

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

**STUDIE VYTÁPĚNÍ A ZDRAVOTNĚ TECHNICKÝCH
INSTALACÍ BYTOVÉHO DOMU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Souhrn

Práce se zabývá návrhem teplovodní otopné soustavy s podlahovým vytápěním v bytovém domě. V rámci zdravotně technických instalací je navržen vnitřní vodovod (rozvody teplé a studené vody, cirkulační potrubí) včetně způsobu ohřevu teplé vody dle DIN 4708 a kanalizace (vnitřní a vnější). Součástí studie zdravotně technických instalací jsou možnosti využití odpadního tepla z šedé vody a ekonomická návratnost. Zde byl zvolen předeřev studené vody, která je ohřívána v zásobníkovém ohříváči.

Summary

The thesis deals with the project of hot water heating system with underfloor heating in an apartment block. Within the plumbing system the piping inside of the building is designed (hot and cold water distribution system, circulation piping) including the method of water heating according to DIN 4708 and inner and outer sewage system. The study of the plumbing system also includes the options of waste heat utilization of the greywater and economic payback. The preheating system of cold water heated in a hot water storage tank was chosen for this option.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Studie vytápění a zdravotně technických instalací bytového domu“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Romana Vavříčky Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze 19. 6. 2015

Jana Bačková

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Romanu Vavříčkovi Ph.D. za cenné rady a odborné vedení.

Další poděkování patří Vodárně Plzeň a.s. za poskytnutí výkresové dokumentace veřejného vodovodu a kanalizace v Šafaříkových sadech a paní Tereze Kovařikové z Paláce Ehrlich za poskytnuté informace.

Obsah

Souhrn.....	3
Prohlášení.....	4
Poděkování.....	5
Soupis použitého značení.....	8
Úvod.....	9
1. VYTÁPĚNÍ.....	10
1.1 Součinitel prostupu tepla.....	10
1.2 Tepelné ztráty.....	11
1.2.1 Tepelná ztráta prostupem.....	11
1.2.2 Tepelná ztráta větráním.....	12
1.3 Podlahové vytápění.....	14
1.3.1 Konstrukce a provedení.....	14
1.3.2 Zapojení podlahového vytápění.....	16
1.3.3 Tepelně technický výpočet.....	17
1.3.4 Hydraulický výpočet podlahového vytápění.....	19
1.3.5 Regulace podlahového vytápění.....	29
1.3.6 Vytápění koupelen.....	31
2. VNITŘNÍ VODOVOD.....	32
2.1 Situace stavby.....	32
2.2 Dimenzování potrubí.....	33
2.3 Vodovodní přípojka a vodoměrná sestava.....	39
2.4 Teplá voda a cirkulace.....	40
2.5 Příprava Teplé vody.....	41
2.6 Návrh velikosti akumulčního zásobníku.....	43
2.7 Výběr zásobníku teplé vody.....	53
2.8 Požární vodovod.....	55
3. KANALIZACE.....	57
3.1 Vnitřní kanalizace.....	58
3.2 Systémy vnitřní kanalizace.....	59
3.3 Návrh vnitřní kanalizace.....	60
3.4 Zpětné získávání tepla z šedé vody.....	63
3.4.1 Schéma zapojení předehřevu šedou vodou.....	63
3.4.2 Ekonomická návratnost.....	65
4. TECHNICKÁ MÍSTNOST.....	66

4.1 Centrální rozdělovač a sběrač	67
4.2 Návrh oběhových čerpadel pro podlahové vytápění.....	68
4.3 Návrh cirkulačních čerpadel pro teplou vodu.....	70
4.4 Návrh trojcestných armatur	72
4.5 Ceník.....	75
Závěr	76
Seznam příloh	77
Seznam výkresové dokumentace	77
Použitá literatura	79
Příloha I: Tepelné ztráty 3. nadzemního podlaží	81
Příloha II: Návrh podlahového vytápění v 3. NP.....	90
Příloha III: Nastavení rozdělovačů v 3. NP	91
Příloha IV: Výpočet vnitřního vodovodu dle ČSN 75 5455 pro stoupací potrubí 1	92
Příloha V: Výpočet tlakových ztrát pro stoupací potrubí 1	93
Příloha VI: Návrh zásobníku dle DIN 4708	94
Příloha VII: Regulování teplé vody vyvažovacími ventily	95
Příloha VIII: Svodné potrubí	96
Příloha IX: Dešťové potrubí	97
Příloha X: Rozdělovač v technické místnosti	98

Soupis použitého značení

A	[m ²]	Průřez potrubím
DU	[l/s]	Výpočtový odtok
N	[-]	Koeficient potřeby tepla zásobníkového ohřívače
Nu	[-]	Nusseltovo číslo
P_v	[-]	Autorita ventilu
Q_{Ai}	[l/s]	Jmenovitý průtok jednotlivými druhy odběrných míst
Q_c	[W]	Celková tepelná ztráta
Q_c	[l/s]	Cirkulační výpočtový průtok
Q_c	[l/s]	Trvalý průtok odpadních vod trvající déle než 5 minut
Q_D	[l/s]	Výpočtový průtok
Q_o	[W]	Základní tepelná ztráta
Q_p	[W]	Tepelná ztráta prostupem
Q_p	[l/s]	Čerpací průtok od čerpacích stanic trvající déle, než 5 minut
Q_{pc}	[W]	Výkon podlahové otopné plochy
Q_r	[l/s]	Průtok dešťových vod
$Q_{r,v}$	[l/s]	Celkový průtok odpadních vod ve svodném potrubí
Q_{tot}	[l/s]	Celkový průtok odpadních vod
Q_v	[W]	Tepelná ztráta větráním
Q_{vw}	[l/s]	Průtok odpadních vod v přípojovacím a odpadním potrubí
Q_z	[W]	Trvalý tepelný zisk
Ra	[-]	Rayleighovo číslo
Re	[-]	Reynoldsovo číslo
S_{od}	[m ²]	Půdorysný průmět odvodňované plochy
S_p	[m ²]	Otopná plocha
$S_{rámu}$	[m ²]	Plocha rámu okna
S_{skla}	[m ²]	Plocha skla okna
U	[W/m ² K]	Součinitel prostupu tepla
U_3	[m ³]	Objemový průtok jedné dávky
V_{2p}	[m ³ /den]	Celkový potřebný průtok teplé vody
V_j	[m ³ /den]	Množství teplé vody na přípravu pokrmů
V_o	[m ³ /den]	Množství teplé vody na mytí osob
V_{PO}	[m ³ /hod]	Objemový průtok na odvodu z trojcestné armatury
V_{PZ}	[m ³ /hod]	Objemový průtok pevným zkratem
V_u	[m ³ /den]	Množství teplé vody na úklid
V_v	[m ³ /s]	Objemový průtok vzduchu

$V_{var,PO}$	[m ³ /hod]	Objemový průtok na přívodu do trojcestné armatury
V_z	[m ³]	Objem zásobníku
a	[m]	Tloušťka jednotlivých vrstev nad trubkami
b	[m]	Tloušťka jednotlivých vrstev pod trubkami
c	[J/kg K]	Měrná tepelná kapacita vzduchu/vody
c	[-]	Součinitel odtoku
d	[m]	Vnější průměr trubky
d	[m]	Vnitřní průměr trubky
i	[l/s m ²]	Intenzita deště
k	[l ^{0,5} /s ^{0,5}]	Součinitel odtoku
k_{vs}	[m ³ /hod]	kvs hodnota
l	[m]	Délka úseku
l	[m]	Délka otopného hadu
l_{skla}	[m]	Viditelný obvod zasklení
m	[kg/s]	Hmotnostní průtok
m	[-]	Charakteristické číslo podlahy
n	[-]	Počet odběrných míst
n_d	[-]	Počet dávek
n_i	[-]	Počet uživatelů
n_j	[-]	Počet bytů
n_u	[-]	Počet ploch na úklid
p	[-]	Koeficient obsazenosti
p_1	[-]	Přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn
p_2	[-]	Přirážka na urychlení zátoku
p_3	[-]	Přirážka na světovou stranu
p_{budovy}	[kPa]	Součet tlakových ztrát v budově
p_d	[-]	Součinitel prodloužení
p_{DIS}	[kPa]	Dispoziční přetlak v místě napojení na vodovodní řad
$p_{min, Fl}$	[kPa]	Minimální hydrodynamický přetlak u nejvýše položené armatury
$p_{přípojka}$	[kPa]	Tlaková ztráta přípojky
$p_{vodoměr}$	[kPa]	Tlaková ztráta vodoměru
q	[W/m ²]	Měrný tepelný výkon otopné plochy
q_{ti}	[W/m]	Délková tepelná ztráta posuzovaného úseku
t_1	[°C]	Vstupní teplota vody do zásobníku
t_2	[°C]	Výstupní teplota vody ze zásobníku
t_{ej}	[°C]	Vnější teplota konstrukce/ venkovní výpočtová teplota
t_i	[°C]	Vnitřní výpočtová teplota
t_m	[°C]	Střední teplota otopné vody

t_p	[°C]	Povrchová teplota podlahy
t_{vzd}	[°C]	Teplota vzduchu v okolí
t_{w1}	[°C]	Vstupní teplota otopné vody
t_{w2}	[°C]	Výstupní teplota otopné vody
v	[m/s]	Požadovaná rychlost vody
w_v	[kWh]	Potřeba tepla odběrných míst
w	[m/s]	Rychlost vody
z	[-]	Poměrná ztráta ohřevu a distribuce
Δp_o	[kPa]	Tlaková ztráta plně otevřenou armaturou
Δp_{ps}	[kPa]	Tlaková ztráta potrubní sítě příslušející regulační armatuře
Δp_λ	[Pa]	Tlaková ztráta třením
Δp_ζ	[Pa]	Tlaková ztráta místními odpory
ΔQ_{max}	[kWh]	Maximální rozdíl mezi křivkou odběru a dodávky
A_a	[W/m ² K]	Tepelná propustnost vrstev podlahy nad trubkami
A_b	[W/m ² K]	Tepelná propustnost vrstev podlahy pod trubkami
Ψ_{skla}	[W/m K]	Lineární činitel prostupu tepla zasklením
α_p	[W/m ² K]	Celkový součinitel přestupu tepla
λ	[-]	Součinitel třecích ztrát
λ_a	[W/m K]	Součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev nad trubkami
λ_b	[W/m K]	Součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev pod trubkami
λ_{iz}	[W/m K]	Součinitel tepelné vodivosti izolace
ν	[m ² /s]	Kinematická viskozita
ζ	[-]	Součinitel místních odporů
ς	[kg/m ³]	Hustota vzduchu/vody
τ_d	[hod]	Doba prodloužení dávky

Úvod

V současné době jsou kladeny stále větší nároky na energetickou náročnost budov. Při stavbě nových budov se prosazují jak ekologická, tak ekonomická hlediska. Ať už jde o součinitel prostupu tepla, nebo zdroj tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. Odpadní voda je zdrojem tepelné energie, která se dnes téměř nevyužívá. Jedním z cílů práce bylo ukázat, jestli se využití tepla z odpadní vody vyplatí, nebo nevyplatí. Jako způsob jejího využití byl zvolen přehřev studené vody proudící z vodovodní přípojky do zásobníkového ohříváče.

Diplomová práce se zabývá řešením vytápění a zdravotně technických instalací v novostavbě bytového domu, v Paláci Ehrlich, viz obr. 1.1. Objekt se nachází v centru Plzně, v Šafaříkových sadech. Jedná se o devíti nadzemní a tři podzemní bytový dům, ve kterém jsou prodejní i bytové prostory, včetně tří mezonetů.

Práce má čtyři části. V první se řeší výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 0210, návrh podlahového vytápění, hydraulické vyvážení otopné soustavy a regulace podle teploty. Druhá část se zabývá návrhem vnitřního vodovodu dle ČSN 75 5455, návrhem cirkulačního potrubí a přípravou teplé vody dle DIN 4708. Třetí část je věnována návrhu vnitřní a vnější kanalizace a možnostem, jak lze využít teplo z odpadní šedé vody. Ve čtvrté části je řešena technická místnost, centrální kombinovaný rozdělovač se směšovačem, návrh trojcestných směšovacích armatur a oběhových čerpadel. Také je v této kapitole uveden ceník.



Obr. 1.1 Palác Ehrlich (1)

1. VYTÁPĚNÍ

V objektu se řeší vytápění osmi nadzemních podlaží. V prvním nadzemním podlaží se nacházejí prodejní prostory. Zde se vytápění neřeší, neboť se předpokládá, že ho zrealizuje nájemce těchto prostorů. V druhém až devátém patře jsou byty od velikosti 1+kk až po 5+kk, včetně mezonetových bytů, dohromady 52 bytů. Je zde navrženo teplovodní vytápění s nuceným oběhem. Z důvodů atypických obytných ploch bylo zvoleno podlahové vytápění. Každý byt má svůj vlastní rozdělovač. V prostorech, kde podlahové vytápění nepokryje tepelnou ztrátu, je instalováno elektrické trubkové otopné těleso s topnou tyčí a regulátorem. Jedná se převážně o koupelny. Z hlediska tepelně technických vlastností konstrukce novostavby vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540, viz tab. 1.1.

1.1 Součinitel prostupu tepla

Přesné složení konstrukce nebylo přesně známo, z toho důvodu jsem použila doporučené hodnoty dle normy ČSN 73 0540. Ze získaných informací od paní Terezy Kovařikové z Paláce Ehrlich bylo možné vypočítat součinitel prostupu tepla. Okna jsou z hliníkových profilů o tloušťce 77 mm s přerušeným tepelných mostem $U_f = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Na západní fasádě, v 1. a 2. nadzemním podlaží jsou okna též z hliníkových profilů o tloušťce 60 mm s přerušeným tepelných mostem $U_f = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dále je použito trojsklo, které má součinitel prostupu tepla $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Součinitel prostupu tepla oknem [$\text{W/m}^2\text{K}$] se vypočítá z následujícího vztahu

$$U_{okna} = \frac{\Sigma S_{skla} \cdot U_{skla} + \Sigma S_{rámu} \cdot U_{rámu} + \Sigma l_{skla} \cdot \Psi_{skla}}{\Sigma S_{skla} + \Sigma S_{rámu}} \quad (1.1)$$

kde S_{skla} a $S_{rámu}$ jsou plochy skla a rámu [m^2], U_{skla} a $U_{rámu}$ jsou součinitelé prostupu tepla [$\text{W/m}^2\text{K}$], l_{skla} [m], je viditelný obvod zasklení a Ψ_{skla} je lineární činitel prostupu tepla zasklení a rámu okna [W/mK]. (2)

Po dosazení pro tl. rámu 77 mm a velikost okna 1x2,38 m je

$$U_{okna} = \frac{1,88 \cdot 0,8 + 0,5 \cdot 1,6 + 6,14 \cdot 0,08}{1,88 + 0,5} = 1,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pro tl. rámu 60 mm a velikost okna 1 x 2,38 je $U_{okna} = 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V tab. 1.1 jsou doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla, které byly použity při výpočtu tepelných ztrát.

Tab. 1.1 Součinitel prostupu tepla (3)

Popis konstrukce	Doporučené hodnoty U_n [W/m ² K]
Stěna venkovní	0,2
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C	0,9
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C	1,8
Stěna mezi byty	0,5
Dveře	2,3
Strop	2,2
Střecha	0,24

1.2 Tepelné ztráty

Tepelná ztráta je tepelný tok, který uniká z objektu prostupem konstrukcí, nebo větráním. Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle normy ČSN 06 0210. Uvažuje se nepřetržité vytápění objektu.

Celková tepelná ztráta [W] se vypočte z následujícího vztahu

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_p + \dot{Q}_v - \dot{Q}_z \quad (1.2)$$

kde \dot{Q}_p je tepelná ztráta prostupem konstrukcí, \dot{Q}_v je tepelná ztráta větráním a \dot{Q}_z představuje trvalý tepelný zisk.

1.2.1 Tepelná ztráta prostupem

Tepelnou ztrátu prostupem tepla vyjadřuje vztah

$$\dot{Q}_p = \dot{Q}_o(1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad (1.3)$$

kde \dot{Q}_o je základní tepelná ztráta, viz vztah 1.4, p_1 je přírážka na vyrovnání vlivu chladných stěn, viz vztah 1.5, p_2 je přírážka na urychlení zátoku a p_3 je přírážka na světovou stranu.

Základní tepelná ztráta je vyjádřena součtem tepelných toků prostupem jednotlivými plochami ohraničující vytápěný prostor.

$$\dot{Q}_o = \Sigma U \cdot S \cdot (t_i - t_{ej}) \quad (1.4)$$

kde U [W/m²K] je součinitel prostupu tepla, S [m²] je plocha stěny, t_i je vnitřní výpočtová teplota a t_{ej} je vnější teplota konstrukce, buď vedlejšího prostoru, nebo venkovní výpočtová teplota, která je pro Plzeň -12 °C.

Přírážka na vyrovnání vlivu chladných stěn p_1 umožňuje zvýšení vnitřní teploty vnitřního vzduchu tak, aby i při nižší povrchové teplotě ochlazovaných konstrukcí bylo ve vytápěné místnosti dosaženo požadované výpočtové vnitřní teploty, pro kterou se počítá základní tepelná ztráta \dot{Q}_o . Přírážka p_1 se vypočte dle vztahu

$$p_1 = \frac{\dot{Q}_o}{\Sigma S \cdot (t_i - t_e)} \quad (1.5)$$

kde ΣS představuje součet všech ploch vytápěné místnosti, t_i je vnitřní výpočtová teplota, t_e je venkovní výpočtová teplota.

Přírážka na urychlení zátoku p_2 se uvažuje u bytových domů, nemocnic, atd., jen v tom případě, že i při nejnižších teplotách nelze zajistit nepřetržitý provoz. Běžně se s touto přírážkou nepočítá.

Přírážka na světovou stranu p_3 je určena polohou nejvíce ochlazované konstrukce. Pokud je v místnosti více ochlazovaných konstrukcí, uvažuje se jejich společný roh. (4)

Tepelná ztráta prostupem celého objektu je 60,2 kW.

1.2.2 Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta větráním je dána vztahem

$$\dot{Q}_v = \dot{V}_V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad (1.6)$$

kde \dot{V}_V je objemový průtok vzduchu [m³/s], ρ je hustota vzduchu, c je měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kgK]. (4)

Objemový průtok vzduchu se vypočítá dvěma způsoby, infiltrací a podle potřebné intenzity výměny vzduchu. Do dalšího výpočtu se použije průtok, který vyšel větší. Nicméně při následném výpočtu tepelné ztráty větráním jsem uvažovala pouze

průtok z potřebné intenzity výměny vzduchu. Jedná se totiž o novostavbu, kde se objemový průtok infiltrací předpokládá minimální.

Byla navržena vzduchová rekuperační jednotka pro rovnotlaké větrání, díky které se tepelná ztráta větráním snížila. Katalog výrobce sice udává účinnost rekuperace 78%. Toto číslo však neodpovídá předpokládanému reálnému provozu, proto jsem pro další výpočet uvažovala hodnotu dvou třetin udávané účinnosti, tj. 52 %. Výpočet byl proveden pro větrací systém ATREA ECV4. Každé patro bude mít jednu větrací jednotku. Původní ztráta větráním 46 kW se snížila na 24 kW.

V tab. 1.2 jsou uvedeny celkové tepelné ztráty jednotlivých bytů řešeného objektu. Přesné výpočty tepelných ztrát jsou v příloze I. Jelikož se postup stále opakuje, jsou v příloze tepelné ztráty pouze 3. nadzemního podlaží.

Tab. 1.2 Celková tepelná ztráta jednotlivých bytů

Tepelné ztráty Paláce Ehrlich dle ČSN 06 0210							
1. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	2. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	3. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	4. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]
1A	2650	2A	1050	3A	2150	4A	2150
1B	6650	2B	820	3B	1300	4B	1500
1S	520	2C	600	3C	2250	4C	2600
		2D	440	3D	1500	4D	1150
		2E	880	3E	1000	4E	820
		2F	1400	3F	1300	4F	1300
		2G	1250	3G	1200	4G	1200
		2H	1050				
		2I	1250				
		2J	1400				
5. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	6. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	7. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	8. NADZEMNÍ PODLAŽÍ	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]
5A	2150	6A	2150	7A	2150	8A - MEZONET	5300
5B	1500	6B	1500	7B	1500	8B	1800
5C	2600	6C	2600	7C	2600	8C - MEZONET	4900
5D	1150	6D	1150	7D	1150	8D	1800
5E	820	6E	820	7E	820	8F - MEZONET	6950
5F	1300	6F	1300	7F	1300	8G	1050
5G	1200	6G	1200	7G	1200	8H	1200

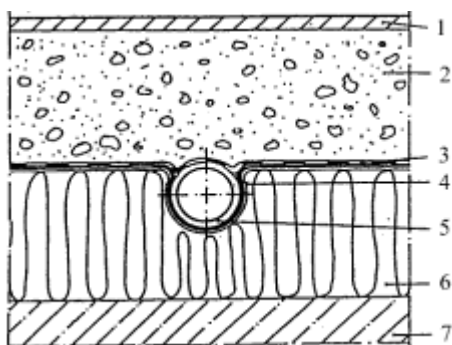
1.3 Podlahové vytápění

V současné době patří podlahové vytápění ke stále oblíbenějšímu způsobu vytápění. Jedná se o velkoplošné sálavé vytápění, které působí příznivě na tepelnou pohodu člověka. Sálavá složka sdíleného tepla tvoří cca 55 %. Podlahové vytápění je vhodné v prostorech, kde je měrná tepelná ztráta menší, než 20 W/m^3 . Při tomto velkoplošném vytápění je teplota rovnoměrně rozložena po celém vytápěném prostoru. Otopná plocha tvoří téměř celou plochu podlahy. Podlahové vytápění pracuje s nízkou teplotou otopné vody. Dělí se na teplovodní a elektrické. (5)

1.3.1 Konstrukce a provedení

Konstrukce podlahy se dělá podle suchého, nebo mokrého způsobu pokládky. Jako další, méně používanou možností, je použití modulových klima desek. Jedná se o hydraulicky propojené desky. Kvůli malým průřezům je kladena vysoká náročnost na čistotu vody, proto se v ČR příliš nepoužívají. (5)

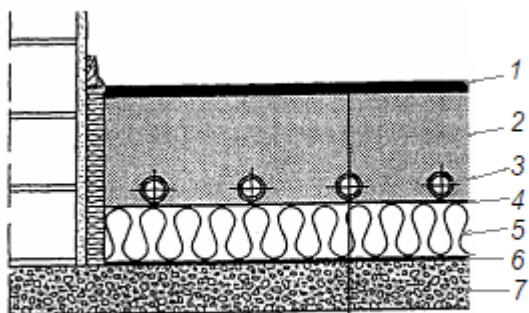
Suchý způsob – potrubí otopného hadu je uloženo v izolační vrstvě pod betonovou vrstvou. Mezi trubkami a betonem je hydroizolace (viz obr. 1.2). Suchý způsob pracuje s vyšší teplotou otopné vody ($t_{w1} = 40 - 70 \text{ }^\circ\text{C}$). Používá se tam, kde stačí nižší měrné výkony (do 50 W/m^2). Oproti mokrému způsobu má nízkou konstrukční výšku podlahy.



Obr. 1.2 Suchý způsob pokládky (1 – podlahová krytina, 2 – betonová vrstva, 3 – hydroizolace, 4 – fólie, 5 – otopný had, 6 – tepelná izolace, 7 – nosná podlaha). (5)

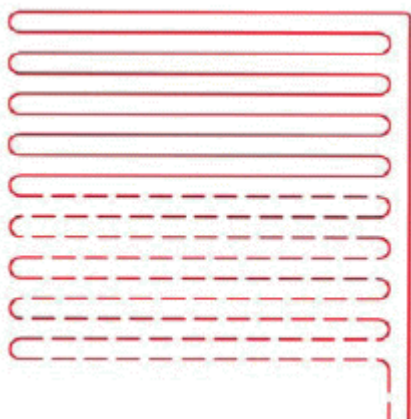
Mokrý způsob – otopný had se zalije betonovou mazaninou. Pod otopným hadem je tepelně zvuková izolace. (viz obr. 1.3). Touto izolací může být např. systémová deska,

do které se otopný had zacvakne a plastovými přichytkami upevní. U mokrého způsobu se pracuje s nižší teplotou otopné vody ($t_{w1} = 35 - 55 \text{ } ^\circ\text{C}$). Používá se tam, kde je měrný tepelný výkon nad 50 W/m^2 . (5)

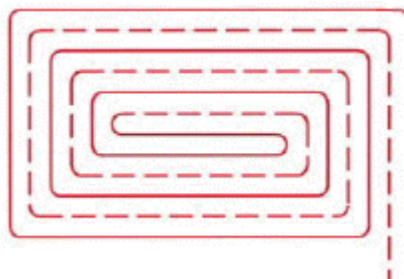


Obr. 1.3 Mokrý způsob pokládky (1 – podlahová krytina, 2 – betonová vrstva, 3 – otopný had, 4 – hydroizolace, 5 – tepelně zvuková izolace, 6 – hydroizolace, 7 – nosná podlaha). (5)

Otopný had se pokládá buď do tvaru meandru (viz obr. 1.4), nebo plošné spirály (viz obr. 1.5). U plošné spirály je výhodou rovnoměrnější rozložení povrchové teploty.



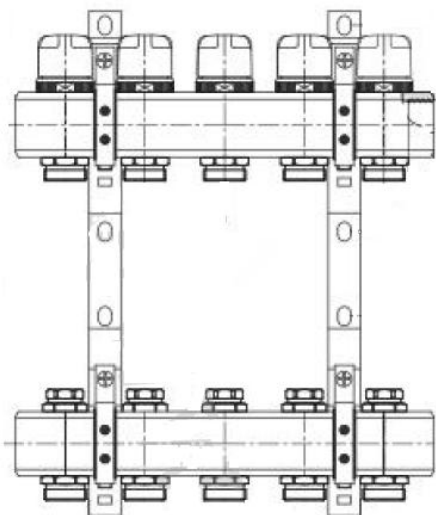
Obr. 1.4 Meandr (6)



Obr. 1.5 Plošná spirála (6)

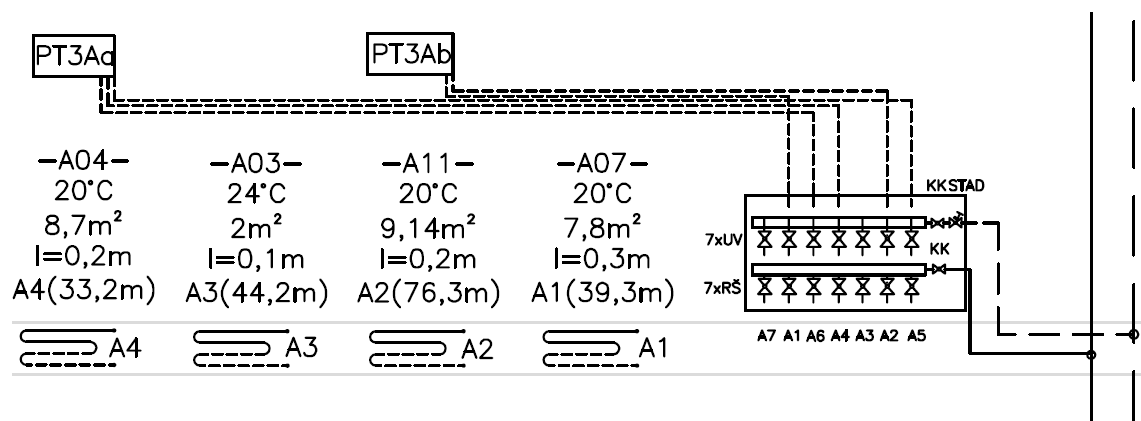
1.3.2 Zapojení podlahového vytápění

Jednotlivé okruhy podlahového vytápění jsou zapojeny do sběrače/rozdělovače IVAR 553D. Tělo sběrače (horní díl, viz obr. 1.6) je osazen uzavíracími ventily, tělo sběrače (spodní díl, viz obr. 1.6) je osazen regulačním šroubením.



Obr. 1.6 Schéma sběrače/rozdělovače IVAR 553D (7)

Po upevnění sestavy sběrač/rozdělovač do stavební konstrukce se připojí potrubí s otopnou vodou k rozdělovači (spodní díl) a potrubí pro vratnou vodu ke sběrači (horní díl). Následuje připojení jednotlivých topných smyček. Po napuštění systému otopnou vodou se musí zkontrolovat těsnost spojů a systém se odvzdušnit. Když je odvzdušnění a kontrola těsnosti spojů v pořádku, nastaví se otáčky na regulačním šroubení rozdělovače (viz kapitola 1.3.4 Hydraulický výpočet podlahového vytápění). Na obr. 1.7 je vidět částečné schéma bytu 3A, včetně zapojení sběrače/rozdělovače a jeho napojení na stoupací potrubí.



Obr. 1.7 Rozvinuté schéma bytu 3A

1.3.3 Tepelně technický výpočet

Povrchová teplota

Povrchová teplota otopné plochy se pohybuje v rozmezí 25 – 34 °C. Záleží na vytápěném prostoru nebo na činnosti člověka. Např. pokud člověk dlouhodobě sedí, tak by se měla povrchová teplota pohybovat kolem 25 °C, u stojící, popř. chodící osoby stačí, když je povrchová teplota 23 °C. Obecně se dá říct, že by neměla přesáhnout 29°C v obytném prostoru. V prostorech, kde člověk chodí bos, např. v koupelnách, by povrchová teplota neměla být větší, než 32°C. Pokud je příliš vysoká, může dojít k tepelné nepohodě, protože zde dochází k přímému kontaktu chodidla s podlahou.

V řešeném objektu byla ve většině obývacích pokojů zvolena povrchová teplota 25 °C, v pokojích 24 °C a v koupelnách 27 °C. Tyto teploty byly zvoleny tak, aby podlahové vytápění pokrylo tepelnou ztrátu objektu a všude byla stejná střední teplota otopné vody, tj. 28,5 °C. V posledním, 9. nadzemním podlaží, by však tato střední teplota otopné vody nestačila k pokrytí tepelných ztrát. Proto je sem vedeno samostatné stoupační potrubí, ve kterém je střední teplota otopné vody 32,2 °C. Povrchové teploty se pohybují okolo 26°C, v koupelnách je 29°C.

Povrchová teplota se výrazně mění s roztečí trubek l [m], která se volí 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 a vypočte se dle vztahu

$$t_p = \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} (t_m - t_i) \frac{tgh\left(m \cdot \frac{l}{2}\right)}{m \cdot \frac{l}{2}} + t_i \quad (1.7)$$

Kde Λ_a [W/m²K] je tepelná propustnost vrstev podlahy nad trubkami, α_p [W/m²K] je celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy, t_m [°C] je střední teplota otopné vody, t_i [°C] je vnitřní výpočtová teplota, m je charakteristické číslo podlahy dáno vztahem

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_b \cdot d}} \quad (1.8)$$

Kde λ_b je součinitel tepelné vodivosti materiálu, do kterého jsou zalaty trubky otopného hadu a d [m] je vnější průměr trubek, Λ_b [W/m²K] je tepelná propustnost vrstev podlahy pod trubkami.

Tepelná propustnost nad trubkami

$$\Lambda_a = \frac{1}{\sum \frac{a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_p}} \quad (1.9)$$

Kde a [m] je tloušťka jednotlivých vrstev nad trubkami a λ_a [W/mK] je součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev nad trubkami.

