



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ INSTALACE A PLYNOVOD V POLYFUNKČNÍM OBJEKTU

SANITARY TECHNICAL INSTALLATIONS AND GAS PIPELINE IN  
A MULTIFUNCTIONAL BUILDING

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Bc. Vojtěch Bartek

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. ALENA VAŠČÁKOVÁ

BRNO 2020



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Vojtěch Bartek
<b>Název</b>	Zdravotně technické instalace a plynovod v polyfunkčním objektu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Alena Vaščáková
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

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

## **PODKLADY A LITERATURA**

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

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

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

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

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

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

Může mít i podobu energetického auditu s návrhem opatření a studií technického provedení navržených opatření, např. ve formě schématu.

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

### **C. Technické řešení vybrané varianty - Technické řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy v úrovni projektu pro provedení stavby**

## **STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

Ing. Alena Vaščáková

Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá návrhem zdravotně technických a plynovodních instalací v polyfunkčním objektu v Miroslavi. Jedná se o polyfunkční dům se čtyřmi nadzemními a jedním podzemím podlažím. Byty se nacházejí ve všech nadzemních podlažích a kanceláře v prvním nadzemním podlaží. V teoretické části je pojednáno o recyklaci vod a o jejich zpětném využívání.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vedení domovních plynovodů, zdravotně technické a plynovodní instalace, vnitřní kanalizace, vnitřní vodovod, domovní plynovod. Recyklovaná voda.

## **ABSTRACT**

Diploma thesis deals with sanitation installations and gas installations in polyfunctional building in Miroslav. Polyfunctional building has four overground floors and one basement. The apartments are located on all overground floors and the offices are located on first overground floors. In the theoretical part discusses about the recycling of water and its use.

## **KEYWORDS**

Conduction of gas pipeline, sanitation installations and gas installations, sewerage system, water system, gas main. Recycled water.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Vojtěch Bartek *Zdravotně technické instalace a plynovod v polyfunkčním objektu*. Brno, 2020. 77 s., 232 × A4 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Alena Vaščáková



## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Zdravotně technické instalace a plynovod v polyfunkčním objektu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

Brně dne 4. 1. 2020

---

Bc. Vojtěch Bartek

autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Zdravotně technické instalace a plynovod v polyfunkčním objektu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 4. 1. 2020

---

Bc. Vojtěch Bartek

autor práce





## PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou chci poděkovat mé vedoucí bakalářské práce paní Ing. Aleně Vaščákové za její čas, rady a věcné připomínky při vyhotovování práce. Dále panu Ing. Jakubu Vránovi, Ph.D. za vypracované materiály, ze kterých jsme mohli čerpat, ale také Vlastimilu Riegrovi a Martinu Čechovi, z nadace partnerství, za konzultace teoretické části a poskytnuté informace z Otevřené zahrady.

V Brně dne 04. 1. 2020

---

Vojtěch Bartek  
autor práce



# OBSAH

<b>ÚVOD</b>	<b>13</b>
<b>A. TEORETICKÁ ČÁST</b>	<b>14</b>
ÚVOD	14
A.1 POPIS OTEVŘENÉ ZAHRADY	14
A.1.1 OBECNÉ INFORMACE	15
A.2 MĚŘENÉ HODNOTY	17
A.2.1 OBECNÉ MĚŘENÉ HODNOTY	17
A.2.2 DATA, KTERÉ VYUŽÍJI	18
A.2.2.1 ZDROJ PROVOZNÍ VODY	18
A.2.2.2 VYUŽITÍ PROVOZNÍ VODY	19
A.3 RECYKLOVANÉ VODY	20
A.3.1 OBECNĚ O ŠEDÝCH VODÁCH	20
A.3.2 RECYKLOVANÉ VODY V OTEVŘENÉ ZAHRADĚ	22
A.3.2.1 ČIŠTĚNÍ	22
A.3.2.2 TRASOVÁNÍ PROVOZNÍCH VOD V OTEVŘENÉ ZAHRADĚ	24
A.4 POSOUZENÍ RETENČNÍCH NÁDRŽÍ	26
A.4.1 RETENČNÍ NÁDRŽ (NA OBRÁZKU 12, OZNAČENO Č. 2)	26
A.4.2 HLAVNÍ RETENČNÍ NÁDRŽ (NA OBRÁZKU 12, OZNAČENO Č. 1)	28
A.4.3 STUDNA	32
A.5 OTEVŘENÁ ZAHRADA Z POHLEDU NORMY	33
A.5.1 POTŘEBA NEPITNÉ VODY PRO KROPENÍ ZELENĚ	34
A.5.2 POTŘEBA NEPITNÉ VODY PRO ZÁCHODY V ADMINISTRATIVNÍ BUDOVĚ	35
A.5.3 ÚHRN SRÁŽEK	36
A.6 FINANČNÍ SROVNÁNÍ	37
A.6.1 SROVNÁNÍ PODÍLU VODY PITNÉ S VODOU UŽITKOVOU	37
A.6.2 NÁVRATNOST	38
A.7 DOPORUČENÍ	39
A.8 ZÁVĚR	39
<b>B. VÝPOČTOVÁ ČÁST</b>	<b>40</b>
B.1.1 ÚVOD	40
B.2 VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V CELÉ BUDOVĚ A JEJICH NAPOJENÍM NA SÍTĚ PRO VEŘEJNOU POTŘEBU	40
B.2.1 BILANCE POTŘEBY VODY	40
B.2.2 BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY	41
B.2.3 BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD	41
B.2.4 BILANCE ODTOKU SRÁŽKOVÝCH VOD	41
B.2.5 BILANCE POTŘEBY PLYNU	42
B.3 VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S NÁSLEDNÝM ROZPRACOVÁNÍM 1 - 3 DÍLČÍCH INSTALACÍ	43
B.3.1 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	43
B.3.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT POMOCÍ OBÁLKY BUDOVY	46
B.3.3 DIMENZOVNÍ KANALIZACE	46
B.3.3.1 DIMENZOVNÍ KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ PRO SPLAŠKY	46
B.3.3.2 NÁVRH ODLUČOVAČE LEHKÝCH KAPALIN	48

B.3.3.3	NÁVRH VSAKOVACÍHO ZAŘÍZENÍ .....	49
B.3.4	DIMENZOVÁNÍ VODOVODNÍHO POTRUBÍ .....	50
B.3.4.1	NÁVRH VODOMĚRŮ .....	50
B.3.4.2	DIMENZE POTRUBÍ PRO STUDENOU A TEPLOU VODU .....	51
B.3.4.3	DIMENZE POŽÁRNÍHO POTRUBÍ .....	52
B.3.4.4	DIMENZE CIRKULAČNÍHO .....	53
B.3.5	DIMENZOVÁNÍ PLYNU .....	59
B.3.5.1	DIMENZOVÁNÍ DOMOVNÍHO PLYNOMĚRU .....	59
B.3.5.2	DIMENZOVÁNÍ PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKY .....	60
B.3.5.3	POSOUZENÍ UMÍSTĚNÍ PLYNOVÝCH SPOTŘEBIČŮ .....	61
<b>C.</b>	<b>PROJEKT .....</b>	<b>62</b>
	TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	62
C.1	ÚVOD .....	62
C.2	BILANCE POTŘEB .....	62
C.2.1	POTŘEBA VODY .....	62
C.2.2	POTŘEBA TEPLÉ VODY .....	62
C.2.3	BILANCE ODTOKU ODPADNÍCH VOD .....	62
C.2.4	BILANCE ODTOKU SRÁŽKOVÝCH VOD .....	63
C.3	PŘÍPOJKY .....	63
C.3.1	KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA .....	63
C.3.2	VODOVODNÍ PŘÍPOJKA .....	63
C.3.3	PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA .....	64
C.4	VNITŘNÍ ROZVODY .....	64
C.4.1	KANALIZACE .....	64
C.4.2	VODOVOD .....	65
C.4.3	DOMOVNÍ PLYNOVOD .....	66
C.5	ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY .....	67
C.6	ZEMNÍ PRÁCE .....	68
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>69</b>
	<b>POUŽITÉ ZDROJE .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>73</b>
	<b>POPISNÉ ÚDAJE VŠKP – METADATA (MD1 AŽ MD2): .....</b>	<b>74</b>

# ÚVOD

Cílem této diplomové práce je navrhnout zdravotně technické a plynovodní instalace v novostavbě polyfunkčního domu v Miroslavi.

