,072	13,94	DN12 15x1	35	0,15	487,9
5	2592	149	0,151	3,7	DN15 18x1	48	0,21	177,6
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v bytě 1								
1	773	44	0,045	5	DN12 15x1	10	0,09	50
2	773	44	0,045	4,13	DN12 15x1	10	0,09	41,3
3	1546	89	0,090	5,94	DN12 15x1	52	0,19	308,88
4	341	20	0,020	6,84	DN12 15x1	4	0,04	27,36
5	1887	108	0,110	8	DN12 15x1	74	0,23	592
6	928	53	0,054	2	DN12 15x1	21	0,11	42
7	2815	161	0,164	1	DN15 18x1	55	0,23	55
8	702	40	0,041	7,55	DN12 15x1	9	0,09	67,95
9	3517	202	0,205	10,37	DN15 18x1	82	0,28	850,34
10	257	15	0,015	13,37	DN12 15x1	3	0,03	40,11
11	3774	216	0,220	1	DN15 18x1	93	0,3	93
12	257	15	0,015	5,56	DN12 15x1	3	0,03	16,68
13	4031	231	0,235	2,99	DN20 22x1	36	0,21	107,64
14	675	39	0,039	2,08	DN12 15x1	8	0,08	16,64
15	4706	270	0,274	4,71	DN20 22x1	47	0,24	221,37
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Rozvody v obchod 2								
1	1235	71	0,072	14,68	DN12 15x1	35	0,15	513,8
2	1235	71	0,072	5,12	DN12 15x1	35	0,15	179,2
3	2470	142	0,144	12,09	DN15 18x1	44	0,2	531,96
4	257	15	0,015	5,01	DN12 15x1	3	0,03	15,03
5	2727	156	0,159	2	DN15 18x1	52	0,22	104
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)

Rozvody v bytě 2								
1	773	44	0,045	4,48	DN12 15x1	10	0,09	44,8
2	773	44	0,045	4,64	DN12 15x1	10	0,09	46,4
3	1546	89	0,090	9,1	DN12 15x1	52	0,19	473,2
4	341	20	0,020	4,13	DN12 15x1	4	0,04	16,52
5	1887	108	0,110	9,29	DN12 15x1	74	0,23	687,46
6	675	39	0,039	2,75	DN12 15x1	8	0,08	22
7	2562	147	0,149	2,28	DN15 18x1	47	0,21	107,16
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Stoupačka S1								
1	3614	207	0,210	6	DN15 18x1	86	0,29	516
2	7228	414	0,421	6	DN20 22x1	100	0,37	600
3	10842	621	0,631	6	DN25 28x1,5	70	0,36	420
4	14456	829	0,842	6	DN32 35x1,5	36	0,29	216
5	18070	1036	1,052	6	DN32 35x1,5	53	0,36	318
6	21684	1243	1,262	6	DN32 35x1,5	73	0,44	438
7	24276	1392	1,413	2,5	DN40 42x1,5	35	0,33	87,5
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Stoupačka S2								
1	2221	127	0,129	6	DN12 15x1	37	0,18	222
2	4442	255	0,259	6	DN15 18x1	43	0,23	258
3	6663	382	0,388	6	DN20 22x1	87	0,34	522
4	8884	509	0,517	6	DN25 28x1,5	50	0,29	300
5	11105	637	0,646	6	DN25 28x1,5	73	0,37	438
6	13326	764	0,776	8,5	DN32 35x1,5	31	0,27	263,5
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Stoupačka S3								
1	3150	181	0,183	6	DN15 18x1	67	0,25	402
2	6300	361	0,367	6	DN20 22x1	79	0,32	474
3	9450	542	0,550	6	DN25 28x1,5	55	0,31	330
4	12600	722	0,733	6	DN25 28x1,5	92	0,42	552
5	15750	903	0,917	6	DN32 35x1,5	42	0,32	252
6	18900	1083	1,100	6	DN32 35x1,5	58	0,38	348
7	23606	1353	1,374	2,5	DN40 42x1,5	33	0,32	82,5
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
Stoupačka S4								
1	3614	207	0,210	6	DN15 18x1	86	0,29	516

2	7228	414	0,421	6	DN20 22x1	100	0,37	600
3	10842	621	0,631	6	DN25 28x1,5	70	0,36	420
4	14456	829	0,842	6	DN32 35x1,5	36	0,29	216
5	18070	1036	1,052	6	DN32 35x1,5	53	0,36	318
6	21684	1243	1,262	6	DN32 35x1,5	73	0,44	438
7	24411	1399	1,413	2,5	DN40 42x1,5	35	0,33	87,5
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
<b>Stoupačka S5</b>								
1	2221	127	0,129	6	DN12 15x1	37	0,18	222
2	4442	255	0,259	6	DN15 18x1	43	0,23	258
3	6663	382	0,388	6	DN20 22x1	87	0,34	522
4	8884	509	0,517	6	DN25 28x1,5	50	0,29	300
5	11105	637	0,646	6	DN25 28x1,5	73	0,37	438
6	13326	764	0,776	6	DN32 35x1,5	31	0,27	186
7	15888	911	0,925	2,5	DN32 35x1,5	43	0,32	107,5
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
<b>Stoupačka S6</b>								
1	3150	181	0,183	6	DN15 18x1	67	0,25	402
2	6300	361	0,367	6	DN20 22x1	79	0,32	474
3	9450	542	0,550	6	DN25 28x1,5	55	0,31	330
4	12600	722	0,733	6	DN25 28x1,5	92	0,42	552
5	15750	903	0,917	6	DN32 35x1,5	42	0,32	252
6	18900	1083	1,100	8,5	DN32 35x1,5	58	0,38	493
č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	M (m3/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)
<b>1PP-přívod</b>								
1	15888	911	0,925	3,02	DN32 35x1,5	43	0,32	129,86
2	34788	1994	2,025	3,25	DN40 42x1,5	66	0,47	214,5
3	59199	3393	3,446	1,9	DN50 54x2	51	0,49	96,9
4	82805	4747	4,820	5,5	DN50 54x2	92	0,68	506
5	107081	6138	6,234	1,65	DN65 76,1x2	25	0,42	41,25
6	120407	6902	7,009	1,11	DN65 76,1x2	31	0,48	34,41
<b>1PP-vrat</b>								
1	13326	764	0,776	5,09	DN32 35x1,5	31	0,27	157,79
2	37602	2155	2,189	5,5	DN40 42x1,5	75	0,51	412,5
3	61208	3509	3,563	1,6	DN50 54x2	54	0,5	86,4
4	85619	4908	4,984	3,55	DN50 54x2	97	0,71	344,35

5	104519	5991	6,084	1,66	DN65 76,1x2	24	0,41	39,84
6	120407	6902	7,009	13,2	DN65 76,1x2	31	0,48	409,2

**Tabulka 9** Dimenzování soustavy

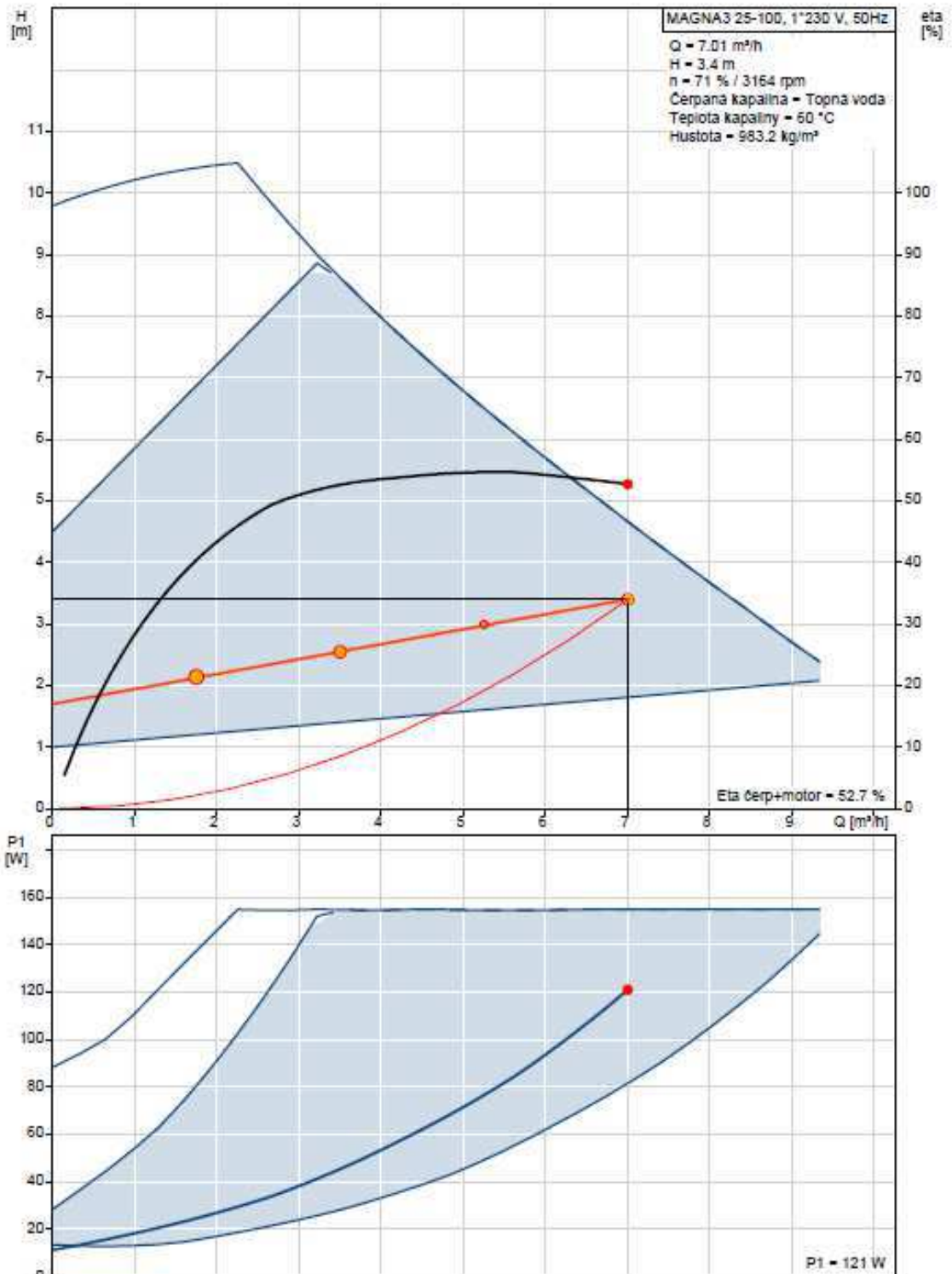
## 7 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

Pro překonání tlakových ztrát soustavy je zapotřebí navrhnout oběhová čerpadla. Pro návrh čerpadel byl použit online návrhový program Grundfos Product Center.

### 7.1 Oběhové čerpadlo č. 1

Toto oběhové čerpadlo bylo navrženo pro větev vytápění. Pro průtok 7,01 m<sup>3</sup>/h a dopravní výšku 3,4 m bylo navrženo čerpadlo Grundfos Magna3 25-100.

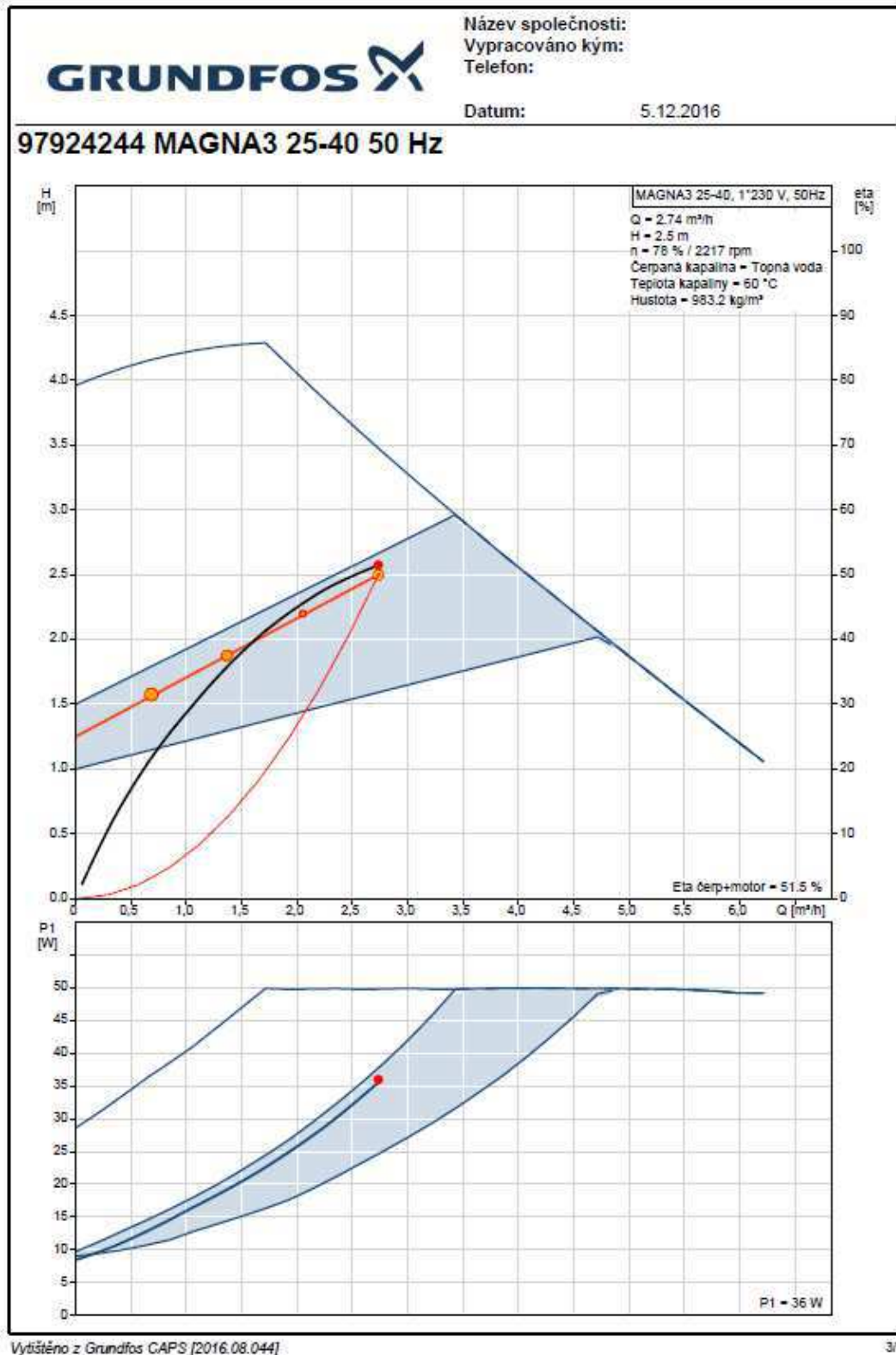
## 97924247 MAGNA3 25-100 50 Hz



Obrázek 16 Pracovní bod čerpadla č. 1 (33)

## 7.2 Oběhové čerpadlo č. 2

Druhé oběhové čerpadlo je navrženo pro větev ohřevu TUV. Pro průtok 2,74 m<sup>3</sup>/h a dopravní výšku 2,5 m bylo navrženo čerpadlo Grundfos Magna3 25-40.



Obrázek 17 Pracovní bod oběhového čerpadla č. 2 (33)

## 8 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

Součástí každé otopné soustavy jsou zabezpečovací zařízení. Patří mezi ně expanzní nádoba a pojišťovací ventil. Navrženy budou tři malé expanzní nádoby sloužící pro vlastní jištění tepelných zdrojů a jedna velká expanzní nádoba pro jištění otopné soustavy.

### Objem vody v soustavě:

Objem vody v potrubí:

typ	délka (m)	objem v 1 m (m <sup>3</sup> )	objem celkem (m <sup>3</sup> )
DN12	1488	0,00027	0,402
DN15	248	0,0004	0,099
DN20	44	0,00063	0,028
DN25	77	0,00098	0,075
DN32	140	0,00161	0,225
DN40	46,5	0,00239	0,111
DN50	15,5	0,00393	0,061
DN65	13	0,00817	0,106
CELKEM (m <sup>3</sup> )			1,108

Tabulka 10 Objem vody v potrubí

Objem vody v otopných tělesech:

typ	výkon (W)	objem (l) (10l/kW)	počet ks	objem celkem (l)
11VK-4050	257	2,57	1	0,660
20VK-5060	341	3,41	2	2,326
20VK-5120	683	6,83	21	97,963
20VK-5160	910	9,1	10	82,810
22VK-9080	1235	12,35	2	30,505
KLC-M 900.450	257	2,57	1	0,660
KLC-M 1820.750	675	6,75	39	177,694
LKE 80/15/24	619	6,19	2	7,663
LKE 100/15/24	773	7,73	16	95,605
LKE 120//15/24	928	9,28	3	25,836
LKE 200/15/24	1547	15,47	24	574,370
CELKEM				1096,091
CELKEM				1,096 m <sup>3</sup>

Tabulka 11 Objem vody v tělesech

Objem vody v kotlích:

V jednom kotli – 7 l

$$7 \times 3 = 21 \text{ l} = 0,021 \text{ m}^3$$

Objem vody v ostatních zařízeních:

R+S – 20 l = 0,02 m<sup>3</sup>

HVDT – 41 l = 0,041 m<sup>3</sup>

Objem vody v celé soustavě

$$V_o = V_P + V_{OT} + V_K + V_{OST} = 1,108 + 1,096 + 0,021 + 0,061 = 2,286 \text{ m}^3$$

Návrh expanzní nádoby byl proveden pomocí výpočtového softwaru Reflex Win Pro od firmy REFLEX.

Výsledná expanzní nádoba: Reflex N

Jmenovitý objem:	200 l
Užitkový objem:	180 l
Dovolený provozní přetlak:	6 bar
Průměr:	634 mm
Výška:	758 mm
Hmotnost:	22 kg

Pro vlastní jištění zdrojů jsou navrženy tři malé expanzní nádoby, každá připojená k jednomu zdroji tepla:

Reflex S

Jmenovitý objem:	2 l
Užitkový objem:	2 l
Dovolený provozní přetlak:	10 bar
Průměr:	132 mm
Výška:	260 mm
Hmotnost:	1 kg

Výpočtový protokol expanzních nádob z programu Reflex Win Pro je přílohou této diplomové práce (P6)



## 9 NÁVRH DALŠÍCH ZAŘÍZENÍ SOUSTAVY

### 9.1 Kombinovaný rozdělovač a sběrač

Využití kombinovaného rozdělovače a sběrače oproti svařencům je výhodné z důvodu úspory místa v kotelně. Nabízí přehlednost větví. Princip spočívá v napojení přívodních a vratných větví do dvou oddělených komor.

$$M = M_{V1} + M_{V2} = 7,01 + 2,74 = 9,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pro průtok  $9,75 \text{ m}^3/\text{h}$  navrhuji kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL RS KOMBI

$Q_{\max}$	10 $\text{m}^3/\text{hod}$
do výkonu 250 kW při $\Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	
modul	100
průtokový průřez komor $S_p$	0,0028 $\text{m}^2$
maximální délka	2,0 m

Podklady výrobce jsou přílohou této diplomové práce. (P7)

### 9.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDT)

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků je určen pro hydraulické oddělení zdrojů tepla od otopné soustavy. Jeho instalací se odstraní problémy s přebytky dynamických tlaků čerpadel a upraví se celkové hydraulické poměry v síti.

Navržen ELT HVDT typ III pro maximální průtok  $12 \text{ m}^3/\text{hod}$ .

Podklady výrobce jsou přílohou této diplomové práce. (P8)

## 10 NÁVRH TEPELNÝCH IZOLACÍ

Tepelné izolace potrubí se navrhují pro maximální snížení tepelných ztrát potrubí. Izolace zabraňuje ochlazování i oteplování přívodní a vratné topné vody. Izolace se dále podílí na snížení rizika vzniku kondenzace a snížení hlučnosti celého systému.

Pro potrubí vedoucí v podlaze navrhuji termoizolační trubice Mirelon Pro tloušťky 6 mm. Pro stoupající potrubí, horizontální potrubí a potrubí v kotelně navrhuji tepelnou izolaci Rockwool Pipa ALS. Jedná se o řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny kaširovaná

hliníkovou fólií. Pro návrh tloušťky izolace pro jednotlivé dimenze byla použita internetová aplikace na portálu [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). Tato aplikace zároveň provedla posouzení součinitele prostupu tepla v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. a posoudila riziko vzniku kondenzace na povrchu.

Vstupní hodnoty:

Teplota média	65 °C
Teplota okolí	15 °C
Relativní vlhkost vzduchu	65 %
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	10 W/m <sup>2</sup> .K

Výsledky jsou seřazeny do přehledné tabulky

DIMENZE	T <sub>okolí</sub> (°C)	POUŽITÁ TI	TL (mm)	U <sub>o</sub> (W/mK)	U <sub>o 193/2007</sub> (W/mK)	POSOUZENÍ	POVRCHOVÁ TEPLOTA (°C)	KONDENZACE
18x1,0	15	Rockwool Pípo ALS	40	0,132	0,15	ANO	17,1	NE
22x1,0	15	Rockwool Pípo ALS	30	0,167	0,18	ANO	18,2	NE
28x1,5	15	Rockwool Pípo ALS	40	0,165	0,18	ANO	17,4	NE
35x1,5	15	Rockwool Pípo ALS	50	0,167	0,18	ANO	17,0	NE
42x1,5	15	Rockwool Pípo ALS	30	0,245	0,27	ANO	18,8	NE
54x2,0	15	Rockwool Pípo ALS	40	0,243	0,27	ANO	17,9	NE
76x2,0	15	Rockwool Pípo ALS	50	0,266	0,27	ANO	17,4	NE

**Tabulka 12** Tabulka tlouštěk izolací

## 11 ÚPRAVA A DOPLŇOVÁNÍ VODY

### 11.1 Varianta A

Pro variantu A jsou navrženy plynové kondenzační kotle Viessmann Vitodens 200-W. Kotle obsahují nerezové výměníky tepla. Pro tento typ výměníků je třeba doplňovací vodu změkčit. Pro úpravu vody navrhuji soustavu zařízení od firmy Reflex. Na vstupu studené vody bude osazeno automatické doplňovací zařízení Reflex Fillcontrol. Toto

zařízení při poklesu tlaku v topné soustavě kontrolovaně doplní vodu. Zařízení zároveň zastává funkci potrubního oddělovače a bezpečně odděluje otopnou soustavu od vodovodního řadu. Pro prodloužení životnosti kotle bude za automatickým doplňovacím zařízením osazena změkčovací armatura Reflex Fillsoft II, která doplňovanou vodu změkčí a zamezí tak vzniku vodního kamene. Za toto zařízení bude osazen elektronický vodoměr s kontrolou kapacity změkčování Reflex Fillmeter. Jedná se o měřicí přístroj, který kontroluje kapacitu měniče iontů ve změkčovací patroně. Zařízení dále zobrazuje kumulované množství, momentální průtok a životnost náplně patrony pro změkčování. Poslední částí je externí tlakové čidlo Reflex FE pro automatické doplňovací zařízení. Na základě údajů z tohoto čidla se spouští a vypíná automatické doplňovací zařízení.

## **11.2 Varianta B**

Ve variantě B jsou navrženy kotle od firmy Buderus, typ Logamax plus GB162. Tento typ kotlů se vyznačuje výměníkem tepla ze slitiny hliníku a křemíku. Výrobce je požadováno doplňování demineralizovanou vodou. Kvalitu vody zajistí bloková úpravna s demikolonou a konduktometrem AUDKM od firmy Aqua. Jedná se o komplexní zařízení určené k plnění a doplňování kotelen s kotly s výměníky ze slitin hliníku a křemíku. Tato úpravna umožní demineralizaci vody na demineralizační koloně a následně její upravení inhibitorem koroze dávkovaného pomocí elektromagnetického dávkovacího čerpadla, jehož dávkovací frekvenci řídí vodoměr. Rám úpravny je svařen z ocelového rámu a obsahuje funkčně propojené prvky úpravny vody. Jedná se zejména o filtr mechanických nečistot, konduktometr, vodoměr, dávkovací čerpadlo, zásobní nádrž inhibitoru koroze, demineralizační kolona, plastová nádoba pro skladování náhradního mixbedu a manometr.

# **12 ZHODNOCENÍ VARIANT ZDROJE TEPLA A ÚPRAVNY VODY**

## **12.1 Z hlediska vnitřního prostředí**

Volba varianty A nebo varianty B nemá vliv na vnitřní prostředí stavby. Varianty se liší ve zdrojích tepla a úpravách vody. Zdroje tepla v obou variantách jsou plynové kondenzační kotle, mají podobný výkon a jsou řízeny ekvitermě. Tato skutečnost nijak

neovlivňuje množství přenášeného tepla z otopného tělesa do prostoru k zajištění tepelné pohody. Navržené úpravny vody nemají vliv na vnitřní prostředí stavby.

## **12.2 Z hlediska uživatelského komfortu**

Zdroje tepla jsou řízeny v obou variantách kotlovou regulací, která je automatická a nevyžaduje obsluhu. Obě varianty úpravny vody jsou navržené jako automatické a nevyžadují každodenní obsluhu.

### **Varianta A**

Kapacitu patron v zařízení Fillsoft II je nutno pravidelně kontrolovat, a to minimálně každých 6 měsíců. Pokud se spotřebuje 90 % celkového množství změkčené vody, je třeba patrony v zařízení vyměnit. Při výměně se uzavřou kulové kohouty na vstupu a výstupu a otevře se vzorkovací kohout. Vyšroubuje se pouzdro filtru a patrona se vymění. Použitou patronu lze zlikvidovat s domovním odpadem. Patrony by měly být vyměňovány nejpozději po 18 měsících, aby nedošlo k vyčerpání a slepení pryskyřice.

### **Varianta B**

Kapacita demineralizační patrony v blokové úpravně vody je zhruba 3700 l při tvrdosti 10 °dH do hodnoty vodivosti 20  $\mu$ S/cm. Při dosažení této hodnoty je třeba náplň v patroně zregenerovat náhradním mixbedem.

## **12.3 Z hlediska prostorových nároků**

Zdroje tepla jsou si svojí velikostí velmi podobné. V obou variantách je navržena kaskáda třech plynových kondenzačních kotlů. Instalace zdrojů tepla v obou případech zabere prostor o rozměrech cca (ŠxHxV) 1200x480x850 mm. Čtyři zařízení potřebná k úpravě vody ve variantě A jsou instalována přímo na potrubí a jejich prostorové nároky jsou minimální. Naopak ve variantě B je navržena bloková úpravna vody, jejíž rám má rozměry (ŠxHxV) 1100x500x1200 mm. Varianta B je tedy prostorově náročnější než varianta A, avšak velikost kotelny v projektu nám umožňuje použít obě varianty.

## **12.4 Z hlediska ekonomiky**

Zdroje tepla v obou variantách pracují na stejném principu a jejich účinnost je takřka stejná, proto nároky na spotřebu paliva se neliší.

## Náklady na pořízení:

### Varianta A

3x Viessmann Vitodens 200-W	3 x 60 385,-=	181 155,-
1x Reflex Fillcontrol		16 621,-
1x Reflex Fillsoft II		5 443,-
1x Reflex Fillmeter		5 150,-
1x Reflex Externí tlakové čidlo		3 324,-

CELKEM 211 693,-

### Varianta B

3x Buderus Logamax plus GB162	3 x 68 498,-=	205 494,-
1x Aqua bloková úpravna vody s demikolonou a konduktometrem		48 970,-
1x potrubní oddělovač BA		5 500,-

CELKEM 259 964,-

Varianta A je z hlediska nákladů na pořízení příznivější.

## 13 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ

### Stavba

Stavba zajistí prostupy stěnami a stropy. Prostupy budou vždy o 50 mm na každou stranu potrubí větší, než je dimenze potrubí. Stavba dále zajistí vypádování podlahy kotelny směrem k podlahové vpusti.

### Zdravotechnika

Profese zdravotníka zajistí připojení studené vody na zařízení pro úpravu a doplňování vody. Dále zajistí přívod studené vody do zásobníkového ohřívače teplé vody a rozvody teplé vody a cirkulace. Rozvody jsou uvažovány jako vertikální v instalačních šachtách s hlavním horizontálním rozvodem v 1.PP. Dále je od profese požadováno, aby zajistila podlahovou vpust v kotelně. Profese zajistí potrubí pro odvod kondenzátu od kotlů

a komínu do neutralizačního boxu a z něj do kanalizačního potrubí. Následně je třeba zajistit potrubí pro odvod úkapu z pojišťovacích ventilů do podlahové vpusti.

### **Elektroinstalace**

Profese elektroinstalace zajistí napájení pro plynové kotle, oběhová čerpadla, ohřívač a systémy MaR.

### **Vzduchotechnika**

Větrání budovy je v návaznosti na výpočet tepelných ztrát uvažováno jako přirozené. Profese vzduchotechnika zajistí odvětrání hygienických zázemí malými axiálními ventilátory osazenými na stěně vždy v každé koupelně, WC apod. Potrubí bude vedeno šachtami a následně vyvedeno na střechu a zakončeno střešní hlavicí. Profese zajistí potrubní přípravu pro digestoře v kuchyních. Samotné digestoře budou součástí dodávky interiérového řešení. Potrubí bude vedeno šachtami a následně vyvedeno na střechu a zakončeno střešní hlavicí. V potrubích budou umístěny zpětné klapky pro zamezení zpětného nasátí znehodnoceného vzduchu. Profese dále zajistí odvětrání garáží umístěných v 1.PP pomocí podstropní vzduchotechnické jednotky. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude vyveden nad terén připravenou šachtou. Profese zajistí větrání kotelny. Větrání je navrženo jako přetlakové pomocí potrubního axiálního ventilátoru umístěného v přívodním potrubí.

### **Měření a regulace**

Profese MaR zajistí osazení a zapojení řídicích jednotek kotlů a kotlových regulací. Dále profese zajistí napojení oběhových čerpadel a teplotních čidel. Profese osadí a zapojí vnitřní a venkovní čidlo pro kotle a pokojové termostaty.

### **Plyn**

Profese zajistí připojení plynu z přípojky pro plynové kotle a osazení plynoměru. Plyn je uvažován pouze pro potřeby kotelny.

# **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## **VARIANTA A**





# TECHNICKÁ ZPRÁVA – VARIANTA

## 1. Úvod

### 1.1. Účel a funkce zařízení

Projekt řeší vytápění a ohřev teplé užitkové vody v bytovém domě v Brně. Zdroj tepla je umístěn v technické místnosti 1.PP objektu. Projekt je zpracován v rozsahu dokumentace pro stavební povolení.

### 1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	:	Brno
Nadmořská výška	:	227 m n.m.
Normální tlak vzduchu	:	0,0975 MPa
Zimní výpočtová teplota	:	-12°C (dle ČSN EN 12 831)
Počet dnů v otopném období	:	234
Průměrná teplota v otopném období	:	+3,6°C při d12

### 1.3. Zadávací parametry, bilance potřeb tepla a požadavky na vytápění

Vytápění zajišťuje výrobu a distribuci topné vody pro otopná tělesa a ohřev TUV.

***Zadávací parametry teplot jednotlivých místností pro výpočet tepelných ztrát:***

Vnitřní teploty jsou voleny v souladu s vyhláškou 194/2007 Sb. Návrhová teplota po jednotlivých místnostech z hlediska dimenzování koncových otopných prvků je uvedena ve výkresové části projektové dokumentace.

***Parametry k-cí systémové obálky:***

Výpočet tepelných ztrát je proveden ze součinitelů prostupů tepla vycházejících ze zadání stavební části projektu, hodnoty splňují normové požadavky ČSN 73 0540.

***Bilance potřeb tepla:***

Tepelná ztráta byla stanovena dle ČSN EN 12 831. Část tepelných nároků tvoří ohřev vody pro vytápění a část na přípravu teplé užitkové vody. Potřeba tepla na vytápění byla stanovena z výkonů otopných těles. Potřeba tepla na ohřev TUV byla stanovena výpočtem.

Potřeba tepla pro zařízení VZT: 0 kW (přívod čerstvého vzduchu přirozeně)

Potřeba tepla pro ohřev TUV : 42,68 kW

Potřeba tepla pro vytápění:: 120,2 kW

*Návrh zdroj tepla:*

$$Q = 0,7 \cdot Q_{\text{ÚT}} + Q_{\text{TUV}}$$

$$Q = 0,7 \cdot 120,2 + 42,68 = 126,82 \text{ kW}$$

**Navržen zdroj o jmenovitém instalovaném výkonu 163 kW.**

## 2. Technické řešení

### 2.1. Popis zařízení a jejich funkce

#### *Zdroj tepla*

Dle tepelné bilance je navržen zdroj tepla s jmenovitým instalovaným výkonem 163kW – jedná se tedy o kotelnu III. kategorie. Zdrojem tepla objektu budou tři kondenzační kotle Viessmann Vitodens 200-W o jmenovitém výkonu 54,4 kW v kaskádovém zapojení. Zdroj tepla bude umístěn v technické místnosti 1. PP. Kotle jsou navrženy tak, aby v letním období postačoval na ohřev TUV jeden kotel. Zároveň je zajištěno, aby při výpadku jednoho z kotlů, byl umožněn provoz ohřevu vody alespoň na 60 %.

Zdroje tepla jsou napojeny na společný odvod spalin, komínové těleso bude vyvedeno min. 1,5 m nad nejvyšší bod střechy. Odvod spalin bude vybaven měřícím otvorem. Přívod spalovacího vzduchu bude řešen jako nezávislý na vzduchu v místnosti, kotle budou napojeny na společný přívod spalovacího vzduchu z venkovního prostoru. Společný přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin zajistí koaxiální potrubí. Minimální teplota 7 °C v zimním období je zajištěna instalací samostatného přímotopného tělesa. Vzduchotechnikou je zajištěna hygienická výměna vzduchu 0,5 1/h v místnosti a teplota 35 °C v letním období. Větrání kotelny je navrženo jako přetlakové.

Teplotní spád vytápění: 65/50 °C (pro přechodné období s ekvitermní regulací)

Navržený teplotní spád odpovídá kondenzačnímu režimu.

Pro ovládání kotlů bude použita originální regulace dodávaná výrobcem kotlů umožňující kaskádovou regulaci. Jednotlivé kotle budou namontovány přímo na stěnu pomocí montážního rámu. Každý kotel bude zajištěn samostatnou expanzní nádobou. Topná voda

bude vedena přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků a odtud dále do kombinovaného rozdělovače a sběrače.

**Topný systém je rozdělen na 2 větve:**

- 1 větev pro vytápění
- 2 větev pro ohřev TUV
- 3 rezerva

**Ohřev TUV** je řešen pomocí nerezového zásobníku s nepřímým ohřevem 750 l s předávací plochou 3,7 m<sup>2</sup>. Zásobník bude umístěn ve společné místnosti se zdrojem tepla a bude zajišťovat výstupní teplotu TUV na 50 až 55°C.