Tepelná propustnost pod trubkami

$$\Lambda_b = \frac{1}{\sum \frac{b}{\lambda_b} + \frac{1}{\alpha'_p}} \quad (1.10)$$

Kde b [m] je tloušťka jednotlivých vrstev pod trubkami a λ_b [W/mK] je součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev pod trubkami.

Výkon podlahové otopné plochy

Měrný tepelný výkon otopné plochy [W/m²] je dán vztahem

$$q = \alpha_p \cdot (t_p - t_i) \quad (1.11)$$

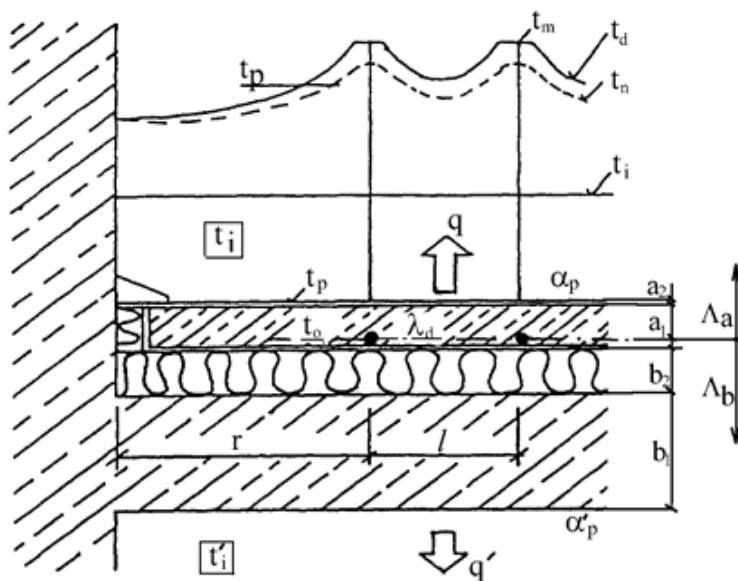
A měrný tepelný výkon otopné plochy [W/m²] směrem dolů

$$q' = \Lambda_b \cdot \frac{\Lambda_a}{\alpha'_p} (t_p - t_i) + \Lambda_b (t_i - t'_i) \quad (1.12)$$

kde se předpokládá, že vnitřní výpočtová teplota v řešené místnosti je jiná, než v místnosti pod otopnou plochou. Tento tepelný tok by měl být co nejmenší, představuje totiž ztrátu tepla, které odchází do jiného prostoru. Neměl by překročit 10 – 15 % hodnoty q . Na obr. 1.8 je schematický náčrt tepelných toků otopné podlahové plochy.

Výkon podlahové otopné plochy [W] se poté vypočítá dle

$$Q_{PC} = S_p \cdot (q - q') \quad (1.13)$$



Obr. 1.8 Schéma otopné podlahové plochy (5)

1.3.4 Hydraulický výpočet podlahového vytápění

Z předchozích vztahů byly vypočteny výkony všech navržených otopných ploch. Následuje výpočet průtoku otopné vody jednotlivými okruhy z kalorimetrické rovnice. Např. v místnosti A07, v bytě 3A byl navržen výkon otopné podlahové plochy 371 W, průměr potrubí otopného hadu je 17x2. Průtok otopné vody tedy bude

$$\dot{m} = \frac{Q}{A \cdot \rho} = \frac{371}{\frac{\pi \cdot (0,017 - 0,004)^2}{4} \cdot 1000} = 0,011 \text{ kg/s} = 39,87 \text{ kg/h} \quad (1.14)$$

Z rovnice kontinuity se vyjádří rychlost v potrubí

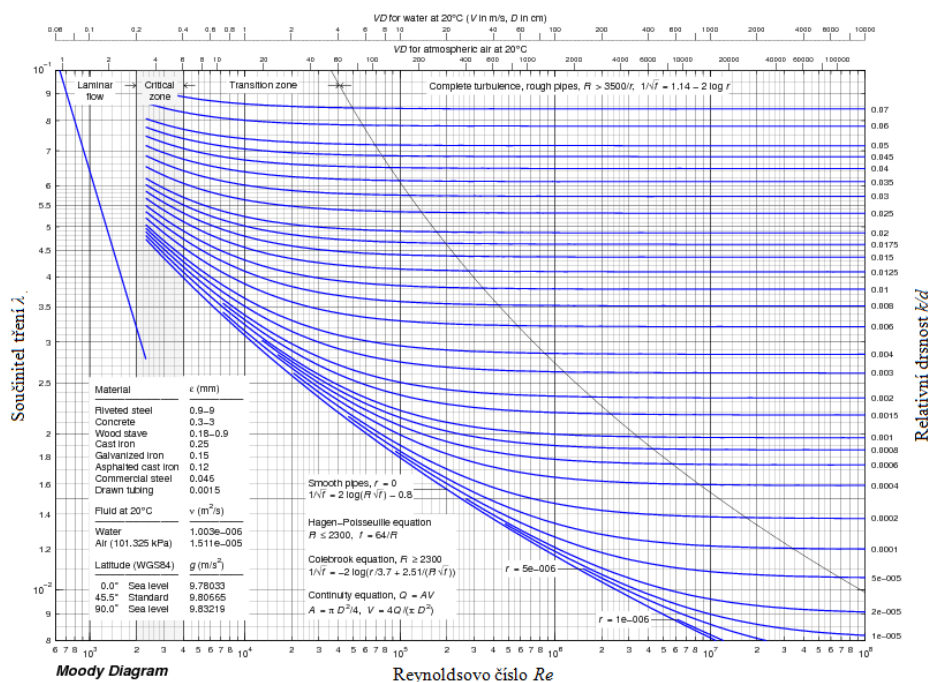
$$w = \frac{\dot{m}}{A \cdot \rho} = \frac{0,011}{\frac{\pi \cdot (0,017 - 0,004)^2}{4} \cdot 1000} = 0,083 \text{ m/s} \quad (1.15)$$

Tlakové ztráty

Jednotlivé paralelní větve mají stejnou tlakovou ztrátu. Tato tlaková ztráta však musí být stejná i při požadovaném průtoku do jednotlivých okruhů a rozdělovačů, protože každý otopný okruh má jiný výkon, má i jiný průtok otopné vody. Abychom byli schopni takovou soustavu hydraulicky vyvážit, musíme znát tlakové ztráty. Tlakové ztráty dělíme na třecí a místní.

Třecí ztráty jsou závislé na součiniteli tření λ [-], délce l [m] a průměru potrubí d [m] počítaného úseku a dynamickém tlaku. Součinitel tření λ je funkcí Reynoldsova čísla Re a relativní drsnosti k/d . Závislost λ na Re a k/d vyjadřuje Moodyho diagram (viz obr. 1.9). Třecí ztráty se vypočítají dle vztahu

$$\Delta p_{\lambda} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \rho \quad (1.16)$$



Obr. 1.9 Moodyho diagram (8)

Místní ztráty závisí na součiniteli místních odporů a dynamickém tlaku. Místní odpory vytvářejí např. kolena, redukce, tvarovky T, apod. Součinitel místních odporů se určuje experimentálně.

$$\Delta p_{\xi} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \rho \quad (1.17)$$

Řešení hydraulického vyvážení v bytech

Když jsou vypočtené tlakové ztráty třecí a místní jednotlivých okruhů napojené na rozdělovač, musí se vypočítat tlaková ztráta uzavíracího ventilu sběrače [Pa]. Sběrač IVARu 553D má kv hodnotu 2,5. Kv hodnota je jmenovitý průtok armaturou při plném zdvihu kuželky a tlakové ztrátě 100 kPa. Tlaková ztráta uzavíracího ventilu sběrače se vypočte dle

$$\Delta p_s = \frac{100000}{\left(\frac{kv}{\dot{V}}\right)^2} \quad (1.18)$$

kde \dot{V} je objemový průtok [m^3/h]. Poté se sečte tlaková ztráta okruhu třecí, místní a sběrače

Na obr. 1.10 je byt 3A, včetně nakreslených otopných podlahových okruhů.

Pro okruh A7 bytu 3A bude výpočet hydraulického vyvážení vypadat následovně

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{0,083 \cdot (0,017 - 0,004)}{0,801 \cdot 10^{-6}} = 1353 \Rightarrow \lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1353} = 0,047$$

Tlaková ztráta třením

$$\Delta p_\lambda = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \rho = 0,047 \frac{39,3}{0,017 - 0,004} \cdot \frac{0,083^2}{2} 1000 = 497 \text{ Pa}$$

Tlaková ztráta místními odpory

$$\Delta p_\xi = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \rho = (20 \cdot 2) + (4 \cdot 1,2) \cdot \frac{0,083^2}{2} 1000 = 156 \text{ Pa}$$

Tlaková ztráta uzavíracího ventilu sběrače

$$\Delta p_s = \frac{100000}{\left(\frac{kv}{\dot{V}}\right)^2} = \frac{100000}{\left(\frac{kv \cdot \rho}{\dot{m}}\right)^2} = \frac{100000}{\left(\frac{2,5 \cdot 1000}{39,87}\right)^2} = 25 \text{ Pa}$$

Celková ztráta okruhu A7 je $\Delta p_{okruhu} = 497 + 156 + 25 = 679 \text{ Pa}$

Na rozdělovači 3A má největší tlakovou ztrátu, $\Delta p_{okruhu} = 1763 \text{ Pa}$, okruh A6. K této hodnotě je ještě nutné přičíst tlakovou ztrátu plně otevřeného regulačního šroubení. Kv hodnota plně otevřeného regulačního šroubení je 2,6.

$$\Delta p_s = \frac{100000}{\left(\frac{kv}{\dot{V}}\right)^2} = \frac{100000}{\left(\frac{kv \cdot \rho}{\dot{m}}\right)^2} = \frac{100000}{\left(\frac{2,6 \cdot 1000}{48,69}\right)^2} = 35 \text{ Pa}$$

Celková ztráta okruhu A6 je

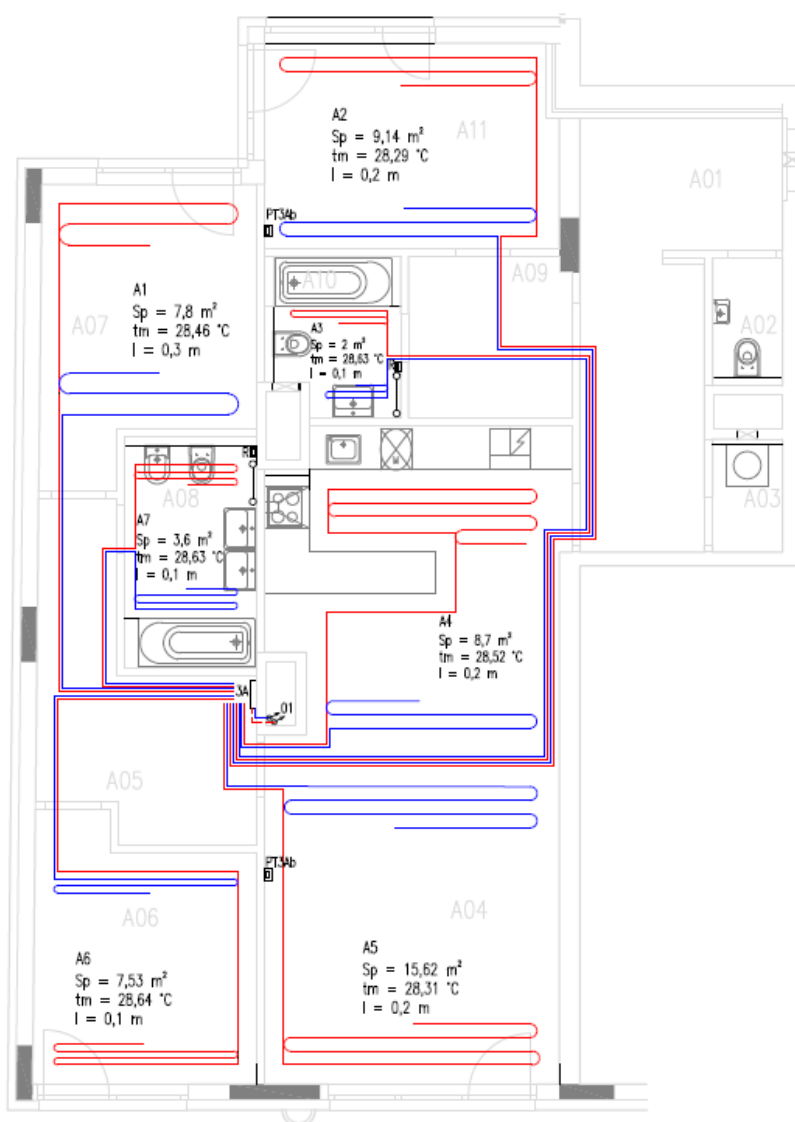
$$\Delta p_{okruhu} = 1763 + 35 = 1798 \text{ Pa}$$

To znamená, že se na regulačním šroubení rozdělovače okruhu A7 musí doregulovat 1119 Pa.

$$\Delta p_{R\check{s}} = 1798 - 679 = 1119 \text{ Pa}$$

Na rozdělovači je pro okruh nastavena pozice 3

Návrh podlahového vytápění je v příloze II a nastavení jednotlivých rozdělovačů v příloze III.



Obr. 1.10 Podlahové vytápění v bytě 3A

Řešení hydraulického vyvážení v celém objektu

V prvním kroku se sečtou průtoky, které proudí jednotlivými úseky a do rozdělovačů. Poté jsou vypočteny průměry potrubí přes metodu rychlostí. Nejprve se zvolí teoretická rychlost, v tomto případě $0,7 \text{ m/s}$, a z rovnice kontinuity se vypočte průměr potrubí. Z výrobní řady je vybrán nejvyšší bližší průměr a zpětně dopočítána skutečná rychlost. S těmito hodnotami je už možné určit tlakové ztráty třecí a místní dle vztahů 1.16 a 1.17.

Například v prvním společném úseku stoupacích potrubí 1 až 4 je celkový hmotnostní průtok 6020 kg/h . Dimenze tohoto úseku je

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot \rho \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{6020}{3600}}{\pi \cdot 1000 \cdot 0,7}} = 55,2 \text{ mm}$$

Z výrobní řady měděného potrubí se vybere nejbližší vyšší vnitřní průměr 60 mm , tedy $\emptyset 64 \times 2$. Skutečná rychlost w je $0,59 \text{ m/s}$.

Stejně jako u hydraulického vyvážení otopných okruhů v bytech, se vypočte tlaková ztráta třecí a tlaková ztráta místních odporů.

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{0,59 \cdot 0,06}{0,801 \cdot 10^{-6}} = 44302 \Rightarrow \lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} = \frac{0,316}{44302^{0,25}} = 0,022$$

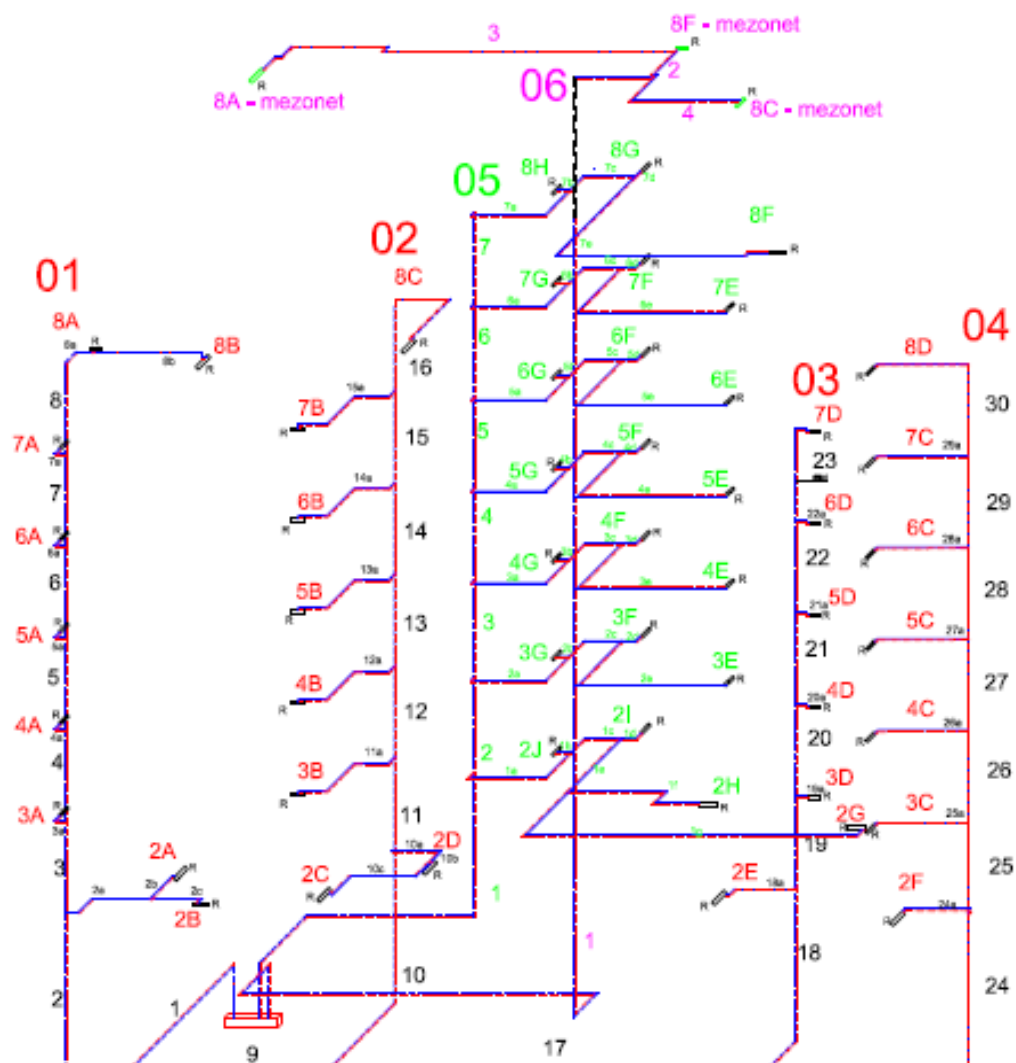
Tlaková ztráta třením

$$\Delta p_{\lambda} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \rho = 0,022 \frac{11,36}{0,06} \cdot \frac{0,59^2}{2} 1000 = 721 \text{ Pa}$$

Tlaková ztráta místními odpory

$$\Delta p_{\xi} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \rho = 1,5 + 1,5 \cdot \frac{0,59^2}{2} 1000 = 612 \text{ Pa}$$

Takto se vypočte každý úsek celé otopné soustavy. Sečtou se tlakové ztráty úseků, které vedou k řešenému rozdělovači, k této hodnotě se ještě přičte tlaková ztráta rozdělovače. V otopné soustavě je šest stoupacích potrubí (viz obr. 1.11), přičemž stoupací potrubí 1 až 4 mají společný úsek 1. V této části otopné soustavy má největší tlakovou ztrátu větev, která vede k rozdělovači 7C, na stoupacím potrubí 5 je to větev k rozdělovači 8F a na stoupacím potrubí 6 větev k rozdělovači 8C.



Obr. 1.11 Axonometrie otopné soustavy

Z důvodu velkých rozdílů tlakových ztrát, bylo nutné jednotlivé větve zaregulovat vyvažovacími ventily, STADy, viz obr. 1.12.



Obr. 1.12 Vyvažovací ventil STAD (9)

Větev k rozdělovači 7C má tlakovou ztrátu třecí a místní 31482 Pa, tlaková ztráta rozdělovače 7C je 3481 Pa a plně otevřeného STADu je 1484 Pa.

$$\Delta p_s = \frac{100000}{\left(\frac{kv}{\dot{V}}\right)^2} = \frac{100000}{\left(\frac{kv \cdot \rho}{\dot{m}}\right)^2} = \frac{100000}{\left(\frac{2,52 \cdot 1000}{307}\right)^2} = 1484 \text{ Pa}$$

Celková tlaková ztráta větve je 36477 Pa.

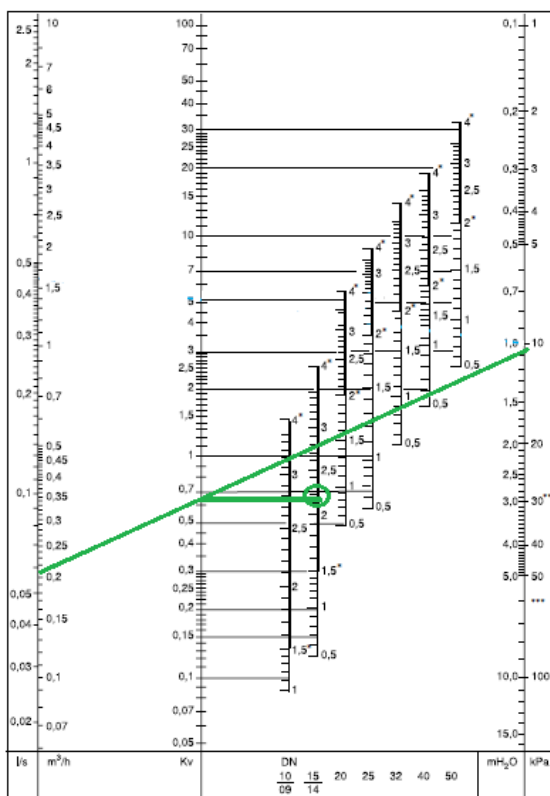
$$\Delta p_{\text{větvě}} = 31482 + 3481 + 1484 = 36477 \text{ Pa}$$

K této hodnotě je nutné doškrtit ostatní větve, takže například větev k rozdělovači 6D má tlakovou ztrátu třecí a místní 23791 Pa, tlaková ztráta rozdělovače 6D je 1970 Pa. Na STADu je nutné doškrtit 10687 Pa.

$$\Delta p_{\text{STAD}} = 36477 - 23791 - 1970 = 10687 \text{ Pa}$$

Nastavení vyvažovacího ventilu STAD

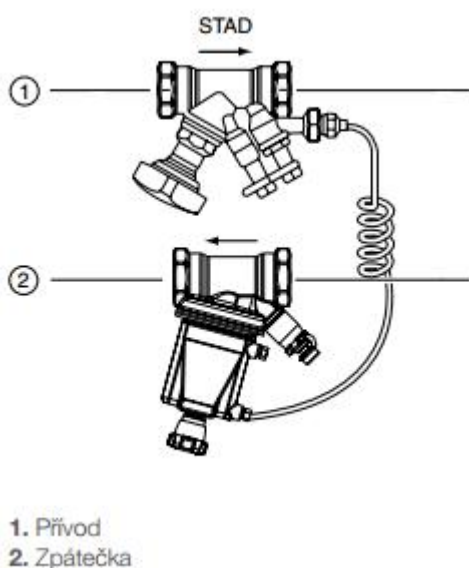
Průtok, který proudí STADem je 215 kg/h a je potřeba na něm doškrtit 10687 Pa. Průsečík těchto bodů určuje kv hodnotu 0,66. Z kv hodnoty se vede vodorovně přímka na DN15. Požadované nastavení je 2,1 otáček. Viz obr. 1.13.



Obr. 1.13 Nastavení vyvažovacího ventilu STAD (9)

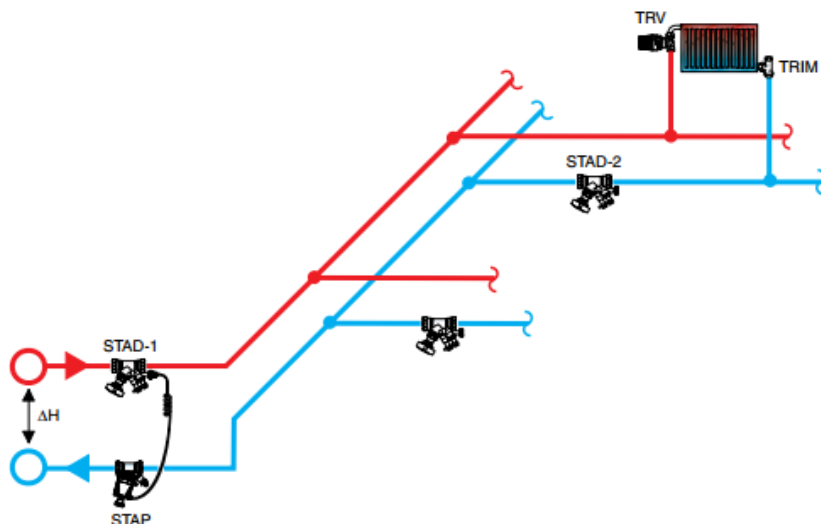
Regulátor tlakové difference STAP

Aby byly dodrženy konstantní tlakové podmínky, je na každé stoupací potrubí instalován STAP, regulátor tlakové difference. Ten udržuje konstantní tlakovou diferencii pro chráněný okruh. Díky němu nedochází k nadprůtokům a nadměrnému hluku. Regulátor tlakové difference se doporučuje umisťovat na každou stoupačku v domech, které mají víc, než 6 podlaží. Je to i z toho důvodu, že některé byty jsou orientovány na sever, jiné na jih. STAP se umisťuje vždy na zpátečku (viz obr. 1.14) a jeho tlaková ztráta není zahrnuta do tlakové ztráty otopné soustavy. (10)



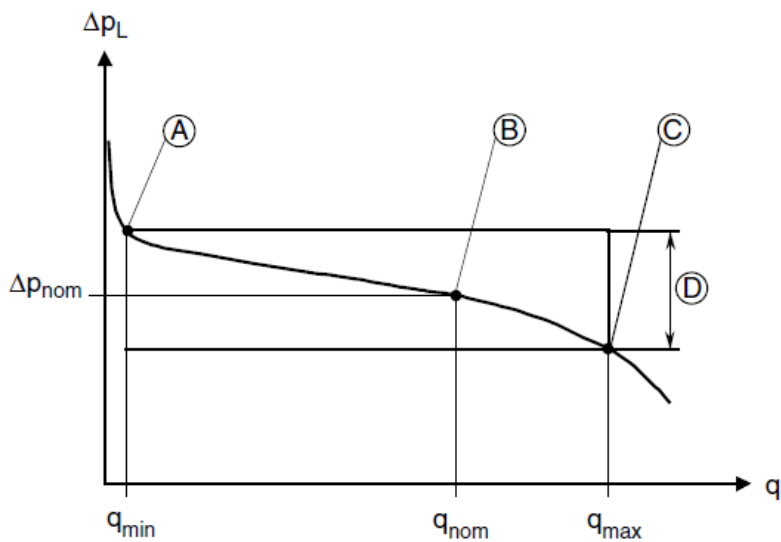
Obr. 1.14 Instalace regulátoru tlakové difference (10)

Jeden společný regulátor tlakové difference STAP ovládá celý jeden modul vyvažovacích ventilů. Regulátor stabilizuje tlakovou diferencii pro všechny okruhy. Vyvažovací ventil STAD-2 omezuje průtok jednotlivými okruhy, vyvažovací ventil STAD-1 slouží k měření celkového průtoku, k uzavření okruhu a připojení kapiláry ventilu STAP, schematické zapojení je na obr. 1.15. (10)



Obr. 1.15 Stabilizace tlakové difference v okruhu s vyvažovacími ventily na patách větví (10)

Z charakteristiky RTD vyplývá (viz obr. 1.16), že při klesajícím průtoku roste tlaková ztráta. Při předimenzování pak regulátor pracuje v oblasti zbytečně vysokého výstupního tlaku. Při návrhu je nejdůležitější, aby byl požadovaný průtok při jmenovitých podmínkách mezi body B a C, tedy mezi průtoky q_{nom} a q_{max} . (11)



- A. Kv_{min}
- B. Kv_{nom} (nastavení z výroby)
- C. Kv_{m}
- D. Pracovní rozsah $\Delta p_L \pm 20\%$. STAP 5-25 a 10-40 kPa $\pm 25\%$.

Obr. 1.16 Charakteristika regulátoru tlakové difference (10)

Příklad návrhu

Stoupacím potrubím 01 protéká celkem 1839 kg/h teplotonosné látky, tlaková ztráta okruhu je 36,45 kPa.

Dle podkladů výrobce byl zvolen regulátor tlakové difference STAP DN 25 v rozsahu průtoků q_{nom} 1700 a q_{max} 2460 kg/h, viz tab. 1.4

Tab. 1.4 Návrh regulátoru tlakové difference pro okruh 1

10-60 kPa

q [l/h]

DN	Δp_L [kPa]								
	10			20			30		
	q_{min}	q_{nom}	q_{max}	q_{min}	q_{nom}	q_{max}	q_{min}	q_{nom}	q_{max}
15	20	320	440	30	450	630	40	550	770
20	50	700	980	70	980	1390	90	1200	1700
25	90	1200	1740	130	1700	2460	150	2080	3010

Tímto postupem se navrhnu ostatní regulátory tlakové difference. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tab. 1.5.

Tab. 1.5 Regulátory tlakové difference v potrubní síti řešeného objektu

Č. POTRUBÍ	01	02	03	04	05	06
m [kg/h]	1839	1134	1185	1862	3373	1273
Δp_{okruhu} [kPa]	36,45	36,45	36,45	36,45	40,26	54,6
Rozsah průtoků	1700 - 2460	1100 - 1550	1100 - 1550	1700 - 2460	3290 - 4660	1100 - 1550
DN STAP	25	20	20	25	32	20
p_L [kPa]	20	25	25	20	30	25

1.3.5 Regulace podlahového vytápění

U regulace podlahového vytápění je důležitým faktorem akumulční schopnost podlahové otopné plochy. S tím souvisí setrvačnost náběhu, reakce otopné plochy na regulační zásah, a časová konstanta.

Setrvačnost náběhu vyjadřuje dobu, za kterou podlahová otopná plocha dosáhne jmenovitého výkonu za jmenovitých podmínek, jako je teplota otopné vody, teplota okolí a průtok. Časová konstanta τ_A je doba, za kterou se při nabíjení ohřeje akumulční vrstva o 1 K. Podle této hodnoty rozlišujeme 3 druhy podlahové otopné plochy – akumulční (τ_A je 8 – 12 hodin), poloakumulční (τ_A je 4 – 8 hodin), a přímotopná (τ_A je menší, než 4 hodiny)

Regulaci tepelného výkonu podlahového vytápění lze provést třemi způsoby

- Regulace podle vnitřní teploty
- Regulace podle venkovní teploty – ekvitermní
- Regulace ekvitermní se zpětnou vazbou na vnitřní teplotou

U regulace podle vnitřní teploty se výkon podlahového vytápění řídí podle prostorového termostatu, P regulátoru nebo třeba TRV s termostatickou hlavicí. Nevýhodou u regulace podlahového vytápění podle vnitřní teploty je velká akumulční schopnost podlahy, takže jakákoliv změna, která má ovlivnit teplotu vzduchu v místnosti, trvá dlouho.