Řešený objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podlaží podzemní. V nadzemních podlažích se nachází dvacet šest bytových jednotek a dvě kancelářské jednotky. V podzemním podlaží jsou umístěny sklepní kóje, garáže a technická místnost, kde bude docházet k centrálnímu ohřevu teplé vody.

V teoretické části je pojednáno o recyklování vod a jejich zpětném využití na reálném objektu, konkrétně na Otevřené zahradě v Brně.

Ve výpočtové části jsou řešeny rozvody splaškové a dešťové kanalizace, rozvod studené vody, příprava a rozvod teplé vody s cirkulací, požární vodovod a rozvody domovního plynovodu.

# A. TEORETICKÁ ČÁST

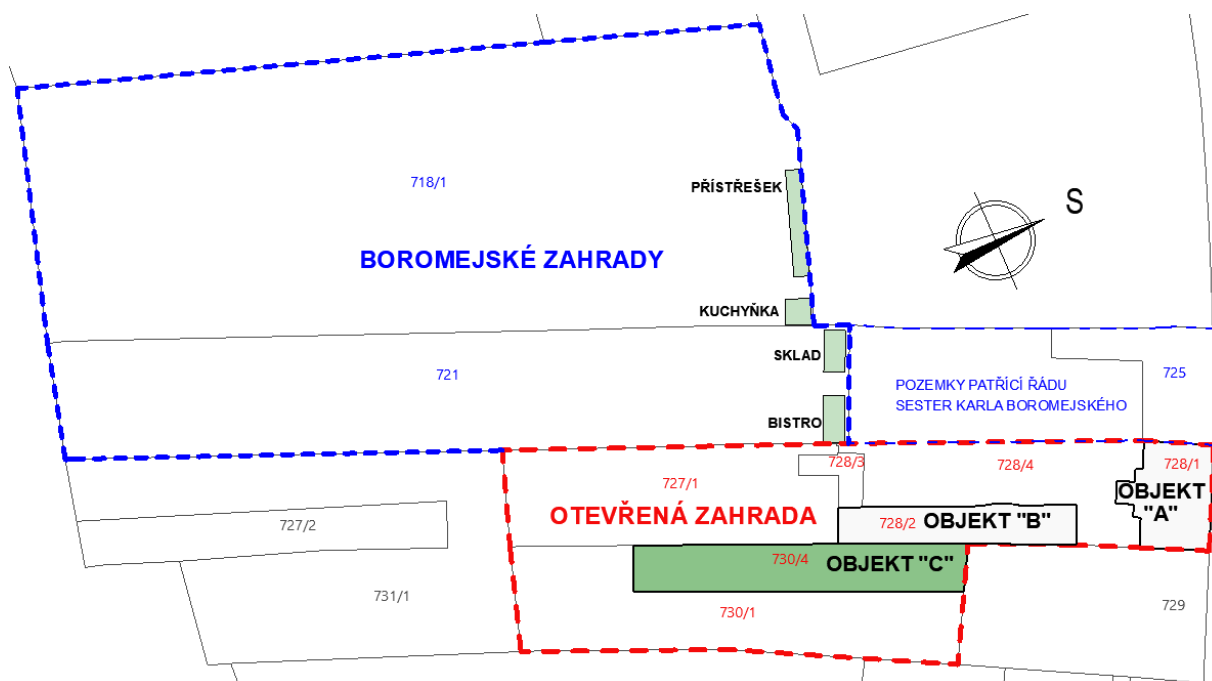
## Úvod

V teoretické části jsem zpracovával, jak se recyklují srážkové a šedé vody na reálném objektu. Pro tento účel mi bylo umožněno zvolit si Otevřenou zahradu, na jejíchž pozemcích se výzkum spjatý s přírodou odehrával již od 19. století.

Nejprve jsem přiblížil celý objekt, jak funguje a k čemu slouží. Zmínil jsem se, jaké údaje lze na otevřené zahradě měřit, jak se měří a které jsem si vybral. Dále se blíže podívám, na to, co to šedé vody jsou a k čemu slouží. Zhodnotím, jak se voda recykluje na otevřené zahradě. Provedu srovnání s normou, a nakonec posoudím, co by se mohlo na otevřené zahradě zlepšit, změnit, nebo kam by mohla zahrada směřovat dále.

## A.1 Popis otevřené zahrady

- Vlastník: Nadace Partnerství  
Adresa: Údolní 33, 602 00 Brno  
Parcela: 727/1 – zahrada  
728/1 – objekt C (administrativní část a byty)  
728/2 – objekt B (administrativní část)  
728/3 – komunikace  
728/4 – parkoviště  
730/1 – zahrada  
730/4 – objekt C (administrativní a konferenční část)  
718/1 – Boromejské zahrady – patřící Řádu sester Karla Boromejského  
721 – Boromejské zahrady – patřící Řádu sester Karla Boromejského



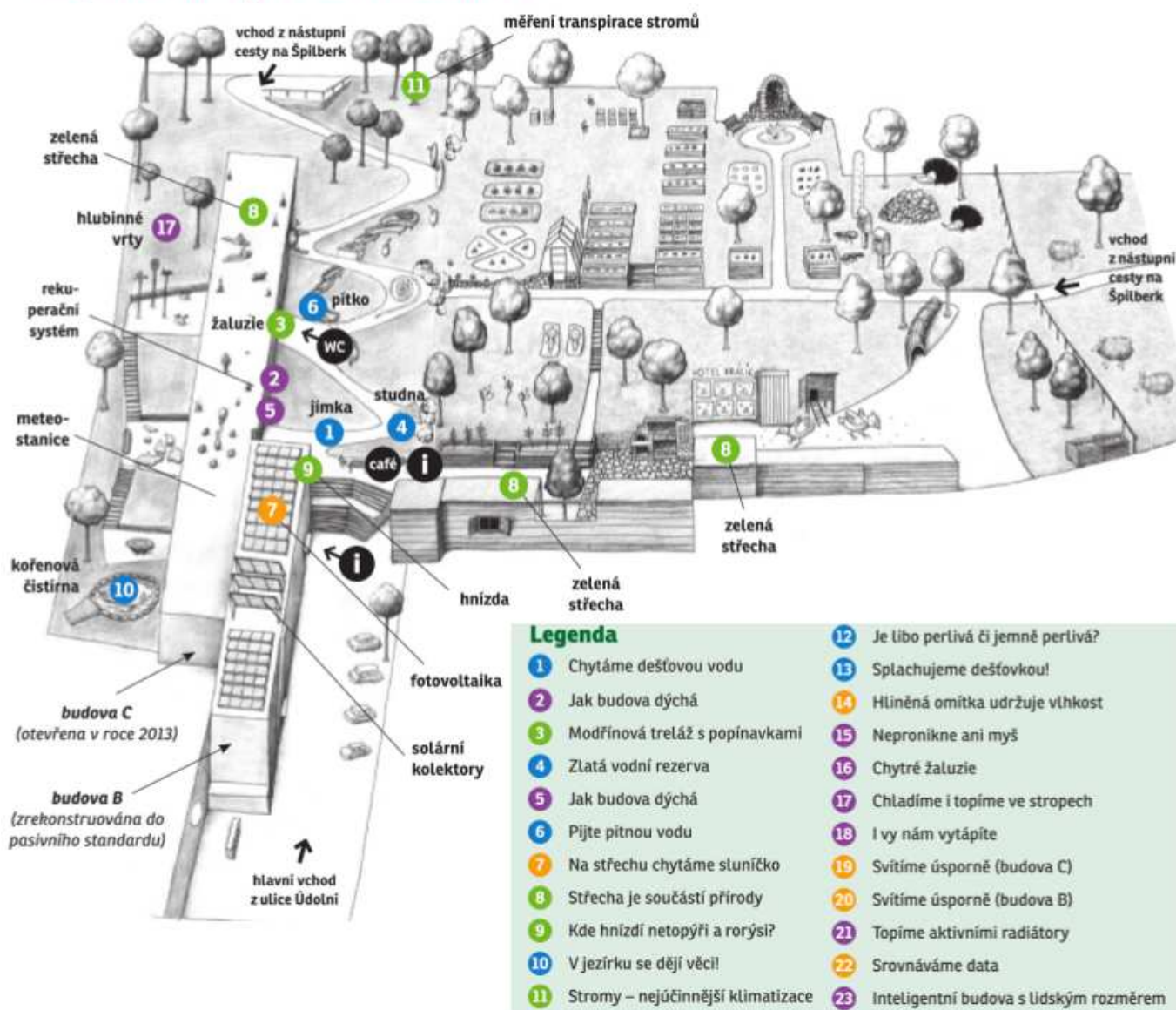
Obrázek 1, Katastrální mapa otevřené zahrady.