**Technický list zdroje tepla (3x54,4 kW)**

Vitodens 200-W (pokračování)							
1.2 Technické údaje							
Plynový topný kotel, provedení B a C, kategorie II <sub>ZUP</sub>		Plynový kondenzační kotel					
Rozsah jmenovitého tepelného výkonu 45 a 60 kW: Údaje dle ČSN EN 677. 80 až 150 kW: Údaje dle ČSN EN 15417.							
T <sub>v</sub> /T <sub>n</sub> = 50/30 °C při provozu na zemní plyn	kW	12,0 - 45,0	12,0 - 60,0	20,0 - 80,0	20,0 - 100,0	32,0 - 125,0	32,0 - 150,0
T <sub>v</sub> /T <sub>n</sub> = 80/60 °C při provozu na zemní plyn	kW	10,9 - 40,0	10,9 - 54,4	18,1 - 72,6	18,1 - 91,0	29,0 - 114,0	29,0 - 136,0
T <sub>v</sub> /T <sub>n</sub> = 50/30 °C při provozu na zkapalněný plyn P	kW	17,0 - 48,0	17,0 - 60,0	30,0 - 80,0	30,0 - 100,0	32,0 - 125,0	32,0 - 150,0
T <sub>v</sub> /T <sub>n</sub> = 80/60 °C při provozu na zkapalněný plyn P	kW	15,4 - 40,0	15,4 - 54,4	27,0 - 72,6	27,0 - 91,0	29,0 - 114,0	29,0 - 136,0
Jmenovité tepelné zatížení při provozu na zemní plyn	kW	11,1 - 42,0	11,2 - 56,2	18,8 - 75,0	18,8 - 93,8	30,0 - 118,0	30,0 - 142,0
Jmenovité tepelné zatížení při provozu na zkapalněný plyn P	kW	16,1 - 42,0	16,1 - 56,2	28,1 - 75,0	28,1 - 93,8	30,0 - 118,0	30,0 - 142,0
Typ		B2H	B2HA	B2HA	B2HA	B2HA	B2HA
Identifikační číslo výrobku				E-0086CN0050			
Druh krytí				IP X		dle ČSN EN 60529	
Připojovací tlak plynu							
Zemní plyn	mbar	20	20	20	20	20	20
	kPa	2	2	2	2	2	2
Zkapalněný plyn	mbar	50	50	50	50	50	50
	kPa	6	6	6	6	6	6
Max. přípust. připojovací tlak plynu**							
Zemní plyn	mbar	25	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	kPa	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Zkapalněný plyn	mbar	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5
	kPa	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75
Hladina akustického výkonu (údaje podle ČSN EN ISO 15036-1)							
Při dílčím výkonu	dB(A)	39	38	38	40	40	40
Při jmenovitém tepelném výkonu	dB(A)	67	66	69	67	60	60
Elektrický příkon (ve stavu při dodání)	W	82	126	175	146	222	222
Hmotnost	kg	66	83	83	130	130	130
Objem výměníku tepla	l	7,0	12,8	12,8	15,0	15,0	15,0
Max. objemový tok	l/h	3500	3500	5700	5700	7185	8000
Mezní hodnota pro použití hydr. oddělovače							
Jmenovité oběhové množství vody při T <sub>v</sub> /T <sub>n</sub> = 80/60 °C	l/h	1700	2336	3118	3909	4900	5850
Přípustný provozní tlak	bar	4	4	4	4	6	6
	MPa	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
Rozměry							
Délka	mm	380	380	530	530	600	660
Šířka	mm	480	480	480	480	600	600
Výška	mm	850	850	850	850	900	900
Plynová přípojka	R	1	1	1	1	1	1
Připojovací hodnoty Vztahené k max. zatížení s plynem							
Zemní plyn E	m <sup>3</sup> /h	4,0	5,95	7,94	9,93	12,49	15,03
Zemní plyn LL	m <sup>3</sup> /h	5,0	8,01	9,23	11,54	14,51	17,47
Zkapalněný plyn	kg/h	3,0	4,39	5,66	7,33	9,23	11,10

Obrázek 18 Technické parametry Vitodens 200-W (34)

## **2.2.Expanzní a pojistné zařízení, doplňování soustavy**

Zabezpečení soustavy proti objemovým změnám topné vody je navrženo uzavřenou nádobou o objemu 200 l. Nádoba bude dodána s tepelnou izolací.

Doplňování systému vodou a odplynování je automatické v závislosti od tlaku topné vody. Je navržena soustava zařízení pro doplňování a změkčení vody. Prvním členem celého zařízení je automatické doplňovací zařízení Reflex Fillcontrol, dále je instalována změkčovací armatura Reflex Fillssoft II, následuje elektronický měřič Reflex Fillmetr a externí tlakové čidlo Reflex FE.

## **2.3.Potrubí**

Potrubí je navrženo měděné o minimální dimenzi DN 12 jako ochrana proti zanesení potrubí.

## **2.4.Otopná tělesa, rozvody k otopným tělesům**

Otopná soustava je dvoutrubková teplovodní vedená pod stropem 1.PP, dále jednotlivými šachtami. Připojovací bod bude pro každý byt v dané šachtě a bude opatřen uzavíráním a kalorimetrem s dálkovým odečtem.

Přívodní potrubí v dalších podlažích k jednotlivým OT bude realizováno spodním rohovým připojením. Otopné plochy jsou tvořeny deskovými otopnými tělesy se spodním připojením typ ventil kompakt. V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa se středovým připojením. Pro prosklené plochy jsou navrženy otopné lavice.

## **2.5.Izolace**

Veškeré potrubí s topnou vodou, rozdělovač, tělesa armatur a čerpadel musí být izolovány, s výjimkou potrubí přípojek otopných těles. Izolace potrubí je navržena a bude i provedena v souladu s vyhláškou MPO ČR č. 193/2007.

Potrubí vedená v podlaze budou izolována termoizolační trubicí Mirelon Pro tloušťky 6 mm.

Tloušťky izolací potrubí vedených volně (Rockwool Pipo ALS):

Dimenze	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65
Tloušťka TI (mm)	40	30	40	50	30	40	50

**Tabulka 13** Tloušťky izolací potrubí ve variantě A

## 2.6. Měření tepla

Měřiče pro minimální průtoky jsou řešeny jako kompaktní, tj. včetně průtokoměru a teplotních čidel. Měřiče budou dodány s dálkovým odečtem.

## 2.7. Zkoušky zařízení

Po montáži je nutné všechna zařízení řádně odzkoušet dle platných norem ČSN 06 0310. O veškerých zkouškách a přejímkách se provedou písemné zápisy do stavebního deníku.

- Propláchnutí celé soustavy před uvedením do provozu a napojením zdrojů
- Zkouška těsnosti – provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací, zkouší se na nejvyšší dovolený přetlak soustavy. Soustava se naplní vodou, odvzdušní se a celé zařízení se prohlédne. Soustava zůstane napuštěná minimálně 6 hodin. Během této doby se nesmí objevit netěsnosti nebo dojít k poklesu vody v expanzní nádobě.
- Provozní zkouška – smí se provádět až po zkoušce těsnosti
  - Dilatační zkouška – provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením tepelných izolací. Teplonosná látka se ohřeje na maximální pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Tento postup se opakuje dvakrát.
  - Topná zkouška – provádí se za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se zejména správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení technických předpokladů a funkce MaR.

### **3. Požadavky na další profese**

#### **3.1. Stavební práce**

- Přípravení skladby podlah pro vedení potrubí
- Zřízení prostupů pro vedení rozvodů
- Otvor pro větrání kotelny

#### **3.2. Elektroinstalace**

- Návrh připojení technologických zařízení v kotelně

#### **3.3. Zdravotechnika**

- Návrh přívodu vody do zásobníku TV
- Zřízení podlahových vpustí
- Napojení rozvodů TV, SV a cirkulace

#### **3.4. Plynovodní instalace**

- Přívod zemního plynu pro kotle

#### **3.5. Vzduchotechnika**

- Řešení větrání objektu

### **4. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, péče o životní prostředí**

#### **4.1. Hluk zařízení**

Hlavním zdrojem hluku je zdroj tepla, hořák, kouřovod.

*Zdroj tepla:*

Hladina akustického tlaku v 1 m v technické místnosti

67 dB(A)

#### **4.2. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci**

Provedení projektu plně respektuje zákon 309/2006 Sb.

Montáž všech zařízení musí být prováděna odborně způsobilými pracovníky a musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření.

#### **4.3.Ochrana životního prostředí**

Navržené zařízení pro vytápění svým provozem nebude mít negativní dopad na životní prostředí. Projekt plně respektuje požadavky na užití energie a pravidla pro vytápění v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb, 194/2007 Sb.

#### **4.4.Nakládání s odpady**

Odpadní látky vzniklé v průběhu výstavby budou skladovány, transportovány a likvidovány v souladu se zásadami pro nakládání s odpady dle zákona č. 185/2001 Sb.

#### **5.Závěr**

Dokumentace obsahuje všechny náležitosti předepsané vyhl. o dokumentaci staveb.

V Brně dne 01/2017

Bc. Iveta Michalíčková





# **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## **VARIANTA B**



# TECHNICKÁ ZPRÁVA – VARIANTA B

## 1. Úvod

### 1.1. Účel a funkce zařízení

Projekt řeší vytápění a ohřev teplé užitkové vody v bytovém domě v Brně. Zdroj tepla je umístěn v technické místnosti 1.PP objektu. Projekt je zpracován v rozsahu dokumentace pro stavební povolení.

### 1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	:	Brno
Nadmožská výška	:	227 m n.m.
Normální tlak vzduchu	:	0,0975 MPa
Zimní výpočtová teplota	:	-12°C (dle ČSN EN 12 831)
Počet dnů v otopném období	:	234
Průměrná teplota v otopném období	:	+3,6°C při d12

### 1.3. Zadávací parametry, bilance potřeb tepla a požadavky na vytápění

Vytápění zajišťuje výrobu a distribuci topné vody pro otopná tělesa a ohřev TUV.

***Zadávací parametry teplot jednotlivých místností pro výpočet tepelných ztrát:***

Vnitřní teploty jsou voleny v souladu s vyhláškou 194/2007 Sb. Návrhová teplota po jednotlivých místnostech z hlediska dimenzování koncových otopných prvků je uvedena ve výkresové části projektové dokumentace.

***Parametry k-cí systémové obálky:***

Výpočet tepelných ztrát je proveden ze součinitelů prostupů tepla vycházejících ze zadání stavební části projektu, hodnoty splňují normové požadavky ČSN 73 0540.

***Bilance potřeb tepla:***

Tepelná ztráta byla stanovena dle ČSN EN 12 831. Část tepelných nároků tvoří ohřev vody pro vytápění a část na přípravu teplé užitkové vody. Potřeba tepla na vytápění byla stanovena z výkonů otopných těles. Potřeba tepla na ohřev TUV byla stanovena výpočtem.

Potřeba tepla pro zařízení VZT : 0 kW (přívod čerstvého vzduchu přirozeně)

Potřeba tepla pro ohřev TUV : 42,68 kW

Potřeba tepla pro vytápění: : 120,2 kW

*Návrh zdroj tepla:*

$$Q = 0,7 \cdot Q_{\text{VT}} + Q_{\text{TUV}}$$

$$Q = 0,7 \cdot 120,2 + 42,68 = 126,82 \text{ kW}$$

**Navržen zdroj o jmenovitém instalovaném výkonu 135 kW.**

## 2. Technické řešení

### 2.1. Popis zařízení a jejich funkce

#### *Zdroj tepla*

Dle tepelné bilance je navržen zdroj tepla s jmenovitým instalovaným výkonem 135 kW – jedná se tedy o kotelnu III. kategorie. Zdrojem tepla objektu budou tři kondenzační kotle Buderus Logamax plus GB162 o jmenovitém výkonu 44,9 kW v kaskádovém zapojení. Zdroj tepla bude umístěn v technické místnosti v 1. PP. Kotle jsou navrženy tak, aby v letním období postačoval na ohřev TUV jeden kotel. Zároveň je zajištěno, aby při výpadku jednoho z kotlů, byl umožněn provoz ohřevu vody alespoň na 60 %.

Zdroje tepla jsou napojeny na společný odvod spalin, komínové těleso bude vyvedeno min. 1,5 m nad nejvyšší bod střechy. Odvod spalin bude vybaven měřícím otvorem. Přívod spalovacího vzduchu bude řešen jako nezávislý na vzduchu v místnosti, kotle budou napojeny na společný přívod spalovacího vzduchu z venkovního prostoru. Společný přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin zajistí koaxiální potrubí. Minimální teplota 7 °C v zimním období je zajištěna instalací samostatného přímotopného tělesa. Vzduchotechnikou je zajištěna hygienická výměna vzduchu 0,5 1/h v místnosti a teplota 35 °C v letním období. Větrání kotelny je navrženo jako přetlakové.

Teplotní spád vytápění: 65/50 °C (pro přechodné období s ekvitermní regulací)

Navržený teplotní spád odpovídá kondenzačnímu režimu.

Pro ovládání kotlů bude použita originální regulace dodávaná výrobcem kotlů umožňující kaskádovou regulaci. Jednotlivé kotle budou namontovány přímo na stěnu pomocí

montážního rámu. Každý kotel bude zajištěn samostatnou expanzní nádobou. Topná voda bude vedena přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků a odtud dále do kombinovaného rozdělovače a sběrače.

### Topný systém je rozdělen na 2 větve:

- 4 větev pro vytápění
- 5 větev pro ohřev TUV
- 6 rezerva

**Ohřev TUV** je řešen pomocí nerezového zásobníku s nepřímým ohřevem 750 l s předávací plochou 3,7m<sup>2</sup>. Zásobník bude umístěn v společné místnosti se zdrojem tepla a bude zajišťovat výstupní teplotu TUV na 50 až 55°C.

### Technický list zdroje tepla (3x44,9 kW)

## Technické parametry

Logamax plus GB162 (15 – 45 kW)

Logamax plus	GB162-15	GB162-25	GB162-33	GB162-45
Třída energetické účinnosti pro vytápění				
Jmenovitý tepelný výkon (kW)	15	24	33	43
Tepelný výkon (kW)	2.7 – 15.2	4.8 – 24.9	5.8 – 32.7	10.4 – 44.9
Normovaný stupeň využití (%)	až 110.5			
Teplota otopné vody (°C)	až 82			
Průměr spalínového potrubí (mm)	80 / 125			
Elektrický příkon (W)	28 – 58	37 – 70	51 – 95	53 – 145
Rozměry V / Š / H (mm)	695 / 520 / 465			
Hmotnost (kg)	45	45	48	48
Třída NOx	5			

Logamax plus GB162 se zásobníkem s vrstveným nabíjením (25 kW)

Logamax plus	GB162-25 T40 S
Třída energetické účinnosti pro vytápění	
Třída energetické účinnosti pro ohřev teplé vody	
Tepelný výkon (kW)	4.8 – 24.9
Výkon pro ohřev teplé vody (kW)	33.4
Normovaný stupeň využití (%)	až 110.5
Teplota otopné vody (°C)	až 82
Průměr spalínového potrubí (mm)	80 / 125
Teplota teplé vody (°C)	30 až 60
Elektrický příkon (W)	37 – 109
Rozměry V / Š / H (mm)	695 / 920 / 465
Hmotnost (kg)	70
Množství teplé vody při 80/45/10 °C (l/h)	825
Třída NOx	5

Obrázek 19 Technické parametry Logamax plus GB 162 (35)

## **2.2. Expanzní a pojistné zařízení, doplňování soustavy**

Zabezpečení soustavy proti objemovým změnám topné vody je navrženo uzavřenou nádobou o objemu 200 l. Nádoba bude dodána s tepelnou izolací.

Doplňování systému vodou a odplyňování je automatické v závislosti od tlaku topné vody. Je navržena automatická bloková úpravna s demikolonou a konduktometrem. Jedná se o úpravnu vody vhodnou pro doplňování kotelen s kotli s výměníky ze slitiny hliníku a křemíku, kde je požadována demineralizovaná voda.

## **2.3. Potrubí**

Potrubí je navrženo měděné o minimální dimenzi DN 12 jako ochrana proti zanesení potrubí.

## **2.4. Otopná tělesa, rozvody k otopným tělesům**

Otopná soustava je dvoutrubková teplovodní vedená pod stropem 1.PP, dále jednotlivými šachtami. Připojovací bod bude pro každý byt v dané šachtě a bude opatřen uzavíráním, kalorimetrem s dálkovým odečtem.

Přívodní potrubí v dalších podlažích k jednotlivým OT bude realizováno spodním rohovým připojením. Otopné plochy jsou tvořeny deskovými otopnými tělesy se spodním připojením typ ventil kompak. V koupelnách jsou navržena trubková otopná tělesa se středovým připojením. Pro prosklené plochy jsou navrženy otopné lavice.

## **2.5. Izolace**

Veškeré potrubí s topnou vodou, rozdělovač, tělesa armatur a čerpadel musí být izolovány, s výjimkou potrubí přípojek otopných těles. Izolace potrubí je navržena a bude i provedena v souladu s vyhláškou MPO ČR č. 193/2007.

Potrubí vedená v podlaze budou izolována termoizolační trubicí Mirelon Pro tloušťky 6 mm.

Tloušťky izolací potrubí vedených volně (Rockwool Pipo ALS):

Dimenze	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65
Tloušťka TI (mm)	40	30	40	50	30	40	50

**Tabulka 14** Tloušťky izolací ve variantě B

## 2.6. Měření tepla

Měřiče pro minimální průtoky jsou řešeny jako kompaktní, tj. včetně průtokoměru a teplotních čidel. Měřiče budou dodány s dálkovým odečtem.

## 2.7. Zkoušky zařízení

Po montáži je nutné všechna zařízení řádně odzkoušet dle platných norem ČSN 06 0310. O veškerých zkouškách a přejímkách se provedou písemné zápisy do stavebního deníku.

- Propláchnutí celé soustavy před uvedením do provozu a napojením zdrojů
- Zkouška těsnosti – provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací, zkouší se na nejvyšší dovolený přetlak soustavy. Soustava se naplní vodou, odvzdušní se a celé zařízení se prohlédne. Soustava zůstane napuštěná minimálně 6 hodin. Během této doby se nesmí objevit netěsnosti nebo dojít k poklesu vody v expanzní nádobě.
- Provozní zkouška – smí se provádět až po zkoušce těsnosti
  - Dilatační zkouška – provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením tepelných izolací. Teplonosná látka se ohřeje na maximální pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Tento postup se opakuje dvakrát.
  - Topná zkouška – provádí se za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se zejména správná funkce armatur, rovnoměrné ohřívání otopných těles, dosažení technických předpokladů a funkce MaR.

### **3.Požadavky na další profese**

#### **3.1.Stavební práce**

- Přípravení skladby podlah pro vedení potrubí
- Zřízení prostupů pro vedení rozvodů
- Otvor pro větrání kotelny

#### **3.2.Elektroinstalace**

- Návrh připojení technologických zařízení v kotelně

#### **3.3.Zdravotechnika**

- Návrh přívodu vody do zásobníku TV
- Zřízení podlahových vpustí
- Napojení rozvodů TV, SV a cirkulace

#### **3.4.Plynovodní instalace**

- Přívod zemního plynu pro kotle

#### **3.5.Vzduchotechnika**

- Řešení větrání objektu

### **4.Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, péče o životní prostředí**

#### **4.1.Hluk zařízení**

Hlavním zdrojem hluku je zdroj tepla, hořák, kouřovod.

*Zdroj tepla:*

Hladina akustického tlaku v 1 m v technické místnosti

67 dB(A)

#### **4.2.Bezpečnost a ochrana zdraví při práci**

Provedení projektu plně respektuje zákon 309/2006 Sb.



Montáž všech zařízení musí být prováděna odborně způsobilými pracovníky a musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření.

#### **4.3.Ochrana životního prostředí**

Navržené zařízení pro vytápění svým provozem nebude mít negativní dopad na životní prostředí. Projekt plně respektuje požadavky na užití energie a pravidla pro vytápění v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb, 194/2007 Sb.

#### **4.4.Nakládání s odpady**

Odpadní látky vzniklé v průběhu výstavby budou skladovány, transportovány a likvidovány v souladu se zásadami pro nakládání s odpady dle zákona č. 185/2001 Sb.

#### **5.Závěr**

Dokumentace obsahuje všechny náležitosti předepsané vyhl. o dokumentaci staveb.

V Brně dne 01/2017

Bc. Iveta Michalíčková



**B.**

**EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

**VODA V OTOPNÝCH SOUSTAVÁCH**



## **C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST – VODA V OTOPNÝCH SOUSTAVÁCH**

### **1. CÍLE EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI**

Látka, která nese tepelnou energii skrz celou otopnou soustavu je pro vytápění budovy jednou z nejdůležitějších částí. V našich podmínkách je touto teplonosnou látkou nejčastěji voda. V případě větších objektů se již při prvotním návrhu počítá s úpravami vody, avšak v případě malých objektů, jako jsou například rodinné domy, se úprava vody opomíná. Cílem experimentu je zjistit, jak kvalitní voda proudí v potrubí různých menších objektů a zjistit, zda existují závislosti mezi kvalitou vody a různými parametry soustavy.

### **2. VYUŽITÝ SOFTWARE**

Pro zpracování výsledků experimentu byl využit Microsoft Excel.

### **3. MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ**

Pro změření pH, tvrdosti, vodivosti, množství rozpuštěných pevných látek a obsahu soli bylo zapotřebí využít několika přístrojů a měřících pomůcek, které byly zapůjčeny Ústavem technických zařízení budov Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně.

Jmenovitě šlo o tyto přístroje a pomůcky:

- Universální indikátorové papírky pro pH 0-12
- pH meter
- EQUEN CTC 2000tester
- ExStik II Conductivity/TDS Meter

Veškeré zařízení bylo zkalibrováno.

### 3.1. Univerzální indikátorové papírky pro pH 0-12

Indikátorový papírek obsahuje směs acidobazických indikátorů. Jsou to barviva, která na změnu pH reagují změnou barvy. Mezi známé acidobázické indikátory patří například barvivo červeného zelí nebo fenolftalein, který se z bezbarvé mění v zásaditém prostředí na fialovou a v kyselém na žlutou nebo červenou. Každý z indikátorů mění barvu při jiném pH. Papírek je proto napuštěn směsí různých indikátorů s různými mezemi barevného přechodu tak, aby pokryly celou stupnici pH.

Stupnice pH má 14 hodnot.



Obrázek 20. stupnice pH (36)

### 3.2. pH meter

Potenciometrické měření pH je založeno na měření rovnovážného elektromotorického napětí galvanického článku tvořeného dvěma elektrodami ponořenými do roztoku. Jedna elektroda je srovnávací (referenční), druhá je indikační (měrná). Srovnávací elektroda má konstantní elektrodotový potenciál. Potenciál indikační elektrody je funkcí aktivity vodíkových iontů a ( $H^+$ ).

Indikační elektroda je skleněná baňka vyfouklá na konci skleněné trubičky a je vyrobená ze speciálního skla. Je naplněná roztokem, jehož pH je známé a konstantní. Do téhož roztoku zasahuje vnitřní srovnávací elektroda. Po ponoření přístroje do měřeného roztoku vzniká mezi vnější a vnitřní stranou skleněné membrány potenciálový rozdíl. Jeho velikost se rovná rozdílu pH měřeného a pH vnitřního roztoku.



Obrázek 21 pH meter (37)

### 3.3. EQUEN CTC 2000tester

Testovací sada je určena pro kapkovou (titrační) metodu stanovení tvrdosti vody. Sada obsahuje tři lahvičky s činidly T1, T2 a T3. Složení činidel není známé.



Obrázek 21 Testovací sada pro stanovení tvrdosti vody (38)

Do daného objemu vzorku se vkápně 5 kapek činidla T1 a 5 kapek činidla T2. Vzorek se promíchá. Postupně se přidávají kapky činidla T3 a počítají se, dokud vzorek nezmění barvu z červené na modrou. Jedna kapka činidla T3 odpovídá tvrdosti v °N. Počty kapek se dále přepočítávají na jiné jednotky pomocí převodníkové tabulky:

Tvrdost °N = počet kapek T3

Tvrdost mmol/l = počet kapek T3 x 0,18

Tvrdost mg/l CaO = počet kapek T3 x 10

Tvrdost mg/l Ca = počet kapek T3 x 7,14

1°N = 10 mg/l CaO = 7,14 mg/l Ca = 0,18 mmol/l

Voda	mmol/l	°dH	°F
velmi měkká	<0,5	<2,8	<5
měkká	0,7 - 1,25	3,9 - 7	7 - 12,5
středně tvrdá	1,26 - 2,5	7,01 - 14	12,51 - 25
tvrdá	2,51 - 3,75	14,01 - 21	25,01 - 37,5
velmi tvrdá	>3,76	>21,01	>37,51

Tabulka 15 Stupnice tvrdosti vody (23)

### 3.4. ExStik II Conductivity/TDS Meter

Kombinovaný tester ExStick EC400 umí měřit různé parametry vodních roztoků:

- Elektrická vodivost v rozmezí 0 – 19,99 mS/cm
- Obsah rozpuštěných pevných látek v rozmezí 0 - 999 mg/l
- Obsah soli v rozmezí 0 - 999 ppm
- Teplota v rozmezí 0,0°C do 65,0°C



Obrázek 22 ExStick II Conductivity/TDS Meter (39)

#### 4. SBĚR VZORŮ

Aby bylo možné experiment provést, bylo zapotřebí nasbírat dostatečné množství vzorků vody z otopných soustav. Jako vzorek postačilo zhruba 2 dcl vody z otopného systému. Dále bylo potřeba znát o vzorcích několik základních údajů. Mezi tyto údaje bylo zařazeno:

- Datum odběru vzorku
- Místo odběru v otopné soustavě
- Typ budovy, ze které byl vzorek odebrán
- Lokalitu budovy
- Stáří potrubní sítě
- Materiál výměníku kotle
- Materiál rozvodů
- Materiál těles
- Úprava vody (ano/ne)
- Doplnění vody (ano/ne)
- Filtr (ano/ne)

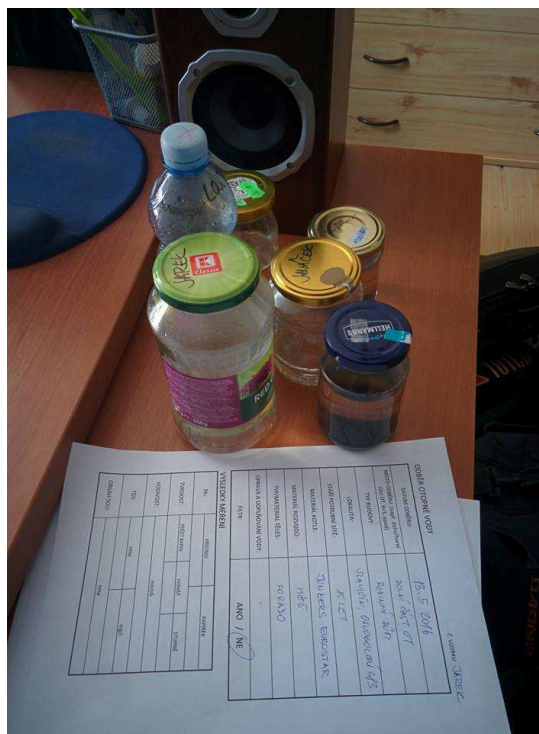


Náhled prázdného dotazníku je přílohou této diplomové práce (P9)

Pro obdržení těchto údajů byl vytvořen dotazník, který byl lidem, ochotným poskytnout vzorky, rozdán. Celkem se podařilo nasbírat 99 vzorků.

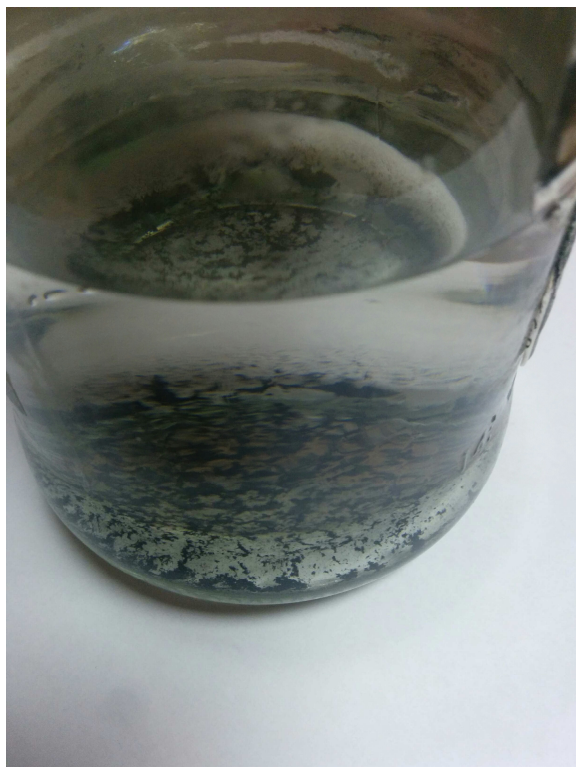


Obrázek 23 Vzorky otopné vody



Obrázek 24 Vzorky otopné vody s vyplněnými dotazníky

Vzorky, které se podařilo získat byly velmi odlišné. A to zejména barvou, množstvím usazenin a zápachem.



**Obrázek 25** Vzorek s velkým množstvím usazenin

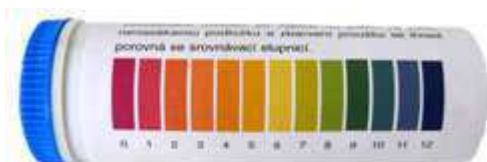


**Obrázek 26** Vzorek význačný svým zbarvením

## 5. MĚŘENÍ VZORKŮ

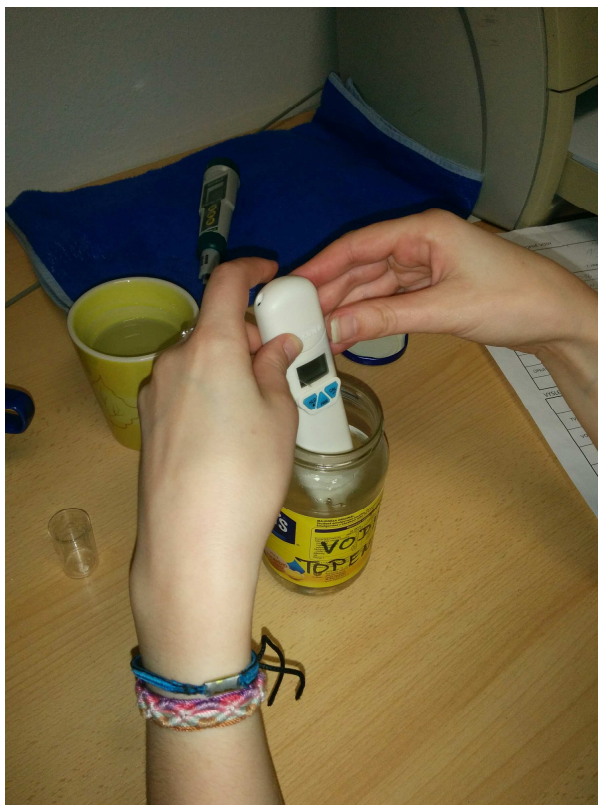
### 5.1. Měření pH

Jako první probíhalo měření pH. Nejprve jsem ke změření použila indikátorový papírek, který jsem na 1 sekundu ponořila do vzorku. Po vytažení jsem ho položila na bílou nenasákavou plochu a barvu porovnávala se srovnávací stupnicí na obalu.



Obrázek 27 Srovnávací stupnice na obalu indikátorových papírků (40)

Dále jsem změřila pH pomocí pH metru. Přístroj jsem ponořila do vzorku po vyznačenou rysku a hodnotu odečetla v okamžiku, kdy se ustálila.



Obrázek 28 Měření pH metrem

## 5.2 Tvrdost vody

Následovalo měření tvrdosti vody. Do kelímku přiloženého v testovací sadě jsem odlila část vzorku. Do něj jsem poté přidala pět kapek činidla T1 a pět kapek činidla T2. Po promíchání se vzorek zbarvil do červena. Poté jsem přidávala kapky činidla T3 a počítala je, dokud vzorek nezměnil barvu na modrou. Počet kapek symbolizoval stupeň tvrdosti v °N.



Obrázek 29 Rozdíl mezi zbarvením vzorku před a po přidání činidla T3

## 5.3 Měření vodivosti, množství rozpuštěných pevných látek a obsahu soli

K tomuto měření jsem použila přístroj ExStik II Conductivity/TDS meter. Přístroj jsem ponořila do vzorku a vyčkala, než se hodnota ustálí. Následně bylo možné pomocí tlačítka přepínat mezi jednotlivými veličinami a odečíst tak vodivost v  $\mu\text{S}$ , obsah rozpuštěných pevných látek v ppm a mg/l a obsah soli v ppm. Z tohoto přístroje jsem odečítala také teplotu vzorku při měření, která by při zpracování výsledků měla hrát velkou roli.





**Obrázek 30** Měření Conductivity/TDS metrem

## **6 NAMĚŘENÉ HODNOTY**

Všechny hodnoty získané měřením byly pečlivě zapsány do tabulky pro další vyhodnocení. Vzorčky jsou z větší části odebrány z malých otopných soustav se zdroji do 50 kW. Jedná se především o rodinné domy, bytové domy, malé administrativní budovy a malá vzdělávací zařízení.