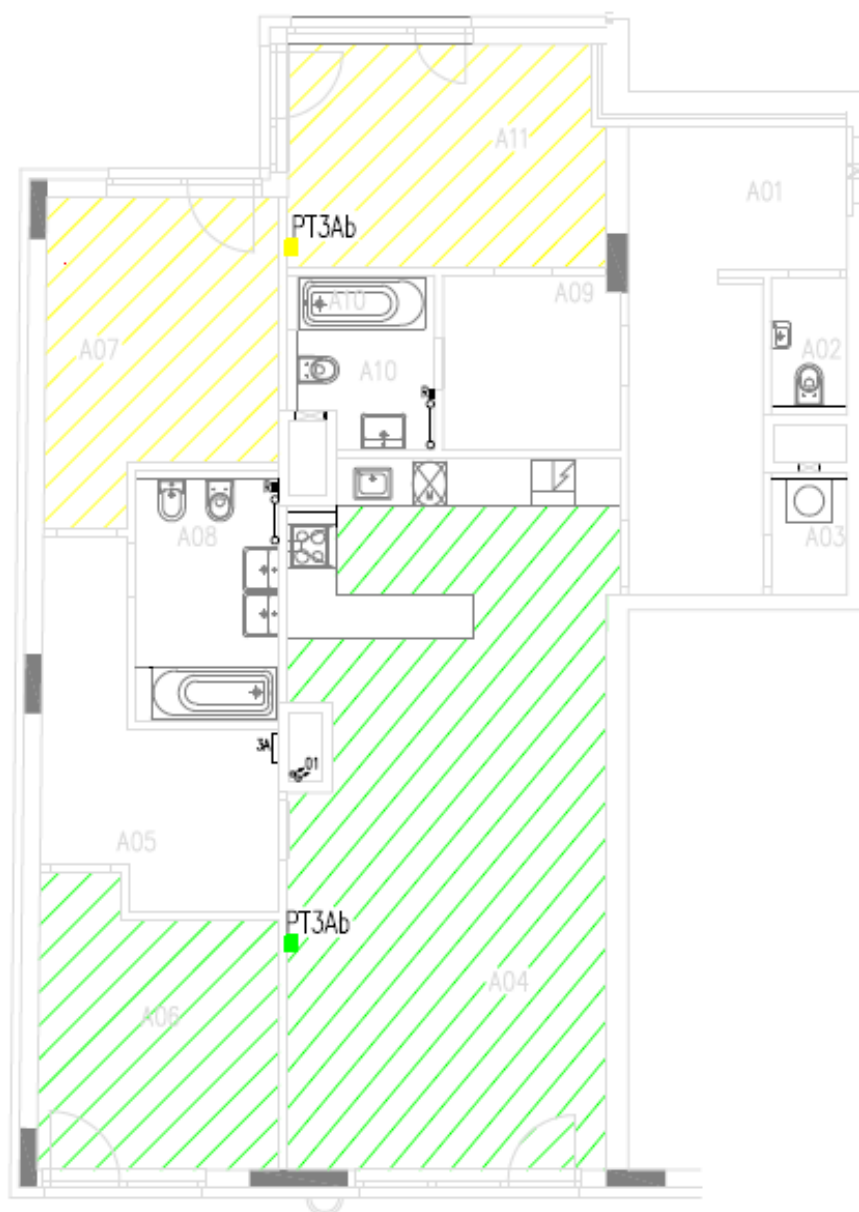
U ekvitermní regulace dá regulátor, při změně venkovní teploty, signál např. trojcestnému ventilu tak, aby teplota přívodní otopné vody odpovídala geometrické venkovní teplotě.

Ekvitermní regulace se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu využívá adaptivního regulátoru, který si pamatuje průběhy venkovních a vnitřních teplot z předchozích dnů. Podle těchto hodnot je schopen přenastavit např. trojcestný ventil o několik hodin dříve tak, aby byla v daný čas požadovaná teplota vzduchu v místnosti. Zároveň se adaptuje na nové podmínky. (5)

V řešeném objektu je navržena zónová regulace podle vnitřní teploty. Byt se rozdělí do zón a každou zónu ovládá jeden prostorový termostat PT21. Např. v bytě 3A jsou umístěny 2 prostorové termostaty. Jeden ovládá okruhy podlahového vytápění v místnostech A04 a A06, druhý ovládá okruhy v místnostech A07 a A11 (viz obr. 1.17). Termostat snímá teplotu v místnosti, vyhodnocuje rozdíl mezi aktuální

a požadovanou teplotou a vyše signál uzavíracímu ventilu. Pokud je teplota v místnosti nižší, než požadovaná, ventil se otevře. V případě vyšší teploty se ventil uzavře.

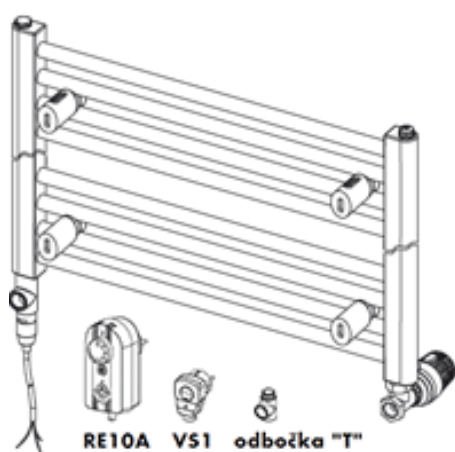
Termostat se umísťuje do výšky 1,2 – 1,5 m nad podlahu. Aby správně fungoval, musí být na místě, kde nebude ovlivňován chladnými a teplými proudy, slunečním zářením, atp. Zároveň by se neměl umísťovat na venkovní ochlazovanou stěnu.



Obr. 1.17 Prostorový termostat PT21 v bytě 3A

1.3.6 Vytápění koupelen

V koupelnách jsou požadovány vyšší povrchové teploty podlahy, než v jiných místnostech (viz kapitola 1.3.3 Tepelně technické vlastnosti – povrchová teplota). Zároveň je na celkem malé ploše velká tepelná ztráta kvůli vnitřní výpočtové teplotě $t_i = 24^{\circ}\text{C}$. Jelikož je na všech okruzích stejná střední teplota otopné vody, nelze docílit toho, aby v koupelnách byla pokryta tepelná ztráta. Střední teplota otopné vody by musela být mnohem vyšší, rozteč otopného hadu ještě menší, než 0,1 m. Z toho důvodu je vytápění v koupelnách doplněno o elektrické topné těleso Koralux bez integrovaného regulátoru teploty, to je dodáno samostatně. Jedná se o regulátor teploty RE10A. Toto těleso není závislé na provozu otopné soustavy. (12)



Obr. 1.18 Elektrické topné těleso Koralux bez integrovaného regulátoru teploty (12)

2. VNITŘNÍ VODOVOD

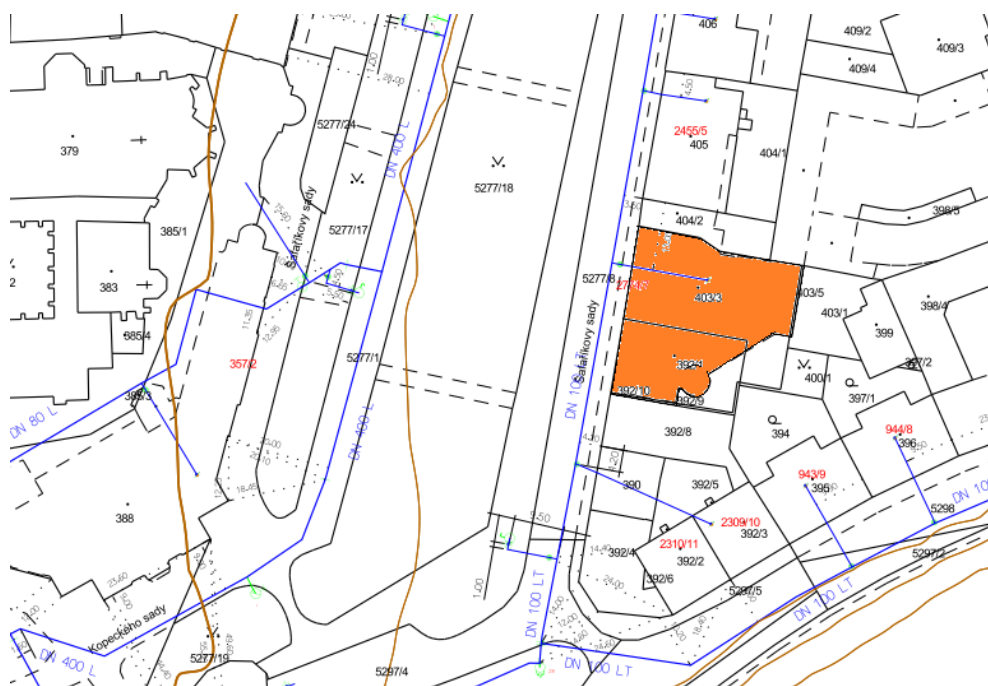
Dle zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu je vnitřní vodovod definován jako potrubí určené pro rozvod vody k jednotlivým zařizovacím předmětům a technologickým zařízením. Toto potrubí je připojeno na vodovodní přípojku.

V objektu je v rámci vnitřního vodovodu projektován rozvod vody, včetně přípravy teplé vody a cirkulačního potrubí, a požární vodovod.

Vnitřní vodovod je dimenzován dle normy ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů. Norma je určena pro rodinné a bytové domy, administrativní budovy, budovy s rovnoměrným odběrem (např. hotely) a budovy s nerovnoměrným odběrem vody (např. sportovní centra). Norma ČSN 75 5455 platí současně s ČSN EN 806. Normu ČSN EN 806 není možné pro řešený objekt použít, neboť je určena pro dimenzování bytových domů do 5. nadzemních podlaží. (13)

2.1 Situace stavby

Palác Ehrlich se nachází v Plzni, v Šafaříkových sadech. Vodovodní řád se od hranice budovy nachází 8 m, je z tvárné litiny DN100. Situace stavby je na obr. (2.1).



Obr. 2.1 Situace stavby – vodovod Plzeň

2.2 Dimenzování potrubí

V první řadě je nutné definovat několik základních pojmů, jako je výpočtový průtok a úsek potrubí. Výpočtový průtok je určen podle pravděpodobné současnosti odběru zařizovacího předmětu během provozu. Je v přírodním potrubí teplé nebo studené vody. Výpočtové průtoky jednotlivých zařizovacích předmětů jsou uvedeny v tab. 2.1.

Výpočtový průtok studené nebo teplé vody k odběrným místům se stanoví dle

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^m (Q_{Ai}^2 \cdot n_i)} \quad (2.1)$$

kde Q_{Ai} je jmenovitý průtok jednotlivými druhy odběrných míst v l/s a n je počet odběrných míst stejného druhu.

Úsek potrubí je definován jako část potrubí ze stejného materiálu o stejném průměru, kterým protéká stejný výpočtový průtok. Potrubí je navrženo z polybutenu v tlakové třídě PN16.

Průměr potrubí se vypočte dle

$$d = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{Q_D}{v}} \quad (2.2)$$

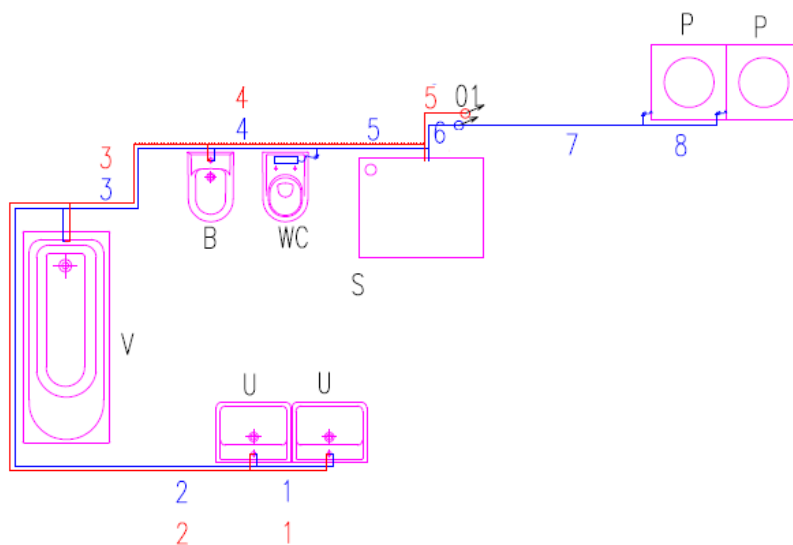
Kde Q_D je výpočtový průtok v l/s určený dle vztahu (2.1), v je požadovaná rychlost v m/s.

Tab. 2.1 Výpočtové průtoky dle ČSN 75 5455

Odběrná místa	DN	Jmenovité výtoky ¹⁾ Q_A [l/s]	Minimální požadované hydrodynamické přetlaky ²⁾		Poznámky
			Doporučené	Nejmenší	
Bytová automatická pračka	15	0,2	100	50	Před armaturou pro připojení bytové automatické pračky nebo myčky nádobí má být hydrodynamický přetlak nejméně 100
Bytová myčka nádobí	15	0,15	100	50	
Směšovací baterie u umyvadla, umývatka nebo umývacího žlabu	15	0,2	100	50	Platí pro směšovací baterie ventilové podle ČSN EN 200, jednopákové podle ČSN EN 817, termostatické podle ČSN EN 1111, samočinné podle ČSN EN 816 a elektronické podle ČSN EN 15091. Hodnoty jmenovitého výtoku se používají pro stanovení výpočtového průtoku studené i teplé vody ke směšovací baterii.
Směšovací baterie u dřezu	15	0,2	100	50	
Směšovací baterie sprchová	15	0,2	100	50	
Směšovací baterie u výlevky	15	0,2	100	50	
Směšovací baterie vanová	15	0,3	100	50	
Bidetová souprava nebo směšovací baterie	15	0,1	100	50	
Tlakový splachovač pisoárové mísy	15	0,3	-	100	-
Tlakový splachovač záchodové mísy	15	1	-	120	-
POZNÁMKY					
¹⁾ Výtok (průtok) vody pro odběrná místa, která nejsou v tabulce uvedena, se určí podle údajů jejich výrobců nebo odhadne podle výtokové armatury, přes kterou jsou k vnitřnímu vodovodu napojena, např. výtokového ventilu na hadici					
²⁾ Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak pro odběrná místa, která nejsou v tabulce uvedena, a výtokové armatury pro mytí a sprchování s automatickým uzavíráním, se určí podle údajů jejich výrobců.					

Příklad návrhu

Obrázek 2.2 ukazuje potrubí studené a teplé vody v bytě 8A. Potrubí je rozděleno na jednotlivé úseky podle připojených zařizovacích předmětů. Rychlost vody v plastovém potrubí nesmí překročit 3 m/s, při vyšší rychlosti by vznikaly hlukové problémy. U kokového potrubí je maximální dovolená rychlost 1,7 – 2 m/s. Minimální doporučená rychlost je 0,5 m/s. Výpočtová rychlost je volena 2 m/s.



Obr. 2.2 Přívodní potrubí studené a teplé vody v bytě 8A

Na úsek č. 1 je připojeno umyvadlo, jehož výpočtový průtok Q_A je 0,2 l/s. Dle vztahu (2.1) je

$$Q_D = \sqrt{Q_{Ai}^2 \cdot n_i} = \sqrt{0,2^2 \cdot 1} = 0,2 \text{ l/s}$$

Vnitřní průměr potrubí dle vztahu (2.2)

$$d = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{Q_D}{v}} = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{0,2}{2}} = 11,3 \text{ mm}$$

Tomu odpovídá nejbližší vyšší průměr PB v tlakové třídě PN16 16x1,5 o vnitřním průměru 13 mm.

Na úseku č. 2 jsou připojena dvě umyvadla. Výpočtový průtok Q_D pak bude

$$Q_D = \sqrt{Q_{Ai}^2 \cdot n_i} = \sqrt{(0,2^2 \cdot 2)} = 0,283 \text{ l/s}$$

A vnitřní průměr úseku č. 2

$$d = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{Q_D}{v}} = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{0,361}{2}} = 13,4 \text{ mm}$$

Takovému vnitřnímu průměru odpovídá nejbližší vyšší průměr PB 20x1,9 o vnitřním průměru 16,2 mm.

Další výsledky pro následující úseky jsou uvedeny v tab. 2.2 a v příloze IV.

Tab. 2.2 Dimenzování přívodního potrubí studené a teplé vody

Přívodní potrubí studené vody

ÚSEK	Q_D	v	d	$d_{skut i}$	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299
5	1,086	2	26,3	32,6	40x3,7	1,303
6	1,105	2	26,5	32,6	40x3,7	1,325
7	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
8	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508

Přívodní potrubí teplé vody

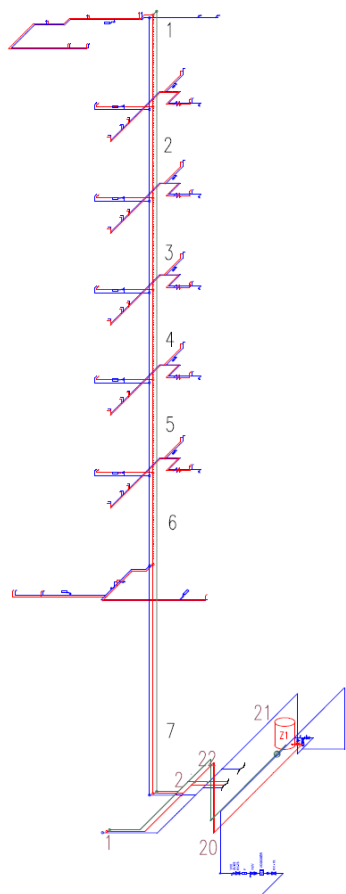
ÚSEK	Q_D	v	d	$d_{skut i}$	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299
5	0,469	2	17,3	20,4	25x2,4	1,436

Tlakové ztráty

Když jsou vypočteny dimenze a skutečné rychlosti proudící vody v potrubí, vypočtou se tlakové ztráty dle vztahů (1.16) a (1.17). Tlakové ztráty se počítají od přípojky k hydraulicky nejvzdálenějšímu odběrnému místu. Aby byl návrh správný, je nutné vypočítat tlakové ztráty pro všechna stoupací potrubí. Teprve poté je možné s jistotou určit, které odběrné místo je hydraulicky nejvzdálenější. V celém objektu je dohromady 16 stoupacích potrubí pro rozvod studené a teplé vody, včetně cirkulačních potrubí.

Příklad návrhu

Tlaková ztráta stoupacího potrubí 01 se rovná součtu třecích a místních ztrát jednotlivých úseků k hydraulicky nejvzdálenějšímu odběrnému místu. Dle obrázku 2.2 a 2.3 je hydraulicky nejvzdálenější odběrným místem umyvadlo na konci úseku 1 v rámci celého stoupacího potrubí 01, neboť byt 8A je na konci stoupacího potrubí 01.



Obr. 2.3 Stoupací potrubí 01

Tlakové ztráty se vypočtou stejně jako v kapitole 1. Vytápění. Výsledky tlakových ztrát přívodního potrubí studené vody pro stoupací potrubí 01 jsou uvedeny v tabulce 2.3

Tab. 2.3 Tlakové ztráty přívodního potrubí studené vody pro stoupací potrubí 01

Byt 8A

ÚSEK	Q ₀	v	d	d _{skut i}	d _{skut}	v _{skut}	l	Re	λ	Tlaková ztráta třením	Tlaková ztráta místní	Celková ztráta
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m]					
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508	0,61	15002	0,0286	1523	1706	3229
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374	4,39	17025	0,0277	7070	4244	11314
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002	1,7	24818	0,0252	5295	9018	14313
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299	0,83	20280	0,0265	909	1266	2175
5	1,086	2	26,3	32,6	40x3,7	1,303	0,89	32493	0,0235	545	1272	1817
6	1,105	2	26,5	32,6	40x3,7	1,325	0,44	33039	0,0234	277	2631	2908

Stoupací potrubí 01

ÚSEK	Q ₀	v	d	d _{skut i}	d _{skut}	v _{skut}	l	Re	λ	Tlaková ztráta třením	Tlaková ztráta místní	Celková ztráta	
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m]						
1	1,140	2	27,0	32,6	40x3,7	1,367	2,99	34105	0,0233	1993	1402	3395	
2	1,635	2	32,3	40,8	50x4,6	1,252	2,99	39071	0,0225	1290	1175	2464	
3	1,745	2	33,3	40,8	50x4,6	1,336	2,99	41706	0,0221	1446	1338	2784	
4	2,102	2	36,6	40,8	50x4,6	1,609	2,99	50233	0,0211	2002	1942	3944	
5	2,406	2	39,2	40,8	50x4,6	1,842	2,99	57510	0,0204	2537	2545	5082	
6	2,676	2	41,3	51,4	63x5,8	1,291	2,99	50773	0,0211	1020	1250	2270	
7	2,904	2	43,0	51,4	63x5,8	1,401	8,5	55099	0,0206	3347	2944	6290	
2	3,330	2	46,1	51,4	63x5,8	1,606	0,53	63178	0,0199	265	645	910	
22	5,025	2	56,6	61,2	75x6,9	1,710	1,72	80068	0,0188	772	731	1502	
21	5,422	2	58,8	61,2	75x6,9	1,845	1,94	86391	0,0184	994	5955	6949	
20	8,262	2	72,6	73,6	90x8,2	1,944	17,92	109463	0,0174	7989	24742	32732	
Σ												104078	Pa

Tlakové ztráty všech stoupacích potrubí pro studenou i teplou vodu jsou uvedeny v tabulce 2.4.

Tab. 2.4 Tlakové ztráty přívodního potrubí studené a teplé vody

Č. POTRUBÍ	TLAKOVÁ ZTRÁTA STUDENÉ VODY [Pa]	TLAKOVÁ ZTRÁTA TEPLÉ VODY [Pa]
01	115811	69846
02	104078	61842
03	101999	59678
04	120449	77720
05	108867	75412
06	118995	100417
07	120931	78772
08	140122	106135
09	122033	86973
10	133875	90342
11	157003	117522
12	121411	84996
13	121531	91015
14	122803	87085
15	120825	74288
16	135289	89190

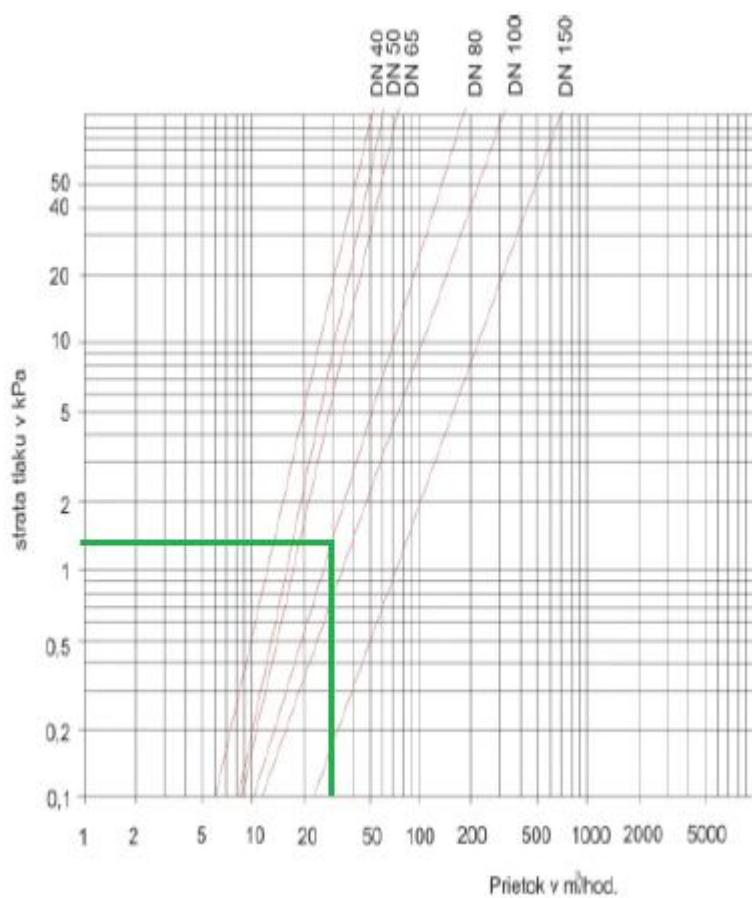
Přívodní potrubí musí být navrženo tak, aby při napojení vnitřního vodovodu na vodovodní řád, byla dodržena tato rovnice

$$p_{DIS} \geq p_{\min Fl} + p_g + p_{vodoměr} + p_{přípojky} + p_{budovy} \quad (2.3)$$

kde p_{DIS} je dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád. V místě napojení Paláce Ehrlich je dispoziční přetlak 600 kPa, $p_{\min Fl}$ je minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvýše položené výtokové armatury, to znamená, že u nejvýše a nejdál položené armatury je nutné zajistit 100 kPa. p_g je tlaková ztráta způsobena rozdílem tlaku mezi výškou nejvýše položené výtokové armatury a místa napojení vodovodní přípojky

$$p_g = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 30,68 = 301 \text{ kPa}$$

$p_{vodoměr}$ je tlaková ztráta vodoměru odečtena z grafu výrobce. Pro průtok vodoměru 29,7 m³/h je odečtena tlaková ztráta 1,4 kPa



Obr. 2.3 Typická křivka tlakových ztrát vodoměrů MeiStream Plus

$p_{přípojka}$ představuje tlakovou ztrátu třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a v přívodním potrubí vně budovy. Tlaková ztráta přípojky je 17,3 kPa.

p_{budova} je součet místních a třecích ztrát v potrubí vodovodu uvnitř budovy. Největší tlaková ztráta je v přívodním potrubí studené vody k hydraulicky nejvzdálenějšímu odběrnému místu, a to je 157 kPa.

$$p_{DIS} \geq p_{minFl} + p_g + p_{vodoměr} + p_{přípojky} + p_{budovy}$$

$$600 \geq 100 + 301 + 1,4 + 17,3 + 157$$

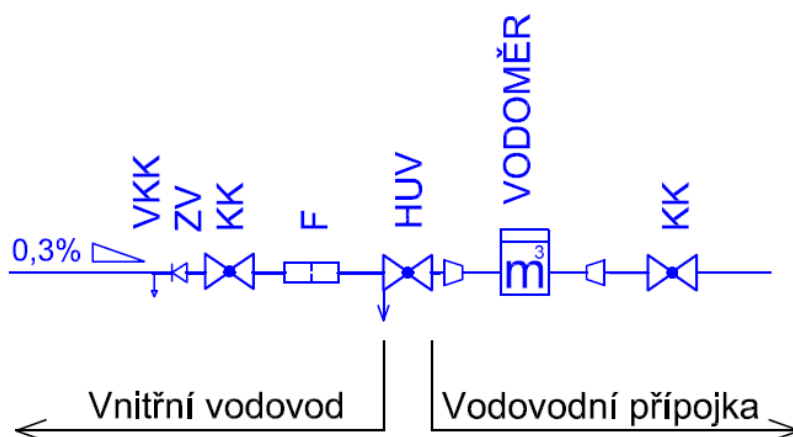
$$600 \geq 576,7 \text{ kPa}$$

Z uvedeného vyplývá, že navržené potrubí vyhovuje.

2.3 Vodovodní přípojka a vodoměrná sestava

Vodovodní přípojka se navrhuje z jednoho materiálu a v jedné dimenzi a ukládá se do nezámrzne hloubky, v tomto případě je uložena ve dvou metrech pod povrchem. Ochranné pásmo přípojky je 1,5 m na obě strany od vnější stěny potrubí. Přípojka je z tvárné litiny o průměru DN 80.

Vodoměrná sestava se umísťuje nejdále 2 m od obvodového zdiva, na suchém nevětraném místě, nejnižší 0,2 m a nejvýše 1,2 m nad podlahou. Vodoměrná sestava je na obr. 2.4.



Obr. 2.4 Vodoměrná sestava

2.4 Teplá voda a cirkulace

Cirkulační potrubí teplé vody zajišťuje stálý oběh, cirkulaci, teplé vody oběhovým cirkulačním čerpadlem. Cirkulace teplé vody je nutná právě ve velkých objektech, neboť na velkých vzdálenostech potrubí nestihne voda vychladnout. Voda musí cirkulovat v celém objektu, proto se musí zaregulovat na patách cirkulačních stoupacích potrubí, viz příloha VII. Výpočtový průtok musí být navržen tak, aby pokryl tepelnou ztrátu cirkulačního potrubí. Vypočte se dle vztahu (2.4)

$$Q_c = \sum_{i=1}^m \frac{q_{ti} \cdot l_i}{c_i \cdot \rho_i \cdot \Delta t_i} \quad (2.4)$$

kde q_t [W/m] je délková tepelná ztráta posuzovaného úseku přívodního potrubí teplé vody, l [m] je délka posuzovaného úseku, c [kJ/kg·K] je měrná tepelná kapacita vody, ρ [m³/kg] je hustota vody, a Δt [K] je rozdíl teplot mezi teplotou vody na začátku a na konci posuzovaného úseku.

Cirkulace musí zajistit, aby rozdíl teplot mezi začátkem potrubí ze zásobníkového ohříváče a koncem potrubí v místě spojení s přívodním potrubím teplé vody, nepřekročil 3 K.

Délková tepelná ztráta každého úseku přívodního potrubí se vypočte dle vztahu

$$q_t = \frac{\pi \cdot (t_{stř} - t_{vzd})}{\sum_{j=1}^m \frac{1}{2 \cdot \lambda_{izj}} \cdot \ln \frac{d_{zj}}{d_{vj}} + \frac{1}{\alpha_e \cdot d_e}} \quad (2.5)$$

kde $t_{stř}$ je střední teplota vody v posuzovaném úseku. Předpokládáme, že na začátku i na konci posuzovaného úseku má teplá voda 55 °C. t_{vzd} je teplota vzduchu v okolí tepelné izolace. Potrubí je vedené v šachtě, teplota vzduchu je uvažována 15 °C, λ_{izj} [W/m·K] je součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky, nebo její tepelné izolace, d_{zj} [m] je vnější průměr vrstvy, trubky nebo tepelné izolace, d_{vj} [m] je vnitřní průměr vrstvy, d_e [m] je vnější průměr tepelné izolace trubky, α_e [W/m²·K] je součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu tepelné izolace trubky. Podle normy ČSN 75 5455 je součinitel přestupu tepla přibližně 10 W/m²·K. Záleží na více faktorech, např. jestli je

potrubí vedeno horizontálně nebo vertikálně a jaké jsou použity kritériální rovnice pro výpočet Nusseltova čísla, ze kterého se vyjádří součinitel přestupu tepla. Pro vertikálně vedené potrubí je součinitel přestupu tepla $\alpha_e = 6,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, určený z kritériální rovnice $Nu = 0,55 \cdot Ra^{0,25}$

Izolace potrubí

Dle vyhlášky č. 193/2007 je povinností izolovat rozvody pro vytápění a teplé vody a to zejména u potrubí, kterým protéká teplotně vyšší látka o teplotě vyšší, než 40 °C. U vnitřních rozvodů do DN 20 se volí tloušťka izolace 20 mm, u DN 20 až 35 se volí 30 mm, u DN 40 až 100 se tloušťka volí rovna DN.

Tab. 2.5 Určující součinitele prostupu tepla

DN	10-15	20-32	40-65	80-125
U [W/mK]	0,15	0,18	0,27	0,34

Součinitel prostupu tepla se vypočte dle vztahu (2.6)

2.5 Příprava Teplé vody

Podle ČSN EN 806-2 musí rozvod teplé vody zajistit, aby při úplném otevření výtokové armatury tekla voda o teplotě 55 °C nejdéle do 30 s.

Přípravu teplé vody rozlišujeme

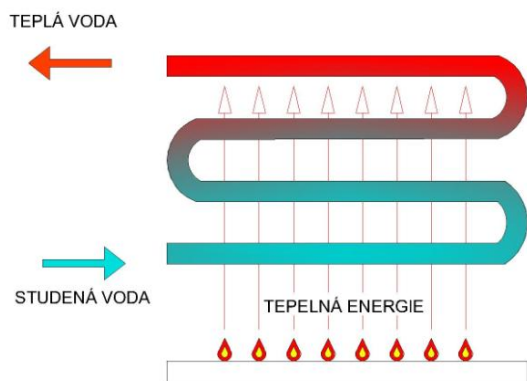
- lokální
- centrální
- ústřední

Lokální příprava nevyžaduje rozvod teplé vody, neboť každé odběrné místo má svůj vlastní ohřívač. Tato varianta přípravy teplé vody se však neprojektuje. U centrální přípravy jeden zdroj tepla zásobuje několik odběrných míst. Ústřední příprava teplé vody zásobuje všechna odběrná místa v budově z jednoho ústředního ohřevu.