## A.1.1 Obecné informace

Teoretickou část jsem měl možnost zpracovávat na „Otevřené zahradě“, kterou vlastní Nadace Partnerství. Otevřená zahrada se nachází ve středu Brna v ulici Údolní 33. Je to komplex tří objektů, čtyř přístřešků, zahrad, vodních atrakcí a naučných stezek sloužících pro nejrůznější exkurze. Nadace Partnerství je zaměřena mimo jiné i na seznamování laické veřejnosti, jak lze žít s přírodou v symbióze a využívat její potenciál. Objekty se snaží být nejen šetrné k životnímu prostředí, ale také využívají to, co nám příroda dává. Využívá se zde tepelné čerpadlo a veškerá srážková voda, na střeše jsou umístěny solární panely.

Komplex je vybaven spoustou senzorů a čidel, které se snaží zaznamenávat a archivovat veškerá důležitá data. Ty se dále vyhodnocují, zkoumají a užívají se pro výzkum (*více v kapitole A.2*). Následně se nadace partnerství snaží informovat veřejnost o těchto technologiích na nejrůznějších přednáškách a workshopech.

### Mapa technologií v Otevřené zahradě



Obrázek 2, Mapa technologií v Otevřené zahradě. [3]

Na místě, kde dnes leží otevřená zahrada, se využíváním přírodních zdrojů zabývali již od druhé poloviny 19. století, kdy jistý pěstitel Arnošt Emanuel Silva Tarouca vyšlechtil 26 druhů hrušek, mnoho druhů jablek, merunek a švestek. Po přestěhování Arnošta Tarouca do Průhonice se pozemku ujal řád sester Karla Boromejského, které zahrady využívali pro pěstování zeleniny a přilehlý objekt pak jako klášter, školu pro dívky a hospic. V listopadu 1944 při bombardování Brna spojeneckými letouny byla budova Kláštera zasažena a zničena. Po válce se stihl obnovit pouze internát, neboť v roce 1950 byli sestry odsunuty nastupujícími komunisty, kteří pozemky zabavili. Zřícený klášter již nebyl obnoven a na jeho místě je dnes proluka. Roku 2006 zakoupila Nadace Partnerství pozemek Údolní 33, objekt A a B, a přišla s myšlenkou obnovení zahrad na severní části Špilberku. Zahrada na pozemku Nadace byla zpřístupněna roku 2013 a o dva roky později se za spolupráce města Brna a řádu sester Karla Boromejského zpřístupnili pro veřejnost i Boromejské zahrady ve vlastnictví stejnojmenného řádu. [2]

Spolu se zahradou na pozemku vznikl i nový objekt C, který je vystavěn v pasivním standardu, a právě v něm se nachází většina měřicí techniky o které se zmíním dále. Po otevření Boromejské zahrady přišli do provozu i přístřešky Bistra, skladu a kuchyňky, které mají zelené střechy a měří se na nich odtok srážkových vod.



**Obrázek 3,** Pohled z dronu na otevřenou zahradu. [1]



## A.2 Měřené hodnoty

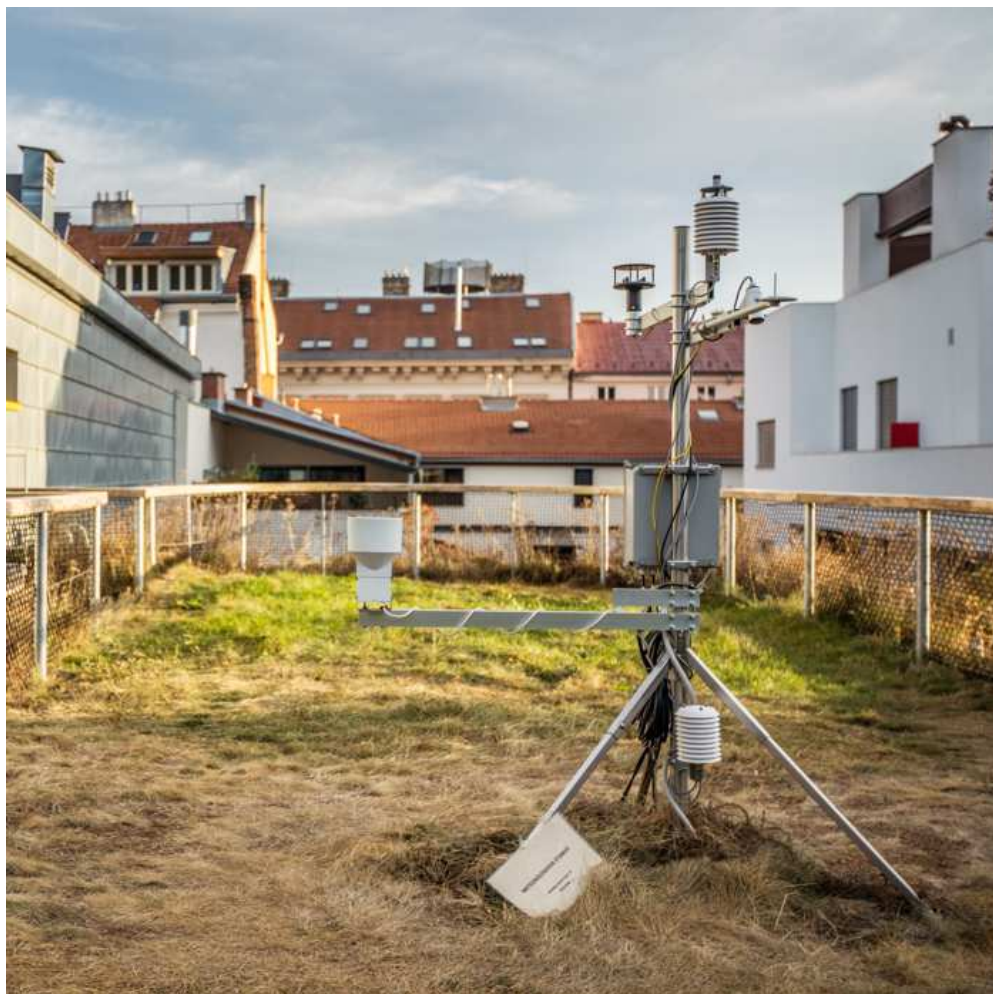
Objekty slouží i pro zaznamenávání vlivů s nimi spojenými. Je zde nespočet sond, které pomáhají monitorovat všechno co se na otevřené zahradě děje. [3]

### A.2.1 Obecné měřené hodnoty

Jak jsem se již zmínil, Otevřená zahrada disponuje mnoha sondami a meteostanicí které vyhodnocují co se v objektu děje a jakou má spotřebu. Zachycuje spotřebu plynu v budově A, elektrickou energii v každém objektu a patře, pitnou vodu pro jednotlivé objekty a spotřebu vyčerpané vody z vrtu, který slouží jako záložní zdroj pro provozní vodu. Provozní voda je získávána primárně ze střech a je svedena do retenční nádrže. Zisk srážkové vody ze střech je také měřen.

Dále se měří dodaný výkon na vytápění a chlazení objektu, výkon spotřebovaný pro teplou vodu a spotřebu elektrické energie na provoz tepelného čerpadla. Jsou zde ale i sondy na stromech. Konkrétně na čtyřech javorech, které měří jejich přírůstek dřeviny, kolik strom spotřebovává vodu z půdy a následně kolik ji vypaří do ovzduší.