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	pH-papírek	Tvrdost (°N)	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (microS)	TDS (ppm, m/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	teplota (°C)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	8	3	0,54	148	103	69,6	23,7
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	8	3	0,54	248	172	117	23,6
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	8	7	1,26	348	242	164	23,6
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	7	5	0,9	226	157	106	23,9
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	7	3	0,54	150,6	104	69,9	24,5
6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	6	20	3,6	680	476	328	23,8
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	6	4	0,72	256	179	121	24,5
8	22.04.2016	VZT jedn	administra- tiva	Brno-Mendlánky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9	8	2	0,36	269	186	125	23,9
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	8	1	0,18	269	186	126	22,6
10	15.04.2016	OT-h	administra- tiva	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	7	2	0,36	73,2	51,2	34,2	23
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	7	3	0,54	111,9	77,7	52,3	23,1
12	15.04.2016	OT-h	administra- tiva	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	7	1	0,18	74	51,5	34,5	22,9
13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	8	1	0,18	93,5	65,4	44	23
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5	31	5,58	540	377	258	23,5
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	8	2	0,36	429	301	206	21,5
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	7	4	0,72	209	152	103	23,5
17	11.04.2016		BD	Brno-střed	14		měď	ocel	ne	ano	8,8	7	7	1,26	450	315	215	23,6
18	11.04.2016		BD	Brno-střed	70	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	7	3	0,54	185	130	87,7	24
19	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed		ocel	ocel	plech			7,8	7	4	0,72	264	183	123	23,9
20	12.04.2016	OT-h	RD	Chotěboř		ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	8	1	0,18	665	464	320	23,3
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	7	2	0,36	191,4	134	89,3	23,3
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	7	4	0,72	175,4	123	82,5	24,3
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	litina	plech	ne	ano	8,1	8	4	0,72	178	124	83,9	24,4

24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerez	ocel	plech	ne	ano	8,6	7	4	0,72	104,9	73,4	49,4	24,6
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerez	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	8	2	0,36	107	74,9	50,4	24,9
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	7	3	0,54	188,7	83,1	55,9	24,7
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	7	3	0,54	139,3	97,2	65,1	24,1
28	20.05.2016	OT-h	administra- tiva	Zlín		nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	8,4	7	8	1,44	386	270	183	24,6
29	19.05.2016	OT-h	BD	Zlín		ocel	ocel	ocel	ne	ano	9,1	8	3	0,54	166,5	119	81,3	25,1
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	7	7	1,26	325	227	154	24,1
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	7	7	1,26	301	210	142	24,3
32	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď		ne	ano	8,9	9	5	0,9	277	192	130	24,3
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	9	5	0,9	265	185	125	24,3
34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	8	11	1,98	460	320	218	24,3
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	8	3	0,54	159,3	111	74,7	24,1
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	7	3	0,54	242	169	114	24,7
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	7	5	0,9	221	155	105	25,5
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	7	5	0,9	220	151	101	24,5
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	8	4	0,72	284	198	134	24,5
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	litina	litina	ne	ne	8,5	9	5	0,9	238	166	112	24,4
41	17.05.2016	OT-h	RD	Pohled	31	litina	ocel	ocel	ano	ne	9,2	10	1	0,18	2900	2020	1500	24,3
42	15.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	15	litina	měď	ocel	ano	ano	9,7	10	1	0,18	1613	1127	807	24,4
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	7	5	0,9	572	399	273	24,4
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	9	2	0,36	118,1	82,3	55,4	24,3
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	7	6	1,08	228	159	108	24,1
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	ocel	ne	ano	8,1	7	5	0,9	213	148	100	24,2
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	7	5	0,9	263	183	124	24,3
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	8	3	0,54	145,8	102	68,4	24,3
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	8,5	1	0,18	293	203	138	24,8
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	8	2	0,36	975	680	475	24
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	9	2	0,36	126,9	90,3	60	23,1
52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	8	16	2,88	424	296	204	24,2
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	6	4	0,72	210	146	99	24,3

54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	7	6	1,08	234	166	111	24,2
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	7	2	0,36	127	88,4	60,1	23,8
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	7	3	0,54	128,3	88,4	59,3	24,1
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	8	4	0,72	182,7	128	86,5	24,5
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	7	3	0,54	162,2	113	78	24
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	7	2	0,36	175	122	80,4	24,5
60	22.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	38	ocel		plech	ano	ne	8,1	7		0	327	229	156	24,6
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plast/plech	ano	ano	8,2	7	4	0,72	181,4	127	86	24,7
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	7	2	0,36	78,5	54,9	36,9	24,7
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	7	9	1,62	346	242	164	24,7
64	23.05.2016	OT-d	administra-tiva	Krucemburk	29	ocel	ocel		ano	ano	9,4	10	1	0,18	189,7	1325	962	24,7
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	7	4	0,72	216	151	101	24,5
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	7	4	0,72	145	102	68,3	24,2
67	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	8,7	8	4	0,72	158,8	111	75,2	24,3
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	10	1	0,18	838	585	406	25,1
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	7	4	0,72	285	168	155	25,5
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	7	4	0,72	137	93,8	67,1	25
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	7	4	0,72	187,5	132	88,8	24,9
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	8	3	0,54	253	179	120	24,9
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	7	6	1,08	284	198	136	24,8
74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	6	16	2,88	476	332	227	24,9
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	6	2	0,36	104,9	75,1	49,7	25,1
76	18.05.2016	OT-d	BD	Praha	9	ocel	plast	plech	ano	ano	8,2	7	6	1,08	301	210	143	25,2
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	8	3	0,54	195,4	139	93,9	26
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	7	3	0,53	273,9	192,7	111,7	24,7
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	7	4	0,71	155,1	106,1	65,8	25
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	9	5	0,88	300,0	211,1	122,5	24,3
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	7	4	0,71	244,5	172,0	99,0	24,5
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	7	4	0,71	164,1	114,9	66,9	24,2



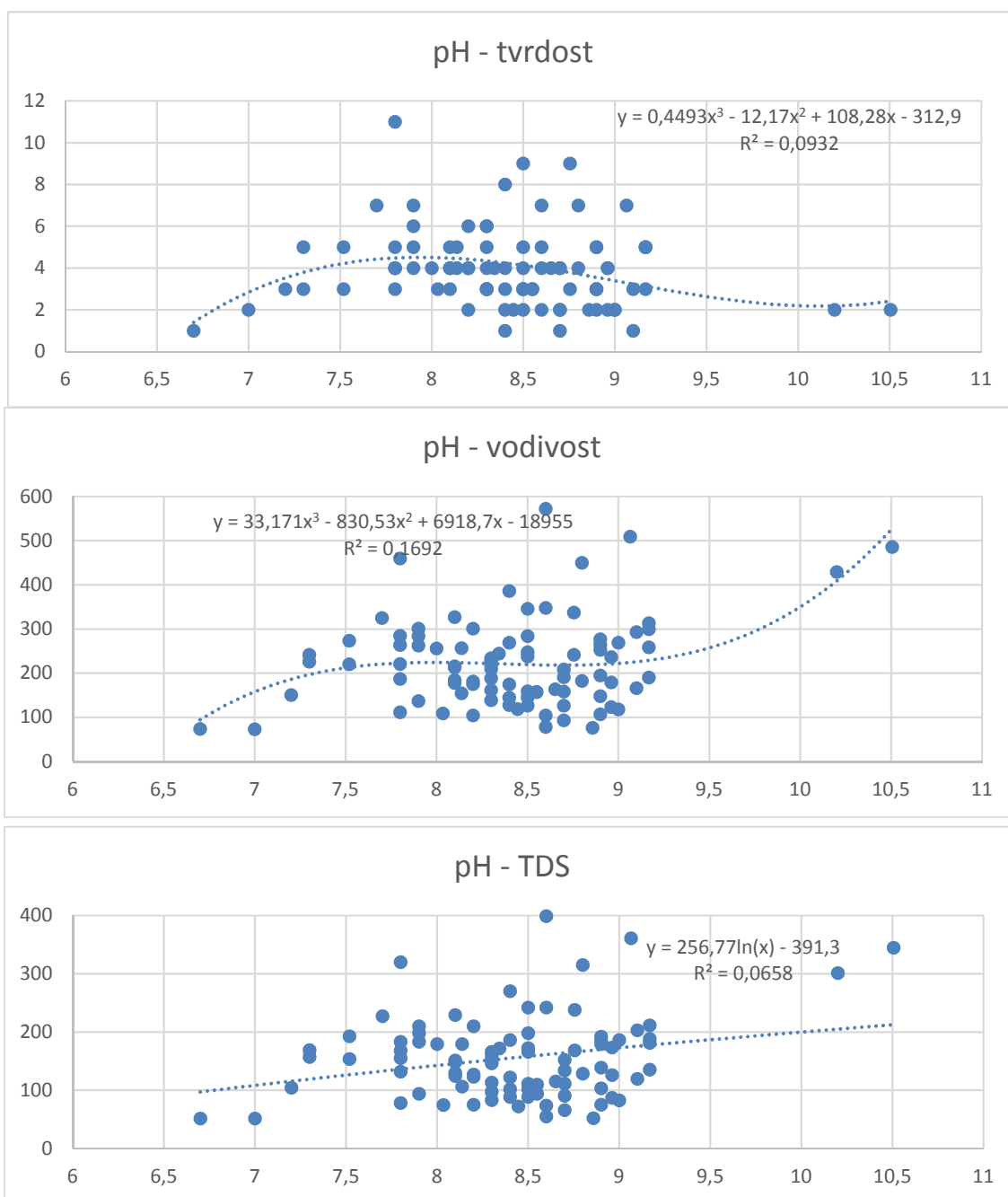
83	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	9,0	8	4	0,71	179,8	125,9	73,7	24,3
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	9	2	0,35	485,6	344,8	201,9	21,5
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	7	4	0,71	236,6	173,1	100,9	23,5
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	7	7	1,23	509,4	360,9	239,7	23,6
87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	9	5	0,88	313,6	188,2	145,0	24,3
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	7	3	0,53	157,7	93,8	72,6	24,1
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	6	2	0,35	118,7	71,8	55,4	25,1
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	7	9	1,59	337,7	238,0	182,9	24,7
91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	8	3	0,60	190,7	135,1	104,7	26
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	7	5	1,00	220,6	153,4	118,2	23,9
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	8	3	0,60	242,0	168,3	130,5	23,6
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	7	3	0,60	158,3	109,3	87,0	24
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	7	5	1,00	256,7	179,3	138,3	24,3
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	9	5	1,00	258,6	181,3	139,4	24,3
97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	7	2	0,40	76,6	51,7	41,1	24,7
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	9	2	0,40	123,9	86,9	66,9	23,1
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	7	3	0,60	109,2	74,4	58,3	23,1

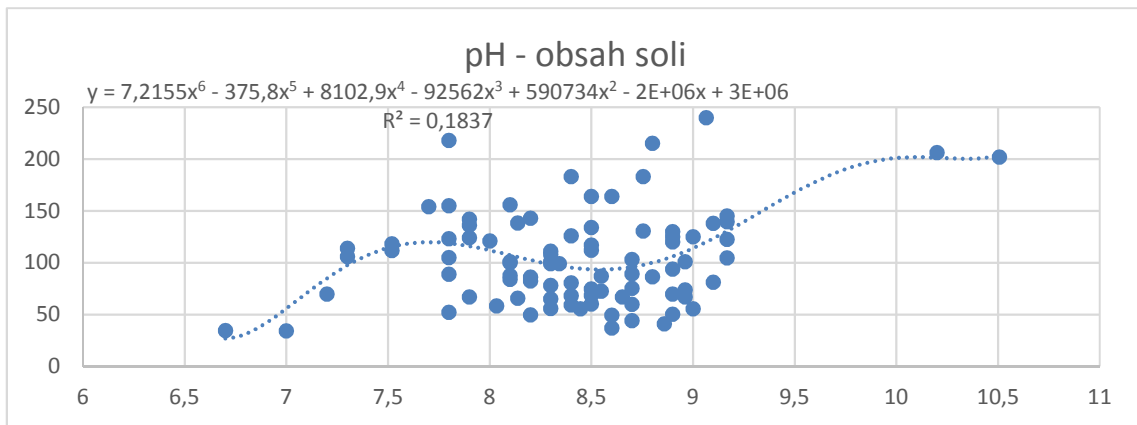
**Tabulka 16** Naměřené hodnoty

## 7 VYHODNOCENÍ

### 7.1 ZÁVISLOSTI MEZI VELIČINAMI

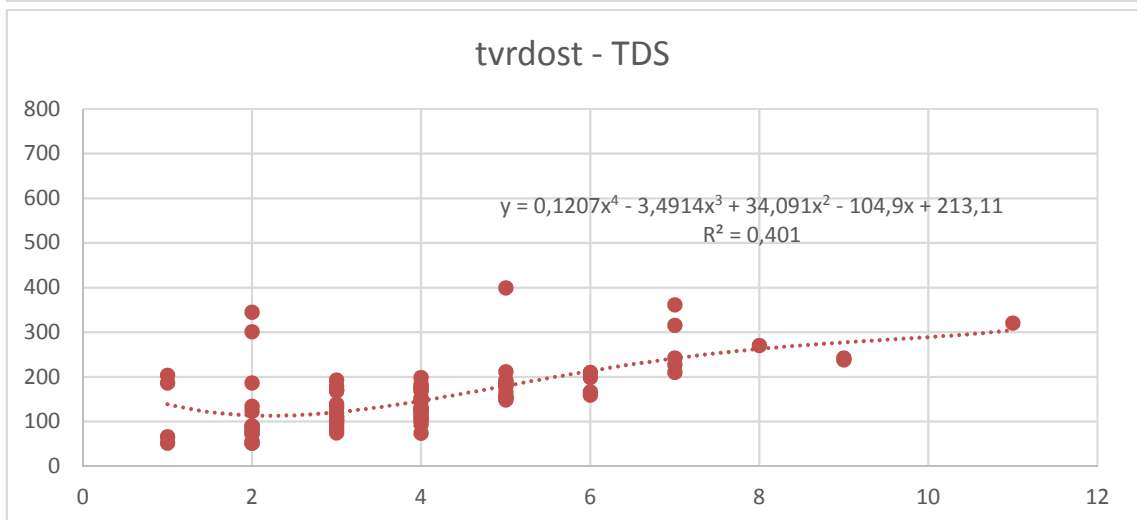
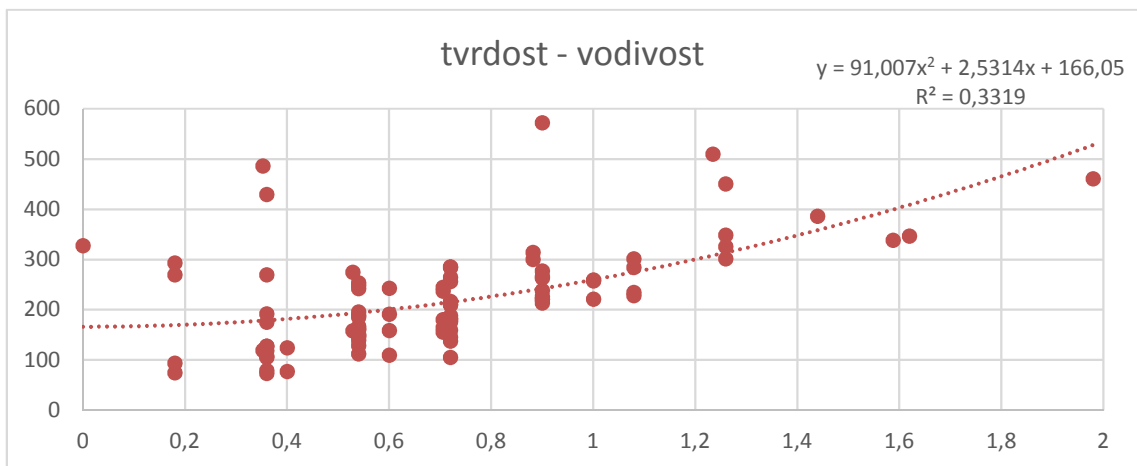
V první řadě bylo potřeba zjistit, zda mají měřené veličiny mezi sebou závislosti. Ke zjištění výsledku bylo využito prostředí programu Microsoft Excel. U každé závislosti byl vytvořen bodový graf a vykreslena taková spojnice trendu, aby se hodnota spolehlivosti co nejvíce blížila hodnotě 1. Čím více se hodnota R blíží 1, tím více jsou veličiny mezi sebou závislé. Z množiny vzorků byly vždy odstraněny extrémní hodnoty.

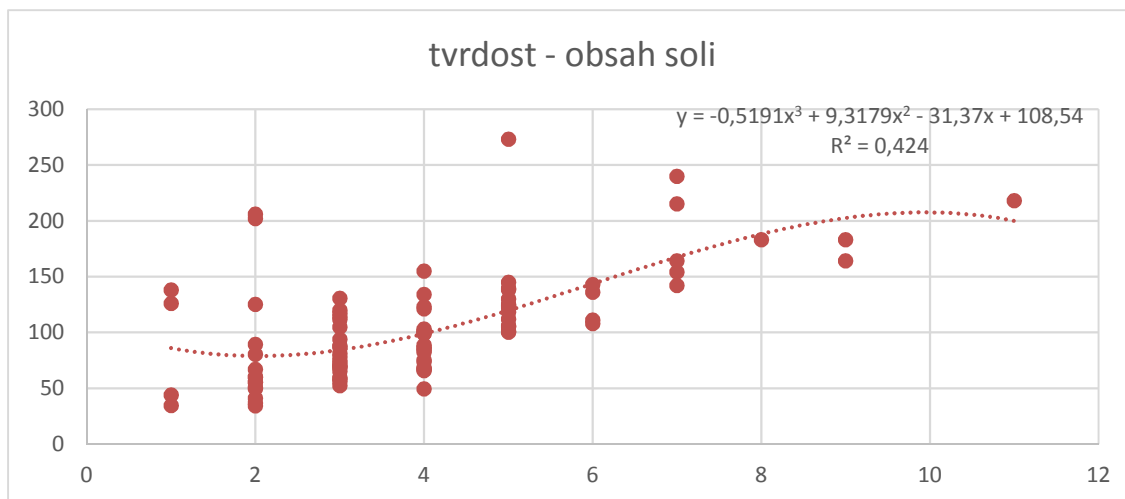




**Grafy 1-4** Závislost pH a tvrdosti vody, pH a vodivosti, pH a TDS, pH a obsahu soli

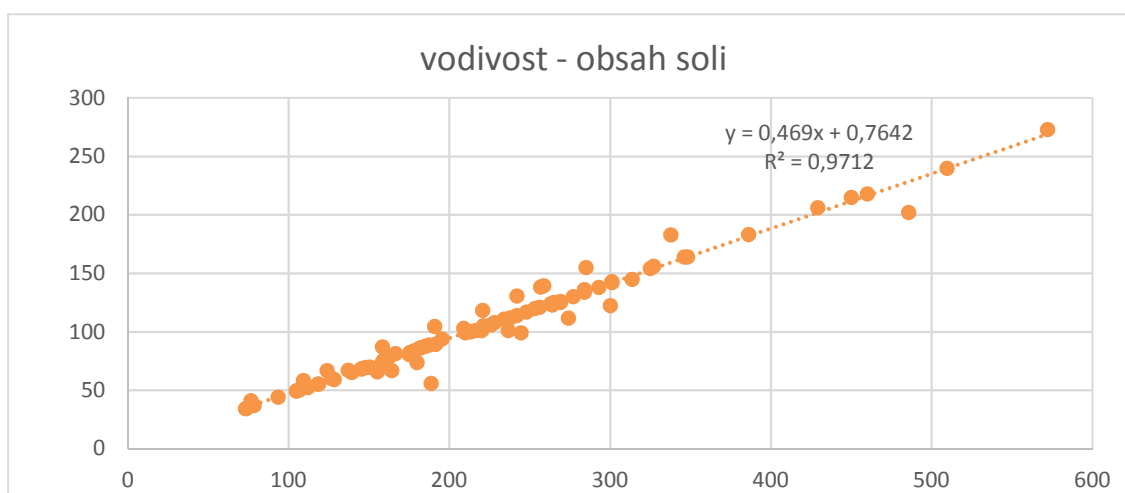
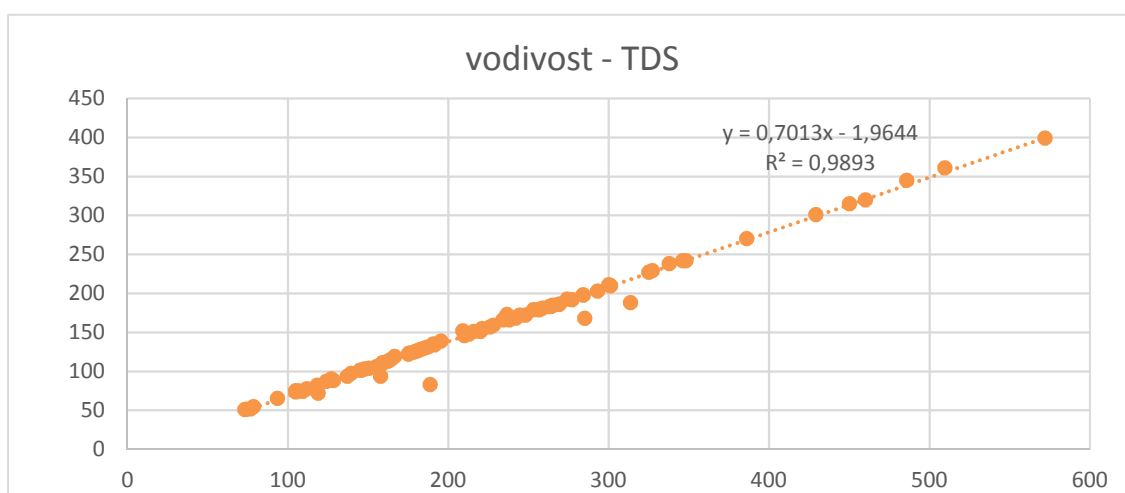
Z grafů zjišťujeme, že mezi pH a ostatními veličinami takřka žádná závislost neexistuje.

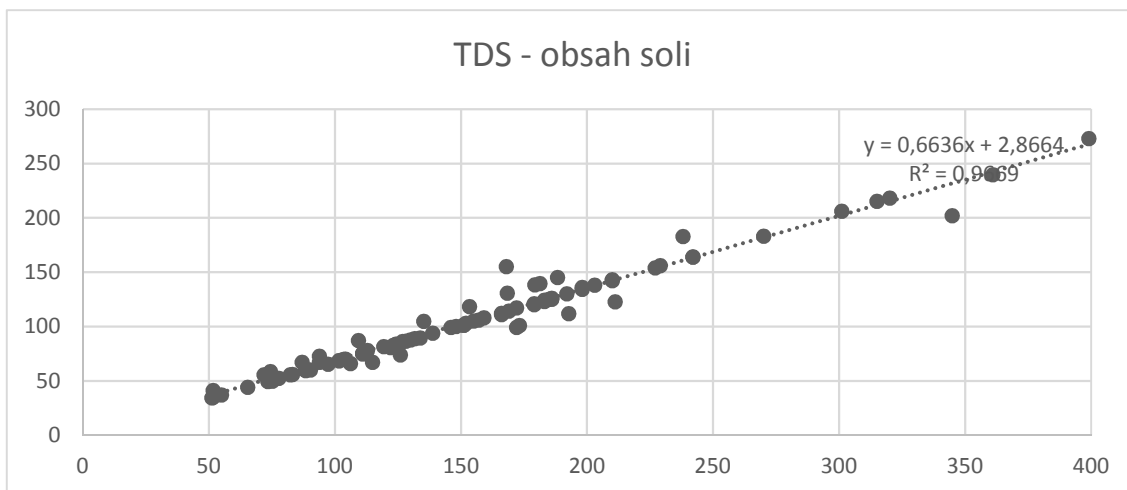




**Grafy 5-7** Závislost tvrdosti a vodivosti, závislost tvrdosti a TDS, závislost tvrdosti a obsahu soli

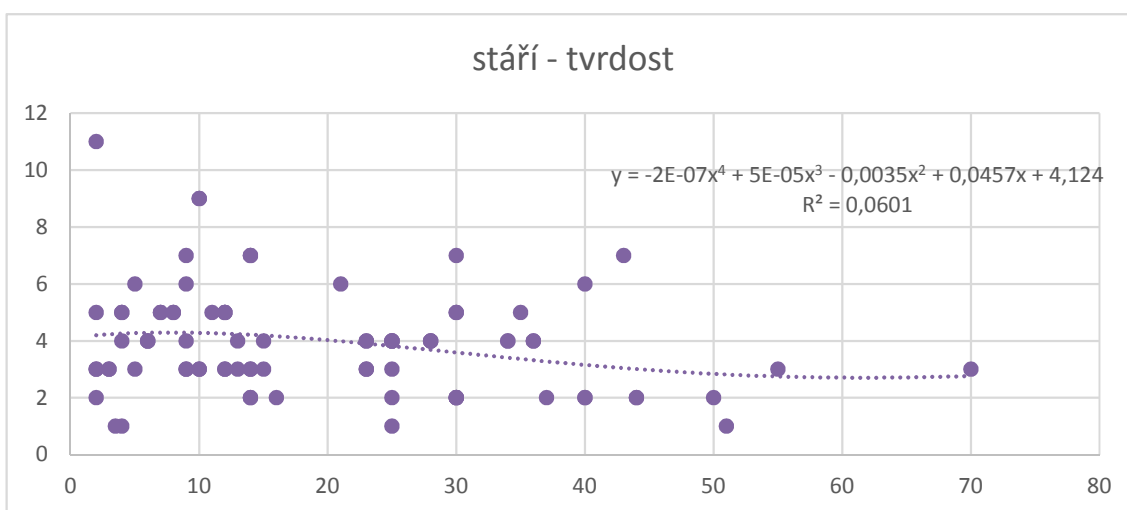
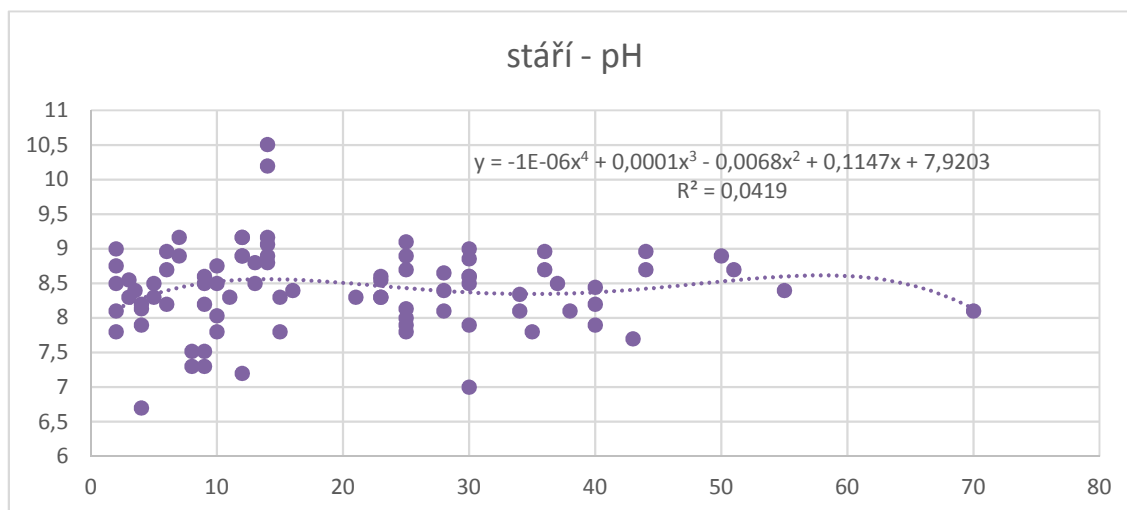
Mezi tvrdostí a vodivostí, množstvím rozpuštěných pevných látek a obsahem soli se dá malá závislost prokázat.

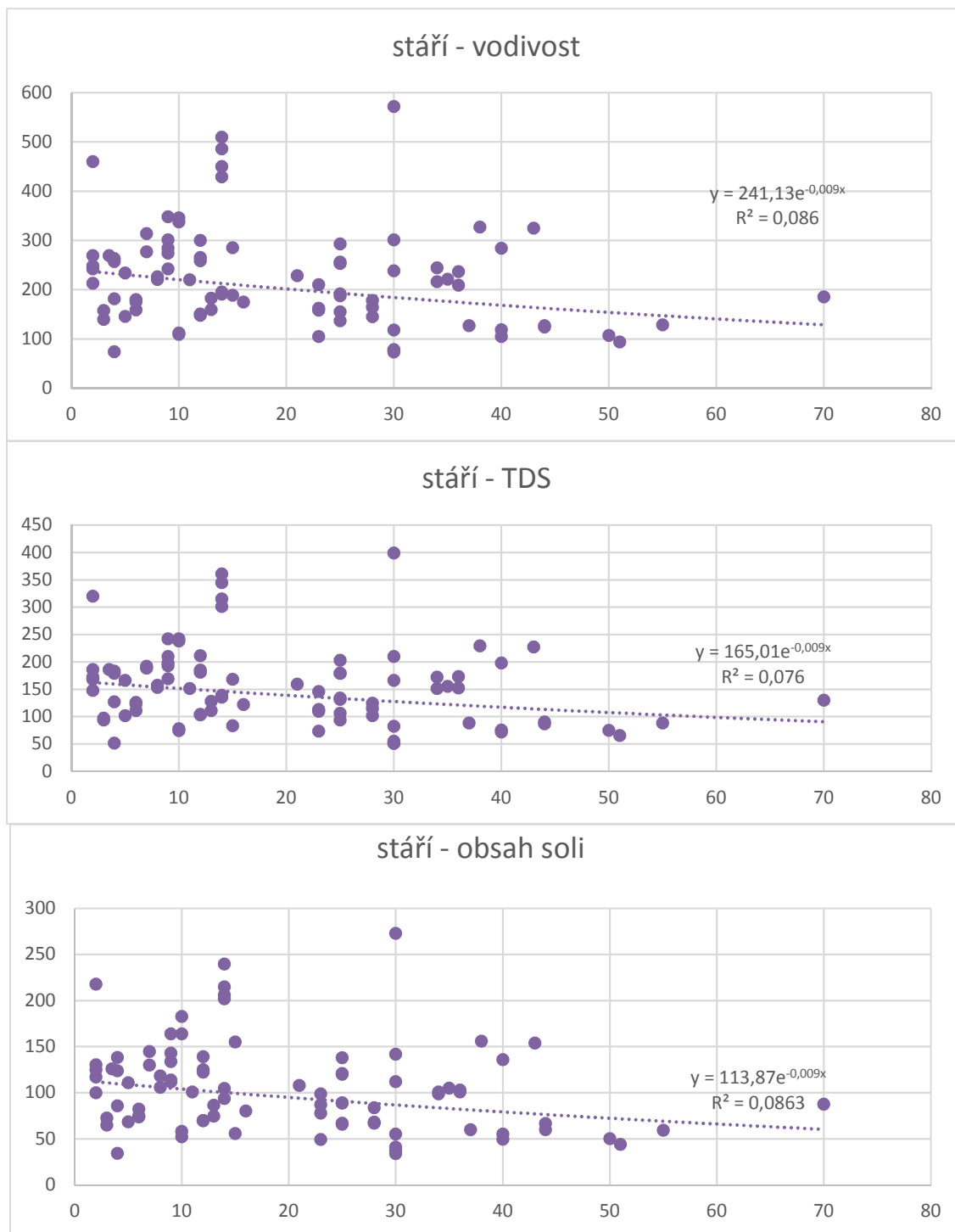




**Grafy č. 9-10** Závislost mezi vodivostí a TDS, vodivostí a obsahem soli, TDS a obsahem soli

Závislost mezi vodivostí a množstvím rozpuštěných pevných látek, vodivostí a obsahem soli a množstvím rozpuštěných pevných látek a obsahem soli je z grafů jasně prokazatelná.





**Grafy 11-15** Závislost mezi stářím a pH, stářím a tvrdostí, stářím a vodivostí, stářím a TDS, stářím a obsahem soli

Naopak mezi stářím potrubní sítě a naměřenými hodnotami neexistuje žádná závislost.

## 7.2 Analýza vzorků

Další část výzkumu je zaměřena na to, jestli u vzorků, které mají společné znaky, jako například stejný Materiál výměníku kotle, jsou naměřené podobné hodnoty. Vzorky byly rozříděny vždy podle jednoho společného znaku.