Konstrukční typy ohřivačů

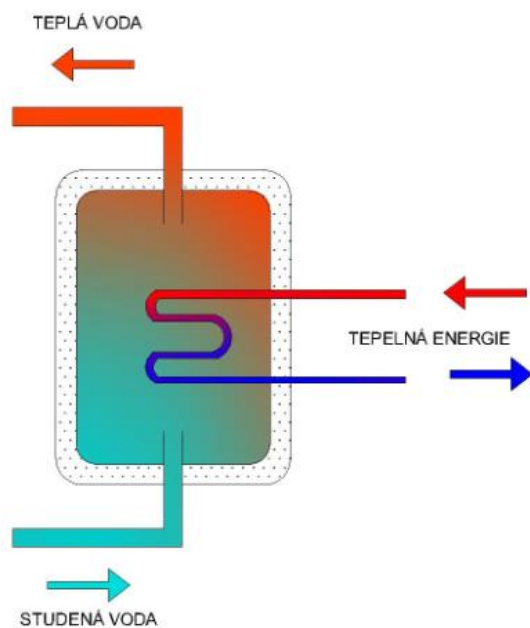
Mezi základní typy ohřivačů patří průtokový ohřivač a zásobníkový ohřivač.

Průtokový ohřivač v sobě, na rozdíl od zásobníkového ohřivače, teplou vodu nezadržuje. Topná spirála v ohřivači vodu ohřívá, když jí protéká. Teplá voda je tedy ihned k dispozici a nemusí se čekat na její ohřev, aby toto bylo možné, musí mít topná spirála velký příkon. Průtokový ohřivač je na obr. 2.5.



Obr. 2.5 Průtokový ohřivač

Zásobníkový ohřivač v sobě akumuluje teplou vodu. Voda se ohřívá prostřednictvím výměníku, ten může být buď vestavěný, popř. vedle stojící. Rychlost ohřevu závisí na teplotě teplotonosné látky ve výměníku. V projektu je zajištěn ohřev vodou z centrálního zásobování teplem. Zásobníkový ohřivač je na obr. 2.6.



Obr. 2.6 Zásobníkový ohřivač

2.6 Návrh velikosti akumulčního zásobníku

Velikost zásobníku teplé vody se navrhuje buď podle ČSN 060320 – Tepelné soustavy v budovách – příprava teplé vody, nebo podle DIN 4708 – Centrální zařízení pro ohřev vody. Další možnou variantou je přednostní příprava teplé vody, kdy se přeměruje výkon zdroje tepla z otopné soustavy na ohřev teplé vody.

ČSN 060320

Výpočet zásobníku podle této metody je celkem jednoduchý, avšak výsledky se značně rozcházejí s realitou. V prvním kroku je nutné určit potřebu teplé vody za nějakou periodu, v následujícím textu bude uvažována jedna perioda 24 hodin. Potřeba teplé vody se zde dělí na potřebu mytí osob, mytí nádobí a úklid.

Potřeba teplé vody na mytí osob se vypočte dle následujícího vztahu

$$V_o = n_i \cdot \sum_{i=1}^n V_d = n_i \cdot \sum_{i=1}^n n_d \cdot U_3 \cdot \tau_d \cdot p_d \quad (2.6)$$

kde V_o [m^3/den] je potřeba teplé vody pro mytí osob, n_i je počet uživatelů, n_d je počet dávek, U_3 [m^3/hod] je objemový průtok teplé vody, τ_d [hod] je doba dávky, např. jak dlouho se uživatel sprchuje, p_d je součinitel prodloužení doby dávky (čistý provoz – 1, špinavý provoz – 1,5, značně špinavý provoz – 2).

Potřeba teplé vody na mytí nádobí

$$V_j = n_j \cdot V_d \quad (2.7)$$

Kde V_j [m^3/den] je potřeba teplé vody na mytí nádobí a n_j je počet jídel.

Potřeba teplé vody na úklid

$$V_u = n_u \cdot V_d \quad (2.8)$$

Kde V_u [m^3/den] je potřeba teplé vody na úklid a n_u je počet ploch.

Celková potřeba teplé vody se vyjádří součtem potřeb teplé vody na mytí osob, mytí nádobí a na úklid

$$V_{2p} = V_o + V_j + V_u \quad (2.9)$$

Nelze zcela jednoznačně určit, kolik bude potřeba teplé vody na mytí osob, neboť každý má své individuální potřeby. Hodnoty dle této normy jsou nadsazené a pro uživatele bytového domu vychází celková potřeba tepla přibližně 80 l/os·den. Podle dlouhodobých měření se reálná hodnota pohybuje od 40 do 50 l/os·den.

V druhém kroku je určena potřeba tepla, které je odebráno z ohřívače teplé vody.

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = Q_{2t} \cdot (1 + z) = \frac{V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot (1 + z)}{3600 \cdot 1000} \quad (2.10)$$

kde Q_{2p} [kWh/den] je teplo odebrané z ohřívače, Q_{2t} [kWh/den] je teoretické teplo odebrané z ohřívače, Q_{2z} [kWh/den] je teplo ztracené při ohřevu a distribuci, z je poměrná ztráta při ohřevu a distribuci, ρ [kg/m³] je hustota vody při střední teplotě zásobníku, c [J/kg·K] je měrná tepelná kapacita vody, t_1 [K] je vstupní teplota vody do zásobníku, uvažována 10 °C, t_2 [K] je výstupní teplota vody ze zásobníku, uvažována 55 °C.

Poměrná ztráta z se odvíjí od kvality izolace potrubí teplé vody, cirkulace, ale i zásobníku. U bytových novostaveb by neměla překročit hodnotu 0,5. U starších budov se může pohybovat od 1 do 5.

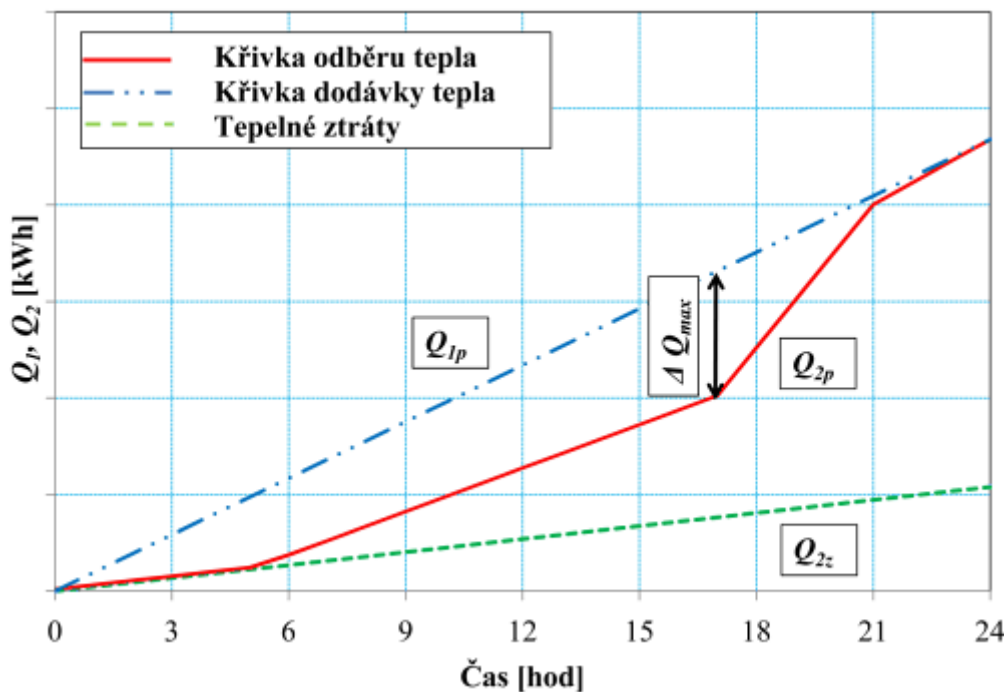
Z teoretického tepla Q_{2t} a ztrát Q_{2z} se stanoví křivky dodávky a odběru tepla za danou periodu. Křivka odběru tepla se stanoví podle časového odběru tepla. Dle normy ČSN 060320 vypadá časový odběr následovně

Od 5 do 17 hodin	35 % z celkového množství teplé vody
Od 17 do 20 hodin	50 % z celkového množství teplé vody
Od 20 do 24 hodin	15 % z celkového množství teplé vody

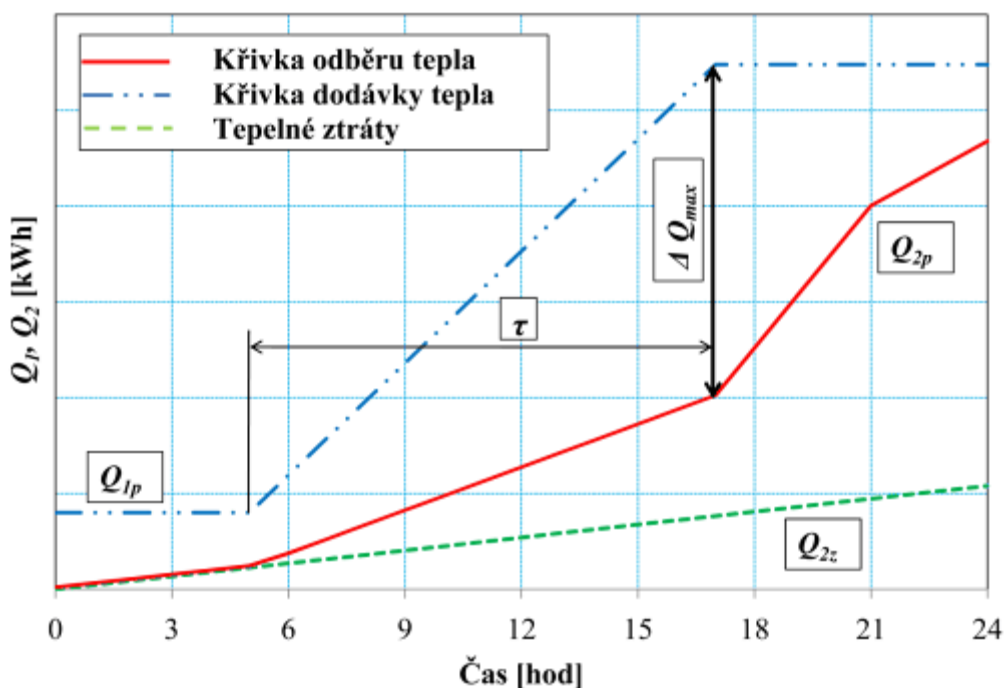
Časový odběr udává i norma ČSN EN 15316-3. Tento odběr je rozložen do více časových úseků a vyhodnocení výsledků je proto reálnější.

Od 6 do 9 hodin	35 % z celkového množství teplé vod
Od 9 - 19 hodin	15 % z celkového množství teplé vod
Od 19 - 22 hodin	40 % z celkového množství teplé vod
Od 22 - 24 hodin	10 % z celkového množství teplé vod

Křivka dodávky tepla může být buď trvalá během jedné časové periody (obr. 2.7), nebo je kratší, než délka jedné časové periody (obr. 2.8). Křivka dodávky musí být vždy nad křivkou odběru, jinak by mohlo dojít k nedostatku tepla na ohřev vody na požadovanou teplotu. (14)



Obr. 2.7 Křivky dodávky a odběru tepla s nepřerušovanou dodávkou tepla do zásobníku (14)



Obr. 2.8 Křivky dodávky a odběru tepla s časově omezenou dodávkou (14)

Objem zásobníku V_z [m³] se navrhuje z maximálního rozdílu mezi křivkou dodávky a odběru ΔQ_{max} [kWh].

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} \quad (2.11)$$

Příklad návrhu

Celková potřeba teplé vody pro předpokládaný počet lidí v objektu 135 lidí je

$$V_{2p} = 135 \cdot 40 = 5400 \text{ l/den} = 5,4 \text{ m}^3/\text{den}$$

Stanovení potřeby tepla

$$Q_{TV,den} = (1 + z) \rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_1 - t_2) = (1 + 0,3) \cdot 1000 \cdot 4187 \cdot 5,4 \cdot (55 - 10) \\ = 1,322 \text{ GJ}$$

Křivka odběru tepla

$$Q_{2p} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 5,4 \cdot 1000 \cdot 4187 \cdot (55 - 10) = 1,017 \text{ GJ/den} \\ = 282,4 \text{ kWh/den}$$

Ztráty tepla vedením v potrubí

$$Q_{2z} = Q_{2p} \cdot z = 282,4 \cdot 0,3 = 84,7 \text{ kWh/den}$$

Stanovení křivky odběru tepla

$$0 - 6 \text{ hod} = 0\% \quad Q_{2t} = 0 \text{ kWh}$$

$$6 - 9 \text{ hod} = 35\% \quad Q_{2t} = 0,35 \cdot 282,4 = 98,8 \text{ kWh}$$

$$9 - 19 \text{ hod} = 15\% \quad Q_{2t} = 0,15 \cdot 282,4 = 42,4 \text{ kWh}$$

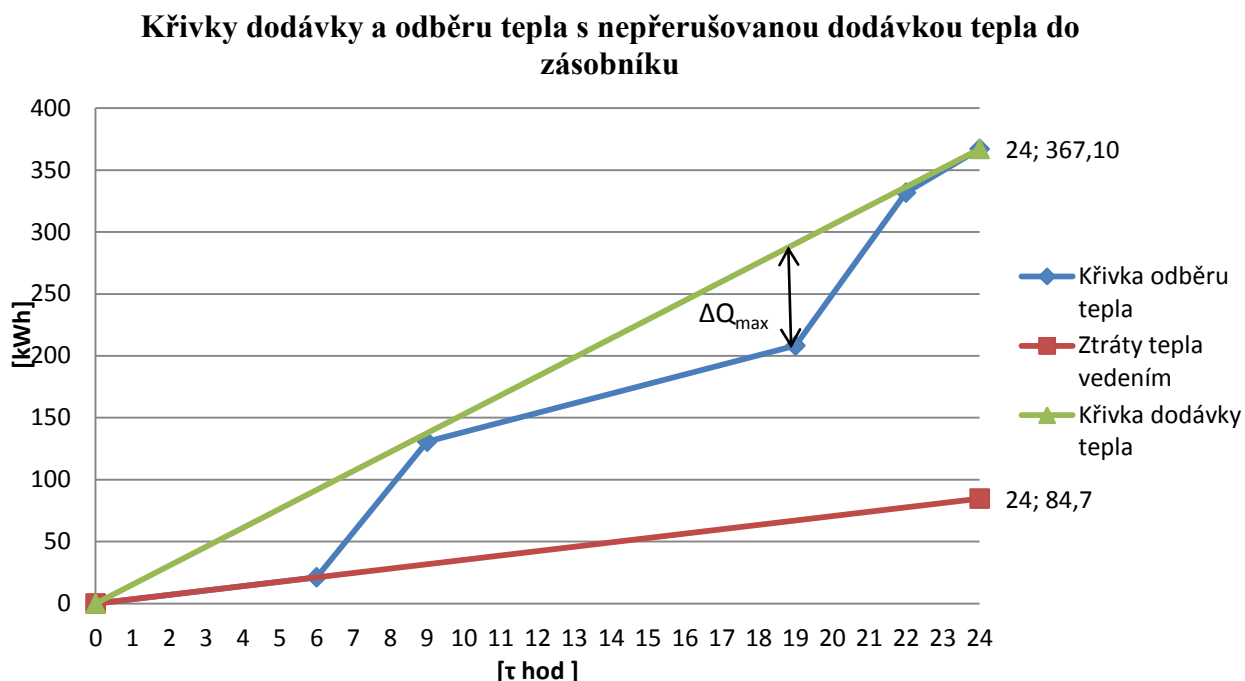
$$19 - 22 \text{ hod} = 40\% \quad Q_{2t} = 0,4 \cdot 282,4 = 113 \text{ kWh}$$

$$22 - 24 \text{ hod} = 10\% \quad Q_{2t} = 0,1 \cdot 282,4 = 28,2 \text{ kWh}$$

Velikost akumulčního zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{82,37}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,57 \text{ m}^3 = 1570 \text{ l}$$

$$Q_{zdroj} = \frac{Q_{1p}}{\tau} = \frac{367,1}{24} = 15,3 \text{ kW}$$



Obr. 2.9 Křivky dodávky a odběru tepla s nepřerušovanou dodávkou tepla do zásobníku pro řešený objekt

V případě, že se budou uvažovat 3 zásobníky teplé vody, kdy se počet lidí rozdělí na 2x 50 a 35, budou velikosti zásobníků vypočteny podle předchozího postupu

$$V_{z50} = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{30,5}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,58 \text{ m}^3 = 580 \text{ l}$$

$$Q_{zdroj50} = \frac{Q_{1p}}{\tau} = \frac{95,2}{24} = 4 \text{ kW}$$

$$V_{z35} = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{21,3}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,407 \text{ m}^3 = 407 \text{ l}$$

$$Q_{zdroj35} = \frac{Q_{1p}}{\tau} = \frac{136}{24} = 5,67 \text{ kW}$$

Na základě výsledků jsou zvoleny nejbližší zásobníky teplé vody o objemech 750 l a 500 l.

DIN 4708

Principem této metody je stanovení koeficientu potřeby N . Ten porovnává násobek N jednotkového bytu k posuzované budově. Jednotkový byt je definován čtyřmi místnostmi, ve kterém žijí 3 – 4 osoby. Pro jednotkový byt se uvažuje koeficient potřeby $N = 1$.

Koeficient potřeby je vyjádřen následovně

$$N = \frac{\sum(n \cdot p \sum w_v)}{Q_N} = \frac{\sum(n \cdot p \sum w_v)}{(p \cdot w_v)_{nom}} \quad (2.12)$$

kde n je počet bytů, p je koeficient obsazenosti nebo počet osob a w_v je potřeba tepla odběrných míst [kWh].

Koeficient obsazenosti říká, kolik v bytě žije osob a jaká je jejich potřeba teplé vody. Pokud ještě není známý přesný počet osob v bytě, určí se jeho obsazenost podle tabulky 2.6, taková situace nastává při projektování. Počet místností r se bere podle obytných místností v bytě, to znamená, že se do tohoto počtu nezapočítávají kuchyně (kromě kuchyňských koutů, které jsou propojeny např. s obývacími pokoji), chodby, komory, koupelny a jiné vedlejší prostory.

Tab. 2.5 Koeficient obsazenosti

Počet místností r [-]	Koeficient obsazenosti p [-]	Počet místností r [-]	Koeficient obsazenosti p [-]
1	2	4,5	3,9
1,5	2	5	4,3
2	2	5,5	4,6
2,5	2,3	6	5
3	2,7	6,5	5,4
3,5	3,1	7	5,6
4	3,5		

Pro stanovení potřeby odběrných míst norma předpokládá, že se zohlední pouze největší používaný spotřebič v bytě. Podle sanitární vybavenosti bytu se rozlišují dva typy.

- Normální vybavenost bytu
- Komfortní vybavenost bytu

Přičemž normální vybavenost bytu je definována jednou sprchou, popř. vanou, jedním umyvadlem a jedním kuchyňským dřezem. Do výpočtu se pak zahrnuje pouze sprcha (potřeba tepla se u ní uvažuje stejná jako pro vanu), umyvadlo a dřez se do výpočtu nezahrnují, viz tab. 2.6

Tab. 2.6 Byt s normální obsazeností

Prostor	Stávající vybavení	w_v [kWh] pro výpočet podle tab. 2.8
Koupelna	Koupací vana (1600 mm x 700 mm) cca 140 l nebo Sprchová kabna se směšovací baterií a normální sprchou	Jako koupací vana (1600 mm x 700 mm) cca 140l
	1 umyvadlo	Nezohledňuje se
Kuchyň	1 dřez pro kuchyň	Nezohledňuje se

Byt s komfortní vybaveností má větší množství zařízení a jeho vybavenost je označena jako komfortní. Odběrná místa se zde započítávají jinak, než u bytu s normální vybaveností. Pokud v bytě s komfortní vybaveností není žádná vana, pouze sprchový kout, pro výpočet se započítá hodnota w_v pro koupací vanu o rozměrech 1600 mm x 700 mm. U spotřebičů jako je bidet, umyvadlo a dřez, se při osazení bidetu nezapočítá umyvadlo a dřez, ale bidet už musí být započítán. Pokud je těchto „malých“ spotřebičů dva a více, další druhý je započten. Např. pokud jsou v bytě dvě umyvadla, jedno z nich je do výpočtu započteno. (14) Více je v tabulkách 2.7 a 2.8

Tab. 2.7 Byt s komfortní obsazeností

Prostor	Stávající vybavení	w_v [kWh] pro výpočet podle tab. 2.8
Koupelna	Koupačí vana (dle tab. 2.8)	dle tab. 2.8
	Sprchová kabina (dle tab. 2.8)	dle tab. 2.8
	Umyvadlo	Nezohledňuje se
	Bidet	Nezohledňuje se
Kuchyň	Dřez pro kuchyň	Nezohledňuje se
Pokoj pro hosty	Koupačí vana (dle tab. 2.8)	50% w_v dle tab. 2.8
	Sprchová kabina (dle tab. 2.8)	100 % w_v dle tab. 2.8
	Umyvadlo	100 % w_v dle tab. 2.8
	Bidet	100 % w_v dle tab. 2.8

Tab. 2.8 Potřeba tepla u odběrných míst

Odběrné místo	Odběrné množství V [l]	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]
Koupačí vana (1600 x 700 mm)	140	5,82
Koupačí vana (1600 x 700 mm)	160	6,51
Vana do malého prostoru a vana se stupínky	120	4,89
Velkoprostorová vana (1800 x 750 mm)	200	8,72
Sprchová kabina se směšovací baterií a úspornou sprchou	40	1,63
Sprchová kabina se směšovací baterií a normální sprchou	90	3,66
Sprchová kabina se směšovací baterií a luxusní sprchou	180	7,32
Umyvadlo	17	0,7
Bidet	20	0,81
Umyvadlo na ruce	9	0,35
Kuchyňský dřez	30	1,16

V jednotkovém bytě je jedna normální koupelňová vana o rozměrech 1600 mm x 700 mm, obsazenost se uvažuje $p = 3,5$. Potřeba tepla pro jednotkový byt je potom 20,37 kWh.

$$Q_N = p \cdot w_v = 3,5 \cdot 5,82 = 20,37 \text{ kWh}$$

Koeficient potřeby dle vztahu 2.12 pak přejde do tvaru

$$N = \frac{\sum(n \cdot p \sum w_v)}{Q_N} = \frac{\sum(n \cdot p \sum w_v)}{20,37} \quad (2.13)$$

Zásobník vybraný z katalogu musí mít koeficient potřeby N_L větší, nebo alespoň stejně velký, jako je vypočtený koeficient potřeby dle DIN 4708, tj. $N_L \geq N$.

Tepelný výkon kotle musí být minimálně takový, jako je trvalý tepelný výkon zásobníku Q_D potřebný k dosažení koeficientu potřeby N_L . Trvalý tepelný výkon zásobníku je uveden výrobcem pro teplotní rozdíl při ohřevu 10/45 °C.

Pokud bude kotel využíván pro ohřev teplé vody i pro otopnou soustavu, musí mít zvýšený výkon o tepelný výkon pro pokrytí nároků tepla pro budovu, jako je vytápění nebo vzduchotechnika, tj. $Q_D = Q_{budovy} + Q_{TV}$

Pro bytové domy, kde je předpoklad rovnoměrného rozložení odběru teplé vody bez několika výrazných odběrových špiček, je vhodnější použít DIN 4708. Proto je tato norma použita pro návrh zásobníku v řešeném objektu.

Příklad návrhu

V Paláci Ehrlich je celkem 52 bytů. V tabulce 2.9 jsou uvedeny velikosti a počty bytů, je v ní také uvedena sanitární vybavenost bytů.

Tab. 2.9 Typy bytů v Paláci Ehrlich

Typ bytu	Počet bytů	Sanitární vybavenost
1+kk	2	Normální vybava
2+kk	25	Normální vybava
3+kk	11	Komfortní vybava
4+kk	11	Komfortní vybava
5+kk	3	Komfortní vybava

Pro příklad návrhu bude použit byt s komfortní výbavou 3+kk, který má v jedné koupelně vanu, dvě umyvadla a bidet, dále je v bytě dřez a ještě jedno umyvadlo. Tento byt má 3 obytné místnosti a dle tab. 2.5 je jeho obsazenost $p = 2,7$. Potřeba tepla odběrných míst je navržena podle tabulky 2.7. Pro výpočet bude uvažována z první koupelny pouze vana a z druhé místnosti (nejedná se o koupelnu) umyvadlo, viz tab. 2.10.

Tab. 2.10 Byt 3+kk

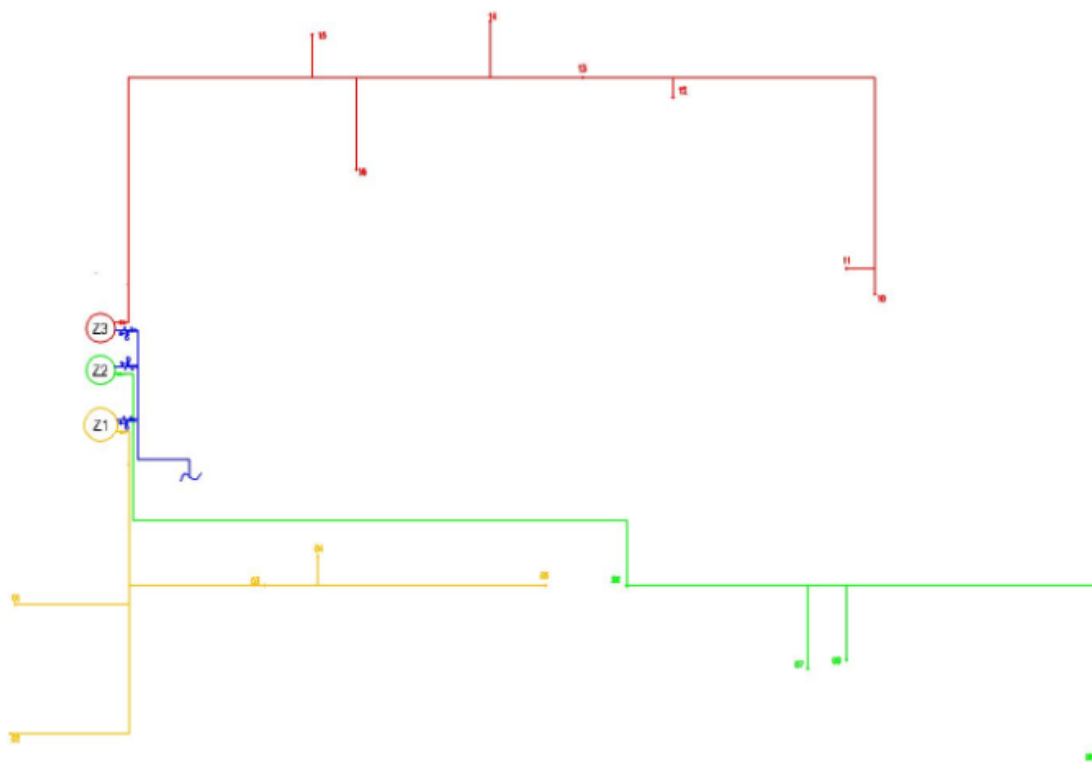
3+kk

Byt s komfortní výbavou

počet místností	3	
Obsazenost	2,7	
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]
Vana	1	5,82
Umyvadlo	2	
Bidet	1	
Dřez	1	
Umyvadlo	1	0,7
Σ		6,52

Takovým způsobem jsou navrženy všechny byty a celkový koeficient potřeby zásobníku teplé vody je vypočten dle vztahu 2.13, $N = 52,02$, viz příloha VI.

Tento koeficient potřeby tepla je pro jeden zásobník teplé vody celkem velký. Z toho důvodu byly umístěny 3 zásobníky teplé vody a vhodně se pro ně rozdělil rozvod teplé vody na 3 části, viz obr. 2.9.



Obr. 2.9 Zásobníky teplé vody v 1. PP

Pro tyto tři zásobníky byly napočítány nové koeficienty potřeby tepla. Výpočet nelze provést zcela přesně. Některé stoupačky pro konkrétní zásobník nevedou do stejných bytů. Například pro zásobník 2 vede stoupačka 7 do bytu C a stoupačka 9 do bytu D. Nicméně celkový součet koeficientů potřeby pro všechny tři zásobníky vychází $N = 51,85$. Tato hodnota je velice blízká původnímu koeficientu potřeby teplé vody $N = 52,02$.

2.7 Výběr zásobníku teplé vody

Zásobníky pro ohřev vody byly vybírány z katalogu firmy Buderus, z důvodu úspory místa v technické místnosti byl zvolen zásobník s nasazeným výměníkem Logalux LAP, viz obr. 2.10.

obsah zásob- níku	zásobníkový ohřivač vody Logalux pro nabíjecí systém zásobníku se sadou externího výměníku tepla			
	stojatý		ležatý	
	Logalux LAP ⁴⁾	Logalux LSP ⁴⁾	Logalux LSP ⁴⁾	
I	nasazený	vedle stojící	vedle stojící	
135				
160				
200				
300	SF300		SF300	
400	SF400	SU400 ⁶⁾	SF400	LF400
500	SF500	SU500 ⁶⁾	SF500	
550				LF550
750	SF750	SU750 ⁶⁾	SF750	LF750
800				L2F800 ⁷⁾
950				LF950
1000	SF1000	SU1000 ⁶⁾	SF1000	
1100				L2F1100 ⁷⁾
1200				L3F1200 ⁸⁾
1500				LF1500
1500				L2F1500 ⁷⁾

Obr. 2.10 Výběr zásobníku Logalux Buderus

4) Ohřev pomocí kotle nebo dálkovým teplem

Zásobník 1

Zásobník 1 ohřívá vodu pro stoupací potrubí 1 – 5, tedy průtok $\dot{Q}_{TV} = 2,302 \text{ l/s}$

Koeficient potřeby tepla $N = 20,68$

Z katalogu firmy Buderus byl vybrán zásobník SU 750 s koeficientem potřeby $N_L = 24,3$, je tedy splněna podmínka $N_L \geq N$. K němu přísluší výměník tepla LAP 1.1, který má koeficient potřeby $N_L = 23,8$

Zásobník 2

Zásobník 2 ohřívá vodu pro stoupací potrubí 6 – 9, tedy průtok $\dot{Q}_{TV} = 2,214 \text{ l/s}$

Koeficient potřeby tepla $N = 17,87$

Z katalogu firmy Buderus byl vybrán zásobník SU 750 s koeficientem potřeby $N_L = 24,3$, je tedy splněna podmínka $N_L \geq N$. K němu přísluší výměník tepla LAP 2.1, který má koeficient potřeby $N_L = 21,4$

Zásobník 3

Zásobník 3 ohřívá vodu pro stoupací potrubí 10 – 16, tedy průtok $\dot{Q}_{TV} = 2,287 \text{ l/s}$

Koeficient potřeby tepla $N = 13,3$

Z katalogu firmy Buderus byl vybrán zásobník SU 400 s koeficientem potřeby $N_L = 14,1$, je tedy splněna podmínka $N_L \geq N$. K němu přísluší výměník tepla LAP 1.1, který má koeficient potřeby $N_L = 14,9$

Pokud porovnáme DIN 4708 a ČSN 060320 zjistíme, že velikost zásobníků vychází přibližně stejná, je to především z toho důvodu, že se u normy ČSN 060320 (popř. ČSN EN 15316-3) uvažuje reálná potřeba teplé vody na osobu a den 40 l a ne 80 l, jak norma udává.