Meteostanice je umístěna na zelené střeše objektu C s dvěma čidly ve výšce 0,5 m a 2 m nad terénem. Stanice zaznamenává úhrn srážek, vlhkost a teplotu půdy, směr a rychlost větru a globální a přímé záření. [3]



Obrázek 4, Meteostanice na střeše objektu C. [3]

## A.2.2 Data, které využiji

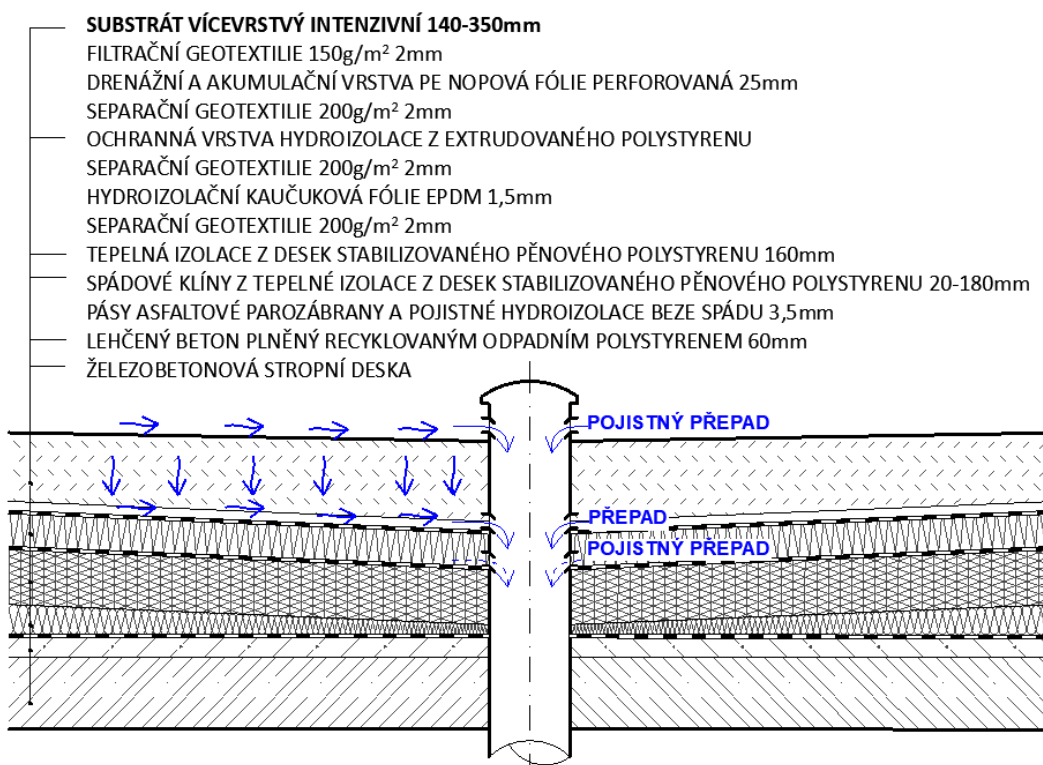
V rámci Diplomové práce budu posuzovat recyklované vody v objektu. Kolik srážkové vody je potřeba pro provoz objektu, kolik z toho se musí dodat z vrtu. K tomu budu potřebovat vědět, kolik přiteče srážkové vody do jímky a kolik budeme muset přivést vody ze studny. Také se nám budou hodit data z meteostanice, konkrétně úhrn srážek.

### A.2.2.1 Zdroj provozní vody

Jako primární zdroj provozní vody slouží srážková voda, která se sbírá ze střech. Zdroj ne zahrnuje střecha objektu A, která je svedena do městské kanalizační stoky, a zelená střecha nad kuchyňkou, která je spolu s vedlejším přístřeškem, svedena do trativodu. Střecha nad kuchyňkou vyhrála 2. místo zelené střechy 2018 v kategorii zelená střecha na rodinném domě. U této střechy se měří pouze odtok srážkové vody, ale z důvodu odtoku do trativodu nemůžeme střechu jako zdroj vody uvažovat.

Specifický je odtok ze zelené střechy objektu C. Na této střeše se měří odtok srážkové vody, který se však může zanedbat. Je to způsobeno navrženou konstrukcí střechy, (*skladbu střechy znázorňuje obrázek č. 5*). Vpusť je záměrně navržena tak, aby se srážková voda primárně vsákla do zeminy a až poté odtekla do vpusti. Háček je v tom, že střecha je zároveň pochozí a za dobu užívání se substrát udusal natolik, že veškerá srážková voda, která naprší, než se stihne dostat k přepadu a vtéct do jímky, tak se odpaří. Jsou zde celkem čtyři vpusti. Tři vedou do retenční nádrže a jedna do jezírka na jihovýchodní straně objektu C, které slouží jako kořenová čistíčka, (*více v kapitole A.3.2.1*). Na téže střeše se také nachází meteostanice a naučná stezka pro návštěvníky zahrady.

### SKLADBA STŘECHY NAD BUDOVOU "C" (SCHÉMA VTOKU)

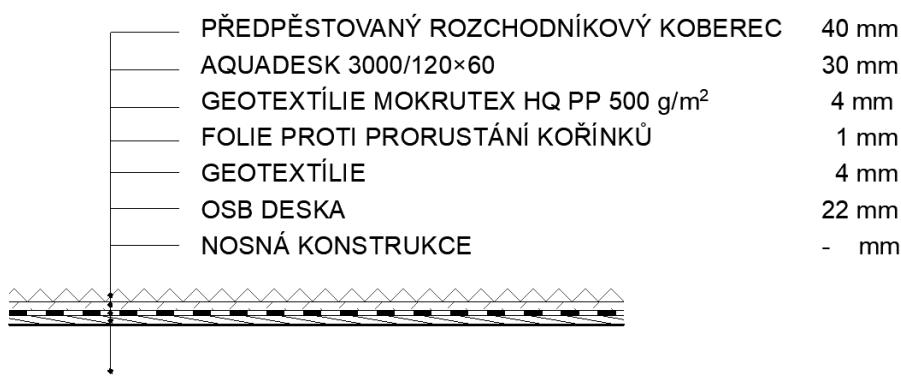


Obrázek 5, Skladba střechy nad objektem C.

Střecha nad objektem B o ploše 330 m<sup>2</sup> má nepropustnou horní vrstvu a veškerá odpadní voda je svedena do hlavní retenční nádrže. Na střeše jsou umístěny solární panely, které nemají vliv na kvalitu ani odtok dešťové vody.

Poslední střecha bistra a přilehlého skladu má experimentální střechu, která se neujala a rostliny zahynuly, (skladbu střechy znázorňuje obrázek č. 6), v tuto chvíli ji pro další výpočty považujeme jako za střechu se štěrkovým posypem. Voda z této střechy je svedena do vedlejší retenční nádrže (na obrázku 7, označeno č. 2), která slouží pro zálivku zahrady. Pokud je v nádrži vody hodně, přetéká přepadem do hlavní nádrže, a naopak pokud je vody nedostatek, čerpá se voda z hlavní nádrže zpátky do vedlejší nádrže. [7]