- Materiál výměníku kotle
- Materiál rozvodů
- Materiál otopných těles
- Úprava a doplňování vody
- Lokalita
- Místo odběru
- Stáří otopné sítě

## 7.2.1 MATERIÁL VÝMĚNÍKU KOTLE

### HLINÍK

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (μS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5	
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5	
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1	
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	litina	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112	
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	hliník	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100	
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6	
											průměr	8,058	0,628	166,231	113,269	77,781
											sm.odchylka	0,687	0,274	57,839	41,317	27,379

### LITINA

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (μS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	litina	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9



31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142	
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114	
41	17.05.2016	OT-h	RD	Pohled	31	litina	ocel	ocel	ano	ne	9,2	0,18	2900	2020	1500	
42	15.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	15	litina	měď	ocel	ano	ano	9,7	0,18	1613	1127	807	
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4	
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1	
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5	
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4	
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164	
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	0,72	145	101,5	68,3	
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406	
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1	
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7	
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7	
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8	
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9	
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4	
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,090	0,834	378,191	263,367	186,116
											sm.odchylka	1,155	0,997	578,639	403,574	298,334

## MĚŘ

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	0,36	118,1	82,3	55,4
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plast/plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0
									průměr		8,344	0,728	186,463	124,294	85,784
									sm.odchylka		0,337	0,267	40,113	33,186	21,964

## 7.2.2 MATERIÁL ROZVODŮ

## MĚŘ

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,54	148	103,3	69,6
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	1,26	348	242	164
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9

6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	3,6	680	476	328
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5
17	11.04.2016		BD	Brno-střed	14		měď	ocel	ne	ano	8,8	1,26	450	315	215
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1
32	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď		ne	ano	8,9	0,9	277	192	130
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,9	265	185	125
34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	1,98	460	320	218
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,9	220	151	101
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	0,72	284	198	134
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	0,9	263	183	124
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	0,18	293	203	138
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plast/plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164
67	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	8,7	0,72	158,8	111	75,2
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	0,54	195,4	138,7	93,9
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	300,0	211,1	122,5
83	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	9,0	0,71	179,8	125,9	73,7
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	1,23	509,4	360,9	239,7
87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	313,6	188,2	145,0
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9

91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	0,60	190,7	135,1	104,7	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	1,00	256,7	179,3	138,3	
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	1,00	258,6	181,3	139,4	
											průměr	8,379	0,863	271,422	186,629	129,347
											sm.odchylka	0,690	0,579	143,982	102,047	70,791

## MĚŘ/OCEL

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výmě- níku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňo- vání vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
8	22.04.2016	VZT jed- notka-h	administrativa	Brno-Mendláanky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9	0,36	269	186	125	
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerez	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	0,36	107	74,9	50,4	
28	20.05.2016	OT-h	administrativa	Zlín		nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	8,4	1,44	386	270	183	
											průměr	8,767	0,720	254,000	176,967	119,467
											sm.odchylka	0,321	0,624	140,104	97,863	66,473

## MĚĎ/PLAST

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258	
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	hliník	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100	
											průměr	5,600	3,240	376,500	262,500	179,000
											sm.odchylka	3,536	3,309	231,224	161,927	111,723

## OCEL

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	0,18	269	186	126
10	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	0,36	73,2	51,2	34,2
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3
13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	0,18	93,5	65,4	44
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	0,36	429	301	206
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	0,72	209	152	103
18	11.04.2016		BD	Brno-střed	70	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,54	185	130	87,7
19	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed		ocel	ocel	plech			7,8	0,72	264	183	123
20	12.04.2016	OT-h	RD	Chotěboř		ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,18	665	464	320
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	0,36	191,4	133,8	89,3
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	ocel	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9

24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerez	ocel	plech	ne	ano	8,6	0,72	104,9	73,4	49,4
29	19.05.2016	OT-h	BD	Zlín		ocel	ocel	ocel	ne	ano	9,1	0,54	166,5	119,3	81,3
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	1,26	325	227	154
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	ocel	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	0,9	572	399	273
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	0,36	975	680	475
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	0,36	126,9	90,3	60
52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	2,88	424	296	204
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,72	210	146	99
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	0,54	128,3	88,4	59,3
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	0,36	78,5	54,9	36,9
64	23.05.2016	OT-d	administrativa	Krucemburk	29	ocel	ocel		ano	ano	9,4	0,18	189,7	1325	962
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,72	216	151	101
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	0,72	145	101,5	68,3
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	0,72	187,5	131,6	88,8
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	0,54	253	179	120
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	1,08	284	198	136
74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	2,88	476	332	227
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	0,71	244,5	172,0	99,0
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	0,35	485,6	344,8	201,9
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	0,71	236,6	173,1	100,9
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4

94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0	
97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	0,40	76,6	51,7	41,1	
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	0,40	123,9	86,9	66,9	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,409	0,693	235,935	189,720	76,810
											sm.odchylka	0,597	0,529	169,230	204,981	147,015

## 7.2.3 MATERIÁL TĚLES

### LITINA

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	0,18	93,5	65,4	44	
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258	
18	11.04.2016		BD	Brno-střed	70	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,54	185	130	87,7	
20	12.04.2016	OT-h	RD	Chotěboř		ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,18	665	464	320	
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	ocel	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112	
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	0,9	572	399	273	
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,72	210	146	99	
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5	
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78	
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,72	216	151	101	
74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	2,88	476	332	227	
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	0,71	244,5	172,0	99,0	
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0	
											průměr	7,969	1,167	303,325	211,739	144,012

sm.odchylka	1,485	1,484	188,506	131,506	90,605
-------------	-------	-------	---------	---------	--------

## OCEL

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměn- níku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňo- vání vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,54	148	103,3	69,6
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	1,26	348	242	164
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9
6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	3,6	680	476	328
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
8	22.04.2016	VZT jedn	administrativa	Brno-Mendlánky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9	0,36	269	186	125
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	0,18	269	186	126
10	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	0,36	73,2	51,2	34,2
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	0,36	429	301	206
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	0,72	209	152	103
17	11.04.2016		BD	Brno-střed	14		měď	ocel	ne	ano	8,8	1,26	450	315	215
19	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed		ocel	ocel	plech			7,8	0,72	264	183	123
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	0,36	191,4	133,8	89,3
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	ocel	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9
24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerez	ocel	plech	ne	ano	8,6	0,72	104,9	73,4	49,4
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerez	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	0,36	107	74,9	50,4
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9



27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1
28	20.05.2016	OT-h	administrativa	Zlín		nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	8,4	1,44	386	270	183
29	19.05.2016	OT-h	BD	Zlín		ocel	ocel	ocel	ne	ano	9,1	0,54	166,5	119,3	81,3
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	1,26	325	227	154
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,9	265	185	125
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,9	220	151	101
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	0,72	284	198	134
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	0,36	118,1	82,3	55,4
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	ocel	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	0,9	263	183	124
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	0,18	293	203	138
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	0,36	975	680	475
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	0,36	126,9	90,3	60
52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	2,88	424	296	204
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	0,54	128,3	88,4	59,3
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4
60	22.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	38	ocel		plech	ano	ne	8,1	0	327	229	156
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	0,36	78,5	54,9	36,9
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	0,72	145	101,5	68,3
67	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	8,7	0,72	158,8	111	75,2
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406

69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155	
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1	
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	0,72	187,5	131,6	88,8	
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	0,54	253	179	120	
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	1,08	284	198	136	
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7	
76	18.05.2016	OT-d	BD	Praha	9	ocel	plast	plech	ano	ano	8,2	1,08	301	210	143	
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	0,54	195,4	138,7	93,9	
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7	
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8	
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	300,0	211,1	122,5	
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9	
83	24.05.2016	OT-h	RD	Kláster	6	ocel	měď	plech	ano	ano	9,0	0,71	179,8	125,9	73,7	
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	0,35	485,6	344,8	201,9	
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	0,71	236,6	173,1	100,9	
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	1,23	509,4	360,9	239,7	
87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	313,6	188,2	145,0	
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6	
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4	
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9	
91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	0,60	190,7	135,1	104,7	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	1,00	256,7	179,3	138,3	
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	1,00	258,6	181,3	139,4	
97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	0,40	76,6	51,7	41,1	
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	0,40	123,9	86,9	66,9	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,399	0,747	244,992	169,703	116,183
											sm.odchylka	0,658	0,520	151,674	106,628	73,543

## 7.2.4 ÚPRAVA A DOPLŇOVÁNÍ VODY

### ANO

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
8	22.04.2016	VZT jedn	administrativa	Brno-Mendlánky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9	0,36	269	186	125
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	0,18	269	186	126
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	0,36	429	301	206
18	11.04.2016		BD	Brno-střed	70	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,54	185	130	87,7
28	20.05.2016	OT-h	administrativa	Zlín		nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	8,4	1,44	386	270	183
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	0,18	293	203	138
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	0,36	975	680	475
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5
60	22.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	38	ocel		plech	ano	ne	8,1	0	327	229	156
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164
64	23.05.2016	OT-d	administrativa	Krucemburk	29	ocel	ocel		ano	ano	9,4	0,18	189,7	1325	962
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,72	216	151	101
67	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	8,7	0,72	158,8	111	75,2
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	0,72	187,5	131,6	88,8
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	1,08	284	198	136
74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	2,88	476	332	227
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7

76	18.05.2016	OT-d	BD	Praha	9	ocel	plast	plech	ano	ano	8,2	1,08	301	210	143	
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	0,54	195,4	138,7	93,9	
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8	
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	0,71	244,5	172,0	99,0	
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9	
83	24.05.2016	OT-h	RD	Kláster	6	ocel	měď	plech	ano	ano	9,0	0,71	179,8	125,9	73,7	
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	0,35	485,6	344,8	201,9	
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4	
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9	
91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	0,60	190,7	135,1	104,7	
97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	0,40	76,6	51,7	41,1	
											průměr	8,583	0,704	280,303	229,874	158,834
											sm.odchylka	0,632	0,548	189,296	234,367	168,983

## NE

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,54	148	103,3	69,6
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	1,26	348	242	164
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9
6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	3,6	680	476	328
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
10	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	0,36	73,2	51,2	34,2
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5

13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	0,18	93,5	65,4	44
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	0,72	209	152	103
17	11.04.2016		BD	Brno-střed	14		měď	ocel	ne	ano	8,8	1,26	450	315	215
20	12.04.2016	OT-h	RD	Chotěboř		ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,18	665	464	320
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	0,36	191,4	133,8	89,3
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	ocel	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9
24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerez	ocel	plech	ne	ano	8,6	0,72	104,9	73,4	49,4
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerez	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	0,36	107	74,9	50,4
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1
29	19.05.2016	OT-h	BD	Zlín		ocel	ocel	ocel	ne	ano	9,1	0,54	166,5	119,3	81,3
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	1,26	325	227	154
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142
32	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď		ne	ano	8,9	0,9	277	192	130
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,9	265	185	125
34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	1,98	460	320	218
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,9	220	151	101
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	0,72	284	198	134
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	ocel	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	0,9	572	399	273
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	0,36	118,1	82,3	55,4
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	ocel	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	0,9	263	183	124
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	0,36	126,9	90,3	60

52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	2,88	424	296	204	
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,72	210	146	99	
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	0,54	128,3	88,4	59,3	
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78	
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4	
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	0,36	78,5	54,9	36,9	
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	0,72	145	101,5	68,3	
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	0,54	253	179	120	
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7	
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	300,0	211,1	122,5	
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	0,71	236,6	173,1	100,9	
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	1,23	509,4	360,9	239,7	
87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	313,6	188,2	145,0	
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0	
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	1,00	256,7	179,3	138,3	
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	1,00	258,6	181,3	139,4	
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	0,40	123,9	86,9	66,9	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,231	0,872	240,645	166,723	114,026
											sm.odchylka	0,893	0,823	136,402	95,935	65,626

## 7.2.5 LOKALITA

### BRNĚNSKO

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdot (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	3,6	680	476	328	
8	22.04.2016	VZT jedn	administrativa	Brno-Mendlánky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9	0,36	269	186	125	
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	0,18	269	186	126	
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	0,36	429	301	206	
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	0,72	209	152	103	
17	11.04.2016		BD	Brno-střed	14		měď	ocel	ne	ano	8,8	1,26	450	315	215	
18	11.04.2016		BD	Brno-střed	70	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,54	185	130	87,7	
19	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed		ocel	ocel	plech			7,8	0,72	264	183	123	
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4	
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	0,18	293	203	138	
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	0,35	485,6	344,8	201,9	
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	0,71	236,6	173,1	100,9	
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	1,23	509,4	360,9	239,7	
											průměr	8,749	0,827	340,417	239,418	158,665
											sm.odchylka	0,985	0,901	156,307	109,742	74,185

## CHOTĚBOŘSKO

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměn- níku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňo- vání vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdość (mmol/l)	vodivost (μS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
20	12.04.2016	OT-h	RD	Chotěboř		ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,18	665	464	320
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	1,26	325	227	154
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142
34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	1,98	460	320	218
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	0,9	263	183	124
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	0,36	126,9	90,3	60
52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	2,88	424	296	204
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4
60	22.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	38	ocel		plech	ano	ne	8,1	0	327	229	156
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	0,36	78,5	54,9	36,9
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164
64	23.05.2016	OT-d	administrativa	Krucemburk	29	ocel	ocel		ano	ano	9,4	0,18	189,7	1325	962
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	0,72	187,5	131,6	88,8
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	0,54	253	179	120
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	1,08	284	198	136



74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	2,88	476	332	227	
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7	
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	0,54	195,4	138,7	93,9	
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7	
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8	
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4	
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9	
91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	0,60	190,7	135,1	104,7	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	1,00	256,7	179,3	138,3	
97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	0,40	76,6	51,7	41,1	
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	0,40	123,9	86,9	66,9	
											průměr	8,230	0,820	259,209	212,264	148,823
											sm.odchylka	0,572	0,662	156,331	217,374	156,806

## HAVLÍČKOBRODSKO

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,54	148	103,3	69,6
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	1,26	348	242	164
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	0,36	191,4	133,8	89,3
32	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď		ne	ano	8,9	0,9	277	192	130
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,9	265	185	125
34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	1,98	460	320	218

35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7	
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105	
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,9	220	151	101	
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	0,72	284	198	134	
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	ocel	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112	
41	17.05.2016	OT-h	RD	Pohled	31	litina	ocel	ocel	ano	ne	9,2	0,18	2900	2020	1500	
42	15.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	15	litina	měď	ocel	ano	ano	9,7	0,18	1613	1127	807	
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	0,9	572	399	273	
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	0,36	118,1	82,3	55,4	
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108	
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	ocel	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100	
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	0,36	975	680	475	
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,72	210	146	99	
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1	
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	0,54	128,3	88,4	59,3	
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5	
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78	
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86	
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,72	216	151	101	
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	0,72	145	101,5	68,3	
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155	
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	300,0	211,1	122,5	
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	0,71	244,5	172,0	99,0	
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9	
87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	313,6	188,2	145,0	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0	
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	1,00	258,6	181,3	139,4	
											průměr	8,544	0,729	368,155	254,985	179,510
											sm.odchylka	0,434	0,323	512,429	357,492	264,173

## ZLÍNSKO

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
10	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	0,36	73,2	51,2	34,2	
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3	
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5	
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5	
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	ocel	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9	
24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerex	ocel	plech	ne	ano	8,6	0,72	104,9	73,4	49,4	
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerex	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	0,36	107	74,9	50,4	
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9	
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1	
28	20.05.2016	OT-h	administrativa	Zlín		nerex	měď/ocel	ocel	ano	ano	8,4	1,44	386	270	183	
29	19.05.2016	OT-h	BD	Zlín		ocel	ocel	ocel	ne	ano	9,1	0,54	166,5	119,3	81,3	
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,153	0,599	151,677	101,069	69,492
											sm.odchylka	0,677	0,297	80,470	56,227	37,939

## OSTRAVSKO

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (μS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	0,18	93,5	65,4	44	
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258	
											průměr	5,900	2,880	316,750	221,200	151,000
											sm.odchylka	3,960	3,818	315,723	220,334	151,321

## 7.2.6 MÍSTO ODBĚRU

### KOTEL

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (μS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerez	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	0,36	107	74,9	50,4
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	1,26	325	227	154
34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	1,98	460	320	218
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	0,72	284	198	134
42	15.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	15	litina	měď	ocel	ano	ano	9,7	0,18	1613	1127	807
52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	2,88	424	296	204
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1
60	22.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	38	ocel		plech	ano	ne	8,1	0	327	229	156
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	0,36	78,5	54,9	36,9

97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	0,40	76,6	51,7	41,1	
											průměr	8,414	0,838	370,738	258,716	180,231
											sm.odchylka	0,596	0,877	433,542	303,017	217,469

### OT-d

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,54	148	103,3	69,6
6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	3,6	680	476	328
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	0,72	209	152	103
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	0,36	191,4	133,8	89,3
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	ocel	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	0,9	572	399	273
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	ocel	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	0,9	263	183	124
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	0,36	126,9	90,3	60
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,72	210	146	99
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4
64	23.05.2016	OT-d	administrativa	Krucemburk	29	ocel	ocel		ano	ano	9,4	0,18	189,7	1325	962
74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	2,88	476	332	227

76	18.05.2016	OT-d	BD	Praha	9	ocel	plast	plech	ano	ano	8,2	1,08	301	210	143	
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	0,54	195,4	138,7	93,9	
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	0,71	236,6	173,1	100,9	
91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	0,60	190,7	135,1	104,7	
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	1,00	256,7	179,3	138,3	
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	0,40	123,9	86,9	66,9	
											průměr	8,201	1,080	261,158	228,878	158,760
											sm.odchylka	1,207	1,206	146,358	250,500	181,731

### OT-h

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výmě- níku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňo- vání vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdość (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	1,26	348	242	164
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9
10	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	0,36	73,2	51,2	34,2
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5
13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	0,18	93,5	65,4	44
19	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed		ocel	ocel	plech			7,8	0,72	264	183	123
20	12.04.2016	OT-h	RD	Chotěboř		ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,18	665	464	320
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5
24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerez	ocel	plech	ne	ano	8,6	0,72	104,9	73,4	49,4
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1
28	20.05.2016	OT-h	administrativa	Zlín		nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	8,4	1,44	386	270	183
29	19.05.2016	OT-h	BD	Zlín		ocel	ocel	ocel	ne	ano	9,1	0,54	166,5	119,3	81,3

32	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď		ne	ano	8,9	0,9	277	192	130
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,9	265	185	125
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,9	220	151	101
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	ocel	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112
41	17.05.2016	OT-h	RD	Pohled	31	litina	ocel	ocel	ano	ne	9,2	0,18	2900	2020	1500
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	0,36	118,1	82,3	55,4
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	0,18	293	203	138
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	0,36	975	680	475
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	0,54	128,3	88,4	59,3
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78
63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,72	216	151	101
67	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	8,7	0,72	158,8	111	75,2
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	0,72	187,5	131,6	88,8
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	0,54	253	179	120
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	1,08	284	198	136
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	300,0	211,1	122,5
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	0,71	244,5	172,0	99,0
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9
83	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	9,0	0,71	179,8	125,9	73,7
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	1,23	509,4	360,9	239,7

87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	313,6	188,2	145,0	
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6	
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4	
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0	
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	1,00	258,6	181,3	139,4	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,345	0,695	301,539	208,820	145,151
											sm.odchylka	0,605	0,346	404,938	282,460	208,903

### R+S

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	0,18	269	186	126	
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	0,36	429	301	206	
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	0,35	485,6	344,8	201,9	
											průměr	9,702	0,298	394,543	277,251	177,960
											sm.odchylka	1,138	0,102	112,349	81,997	45,046



### VZT

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (microS)	TDS (ppm, m/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
8	22.04.2016	VZT jednotka-h	administrativa	Brno-Mendláanky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9		269	186	125

### TČ

61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plast/plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86
----	------------	----	----	----------------	---	-----	-----	-------------	-----	-----	-----	------	-------	-------	----

## 7.2.7 STÁŘÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

### STÁŘÍ

#### 1-5 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
2	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,5	0,54	248	172	117
8	22.04.2016	VZT jedn	administrativa	Brno-Mendláanky	2	nerez	měď/ocel	ocel	ano	ano	9	0,36	269	186	125
9	15.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	3,5	ocel	ocel	ocel	ano	ano	8,4	0,18	269	186	126
12	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	4	hliník	měď	ocel	ne	ano	6,7	0,18	74	51,5	34,5
14	16.04.2016	OT-d	RD	Krnov	3	litina	měď/plast	litina	ne	ano	3,1	5,58	540	377	258
27	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,54	139,3	97,2	65,1

34	17.05.2016	kotel	RD	Stříbrné Hory	2		měď		ne	ano	7,8	1,98	460	320	218	
46	15.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	2	hliník	měď/plast	ocel	ne	ano	8,1	0,9	213	148	100	
47	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	7,9	0,9	263	183	124	
48	17.05.2016	OT-h	RD	Brno	5	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,5	0,54	145,8	101,7	68,4	
54	26.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	5	měď	měď	plech	ano	ano	8,3	1,08	234	166	111	
61	20.05.2016	TČ	RD	Havlíčkův Brod	4	měď	měď	plech	ano	ano	8,2	0,72	181,4	126,8	86	
88	12.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	3	hliník	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,53	157,7	93,8	72,6	
93	12.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	2	litina	měď	plech	ne	ano	8,8	0,60	242,0	168,3	130,5	
95	15.05.2016	OT-d	RD	Habry	4	nerez	měď	ocel	ne	ano	8,1	1,00	256,7	179,3	138,3	
											průměr	7,883	1,042	246,195	170,439	118,287
											sm.odchylka	1,422	1,331	118,902	83,793	57,324

### 6-10 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
3	12.05.2016	OT-h	RD	Mírovka	9	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,6	1,26	348	242	164
4	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,9	226	157	106
6	12.05.2016	OT-d	RD	Klobouky u Brna	10	ocel	měď	ocel	ne	ano	6,6	3,6	680	476	328
11	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	7,8	0,54	111,9	77,7	52,3
22	13.05.2016	OT-h	RD	Slavičín	6	hliník	měď	plech	ne	ano	8,2	0,72	175,4	123,1	82,5
32	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď		ne	ano	8,9	0,9	277	192	130
36	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,3	0,54	242	169	114
39	15.05.2016	kotel	RD	Humpolec	9	nerez	měď	plech	ne	ano	8,5	0,72	284	198	134

63	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,5	1,62	346	242	164	
67	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	8,7	0,72	158,8	111	75,2	
76	18.05.2016	OT-d	BD	Praha	9	ocel	plast	plech	ano	ano	8,2	1,08	301	210	143	
78	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	9	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	0,53	273,9	192,7	111,7	
83	24.05.2016	OT-h	RD	Klášter	6	ocel	měď	plech	ano	ano	9,0	0,71	179,8	125,9	73,7	
87	16.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	7	nerez	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	313,6	188,2	145,0	
90	01.06.2016	OT-h	RD	Chotěboř	10	litina	měď	plech	ano	ano	8,8	1,59	337,7	238,0	182,9	
92	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	8	litina	měď	plech	ne	ano	7,5	1,00	220,6	153,4	118,2	
99	17.04.2016	OT-h	RD	Slavičín	10	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,0	0,60	109,2	74,4	58,3	
											průměr	8,150	1,053	269,697	186,493	128,396
											sm.odchylka	0,714	0,736	130,654	91,330	64,024

### 11-15 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)
1	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,54	148	103,3	69,6
5	13.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	12	litina	měď	plech	ne	ano	7,2	0,54	150,6	104,1	69,9
15	11.04.2016	R+S-d	škola	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,2	0,36	429	301	206
17	11.04.2016		BD	Brno-střed	14		měď	ocel	ne	ano	8,8	1,26	450	315	215
26	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	15	měď	měď	plech	ne	ne	8,3	0,54	188,7	83,1	55,9
33	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerez	měď	plech	ne	ano	8,9	0,9	265	185	125
35	16.05.2016	OT-d	RD	Veselý Žďár	13	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,5	0,54	159,3	110,9	74,7
38	16.05.2016	OT-h	RD	Přibyslav	11	ocel	měď	ocel	ne	ano	8,3	0,9	220	151	101

42	15.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	15	litina	měď	ocel	ano	ano	9,7	0,18	1613	1127	807	
57	30.05.2016	OT-d	RD	Přibyslav	13	litina	měď	litina	ano	ano	8,8	0,72	182,7	128,1	86,5	
69	19.05.2016	OT-h	RD	Česká Bělá	15	ocel	měď	ocel	ano	ano	7,8	0,72	285	168	155	
77	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	8,9	0,54	195,4	138,7	93,9	
80	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerex	měď	plech	ne	ano	9,2	0,88	300,0	211,1	122,5	
84	11.04.2016	R+S-d	RD	Brno-střed	14	ocel	ocel	ocel	ano	ano	10,5	0,35	485,6	344,8	201,9	
86	11.04.2016	OT-h	BD	Brno-střed	14	ocel	měď	ocel	ne	ano	9,1	1,23	509,4	360,9	239,7	
91	19.05.2016	OT-d	RD	Ždírec nad Doubravou	14	ocel	měď	plech	ano	ano	9,2	0,60	190,7	135,1	104,7	
96	16.05.2016	OT-h	RD	Krásná Hora	12	nerex	měď	plech	ne	ano	9,2	1,00	258,6	181,3	139,4	
											průměr	8,904	0,695	354,768	244,021	168,687
											sm.odchylka	0,796	0,301	345,890	244,190	173,992

### 16-20 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
59	25.05.2016	OT-d	RD	Seč	16	litina	měď	ocel	ne	ano	8,4	0,36	175	122	80,4	
68	19.05.2016	OT-h	RD	Ždírec nad Doubravou	16	litina	měď	plech	ano	ano	9,4	0,18	838	585	406	
											průměr	8,900	0,270	506,500	353,500	243,200
											sm.odchylka	0,707	0,127	468,812	327,390	230,234

## 21-25 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
7	15.05.2016	kotel	RD	Dlouhá Ves	25	litina	ocel	ocel	ne	ano	8	0,72	256	179	121	
21	12.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	25	ocel	ocel	ocel	ne	ano	8,7	0,36	191,4	133,8	89,3	
24	12.05.2016	OT-h	BD	Slavičín	23	nerex	ocel	plech	ne	ano	8,6	0,72	104,9	73,4	49,4	
45	13.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	21	měď	ocel	ocel	ne	ano	8,3	1,08	228	159	108	
49	20.05.2016	OT-h	škola	Brno	25	ocel	měď	plech	ano	ano	9,1	0,18	293	203	138	
53	22.05.2016	OT-d	RD	Havlíčkův Brod	23	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,72	210	146	99	
58	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,3	0,54	162,2	112,8	78	
70	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	7,9	0,72	137	93,8	67,1	
71	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ano	ano	7,8	0,72	187,5	131,6	88,8	
72	24.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,9	0,54	253	179	120	
79	16.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	25	litina	ocel	ocel	ano	ne	8,1	0,71	155,1	106,1	65,8	
94	27.05.2016	OT-h	BD	Havlíčkův Brod	23	měď	ocel	litina	ne	ano	8,5	0,60	158,3	109,3	87,0	
											průměr	8,382	0,634	194,699	135,567	92,611
											sm.odchylka	0,400	0,222	55,242	38,944	25,944

## 26-30 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
10	15.04.2016	OT-h	administrativa	Slavičín	30		ocel	ocel	ne	ano	7	0,36	73,2	51,2	34,2	
23	13.05.2016	OT-d	RD	Slavičín	28	litina	ocel	plech	ne	ano	8,1	0,72	178	124,3	83,9	
31	16.05.2016	OT-d	RD	Maleč	30	litina	ocel	ocel	ne	ne	7,9	1,26	301	210	142	
40	14.05.2016	OT-h	BD	Dolní Krupá	30	hliník	ocel	litina	ne	ne	8,5	0,9	238	166	112	
43	15.05.2016	OT-d	RD	Lipnice nad Sázavou	30	ocel	ocel	litina	ne	ne	8,6	0,9	572	399	273	
44	15.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	30	měď		ocel	ne	ne	9	0,36	118,1	82,3	55,4	
52	18.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	30	ocel	ocel	ocel	ne	ano	7,9	2,88	424	296	204	
62	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,6	0,36	78,5	54,9	36,9	
64	23.05.2016	OT-d	administrativa	Krucemburk	29	ocel	ocel		ano	ano	9,4	0,18	189,7	1325	962	
66	25.05.2016		RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ne	ano	8,4	0,72	145	101,5	68,3	
82	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	28	litina	ocel	ocel	ano	ano	8,7	0,71	164,1	114,9	66,9	
97	30.05.2016	kotel	RD	Libice nad Doubravou	30	ocel	ocel	ocel	ano	ne	8,9	0,40	76,6	51,7	41,1	
											průměr	8,409	0,812	213,188	248,067	173,315
											sm.odchylka	0,623	0,720	152,492	355,437	258,899

## 31-40 LET

	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (µS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
16	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,7	0,72	209	152	103	
37	16.05.2016	OT-d	BD	Havlíčkův Brod	35	měď	ocel	plech	ne	ne	7,8	0,9	221	155	105	
41	17.05.2016	OT-h	RD	Pohled	31	litina	ocel	ocel	ano	ne	9,2	0,18	2900	2020	1500	
50	24.05.2016	OT-h	hosp. stavení	Golčův Jeníkov	40	ocel	ocel	plech	ano	ne	8,2	0,36	975	680	475	
55	27.05.2016	kotel	RD	Česká Bělá	37	litina	ocel	plech	ano	ano	8,5	0,36	127	88,4	60,1	
60	22.05.2016	kotel	RD	Chotěboř	38	ocel		plech	ano	ne	8,1	0	327	229	156	
65	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,72	216	151	101	
73	22.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	ocel	ocel	ocel	ano	ne	7,9	1,08	284	198	136	
75	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,2	0,36	104,9	75,1	49,7	
81	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	34	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,3	0,71	244,5	172,0	99,0	
85	11.04.2016	OT-d	RD	Brno-venkov	36	ocel	ocel	ocel	ne	ne	9,0	0,71	236,6	173,1	100,9	
89	20.05.2016	OT-h	RD	Chotěboř	40	litina	ocel	plech	ano	ano	8,4	0,35	118,7	71,8	55,4	
											průměr	8,371	0,537	496,979	347,113	245,095
											sm.odchylka	0,418	0,315	790,887	550,757	411,049

## 41-80 LET

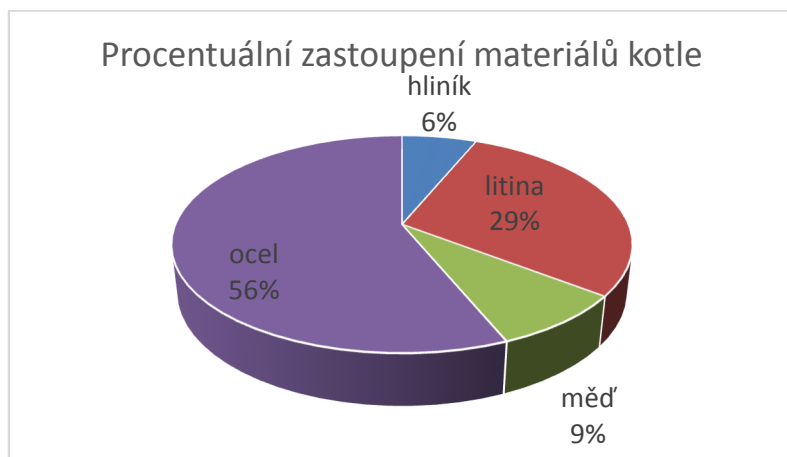
	Datum odběru	Místo odběru	Typ budovy	Lokalita	Stáří sítě	Materiál výměníku kotle	Materiál rozvodů	Materiál těles	Úprava a doplňování vody	Filtr	pH-přístroj	Tvrdost (mmol/l)	vodivost (μS)	TDS (ppm, mg/l)	Obsah soli (ppm, mg/l)	
25	12.05.2016	kotel	RD	Slavičín	50	nerez	měď/ocel	plech	ne	ano	8,9	0,36	107	74,9	50,4	
30	16.05.2016	kotel	BD	Chotěboř	43	ocel	ocel	plech	ne	ano	7,7	1,26	325	227	154	
51	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	8,7	0,36	126,9	90,3	60	
98	23.05.2016	OT-d	BD	Chotěboř	44	ocel	ocel	plech	ne	ne	9,0	0,40	123,9	86,9	66,9	
13	16.04.2016	OT-h	BD	Ostrava-Zábřeh	51	ocel	ocel	litina	ne	ano	8,7	0,18	93,5	65,4	44	
18	11.04.2016		BD	Brno-střed	70	ocel	ocel	litina	ano	ano	8,1	0,54	185	130	87,7	
56	25.05.2016	OT-h	RD	Havlíčkův Brod	55	ocel	ocel	ocel	ne	ne	8,4	0,54	128,3	88,4	59,3	
74	17.05.2016	OT-d	RD	Chotěboř	80	ocel	ocel	litina	ano	ne	7,9	2,88	476	332	227	
											průměr	6,848	111,126	142,075	115,265	93,663
											sm.odchylka	0,474	0,895	135,305	94,268	64,169

Tabulka 17 Rozdělení vzorků dle parametrů



## 8 ZÁVĚR

Z naměřených vzorků v realizovaných soustavách rozříděných podle materiálu kotle bylo zjištěno, že největší procentuální zastoupení mají kotle s ocelovým výměníkem 56 %, 30 % kotlů bylo litinových. Kotlů s hliníkovým nebo měděným výměníkem bylo podstatně méně.



**Graf 16** Procentuální zastoupení materiálů výměníku kotle

Parametry otopné vody z kotlů s hliníkovým výměníkem se výrazně liší tvrdostí vody (průměr 0,63 mmol/l) oproti ostatním materiálům, kde se hodnota tvrdosti pohybuje okolo 0,8 mmol/l. Voda ze soustav s kotli s hliníkovými a měděnými výměníky se vyznačují nízkými naměřenými hodnotami, naopak voda z kotlů s výměníky ocelovými nebo litinové kotle má hodnoty podstatně vyšší.

Materiál	Vodivost ( $\mu\text{S}$ )	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Hliník	166,23	113,27	77,78
Měď	186,46	124,29	85,78
Litina	378,19	263,37	186,12
Ocel	280,85	217,56	149,42

**Tabulka 18** Souhrn výsledků pro rozdělení dle materiálu výměníku kotle

Správná kvalita vody hraje v případě materiálu kotle významnou roli. Nekvalitní voda nenávratně poškozuje výměník a dochází ke zkracování jeho životnosti. Největší nároky jsou kladeny na kotle s hliníkovým výměníkem. Výrobce těchto kotlů předepisuje parametry kvality vody takto:

- pH 7,9-8,5 (zdroj)
- tvrdost minimálně 0,36 mmol/l (zdroj)
- vodivost 60-500  $\mu$ S (zdroj)

Z mých šesti vzorků vody ze soustav s kotli s hliníkovými výměníky pouze jeden vzorek nesplňoval výrobcem požadované hodnoty.

Kotle s měděnými výměníky jsou na kvalitu vody taktéž velmi náchylné, proto pro ně výrobce také předepisuje kvalitu otopné vody. Všechny 8 mnou měřených vzorků splňovalo tyto parametry:

- pH minimálně 7 (zdroj)
- tvrdost maximálně 1,8 mmol/l (zdroj)
- vodivost maximálně 500  $\mu$ S (zdroj)

Pro kotle s ocelovými nebo nerezovými výměníky lze také nalézt parametry, které by měla otopná voda splňovat:

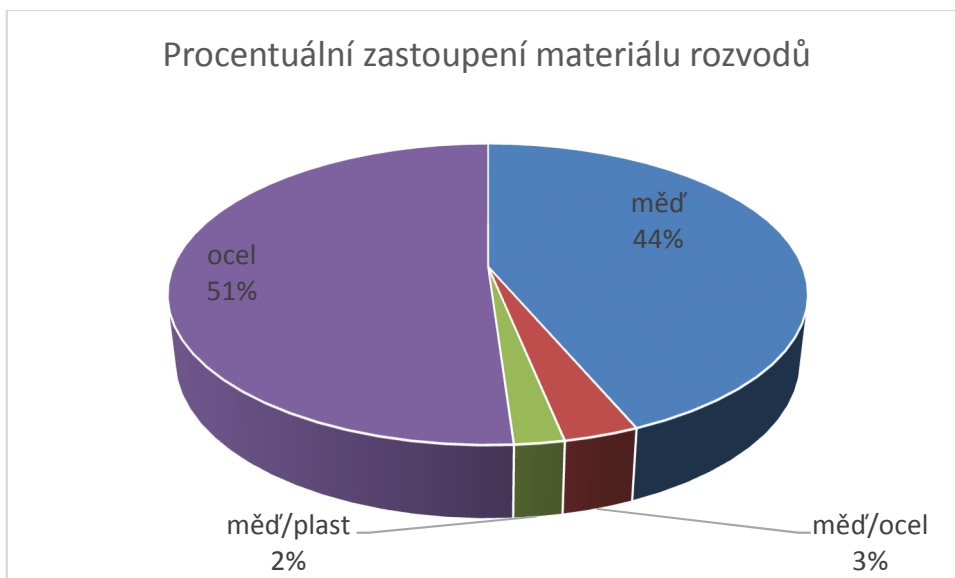
- pH minimálně 7-9 (zdroj)
- tvrdost maximálně 0,1-2,0 mmol/l (zdroj)
- vodivost maximálně 500  $\mu$ S (zdroj)

Z 54 vzorků vody z těchto kotlů 7,5 % nesplňuje jeden nebo více požadavků daných výrobcem.

Kvalita vody pro litinové kotle je vázaná pouze na maximální vodivost 500  $\mu$ S. Tuto hodnotu nesplňují 4 z 28 vzorků.

V celkovém součtu 96 vzorků pouhých 19 nesplňuje požadavky na kvalitu otopné vody.

Po rozdělení vzorků podle materiálu rozvodů bylo zjištěno, že zastoupení ocelových a měděných rozvodů v realizovaných soustavách je velmi podobné.