2.8 Požární vodovod

Požární vodovod představuje potrubí z nehořlavého materiálu, které slouží k rozvodu požární vody, musí zajistit minimální průtok 0,3 l/s. Požární vodovod se dělí na vnější a vnitřní.

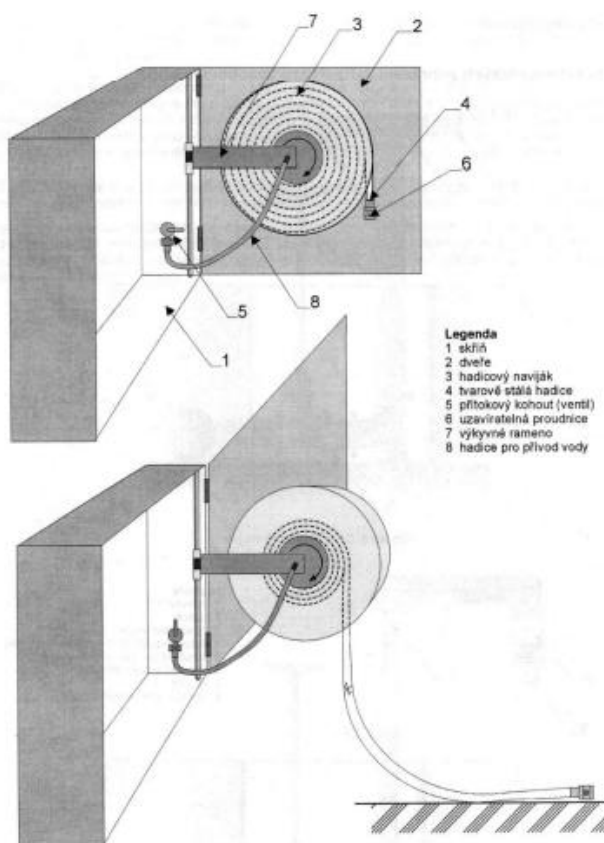
Vnější vodovod přivádí požární vodu k objektům, nebo alespoň k vnějším hydrantům.

Vnitřní vodovod je rozvod požární vody po budově, na který jsou osazeny požární hydranty.

Hydranty se dělí podle vydatnosti na typ

- D 25 (vydatnost 0,27 l/s)
- C 52 (vydatnost 1,7 l/s)

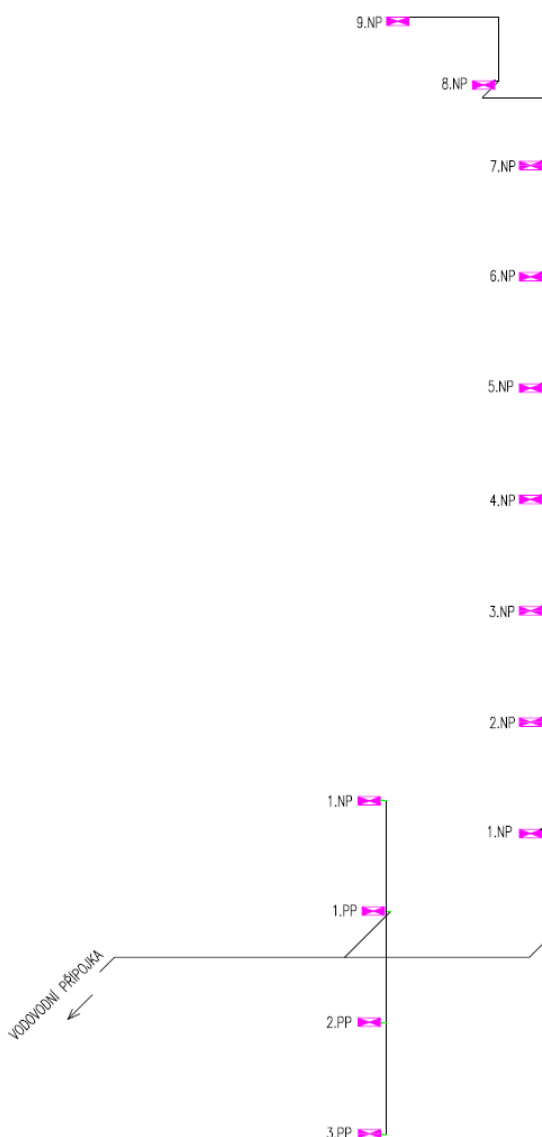
Součástí hydrantů jsou hadice a proudnice. Ty musejí mít červenou barvu. Na obr. 2.11 je hydrant s tvarově stálou hadicí.



Obr. 2.11 Hydrant s tvarově stálou hadicí a výtokem ve spodní části hydrantové skříňě (15)

V objektu jsou instalovány na každém patře hydranty D 25. Hydrant se umísťuje do společných prostor. Hadicové systémy musí být navrženy tak, aby mohly být účinně obsluhovány jednou osobou. Mají být osazeny ve výšce 1,1 – 3 m nad podlahou. Nejodlehlejší místo může být od vnitřního hydrantu vzdáleno 40 m pro hadicový systém s tvarově stálou hadicí, nebo 30 m pro hadicový systém se zploštělou hadicí. (16)

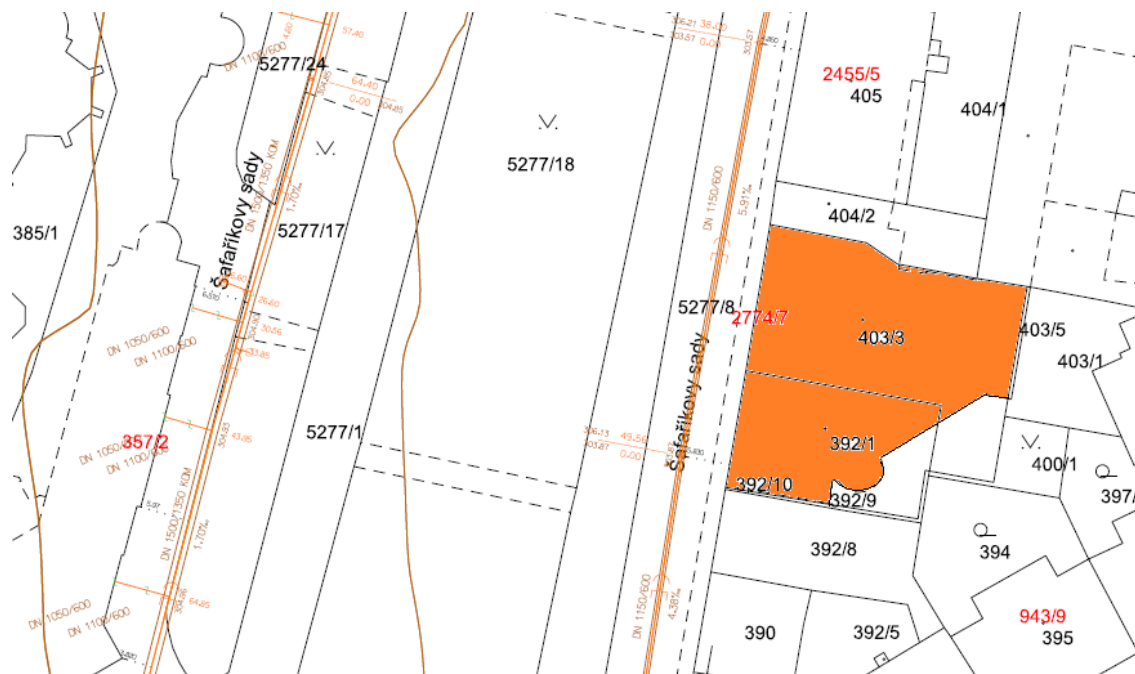
Požární rozvod může být zavodněný (požární voda je ihned k dispozici, materiál rozvodu může být z hořlavých materiálů) nebo nezavodněný (požární voda je k dispozici s časovou prodlevou, materiál rozvodu musí být z nehořlavých materiálů). Na obr. 2.12 je schéma rozmístění hydrantů v řešeném objektu. Požární rozvod je nezavodněný a ocelové pozinkované potrubí je DN25.



Obr. 2.12 Rozmístění hydrantů v řešeném objektu

3. KANALIZACE

Kanalizační stoka DN 1150 v Šafaříkových sadech je umístěna v hloubce 4 m pod úrovní terénu. Situace stavby je na obr. 3.1 a v příloze XII.



Obr. 3.1 Kanalizační stoka v Šafaříkových sadech

Kanalizace je soubor všech zařízení, která zachycují, odvádějí, zneškodňují a čistí odpadní vody tak, aby nedošlo k znehodnocení vodního hospodářství. Návrh kanalizace se provádí dle normy ČSN 756760 – Vnitřní kanalizace.

Kanalizace se dělí na

- veřejnou
- vnitřní

Do veřejné kanalizace patří kanalizační přípojky, stokové sítě, čistírny odpadních vod nebo a objekty, které leží na stokové síti. Vnitřní kanalizace je veškerý odvod odpadních vod v objektu do kanalizační přípojky.

Dle způsobu odvodu odpadních vod se kanalizace dělí na

- gravitační
- tlakovou
- podtlakovou

U gravitační kanalizace je veškeré potrubí vedeno ve sklonu ve směru odvodu. Tlaková kanalizace spočívá v přečerpávání odpadních vod do přečerpávací stanice. Podtlaková kanalizace je vybavena podtlakovými armaturami, které odsávají odpadní vody od zařizovacích předmětů a potrubí.

3.1 Vnitřní kanalizace

V návrhu vnitřní kanalizace je řešen odvod odpadních vod do kanalizační přípojky. K tomu určena potrubí se dělí podle použití, viz obr. 3.1.

Odtokové potrubí je vedeno od zařizovacího předmětu nad vpust' (např. u kondenzačního kotle odvod kondenzátu).

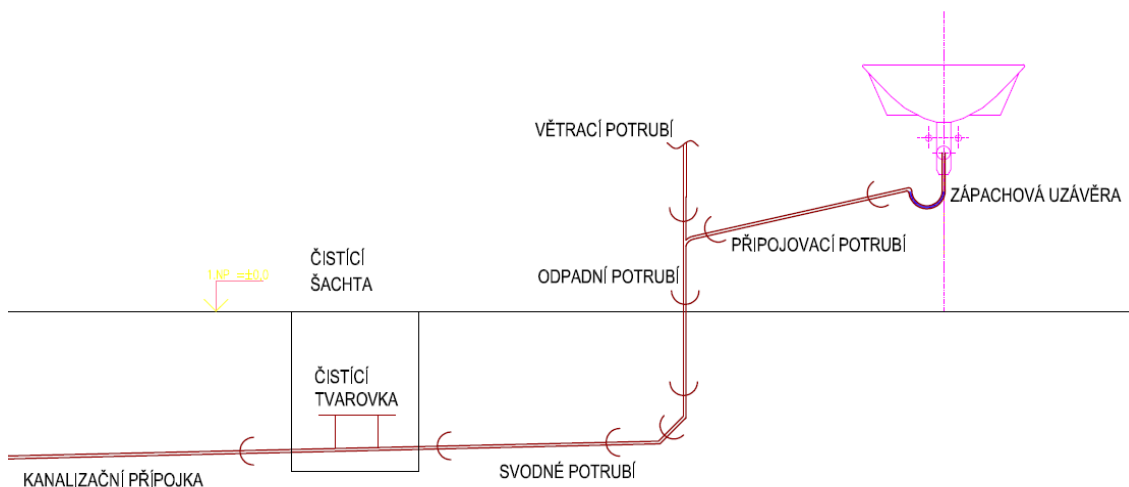
Připojovací potrubí je horizontálně vedené potrubí ve zdi od zařizovacích předmětů. Každý zařizovací předmět má zápachovou uzávěru, aby nedocházelo k úniku zápachu z kanalizace.

Odpadní potrubí je vertikální potrubí spojující připojovací a svodné potrubí. Odpadní potrubí může být

- Splaškové
- Dešťové
- Technologické (např. od kotle)

Větrací potrubí je volný úsek potrubí se vzduchem vyvedený nad střechou, používá se kvůli prevenci proti zápachu.

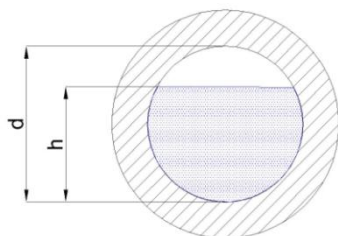
Svodné potrubí je horizontální potrubí vedeno v zemi nebo pod stropem a odvádí odpadní vody do kanalizační přípojky. Jsou na něj napojena veškerá svislá potrubí.



Obr. 3.2 Kanalizační potrubí

3.2 Systémy vnitřní kanalizace

Podle způsobu napojení zařizovacího předmětu připojovacím potrubím na odpadní potrubí se rozlišují čtyři systémy. Systémy se dále odlišují stupněm plnění h/d , viz obr. 3.3.



Obr. 3.3 Stupeň plnění

Systém I – na splaškové odpadní potrubí se napojí připojovací potrubí od všech zařizovacích předmětů. Tento systém má stupeň plnění h/d 0,5. V souladu s ČSN EN 12056-2 je v České republice projektován právě systém I.

Systém II – funguje stejně jako systém I, rozdíl je ve stupni plnění. U systému II je h/d 0,7.

Systém III – každý zařizovací předmět je samostatně připojen na odpadní potrubí. Stupeň plnění h/d je 1.

Systém IV – na odpadní potrubí se samostatně napojí zařizovací předměty od „černé“ vody a „šedé“ vody, přičemž černá voda obsahuje splaškovou vodu z toalet, pisoárů, bidetů a šedá voda obsahuje vodu ze sprch, van, umyvadel, praček, myček a dřezů. Stupeň plnění je 1. Výhodou tohoto systému je oddělení znečištěné vody z toalet, pak je totiž možné zpětně využít teplo z šedé vody. Z toho důvodu jsem v řešeném objektu zvolila systém IV.

3.3 Návrh vnitřní kanalizace

Vnitřní kanalizace se navrhuje v souladu s normou ČSN 75 6760.

Průtok splaškových vod v připojovacím a odpadním potrubí [l/s]

$$Q_{ww} = k \cdot \sum DU \quad (3.1)$$

kde k je součinitel odtoku [$l^{0,5}/s^{0,5}$] a DU je výpočtový odtok. Ten se liší podle použitého systému, protože je závislý na stupni plnění.

Pokud je výpočtem $Q_{ww} \leq DU_{max}$, uvažuje se průtok splaškových odpadních vod roven největší hodnotě výpočtového odtoku $Q_{ww} = DU_{max}$.

Celkový průtok splaškových odpadních vod [l/s]

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \quad (3.2)$$

Kde Q_{ww} [l/s] je celkový průtok splaškových vod, Q_c [l/s] je trvalý průtok trvajícím déle, než 5 minut (odvod kondenzátu z kotle) a Q_p [l/s] je čerpací průtok od čerpacích stanic odpadních vod trvajícím déle, než 5 minut.

Výpočet dešťových vod [l/s]

$$Q_r = i \cdot S_{od} \cdot c \quad (3.3)$$

Kde i [$l/s \cdot m^2$] je intenzita deště, S_{od} [m^2] je půdorysný průmět odvodňované plochy a c [–] je součinitel odtoku dešťových vod.

Intenzita deště u odvodňovaných ploch, kde hrozí zaplavení budovy je $i = 0,5$ [$l/s \cdot m^2$]. U ostatních ploch, kde zaplavení nehrozí je intenzita deště hodnotou deště trvajícího 15 minut a periodicitou 0,5.

Celkový průtok odpadních vod ve svodném potrubí [l/s]

$$Q_{r,v} = 0,33 \cdot Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r \quad (3.4)$$

Hydraulická kapacita svodného potrubí se uvažuje pro stupeň plnění 0,7.

Pokud je $Q_{r,v} < Q_{ww}$ uvažuje se pro dimenzování celkový průtok odpadních vod

$$Q_{r,v} = Q_{tot}$$

Pokud je dešťový průtok významný ($Q_r = \max 0,3$ l/s) uvažuje se pro výpočet zjednodušený vztah

$$Q_{r,v} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r \quad (3.5)$$

Sklon svodného potrubí se optimálně pohybuje mezi 3 – 5 %. Pokud se jedná o systém IV, tak svodné potrubí na šedou vodu může být vedeno ve sklonu 1%.

Dimenze potrubí se určují především podle zařizovacích předmětů. Od dřezů a van musí být minimálně DN 70, od toalet minimálně DN 100, viz výkresová dokumentace.

Průtok dešťových vod ze střechy objektu o ploše 926 m^2 je 14 l/s. Intenzita deště je $0,015$ $l/s \cdot m^2$ pro Plzeň, dobu trvání deště 15 min s periodicitou 0,5.

$$Q_r = i \cdot S_{od} \cdot c = 0,015 \cdot 926 \cdot 1 = 14$$
 l/s

Tab. 3.2 Intenzita deště v některých místech ČR

Místo	doba trvání deště (min)								
	5	10	15	15	15	15	30	60	60
	periodicita deště								
	1	1	5	1	0,5	0,2	1	1	0,5
	intenzita deště (l/s.ha)								
Brno	220	163	62	129	161	203	76	44	74
České Budějovice	200	144	56	113	144	190	69	40	72
Hradec Králové	250	155	55	113	143	182	66	37	62
Jihlava	220	157	54	121	158	210	72	42	75
Karlovy Vary	212	139	52	107	139	184	65	38	68
Olomouc	260	172	62	130	162	206	77	45	73
Ostrava	242	167	66	128	157	198	76	44	73
Plzeň	218	150	51	116	150	196	68	40	69
Praha	240	163	57	126	164	217	72	41	75
Zlín	243	174	69	138	170	213	82	48	78
Znojmo	260	180	57	136	175	229	82	47	82

Průtok dešťových vod je významný, neboť je mnohonásobně větší, než 0,3 l/s, proto nemůže být napojen na svodné potrubí odpadních vod v budově.

Celkový průtok splaškových odpadních vod byl vypočten dle vztahu 3.1, $Q_{ww} = 13,2 \text{ l/s}$, viz příloha. Celkový průtok odpadních vod ve svodném potrubí byl vypočten dle vztahu 3.5.

$$Q_{r,v} = Q_{ww} + Q_c + Q_p + Q_r = 13,2 + 0 + 0 + 0 = 13,2 \text{ l/s}$$

V tabulce 3.1 byla zvolena dimenze DN150 pro nejbližší vyšší průtok $Q_{r,v} = 13,2 \text{ l/s}$ a sklon 3%. $Q_{max} = 22,3 \text{ l/s}$

Návrh svodného potrubí je uveden v příloze VIII, návrh dešťového potrubí je uveden v příloze IX.

Tab. 3.2 Hydraulické kapacity a průtočné rychlosti odpadních vod ve svodném potrubí pro stupeň plnění 70%

Sklon J [%]	DN 70 ^{1) 3)}		DN 90 ^{2) 3)}		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

3.4 Zpětné získávání tepla z šedé vody

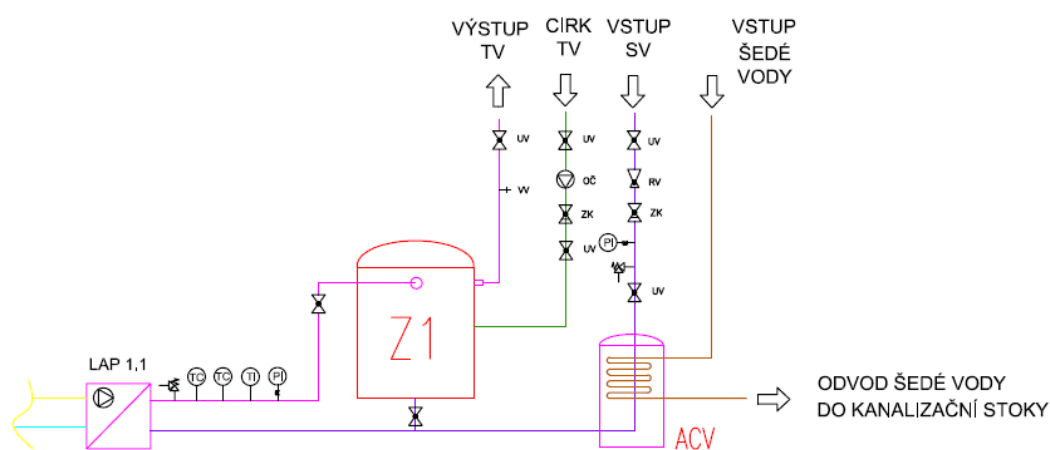
Současným trendem je snižování energetické náročnosti budov. Využití odpadního tepla z šedé vody by mohlo alespoň částečně snížit potřebu energie, především u velkých objektů, jako je např. Palác Ehrlich s 52 byty.

Šedá voda je mírně znečištěná odpadní voda vytékající z umyvadel, van, sprch, myček, dřezů a praček. Její teplota se pohybuje od 18 do 38 °C.

Existuje několik možností jak toto teplo využít. Jednou z nich je umístění rekuperačního výměníku na svodné potrubí, kde se odpadní teplo využije na předehřev studené vody, která se ohřívá v zásobníku. Pokud se jedná o velké vzdálenosti, je zde riziko, že se šedá voda ochladí. Další možností je lokální rekuperace, kdy se výměník umístí přímo pod sprchu. Teplo z odpadní vody je okamžitě využito ohřevem studené vody, která teprve poté teče do směšovací baterie. U velkých objektů je možnost instalovat jímku na šedou vodu, která funguje jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo.

Z výše uvedených možností je pro řešený objekt zvolen systém s předehřevem studené vody. Jímka jako zdroj tepla pro tepelné čerpadlo, by v dané situaci neměla smysl, neboť objekt je napojen na centrální zásobování teplem.

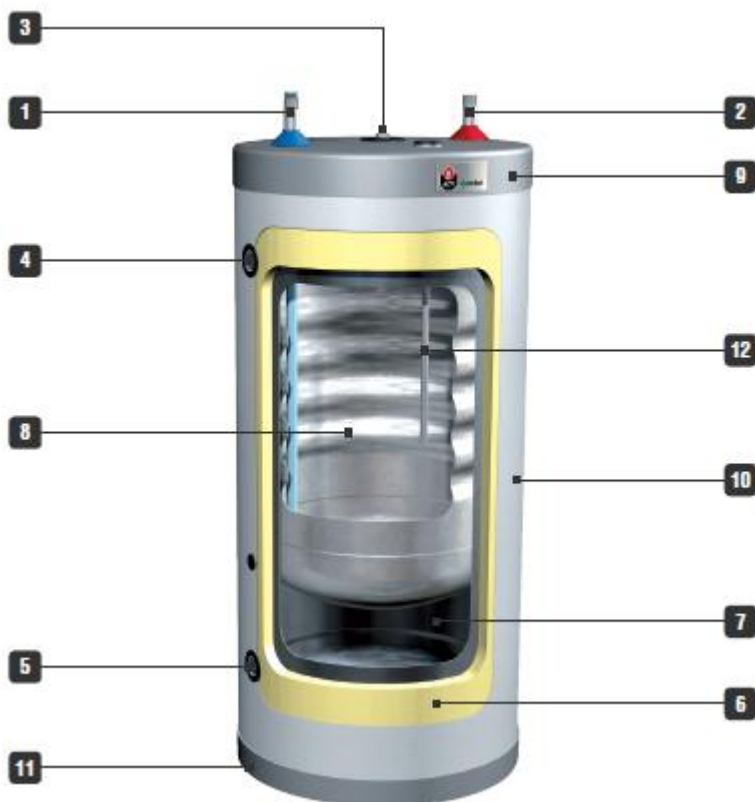
3.4.1 Schéma zapojení předehřevu šedou vodou



Obr. 3.3 Schéma zapojení předehřevu

Při běžném zapojení studená voda proudí z vodovodní přípojky, o teplotě 5 - 15 °C podle ročního období, do zásobníkového ohřivače, kde je ohřívána na 55 °C. Odtud dále proudí k zařizovacím předmětům.

Při předehevu je před zásobníkovým ohřivačem umístěn ještě jeden zásobník, ten má funkci výměníku. Do vnějšího zásobníku proudí odpadní šedá voda, která přes teplosměnnou plochu předá teplo studené vodě ve vnitřním zásobníku. Aby byl ohřev studené vody co neúčinnější, musí mít výměník velkou teplosměnnou plochu. Proto byl zvolen zásobník teplé vody ACV Comfort, který má jeden vnitřní a jeden vnější zásobník, viz obr. 3.4.



Obr. 3.4 Zásobník TV ACV Comfort – 1) Vstup studené vody 2) Výstup teplé vody 3) Ruční odvzdušňovací ventil 4) Vstup odpadní šedé vody 5) Výstup odpadní šedé vody 6) Polyuretanová izolace 7) Vnější (ocelový) zásobník pro šedou vodu 8) Vnitřní (nerozovový) zásobník pro teplou vodu 9) Horní víko 10) Vnější opláštění 11) Dolní víko 12) Jímka čidla nebo termostatu

3.4.2 Ekonomická návratnost

Při instalaci předehřevu nás především zajímá, kolik peněz se za rok ušetří. Při výpočtu byla uvažována účinnost zpětného získávání tepla $\eta_{ZZT} = 40\%$. Teplota šedé vody se pohybuje v rozmezí 18 – 38 °C. Cena za 1 kWh tepla je uvažována 2,2 Kč. Pokud je teplota šedé vody 25 °C, předehřev se nevyplatí, šedá voda při takto nízké teplotě neohřeje studenou vodu. V tab. 3.3 je pro různé teploty šedé vody uvedeno, kolik se ročně ušetří za ohřev vody.

Tab. 3.3 Ekonomická návratnost při předehřevu šedou vodou

ZÁSObNÍK 1										
t šedá voda	18-38 °C	Množství ohřivané vody l/s	Předehřev					Bez předehřevu		
η_{ZZT}	0,4	2,302								
		t výstupní	55	55	55	55	55	55	55	
		t šedá voda	26	28	30	32	34	36	10	
		t předehřev	10,4	11,2	12	12,8	13,6	14,4		
		Δt [K]	44,6	43,8	43	42,2	41,4	40,6	45	
		Q [MW]	430	422	414	407	399	391	434	
		Q [kWh]	119	117	115	113	111	109	120	
		Ušetřeno	1	3	5	7	10	12	0	kWh
			2	7	12	16	21	26	0	Kč/kWh
			57	170	283	396	509	622	0	Kč/kWh den
			20 639	61 918	103 196	144 474	185 753	227 031	0	Kč/kWh rok

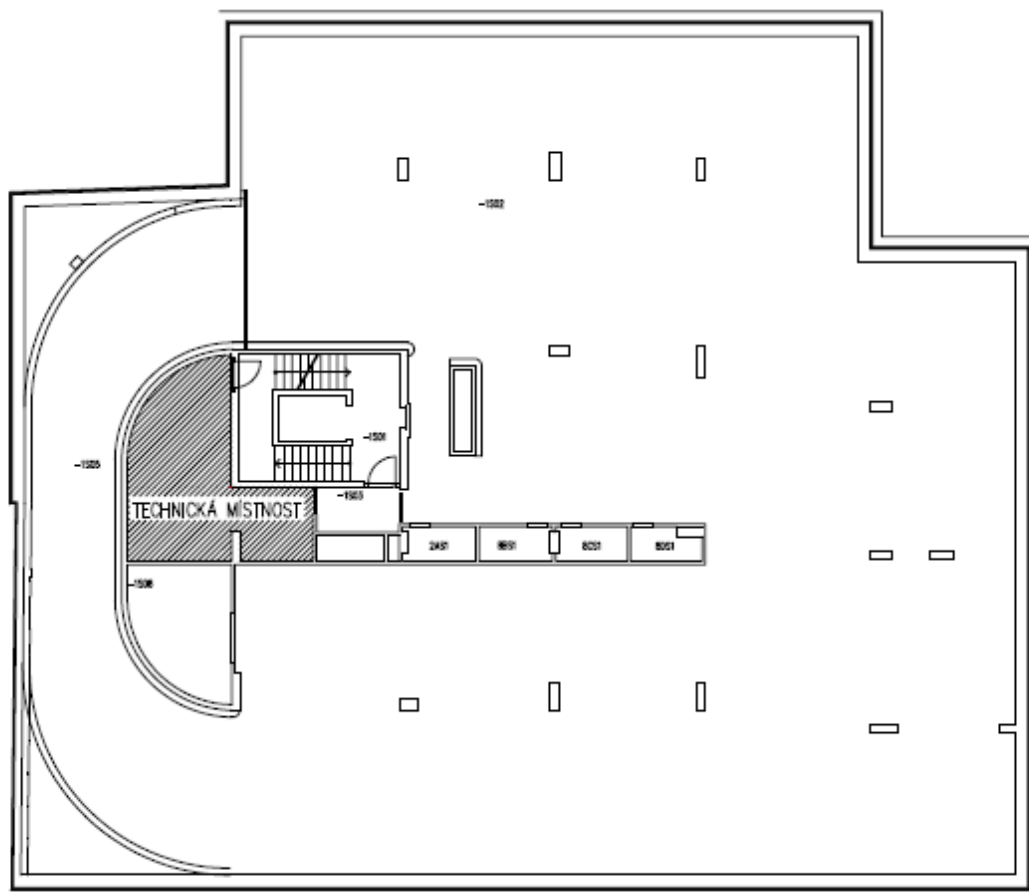
ZÁSObNÍK 2										
t šedá voda	18-38 °C	Množství ohřivané vody l/s	Předehřev					Bez předehřevu		
η_{ZZT}	0,4	2,214								
		t výstupní	55	55	55	55	55	55	55	
		t šedá voda	26	28	30	32	34	36	10	
		t předehřev	10,4	11,2	12	12,8	13,6	14,4		
		Δt [K]	44,6	43,8	43	42,2	41,4	40,6	45	
		Q [MW]	413	406	399	391	384	376	417	
		Q [kWh]	114,85	112,79	110,73	108,67	106,61	104,55	115,88	
		Ušetřeno	1	3	5	7	9	11	0	kWh
			2	7	11	16	20	25	0	Kč/kWh
			54	163	272	381	489	598	0	Kč/kWh den
			19 850	59 551	99 251	138 951	178 652	218 352	0	Kč/kWh rok

ZÁSObNÍK 3										
t šedá voda	18-38 °C	Množství ohřivané vody l/s	Předehřev					Bez předehřevu		
η_{ZZT}	0,4	2,287								
		t výstupní	55	55	55	55	55	55	55	
		t šedá voda	26	28	30	32	34	36	10	
		t předehřev	10,4	11,2	12	12,8	13,6	14,4		
		Δt [K]	44,6	43,8	43	42,2	41,4	40,6	45	
		Q [MW]	427	419	412	404	396	389	431	
		Q [kWh]	118,63	116,50	114,38	112,25	110,12	107,99	119,70	
		Ušetřeno	1	3	5	7	10	12	0	kWh
			2	7	12	16	21	26	0	Kč/kWh
			56	169	281	393	506	618	0	Kč/kWh den
			20 505	61 514	102 523	143 533	184 542	225 552	0	Kč/kWh rok

Při předpokládané ceně 20 000,- Kč za zásobník ACV a cca 800 m kanalizačního potrubí navíc se návratnost instalace přehřevu projeví již za první rok. Velmi záleží na teplotě šedé vody, jak je vidět v tab. 3.3 při teplotě 36 °C je za rok na jednom zásobníku ušetřeno přibližně 220 000,- Kč. Reálně se však ročně ušetří cca 100 000,- Kč na jednom zásobníku pro průměrnou teplotu šedé vody 30 °C. Potrubí, které vede šedou vodu k zásobníku, je dlouhé a voda by mohla vychladnout. Proto by bylo vhodné kanalizační potrubí šedé vody pokrýt tepelnou izolací.