## SKLADBA EXPERIMENTÁLNÍ STŘECHA NAD BISTREM



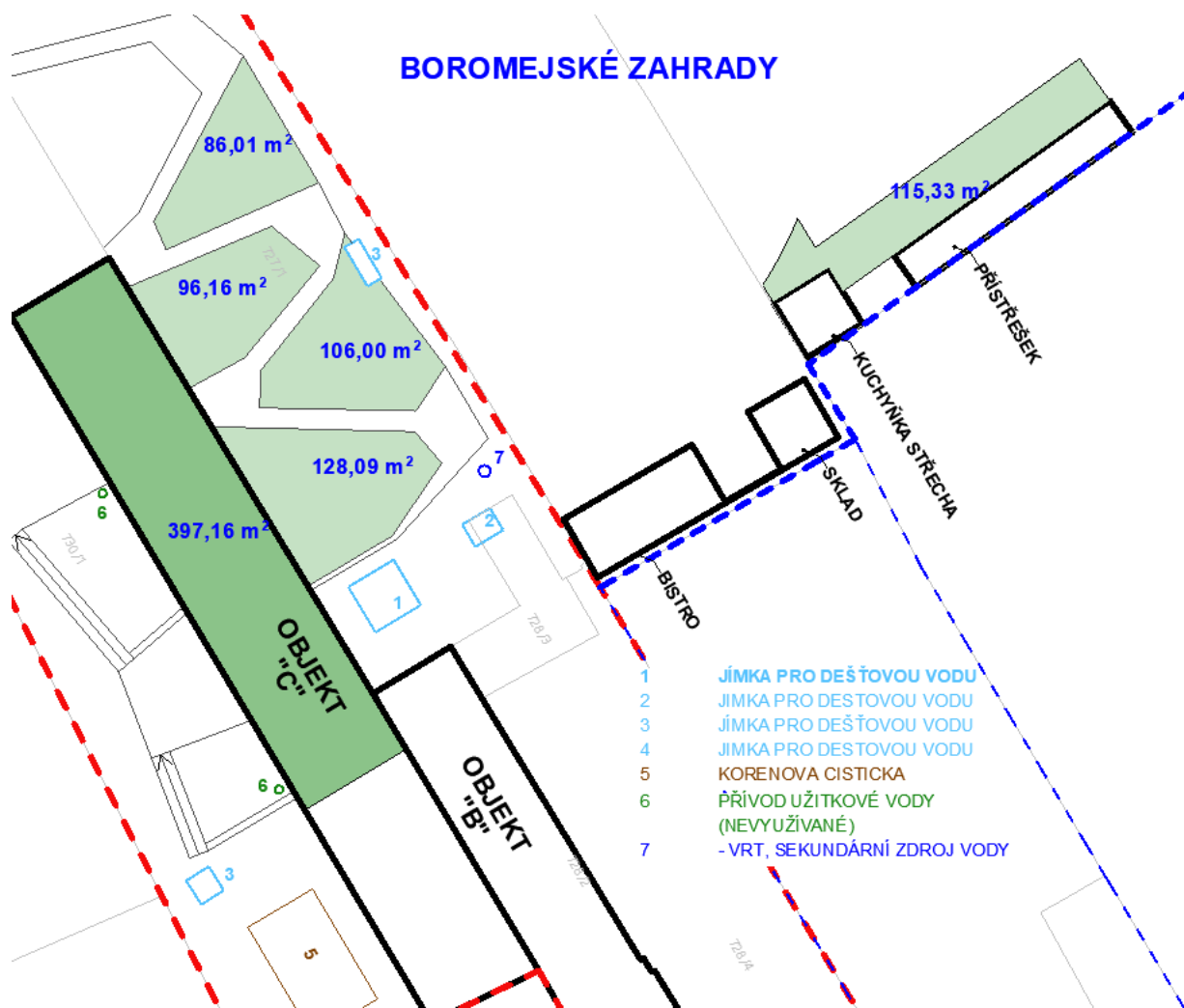
Obrázek 6, Skladba střechy nad bistrem.

Všechny dešťové vody vtékají do hlavní retenční nádrže o užitém objemu 25 m<sup>3</sup>. Při nedostatku dešťové vody je zde i sekundární zdroj. Tento zdroj je z vrtané studny (na obrázku 7, označeno č. 7), který je blízko hlavní jímky. Pokud plovák v hlavní nádrži klesne pod minimální hladinu, automaticky se sepne čerpadlo, které potřebnou vodu dočerpá. Veškeré hodnoty se zaznamenávají a vyhodnocují.

### A.2.2.2 Využití provozní vody

Zadržaná voda v nádržích se využívá na zalévání zeleně a provozování vodní atrakce. Přechištěná voda se pak používá i na splachování záchodů v budově C.

Co se zalévání týká, zalévají se plochy, které mají špatnou udržitelnost vody. Střecha nad objektem C se zalévá v pravidelných intervalech řízených programem, který sám pozná, kdy střecha potřebuje zalít. Z důvodu umístění meteostanice se tato střecha zalévá pouze z části, neboť by meteostanice při zálivce podávala klamné hodnoty. Další plochy, kde je třeba zalévat jsou plochy naučné stezky a plochy před přístřeškem v Boromejské zahradě. Celková plocha zeleně, která se zalévá je 930 m<sup>2</sup>. Schéma ploch, které se zalévají znázorňuje obrázek s označením 7.



Obrázek 7, schéma ploch, které se musí zalévat.

### A.3 Recyklované vody

Diplomovou práci jsem zaměřil hlavně na recyklaci šedých a srážkových vod. Vody začíná být nedostatek a využívání vody na maximum považuji za něco co by mělo být samozřejmostí. Informace, jak lze vody využívat je u každého distributora, který se touto problematikou zabývá spousta, ale málo kdo z nich řekne i problémy, které mohou nastat.

Proto jsem se rozhodl zmapovat situaci na otevřené zahradě, jestli nemá recyklace vody i nějaké stinné stránky, se kterými by se mělo při navrhování počítat.

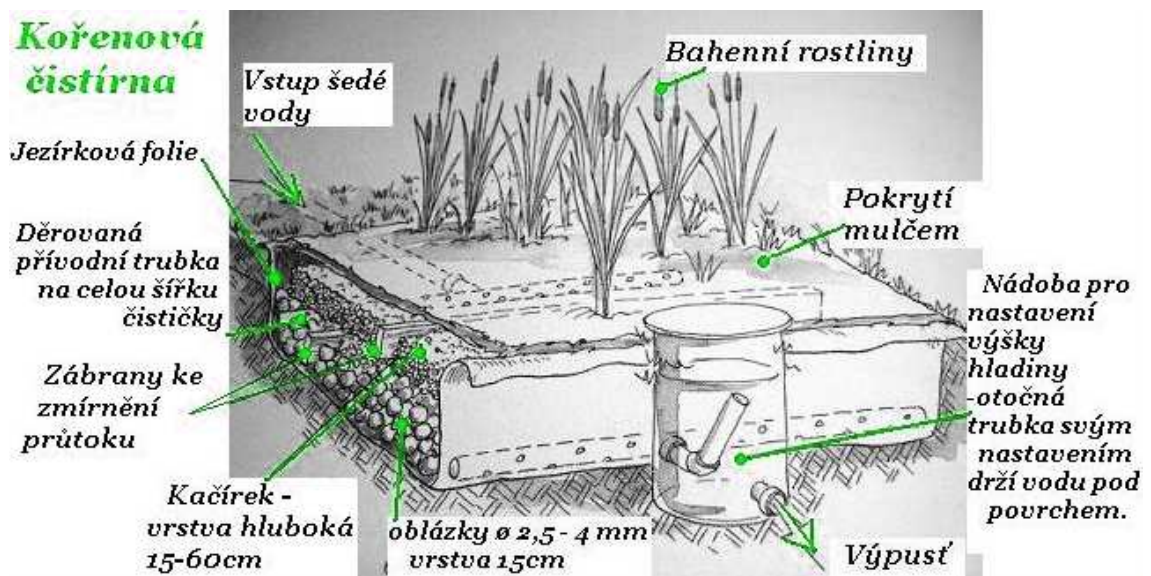
#### A.3.1 Obecně o šedých vodách

Šedé vody se považují za vody splaškové, které neobsahují fekálie a moč, a zároveň za vody, které pocházejí z interiéru. Tím pádem to jsou všechny vody, které jsou vyprodukovány umýváním těla, nebo prádla a přípravou pokrmů. Takže veškerá voda ze sprch, van, umyvadel, ale i dřezů se svede do retenčního čistícího setu, který obsahuje nádrž na šedou vodu, čistící filtry a nádrž na provozní neboli bílou vodu. [4],[5]

Čištění šedé vody se provádí podle míry znečištění. Jinou pozornost budeme věnovat vodě z umývání rukou než vodě z kuchyně, která může obsahovat tuky a zbytky jídel. Vody

z kuchyně se mírou znečištění někdy také nazývají vody černé. Jejich čištění bývá velmi neekonomické, a proto se s vodou v kuchyních pro recyklaci neuvažuje. Voda se čistí ve více fázích. První fáze je zbavení vody hrubých nečistot, to se provádí pomocí filtru mechanických nečistot. Nejpoužívanější jsou filtry sítkové, které se snadně udržují. Jejich výměna závisí na množství přečištěné vody, nebo alespoň jednou do roka. Další alternativní filtry jsou pískové, ty jsou mnohem jemnější než filtry sítkové, ale jejich čištění je náročnější, nebo filtry na horkou vodu. [4], [5], [6]