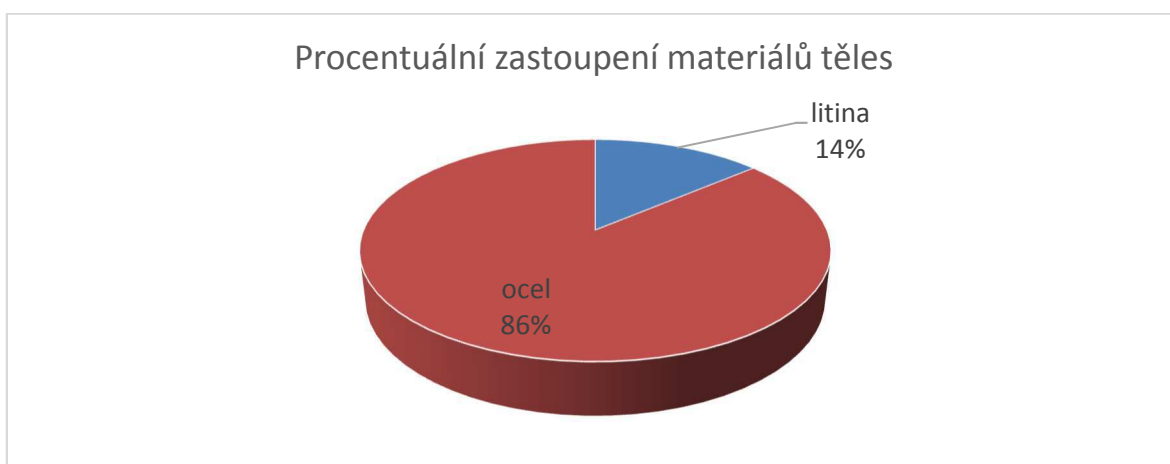
**Graf 17** Procentuální zastoupení materiálu rozvodů

Dále bylo zjištěno, že u soustav s měděnými rozvody má otopná voda vyšší hodnotu tvrdosti a větší obsah soli, než je tomu u soustav s rozvody z oceli. Na vodivost a TDS nemá materiál rozvodů vliv.

Materiál	Tvrdost (mmol/l)	Vodivost ( $\mu\text{S}$ )	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Měď	0,86	271,42	186,63	129,35
Ocel	0,69	235,93	189,72	76,81

**Tabulka 19** Souhrn výsledků pro rozdělení dle materiálu potrubí

Pokud vzorky rozdělíme podle materiálu těles, jakými jsou objekty vybaveny, zjistíme, že většina objektů je vytápěna pomocí těles ocelových, a to jak článkových, tak deskových. Tělesa litinová tvoří pouze 14 % ze všech vzorků



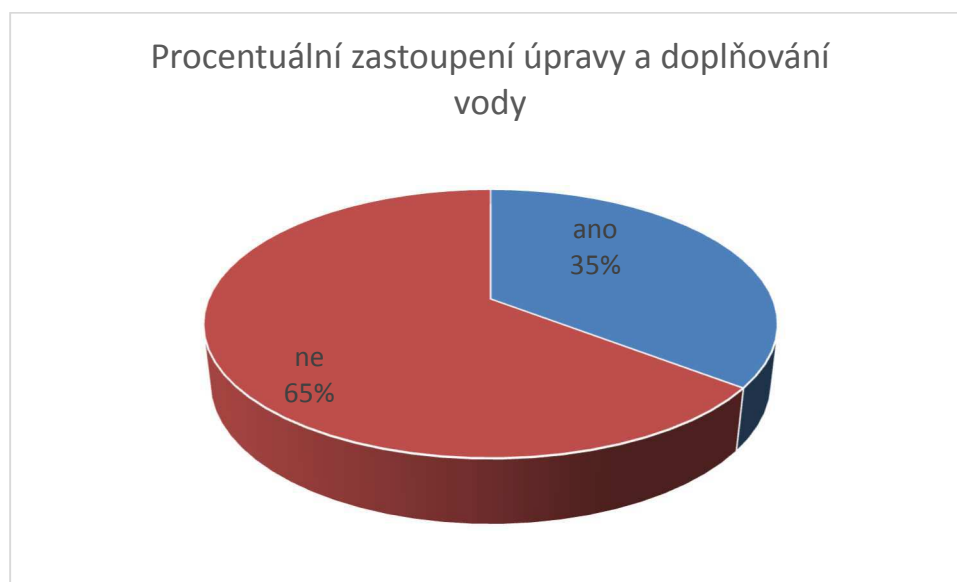
**Graf 18** Procentuální zastoupení materiálů těles

Voda ze soustav s ocelovými tělesy má hodnoty vodivosti a TDS nižší než soustavy s tělesy litinovými. U tvrdosti vody je to naopak, tělesa litinová mají vyšší tvrdost než tělesa ocelová.

Materiál	Tvrdost (mmol/l)	Vodivost ( $\mu\text{S}$ )	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Litina	0,61	303,32	211,74	144,01
Ocel	0,75	244,99	169,7	116,18

**Tabulka 20** Souhrn výsledků pro rozdělení dle materiálu těles

Počet vzorků ze soustav s upravovanou a dopouštěnou vodou tvoří jednu třetinu ze všech měřených vzorků.



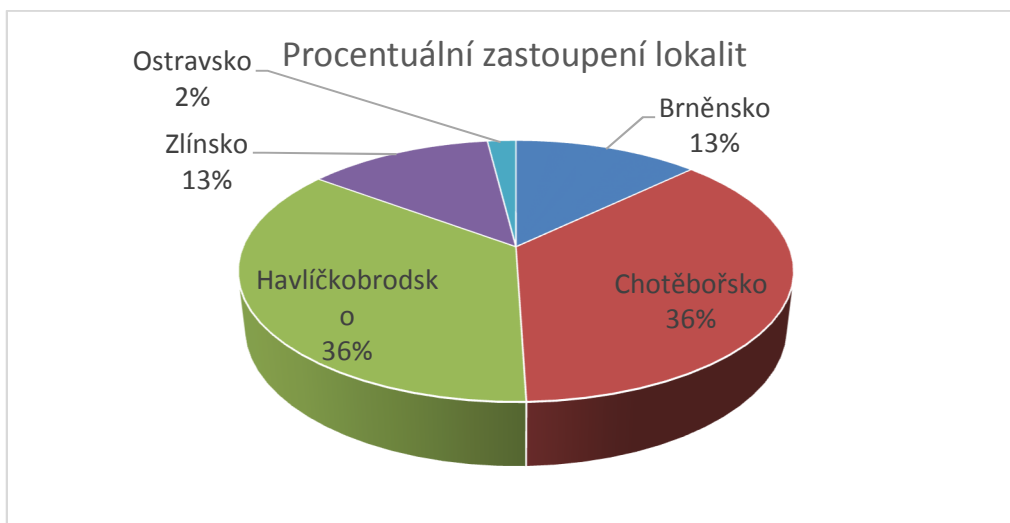
**Graf 19** Procentuální zastoupení úpravy a doplňování vody

Předpoklad je, že vzorky s upravovanou vodou budou mít optimálnější hodnoty než vzorky s vodou neupravovanou. U vyhodnocení mých vzorků bylo zjištěno, že je tomu právě naopak. Pro zjištění, proč tomu tak je, jsem se obrátila na majitele soustav s upravovanou vodou s otázkami ohledně úpravy vody. Zjistila jsem, že většina těchto lidí neví, jak správně vodu upravovat, jak často doplňovat, kdy vyměňovat změkčovací a demineralizační patrony. Před výměnou patron nejsou prováděny rozbory vody pro zjištění jejích parametrů. Výsledky se od předpokladu liší z důvodu nedostatečné poučenosti obsluhy úpraven vody.

Úprava	Tvrдост (mmol/l)	Vodivost ( $\mu\text{S}$ )	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Ano	0,7	280,3	229,87	158,83
Ne	0,87	240,65	166,72	114,03

**Tabulka 21** Souhrn výsledků pro rozdělení dle úpravy vody

Největší zastoupení ze všech vzorků mají vzorky z oblasti Chotěbořska a Havlíčkovobrodka. Tyto vzorky ze dvou ne příliš vzdálených měst tvoří 72 %. Zbytek je doplněn vodou ze Zlínska, Brněnska a Ostravska.



**Graf 20** Procentuální zastoupení lokalit odběru vzorků

Vzorky se ve svých hodnotách výrazně neliší až na vzorky ze Zlínska. Otopná voda z této oblasti se vyznačuje nízkou tvrdostí, vodivostí, TDS a obsahem soli. Voda z Havlíčkovobrodka má vyšší vodivost než ostatní vody a brněnská voda se může svými hodnotami TDS srovnávat s vodou ze Zlínska.

Úprava	pH	Tvrдост (mmol/l)	Vodivost ( $\mu\text{S}$ )	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Brněnsko	8,7	0,82	246,17	140,5	158,67
Chotěbořsko	8,23	0,82	259,21	212,26	148,82
Havlíčkovobrodsko	8,54	0,73	368,16	254,98	179,51
Zlínsko	8,16	0,6	151,68	101,7	69,49
Ostravsko	5,9	2,88	316,75	221,2	151,00

**Tabulka 22** Souhrn výsledků pro rozdělení dle lokality

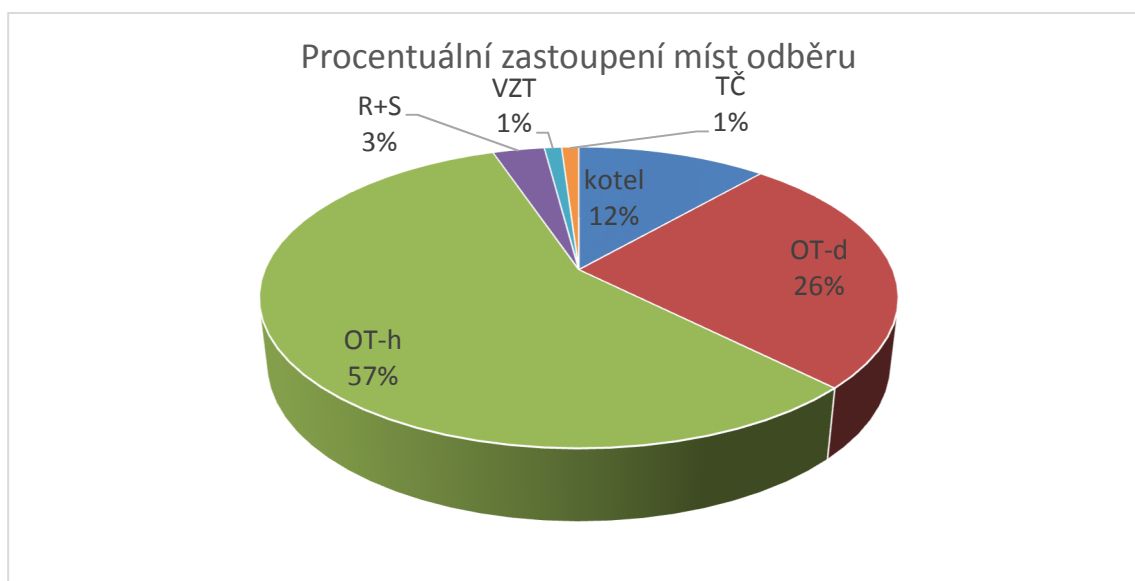
Pro srovnání jsem naměřila hodnoty u pitné vody odebrané z vodovodu na Purkyňových kolejích v Brně. Tvrдост této vody byla velmi vysoká. Ze 13 vzorků z lokality Brněnsko

je u 6 uvedeno, že voda není upravována. U těchto 6 vzorků se tvrdost pohybuje okolo 1 mmol/l, u vzorků s vodou upravovanou se hodnota pohybuje okolo 0,4 mmol/l. Rozdíl v tvrdosti mezi upravovanou a neupravovanou vodou na Brněnsku je znatelný, ale žádný ze vzorků neodpovídá mnou naměřené a obecně udávané hodnotě tvrdosti (3 mmol/l) vody pro Brno. Voda ve všech soustavách tedy musela být při prvním napouštění upravena.

Úprava	pH	Tvrdost (mmol/l)	Vodivost (μS)	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Pitná voda - Brno	8,4	3,24	532,00	373,00	254,00

**Tabulka 23** Výsledky pro pitnou vody v Brně

Vzorky pro můj výzkum byly většinou odebírány z otopných těles. A to buď z horní části tělesa (OT-h) anebo ze spodní části tělesa (OT-d).



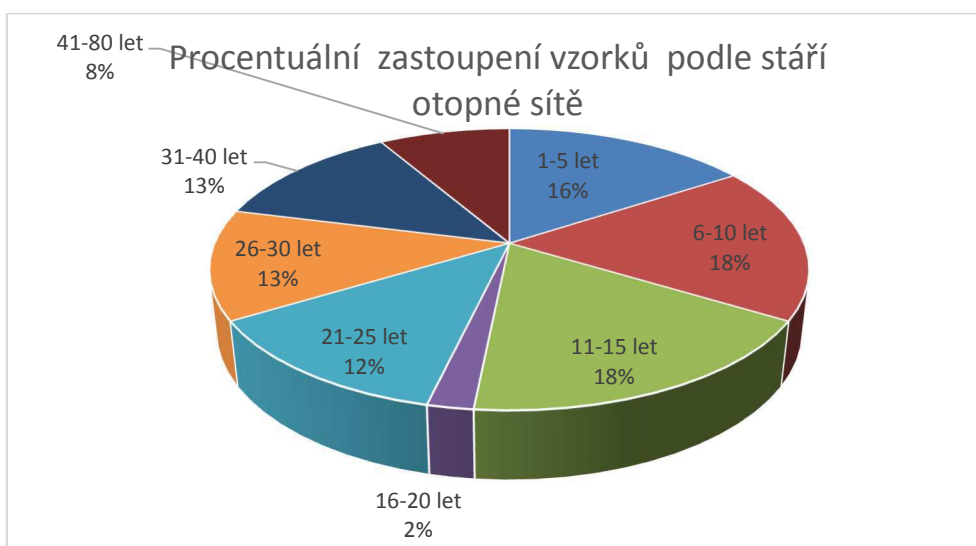
**Graf 21** Procentuální zastoupení míst odběru

Místo odběru otopné vody nemá výrazný vliv na parametry vody. Pouze 3 vzorky byly odebrány z rozdělovače a sběrače. Tyto vzorky se vyznačují nízkou hodnotou tvrdosti vody. Vzorky odebrané u kotle se vyznačují vyšší vodivostí vody. Vzorek, který byl odebraný u tepelného čerpadla má pravidelně upravovanou a doplňovanou vodu, což se odráží na nízkých hodnotách, které jsou u něj naměřeny.

Úprava	pH	Tvrdost (mmol/l)	Vodivost (μS)	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
Kotel	8,41	0,84	370,74	258,72	180,23
OT-d	8,2	1,08	261,16	228,88	158,76
OD-h	8,34	0,7	301,54	208,82	145,15
R+S	9,7	0,3	394,54	277,25	177,96
VZT	9		269	186	125
TČ	8,2	0,72	181,4	126,8	86

**Tabulka 24** Souhrn výsledků pro rozdělení dle místa odběru

Vzorky byly rozděleny podle stáří otopného systému do 8 skupin. Procentuální zastoupení vzorků ve skupinách je přibližně rovnoměrné.



**Graf 22** Procentuální zastoupení vzorků podle stáří otopného systému

Po tomto rozdělení lze říci, že stáří otopné sítě nemá výrazný vliv na kvalitu vody v otopné soustavě.

Stáří	pH	Tvrdost (mmol/l)	Vodivost (μS)	TDS (mg/l)	Obsah soli (mg/l)
1-5 let	7,83	1,04	246,2	170,44	118,29
6-10 let	8,15	1,05	269,7	186,49	128,4
11-15 let	8,9	0,7	354,77	244,02	168,69
16-20 let	8,9	0,27	506,5	353,5	243,2
21-25 let	8,38	0,63	194,7	135,57	92,61

26-30 let	8,41	0,81	213,19	248,07	173,32
31-40 let	8,37	0,54	496,98	347,11	245,1
41-80 let	6,85	0,82	195,69	136,87	93,66

**Tabulka 25** Souhrn výsledků pro rozdělení dle stáří otopné sítě

Z experimentu bylo zjištěno, že 19 vzorků otopné vody z celkového počtu 96 splňují parametry kvality vody výrobců kotlů pro dané materiály výměníků. Překvapivé zjištění proběhlo u vzorků ze soustav s upravovanou vodou. Naměřené hodnoty jsou méně příznivé než hodnoty vzorků ze soustav s vodou neupravovanou. Tato skutečnost je způsobená nedostatečným proškolením obsluhy úpraven vody. Tito lidé nevědí jak s úpravnou vody zacházet a nedochází k pravidelným kontrolám kvality vody v otopné soustavě. Závěrečným shrnutím je fakt, že voda v otopných soustavách malých objektů se zdroji do 50 kW je kvalitní a odpovídá požadavkům. Největší vliv na kvalitu této teplotné látky má kvalita vody z vodovodního řádu, ze kterého je systém dopouštěn. Stáří otopného systému naopak překvapivě žádný vliv na kvalitu vody nemá.



## POUŽITÉ ZDROJE

### *Zákony, vyhlášky, normy, směrnice*

1. NORMA ČSN 73 0540 *Tepelná ochrana budov*. 2011
2. NORMA ČSN 06 3010 *Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž*. 2006
3. NORMA ČSN 06 3220 *Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování*. 2006
4. NORMA ČSN EN 12 831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. 2005
5. NORMA ČSN 07 0703 *Kotelny se zařízeními na plynná paliva*. 2005
6. TPG 908 02 *Větrání prostorů se spotřebiči na plynná paliva s celkovým výkonem větším než 100 kW*. 2010
7. ČSN 07 7401 *Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa*. 1992

### *Literární zdroje a akademické práce*

8. POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, xvi, 144 s. Stavíme. ISBN 978-80-7366-116-8.
9. *Jak odvádět kondenzát*. Sage energo. 45 s.
10. *Pára ve vytápění: sborník přednášek*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 1996. 125 s. ISBN 80-02-01082-5.
11. *Aplikovaná termomechanika – Přednáška 3: Termodynamika par, Diagramy vodní páry, základní vratné děje v parách*. Praha: České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov
12. *Konference Vytápění: Třeboň: sborník přednášek*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007 379 s. ISBN 978-80-02-01926-8.
13. Bc. BUŘIČ, Jan. *Vnitřní prostředí a výplně otvorů: diplomová práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov, 2016
14. Bc. BENEŠ, Josef. *Nepřímotopný ohřev vzduchu: diplomová práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov, 2016
15. MICHALÍČKOVÁ, Iveta. *Vytápění domu s pečovatelskou službou: bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov, 2015
16. Mgr. ZMÁTILÍK, Jan. *Teplonosné látky*. Slaný: Integrovaná střední škola. 2012

## **Internetové zdroje**

17. *Otopné soustavy* [online]. [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://www.instalateri-hlinky.estranky.cz/clanky/zaverecky---/otopne-soustavy.html>
18. *Voda* [online]. [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>
19. *Voda – chemické složení* [online]. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.ladaben.estranky.cz/clanky/voda-chemicke-slozeni.html>
20. *Voda jako životní prostředí, fyzikální a chemické vlastnosti obecně* [online]. [cit. 2016-03-09]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/84616-Voda-jako-zivotni-prostredi-fyzikalni-a-chemicke-vlastnosti-obecne.html>
21. *Změření povrchového napětí vody během chvílky* [online]. 2010. [cit. 2016-03-09]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=144>
22. BUREŠ, Jiří. 2002. *Viskozita vody* [online]. [cit. 2016-03-09]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/viskozita-vody.htm>
23. *Tvrdost vody* [online]. [cit. 2016-03-09]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Tvrdost\\_vody](https://cs.wikipedia.org/wiki/Tvrdost_vody)
24. *Potrubní oddělovač* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.aquaproduct.cz/pictures/images/00013.jpg>
25. *Změkčovací filtr* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.filtr-filtrace.cz/238-396-thickbox/soft-34-filtr-zmekcovaci.jpg>
26. *Poznámky k cvičení z termomechaniky – cvičení 9* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: [http://home.zcu.cz/~gaspar/cv/CV\\_TM\\_09\\_01.pdf](http://home.zcu.cz/~gaspar/cv/CV_TM_09_01.pdf)
27. Doc. Ing. MATUŠKA, Tomáš, Ph.D. *Teplonosná kapalina* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/148-teplonosna-kapalina>
28. RÁŽ, J.V., DiS. 2010. *Fyzikální vlastnosti nemrznoucích směsí a navrhování soustav* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/6899-fyzikalni-vlastnosti-nemrznoucich-smesi-a-navrhovani-soustav>
29. Ing. KABELE, Karel, CSc. 2001. *Tepl vzdušné vytápění obytných budov* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/620-teplvzduzne-vytapani-obytnych-budov>
30. BUREŠ, Jiří. 2002. *Vzduch* [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/vzduch.htm>
31. *Úprava vody pro topení* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.aquaproduct.cz/uprava-vody-pro-topeni---zmekceni--chemicka-uprava-vody-p>

32. *TD 500/160 3V IP44 tříotáčkový ventilátor* [online]. [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/td-500-160-3v-ip44-triotackovy-ventilator>
33. *Grundfos Product Center* [online]. [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=GCZ&time=1482509728803&qcid=53629054>
34. *Viessmann Vitodens 200-W* [online]. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/vitodens-200w.html>
35. *Buderus Logamax plus GB162* [online]. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.buderus.cz/produkty/kotle/nastenne-kondenzacni-kotle/logamax-plus-gb162.html>
36. *Vlastnosti průmyslových hnojiv* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.enviroexperiment.cz/chemie-stredni-skola/vlastnosti-prumyslovych-hnojiv>
37. *Pen type pH meter* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.vellemanusa.com/products/view/?country=us&lang=enu&id=523967>
38. *CTC 2000tester* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.av-equen.cz/ctc2000tester/>
39. [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://salestores.com/extech202.html#.WF1ToS99600>
40. *pH – kyselost a zásaditost látek* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.zschemie.euweb.cz/latky/latky20.html>
41. *KORADO* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: [www.korado.cz](http://www.korado.cz)
42. *Úprava kondenzátu* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.brilonea.cz/cz/uprava-kondenzatu>
43. *STACIONÁRNÍ NEPŘÍMOTOPNÉ OHŘÍVAČE VODY - BOJLERY 1 MPA* [online]. 2012. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/cs/ohrivace-vody-bojlery/neprimotopne-ohrivace-vody/stacionarni-1-mpa>
44. *Kombinovaný rozdělovač a sběrač* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: [http://www.etl.cz/attachments/kl\\_405\\_06\\_rozdelovaceRSKOMBI.pdf](http://www.etl.cz/attachments/kl_405_06_rozdelovaceRSKOMBI.pdf)
45. *Svařence* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: [http://www.etl.cz/attachments/kl\\_509\\_06\\_ostatnisvarenceaHVDT.pdf](http://www.etl.cz/attachments/kl_509_06_ostatnisvarenceaHVDT.pdf)

46. *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
47. POČINKOVÁ, Marcela. BT01 – TZB II – VYTÁPĚNÍ. *FAST VUT v Brně* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapani.htm>
48. Podklady pro studenty. TREUOVÁ, Lea. *FAST VUT v Brně* [online]. [cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/>
49. *Reflex* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz>
50. *Jak fungují indikátorové papírky na měření pH a jaké je jejich složení?* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/167>
51. *Měření pH* [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Měření\\_pH](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Měření_pH)

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

### *Zkratky*

Č1 – čerpadlo

č. m. – číslo místnosti

č. ú. – číslo úseku

ČR – Česká republika

ČSN – Česká státní norma

DN – dimenze potrubí

EN – expanzní nádrž

EPS – expandovaný polystyren

HVDT – hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

K1 – kotel

KK – kuchyňský kout

KLC-M – Koralux linear classic – M

LKE – Koralyne LK Economy

NP – nadzemní podlaží

OD-d – dolní část otopného tělesa

OT-h – horní část otopného tělesa

PP – podzemní podlaží

R+S – kombinovaný rozdělovač a sběrač

SV – studená voda

TDS – pevné rozpuštěné látky

TI – tepelná izolace

TV – teplá voda

VK – ventil kompakt

ŽB - železobeton

### *Fyzikální veličiny*

A – plocha [ $m^2$ ]

c – měrná tepelná kapacita [ $J/(kg.K)$ ]

E – energie [Wh, kWh]

h – výška [m]

H – měrná tepelná ztráta [ $W/K$ ]

l – délka [m]  
L<sub>p</sub> – hladina akustického tlaku [dB]  
m – hmotnost [kg]  
M – průtok [kg/h, m<sup>3</sup>/h]  
n – násobnost výměny vzduchu [h<sup>-1</sup>]  
p – tlak [Pa, bar]  
Q – výkon [W]  
R – tepelný odpor [m<sup>2</sup>K/W], tlaková ztráta [Pa/m]  
S – plocha [m<sup>2</sup>]  
t – čas [s], teplota [°C]  
U – součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>K]  
v, w – rychlost [m/s]  
V – objem [m<sup>3</sup>]  
λ – součinitel přebytku vzduchu [-], součinitel tepelné vodivosti [W/mK]

### ***Indexy***

e – exteriér  
HLm – ztráta místnosti  
i – interiér  
inf – infiltrace  
K – kotel  
max – maximum  
min – minimum  
OST – ostatní  
OT – otopné těleso  
P - potrubí  
RHm – ztráta vlivem zátopového součinitele  
TV – teplá voda  
Tm – ztráta prostupem tepla  
tskut – skutečný  
Vm – ztráta větráním  
VYT – vytápění

# SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

## *Obrázky*

Obrázek 1 Struktura molekuly vody (18) .....	18
Obrázek 2 Závislost mezi teplotou a hustotou vody (20) .....	22
Obrázek 3 Závislost viskozity vody na teplotě (22) .....	24
Obrázek 4 Potrubní oddělovač (24) .....	25
Obrázek 5 Změkčovací filtr (25) .....	26
Obrázek 6 Množství tepla potřebné k výrobě páry (9) .....	28
Obrázek 7 Vznik vodní páry při stálém tlaku (11) .....	29
Obrázek 8 Diagramy páry (26) .....	30
Obrázek 9 Graf závislosti hustoty suchého vzduchu na teplotě (30).....	33
Obrázek 10 Dynamická a kinematická viskozita vzduchu v závislosti na teplotě (30)..	33
Obrázek 11 Plynový teplovzdušný kotel (29).....	35
Obrázek 12 Kinematická viskozita vody a vodních směsí propylenglykolu (28) .....	36
Obrázek 13 Měrná tepelná kapacita vody a vodních směsí propylenglykolu (28).....	37
Obrázek 14 Odběrový diagram pro zásobníkový ohřev teplé vody .....	62
Obrázek 15 Charakteristika ventilátoru (32) .....	66
Obrázek 16 Pracovní bod čerpadla č. 1 (33).....	73
Obrázek 17 Pracovní bod oběhového čerpadla č. 2 (33) .....	74
Obrázek 18 Technické parametry Vitodens 200-W (34).....	87
Obrázek 19 Technické parametry Logamax plus GB 162 (35).....	97
Obrázek 20. stupnice pH (36) .....	106
Obrázek 21 pH meter (37) .....	106
Obrázek 21 Testovací sada pro stanovení tvrdosti vody (38).....	107
Obrázek 22 ExStick II Conductivity/TDS Meter (39).....	108
Obrázek 23 Vzorky otopné vody .....	109
Obrázek 24 Vzorky otopné vody s vyplněnými dotazníky.....	109
Obrázek 25 Vzorek s velkým množstvím usazenin.....	110
Obrázek 26 Vzorek význačný svým zabarvením .....	110
Obrázek 27 Srovnávací stupnice na obalu indikátorových papírků (40).....	111
Obrázek 28 Měření pH metrem .....	111
Obrázek 29 Rozdíl mezi zabarvením vzorku před a po přidání činidla T3 .....	112

Obrázek 30 Měření Conductivity/TDS metrem .....	113
---	-----

### **Tabulky**

Tabulka 1 Meze tvrdosti vody (23) .....	21
Tabulka 2 Závislost mezi teplotou, povrchovým napětím a viskozitou vody (18) .....	23
Tabulka 4 Porovnání fyzikálních vlastností vody a vzduchu (29) .....	34
Tabulka 5 Přehled konstrukcí .....	44
Tabulka 6 Výpočet tepelných ztrát .....	54
Tabulka 7 Návrh otopných těles v jednotlivých místnostech .....	60
Tabulka 8 Porovnání tepelné ztráty a výkonu otopných těles .....	60
Tabulka 9 Dimenzování soustavy .....	72
Tabulka 10 Objem vody v potrubí .....	75
Tabulka 11 Objem vody v tělesech .....	75
Tabulka 12 Tabulka tloušťek izolací .....	78
Tabulka 13 Tloušťky izolací potrubí ve variantě A .....	89
Tabulka 14 Tloušťky izolací ve variantě B .....	99
Tabulka 15 Stupnice tvrdosti vody (23) .....	107
Tabulka 16 Naměřené hodnoty .....	117
Tabulka 17 Rozdělení vzorků dle parametrů .....	156
Tabulka 18 Souhrn výsledků pro rozdělení dle materiálu výměníku kotle .....	157
Tabulka 19 Souhrn výsledků pro rozdělení dle materiálu potrubí .....	159
Tabulka 20 Souhrn výsledků pro rozdělení dle materiálu těles .....	160
Tabulka 21 Souhrn výsledků pro rozdělení dle úpravy vody .....	161
Tabulka 22 Souhrn výsledků pro rozdělení dle lokality .....	161
Tabulka 23 Výsledky pro pitnou vodu v Brně .....	162
Tabulka 24 Souhrn výsledků pro rozdělení dle místa odběru .....	163
Tabulka 25 Souhrn výsledků pro rozdělení dle stáří otopné sítě .....	164

### **Grafy**

Grafy 1-4 Závislost pH a tvrdosti vody, pH a vodivosti, pH a TDS, pH a obsahu soli	119
Grafy 5-7 Závislost tvrdosti a vodivosti, závislost tvrdosti a TDS, závislost tvrdosti a obsahu soli .....	120



Grafy č. 9-10 Závislost mezi vodivostí a TDS, vodivostí a obsahem soli, TDS a obsahem soli .....	121
Grafy 11-15 Závislost mezi stářím a pH, stářím a tvrdostí, stářím a vodivostí, stářím a TDS, stářím a obsahem soli .....	122
Graf 16 Procentuální zastoupení materiálů výměníku kotle.....	157
Graf 17 Procentuální zastoupení materiálu rozvodů.....	159
Graf 18 Procentuální zastoupení materiálů těles .....	159
Graf 19 Procentuální zastoupení úpravy a doplňování vody .....	160
Graf 20 Procentuální zastoupení lokalit odběru vzorků .....	161
Graf 21 Procentuální zastoupení míst odběru.....	162
Graf 22 Procentuální zastoupení vzorků podle stáří otopného systému.....	163

# PŘÍLOHY

## SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Tepelný výkon otopných těles KORADO
- P2 Technická dokumentace kotle Viessmann Vitodens 200-W
- P3 Technická dokumentace kotle Buderus Logamax plus GB162
- P4 Technický list zásobníku TV
- P5 Ověření výpočtu větrání kotelny v programu Protech
- P6 Výpočet expanzní nádoby v programu Reflex Win Pro
- P7 Kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL RS KOMBI
- P8 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků
- P9 Vzorový dotazník

## VOLNÉ PŘÍLOHY

- P11 Půdorys 1.PP – Varianta A M 1:100
- P12 Půdorys 1.PP – Varianta B M 1:100
- P13 Půdorys 1.NP M 1:100
- P14 Půdorys 2.NP M 1:100
- P15 Půdorys 3.NP M 1:100
- P16 Půdorys 4.NP M 1:100
- P17 Půdorys 5.NP M 1:100
- P18 Půdorys 6.NP M 1:100
- P19 Půdorys 7.NP M 1:100
- P20 Schéma zdroje tepla – Varianta A
- P21 Schéma zdroje tepla – Varianta B



# RADIK® VKM

## TEPELNÝ VÝKON Q [W] PRO TEPLONOSNOU LÁTKU VODA PODLE EN 442

20 °C		Typ 10 VKM					Typ 11 VKM					Typ 21 VKM				
Délka L [mm]	t <sub>1</sub> /t <sub>2</sub> [°C]	Výška H [mm]														
		300	400	500	600	900	300	400	500	600	900	300	400	500	600	900
400	90/70			290	338	470	268	345	421	498	730	380	477	571	662	927
	75/65			229	266	369	213	273	332	392	573	299	375	447	518	721
	70/55			185	215	297	174	222	269	316	462	242	302	360	416	576
500	90/70	237	302	363	423	588	335	431	526	622	912	475	597	713	828	1159
	75/65	188	238	286	333	461	267	342	416	490	716	374	469	559	647	901
	70/55	152	193	231	269	371	217	277	337	395	577	302	378	450	519	720
600	90/70	285	362	436	507	705	402	517	632	747	1095	570	716	856	993	1390
	75/65	225	286	343	399	553	320	410	499	587	859	449	562	671	776	1081
	70/55	182	231	277	322	445	261	333	404	474	692	363	453	540	623	864
700	90/70			508	592	823	469	603	737	871	1277	665	835	999	1159	1622
	75/65			400	466	645	373	478	582	685	1002	524	656	783	906	1261
	70/55			324	376	520	304	388	471	553	808	423	529	630	727	1008
800	90/70			581	676	941	536	690	842	995	1460	760	955	1142	1324	1854
	75/65			458	532	738	426	546	665	783	1146	598	750	894	1035	1442
	70/55			370	430	594	348	444	539	632	923	483	604	720	831	1152
900	90/70			653	761	1058	603	776	947	1120	1642	855	1074	1284	1490	2085
	75/65			515	599	830	480	615	748	881	1289	673	843	1006	1165	1622
	70/55			416	483	668	391	499	606	712	1038	544	680	810	935	1296
1000	90/70			726	845	1176	670	862	1053	1244	1825	950	1193	1427	1655	2317
	75/65			572	665	922	533	683	831	979	1432	748	937	1118	1294	1802
	70/55			462	537	742	434	555	673	791	1154	604	755	899	1039	1440
1100	90/70			799	930		737	948	1158	1369	2007	1045	1313	1570	1821	2549
	75/65			629	732		586	751	914	1077	1575	823	1031	1230	1423	1982
	70/55			509	591		478	610	740	870	1269	665	831	989	1143	1584
1200	90/70			871	1014		805	1035	1263	1493	2190	1140	1432	1712	1986	2781
	75/65			686	798		640	820	997	1175	1718	898	1124	1342	1553	2162
	70/55			555	644		521	666	808	949	1385	725	906	1079	1247	1728
1400	90/70			1016	1183		939	1207	1474	1742	2555	1331	1671	1998	2318	3244
	75/65			801	931		746	956	1163	1371	2005	1047	1312	1565	1812	2523
	70/55			647	752		608	777	942	1107	1615	846	1058	1259	1455	2016
1600	90/70			1162	1352		1073	1379	1684	1991	2919	1521	1909	2283	2649	3707
	75/65			915	1064		853	1093	1330	1566	2291	1197	1499	1789	2070	2883
	70/55			740	859		695	888	1077	1265	1846	967	1209	1439	1662	2304
1800	90/70			1307	1521		1207	1552	1895	2240		1711	2148	2569	2980	
	75/65			1030	1197		959	1229	1496	1762		1346	1687	2012	2329	
	70/55			832	967		782	999	1212	1423		1088	1360	1619	1870	
2000	90/70			1452	1690		1341	1724	2105	2489		1901	2386	2854	3311	
	75/65			1144	1330		1066	1366	1662	1958		1496	1874	2236	2588	
	70/55			925	1074		869	1110	1346	1581		1208	1511	1799	2078	
2300	90/70								2421	2862				3282	3807	
	75/65								1911	2252				2571	2976	
	70/55								1548	1818				2069	2390	
	55/45								986	1150				1298	1493	