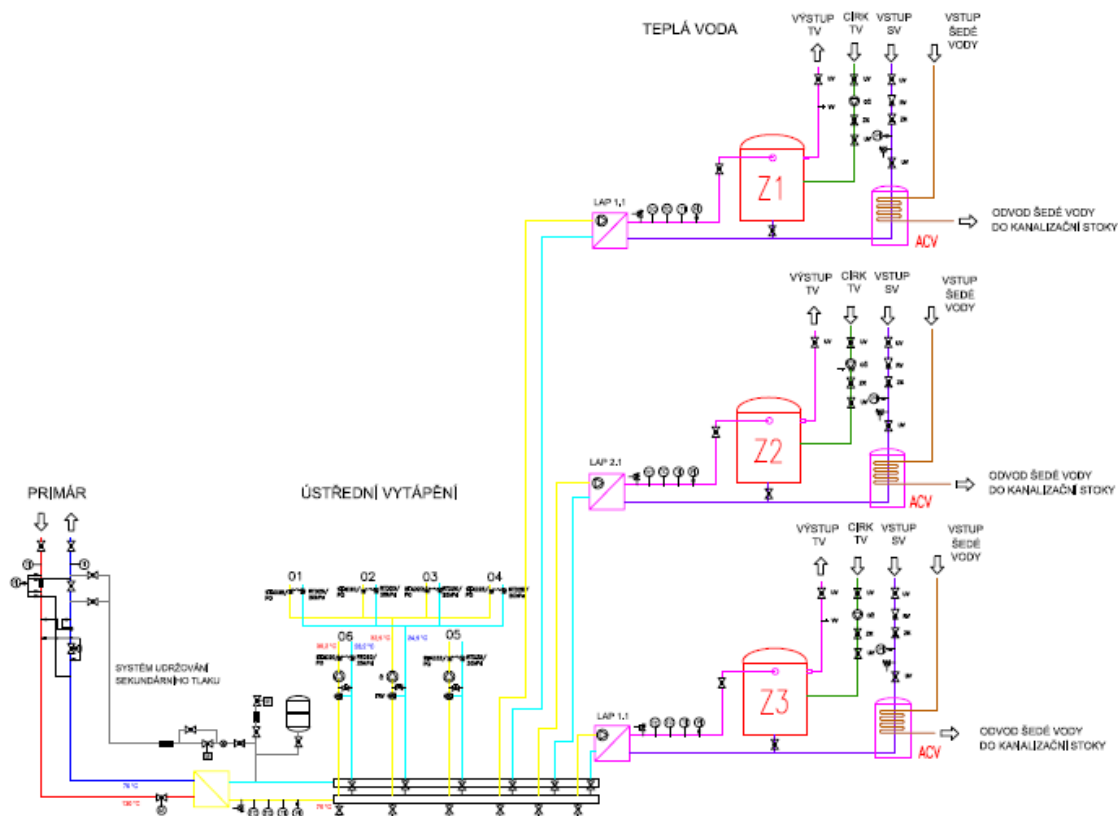
4. TECHNICKÁ MÍSTNOST

Technická místnost je brána jako samostatná kapitola, neboť zahrnuje všechny 3 výše řešené odvětví – vytápění, vodovod a díky přehřevu studené vody i kanalizaci. Jsou v ní rozvody vytápění a vodovodu, trojcestné armatury kvůli podlahovému vytápění, centrální rozdělovač a sběrač. Umístění technické místnosti je v 1. podzemním podlaží, viz obr. 4.1.



Obr. 4.1 První podzemní podlaží

Na obr. 4.2 je schéma zapojení ústředního vytápění a přípravy teplé vody v technické místnosti. Z centrálního zásobování tepla proudí 130°C voda. Ve výměníku tepla je ochlazena na 60 °C. Následně je na rozdělovači rozmístěno 6 stoupacích potrubí, 3 pro vytápění a 3 pro ohřev vody. Rozdělovač je od firmy ETL – ekotherm a bude vyroben na zakázku.



Obr. 4.2 Schéma technické místnosti

4.1 Centrální rozdělovač a sběrač

Jak bylo zmíněno výše, rozdělovač a sběrač bude objednan na zakázku od firmy ETL – ekotherm, viz obr. 4.3. Je trochu problematické určit tlakové ztráty a následné zaškrcení, neboť v tuto chvíli neznáme přesné kvs hodnoty. Proto je návrh pouze předběžný. Výpočet byl proveden podle kapitoly 1.3.4 Hydraulický výpočet podlahového vytápění a je uveden v příloze X. Použité vyvažovací ventily 447 a 9505 jsou od firmy System Hydronic. V tabulce 4.1 je uvedeno nastavení vyvažovacích ventilů po jednotlivá stoupací potrubí, potrubí jsou z bezešvé oceli.



Obr. 4.3 Kombinovaný rozdělovač a sběrač ETL ekotherm – příklad instalace

Tab. 4.1 Nastavení vyvažovacích ventilů na centrálním rozdělovači

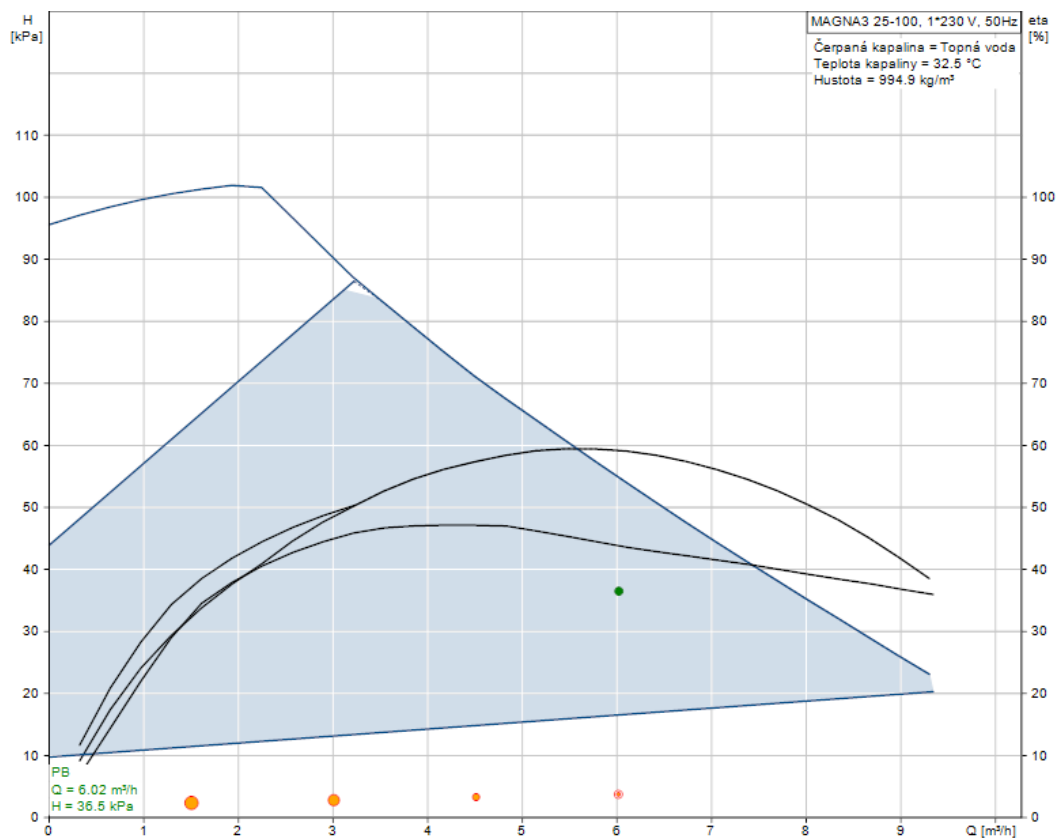
Soustava	Stoupací potrubí	Průtok	Průměr potrubí	Nastavení VV	Vyvažovací ventil
		m [kg/h]	d [m]	otáčky	
Vytápění	01-04	6020	108x4	4,5	VV 447 DN100
	05	3373	76x3,2	3	VV 447 DN65
	06	1273	44,5x2,6	3	VV D9505 DN40
Ohřev teplé vody	Z1	8287	108x4	PO	VV 447 DN100
	Z2	7970	108x4	6	VV 447 DN100
	Z3	8233	108x4	6	VV 447 DN100

4.2 Návrh oběhových čerpadel pro podlahové vytápění

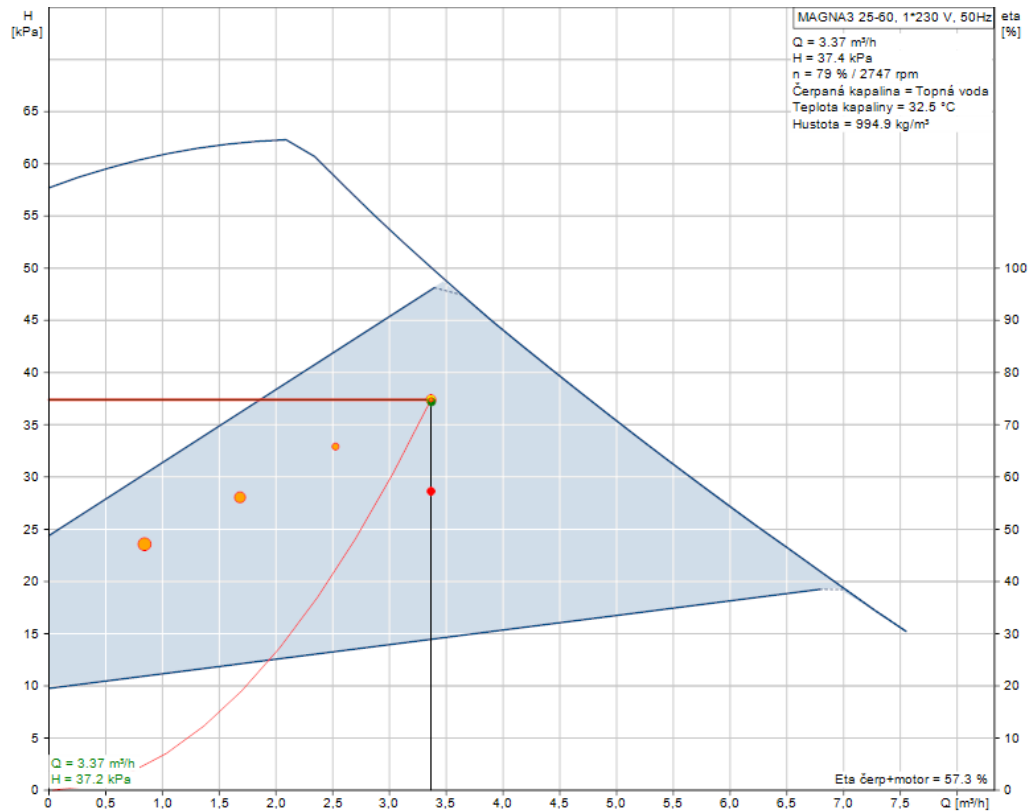
K návrhu oběhových čerpadel jsem použila software firmy Grundfos Product Center (17), dopravní výška a průtok pro jednotlivá čerpadla jsou uvedeny v tab. 4.2.

Tab. 4.2 Volba oběhových čerpadel

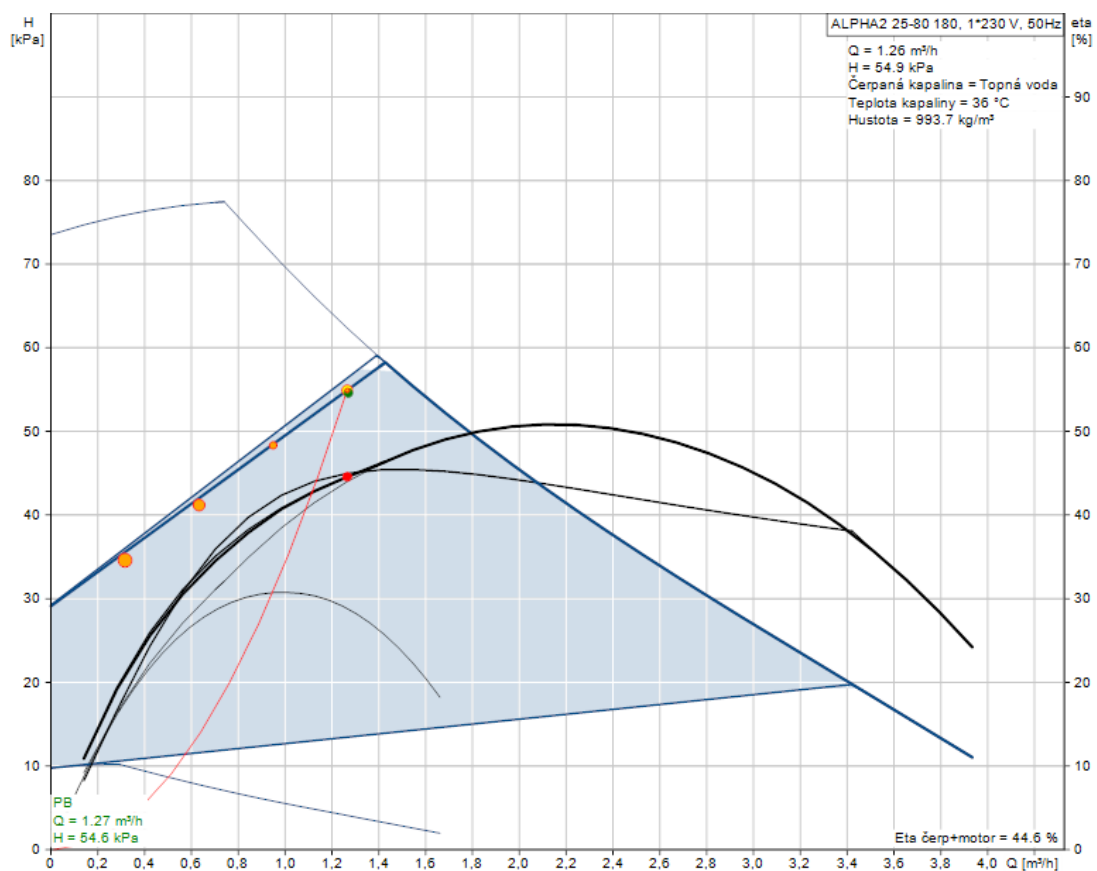
Stoupací potrubí	Dopravní výška [m]	Průtok [m ³ /hod]	Čerpadlo
1-4	3,65	6,02	MAGNA3 25-100 - 97924252
5	4,03	3,373	MAGNA3 25-60 - 97924245
6	5,46	1,273	ALPHA2 25-80 180 - 98649757



Obr. 4.4 Oběhové čerpadlo MAGNA3 25-100



Obr. 4.5 Oběhové čerpadlo MAGNA3 25-60



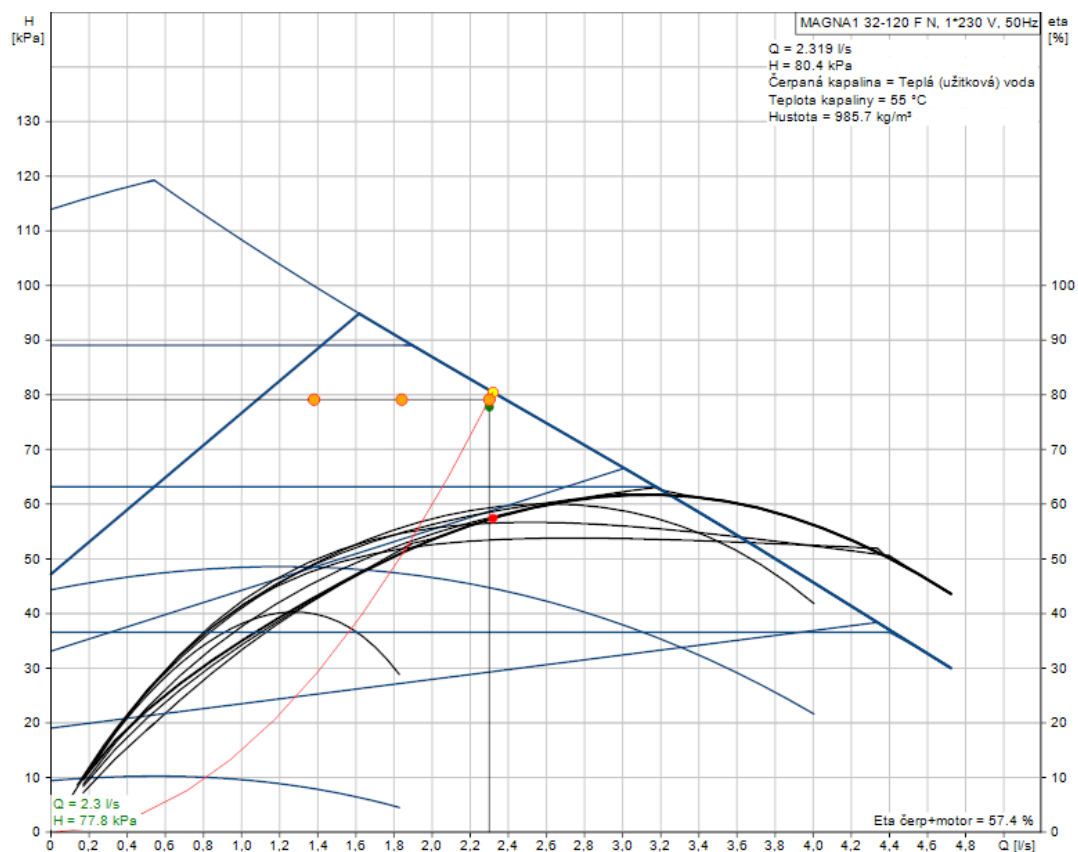
Obr. 4.6 Oběhové čerpadlo ALPHA2 25-80 180

4.3 Návrh cirkulačních čerpadel pro teplou vodu

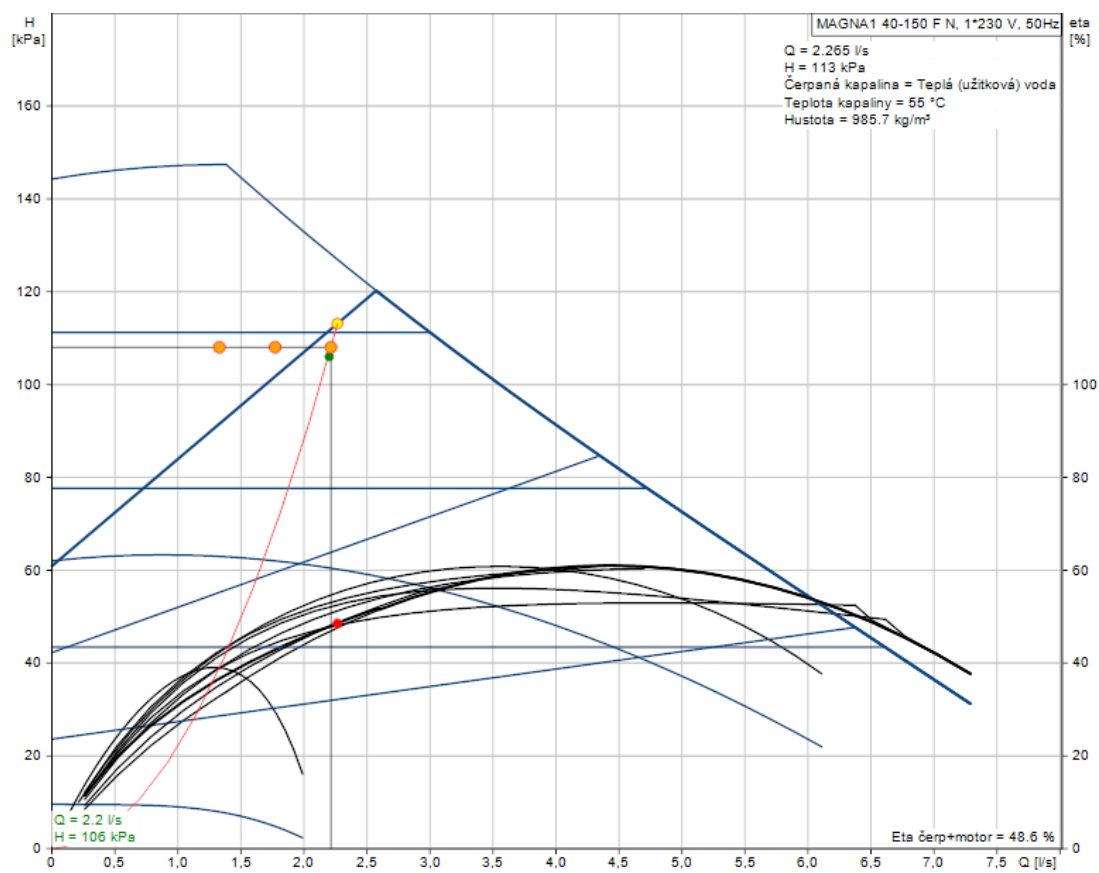
K návrhu oběhových čerpadel jsem použila software firmy Grundfos Product Center (17), dopravní výška a průtok pro jednotlivá čerpadla jsou uvedeny v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Volba cirkulačních čerpadel

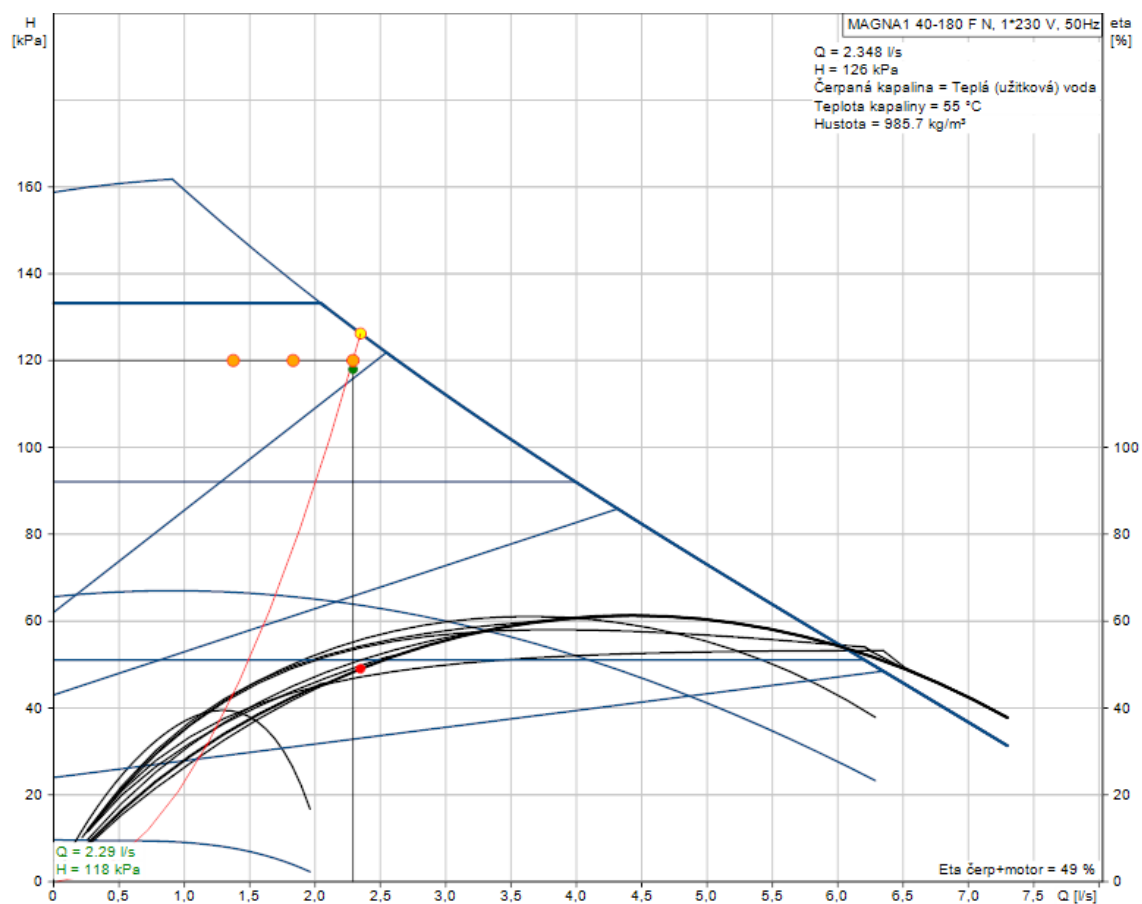
Zásobník	Dopravní výška [m]	Průtok [m ³ /hod]	Čerpadlo
1	7,78	8,3	MAGNA1 32-120 F N 98254915
2	10,6	8	MAGNA1 40-150 F N - 98254921
3	11,8	8,2	MAGNA1 40-180 F N - 98254922



Obr. 4.7 Oběhové čerpadlo MAGNA1 32-120 FN



Obr. 4.8 Oběhové čerpadlo MAGNA1 40-150 FN

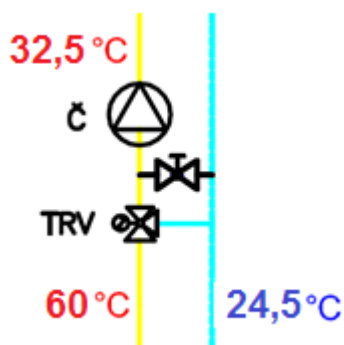


Obr. 4.9 Oběhové čerpadlo MAGNA1 40-180 FN

4.4 Návrh trojcestných armatur

Každé stoupací potrubí pro ústřední vytápění je opatřeno trojcestnou směšovací armaturou, protože teplotní spád pro podlahové vytápění je 36/28 °C a 32,5/24,5 °C a teplota přívodní vody je 60 °C. Přívodní voda o 60 °C se v určitém poměru smísí s vodou ve zpátečce a dále pokračuje voda o námi požadované teplotě.

Veškerý návrh je proveden pro jmenovité podmínky, které většinou trvají jen několik dní v roce. Mimo toto období by u nízkoteplotního vytápění trojcestná armatura na přívodu musela být téměř zavřená a většinu vody by odebírala ze zpátečky. Proto je za ní umístěn pevný zkrat. Ten slouží jako primární směšovač a trojcestná armatura je plně otevřena.



Obr. 4.7 Trojcestná armatura s pevným zkratem

Objemový průtok do přívodu trojcestné armatury [m³/hod]

$$V_{var,PO} = \frac{Q_{PO}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} \quad (4.1)$$

kde Q_{PO} [W] je celkový tepelný výkon podlahového vytápění pro dané stoupací potrubí, Δt [K] je rozdíl teplot na přívodu do trojcestné armatury a zpátečky.

Objemový průtok na odvodu z trojcestné armatury [m³/hod]

$$V_{PO} = \frac{Q_{PO}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{podl.}} \quad (4.2)$$

kde $\Delta t_{podl.}$ [K] je rozdíl teplot na výstupu z trojcestné armatury a zpátečky.

Objemový průtok pevným zkratem [m³/hod]

$$V_{PZ} = V_{PO} - V_{var,PO} \quad (4.3)$$

Tlaková ztráta na ventilu

$$\Delta p_v = \frac{P_V}{1 - P_V} \cdot \Delta p_{ps} \quad (4.4)$$

kde P_V je autorita ventilu (pro jednu trojcestnou armaturu je $P_V \geq 0,5$, pro dvě a více trojcestných armatur je $P_V \geq 0,7$), Δp_{ps} [Pa] je tlaková ztráta potrubní sítě příslušející regulační armatuře.

k_{vs} hodnota

$$k_{vs,PO} = \dot{V}_{PO} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_{v,PO}}} \quad (4.5)$$

kde \dot{V}_{PO} [m^3/hod] je objemový průtok armaturou, Δp_o [kPa] je tlaková ztráta plně otevřeného ventilu 100 kPa , Δp_V [kPa] je tlaková ztráta na ventilu.

Pro stoupací potrubí 5 bude návrh trojcestného ventilu s pevným zkratem dle výše uvedeného postupu vypadat následovně

$$V_{var,PO} = \frac{Q_{PO}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{31384}{1000 \cdot 4187 \cdot (60 - 24,5)} = 0,59 \text{ m}^3/hod$$

$$V_{PO} = \frac{Q_{PO}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_{podl.}} = \frac{31384}{1000 \cdot 4187 \cdot (62,5 - 24,5)} = 3,373 \text{ m}^3/hod$$

$$V_{PZ} = V_{PO} - V_{var,PO} = 3,373 - 0,59 = 2,78 \text{ m}^3/hod$$

$$\Delta p_v = \frac{P_V}{1 - P_V} \cdot \Delta p_{ps} = \frac{0,7}{1 - 0,7} \cdot 0,456 = 1,06 \text{ kPa}$$

$$k_{vs,PO} = \dot{V}_{PO} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_{v,PO}}} = 3,373 \cdot \sqrt{\frac{100}{1,06}} = 5,7 \text{ m}^3/hod$$

Tímto způsobem jsou navrženy i ostatní trojcestné směšovací armatury, viz tab. 4.2.

Tab. 4.2 Návrh trojcestných armatur

Stoupací potrubí	Q [W]	$V_{var,PO}$ [m^3/hod]	V_{PO} [m^3/hod]	V_{PZ} [m^3/hod]	Δp_{ps} [kPa]	Δp_V [kPa]	k_{vs} [m^3/hod]
1 - 4	56013	1,06	6,02	4,96	0,807	1,88	7,7
5	31384	0,59	3,373	2,78	0,456	1,06	5,7
6	11845	0,24	1,273	1,03	0,541	1,26	2,2

4.5 Ceník

Pro představu jsem vytvořila hrubý ceník pro návrh vytápění, vodovodu a kanalizace. Největší položku představují rozdělovače/sběrače pro podlahové vytápění, tj. přes 500 000 Kč. Kvůli instalaci přehřevu stouply náklady zhruba o 100 000 Kč. Pořizovací ceny zásobníků ACV jsou necelých 60 000 Kč a kanalizační potrubí, především kvůli systému IV, je za cca 40 000 Kč. Celkový součet je 1 964 713 Kč.