Další stupeň čištění se provádí pomocí UV lampy. Toto čištění je ekologické, neboť se při něm nevyužívá žádná chemie. UV lampy zbavují vodu bakterií, mikroorganismů. Pokud chceme zapojit i chemii, nejčastěji se používá chlor, nebo ozon. Naopak pokud chceme šedou vodu čistit ekologicky, můžeme pomoci kořenových čističek odpadních vod. Šedé vody se svedou do mokřadů, nebo rákosových jezírek, ze kterých protečou pískovým filtrem s osázenými rostlinami. Přefiltrovaná voda se jímá do nádrží a dále se využívá. Výhodou přírodního čištění je nízká provozní cena. Nevýhodou je pak velká plocha jezírek, které ale mohou také sloužit jako architektonický prvek zahrady. [6]



Obrázek 8, schéma kořenové čističky odpadních vod. [8]

Čištění šedé vody není vhodné brát na lehkou váhu. Pokud je čištění podceněno a provozní voda nespĺňuje požadované hodnoty, zaděláváme si na problém. Ve splachovacích nádržkách se postupem času začnou usazovat nečistoty a tím přestane těsnit plovák a bude protékat záchod. Uvnitř splachovací nádržky u toalety, se může začít objevovat sliz a vše může provázet i zápach. Co ale teprve ucpané potrubí? Pokud naopak je čištění navrženo kvalitně, tak se provozní voda přibližuje kvalitou vodě srážkové. [5]

Bílá provozní voda se dále může používat na splachování záchodů, zalévání zahrady, umývání auta, ale také na praní prádla. Tato voda však v žádném případě nesmí přijít do kontaktu s vodou pitnou. Pokud záložní zdroj šedé vody souží právě voda pitná je třeba napojení provést pomocí beztlakové nádržky s plovákem. Tato nádržka funguje podobně jako splachovací zařízení u toalety. [9]

## A.3.2 Recyklované vody v Otevřené zahradě

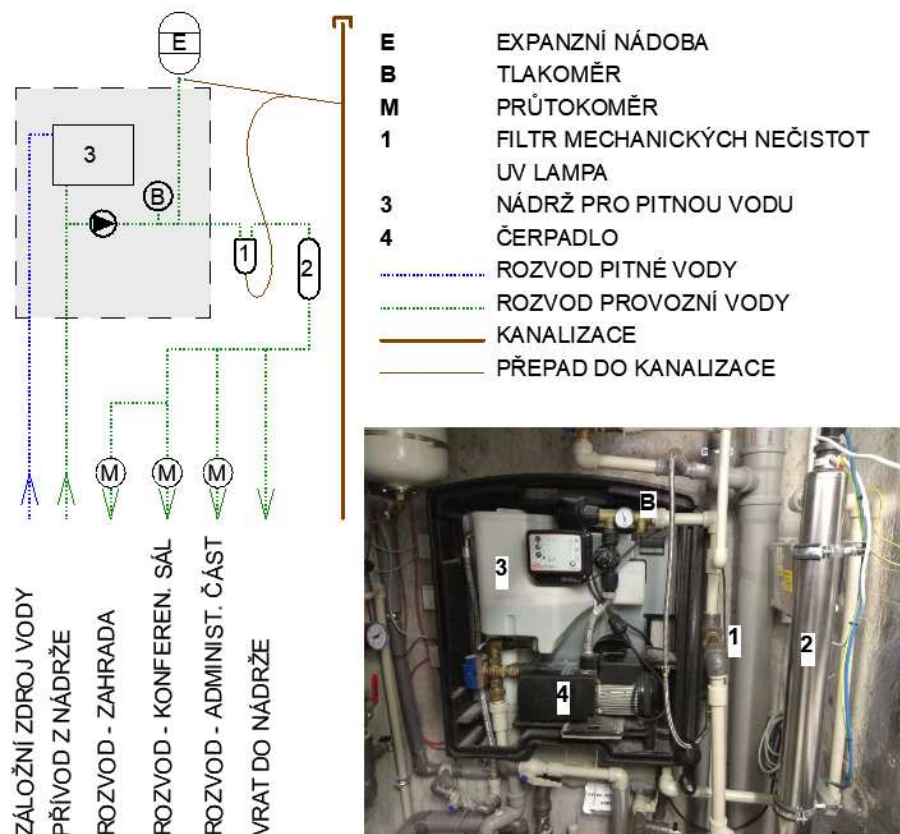
Recyklují se zde vody šedé i srážkové. Šedé vody se čistí a hromadí v kořenové čističce na zahradě ve východní části objektu C a dále se s nimi nepracuje. Srážkové vody se využívají k zalévání zahrady, provozování vodní atrakce a splachování záchodu.

### A.3.2.1 Čištění

Zdroj veškeré provozní vody pochází pouze ze srážkových vod, proto je nemůžeme nazývat vodami šedými, srážkové vody neobsahují větší znečištění. Základní čištění je provedeno pomocí lapačů hrubých nečistot. Provozní vody pro účel uvnitř budovy prochází řadou filtrů skládajících se z mechanické filtrace se zpětným proplachem a čištěním pod UV lampou. Pokud nedochází k odběru provozní vody, vrací se přečištěná voda zpátky do hlavní retenční nádrže a tím tak průběžně koluje a postupně se čistí. [7]

Kvalita přečištěné provozní vody se pouze blíží kvalitě vody pitné. Tím, že voda projede filtrem mechanických nečistot, který zbaví vodu hrubých nečistot a UV lampou, která zbaví vodu bakterií, zajistíme jen aby se neucpávaly plováky ve splachovacích nádržkách. Tímto však nezabráníme mikročasticím, které se usazují na dně záchodů a pisoárů. Tyto usazeniny pak vytvářejí hnědý povrch, jako právě v Otevřené zahradě. Kromě tohoto nedostatku však nebyl upozorován další rozdíl s užíváním běžné pitné vody. Za dobu provozu nebyly zaznamenány problémy s ucpanými plováky pro splachování, oslzlými stěnami v nádržkách, nebo se zápachem. [7]

Pro zalévání zeleně není potřeba vodu dále upravovat, a proto se užívá voda z retenční nádrže bez dalšího upravování.



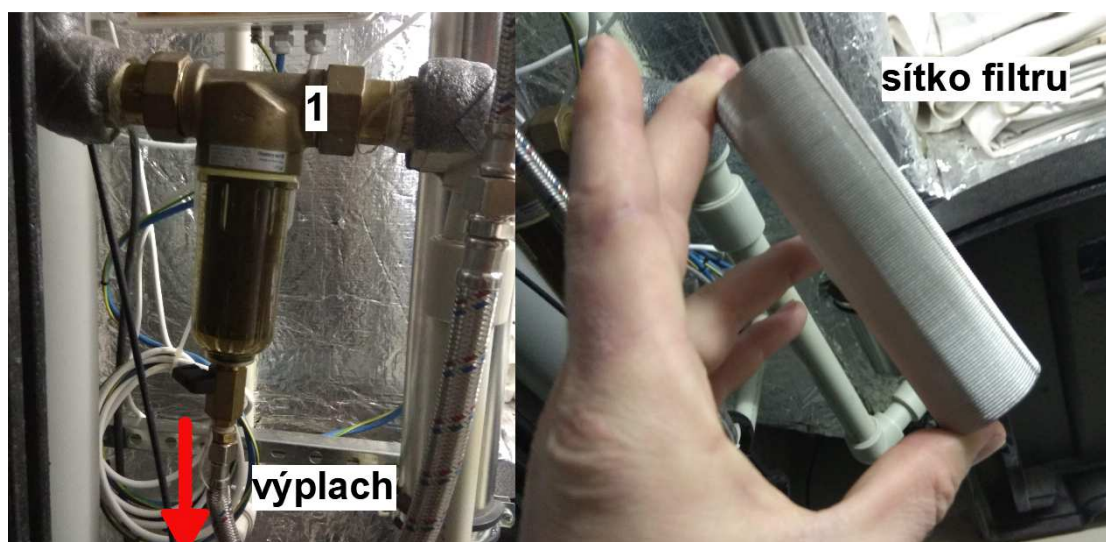
Obrázek 9, Schéma čištění dešťové vody v otevřené zahradě.