# RADIK® VKM

## TEPELNÝ VÝKON Q [W] PRO TEPLONOSNOU LÁTKU VODA PODLE EN 442

20 °C		Typ 22 VKM					Typ 33 VKM				
Délka L [mm]	t <sub>1</sub> /t <sub>2</sub> [°C]	Výška H [mm]									
		300	400	500	600	900	300	400	500	600	900
400	90/70	482	612	737	858	1197					
	75/65	380	482	579	672	934					
	70/55	308	389	467	541	749					
500	90/70	602	765	921	1072	1496			1324	1540	2109
	75/65	475	602	724	840	1168			1038	1206	1643
	70/55	385	486	583	676	936			835	969	1315
600	90/70	722	918	1106	1287	1796			1588	1848	2531
	75/65	570	722	868	1008	1401			1245	1447	1972
	70/55	462	584	700	811	1123			1002	1163	1578
700	90/70	843	1071	1290	1501	2095			1853	2156	2953
	75/65	665	843	1013	1176	1635			1453	1688	2300
	70/55	538	681	817	946	1310			1169	1357	1841
800	90/70	963	1224	1474	1716	2394	1354	1749	2118	2464	3375
	75/65	760	963	1158	1344	1868	1065	1373	1660	1929	2629
	70/55	615	778	933	1081	1497	859	1106	1336	1550	2104
900	90/70	1083	1376	1658	1930	2693	1524	1967	2382	2772	3797
	75/65	855	1084	1302	1512	2102	1198	1544	1868	2170	2957
	70/55	692	875	1050	1216	1685	967	1245	1503	1744	2367
1000	90/70	1204	1529	1843	2145	2993	1693	2186	2647	3080	4219
	75/65	950	1204	1447	1680	2335	1331	1716	2075	2411	3286
	70/55	769	973	1166	1351	1872	1074	1383	1670	1938	2630
1100	90/70	1324	1682	2027	2359	3292	1862	2404	2912	3389	4641
	75/65	1045	1324	1592	1848	2569	1464	1888	2283	2652	3615
	70/55	846	1070	1283	1486	2059	1182	1521	1837	2132	2893
1200	90/70	1445	1835	2211	2574	3591	2031	2623	3177	3697	5063
	75/65	1140	1445	1736	2016	2802	1597	2059	2490	2893	3943
	70/55	923	1167	1400	1622	2246	1289	1660	2004	2326	3156
1400	90/70	1685	2141	2580	3003	4190	2370	3060	3706	4313	5907
	75/65	1330	1686	2026	2352	3269	1863	2402	2905	3375	4600
	70/55	1077	1362	1633	1892	2620	1504	1936	2338	2713	3682
1600	90/70	1926	2447	2948	3432	4788	2709	3497	4235	4929	6750
	75/65	1520	1926	2315	2688	3736	2130	2746	3320	3858	5258
	70/55	1231	1556	1866	2162	2995	1719	2213	2672	3101	4208
1800	90/70	2167	2753	3317	3861		3047	3934	4765	5545	
	75/65	1710	2167	2605	3024		2396	3089	3735	4340	
	70/55	1385	1751	2100	2432		1934	2489	3006	3488	
2000	90/70	2408	3059	3685	4290		3386	4372	5294	6161	
	75/65	1900	2408	2894	3360		2662	3432	4150	4822	
	70/55	1539	1946	2333	2703		2148	2766	3340	3876	
2300	90/70	2769	3518	4238	4933		3894	5027			
	75/65	2185	2769	3328	3864		3061	3947			
	70/55	1769	2237	2683	3108		2471	3181			
2600	90/70	3130	3977	4791	5577		4401	5683			
	75/65	2470	3130	3762	4368		3461	4462			
	70/55	2000	2529	3033	3513		2793	3596			
3000	90/70	3611	4588	5528	6434		5079	6557			
	75/65	2850	3612	4341	5040		3993	5148			
	70/55	2308	2918	3499	4054		3223	4149			
	55/45	1468	1848	2205	2542		2036	2613			

# KORALUX LINEAR CLASSIC, LINEAR CLASSIC - M KORALUX RONDO CLASSIC, RONDO CLASSIC - M

TEPELNÝ VÝKON Q [W]  
PRO TEPLONOSNOU LÁTKU VODA PODLE EN 442

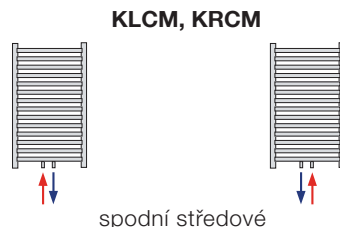
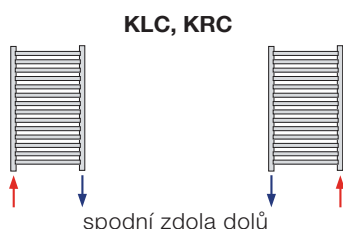
ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Typové označení	H [mm]	L [mm]	h [mm]	t <sub>1</sub> /t <sub>2</sub> [°C]	Q [W] pro t <sub>1</sub> [°C]					Jmenovitý tepelný výkon Q <sub>n</sub> [W] (75/65/20°C)	Teplotní exponent n [-]	Hmotnost tělesa M <sub>t</sub> [kg]	Vodní objem tělesa V <sub>t</sub> [l]	Max. výkon el. top. tělesa P [W]*
					15	18	20	22	24					
<b>KLC (KLCM) 700.450</b> <b>KRC (KRCM) 700.450</b>	700	450 445	420 (50) 415 (50)	90/70	367	346	332	318	304	267	1,2309	4,4	2,5	-
70/55				249	230	217	204	191						
55/45				171	153	141	130	118						
<b>KLC (KLCM) 700.500</b> <b>KRC (KRCM) 700.500</b>	700	500 495	470 (50) 465 (50)	90/70	401	378	363	348	333	292	1,2293	4,7	2,7	-
70/55				272	251	237	223	209						
55/45				188	168	155	142	129						
<b>KLC (KLCM) 700.600</b> <b>KRC (KRCM) 700.600</b>	700	600 595	570 (50) 565 (50)	90/70	468	441	423	406	388	341	1,2260	5,4	3,0	200
70/55				318	293	277	261	245						
55/45				219	196	181	166	151						
<b>KLC (KLCM) 700.750</b> <b>KRC (KRCM) 700.750</b>	700	750 745	720 (50) 715 (50)	90/70	564	532	511	490	469	412	1,2211	6,3	3,5	200
70/55				385	355	335	315	296						
55/45				265	237	219	201	183						
<b>KLC (KLCM) 900.450</b> <b>KRC (KRCM) 900.450</b>	900	450 445	420 (50) 415 (50)	90/70	479	451	433	415	397	348	1,2392	5,9	3,4	200
70/55				325	299	282	265	249						
55/45				223	199	183	168	153						
<b>KLC (KLCM) 900.500</b> <b>KRC (KRCM) 900.500</b>	900	500 495	470 (50) 465 (50)	90/70	523	493	473	453	433	380	1,2374	6,3	3,6	200
70/55				354	326	308	290	272						
55/45				243	217	200	184	167						
<b>KLC (KLCM) 900.600</b> <b>KRC (KRCM) 900.600</b>	900	600 595	570 (50) 565 (50)	90/70	609	574	551	528	505	443	1,2340	7,2	4,0	200
70/55				413	381	359	338	317						
55/45				284	254	234	215	195						
<b>KLC (KLCM) 900.750</b> <b>KRC (KRCM) 900.750</b>	900	750 745	720 (50) 715 (50)	90/70	734	692	664	637	609	535	1,2288	8,5	4,7	300
70/55				499	460	434	409	384						
55/45				344	307	283	260	237						
<b>KLC (KLCM) 1220.450</b> <b>KRC (KRCM) 1220.450</b>	1220	450 445	420 (50) 415 (50)	90/70	661	623	597	572	547	479	1,2524	7,9	4,5	300
70/55				446	411	387	364	341						
55/45				305	272	251	230	209						
<b>KLC (KLCM) 1220.500</b> <b>KRC (KRCM) 1220.500</b>	1220	500 495	470 (50) 465 (50)	90/70	722	680	652	624	597	523	1,2505	8,4	4,8	300
70/55				487	449	423	398	373						
55/45				333	297	274	251	228						
<b>KLC (KLCM) 1220.600</b> <b>KRC (KRCM) 1220.600</b>	1220	600 595	570 (50) 565 (50)	90/70	843	794	761	729	697	611	1,2468	9,6	5,4	300
70/55				570	524	494	465	436						
55/45				390	348	321	294	267						
<b>KLC (KLCM) 1220.750</b> <b>KRC (KRCM) 1220.750</b>	1220	750 745	720 (50) 715 (50)	90/70	1015	956	917	879	841	737	1,2412	11,3	6,3	400
70/55				687	633	597	562	527						
55/45				471	421	388	356	324						
<b>KLC (KLCM) 1500.450</b> <b>KRC (KRCM) 1500.450</b>	1500	450 445	420 (50) 415 (50)	90/70	824	776	744	713	682	597	1,2514	9,9	5,7	300
70/55				556	512	483	454	425						
55/45				380	339	313	286	260						
<b>KLC (KLCM) 1500.500</b> <b>KRC (KRCM) 1500.500</b>	1500	500 495	470 (50) 465 (50)	90/70	900	847	813	778	744	652	1,2501	10,6	6,1	400
70/55				608	559	527	496	465						
55/45				416	371	342	313	285						
<b>KLC (KLCM) 1500.600</b> <b>KRC (KRCM) 1500.600</b>	1500	600 595	570 (50) 565 (50)	90/70	1050	989	948	908	868	761	1,2474	12,1	6,9	400
70/55				709	653	616	579	543						
55/45				486	433	399	366	333						
<b>KLC (KLCM) 1500.750</b> <b>KRC (KRCM) 1500.750</b>	1500	750 745	720 (50) 715 (50)	90/70	1266	1193	1144	1096	1048	919	1,2433	14,3	8,0	500
70/55				857	789	744	700	656						
55/45				587	524	483	443	403						
<b>KLC (KLCM) 1820.450</b> <b>KRC (KRCM) 1820.450</b>	1820	450 445	420 (50) 415 (50)	90/70	1014	955	916	877	839	735	1,2503	11,9	6,8	400
70/55				685	630	594	559	524						
55/45				468	418	385	353	321						
<b>KLC (KLCM) 1820.500</b> <b>KRC (KRCM) 1820.500</b>	1820	500 495	470 (50) 465 (50)	90/70	1108	1044	1001	959	917	803	1,2496	12,8	7,3	500
70/55				748	689	650	611	572						
55/45				512	457	421	385	351						
<b>KLC (KLCM) 1820.600</b> <b>KRC (KRCM) 1820.600</b>	1820	600 595	570 (50) 565 (50)	90/70	1293	1217	1168	1118	1069	937	1,2481	14,5	8,2	500
70/55				873	804	758	713	668						
55/45				598	534	492	450	410						
<b>KLC (KLCM) 1820.750</b> <b>KRC (KRCM) 1820.750</b>	1820	750 745	720 (50) 715 (50)	90/70	1559	1469	1409	1349	1290	1131	1,2458	17,2	9,7	700
70/55				1054	971	915	861	807						
55/45				722	645	594	544	495						

\* Uvedené hodnoty maximálního výkonu elektrického topného tělesa platí pro kombinované vytápění (viz strana 38)

Charakteristická rovnice: $\Phi = K_T \cdot L^a \cdot H^b \cdot \Delta T^{(c_0+c_1 \cdot H)}$	$K_T$	$a$	$b$	$c_0$	$c_1$
	1,60403 x 10 <sup>-5</sup>	0,8452976	1,0126953	1,2279575	9,83047 x 10 <sup>-6</sup>

Uvedené hodnoty tepelných výkonů platí pro znázorněné typy připojení otopných těles:



# KORALUX LINEAR CLASSIC

# KORALUX RONDO CLASSIC



TEPELNÝ VÝKON Q [W]  
PRO TEPLONOSNOU LÁTKU VODA PODLE EN 442

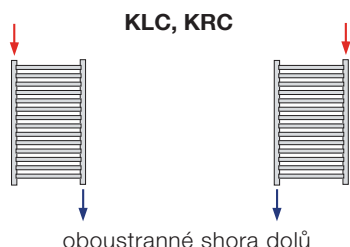
ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY

Typové označení	H [mm]	L [mm]	h [mm]	t <sub>1</sub> /t <sub>2</sub> [°C]	Q [W] pro t <sub>1</sub> [°C]					Jmenovitý tepelný výkon Q <sub>n</sub> [W] (75/65/20°C)	Teplotní exponent n [-]	Hmotnost tělesa M <sub>r</sub> [kg]	Vodní objem tělesa V <sub>r</sub> [l]	Max. výkon el. top. tělesa P [W]*
					15	18	20	22	24					
KLC 700.450 KRC 700.450	700	450 445	420 415	90/70	404	380	364	349	333	291	1,2765	4,4	2,5	-
70/55 55/45				271 184	249 164	234 150	220 138	206 125						
KLC 700.500 KRC 700.500	700	500 495	470 465	90/70	441	415	397	380	364	318	1,2655	4,7	2,7	-
70/55 55/45				296 202	272 180	257 165	241 151	226 137						
KLC 700.600 KRC 700.600	700	600 595	570 565	90/70	513	483	463	444	424	372	1,2435	5,4	3,0	200
70/55 55/45				347 238	319 212	301 196	283 179	266 163						
KLC 700.750 KRC 700.750	700	750 745	720 715	90/70	613	579	566	533	510	449	1,2105	6,3	3,5	200
70/55 55/45				419 290	387 260	366 240	344 221	323 201						
KLC 900.450 KRC 900.450	900	450 445	420 415	90/70	526	494	474	453	433	378	1,2783	5,9	3,4	200
70/55 55/45				352 239	323 212	304 195	286 178	267 162						
KLC 900.500 KRC 900.500	900	500 495	470 465	90/70	573	539	517	494	472	413	1,2691	6,3	3,6	200
70/55 55/45				384 261	353 233	333 214	313 196	293 178						
KLC 900.600 KRC 900.600	900	600 595	570 565	90/70	665	627	601	575	550	482	1,2509	7,2	4,0	200
70/55 55/45				449 307	413 274	390 253	367 231	343 210						
KLC 900.750 KRC 900.750	900	750 745	720 715	90/70	799	754	723	693	664	583	1,2235	8,5	4,7	300
70/55 55/45				544 375	502 336	474 310	446 284	419 259						
KLC 1220.450 KRC 1220.450	1220	450 445	420 415	90/70	722	679	651	622	594	519	1,2811	7,9	4,5	300
70/55 55/45				483 327	443 291	418 268	392 245	367 222						
KLC 1220.500 KRC 1220.500	1220	500 495	470 465	90/70	788	741	710	679	649	567	1,2749	8,4	4,8	300
70/55 55/45				528 358	485 319	457 293	429 268	401 243						
KLC 1220.600 KRC 1220.600	1220	600 595	570 565	90/70	917	863	827	792	757	662	1,2627	9,6	5,4	300
70/55 55/45				617 420	567 374	532 345	502 315	470 287						
KLC 1220.750 KRC 1220.750	1220	750 745	720 715	90/70	1101	1037	995	953	912	799	1,2442	11,3	6,3	400
70/55 55/45				745 510	686 456	647 420	608 385	570 350						
KLC 1500.450 KRC 1500.450	1500	450 445	420 415	90/70	895	842	806	771	737	643	1,2836	9,9	5,7	300
70/55 55/45				598 405	549 360	517 331	485 303	454 275						
KLC 1500.500 KRC 1500.500	1500	500 495	470 465	90/70	978	919	881	843	805	703	1,2800	10,6	6,1	400
70/55 55/45				654 443	601 395	566 363	531 332	497 301						
KLC 1500.600 KRC 1500.600	1500	600 595	570 565	90/70	1138	1071	1026	982	938	820	1,2730	12,1	6,9	400
70/55 55/45				763 518	701 462	661 425	621 388	581 353						
KLC 1500.750 KRC 1500.750	1500	750 745	720 715	90/70	1372	1291	1238	1185	1133	991	1,2624	14,3	8,0	500
70/55 55/45				923 629	849 561	800 516	752 472	704 429						
KLC 1820.450 KRC 1820.450	1820	450 445	420 415	90/70	1095	1029	986	943	901	786	1,2864	11,9	6,8	400
70/55 55/45				731 495	671 440	632 404	593 369	555 335						
KLC 1820.500 KRC 1820.500	1820	500 495	470 465	90/70	1197	1125	1078	1031	984	859	1,2859	12,8	7,3	500
70/55 55/45				799 541	734 481	691 442	648 404	606 366						
KLC 1820.600 KRC 1820.600	1820	600 595	570 565	90/70	1397	1313	1258	1203	1149	1003	1,2848	14,5	8,2	500
70/55 55/45				933 631	857 562	807 516	757 472	708 428						
KLC 1820.750 KRC 1820.750	1820	750 745	720 715	90/70	1686	1585	1518	1453	1387	1211	1,2831	17,2	9,7	700
70/55 55/45				1127 763	1034 679	974 624	914 570	855 517						

\* Uvedené hodnoty maximálního výkonu elektrického topného tělesa platí pro kombinované vytápění (viz strana 38)

Charakteristická rovnice: $\Phi = K_T \cdot L^a \cdot H^b \cdot \Delta T^{(c_0+c_1 \cdot H)}$	K <sub>T</sub>	a	b	c <sub>0</sub>	c <sub>1</sub>
	1,33063 x 10 <sup>-5</sup>	0,8465104	1,0389605	1,2584421	1,02361 x 10 <sup>-7</sup>

Uvedené hodnoty tepelných výkonů platí pro znázorněné typy připojení otopných těles:





Tepelné výkony (W) při  $t_1/t_2/t_i =$  při  $75/65/20$  °C ( $\Delta t=50$ ) a  $65/55/20$  °C ( $\Delta t=40$ )/EN 442

Šířka (cm)	$\Delta t$	Délka L (cm)												
		80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	
Výška 9	18	$\Delta t$ 50	385	508	631	754	877	1001	1123	1246	1369	1492	1615	1738
		$\Delta t$ 40	288	380	472	564	656	749	840	932	1024	1116	1208	1300
	24	$\Delta t$ 50	574	757	940	1123	1307	1491	1673	1855	2038	2221	2404	2587
		$\Delta t$ 40	429	566	703	840	977	1116	1252	1388	1524	1661	1798	1935
Výška 15	18	$\Delta t$ 50	589	743	897	1052	1207	1362	1517	1671	1826	1980	2135	2290
		$\Delta t$ 40	440	555	671	787	903	1019	1134	1250	1366	1481	1597	1713
	24	$\Delta t$ 50	916	1145	1374	1603	1833	2061	2290	2519	2748	2977	3206	3435
		$\Delta t$ 40	685	856	1028	1199	1371	1542	1713	1884	2056	2227	2398	2569
Výška 30	18	$\Delta t$ 50	760	950	1140	1330	1520	1710	1900					
		$\Delta t$ 40	568	711	853	995	1137	1279	1421					
	24	$\Delta t$ 50	1112	1390	1668	1946	2224	2502	2780					
		$\Delta t$ 40	832	1040	1248	1456	1664	1871	2079					
Výška 45	18	$\Delta t$ 50	857	1071	1285	1499	1714	1927	2141					
		$\Delta t$ 40	641	801	961	1121	1282	1441	1601					
	24	$\Delta t$ 50	1274	1593	1911	2230	2549	2869	3188					
		$\Delta t$ 40	953	1192	1429	1668	1907	2146	2385					
Výška 60	18	$\Delta t$ 50	934	1168	1401	1635	1870	2104	2338					
		$\Delta t$ 40	699	874	1048	1223	1399	1574	1749					
	24	$\Delta t$ 50	1374	1717	2060	2403	2746	3089	3432					
		$\Delta t$ 40	1028	1284	1541	1797	2054	2311	2567					

- otopné lavice KORALINE LK Economic se vyrábějí pouze ve výšce 9, 15 a 30 cm a šířce 18 a 24 cm

## Opravný součinitel $kt$ na odlišný teplotní rozdíl $\Delta t$ (K)

$\Delta t$ (K)	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
$kt$	0,287	0,326	0,367	0,410	0,453	0,498	0,544	0,591	0,639	0,688	0,737	0,788	0,839	0,892	0,946	1,000

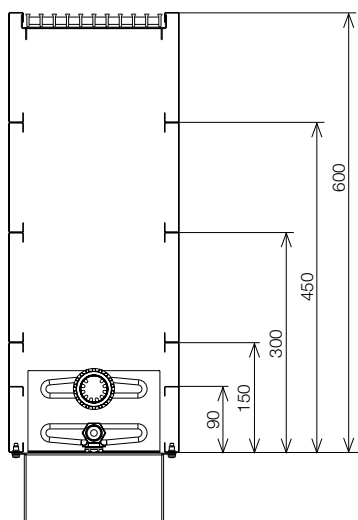
$\Delta t$ (K)	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
$kt$	1,055	1,111	1,167	1,224	1,282	1,341	1,401	1,460	1,521	1,582	1,644	1,676	1,770	1,834	1,898

Vzorec a příklad přepočtu na odlišný teplotní rozdíl jsou uvedeny na str. 93.

- teplotní exponent  $m = 1,364$

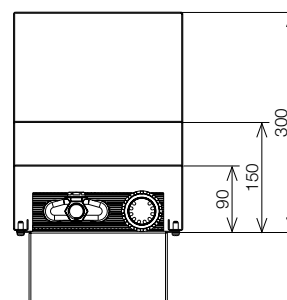
## Výšky otopných lavic KORALINE LK

KORALINE LK Exclusive



KORALINE LK Economic

(maximální výška 300 mm)



**OKC 750-1000 NTR/1 MPa**

**Technický list / Technical Data Sheet / Technisches Merkblatt / Технические данные**

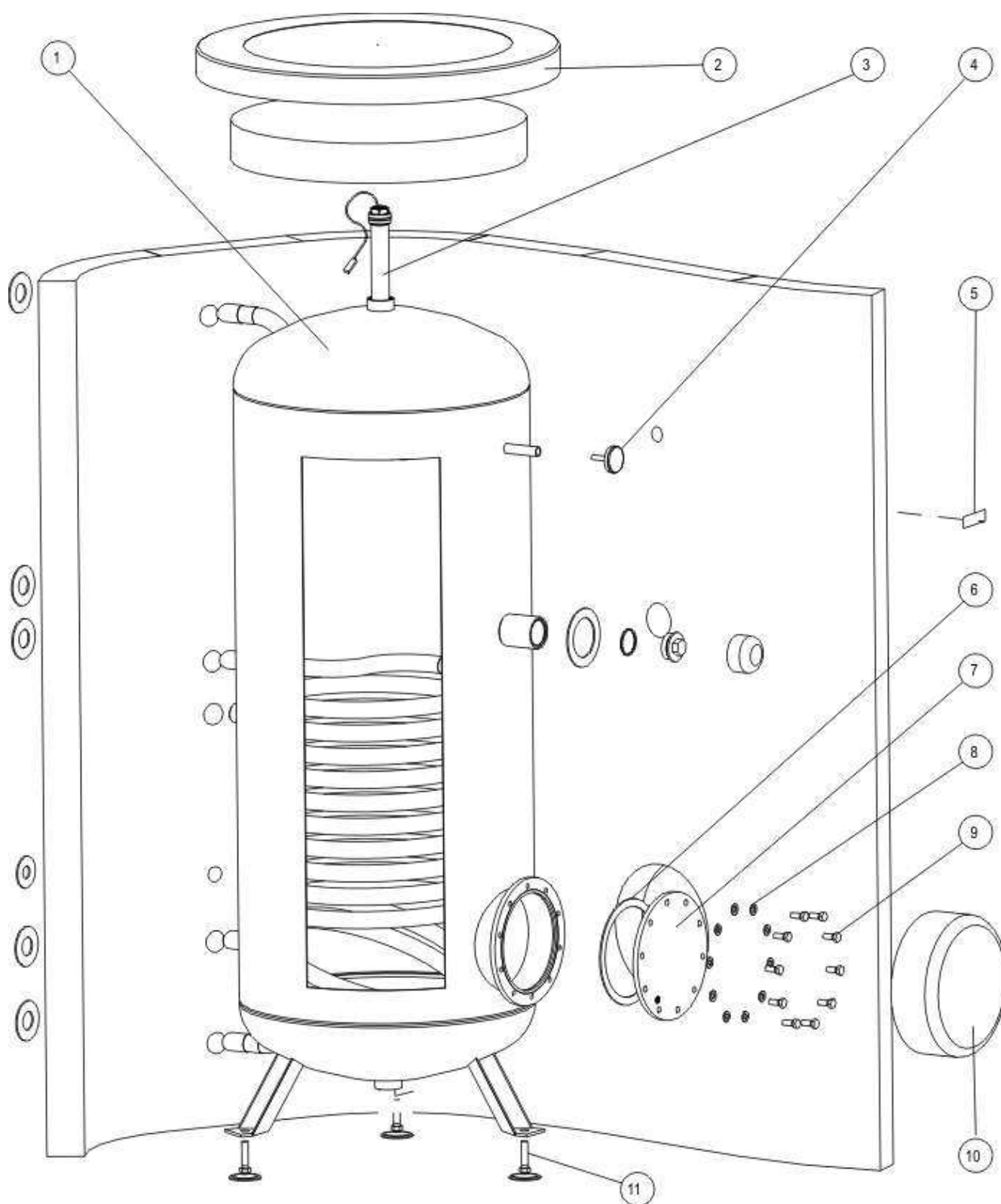




**OKC 750-1000 NTR/1 MPa**

**Technický list / Technical Data Sheet / Technisches Merkblatt / Технические данные**

ROZPAD – DISINTEGRATION - DIE ZERSETZUNG- ВЗРЫВНАЯ СХЕМА

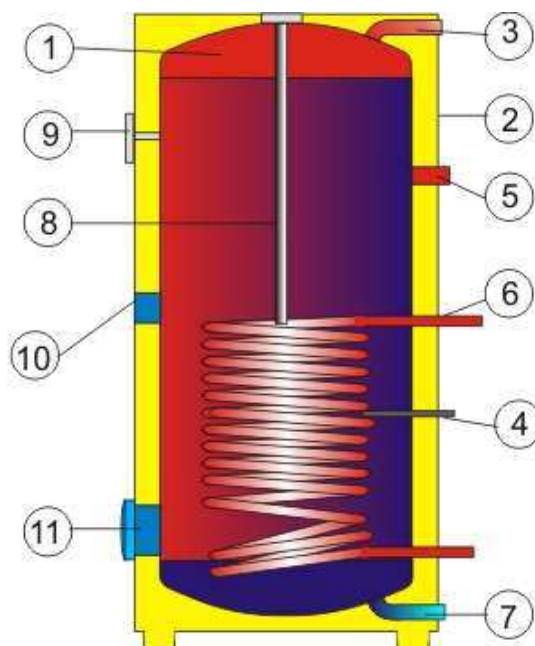


**OKC 750-1000 NTR/1 MPa**
**Technický list / Technical Data Sheet / Technisches Merkblatt / Технические данные**

POZICE POSITION POSITION ПОЗИЦИЯ	KUSY PIECES STÜCK ШТУКИ	ČÍSLO DÍLU PART No TEILNUMMER НОМЕР ДЕТАЛИ	NÁZEV DÍLU	PART NAME	TEILBEZEICHNUNG	НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ
1	1	105513018	Ohříváč vody OKC 750 NTR / 1MPa	OKC 750 NTR / 1 MPa Water Heater	Wassererwärmer OKC 750 NTR / 1MPa	Водонагреватель OKC 750 NTR / 1MPa
		105513019	Ohříváč vody OKC 1000 NTR / 1MPa	OKC 1000 NTR / 1 MPa Water Heater	Wassererwärmer OKC 1000 NTR / 1MPa	Водонагреватель OKC 1000 NTR / 1MPa
2	1		Víko pláště plastové ø 910 x 1010	Plastic ø 900 x 1010 housing cover	Kunststoff-Manteldeckel ø 910 x 1010	Крышка обшивки пластиковая 910 x 1010
3	1	6199213	Anoda ND 33x1060 (G 1 1/4")	33x1060 (G 1 1/4") anode	Anode ND 33x1060 (G 1 1/4")	Анод з/ч 33x1060 (G 1 1/4")
		6199214	Anoda ND 33x1250 (G 1 1/4")	33x1250 (G 1 1/4") anode	Anode ND 33x1250 (G 1 1/4")	Анод з/ч 33x1250 (G 1 1/4")
4	1	100641400	Teploměr Bimetalický pro 1MPa	Bimetallic thermometer for 1MPa	Bimetall-Thermometer für 1MPa	Термометр биметаллический для 1 МПа
5	1		Štítek	Label	Schild	Шиток
6	1	100641303	Kroužek těsnící ø 180 pro 750-1000	ø 180 Packing ring for 750-1000	Dichtungsring ø 180 für 750-1000	750-1000
7	1		Víko příruby ND slepá zátka pro 750-1000	Flange cover ND blind plug for 750-1000	Flanschdeckel ND Blindkappe für 750-1000	Крышка фланца з/ч пробка-заглушка для 750-1000
8	10		Podložka rovná ø 10,5	Flat washer ø 10.5	Unterlegscheibe glatt 10,5	Шайба плоская ø10,5
9	10		Šroub M10x25	M10x25 screw	Schraube M10x25	Болт M10x25
10	1		Kryt příruby Plastový 750-1000	Plastic flange cover 750-1000	Flanschdeckel Kunststoff 750-1000	Кожух фланца пластиковый 750-1000
11	3		Šroub rektifikační M12x30 (nožička)	M12x30 (foot) rectifying screw	Stellschraube M12x30 (Fuß)	Болт ректификационный M12x30 (стержень)
	1		Izolace kompletní 750 NTR	750 NTR insulation set	Isolierung komplett 750 NTR	Изоляция комплектная 750 NTR
			Izolace kompletní 1000 NTR	1000 NTR insulation set	Isolierung komplett 1000 NTR	Изоляция комплектная 1000 NTR

## OKC 750-1000 NTR/1 MPa

Technický list / Technical Data Sheet / Technisches Merkblatt / Технические данные



- 1 Ocelová smaltovaná nádoba
- 2 Plášť ohřívače
- 3 Výstup TUV
- 4 Jímka snímače teploty
- 5 Cirkulace
- 6 Trubkový výměník
- 7 Vstup studené vody
- 8 Mg anoda
- 9 Teploměr
- 10 Otvor pro přídavné topné těleso
- 11 Otvor pro topné těleso  
Čistící a revizní otvor

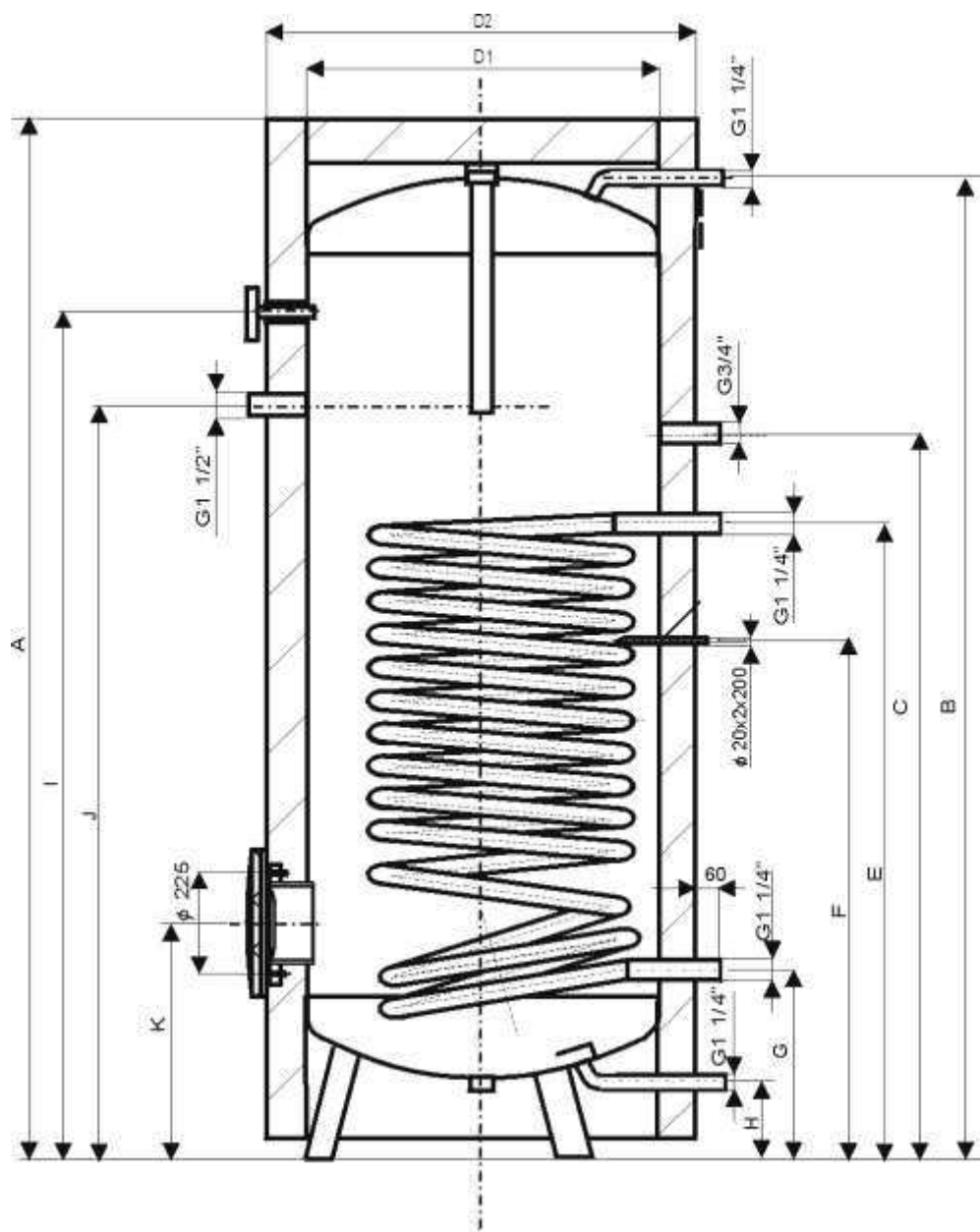
- 1 Enamelled steel receptacle
- 2 Water heater casing
- 3 Hot utility water outlet
- 4 Thermowell for temperature sensors
- 5 Circulation
- 6 Tubular exchanger
- 7 Cold water inlet
- 8 Mg anode
- 9 Thermometer
- 10 Inlet for additional heating element
- 11 Inlet for heating element  
Cleaning and inspection hole