Tab. 4.3 Ceník

VYTÁPĚNÍ				VODOVOD				KANALIZACE			
Měděné potrubí Cu				Plastové potrubí PB				Plastové potrubí PP HT			
Průměr	Délka [m]	Cena za 1m	Cena [Kč]	Průměr	Délka [m]	Cena za 1m	Cena [Kč]	Průměr	Délka [m]	Cena za 1m	Cena [Kč]
12x1	127	77	9812	16x1,5	242	21	5084	50	169	33	5645
15x1	193	81	15591	20x1,9	184	26	4789	75	898	79	71301
18x1	217	102	22197	25x2,3	186	28	5194	110	1170	94	109933
22x1	102	127	12946	32x3	334	31	10354	125	35	172	6020
28x1	90	170	15273	40x3,7	280	48	13384	150	10	303	3030
35x1,5	75	339	25425	50x4,6	253	60	15180				
42x1,5	41	444	18204	63x5,8	38	94	3610				
54x2	47	809	37619	75x6,9	42	102	4233				
64x2	24	1003	24072	90x7	1,5	162	243				
		Σ	181139			Σ	62071			Σ	195929
Měděné tvarovky				Ocelové pozinkované potrubí				Plastové tvarovky			
Koleno	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]	Průměr	Délka [m]	Cena za 1m	Cena [Kč]	Koleno 45°	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
12	94	20	1880	90x7,2	16	375	6000	50	186	9,9	1841,4
15	38	21	798	34,2x3,2	58	122	7076	75	134	21,3	2854,2
18	22	21,8	479,6			Σ	13076	110	178	29,7	5286,6
28	10	40,7	407					125	16	97,3	1556,8
35	2	151	302	Plastové tvarovky				Koleno 30°	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
42	6	266	1596	Koleno 90°	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]	110	1	21,3	21,3
64	2	1456	2912	16	164	9	1476	Odbočka 87°	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
		Σ	8374,6	20	178	12	2136	50/50	15	21,6	324
Redukce				T - kus				75/50	42	33,8	1419,6
15/12	94	9,5	893	16	68	6	408	75/75	53	38,9	2061,7
22/12	12	55,6	667,2	20	74	8	592	Odbočka 45°	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
18/15	22	8,2	180,4	25	56	11	616	110/110	68	55,5	3774
28/18	18	63,6	1144,8	32	48	20	960	125/110	18	164	2952
54/35	6	360	2160	40	14	36	504	150/110	1	707	707
64/54	2	651	1302	Redukce	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]	Redukce	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
		Σ	6347,4	20/16	88	4	352	50/75	138	18,5	2553
Podlahové vytápění				Redukce				75/110	127	26,7	3390,9
Podlahové trubky PE-X				25/20	72	5	360	110/50	146	23,9	3489,4
Průměr	Délka [m]	Cena za 1m	Cena [Kč]	32/25	56	8	448	110/125	29	58,6	1699,4
17x2	12568	23	289064	40/32	24	12	288	125/150	1	158	158
						Σ	16036			Σ	34089,3
Rozdělovač/Sběrač IVAR.CZ 553 včetně skříně				Vodoměrná sest.				Zásobníkové ohřivače			
Typ	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]	Filtr	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]	SU750	počet ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
3. cestný	2	7702	15404	Kulový ventil DN80	1	890	890	SU400	2	89908	179816
4. cestný	19	8732	165908	Zpětný ventil DN80	2	5181	10362	LAP 2.1	1	55944	55944
5. cestný	24	9378	225072	Vypouš. kul. koh. DN80	1	766	766	LAP 1.1	2	49700	99400
6. cestný	2	10020	20040	Vodoměr DN80	1	3245	3245		1	46800	46800
7. cestný	8	11064	88512		1	10100	10100			Σ	381960
		Σ	514936			Σ	25363				
Izolace Mirelon				Čerpadla Grundfos				Čerpadla Grundfos			
Tloušťka	Délka [m]	Cena za 1m	Cena [Kč]	Čerpadlo	ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]	Čerpadlo	ks	Cena za 1 ks	Cena [Kč]
13	127	12	1462	MAGNA 25-100	1	14328	14328	MAGNA 32-120	1	38297	38297
25	789	45	35514	MAGNA 25-101	1	12780	12780	MAGNA 40-150	1	36364	36364
		Σ	36976	MAGNA 25-102	1	4688	4688	MAGNA 40-180	1	34999	34999
						Σ	31796			Σ	109660
Σ 1 068 632 Kč				Σ 608166 Kč				Σ 287915 Kč			

Závěr

Diplomová práce se zabývá projektováním podlahového vytápění, vnitřního vodovodu a vnitřní a vnější kanalizace v bytovém domě, který má celkem 52 bytů a 281 zařizovacích předmětů. Hlavním cílem této práce bylo ukázat, zdali se vyplatí využít teplo z odpadní šedé vody, či nikoliv.

V práci je popsán výpočet tepelných ztrát dle ČSN 06 0210 a teorie podlahového vytápění, včetně jeho návrhu. Podlahové vytápění bylo zvoleno na žádost investora, je vhodné z důvodu atypických obytných ploch, kvůli velkým proskleným stěnám by bylo vhodné instalovat podlahové konvektory. V objektu je zónová regulace podle vnitřní teploty.

V rámci vnitřního vodovodu je projektován požární vodovod a rozvod vody, včetně přípravy teplé vody a cirkulačního potrubí dle ČSN 75 5455. Návrh zásobníkového ohříváče teplé vody byl proveden dle normy DIN 4708, která se v ČR příliš nepoužívá. Tato norma je vhodná pro bytové domy s rovnoměrným odběrem vody. Výpočtem byly navrženy 3 zásobníkové ohříváče teplé vody. Metody návrhu zásobníku dle DIN 4708 a ČSN EN 15316-3 při porovnání vyšly velice podobně.

V rámci kanalizace byly popsány jednotlivé systémy provedení. Aby bylo možné využít teplo z odpadní šedé vody, jejíž teplota se pohybuje od 18 do 38 °C, byl zvolen kanalizační systém IV. Ten od zařizovacích předmětů odvádí zvlášť šedou vodu a zvlášť černou vodu. Tepelná energie z šedé vody byla využita na předehřev studené vody proudící z přípojky do zásobníkového ohříváče. Pro předehřev byly zvoleny zásobníky ACV, které mají jeden vnitřní a jeden vnější zásobník. Tyto zásobníky mají velkou teplosměnnou plochu. Při předpokladu účinnosti zpětného získávání tepla 40 % a reálné teplotě šedé vody 30 °C bude ročně za ohřev studené vody na jednom zásobníkovém ohříváči ušetřeno zhruba 100 000,- Kč. V objektu jsou 3 zásobníkové ohříváče teplé vody, které mají přibližně stejnou kapacitu, tudíž se ročně díky předehřevu může ušetřit cca 300 000,- Kč. V současné době se tepelná energie z odpadní vody téměř nevyužívá. Tato čísla však říkají, že její využití se u velkých objektů může vyplatit.

Seznam příloh

- Příloha I - Tepelné ztráty 3. Nadzemního podlaží
- Příloha II - Návrh podlahového vytápění v 3. NP
- Příloha III - Nastavení rozdělovačů
- Příloha IV - Výpočet vnitřního vodovodu dle ČSN 75 5455 pro stoupací potrubí 1
- Příloha V - Výpočet tlakových ztrát pro stoupací potrubí 1
- Příloha VI - Návrh zásobníku dle DIN 4708
- Příloha VII - Regulování teplé vody vyvažovacími ventily
- Příloha VIII - Svodné potrubí
- Příloha IX - Dešťové potrubí
- Příloha X - Rozdělovač v technické místnosti
- Příloha XI - Situace stavby vodovod
- Příloha XII - Situace stavby kanalizace

Seznam výkresové dokumentace

VYT 00	PŮDORYS 1.PP	A2	1:100
VYT 01	PŮDORYS 1.NP	A2	1:100
VYT 02	PŮDORYS 2.NP	A2	1:100
VYT 03	PŮDORYS 3.NP	A2	1:100
VYT 04	PŮDORYS 4.NP	A3	1:150
VYT 05	PŮDORYS 5.NP	A3	1:150
VYT 06	PŮDORYS 6.NP	A3	1:150
VYT 07	PŮDORYS 7.NP	A3	1:150
VYT 08	PŮDORYS 8.NP	A2	1:100
VYT 09	PŮDORYS 9.NP	A2	1:100
VYT 10	ROZVINUTÉ SCHÉMA	A1	1:50
VYT 11	AXONOMTERIE	A2	1:100
VOD 01	PŮDORYS 1.PP	A2	1:100
VOD 02	PŮDORYS 1.NP	A2	1:100
VOD 03	PŮDORYS 2.NP	A2	1:100
VOD 04	PŮDORYS 3.NP	A2	1:100
VOD 05	PŮDORYS 4.NP	A3	1:150
VOD 06	PŮDORYS 5.NP	A3	1:150

VOD 07	PŮDORYS 6.NP	A3	1:150
VOD 08	PŮDORYS 7.NP	A3	1:150
VOD 09	PŮDORYS 8.NP	A2	1:100
VOD 10	PŮDORYS 9.NP	A2	1:100
VOD 11	AXONOMTERIE	A3	1:150
VOD 12	AXONOMTERIE	A3	1:150
VOD 13	AXONOMTERIE	A3	1:150
KAN 01	PŮDORYS 2.PP	A2	1:100
KAN 02	PŮDORYS 1.PP	A2	1:100
KAN 03	PŮDORYS 1.NP	A2	1:100
KAN 04	PŮDORYS 2.NP	A2	1:100
KAN 05	PŮDORYS 3.NP	A2	1:100
KAN 06	PŮDORYS 4.NP	A3	1:150
KAN 07	PŮDORYS 5.NP	A3	1:150
KAN 08	PŮDORYS 6.NP	A3	1:150
KAN 09	PŮDORYS 7.NP	A3	1:150
KAN 10	PŮDORYS 8.NP	A2	1:100
KAN 11	PŮDORYS 9.NP	A2	1:100
KAN 12	STŘECHA	A2	1:100
KAN 13	ROZVINUTÉ SCHÉMA	A2	1:100
KAN 14	ROZVINUTÉ SCHÉMA	A2	1:100
KAN 15	ŘEZ SVODNÉHO POTRUBÍ	A2	1:100
STM	SCHÉMA TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	A3	-

Použitá literatura

1. Exklusivní bydlení v centru. [Online] 12. 4. 2015. <https://www.pubec-novostavby.cz/projekt/exklusivni-bydleni-v-centru/vizualizace>.
2. ČSN EN ISO 10 077, *Tepelné chování oken, dveří a okenic - výpočet součinitele prostupu tepla*.
3. Součinitel prostupu tepla. [Online] 23. 2. 2015. <http://www.tzb-info.cz/1223-tzb-2002-soucinitel-prostupu-tepla-vypis-z-revidovane-csn-73-0540-2-2002>.
4. ČSN 06 0210, *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*.
5. **Bašta Jiří**. *Velkoplošné sálavé vytápění, 1. vydání*. Praha : Nakladatelství Grada Publishing, 2010.
6. Plošné vytápění a chlazení Rehau - systémy pokládky v podlaze. [Online] 16. 3. 2015 <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/8784-plosne-vytapani-a-chlazení-rehau-systemy-pokladky-v-podlaze>
7. Návod k rozdělovači IVAR 553D. [Online] 19. 3. 2015 <http://www.ivarcs.cz/cz/rozdelovace-a-sberace>.
8. Moody diagram. [Online] 19. 3. 2015 <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/7747-moody-diagram>.
9. STAD - vyvažovací ventil. [Online] 19. 3. 2015. <http://www.imi-hydronic.com/cs/produkty-a-eeni/vyvaovani-a-regulace/vyvaovaci-ventily/vyvaovaci-ventily/stad/>.
10. STAP DN 15 - 50,. [Online] 19. 3. 2015. <http://www.imi-hydronic.com/cs/produkty-a-eeni/vyvaovani-a-regulace/regulatory-tlaku/regulatory-tlakove-diference/stap-dn-15-50/>.
11. **Bašta Jiří**. *Regulace vytápění*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2002.
12. Kombinované vytápění . [Online] 2. 4. 2015. http://www.korado.cz/cs/vyrobky/koralux/vseobecne_udaje/kombinovane_vytapani.shtm.
13. Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). [Online] 12. 4. 2015. <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-274-2001-sb-o-vodovodech-a-kanalizacich-pro-verejnou-potrebu-a-o-zmene-nekterych-zakonu-zakon-o-vodovodech-a-kanalizacich>.

14. **Vavříčka Roman.** Metody návrhu zásobníku teplé vody. [Online] 9. 5. 2015. <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/7885-metody-navrhu-zasobniku-teple-vody>.
15. *ČSN 73 0873 Zásobování požární vodou.*
16. Zásobování požární vodou. [Online] 3. 6. 2015. http://people.fsv.cvut.cz/www/wald/Pozarni_odolnost/e-text/specialiste/6/6-5_Zasobovani_pozarni_vodou.pdf.
17. Grundfos. *Grundfos product center.* [Online] 10. 6. 2015. <http://product-selection.grundfos.com/sizing-by-application.html#N%C3%A1vrh%20dle%20pou%C5%BEit%C3%AD?qcid=31070597>
18. Hydraulické vyvážení otopné soustavy . [Online] 19. 3. 2015. <http://www.topimechytre.cz/hydraulicke-vyvazeni.html>.
19. Projekční podklady a pomůcky - Tabulky pro návrh kanalizačního potrubí dle ČSN 75 6760 a ČSN EN 12056-1 až 5. [Online] 16. 5. 2015. <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=36>.
20. Revize ČSN 75 6760 vnitřní kanalizace. [Online] 16. 5. 2015. <http://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/11106-revize-csn-75-6760-vnitri-kanalizace-i>.
21. Odvodnění zpevněných ploch vsakováním. [Online] 16. 5. 2015. <http://www.tzb-info.cz/4846-odvodneni-zpevnenych-ploch-vsakovanim>.
22. Rozdělovač RS Kombi . [Online] 16.5.2015 http://www.etl.cz/attachments/kl_405_06_rozdelovaceRSKOMBI.pdf.
23. Zásobníky ACV Comfort. [Online] 16. 5. 2015 http://www.acv.com/cz-cs/03_10/81/app.rvb?prodfam=1.
24. **Bašta Jiří, Hojer Ondřej.** Sálavé a průmyslové vytápění pro IB. [Online] http://users.fs.cvut.cz/~bastajir/Basta_Hojer_Salave_a_prumyslove_vytapeni.pdf.

Příloha I: Tepelné ztráty 3. nadzemního podlaží Byt 3A

3A		te pro Plzeň -12		Konstrukční výška podlaží		2,99		ška místnosti		2,65		Celková ztráta 2154		W	
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání										Prostup 1639		Větrání 515	
A01		Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na chodbu 3S02		1,3	2,99	3,89	1,98	1,91	0,5	18	3	3		-34			-34
Stěna na schodiště 3S01		2,95	2,99	8,82	0,00	8,82	0,5	18	3	13					
Stěna na A11		1,9	2,99	5,68	0,00	5,68	1,8	18	-2	-20					
Stěna na A04		1,85	2,99	5,53	2,02	3,51	1,8	18	-4	-25					
Stěna na B07		1,8	2,99	5,38	0,00	5,38	0,5	18	-2	-5					
Stěna na A03		1,65	2,99	4,93	1,38	3,55	1,8	18	3	19					
Stěna na A02		2,875	2,99	8,60	1,38	7,22	1,8	18	-2	-26					
Dveře A01		0,9	2,2	1,98	0,00	1,98	2,3	18	3	14					
Dveře A04		1	2,02	2,02	0,00	2,02	2,3	18	-2	-9					
Dveře A03		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	18	3	10					
Dveře A02		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	18	-2	-6					
										-34					
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání													
A02		Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na chodbu A01 V		1,02	2,99	3,05	1,38	1,67	1,8	20	2	6		40			40
Stěna na chodbu A01 S		1,855	2,99	5,55	0,00	5,55	1,8	20	2	20					
Stěna na šachtu		1,02	2,99	3,05	0,00	3,05	0,5	20	5	8					
Dveře		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	20	2	6					
										40					
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání													
A03		Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na šachtu		1,02	2,99	3,05	0,00	3,05	0,5	15	0	0		-59			-59
Stěna na B08		1,65	2,99	4,93	0,00	4,93	0,5	15	-9	-22					
Stěna na B05		1,02	2,99	3,05	0,00	3,05	0,5	15	-5	-8					
Stěna na A01		1,65	2,99	4,93	1,38	3,55	1,8	15	-3	-19					
Dveře		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	15	-3	-10					
										-59					
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání													
A04		Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na chodbu A01		1,85	2,99	5,53	2,02	3,51	1,8	22	4	25	0,03	562	106	313	875
Stěna ochlazovaná Z		4,3	2,99	12,86	7,26	5,60	0,2	22	34	38					
Stěna na A05		1,58	2,99	4,72	1,38	3,35	1,8	22	2	12					
Stěna na A08		2,66	2,99	7,95	0,00	7,95	1,8	22	-2	-29					
Stěna na šachtu		3,825	2,99	11,44	0,00	11,44	0,5	22	7	40					
Stěna na A10		1,45	2,99	4,34	0,00	4,34	1,8	22	-2	-16					
Stěna na A09		2,385	2,99	7,13	0,00	7,13	1,8	22	4	51					
Stěna na B07		7,565	2,99	22,62	0,00	22,62	1,8	22	2	81					
Stěna na A06		3,375	2,99	10,09	0,00	10,09	1,8	22	2	36					
Dveře A01		1	2,02	2,02	0,00	2,02	2,3	22	4	19					
Okno Z		3,05	2,38	7,26	0,00	7,26	1,14	22	34	281					
Dveře A05		0,7	1,97	1,38		1,38	2,3	22	2	6					
						86,68			547						
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání													
A05		Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna ochlazovaná S		4,43	2,99	13,25	0,00	13,25	0,2	18	30	79		-176	26		-176
Stěna na A08		4,53	2,99	13,54	1,38	12,17	1,8	18	-6	-131					
Stěna na A07		1,135	2,99	3,39	1,58	1,82	1,8	18	-2	-7					
Stěna na šachtu		0,7	2,99	2,09	0,00	2,09	0,5	18	-2	-2					
Stěna na A04		1,58	2,99	4,72	1,58	3,15	1,8	18	-4	-23					
Stěna na A06		3,225	2,99	9,64	1,58	8,07	1,8	18	-2	-29					
Dveře A07		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	18	-2	-7					
Dveře A08		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	18	-6	-19					
Dveře A04		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	18	-4	-14					
Dveře A06		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	18	-2	-7					
										-160					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5												
A06	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]	
		A [m]	B [m]													
Typ konstrukce																
Stěna na A05		3,855	2,99	11,53	1,58	9,95	1,8	20	2	36	0,03	328	30	84	411	
Stěna na A04		3,375	2,99	10,09	0,00	10,09	1,8	20	-2	-36						
Stěna ochlazovaná	S	4,005	2,99	11,97	0,00	11,97	0,2	20	32	77						
Stěna ochlazovaná	Z	3,225	2,99	9,64	5,24	4,41	0,2	20	32	28						
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7						
Okno		2,2	2,38	5,24	0,00	5,24	1,14	20	32	191						
						43,24										303

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5												
A07	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]	
		A [m]	B [m]													
Typ konstrukce																
Stěna ochlazovaná	V	3,018	2,99	9,02	4,70	4,32	0,2	20	32	28	0,02	220	32	88	308	
Stěna na A10		1,825	2,99	5,46	0,00	5,46	1,8	20	-4	-39						
Stěna na šachtu		0,64	2,99	1,91	0,00	1,91	0,5	20	5	5						
Stěna na A08		2,945	2,99	8,81	0,00	8,81	1,8	20	-4	-63						
Stěna na A05		1,135	2,99	3,39	1,58	1,82	1,8	20	2	7						
Stěna ochlazovaná	S	4,47	2,99	13,37	0,00	13,37	0,2	20	32	86						
Okna		2,1	2,238	4,70	0,00	4,70	1,17	20	32	176						
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7						
						41,96										205

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5												
A08	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]	
		A [m]	B [m]													
Typ konstrukce																
Stěna na A04		2,66	2,99	7,95	0,00	7,95	1,8	24	4	57		270			270	
Stěna na A05		4,415	2,99	13,20	1,38	11,82	1,8	24	6	128						
Stěna na A07		1,9	2,99	5,68	0,00	5,68	1,8	24	4	41						
Stěna na šachtu		1,85	2,99	5,53	0,00	5,53	0,5	24	9	25						
Dveře		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	24	6	19						
																270

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5												
A09	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]	
		A [m]	B [m]													
Typ konstrukce																
Stěna na A04		2,385	2,99	7,13	0,00	7,13	1,8	18	-2	-26		-125			-125	
Stěna na A10		2,35	2,99	7,03	0,00	7,03	1,8	18	-6	-76						
Stěna na A11		2,015	2,99	6,02	1,58	4,45	1,8	18	-2	-16						
Dveře A11		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	18	-2	-7						
																-125

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5												
A10	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]	
		A [m]	B [m]													
Typ konstrukce																
Stěna na A04		1,335	2,99	3,99165	0	3,99165	1,8	24	4	29		199			199	
Stěna na A7		1,825	2,99	5,45675	0	5,45675	1,8	24	4	39						
Stěna na A11		1,985	2,99	5,93515	0	5,93515	1,8	24	4	43						
Stěna na A09		2,35	2,99	7,0265	2,093	4,9335	1,8	24	6	53						
Dveře		0,7	1,97	1,379	0	1,379	2,3	24	6	19						
Stěna na šachtu		1,175	2,99	3,51325	0	3,51325	0,5	24	9	16						
																199

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5													
A11	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]		
		A [m]	B [m]														
Typ konstrukce																	
Stěna ochlazovaná	V	4,1	2,99	12,26	0,00	12,26	0,2	20	32	78	0,05	415	11	30	445		
Stěna ochlazovaná	S	1,71	2,99	5,11	4,07	1,04	0,2	20	32	7							
Stěna na A01		1,9	2,99	5,68	0,00	5,68	1,8	20	2	20							
Stěna na A09		2,2	2,99	6,58	1,58	5,00	1,8	20	2	18							
Stěna na A10		1,985	2,99	5,94	0,00	5,94	1,8	20	-4	-43							
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7							
Okno	V	2,5	1,48	3,70	0,00	3,70	1,17	20	32	139							
Okno	S	1,71	2,38	4,07	0,00	4,07	1,17	20	32	152							
						39,27										379	

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,50											
C07	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepečná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepečná ztráta větráním [W]	Tepečná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na C05		1,505	2,99	4,50	1,58	2,92	1,8	20	2	11	0,04	375	40	110	486
Stěna na C06		2,645	2,99	7,91	0,00	7,91	1,8	20	-4	-57					
Ochlazovaná stěna		J	3,79	2,99	11,33	0,00	11,33	20	32	73					
Ochlazovaná stěna		Z	4,685	2,99	14,01	7,85	6,15	20	32	39					
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7					
Okno		3,3	2,38	7,85	0,00	<u>7,85</u>	1,14	20	32	<u>287</u>					
						37,75				359					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,50											
C08	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepečná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepečná ztráta větráním [W]	Tepečná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na C03		1,895	2,99	5,67	1,58	4,09	1,8	20	2	15	0,06	278	32	89	367
Stěna na C05		1,575	2,99	4,71	0,00	4,71	1,8	20	2	17					
Ochlazovaná stěna		Z	3,47	2,99	10,38	5,24	5,14	20	32	33					
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7					
Okno		2,2	2,38	5,24	0,00	<u>5,24</u>	1,14	20	32	<u>191</u>					
						20,75				263					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,50											
C09	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepečná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepečná ztráta větráním [W]	Tepečná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na C03		3,47	2,99	10,38	1,58	8,80	1,8	20	2	32	0,04	239	32	89	328
Stěna na C02		3,535	2,99	10,57	1,58	8,99	1,8	20	-2	-32					
Ochlazovaná stěna		Z	3,47	2,99	10,38	5,24	5,14	20	32	33					
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7					
Okno		2,2	2,38	5,24	0,00	<u>5,24</u>	1,14	20	32	<u>191</u>					
						29,74				230					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,50											
C10	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepečná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepečná ztráta větráním [W]	Tepečná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce		A [m]	B [m]												
Stěna na C11		1,67	2,99	4,99	0,00	4,99	1,8	20	5	45		69	6		69
Stěna na C01		Z	1,35	2,99	4,04	1,38	2,66	1,8	20	2	10				
Stěna na nevyt. Prostor		1,35	2,38	3,21	0,00	3,21	0,5	20	5	8					
Dveře		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	20	2	<u>6</u>					
										69					

Byt 3F

3F		te pro Plzeň -12		Konstrukční výška podlaží		2,99		řška místnosti		2,65		Celková ztráta 1152		W	
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání										Prostup 728		Větrání 423	
F01	Světlová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na chodbu 3S02		1,2	2,99	3,59	1,82	1,77	0,5	18	3	3	-	-75	10		-75
Stěna na F02		1,485	2,99	4,44	1,77	2,67	1,8	18	-2	-10					
Stěna na E04		1,22	2,99	3,65	0,00	3,65	1,8	18	-2	-13					
Stěna na nevyt. Prostor		2,06	2,99	6,16	0,00	6,16	0,5	18	3	9					
Stěna na F04		1,985	2,99	5,94	1,38	4,56	1,8	18	-6	-49					
Dveře F02		0,9	1,97	1,77	0,00	1,77	2,3	18	-2	-8					
Dveře 3S02		0,9	2,02	1,82	0,00	1,82	2,3	18	3	13					
Dveře F04		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	18	-6	-19					
															-75

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5											
F02	Světlová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na F01		1,985	2,99	5,94	1,77	4,16	1,8	20	2	15	0,03	505	112	311	816
Stěna na 3S02		0,8	2,99	2,39	0,00	2,39	0,5	20	5	6					
Stěna na E04		3,987	2,99	11,92	0,00	11,92	0,5	20	0	0					
Stěna na F03		2,8	2,99	8,37	2,00	6,37	0,5	20	0	0					
Stěna na G01		3,595	2,99	10,75	0,00	10,75	0,5	20	2	11					
Stěna na nevyt. Prostor		1,74	2,99	5,20	0,00	5,20	0,5	20	5	13					
Ochlazovaná stěna	J	4,17	2,99	12,47	4,53	7,94	0,2	20	32	51					
Ochlazovaná stěna	V	4,48	2,99	13,40	4,19	9,21	0,2	20	32	59					
Dveře F01		0,9	1,97	1,77	0,00	1,77	2,3	20	2	8					
Okno	J	3,06	1,48	4,53	0,00	4,53	1,17	20	32	170					
Okno	V	1,1	2,38	2,62	0,00	2,62	1,17	20	32	98					
Okno	V	1,06	1,48	1,57	0,00	1,57	1,17	20	32	59					
						68,44				489					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5											
F03	Světlová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Ochlazovaná stěna	V	3,025	2,99	9,04	2,07	6,97	0,2	22	34	47	0,04	142	41	112	254
F02		2,8	2,99	8,37	2,00	6,37	0,5	22	2	6					
Okno		1,4	1,48	2,07	0,00	2,07	1,17	22	34	82					
						15,42				136					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5											
F04	Světlová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m ²]	Plocha otvorů [m ²]	Plocha bez otvorů [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m ³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na F01		1,485	2,99	4,44	1,38	3,06	1,8	24	6	33		156	13		156
Stěna na E01		2,02	2,99	6,04	0,00	6,04	1,8	24	6	65					
Stěna na 3S02		2,585	2,99	7,73	0,00	7,73	0,5	24	9	35					
Stěna na nevyt. Prostor		0,475	1,97	0,94	0,00	0,94	0,5	24	9	4					
Dveře		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	24	6	19					
										156					

Byt 3G

3G		te pro Plzeň -12		Konstrukční výška podlaží		2,99		ška místnosti		2,65		Celková ztráta 1183		W	
Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5								Prostup 842		Větrání 342	
G01	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m²]	Plocha otvorů [m²]	Plocha bez otvorů [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m²K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na chodbu 3S02		1,815	2,99	5,43	1,82	3,61	0,5	18	3	5		-131	13		-131
Stěna na G02		3,215	2,99	9,61	1,38	8,23	1,8	18	-6	-89					
Stěna na G03		1	2,99	2,99	1,58	1,41	1,8	18	-2	-5					
Stěna na G04		1,76	2,99	5,26	1,77	3,49	1,8	18	-2	-13					
Stěna na F02		2,605	2,99	7,79	0,00	7,79	0,5	18	-2	-8					
Dveře 3S02		0,9	2,02	1,82	0,00	1,82	2,3	18	3	13					
Dveře G02		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	18	-6	-19					
Dveře G03		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	18	-2	-7					
Dveře G04		0,9	1,97	1,77	0,00	1,77	2,3	18	-2	-8					
										<u>-131</u>					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5								Prostup 842		Větrání 342	
G02	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m²]	Plocha otvorů [m²]	Plocha bez otvorů [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m²K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na 3S01, 3S02		3,51	2,99	10,49	0,00	10,49	0,5	24	9	47		212	112		212
Stěna na G03		1,935	2,99	5,79	0,00	5,79	1,8	24	4	42					
Stěna na G01		3,215	2,99	9,61	1,38	8,23	1,8	24	6	89					
Stěna na nevyt. Prostor		1,105	2,99	3,30	0,00	3,30	0,5	24	9	15					
Dveře G01		0,7	1,97	1,38	0,00	1,38	2,3	24	6	19					
										<u>212</u>					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5								Prostup 842		Větrání 342	
G03	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m²]	Plocha otvorů [m²]	Plocha bez otvorů [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m²K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na G01		0,95	2,99	2,84	1,58	1,26	1,8	20	2	5	0,02	240	35	98	338
Stěna na G02		2,53	2,99	7,56	0,00	7,56	1,8	20	5	68					
Stěna na schodiště 3S01		3,44	2,99	10,29	0,00	10,29	0,5	20	-4	-21					
Ochlazovaná stěna	S	4,105	2,99	12,27	2,96	9,31	0,2	20	32	60					
Stěna na nevyt. Prostor		1,32	2,99	3,95	0,00	3,95	0,5	20	5	10					
Stěna na G04		2,415	2,99	7,22	0,00	7,22	1,8	20	-2	-26					
Dveře		0,8	1,97	1,58	0,00	1,58	2,3	20	2	7					
Okno	S	2	1,48	2,96	0,00	2,96	1,17	20	32	111					
										<u>44,13</u>					
										<u>214</u>					

Č. MÍSTNOSTI		Intenzita větrání		0,5								Prostup 842		Větrání 342	
G04	Světová strana	Rozměry stěny		Plocha stěny [m²]	Plocha otvorů [m²]	Plocha bez otvorů [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m²K]	Vnitřní teplota	Rozdíl teplot	Qo [W]	p1	Tepelná ztráta prostupem [W]	Objem místnosti [m³]	Tepelná ztráta větráním [W]	Tepelná ztráta [W]
		A [m]	B [m]												
Typ konstrukce															
Stěna na G01		1,875	2,99	5,61	1,77	3,83	1,8	20	2	14	0,04	521	88	244	765
Stěna na F03		5,13	2,99	15,34	1,77	13,57	1,8	20	0	0					
Stěna na G03		2,415	2,99	7,22	1,77	5,45	1,8	20	0	0					
Ochlazovaná stěna	V	4,665	2,99	13,95	6,43	7,52	0,2	20	32	48					
Ochlazovaná stěna	S	7,37	2,99	22,04	0,89	21,15	0,2	20	32	135					
Dveře		0,9	1,97	1,77	0,00	1,77	2,3	20	2	8					
Okno	V	2,7	2,38	6,43	0,00	6,43	1,17	20	32	241					
Okno	S	0,6	1,48	0,89	0,00	0,89	1,17	20	32	33					
										<u>60,60</u>					
										<u>479</u>					