**Obrázek 10,** Usazeniny po splachování přečištěnými dešťovými vodami v otevření zahradě.

***Filtr mechanických nečistot*** (na obrázku 9, označeno číslem 1)

Tento filtr slouží pro zbavení hrubých nečistot, které se ve vodě nacházejí. Čištění samotného filtru probíhá buď za provozu, kdy se provede proplach s přepadem do kanalizace anebo mechanickým čištěním sítka, které se provádí dvakrát do roka. Při čištění síta se musí dbát na jeho celistvost, protože při delším používání se v něm mohou vytvořit díry, případně může i prasknout. To se pak musí vyměnit. Tato výměna sítka včetně těsnění stojí zhruba 1 000 Kč. [7]



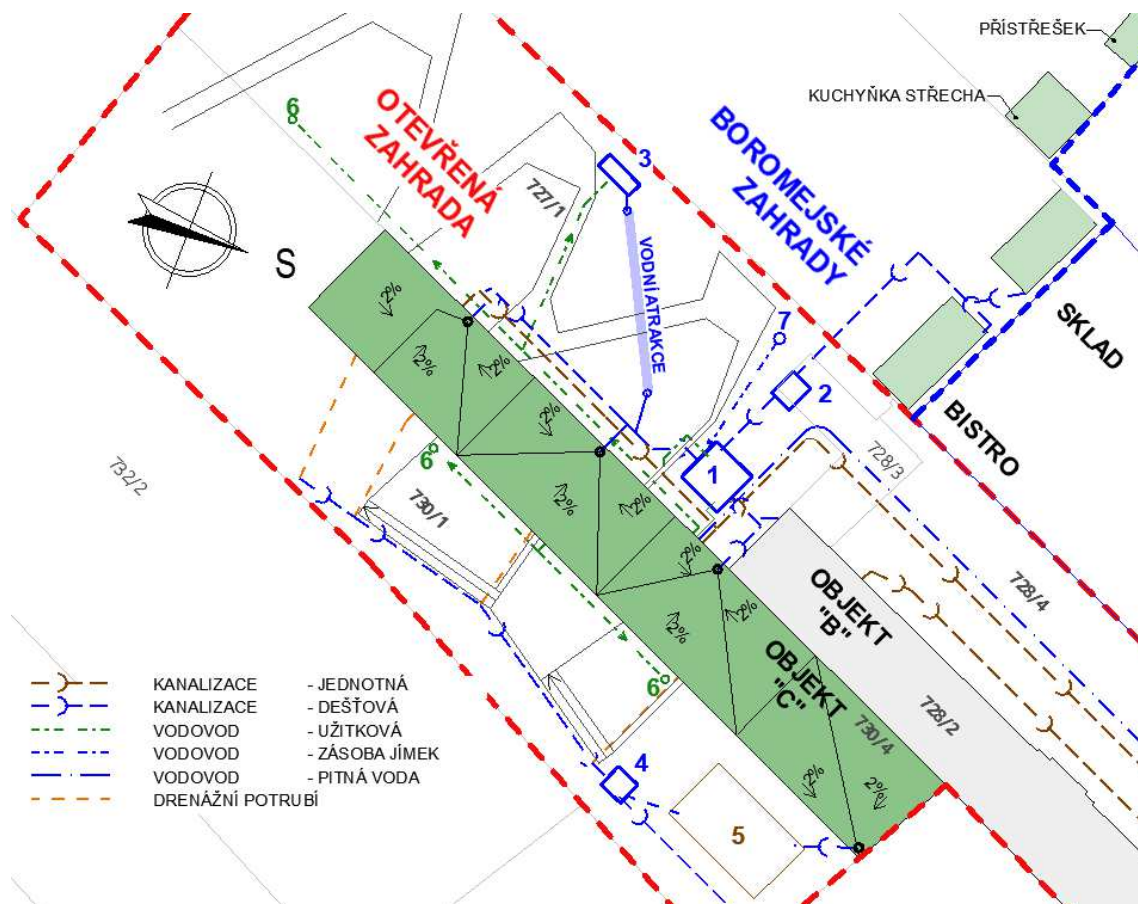
**Obrázek 11,** Mechanický filtr tuhých nečistot v Otevřené zahradě včetně náhradního sítka.

***UV lampa*** (na obrázku 9, označeno číslem 2)

Zbavuje vodu bakterií a mikroorganismů. Lampa má výkon 60 W. Životnost lampy je 8 000 svítících hodin a spíná se v časovém intervalu mezi 5:00 – 23:00 hodinou, to znamená, že se lampa musí měnit zhruba každých sedmnáct měsíců. Výměnu a servis provádí dodavatelská firma a stojí zhruba 3 000 Kč. [7]

### A.3.2.2 Trasování provozních vod v Otevřené zahradě

Srážkové vody se shromažďují v retenčních nádržích. V hlavní o užitném objemu 25 m<sup>3</sup> (na obrázku 12, označeno č. 1) a dvou vedlejších o užitném objemu 7 m<sup>3</sup> a 5 m<sup>3</sup> (na obrázku 12, označeno č. 2 a 3). Většina srážkových vod ze střech vtéká do hlavní nádrže. Pouze ze střechy nad bistro a přilehlým skladem se voda svádí do vedlejší nádrže (2), která při přeplnění přepadem žene vodu také do hlavní nádrže.



Obrázek 12, Trasování vody na Otevřené zahradě.

### Rozvody provozní vody

Většina srážkové vody se zadržuje v hlavní retenční nádrži vně objektu. Z nádrže se voda čerpá přes sací koš umístěný pomocí plováku 150 mm pod hladinou do technické místnosti, kde probíhá čištění. Přechištěná voda se rozděluje na čtyři úseky.

První úsek slouží pro splachování v administrativní části pro 60 pracovníků. Zásobuje celkem devět záchodů a tři pisoáry, které jsou umístěny v objektu C. Druhý úsek zásobuje provozní vodou konferenční sál. Zde jsou tři záchody a jeden pisoár. Tento úsek užívá veřejnost v době provozu zahrady. Voda po spláchnutí se dále nevyužívá a pokračuje do veřejné kanalizace.

Třetí úsek byl uvažován pro zálivku veškeré zeleně a zásobování vodních atrakcí. Jsou zde čtyři výtoky. Tři z nich se nevyužívají (na obrázku 12, označeno č. 6), neboť je to pro zahradníky nepohodlné, ti raději využívají retenční nádrže blíže zahrad, kde mají umístěná ponorná čerpadla s hadicemi. Čtvrtý výtok ústí právě do jedné z těchto retenčních nádrží (na obrázku 12, označeno č. 3), které zahradníci využívají pro zalévání. Z této nádrže je také dotována i vodní



atrakce, která o pár metrů níže přepadem znovu pošle vodu do hlavní retenční nádrže. Voda z atrakcí slouží podobně jako čtvrtý úsek. Celý třetí úsek se v zimním období uzavře a vypustí, aby nedocházelo k promrznutí a popraskání potrubí.

čtvrtý úsek je vratný a spíná se, pokud předchozí úseky nemají odběr. Voda se z něj vrací zpátky do hlavní retenční nádrže. Úsek se spíná časově na základě zkušebního provozu, a kvality vody v nádrži.

Při poruše, údržbě, nebo při nedostatku vody provozní vody je v technické místnosti na rozvodu provozní vody umístěna beztlaková nádrž, napojená na vodovodní domovní řád. Vodovod není přímo napojen na provozní potrubí, ale právě přes nádrž, která funguje na podobném principu jako nádržky u splachovacích záchodů, a tudíž splňuje normu ČSN EN 1717. [9]

### **Kořenová čistička**

Kořenová čistička se nachází na východní straně objektu C (*na obrázku 12, označeno č. 5*). Je zprovozněna pouze v letním období. Přes zimu jsou splaškové vody svedeny do veřejné kanalizační stoky. Do kořenové čističky se svádí pouze část zařizovacích předmětů obsluhující kancelářské prostory a část srážkové vody ze střechy objektu C. Konkrétně ze dvou výlevků, dvou dřezů a čtyř umyvadel. Tyto zařizovací předměty se nacházejí v severní části objektu ve 2. a 3. nadzemním podlaží. Záchody a pisoáry nejsou svedeny do kořenové čističky, ale do veřejné kanalizace. Část zelené střechy je svedena do kořenové čističky. Vpusť se nachází v severní části střechy.