- 1 Emaillierter Stahlbehälter
- 2 Mantel des Warmwasserspeichers
- 3 Ablassrohr des Warmbrauchwassers
- 4 Schutzrohr für Temperatursensoren
- 5 Zirkulation
- 6 Rohrwärmetauscher
- 7 Einlassrohr für Kaltwasser
- 8 Mg-anode
- 9 Temperaturanzeiger
- 10 Öffnung für einen zusätzlichen Heizkörper
- 11 Öffnung für Heizkörper  
Reinigungs und Inspektion Loch

- 1 Стальной эмалированный резервуар
- 2 Кожух водонагревателя
- 3 Трубка выпуска тёплой воды
- 4 Гильза для датчиков температуры
- 5 Циркуляция
- 6 Трубчатый теплообменник
- 7 Трубка впуска холодной воды
- 8 Магнийевый анод
- 9 Термометр
- 10 Отверстие для нагревательного элемента
- 11 Отверстие для термоэлемента  
Отверстие для чистки и проверок

### OKC 750-1000 NTR/1 MPa

Technický list / Technical Data Sheet / Technisches Merkblatt / Технические данные



Typ	OKC 750 NTR/ 1 MPa	OKC 1000 NTR/ 1 MPa
	A	1998
B	1887	1905
C	1417	1490
D1	750	850
D2	910	1010
E	1314	1324
F	1079	1087
G	288	295
H	99	103
I	1643	1672
J	1005	1025
K	375	385

**OKC 750-1000 NTR/1 MPa**
**Technický list / Technical Data Sheet / Technisches Merkblatt / Технические данные**

Typ / Type / Typ / Модель		OKC 750 NTR/ 1 MPa	OKC 1000 NTR/ 1 MPa
Objem / Capacity / Volumen / Объем	l	750	975
Max. hmotnost ohřivače bez vody / Max weight of the heater without heater / Max. Gewicht des Wassererwärmers ohne Wasser/ Масса водонагревателя без воды	kg	210	274
Max. provozní tlak / Max operating overpressure in the tank / Max. Betriebsüberdruck im Behälter / Избыточное давление	MPa	1	1
Max. provozní přetlak ve výměníku / Maximum operating overpressure in the exchanger / Max. Betriebsüberdruck im Wärmetauscher / Макс.рабочее избыт.давление	MPa	1,6	1,6
Max. teplota TUV / Max temperature of HSW / Max. WBW-Temperatur / Максимум Температура горячей воды	°C	95	95
Max.teplota topné vody / Max rating water temperature / Max. Heizwassertemperatur / Максимальная температура отопительной воды	°C	110	110
Teploměnná plocha výměníku / Exchanger heat delivery surface/ Heizfläche des Wärmetauschers / Поверхность нагрева теплообменника	m <sup>2</sup>	3,7	4,5
Výkon výměníku při tep.spádu 80/60 °C / Exchanger performance at temperature drop 80/60°C / Leistung d. Wärmetauschers beim Temperaturgradient 80/60 °C / Мощность теплообменника при перепаде темп. 80/60 °C	kW	99	110
Výkonnostní číslo dle DIN 4708 / Performance number accord.to DIN 4708 / Leistungsnr. gem. DIN 4708 / Датчик мощности согласно DIN 4708	NL	30,5	38,8
Trvalý výkon TUV * / Permanent TUV* performance / Dauerleistung WBW* / Постоянная мощность ГТВ *	l/h	2440	2715
Doba ohřevu TUV* výměníkem při tep.spádu 80/60 °C / TUV*heating time by exchanger at temperature drop 80/60°C / Erwärmungsdauer WBW* mit Wärmetauscher beim Wärmegradient 80/60 °C / Время нагрева ГТВ * теплообменником при перепаде температуры 80/60 °C	Min	24	26
Teplné ztráty / Heat losos / Wärmeverluste / Тепловые потери	kWh/24h	3,6	3,9

\*TUV - teplá užitková voda 45°C

\*TUV - Hot service water 45°C

\*WBW - Warmbrauchwasser 45°C

\*ГТВ - горячая техническая вода 45 °C

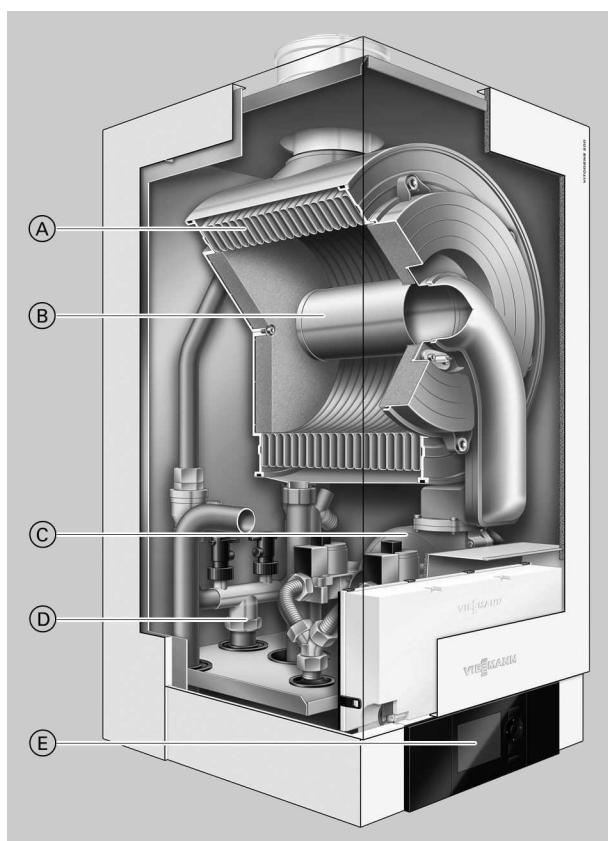
## Vitodens 200-W

### 1.1 Popis výrobku

Vitodens 200-W, 45 až 60 kW



- (A) Topné plochy Inox-Radial z nerezové ušlechtilé oceli - pro vysokou provozní jistotu při dlouhé životnosti. Velký tepelný výkon v nejmenším prostoru
- (B) Modulovaný sálavý válcový hořák Matrix pro extrémně nízké emise škodlivin a tichý provoz
- (C) Ventilátor spalovacího vzduchu s regulovatelnými otáčkami pro tichý a úsporný provoz
- (D) Přípojky plynu a vody
- (E) Digitální regulace kotlového okruhu



- (C) Ventilátor spalovacího vzduchu s regulovatelnými otáčkami pro tichý a úsporný provoz
- (D) Přípojky plynu a vody
- (E) Digitální regulace kotlového okruhu

5825 432 CZ

#### VITODENS 200-W

- (A) Topné plochy Inox-Radial z nerezové ušlechtilé oceli – vysoká provozní jistota a dlouhá životnost. Velký tepelný výkon v nejmenším prostoru



**1.2 Technické údaje**

Plynový topný kotel, provedení B a C, kategorie II <sub>2N3P</sub> Rozsah jmenovitého tepelného výkonu 45 a 60 kW: Údaje dle ČSN EN 677. 80 až 150 kW: Údaje dle ČSN EN 15417. T <sub>V</sub> /T <sub>R</sub> = 50/30 °C při provozu na zemní plyn		Plynový kondenzační kotel					
T <sub>V</sub> /T <sub>R</sub> = 50/30 °C při provozu na zemní plyn	kW	12,0 - 45,0	12,0 - 60,0	20,0 - 80,0	20,0 - 100,0	32,0 - 125,0	32,0 - 150,0
T <sub>V</sub> /T <sub>R</sub> = 80/60 °C při provozu na zemní plyn	kW	10,9 - 40,7	10,9 - 54,4	18,1 - 72,6	18,1 - 91,0	29,0 - 114,0	29,0 - 136,0
T <sub>V</sub> /T <sub>R</sub> = 50/30 °C při provozu na zkapalněný plyn P	kW	17,0 - 45,0	17,0 - 60,0	30,0 - 80,0	30,0 - 100,0	32,0 - 125,0	32,0 - 150,0
T <sub>V</sub> /T <sub>R</sub> = 80/60 °C při provozu na zkapalněný plyn P	kW	15,4 - 40,7	15,4 - 54,4	27,0 - 72,6	27,0 - 91,0	29,0 - 114,0	29,0 - 136,0
Jmenovité tepelné zatížení při provozu na zemní plyn	kW	11,2 - 42,2	11,2 - 56,2	18,8 - 75,0	18,8 - 93,8	30,0 - 118,0	30,0 - 142,0
Jmenovité tepelné zatížení při provozu na zkapalněný plyn P	kW	16,1 - 42,2	16,1 - 56,2	28,1 - 75,0	28,1 - 93,8	30,0 - 118,0	30,0 - 142,0
Typ		B2HA	B2HA	B2HA	B2HA	B2HA	B2HA
Identifikační číslo výrobku		CE-0085CN0050					
Druh krytí		IP X4D dle ČSN EN 60529					
Přípojovací tlak plynu							
Zemní plyn	mbar	20	20	20	20	20	20
	kPa	2	2	2	2	2	2
Zkapalněný plyn	mbar	50	50	50	50	50	50
	kPa	5	5	5	5	5	5
Max. přípust. přípojovací tlak plynu <sup>*1</sup>							
Zemní plyn	mbar	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
	kPa	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Zkapalněný plyn	mbar	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5
	kPa	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75
Hladina akustického výkonu (údaje podle ČSN EN ISO 15036-1)							
Při dílčím výkonu	dB(A)	39	39	38	38	40	40
Při jmenovitém tepelném výkonu	dB(A)	56	67	56	59	57	60
Elektrický příkon (ve stavu při dodání)	W	56	82	126	175	146	222
Hmotnost	kg	65	65	83	83	130	130
Objem výměníku tepla	l	7,0	7,0	12,8	12,8	15,0	15,0
Max. objemový tok	l/h	3500	3500	5700	5700	7165	8600
Mezní hodnota pro použití hydr. oddělovače							
Jmenovité oběhové množství vody při T <sub>V</sub> /T <sub>R</sub> = 80/60 °C	l/h	1748	2336	3118	3909	4900	5850
Přípustný provozní tlak	bar	4	4	4	4	6	6
	MPa	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
Rozměry							
Délka	mm	380	380	530	530	690	690
Šířka	mm	480	480	480	480	600	600
Výška	mm	850	850	850	850	900	900
Plynová přípojka	R	¾	¾	1	1	1	1
Přípojovací hodnoty Vztažené k max. zatížení s plynem							
Zemní plyn E	m <sup>3</sup> /h	4,47	5,95	7,94	9,93	12,49	15,03
Zemní plyn LL	m <sup>3</sup> /h	5,19	6,91	9,23	11,54	14,51	17,47
Zkapalněný plyn	kg/h	3,30	4,39	5,86	7,33	9,23	11,10

\*1 Je-li přípojovací tlak plynu vyšší než max. přípust. přípojovací tlak plynu, musí se před topné zařízení zapojit samostatný regulátor tlaku plynu.

## Vitodens 200-W (pokračování)

Plynový topný kotel, provedení B a C, kategorie II <sub>2N3P</sub> Rozsah jmenovitého tepelného výkonu 45 a 60 kW: Údaje dle ČSN EN 677. 80 až 150 kW: Údaje dle ČSN EN 15417. T <sub>v</sub> /T <sub>R</sub> = 50/30 °C při provozu na zemní plyn		Plynový kondenzační kotel						
		12,0 - 45,0	12,0 - 60,0	20,0 - 80,0	20,0 - 100,0	32,0 - 125,0	32,0 - 150,0	
T <sub>v</sub> /T <sub>R</sub> = 80/60 °C při provozu na zemní plyn	kW	10,9 - 40,7	10,9 - 54,4	18,1 - 72,6	18,1 - 91,0	29,0 - 114,0	29,0 - 136,0	
<b>Charakteristiky spalin<sup>*2</sup></b>								
Skupina hodnot spalin podle G 635/G 636		G <sub>52</sub> /G <sub>51</sub>	G <sub>52</sub> /G <sub>51</sub>	G <sub>52</sub> /G <sub>51</sub>	G <sub>52</sub> /G <sub>51</sub>	G <sub>52</sub> /G <sub>51</sub>	G <sub>52</sub> /G <sub>51</sub>	
Teplota (při teplotě vratné větve 30 °C)								
– při jmenovitém tepelném výkonu		62	66	46	57	51	60	
– při dílčím výkonu		39	39	37	37	39	39	
Teplota (při teplotě vratné větve 60 °C)		75	80	68	72	70	74	
Hmotnostní tok								
Zemní plyn								
– při jmenovitém tepelném výkonu		78	104	139	174	210	253	
– při dílčím výkonu		30	30	52	52	53	53	
Zkapalněný plyn								
– při jmenovitém tepelném výkonu		74	99	132	165	231	278	
– při dílčím výkonu		28	28	49	49	59	59	
Disponibilní tah		250	250	250	250	250	250	
		mbar	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
<b>Max. množství kondenzátu</b>								
podle DWA-A 251		l/h	6,3	8,4	11,2	14,0	17,5	21,0
<b>Přípojka kondenzátu (hadicové hrdlo)</b>		Ø mm	20-24	20-24	20-24	20-24	20-24	20-24
<b>Spalinová přípojka</b>		Ø mm	80	80	100	100	100	100
<b>Přípojka přiváděného vzduchu</b>		Ø mm	125	125	150	150	150	150
<b>Normovaný stupeň využití při</b>			až 98 (H <sub>s</sub> ) / 109 (H <sub>i</sub> )					
T <sub>v</sub> /T <sub>R</sub> = 40/30 °C		%						
<b>Třída energetické účinnosti</b>			A	A	A	A	A	A

\*2 Výpočtové hodnoty pro dimenzování odtahového systému dle ČSN EN 13384.

Teploty spalin jako naměřené brutto hodnoty při teplotě spalovacího vzduchu 20 °C.

Teplota spalin při teplotě vratné větve 30 °C je směrodatná pro dimenzování zařízení pro odvod spalin.

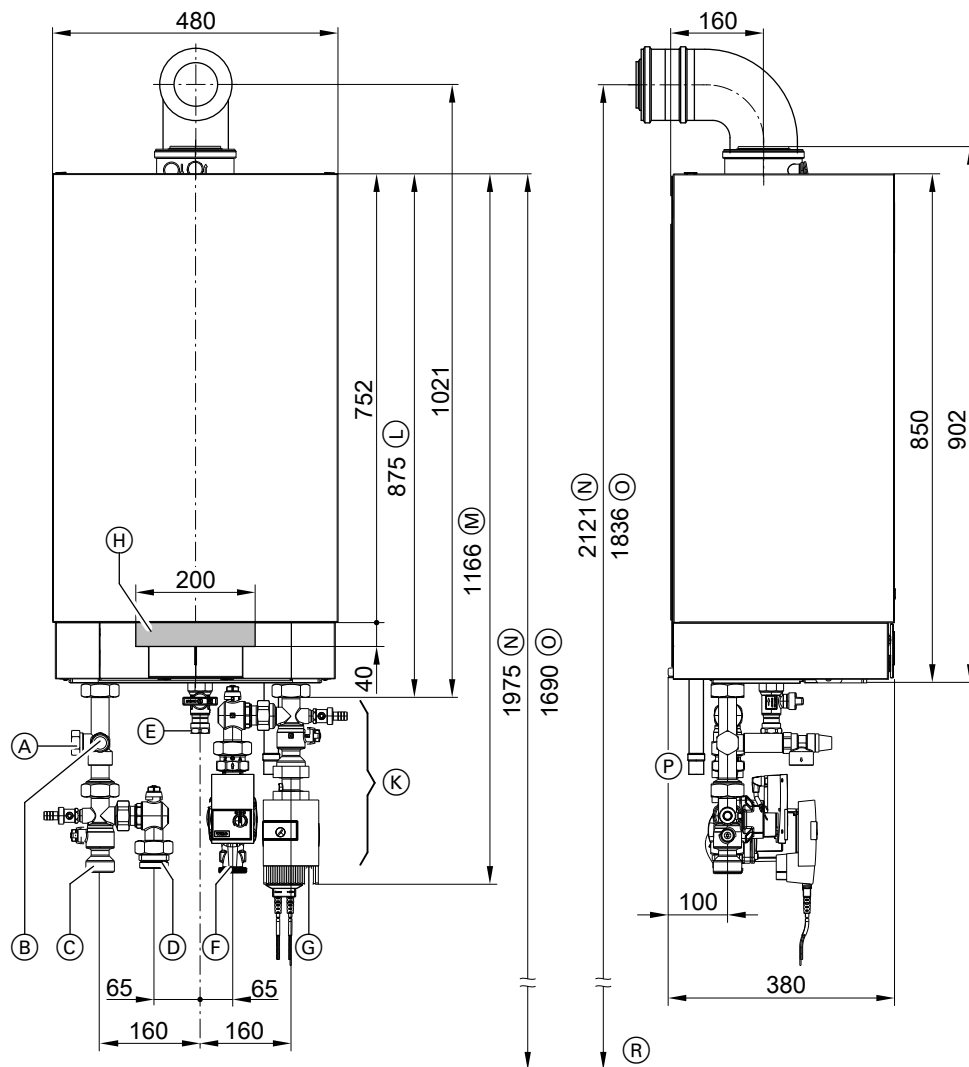
Teplota spalin při teplotě vratné větve 60 °C slouží k určení rozsahu použití kouřovodů s maximálně přípustnými provozními teplotami.



## Vitodens 200-W, 45 a 60 kW

### Zařízení s více kotli

Údaje pro zařízení s více kotli viz strana 34.



- (A) Připojka expanzní nádoby G 1
- (B) Pojistný ventil
- (C) Přívodní větev topení G 1½
- (D) Přívodní větev zásobníku G 1½
- (E) Plynová připojka R ¾
- (F) Vratná větev zásobníku G 1½
- (G) Vratná větev topení G 1½
- (H) Oblast k zavedení elektrických vedení na zadní straně

#### Upozornění

Připojovací sada topného okruhu **musí** být přiobjednána.

- (K) Připojovací sady (příslušenství)  
Zobrazeno bez tepelné izolace (rozsah dodávky)
- (L) Bez připojovacích sad
- (M) S připojovacími sadami
- (N) Doporučený rozměr u zařízení s jedním kotlem
- (O) Doporučený rozměr u zařízení s více kotli
- (P) Odtok kondenzátu
- (R) Horní hrana hotové podlahy

#### Upozornění

Potřebné elektrické napájecí kabely se **musí** nainstalovat ze strany stavby a na příslušném místě zavést do kotle.

### Vysoce efektivní oběhové čerpadlo s regulovanými otáčkami v připojovací sadě pro topný okruh (příslušenství)

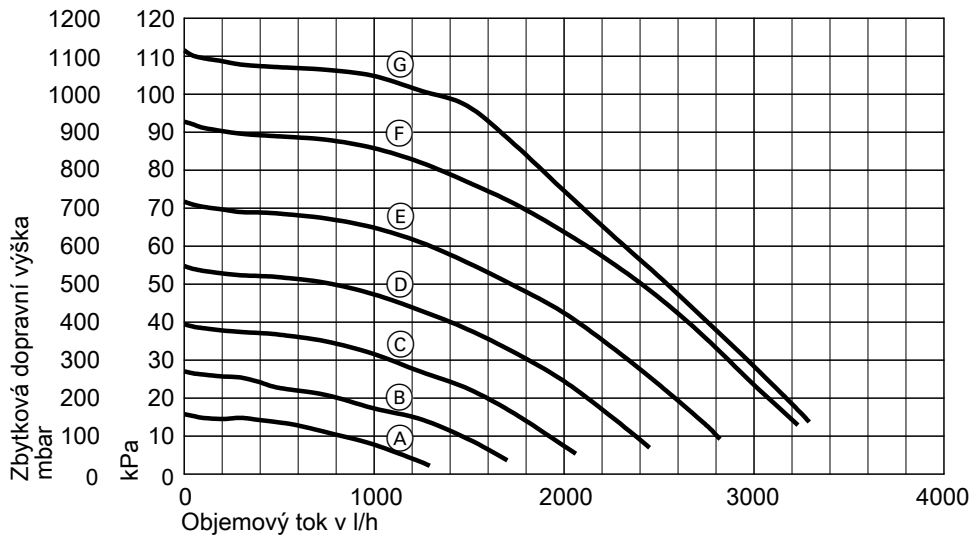
Vysoce efektivní oběhové čerpadlo má výrazně nižší spotřebu proudu v porovnání s běžnými čerpadly. Přizpůsobením čerpacího výkonu oběhového čerpadla individuálním podmínkám topného systému se sníží spotřeba elektrického proudu.

#### Oběhové čerpadlo VI Para 25/1-11

Jmenovité napětí	V~	230
Příkon	W max.	140
	min.	8

## Vitodens 200-W (pokračování)

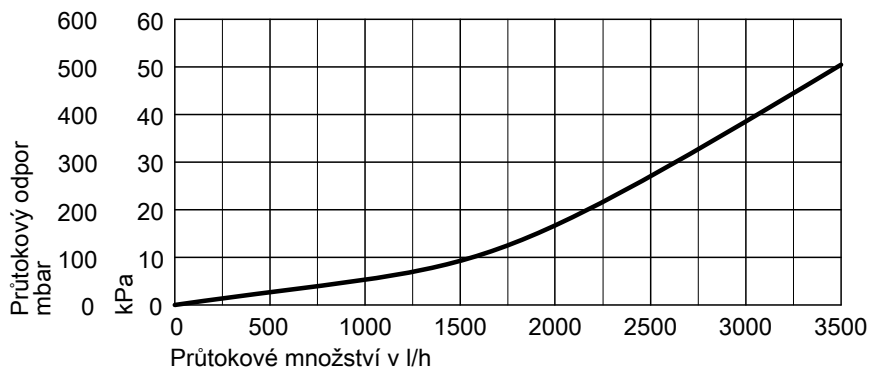
### Zbytkové dopravní výšky oběhového čerpadla



Charakteristika	Dopravní výkon oběhového čerpadla
Ⓐ	40 %
Ⓑ	50 %
Ⓒ	60 %
Ⓓ	70 %
Ⓔ	80 %
Ⓕ	90 %
Ⓖ	100 %

### Průtokový odpor na straně topné vody

Pro dimenzování oběhového čerpadla ze strany stavby



### Oběhové čerpadlo v přípojovací sadě pro zásobníkové ohřivače vody

Typ čerpadla			VI Yonos Para 25/6
Napětí	V~		230
Příkon	W	max.	45
		min.	3

DEMO : Purchase from [www.A-PDF.com](http://www.A-PDF.com) to remove the watermark

**Buderus**  
**Nástenkový plynový**  
**kondenzační kotel**  
Rozsah výkonu:  
2,7 až 45 kW



Logamax plus GB162

Maximální využití energie

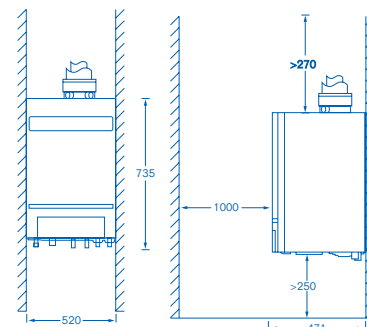
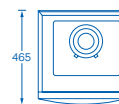
Teplo je náš živel

**Buderus**

# Technické parametry

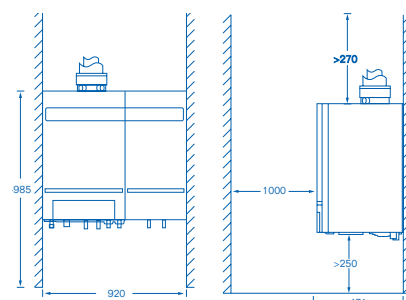
Logamax plus GB162 (15 – 45 kW)

Logamax plus	GB162-15	GB162-25	GB162-35	GB162-45
Třída energetické účinnosti pro vytápění	A	A	A	A
Jmenovitý tepelný výkon (kW)	15	24	33	43
Tepelný výkon (kW)	2.7 – 15.2	4.8 – 24.9	5.8 – 32.7	10.4 – 44.9
Normovaný stupeň využití (%)	až 110.5			
Teplota otopné vody (°C)	až 82			
Průměr spalinového potrubí (mm)	80 / 125			
Elektrický příkon (W)	28 – 58	37 – 70	51 – 95	53 – 145
Rozměry V / Š / H (mm)	695 / 520 / 465			
Hmotnost (kg)	45	45	48	48
Třída NOx	5			



Logamax plus GB162 se zásobníkem s vrstveným nabíjením (25 kW)

Logamax plus	GB162-25 T40 S
Třída energetické účinnosti pro vytápění	A
Třída energetické účinnosti pro ohřev teplé vody	A
Tepelný výkon (kW)	4.8 – 24.9
Výkon pro ohřev teplé vody (kW)	33.4
Normovaný stupeň využití (%)	až 110.5
Teplota otopné vody (°C)	až 82
Průměr spalinového potrubí (mm)	80 / 125
Teplota teplé vody (°C)	30 až 60
Elektrický příkon (W)	37 – 109
Rozměry V / Š / H (mm)	695 / 920 / 465
Hmotnost (kg)	70
Množství teplé vody při 80/45/10 °C (l/h)	825
Třída NOx	5



## Dlouholeté zkušenosti

Již více než 280 let jako dodavatel systémů pomáháme při vývoji stále nových a vylepšených postupů a technologií v oblasti tepelné techniky. Tyto dlouholeté zkušenosti tvoří základ pro vysoce kvalitní systémy, které dnes i do budoucna zajišťují efektivní a zároveň šetrné využití energií.

## Systémová řešení

Kdo přemýšlí systémově, myslí dál – vidí nejen jednotlivé komponenty, ale chápe i jejich vzájemné souvislosti. Stejně jako odborníci v oblasti energie společnosti Buderus, kteří neustále optimalizují spolupráci všech komponent otopných systémů. Výsledkem jsou vysoce funkční a optimálně sladěná systémová řešení, založená na nejnovějších technických poznatcích a technologiích.

## Výhody systému na první pohled

- Všechny komponenty systému od jednoho dodavatele
- Optimální sladění všech komponent do efektivního celku
- Flexibilní možnost rozšíření systému dle aktuálních potřeb
- Šetrný s ohledem na budoucnost – díky integraci obnovitelných energií

**Bosch Termotechnika s.r.o.**

Obchodní divize Buderus

Průmyslová 372/1

108 00 Praha 10 – Štěrboholy

tel.: +420 272 191 110

e-mail: info@buderus.cz

[www.buderus.cz](http://www.buderus.cz)

**Buderus**

# Větrání kotelen

035930 — FOURCLIMA s.r.o. - Brno  
Návrh větrání kotelny.VKO

VKO v.4.9.2 © PROTECH spol. s r.o.  
Datum tisku: 8.12.2016

## 1 Souhrné údaje

Stavba: Diplomová práce

Místo: Brno

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka: Návrh větrání kotelny.VKO

Archiv:

Projektant: Bc.Iveta Michalíčková

Datum: 8.12.2016

E-mail:

Telefon:

**2 Kotelna** Lokality: Brno  $t_e = -12\text{ °C}$   $z = 227\text{ m}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
O	$h_o$	$h_s$	I	$t_{io}$	$Q_{cm}$	$Z_k$	$Z_z$	$Q_{ei}$	$V_{io}$	$V_i$
$m^3$	m	m	$h^{-1}$	$°C$	W	%		W	$m^3/s$	$m^3/s$
45,0			0,5	20	250	0,55	1,80	0	0,006	0,006

## 3 Kotle

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Označení	Účel	Palivo	H	MJ	PK	PT	SP	$Q_{kn}$ kW	$\eta$ %	$\lambda$	$V_{ik}$ $m^3/s$
K1	V + TUV	Plynné	35,80	MJ/m <sup>3</sup>	C	Ne	Ne	45,0	90,0	1,1	0,000
K2	V	Plynné	35,80	MJ/m <sup>3</sup>	C	Ne	Ne	45,0	90,0	1,1	0,000
K3	V	Plynné	35,80	MJ/m <sup>3</sup>	C	Ne	Ne	45,0	90,0	1,1	0,000

## Větrací systém: Nucený

### Požadavky na větrací systém:

Větrací vzduch  $V_i = 0,006\text{ m}^3/s$

Spalovací vzduch  $V_s = 0,000\text{ m}^3/s$

Výkon ohříváku  $Q_{oh} = 0\text{ W}$

Letní chladící vzduch  $V_{let} = 0,106\text{ m}^3/s$

**4 Návrh**

Označení	Značka	$t_e$	-6	0	+6	+15	+30	KB0	KB15	KB30	MJ
Výpočtová teplota	$t_L$	-12	-6	0	6	15	30	0	15	30	°C
Tlak venkovního vzduchu	$p_L$	94 067	94 133	94 195	94 255	94 341	94 472	94 195	94 341	94 472	Pa
Hustota venkovního vzduchu	$\rho_L$	1,251	1,224	1,198	1,173	1,137	1,083	1,198	1,137	1,083	kg/m <sup>3</sup>
Char. výkon - zima	$Q_{zima}$	135	118	101	84	59		135	68		kW
Char. výkon - léto	$Q_{léto}$						45			45	kW
Char. spalovací vzduch - zima	$V_{s zima}$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000		m <sup>3</sup> /s
Char. spalovací vzduch - léto	$V_{s léto}$						0,000			0,000	m <sup>3</sup> /s
Vnitřní tepelné zisky v kotelně	$Q_i$	1 337	1 169	1 002	835	585	446	1 337	668	446	W
Char. ztráta kotelný - zima	$Q_{cm}$	250	194	139	83	0	0	139	0	0	W
Tepelná zátěž kotelný - zima	$Q_{z zima}$	1 087	975	863	752	585		1 198	668		W
Tepelná zátěž kotelný - léto	$Q_{z léto}$						446			446	W
Teplota v kotelně - vypočítaná	$t_{kv}$	65,9	62,8	59,6	56,1	50,6	57,7	25,0	25,0	35,0	°C
Výkon ohříváku	$Q_{oh}$	-530	-473	-414	-352	-256	-365	0	0	0	W
Ochlazovací vzduch	$V_{ch}$	0,106	0,095	0,083	0,071	0,051	0,041	0,000	0,000	0,000	m <sup>3</sup> /s
Teplota v kotelně - požadovaná	$t_{kp}$	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	25,0	25,0	35,0	°C
Tlak vzduch v kotelně	$p_i$	94 513	94 513	94 513	94 513	94 513	94 513	94 430	94 430	94 513	Pa
Hustota vzduchu v kotelně	$\rho_i$	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,100	1,100	1,065	kg/m <sup>3</sup>
Větrací vzduch z objemu kotelný	$V_{io}$	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	m <sup>3</sup> /s
Větrací vzduch z výkonu kotlů	$V_{ik}$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	m <sup>3</sup> /s
Požadovaný větrací vzduch	$V_i$	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	m <sup>3</sup> /s
Požadovaný spalovací vzduch	$V_s$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	m <sup>3</sup> /s
Požadovaný přívod vzduchu	$V_p$	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	m <sup>3</sup> /s
Účinný tlak	$\Delta p_v$										Pa
Plocha - přívod - větrání	$S_{vp}$										m <sup>2</sup>
Průměr - přívod - větrání	$d_{vp}$										mm
Plocha - odvod - větrání	$S_{vo}$										m <sup>2</sup>
Průměr - odvod - větrání	$d_{vo}$										mm
Plocha - přívod - spalování	$S_s$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	m <sup>2</sup>
Průměr - přívod - spalování	$d_s$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm

**5 Legenda**

Sloupec	Zkratka	MJ	Text
1	O	m <sup>3</sup>	Objem kotelný
2	$h_o$	m	Svislá vzdálenost přívodního a odvodního otvoru
3	$h_s$	m	Svislá vzdálenost odvodního otvoru a vyústění větrací šachty
4	$l$	$h^{-1}$	Intenzita výměny vzduchu v kotelně
5	$t_{io}$	°C	Teplota ve vytápěných objektech
6	$Q_{cm}$	W	Tepelná ztráta kotelný
7	$Z_k$	%	Součinitel tepelných zisků od kotlů
8	$Z_z$		Součinitel tepelných zisků od zařízení kotelný
9	$Q_{ei}$	W	Letní zisk kotelný od slunečního osálení
10	$V_{io}$	m <sup>3</sup> /s	Množství větracího vzduchu, které zajišťuje požadovanou intenzitu výměny vzduchu
11	$V_i$	m <sup>3</sup> /s	Požadované množství větracího vzduchu max. hodnota ze sloupce 10 a 32
24	H		Výhřevnost paliva
25	MJ		Měrná jednotka výhřevnosti paliva
26	PK		Provedení kotlů na plyn
27	PT		Přerušovač tahu
28	SP		Vybavení odtahu spalin spalinovou pojistkou
29	$Q_{kn}$	kW	Jmenovitý výkon kotle
30	$\eta$	%	Účinnost kotle
31	$\lambda$		Přebytek vzduchu
32	$V_{ik}$	m <sup>3</sup> /s	Požadované množství větracího vzduchu určené dle výkonu kotle (jen u některých typů kotlů na spalování plynu)
41			Pořadové číslo zařízení pro přívod vzduchu
42	d	mm	Výpočtový nebo zadaný průměr zařízení
43	a	mm	1. rozměr zařízení
44	b	mm	2. rozměr zařízení

**Větrání kotelen**

035930 — FOURCLIMA s.r.o. - Brno

Návrh větrání kotelny.VKO

VKO v.4.9.2 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 8.12.2016

Sloupec	Zkratka	MJ	Text
45	$\mu$		Průtokový součinitel
46	l	m	Délka vzduchovodu
47	Z		Suma součinitelů místních odporů vzduchovodu
48	r	mm	Vnitřní drsnost vzduchovodu
49	$V_i$	$m^3/s$	Skutečný průtok větracího vzduchu zařízením
50	$V_i$	%	Procentuální vyjádření podílu zařízení na zajištění požadovaného průtoku
61 - 70			Viz sloupce 41 - 50, ale pro zařízení k odvodu větracího vzduchu

Projekt:  
Datum: 01.12.2016 Odborný poradce:  
Strana: 1

Projekt číslo:

## Data topné soustavy

Č. Typ	Zdroj tepla	Výkon [v kW]	Vodní objem [ litrů ]	Expanzní potrubí	
				L ≤ 10m	10 < L ≤ 30m
1	Kondenzační kotel/závěsný	54	7	DN 20	DN 20
2	Kondenzační kotel/závěsný	54	7	DN 20	DN 20
3	Kondenzační kotel/závěsný	54	7	DN 20	DN 20
<b>Celkem</b>		<b>162</b>	<b>21</b>	<b>DN 20</b>	<b>DN 20</b>

Výpočet podle DIN EN 12828, VDI 4708

Výstupní teplota tv 65,0 °C  
 Zpáteční teplota tr 50,0 °C  
 Roztažnost n 2,6 %  
 Nemrz. směs 0,0 %  
 Nastavení bezpečnostního omezovače teploty 80,0 °C  
 Statický tlak pst 0,2 bar (př)  
 Minimální provozní tlak po 1,0 bar (př)  
 Otevírací tlak PSV psv 3,5 bar (př)  
 Tlak soustavy pe 3,0 bar (př)  
 Nast. minimální tlak-omezovač tlaku 0,0 bar (př)  
 Nast. maximální tlak-omezovač tlaku 0,0 bar (př)  
 Požadavky na funkci: Udržování tlaku / automatické doplňování / centrální automatické odplyňování / Ochrana zařízení prostřednictvím odlučovače kalu  
 Tlak doplňovací vody pn 4,5 bar (př)  
 Maximální průměr nádoby 2 000 mm  
 Maximální stavební výška 8 000 mm

Druh výhřevné plochy	Podíl v kW	Objem v litrech
1. Desková tělesa	0	1 096
Objem přívodního potrubí		1 108
Objem ostatní		61
<b>Soustava / rozvody</b>		<b>2 265</b>
Objemy zdrojů tepla V <sub>k</sub>		21
Akumulační zásobník		0
<b>Celkový objem soustavy V<sub>a</sub></b>		<b>2 286</b>
Expanzní objem	Ve	58 litrů
Zvolená vodní předloha		0,5 %
DIN 4807: min. 0,5% nebo 3 litry	nebo	11 litrů
Efektivní vodní předloha		2,6 %
	nebo	60 litrů

Přibližné hodnoty pro pracovní tlak soustavy = plnicí tlak při odp.teplotě

Max. tep. soust. ve °C	10	20	30	40	50	60
Tlak v barech(př)	2,0	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9

Správnost této tabulky je zaručena jen v případě, že údaje reálné soustavy odpovídají datům zadaným do výpočtu.