Příloha II: Návrh podlahového vytápění v 3. NP

Ozn. bytu	Ozn. místnosti	Název	Podlaha	Plocha S [m ²]	Tepelná ztráta Q [W]	Měrná tep. ztráta q [W/m ²]	Teplota vzduchu ti [°C]	Povrchová teplota podlahy tp [°C]	Střední teplota otopné vody tm [°C]	Rozteč trubek l [m]	Výkon podlahy Qpc [W]	Průtok m [kg/h]	Tlaková ztráta třením p _t [Pa]	Tlaková ztráta třením p _t [Pa]	Tlaková ztráta sběrače p _s [Pa]	Sběrač + had p [Pa]	Tlaková ztráta RŠ p _{rs} [Pa]	Celková ztráta p _{rs} [Pa]	kv hodnota	Nastavení RŠ	Celkový průtok m [kg/h]
3A	A04	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	40,1	875	22	22	25,2	28,31	0,2	527	56,64	1197	455	51	1704	94	1798	1,85	8	256
	A06	pokoj	dř. prům. mozaika	11,4	411	36	20	25,3	28,52	0,2	349	37,51	395	197	23	615	1183	1798	0,34	2,5	
	A07	pokoj	dř. prům. mozaika	12	308	26	20	23,9	28,64	0,3	453	48,69	1314	411	38	1763	35	1798	2,60	11	
	A08	koupelna	keramická dlažba	6,4	270	42	24	27	28,63	0,1	135	14,51	206	32	3	241	1556	1798	0,38	2,5	
	A10	koupelna	keramická dlažba	4,1	199	49	24	27	28,63	0,1	100	10,75	151	17	2	170	1628	1798	0,08	0,5	
3B	A11	pokoj	dř. prům. mozaika	12,5	445	36	20	24,5	28,29	0,2	443	47,61	1153	353	36	1543	255	1798	0,94	4,5	
	B04	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	46,2	543	12	22	25	28,44	0,3	578	62,12	1420	521	62	2002	57	2059	2,60	11	
	B06	pokoj	dř. prům. mozaika	16,4	372	23	22	25,2	28,31	0,25	378	40,63	632	295	26	953	1106	2059	0,09	1	
	B07	pokoj	dř. prům. mozaika	20,7	369	18	22	25	28,44	0,3	398	42,78	597	327	29	954	1105	2059	0,39	3	
	B08	koupelna	keramická dlažba	6,6	225	34	24	27	28,63	0,1	115	12,36	133	22	2	158	1901	2059	0,41	3	
3C	C02	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	46,6	895	19	22	25	28,44	0,3	629	67,60	1702	697	73	2471	68	2539	2,60	11	
	C04	koupelna	keramická dlažba	7,1	204	29	24	27	28,63	0,1	134	14,40	209	35	3	247	2292	2539	0,22	2	
	C06	koupelna	keramická dlažba	4,3	238	55	24	27	28,63	0,1	120	12,90	98	20	3	121	2418	2539	0,10	1	
	C07	pokoj	dř. prům. mozaika	15	486	32	20	23,9	28,69	0,3	499	53,63	775	302	46	1123	1416	2539	0,08	1	
	C08	pokoj	dř. prům. mozaika	12,1	367	30	20	23,9	28,69	0,3	395	42,45	462	208	29	699	1839	2539	0,45	3	
3D	C09	pokoj	dř. prům. mozaika	12,1	328	27	20	23,9	28,69	0,3	395	42,45	484	208	29	721	1818	2539	0,31	2	
	D04	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	48,3	1129	23	22	25	24,44	0,3	373	40,09	590	196	26	812	1158	1970	0,37	3	
	D06	pokoj	dř. prům. mozaika	13,8	231	17	20	23,9	28,46	0,3	363	39,01	446	192	24	662	1307	1970	0,21	2	
	D07	pokoj	dř. prům. mozaika	13,9	236	17	20	23,9	28,46	0,3	364	39,12	397	177	24	599	1371	1970	0,34	3	
	D08	koupelna	keramická dlažba	7	225	32	24	27	28,63	0,1	114	12,25	140	38	2	180	1790	1970	0,33	3	
3E	E02	koupelna	keramická dlažba	5,3	111	21	24	27	28,63	0,1	80	8,60	67	12	1	80	521	601	0,09	1	
	E03	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	31,5	711	23	22	25,2	28,31	0,25	308	33,10	433	134	18	585	16	601	2,60	11	
	E04	pokoj	dř. prům. mozaika	14,4	228	16	22	25,6	28,58	0,25	205	22,03	140	112	8	260	341	601	0,68	3,5	
	F02	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	42,3	816	19	20	23,8	28,23	0,3	303	32,57	331	100	17	448	153	601	0,83	4	
	F03	pokoj	dř. prům. mozaika	15,3	254	17	20	23,8	28,23	0,3	359	38,58	522	211	24	757	736	1029	0,29	2	
3F	F04	koupelna	keramická dlažba	5	156	31	24	27	28,63	0,1	99	10,64	74	17	2	93	937	1029	0,11	0,5	
	G02	koupelna	keramická dlažba	5,1	212	42	24	27	28,63	0,1	104	11,18	82	54	2	137	620	757	0,14	0,5	
	G03	pokoj	dř. prům. mozaika	13,3	338	25	20	24	28,69	0,3	381	40,95	459	247	27	732	25	757	2,60	11	
	G04	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	33,2	765	23	20	23,9	28,46	0,3	284	30,52	322	58	15	394	363	757	0,72	4	
	G04	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	33,2	765	23	20	23,9	28,46	0,3	237	25,47	226	42	10	279	478	757	0,51	3	
3G	G04	ob. pokoj + kk	dř. prům. mozaika	33,2	765	23	20	23,9	28,46	0,3	237	25,47	226	42	10	279	478	757	0,37	2,5	

Příloha III: Nastavení rozdělovačů v 3. NP

NASTAVENÍ ROZDĚLOVAČŮ V 3. NADZEMNÍM PODLAŽÍ

ROZDĚLOVAČ 3A

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 7 okruhů pro podlahové vytápění

A1	- m=39,9 [kg/h]	RŠ - 2,5 otáčky
A2	- m=47,6 [kg/h]	RŠ - 4,5 otáčky
A3	- m=10,75 [kg/h]	RŠ - 0,5 otáčky
A4	- m=37,5 [kg/h]	RŠ - 2,5 otáček
A5	- m=56,6 [kg/h]	RŠ - 8 otáček
A6	- m=48,7 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno
A7	- m=14,5 [kg/h]	RŠ - 1 otáčka

STAD - m=251 [kg/h] STAD - 1,95 otáčky

PT3Aa - umístěno v místnosti A04, ovládá okruhy A4,A5,A6

PT3Ab - umístěno v místnosti A011, ovládá okruhy A1,A2

Umístění prostorových termostátů viz výkres VYT03

ROZDĚLOVAČ 3B

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 5 okruhů pro podlahové vytápění

B1	- m=12,36 [kg/h]	RŠ - 1 otáčka
B2	- m=12,9 [kg/h]	RŠ - 1 otáčka
B3	- m=62,12 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno
B4	- m=40,63 [kg/h]	RŠ - 3 otáčky
B5	- m=42,8 [kg/h]	RŠ - 3 otáčky

STAD - m=171 [kg/h] STAD - 1,9 otáček

PT3Bb - umístěno v místnosti B07, ovládá okruhy B4,B5

PT3Ba - umístěno v místnosti B04, ovládá okruhy B2,B3

Umístění prostorových termostátů viz výkres VYT03

ROZDĚLOVAČ 3C

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 4 okruhy pro podlahové vytápění

C1	- m=14,4 [kg/h]	RŠ - 1 otáčky
C2	- m=12,9 [kg/h]	RŠ - 1 otáčky
C3	- m=53,6 [kg/h]	RŠ - 3 otáčky
C4	- m=42,45 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky
C5	- m=42,45 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky
C6	- m=67,6 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno
C7	- m=30,85 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky

STAD - m=259 [kg/h] STAD - 2,4 otáček

PT3Ca - umístěno v místnosti C02, ovládá okruhy C5,C6,C7

PT3Cb - umístěno v místnosti C07, ovládá okruhy C3,C4

Umístění prostorových termostátů viz výkres VYT03

ROZDĚLOVAČ 3D

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 4 okruhy pro podlahové vytápění

D1	- m=12,25 [kg/h]	RŠ - 1 otáčka
D2	- m=26,2 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky
D3	- m=40,1 [kg/h]	RŠ - 3 otáček
D4	- m=58,47 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno
D5	- m=39,01 [kg/h]	RŠ - 3 otáčky
D6	- m=39,12 [kg/h]	RŠ - 1 otáčka

STAD - m=215 [kg/h] STAD - 1,9 otáček

PT3Db - umístěno v místnosti D07, ovládá okruhy D5,D6

PT3Da - umístěno v místnosti D02, ovládá okruhy D2,D3,D4

Umístění prostorových termostátů viz výkres VYT03

ROZDĚLOVAČ 3E

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 5 okruhů pro podlahové vytápění

E1	- m=8,6 [kg/h]	RŠ - 0,5 otáčky
E2	- m=32,57 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky
E3	- m=33,1 [kg/h]	RŠ - 0,5 otáčky
E4	- m=29,02 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky
E5	- m=22,03 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno

STAD - m=125 [kg/h] STAD - 2 otáček

PT3E - umístěno v místnosti E03, ovládá okruhy E2,E3,E4,E5

Umístění prostorového termostatu viz výkres VYT03

ROZDĚLOVAČ 3F

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 5 okruhů pro podlahové vytápění

F1	- m=38,58 [kg/h]	RŠ - 4 otáčky
F2	- m=46,54 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno
F3	- m=37,62 [kg/h]	RŠ - 3 otáčky
F4	- m=18,92 [kg/h]	RŠ - 2 otáčky
F5	- m=10,64 [kg/h]	

STAD - m=148 [kg/h] STAD - 2,3 otáček

PT3F - umístěno v místnosti F02, ovládá okruhy F1,F2,F3,F4

Umístění prostorového termostatu viz výkres VYT03

ROZDĚLOVAČ 3G

Nastavení rozdělovače IVAR CS 553D - 5 okruhů pro podlahové vytápění

G1	- m=33,64 [kg/h]	RŠ - 4 otáčky
G2	- m=30,52 [kg/h]	RŠ - 3 otáčky
G3	- m=25,47 [kg/h]	RŠ - 2,5 otáčky
G4	- m=11,18 [kg/h]	RŠ - 0,5 otáčky
G5	- m=40,95 [kg/h]	RŠ - plně otevřeno

STAD - m=137 [kg/h] STAD - 2 otáček

PT3Gb - umístěno v místnosti G04, ovládá okruhy G1,G2,G3

PT3Ga - umístěno v místnosti G03, ovládá okruhy G5

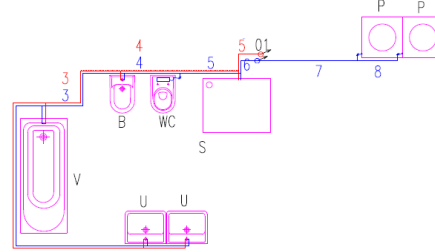
Umístění prostorového termostatu viz výkres VYT03

Příloha IV: Výpočet vnitřního vodovodu dle ČSN 75 5455 pro stoupací potrubí 1

8A

U - 2x, V - 1x, B - 1x, WC - 1x, S - 1x, P - 2x

ÚSEK	Q_D	v	d	d_{skuti}	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299
5	1,086	2	26,3	32,6	40x3,7	1,303
6	1,105	2	26,5	32,6	40x3,7	1,325
7	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
8	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508

I
[m]0,61
4,39
1,7
0,83
0,89
0,44
1,48
0,595

U - 2x, V - 1x, B - 1x, S - 1x

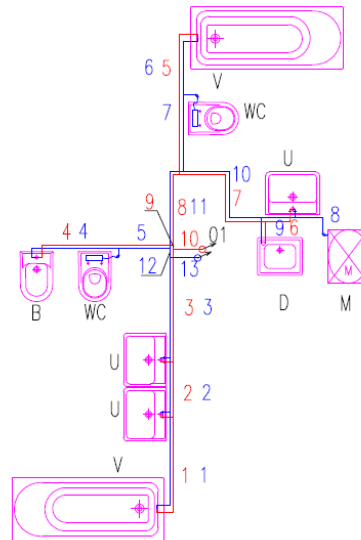
ÚSEK	Q_D	v	d	d_{skuti}	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299
5	0,469	2	17,3	20,4	25x2,4	1,436

I
[m]0,61
4,56
1,59
1,75
0,56

7A,6A,5A,4A,3A

U - 3x, V - 2x, B - 1x, WC - 2x, D - 1x, M - 1x

ÚSEK	Q_D	v	d	d_{skuti}	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,300	2	13,8	16,2	20x1,9	1,457
2	0,361	2	15,2	16,2	20x1,9	1,751
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
4	0,100	2	8,0	13	16x1,5	0,754
5	1,005	2	25,3	26	32x3	1,895
6	0,300	2	13,8	16,2	20x1,9	1,457
7	1,044	2	25,8	26	32x3	1,968
8	0,150	2	9,8	13	16x1,5	1,131
9	0,250	2	12,6	13	16x1,5	1,885
10	0,320	2	14,3	16,2	20x1,9	1,555
11	1,092	2	26,4	32,6	40x3,7	1,310
12	1,484	2	30,8	32,6	40x3,7	1,780
13	1,826	2	34,1	40,8	50x4,6	1,398

I
[m]1,04
0,61
1,11
0,97
0,57
0,6
0,85
0,485
0,38
1,39
1
0,11
0,314

U - 3x, V - 2x, B - 1x, D - 1x

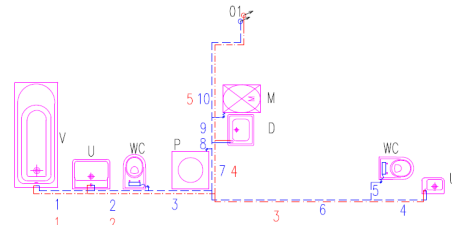
ÚSEK	Q_D	v	d	d_{skuti}	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,300	2	13,8	16,2	20x1,9	1,457
2	0,361	2	15,2	16,2	20x1,9	1,751
3	0,721	2	21,4	26	32x3	1,360
4	0,100	2	8,0	13	16x1,5	0,754
5	0,300	2	13,8	16,2	20x1,9	1,457
6	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
7	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374
8	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
9	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299
10	0,592	2	19,4	20,4	25x2,3	1,812

I
[m]1,07
0,61
1,26
1,47
1,57
0,28
1,49
0,85
0,05
0,32

2A

U - 2x, V - 1x, WC - 2x, D - 1x, M - 1x, P - 1x

ÚSEK	Q_D	v	d	d_{skuti}	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,300	2	13,8	16,2	20x1,9	1,457
2	0,361	2	15,2	16,2	20x1,9	1,751
3	1,253	2	28,3	32,6	40x3,7	1,503
4	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
5	1,200	2	27,7	32,6	40x3,7	1,439
6	1,217	2	27,8	32,6	40x3,7	1,459
7	1,746	2	33,4	40,8	50x4,6	1,337
8	1,758	2	33,5	40,8	50x4,6	1,346
9	1,769	2	33,6	40,8	50x4,6	1,355
10	1,776	2	33,6	40,8	50x4,6	1,359

I
[m]0,87
0,87
1,02
0,9
0,28
2,57
0,67
0,1
0,41
2,02

U - 2x, V - 1x, D - 1x

ÚSEK	Q_D	v	d	d_{skuti}	d_{skut}	v_{skut}
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]
1	0,300	2	13,8	16,2	20x1,9	1,457
2	0,361	2	15,2	16,2	20x1,9	1,751
3	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508
4	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002
5	0,458	2	17,1	20,4	25x2,3	1,403

I
[m]0,87
2,06
3,5
0,85
2,485

Příloha V: Výpočet tlakových ztrát pro stoupací potrubí 1

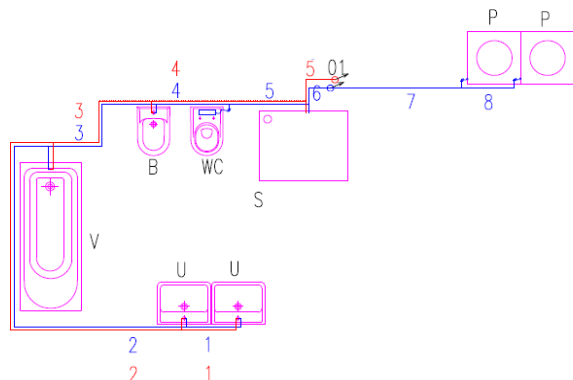
Stoupací potrubí 1

ÚSEK	Q_D	v	d	$d_{skut i}$	d_{skut}	v_{skut}	l	Re	λ	Tlaková ztráta třením	Tlaková ztráta místní	Celková ztráta
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m]					
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508	0,61	15002	0,0286	1523	1706	3229
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374	4,39	17025	0,0277	7070	4244	11314
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002	1,7	24818	0,0252	5295	9018	14313
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299	0,83	20280	0,0265	909	1266	2175
5	1,086	2	26,3	32,6	40x3,7	1,303	0,89	32493	0,0235	545	1272	1817
6	1,105	2	26,5	32,6	40x3,7	1,325	0,44	33039	0,0234	277	2631	2908

ÚSEK	Q_D	v	d	$d_{skut i}$	d_{skut}	v_{skut}	l	Re	λ	Tlaková ztráta třením	Tlaková ztráta místní	Celková ztráta	
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m]						
1	1,140	2	27,0	32,6	40x3,7	1,367	2,99	34105	0,0233	1993	1402	3395	
2	1,635	2	32,3	40,8	50x4,6	1,252	2,99	39071	0,0225	1290	1175	2464	
3	1,745	2	33,3	40,8	50x4,6	1,336	2,99	41706	0,0221	1446	1338	2784	
4	2,102	2	36,6	40,8	50x4,6	1,609	2,99	50233	0,0211	2002	1942	3944	
5	2,406	2	39,2	40,8	50x4,6	1,842	2,99	57510	0,0204	2537	2545	5082	
6	2,676	2	41,3	51,4	63x5,8	1,291	2,99	50773	0,0211	1020	1250	2270	
7	2,904	2	43,0	51,4	63x5,8	1,401	8,5	55099	0,0206	3347	2944	6290	
2	3,330	2	46,1	51,4	63x5,8	1,606	0,53	63178	0,0199	265	645	910	
22	5,025	2	56,6	61,2	75x6,9	1,710	1,72	80068	0,0188	772	731	1502	
21	5,422	2	58,8	61,2	75x6,9	1,845	1,94	86391	0,0184	994	5955	6949	
20	8,262	2	72,6	73,6	90x8,2	1,944	17,92	109463	0,0174	7989	24742	32732	
Σ												104078	Pa

ÚSEK	Q_D	v	d	$d_{skut i}$	d_{skut}	v_{skut}	l	Re	λ	Tlaková ztráta třením	Tlaková ztráta místní	Celková ztráta
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m]					
1	0,200	2	11,3	13	16x1,5	1,508	0,61	38582	0,0225	1186	1682	2868
2	0,283	2	13,4	16,2	20x1,9	1,374	4,56	43786	0,0218	5718	1395	7112
3	0,412	2	16,2	16,2	20x1,9	2,002	1,59	63828	0,0199	3856	2964	6820
4	0,424	2	16,4	20,4	25x2,3	1,299	1,75	52156	0,0209	1492	1248	2741
5	0,469	2	17,3	20,4	25x2,4	1,436	0,56	57661	0,0204	569	3051	3620

ÚSEK	Q_D	v	d	$d_{skut i}$	d_{skut}	v_{skut}	l	Re	λ	Tlaková ztráta třením	Tlaková ztráta místní	Celková ztráta	
	[l/s]	[m/s]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m]						
1	0,469	2	17,3	20,4	25x2,3	1,436	2,99	57661	0,0204	3039	1525	4565	
2	0,728	2	21,5	26	32x3	1,373	2,99	27304	0,0246	2625	1393	4018	
3	0,917	2	24,2	26	32x3	1,728	2,99	34374	0,0232	3927	2207	6135	
4	1,072	2	26,1	32,6	40x3,7	1,286	2,99	32077	0,0236	1765	1223	2988	
5	1,208	2	27,7	32,6	40x3,7	1,449	2,99	36143	0,0229	2175	1552	3727	
6	1,330	2	29,1	32,6	40x3,7	1,595	2,99	39795	0,0224	2574	1882	4456	
7	1,393	2	29,8	32,6	40x3,7	1,670	8,5	41662	0,0221	7930	2063	9993	
2	1,706	2	33,0	40,8	50x4,6	1,306	0,53	40771	0,0222	246	426	673	
22	2,302	2	38,3	40,8	50x4,6	1,763	1,72	55022	0,0206	1351	776	2127	
Σ												61842	Pa



Příloha VI: Návrh zásobníku dle DIN 4708

Návrh zásobníku TV dle DIN 4708

Počet bytů 52

Koeficient potřeby zásobníku teplé vody	N	52,02
---	---	-------

1+kk

Byt s normální výbavou

Počet bytů	2		
počet místností	1		
Obsazenost	2		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	1		
Dřez	1		
Σ		5,82	

2+kk

Byt s normální výbavou

Počet bytů	25		
počet místností	2		
Obsazenost	2		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	1		
Dřez	1		
Σ		5,82	

Typ bytu	Počet bytů	Sanitární vybavenost
1+kk	2	Normální výbava
2+kk	25	Normální výbava
3+kk	11	Komfortní výbava
4+kk	11	Komfortní výbava
5+kk	3	Komfortní výbava

3+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	5		
počet místností	3		
Obsazenost	2,7		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	2		
Bidet	1		
Sprcha	1	1,63	
Dřez	1		
Umyvadlo	1	0,7	
Σ		8,15	

3+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	5		
počet místností	3		
Obsazenost	2,7		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	2		
Bidet	1		
Dřez	1		
Umyvadlo	1	0,7	
Σ		6,52	

3+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	1		
počet místností	3		
Obsazenost	2,7		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	1		
Bidet	1		
Dřez	1		
Vana	1	2,91	
Umyvadlo	1		
Σ		8,73	

4+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	6		
počet místností	4		
Obsazenost	3,5		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	2		
Bidet	1		
Sprcha	1		
Dřez	1		
Vana	1	2,91	
Umyvadlo	1		
Umyvadlo	1	0,7	
Σ		9,43	

4+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	5		
počet místností	4		
Obsazenost	3,5		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	2		
Bidet	1		
Dřez	1		
Vana	1	2,91	
Umyvadlo	1		
Umyvadlo	1	0,7	
Σ		9,43	

5+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	2		
počet místností	5		
Obsazenost	4,3		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	2		
Bidet	1		
Sprcha	1	1,63	
Dřez	1		
Vana	1	2,91	
Umyvadlo	2		
Bidet	1	0,81	
Umyvadlo	1	0,7	
Σ		11,87	

5+kk

Byt s komfortní výbavou

Počet bytů	1		
počet místností	5		
Obsazenost	4,3		
Zařizovací předmět	Počet	Potřeba tepla odběrného místa w_v [kWh]	
Vana	1	5,82	
Umyvadlo	2		
Bidet	1		
Sprcha	1	1,63	
Dřez	2		
Sprcha	1	1,63	
Umyvadlo	1		
Bidet	1	0,81	
Umyvadlo	1	0,7	
Umyvadlo	1	0,7	
Vříivka	1	2,325	
Σ		13,615	

Příloha VII: Regulování teplé vody vyvažovacími ventily

ZÁSOBNÍK 1 STOUPAČKA 4			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
415,1	77720	85	77805
Otáčky	PO		
DN STAD	32		
d _{čík}	27,1		
d	32x3		

ZÁSOBNÍK 2 STOUPAČKA 8			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
940,6	106135	81	106216
Otáčky	PO		
DN STAD	50		
d _{čík}	40,8		
d	50x4,6		

ZÁSOBNÍK 3 STOUPAČKA 11			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
831,4	117522	63	117585
Otáčky	PO		
DN STAD	50		
d _{čík}	38,36		
d	50x4,6		

STOUPAČKA 1			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
684	61842	15963	77805
Otáčky	1,75	kv	1,71
DN STAD	25		
d _{čík}	34,82		
d	40x3,7		

STOUPAČKA 6			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
616,4	100417	5799	106216
Otáčky	0,8	kv	2,56
DN STAD	40		
d _{čík}	33,03		
d	40x3,7		

STOUPAČKA 10			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
827,9	90342	27243	117585
Otáčky	0,9	kv	1,59
DN STAD	32		
d _{čík}	38,28		
d	50x4,6		

STOUPAČKA 2			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
191,52	69846	7959	77805
Otáčky	0,6	kv	0,68
DN STAD	25		
d _{čík}	18,41		
d	25x2,3		

STOUPAČKA 7			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
2035,0	78772	27444	106216
Otáčky	1	kv	3,88
DN STAD	50		
d _{čík}	60,02		
d	75x6,9		

STOUPAČKA 12			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
642,7	84996	32589	117585
Otáčky	0,75	kv	1,13
DN STAD	25		
d _{čík}	33,73		
d	40x3,7		

STOUPAČKA 3			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
254,8	59678	18127	77805
Otáčky	0,7	kv	0,60
DN STAD	20		
d _{čík}	21,24		
d	25x2,3		

STOUPAČKA 9			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1956,0	86973	19243	106216
Otáčky	1,1	kv	4,46
DN STAD	50		
d _{čík}	58,84		
d	75x6,9		

STOUPAČKA 13			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
529,3	91015	26570	117585
Otáčky	1	kv	1,03
DN STAD	25		
d _{čík}	30,61		
d	40x3,7		

STOUPAČKA 5			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
495	75412	2393	77805
Otáčky	1,6	kv	3,20
DN STAD	40		
d _{čík}	29,61		
d	40x3,7		

STOUPAČKA 14			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
735,2	87085	30500	117585
Otáčky	1,2	kv	1,33
DN STAD	25		
d _{čík}	36,07		
d	50x4,6		

STOUPAČKA 15			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
391,7	74288	43297	117585
Otáčky	0,7	kv	0,60
DN STAD	20		
d _{čík}	26,33		
d	32x3		

STOUPAČKA 16			
průtok	ztráta okruhu	STAD	Celkem
[kg/h]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
637,1	89190	28395	117585
Otáčky	1,15	kv	1,20
DN STAD	25		
d _{čík}	33,58		
d	40x3,7		

Příloha VIII: Svodné potrubí

ČERNÁ VODA			
54			
Stoupačka	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
11	10	2,21	DN110
13	17,5	2,93	
19	12	2,42	
24	16,3	2,83	
54	2	0,99	
Σ	57,8	5,32	

ŠEDÁ VODA			
Úsek	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
1	0,5	0,49	DN110
2	6,1	1,73	
3	4,3	1,45	
4	11,8	2,40	
5	12,9	2,51	
6	19	3,05	
7	35,5	4,17	

ČERNÁ VODA			
8			
Stoupačka	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
ACV1	61,2	5,48	DN110
ACV2	55,9	5,23	
ACV3	35,3	4,16	
1	10	2,21	
3	18,4	3,00	
8	6,3	1,76	
10	2	0,99	DN125
Σ	189,1	9,63	

Úsek	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
8	5,8	1,69	DN110
9	6,1	1,73	
10	9,9	2,20	
11	29,9	3,83	
12	43,7	4,63	DN125
13	52,6	5,08	
14	53,4	5,12	
15	56,4	5,26	
16	61,5	5,49	

ČERNÁ VODA			
39			
Stoupačka	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
35	2,5	1,11	DN110
36	12	2,42	
39	2,5	1,11	
55	2	0,99	
Σ	19	3,05	

Úsek	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
17	9,1	2,11	DN110
18	15,4	2,75	
19	20,7	3,18	
20	21,5	3,25	
21	23	3,36	
22	29,5	3,80	
23	31,9	3,95	
24	38,8	4,36	
25	39,8	4,42	
26	48,9	4,89	
27	55,9	5,23	DN125

ČERNÁ VODA			
32			
Stoupačka	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
26	2	0,99	DN110
27	13,8	2,60	
29	15,8	2,78	
32	12	2,42	
Σ	43,6	4,62	DN110

ČERNÁ VODA			
42			
Stoupačka	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
18	2	0,99	DN110
42	14,3	2,65	
47	14	2,62	
52	14	2,62	
Σ	44,3	4,66	DN110

ČERNÁ + ŠEDÁ VODA			
2. PP			
Stoupačka	Σ DU [l/s]	Q _{r,w} [l/s] k = 0,7	DN
54	57,8	5,32	DN110
8	189,1	9,63	DN125
39	19	3,05	DN110
32	43,6	4,62	
42	44,3	4,66	
Celkem	353,8	13,17	DN150

Příloha IX: Dešťové potrubí

Průtok dešťových vod					
Potrubí	S [m ²]	i [l/s m ²]	c	Q [l/s]	DN
1	93,1	0,015	1	1,4	70
2	49,3	0,015	1	0,7	70
3	42,6	0,015	1	0,6	70
4	87,4	0,015	1	1,3	70
5	118,8	0,015	1	1,8	70
6	112,6	0,015	1	1,7	70
7	204,6	0,015	1	3,1	100
8	68,4	0,015	1	1,0	70
9	56,3	0,015	1	0,8	70
10	92,6	0,015	1	1,4	70
Σ	925,7		Σ	13,9	150

Příloha X: Rozdělovač v technické místnosti

Stoupační potrubí	Průtok m [kg/h]	Průtok m [kg/s]	Průtok m ³ /h	Délka potrubí l [m]	Rozdíl teplot Δt [K]	Rychlost vody w [m/s]	Průměr potrubí d [m]	Skutečný průměr potrubí d [m]	Vnitřní průměr potrubí d [m]	Skutečná rychlost vody w [m/s]	Re	Součinitel tření λ [m/s]	Tlaková ztráta třením		Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta sběrače	Sběrač + potrubí p [Pa]	Tlaková ztráta RŠ	Celková ztráta	kv hodnota	Nastavení VV
													p _λ [Pa]	p _Σ [Pa]							
Vytápění	01-04	6020	1,672	6,020	1,5	0,30	0,0842	108x4	0,1000	0,213	25518	0,0250	9	23	362	807	405	1212	94,56	4,5	VV 447 DN100
	předch.úsek	33884	9,412	33,884	2,53	0,90	0,1154	133x4,5	0,1240	0,779	116763	0,0171	109	304	-	456	757	1212	38,78	3	VV 447 DN65
	05	3373	0,937	3,373	1,5	0,30	0,0631	76x3,2	0,0696	0,246	20169	0,0265	18	30	114	541	672	1212	15,53	3	VV D9505 DN40
	předch.úsek	27864	7,740	27,864	2,86	0,90	0,1046	133x4,5	0,1240	0,641	96018	0,0180	88	205	-	1011	201	1212	184,70	PO	VV 447 DN100
	06	1273	0,354	1,273	1,5	0,30	0,0387	44,5x2,6	0,0393	0,292	12847	0,0297	54	42	16	840	372	1212	130,67	6	VV 447 DN100
	předch.úsek	35157	9,766	35,157	2,2	0,90	0,1175	133x4,5	0,1240	0,809	121150	0,0169	102	327	-	825	387	1212	132,35	6	VV 447 DN100
Teplá voda	Z1	8287	2,302	8,287	5	0,30	0,0988	108x4	0,1000	0,293	35128	0,0231	52	43	687	1011	201	1212	184,70	PO	VV 447 DN100
	předch.úsek	24491	6,803	24,491	2,9	0,90	0,0981	133x4,5	0,1240	0,563	84395	0,0185	71	159	-	840	372	1212	130,67	6	VV 447 DN100
	Z2	7970	2,214	7,970	6	0,30	0,0969	108x4	0,1000	0,282	33785	0,0233	58	40	635	840	372	1212	130,67	6	VV 447 DN100
Teplá voda	předch.úsek	16204	4,501	16,204	3,2	0,90	0,0798	133x4,5	0,1240	0,373	55837	0,0206	38	69	-	825	387	1212	132,35	6	VV 447 DN100
	Z3	8233	2,287	8,233	7,3	0,30	0,0985	108x4	0,1000	0,291	34899	0,0231	75	42	678	825	387	1212	132,35	6	VV 447 DN100
předch.úsek	8233	2,287	8,233	3,5	0,90	0,0569	133x4,5	0,1240	0,189	18871	0,0243	13	18	-	825	387	1212	132,35	6	VV 447 DN100	