**Projekt:**  
**Datum:** 01.12.2016      **Odborný poradce:**  
**Strana:** 2

**Projekt číslo:**

## 1. Zajištění soustavy/rozvodů

Pozice	Obj. č.	Počet	Druh textu
1.1	8213300	1	<p>Reflex N,                      membránová tlaková expanzní nádoba pro uzavřené topné soustavy a soustavy chladicí vody, vyráběná podle DIN EN 13831, schváleno ve smyslu Evropské směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG.</p> <p>-nohy pro ustavení od N 35                      -vnější ochranný nátěr                      -nevyměnitelná membrána</p> <p>Typ : N 200                      Jmenovitý objem : 200 litrů                      Uživatelský objem max. : 180 litrů                      Dovol. výst. teplota zdroje: 120 °C                      Dov. prov. tepl. na membr. : 70 °C                      Dovol. provozní přetlak : 6 bar                      Tlak plynu z výroby : 1,5 bar                      Tlak plynu nastavený : 1,0 bar                      Průměr : 634 mm                      Výška : 758 mm                      Hmotnost (prázd.) : 22,0 kg                      Připojení na systém : R 1                      Barva : šedá</p>
1.2	7613100	1	<p>Reflex Rychlospojovací šroubení,                      pro membránové tlakové expanzní nádoby pro uzavřené topné soustavy a soustavy chladicí vody. Včetně zajištění proti neúmyslnému uzavření a vypouštění, podle DIN EN 12828, se zkouškami TÜV.</p> <p>Typ : SU R 1 x 1                      Připojení : R 1 x R 1                      Dovol. provozní tlak : PN 10                      Dovol. provozní teplota: 120 °C</p>
1.3	6811305	1	<p>Reflex Fillset Compact,                      kompaktní armatura pro přímé propojení doplňovacích zařízení topných soustav a soustav chladicí vody s rozvody pitné vody.</p> <p>Skládá se z:                      -uzavíracích kulových kohoutů na vstupu a výstupu,                      -oddělovače systémů podle DIN 1988-100 příp. DIN EN 1717 (BA) s integrovaným filtrem.</p> <p>Typ : Compact                      Dovol. provozní přetlak : 10 bar                      Dovol. provozní teplota : 60 °C                      Průtokový součinitel kvs : 0,8 m<sup>3</sup>/h                      Hmotnost (prázd.) : 0,9 kg                      Vestavná délka : 175 mm                      Připojení      Vstup: G 1/2                                        Výstup: G 1/2</p>
1.4	8830720	1	<p>Reflex Servitec,                      podtlakové odplynování nástřikem pro oběhovou a doplňovanou vodu v uzavřených topných a chladicích soustavách, jako plně automatická multifunkční jednotka s funkcí "Auto start" a automatickým hydraulickým vyrovnáním odplynovacího procesu, jakož i řízením a kontrolou funkce automatického</p>

**Projekt:**  
**Datum:** 01.12.2016      **Odborný poradce:**  
**Strana:** 6

**Projekt číslo:**

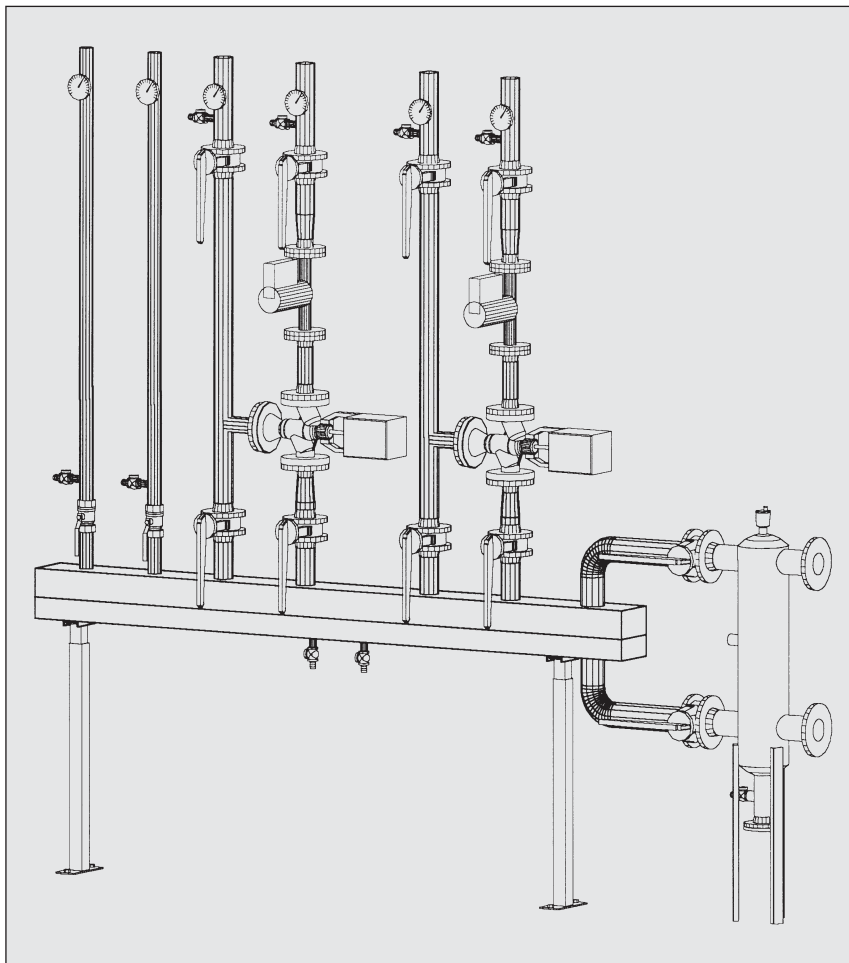
## 2. Zajištění tepelného zdroje 1

Pozice	Obj. č.	Počet	Druh textu
2.1	8707700	1	<p>Reflex S,                      membránová tlaková expanzní nádoba pro uzavřené solární a topné soustavy a soustavy chladicí vody, vyráběná podle DIN EN 13831, schváleno ve smyslu směrnice EU pro tlaková zařízení 97/23/EG. Použití především v soustavách s nemrzoucími přísadami na bázi glykolu.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vnější ochranný nátěr</li> <li>- nevyměnitelná membrána</li> <li>- do 50 % koncentrace nemrzoucích přísad</li> <li>- typ S 33 s upevňovacími úchyty</li> <li>- od typu S 50 nohy pro ustavení</li> </ul> <p>                         Typ : S 2                          Jmenovitý objem : 2 litrů                          Uživatelský objem max. : 2 litrů                          Dovol. výst. teplota zdroje: 120 °C                          Dov. prov. tepl. na membr. : 70 °C                          Dovol. provozní přetlak : 10 bar                          Tlak plynu z výroby : 0,5 bar                          Tlak plynu nastavený : 1,0 bar                          Průměr : 132 mm                          Výška : 260 mm                          Hmotnost (prázd.) : 1,0 kg                          Připojení na systém : G 3/4                          Barva : šedá                     </p>
2.2	7613000	1	<p>Reflex Rychlospojovací šroubení, pro membránové tlakové expanzní nádoby pro uzavřené topné soustavy a soustavy chladicí vody. Včetně zajištění proti neúmyslnému uzavření a vypouštění, podle DIN EN 12828, se zkouškami TÜV.</p> <p>                         Typ : SU R 3/4 x 3/4                          Připojení : G 3/4 x G 3/4                          Dovol. provozní tlak : PN 10                          Dovol. provozní teplota: 120 °C                     </p>
2.3		1	<p>Pojistný ventil pro zdroj tepla označení D/G/H nebo F podle TRD 721.</p> <p>                         Výrobek/Typ : Ari, Leser                          Vstupní jmenovitý rozměr : DN 20/PN 16                          Výstupní jmenovitý rozměr : DN 32/PN 16                          Požadov. vypouštěcí výkon : 54 kW                          Požadovaný tlak : 3,5 bar                     </p> <p style="text-align: center;">C I Z Í V Ý R O B E K</p>



**TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ PRO KOTELNY A PŘEDÁVACÍ STANICE • TEPELNÁ ČERPADLA**

# Kombinovaný rozdělovač se sběračem RS KOMBI, RS MINI a RS UNIVERSAL



Kombinovaný rozdělovač se sběračem se stal nedílnou součástí novodobé technologie kotelen, předávacích stanic a jejich strojoven. Jeho instalaci dochází k výraznému zjednodušení (a zlevnění) vedení potrubních tras a k celkové přehlednosti jednotlivých větví.



**Autorizovaný distributor deskových  
výměníků společnosti Alfa Laval**



Moduly, které vyjadřují délku jedné strany čtverce řezu RS KOMBI obou komor dohromady (obr. 2), jsou stanoveny vzhledem k přenášenému výkonu při  $\Delta t = 20$ , respektive k průtočnému množství. Vychází se z předpokladu, kdy hlavní přívod od zdroje tepla a zpátečka k němu je na RS KOMBI napojena na jeho jednom konci (obr. 3a,b). První z kraje by měla být zpátečka ke zdrojům tepla, tedy výstup ze spodní komory – sběrače. Pokud to dispoziční řešení umožňuje, je vhodné hlavní přívod a zpátečku napojit ve středu RS KOMBI (obr. 4a,b) a rovnoměrně rozdělit odběry na obě strany. Tím se docílí zmenšení potřebného modulu odpovídající až polovičnímu průtočnému množství, respektive výkonu při  $\Delta t = 20$ .

Rozdělovač je také možné vyrobit s izolační vrstvou mezi komorami a průchozími hrdly. Toto řešení je efektivní pouze u velkých systémů při  $Dt$  větším než 20. Tato vrstva má potom především význam dilatační z důvodu rozdílné roztažnosti materiálu jednotlivých komor při jejich rozdílné teplotě vody. Svůj význam může také plnit u chladících soustav, kdy se pracuje

s malým teplotním spádem a je důležitý každý stupeň. RS KOMBI s meziizolací nelze navrhovat s pomocí návrhového programu na CD ROMu.

#### ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU

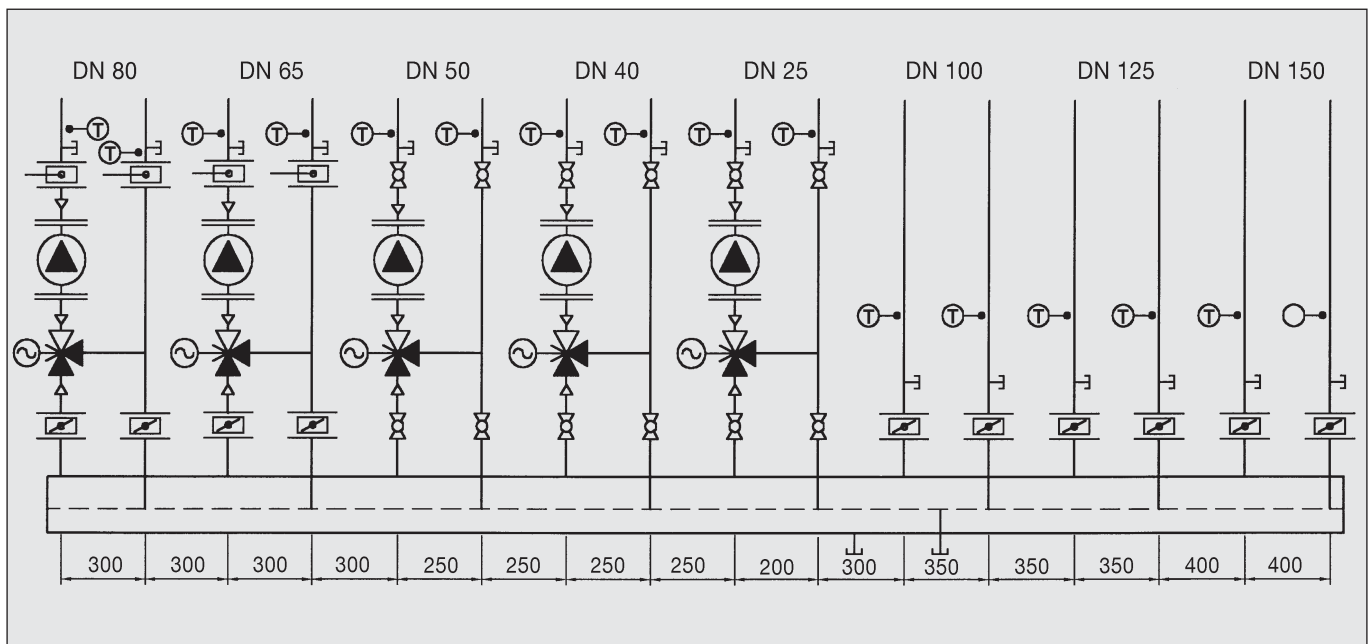
- jednočarový výkres-náčrtek RS KOMBI, ze kterého budou patrné rozteče, umístění a dimenze jednotlivých hrdel, včetně rozlišení, zda-li se jedná o závitová nebo přírubová (zde také určit PN), dále celková délka a případné umístění návarků pro manometry, teploměry a vypouštěcí kohouty.
- celkový výkon zdroje tepla přenášený RS KOMBI při  $\Delta t=20$  nebo průtočné množství,
- optimálním způsobem je předání výkresu vytvořeného s pomocí návrhového programu faxem nebo e-mailem,
- počet a typ podpěr.

RS jsou dodávány v základním nátěru s plastickými krytkami jednotlivých hrdel.

<b>Q<sub>max</sub> = [m<sup>3</sup>/hod]</b>	6	10	15	23	42	65	95	130
<b>do výkonu [kW] při <math>\Delta t=20</math></b>	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
<b>MODUL</b>	80	100	120	150	200	250	300	350
<b>Průtok. průřez komor S<sub>p</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
<b>Max. délka (m)</b>	1,5	2,0	3,0					

Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6MPa, teplota 110 °C. Maximální rychlost proudění vody v tělese je 1,0 m/s.

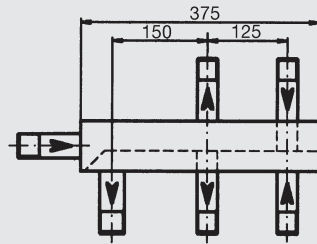
**Obr.5: Doporučené minimální rozteče jednotlivých hrdel v závislosti na jejich dimenzích**



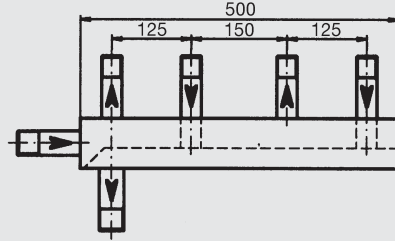


Výkresy RS MINI a RS UNIVERSAL

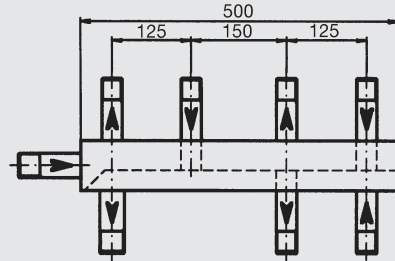
RS MINI 1.1



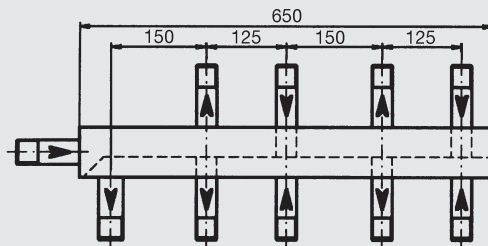
RS MINI 2.0



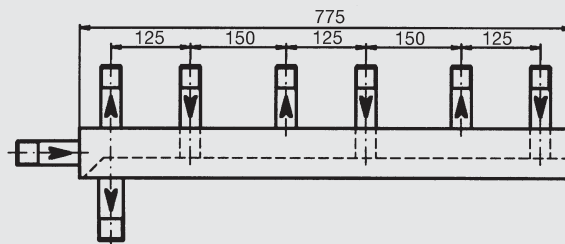
RS MINI 2.1



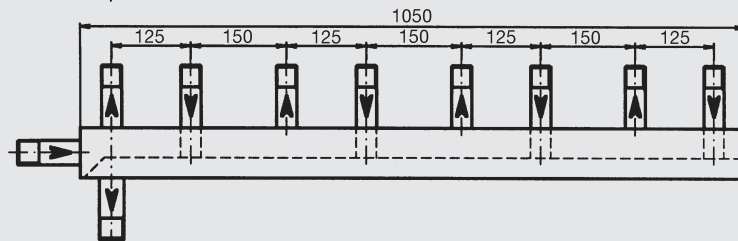
RS MINI 2.2



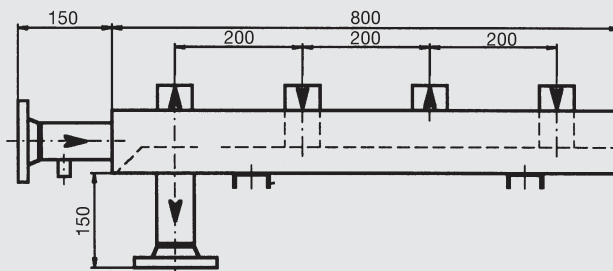
RS MINI 3.0



RS MINI 4.0



RS UNIVERSAL 2 - 5



## Kombinovaný rozdělovač se sběračem

RS MINI jsou standardizované RS rozdělovače sběrače, určené především pro kotelny rodinných domků, případně menší domovní kotelny nebo předávací stanice.

Všechny jsou zakončeny vždy vnějším G závitem, vstupy od zdroje jsou 1 1/4", výstupy 1", s definovanými roztečemi.

RS UNIVERSAL jsou také standardizované RS rozdělovače sběrače, určené především pro domovní kotelny nebo předávací stanice.

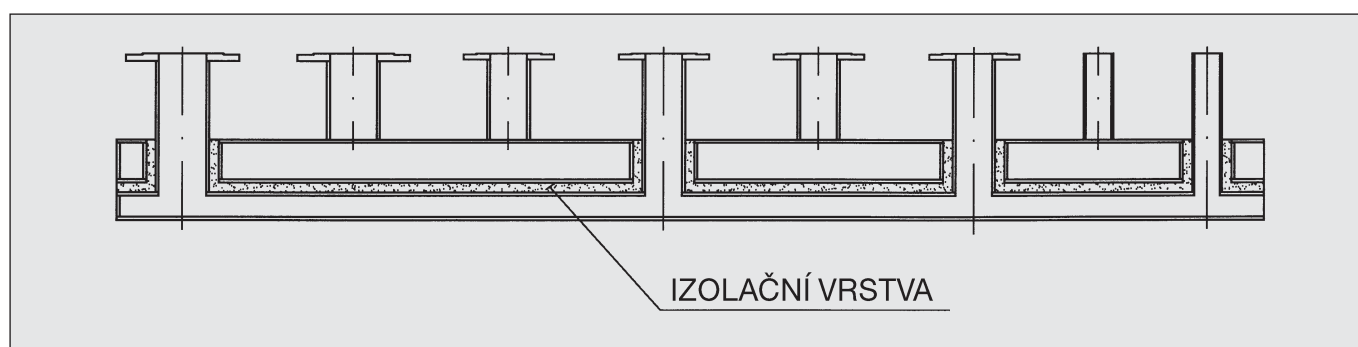
Vstupy od zdroje jsou přírubové DN50/0,6, všechny výstupy Ø48mm (1 1/2"), s definovanými roztečemi 200mm. Výstupy nemají příruby ani závity. Dle potřeby se přivaří závit, redukce nebo příruba.

Hlavní výhodou RS MINI a RS UNIVERSAL je, že výrobce, případně velkoobchod, je má trvale skladem a zákazník je nemusí individuálně objednávat, ale může si je okamžitě odebrat.

Tabulka základních rozměrů RS MINI a RS UNIVERSAL

TYP RS	hrdla od zdroje	hrdla výstupní	MODUL	výška hrdel [mm]	počet výst. větví	celková délka [mm]	hmotnost [kg]
RS MINI 2.0	G 1 1/4"	G 1"	80	100	2	600	7
RS MINI 1.1	G 1 1/4"	G 1"	80	100	2	475	6
RS MINI 3.0	G 1 1/4"	G 1"	80	100	3	875	10,5
RS MINI 2.1	G 1 1/4"	G 1"	80	100	3	600	8
RS MINI 4.0	G 1 1/4"	G 1"	80	100	4	1150	14
RS MINI 2.2	G 1 1/4"	G 1"	80	100	4	750	9,5
RS UNI 2	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	2	950	17
RS UNI 3	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	3	1350	23
RS UNI 4	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	4	1750	29
RS UNI 5	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	5	2150	35

Těla všech RS standardně PN 0,6MPa.



### ORIGINÁLNÍ TEPELNÁ IZOLACE Z PUR PĚNY S VNĚJŠÍ POVRCHOVOU AL ÚPRAVOU

Ke každému MODULU lze nyní objednat i originální tepelnou izolaci z PUR pěny s vnější povrchovou AL úpravou. Izolace se dodává vždy na konkrétní RS KOMBI, je nezbytné jí objednat zároveň s rozdělovačem! Dodatečnou objednávku nelze přijmout, výřezy pro hrdla se provádějí přesně na jejich průměr. Jednotlivé výstupní hrdla se již neizolují.

Izolace je dodávána volně, rozložená na dvě poloviny, které se nasadí na tělo rozdělovače a následně spojí. Povrchová úprava i vlastní PUR pěna je citlivá na poškození, doporučujeme nasazení izolace těsně před předáním díla.

RS KOMBI s izolací lze zadat pomocí návrhového programu, nikoli však ocenit. Pro aktuální cenu prosím laskavě kontaktujte vašeho obchodníka - dodavatele.



# Svařence



Trubkový rozdělovač

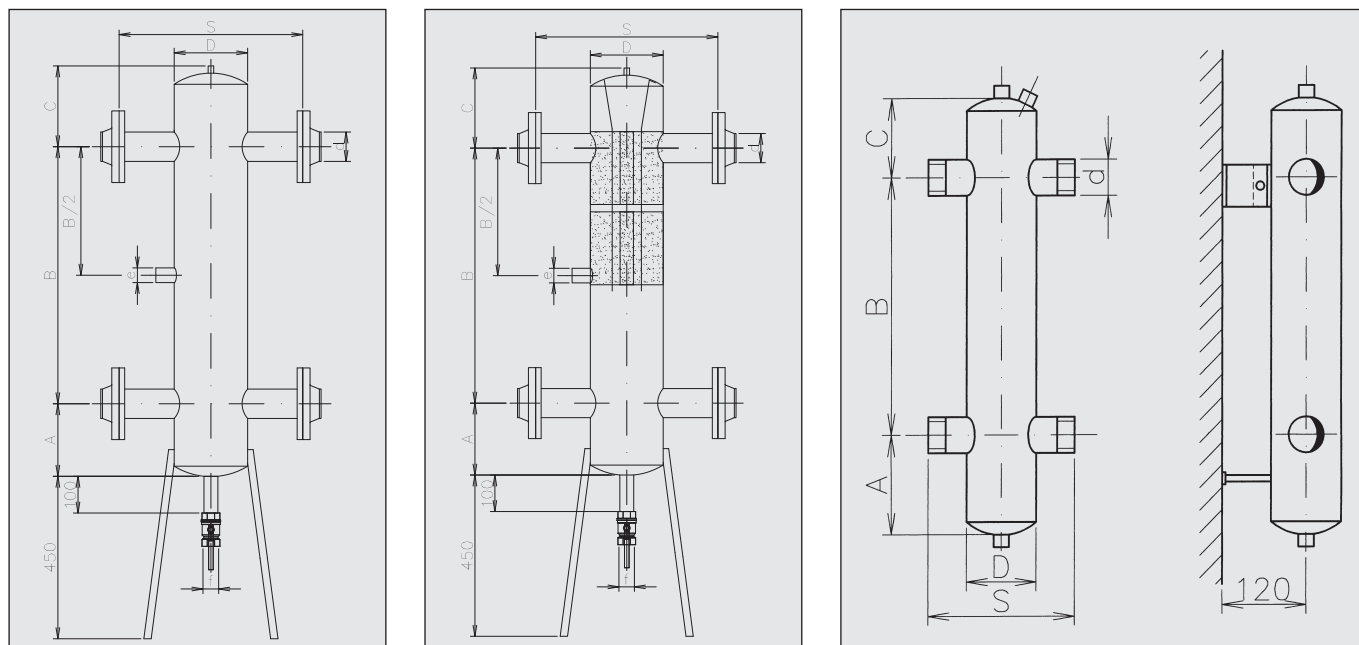
HVDT s izolací



Trubkový rozdělovač



## HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ HVDT



Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků je určen pro hydraulické oddělení zdrojů tepla od otopné soustavy. Instalací HVDT se odstraní problémy s přebytky dynamických tlaků čerpadel a upraví se celkové hydraulické poměry v síti.

Odvozeným výrobkem s vestavbou pro absorpční odplynění je hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků speciál HVDT-S, který slučuje funkci kontinuálního odplyňování topného média s hydraulickou stabilizací okruhů otopné soustavy.

**Podmínkou správné funkce HVDT je poměr průtoků topné vody mezi kotlovým okruhem a topnou soustavou. Průtok**

**kotlovým okruhem by měl být o 5-10% větší, než-li průtok otopnou soustavou.** Dodávka je včetně protipřírub PN 6.

**Popis funkce HVDT** – Instalaci HVDT se zajistí:

- přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy se vyruší;
- oddělí se otopná soustava bez zásahu do hydraulické stability kotlového okruhu;
- průtok vody kotlovým okruhem není ovlivněn otopnou soustavou.

### HVDT – ZÁKLADNÍ ROZMĚRY

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m <sup>3</sup> /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
Vla	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

\* HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí dodávky je nástěnná konzola) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní bílá barva radiátorová.

### ORIGINÁLNÍ TEPELNÁ IZOLACE Z PUR PĚNY S VNĚJŠÍ POVRCHOVOU AL ÚPRAVOU

Ke každému HVDT lze nyní objednat i originální tepelnou izolaci z PUR pěny s vnější povrchovou AL úpravou. Jednotlivé výstupní hrdla se již neizolují.

Izolace je dodávána volně, rozložená na dvě poloviny, které se nasadí na tělo HVDT a následně spojí. Povrchová úprava i vlastní

PUR pěna je citlivá na poškození, doporučujeme nasazení izolace těsně před předáním díla.

Pro aktuální cenu prosím laskavě kontaktujte vašeho obchodníka – dodavatele.



## TRUBKOVÝ ROZDĚLOVAČ TOPNÉ VODY

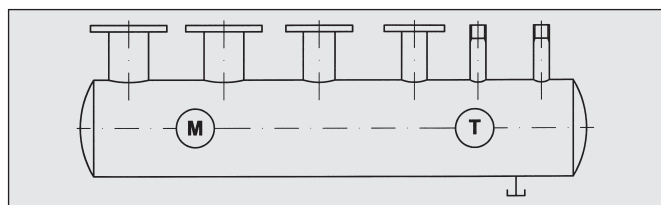
Klasické trubkové rozdělovače nebo sběrače jsou stále velice používanou technologickou součástí kotelen, předávacích stanic a jejich strojoven. Snadno si je navrhnete a oceníte v návrhovém programu na CD, verze 4.0 a vyšší.

Jeho instalace se provádí především tam, kde není možné z technických nebo prostorových důvodů použít sružený RS Kombi. Ten je navíc omezen pro max. jmenovitý tlak PN 0,6MPa. Klasické trubkové rozdělovače jsou vyráběny pro tlaková pásma PN 0,6MPa, PN 1,6MPa a PN 2,5MPa, ocel třídy 11. Pro rozvody pitné nebo užitkové vody jsou rovněž vyráběny rozdělovače nerezové (nelze je ocenit s pomocí návrhového SW na CD).

Při stanovení rozteče jednotlivých hrdel je nutné vycházet z rozměrů následně osazených armatur, aby byly volně manipulovatelné. Standardně jsou hrdla délky 150mm s přírubami nebo závitovými hrdly v jedné rovině, je však možné tato hrdla přizpůsobit armaturám tak, aby osy ovládacích prvků armatur byly v jedné rovině (obdobně jako u RS Kombi). Toto řešení je předmětem individuální dohody při objednávce a výšky jednotlivých hrdel stanovuje projektant nebo zákazník. Návrh jednotlivých dimenzí

těla rozdělovače při daném tepelném výkonu (průtočném množství) si stanovuje zadavatel sám dle obvyklých zvyklostí.

Ke všem dimenzím těla rozdělovače lze použít originální podpěry, které jsou v případě stavitelných stojanů výškově nastavitelné. Všechny typy podpěr jsou zároveň zinkovány včetně upevňovacího třmenu, styčná plocha mezi podpěrou a tělem RS je oddělena pryžovou antivibrační podložkou, která omezuje případný přenos chvění (např. od čerpadel) na stavební konstrukci. Dodávka je kompletní včetně připevňovacích šroubů.



## TABULKA ZÁKLADNÍ PARAMETRŮ PODPĚŘ

název	typové označení	pro DN rozdělovače	stavitelná výška*	hmotnost (1 ks)
stavitelný stojan	SS TR 50/80,l=420-670	50 - 80	420 - 670	5
stavitelný stojan	SS TR 50/80,l=720-970	50 - 80	720 - 970	7
stavitelný stojan	SS TR 100/125,l=420-670	100 - 125	420 - 670	5
stavitelný stojan	SS TR 100/125,l=720-970	100 - 125	720 - 970	7
stavitelný stojan	SS TR 150/200,l=420-670	150 - 200	420 - 670	5
stavitelný stojan	SS TR 150/200,l=720-970	150 - 200	720 - 970	7
stavitelný stojan	SS TR 250,l=370-570	250	370 - 570	10
stavitelný stojan	SS TR 300,l=370-570	300	370 - 570	10
stavitelný stojan	SS TR 400,l=370-570	400	370 - 570	12
stavitelný stojan	SS TR 500,l=370-570	500	370 - 570	12

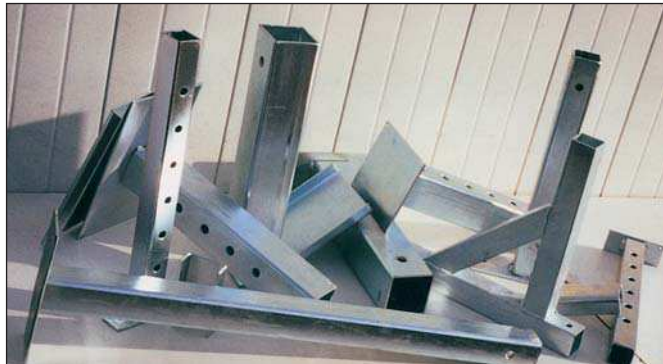
\* - stavitelnou výškou se rozumí možnost nastavení výšky mezi spodní hranou rozdělovače a podlahou.

## ORIGINÁLNÍ TEPELNÁ IZOLACE Z PUR PĚNY S VNĚJŠÍ POVRCHOVOU AL ÚPRAVOU

Ke každému rozdělovači lze nyní objednat i originální tepelnou izolaci z PUR pěny s vnější povrchovou AL úpravou. Izolace se dodává vždy na konkrétní rozdělovač, je nezbytné jí objednat zároveň s rozdělovačem! Dodatečnou objednávku nelze přijmout, výřezy pro hrdla se provádějí přesně na jejich průměr. Jednotlivé výstupní hrdla se již neizolují.

Izolace je dodávána volně, rozložená na dvě poloviny, které se nasadí na tělo rozdělovače a následně spojí. Povrchová úprava i vlastní PUR pěna je citlivá na poškození, doporučujeme nasazení izolace těsně před předáním díla.

Rozdělovač s izolací lze zadat pomocí návrhového programu, nikoli však ocenit. Pro aktuální cenu prosím laskavě kontaktujte vašeho obchodníka - dodavatele.



# ODBĚR OTOPNÉ VODY

Č. VZORKU

DATUM ODBĚRU:	
MÍSTO ODBĚRU: (např. dolní/horní část OT, R+S, apod)	
TYP BUDOVY:	
LOKALITA:	
STÁŘÍ POTRUBNÍ SÍTĚ:	
MATERIÁL KOTLE:	
MATERIÁL ROZVODŮ:	
TYP/MATERIÁL TĚLES:	
ÚPRAVA A DOPLŇOVÁNÍ VODY:	
FILTR:	ANO / NE

## VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Ph:	PŘÍSTROJ		PAPÍREK	
TVRDOST:	POČET KAPEK	mmol/l	STUPNĚ	
VODIVOST:	microS			
TDS:	PPM		mg/l	
OBSAH SOLI:	PPM			