Přečištěná šedá voda z kořenové čističky pokračuje přepadem do retenční nádrže (*na obrázku 12, označeno č. 4*), kde se voda zadržuje a užívá se na zalévání zahrady ve východní části zahrady. Nádrž je dotována mimo kořenové čističky také pomocí drenážních potrubí umístěných ve svahu zahrady na východní straně a odvádějí z něj přebytečnou vodu. Je zde přibližně 35 m drenážního potrubí, která se svádí do retenční nádrže. Přebytečná voda z nádrže přepadem odtéká do veřejné kanalizační stoky. [7]



**Obrázek 13**, Kořenová čistička v Otevřené zahradě. [10]

Jelikož se spousta dat nezaznamenávají, nebo je nelze změřit, není možno dojít k žádnému závěru, který by se týkal šedých vod procházejících přes kořenovou čističku. Už jen to, že nedokážeme zjistit, kolik vody drenáže ve svahu odvodní. Ze zkušeností údržby Otevřené zahrady bylo však zjištěno, že jezírko není dostatečně dotované šedou vodou. Veškerá voda, která do čističky doteče v ní zůstane a přebytek vody zůstává nevyužit. Je to pravděpodobně způsobeno již zmíněnou zkušeností s odtokem vody na střeše objektu C, o kterém jsem se zmínil v kapitole A.2.2.1. Substrát na střeše je velmi udusán a srážková voda odtéká pouze v minimálním množství, a tak jezírko přichází o velkou část vody, která při dimenzování byla uvažována. [7]

## A.4 Posouzení retenčních nádrží

V této kapitole posoudím nádrže, jestli jsou dostatečně velké a jaké je jejich využití.

### A.4.1 Retenční nádrž (na obrázku 12, označeno č. 2)

Tato nádrž je zásobena ze střechy bistra a přilehlého skladu o celkové ploše 86,2 m<sup>2</sup>. Povrch střechy je experimentálně zelená střecha, která uhynula a v tuto chvíli je na ní ve velké míře kačírek. Nádrž se využívá pro kropení zeleně na ploše zhruba 243,4 m<sup>2</sup>. Nádrž má celkový objem 9 m<sup>3</sup>, z toho užitečný objem tvoří 7 m<sup>3</sup>.

Posuzoval jsem, jestli zdroj srážkové vody ze střech bude dostačující pro zalévání. Výsledek byl kladný i s malou rezervou. Podle normových hodnot do nádrže za rok nateče 30,4 m<sup>3</sup> vody a na zalévání se spotřebuje 29,2 m<sup>3</sup>. Pro výpočet jsem použil normu ČSN EN 16941-1. [11]

Tabulka 1, Výpočet, zda vystačí dešťová voda pro odpovídající zalévanou plochu dle ČSN EN 16941-1.

Potřeba nepitné vody		<i>dle normy ČSN EN 16941-1</i>	
Q <sub>zal</sub> ...	potřeba nepitné vody pro zalévání	Q <sub>zal</sub> =	1 l/(m <sup>2</sup> ×den) 120 l/(m <sup>2</sup> ×rok)
S...	plocha, která se zalévá	S=	243,40 m <sup>2</sup>
D <sub>f,d</sub> ...	Maximální denní potřeby nepitné vody pro zalévání	D <sub>f,d</sub> ...	29208,00 l/rok
Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody			
A...	půdorysný průmět sběrné plochy	A=	86,20 m <sup>2</sup>
h...	dlouhodobý srážkový normál	h=	559 mm
e...	součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy	e=	0,7
η...	hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody	η=	0,9
Y <sub>R</sub> ...	Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody	Y <sub>R</sub> =	30357,05 l/rok
Posouzení využití srážkové vody			
Využití srážkové vody je optimální pokud platí vztah			
Y <sub>R</sub> =	30,4 m <sup>3</sup> /rok	≥ D <sub>t,a</sub> =	29,2 m <sup>3</sup> /rok => Vyhovuje

Srovnával jsem výpočet i s nejsušším obdobím zaznamenané meteostanicí v Otevřené zahradě, byl to rok 2018. V tomto případě by srážkové vody nestačily a muselo by se dodat ze studny 7,6 m<sup>3</sup>. Z důvodu proměnlivosti experimentální střechy jsem nebyl schopen určit součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy. Proto jsem ho nechal stejný jako pro předchozí normovou variantu.

Kdyby se střecha porovnávala naopak v nejdeštivějším rokem 2017, kdy počet srážek činil 529 mm, chybělo by tak 0,5 m<sup>3</sup> vody. Tohle množství vody by se také muselo dotovat ze studny.

**Tabulka 2, Výpočet, zda vystačí dešťová voda pro odpovídající zalévanou plochu**

<b>Potřeba nepitné vody</b>		<i>dle skutečnosti</i>	
q <sub>zal</sub> ...	potřeba nepitné vody pro zalévání	q <sub>zal</sub> =	1 l/(m <sup>2</sup> ×den)
			120 l/(m <sup>2</sup> ×rok)
S...	plocha, která se zalévá	S=	243 m <sup>2</sup>
D <sub>f,d</sub> ...	Maximální denní potřeby nepitné vody pro zalévání	D <sub>f,d</sub> ...	29208 l/rok
<b>Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody</b>			
A...	půdorysný průmět sběrné plochy	A=	86,20 m <sup>2</sup>
h...	nejméně zaznamenaný počet srážek v Otevřené zahradě (2018)	h=	398,4 mm
e...	součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy	e=	0,7
η...	hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody	η=	0,9
Y <sub>R</sub> ...	Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody	Y <sub>R</sub> =	21636 l/rok
<b>Posouzení využití srážkové vody</b>			
Využití srážkové vody je optimální pokud platí vztah			
Y <sub>R</sub> =	21,6 m <sup>3</sup> /rok	≥ D <sub>t,a</sub> =	29,2 m <sup>3</sup> /rok => <b>Nevyhovuje</b>
Počet srážek není dostatečně velký. Bude se muset dotovat voda z vrtů a to <b>7,6 m<sup>3</sup>/rok</b>			

Dále jsem posuzoval velikost nádrže. Předpokládal jsem třítydenní suchu, a že na počátku období sucha bude nádrž plná. V tomto případě by se celá nádrž za normového používání vyčerpala za 29 dnů, což je 73 % rezerva.

**Tabulka 3, Výpočet potřebné velikosti nádrže.**

<b>Velikost nádrže</b>	
• dimenzuje se na 2-3 týdny sucha	
q <sub>zal</sub> ...	potřeba nepitné vody pro zalévání
S...	plocha, která se zalévá
t...	Počet suchých dnů
V <sub>potř</sub> ...	Potřebná velikost nádrže
V <sub>skut</sub> ...	Skutečná velikost nádrže
q <sub>zal</sub> =	1 l/(m <sup>2</sup> ×den)
S=	243,40 m <sup>2</sup>
t=	21 dnů
V <sub>potř</sub> =	5,1 m <sup>3</sup>
V <sub>skut</sub> =	7 m <sup>3</sup>
V <sub>skut</sub> =	7,0 m <sup>3</sup> ≥ V <sub>potř</sub> = 5,1 m <sup>3</sup> => <b>Vyhovuje</b>
=>Maximální možný počet suchých dnů	t <sub>max</sub> = 29 dnů

#### A.4.2 Hlavní retenční nádrž (na obrázku 12, označeno č. 1)

Pro přítok srážkových vod do hlavní nádrže uvažujeme pouze střechu nad objektem B o ploše 332,4 m<sup>2</sup>, jelikož střecha nad objektem C nepropouští žádnou vodu (*více jsem tento problém rozebral v kapitole A.2.2.1*), a střechy nad bistroem a přilehlým skladem které dotují podružnou retenční nádrž, která podle předchozích výpočtů využije veškerou vodu, která do ní vteče. A podle výpočtů s reálnými údaji se ještě musí voda do nádrže přičerpávat.



Obrázek 14, Pohled na vodní atrakce v Otevřené zahradě. [12]

Nádrž slouží pro zásobování vodou vodní atrakce, zalévání zeleně a pro splachování záchodů v objektu C. Splachování toalet se měří ve dvou úsecích. Administrativní část slouží pro šedesát pracovníků, kteří pracují 246 dní v roce a mají normovou spotřebu nepitné vody 15 l/ (os. × den). [11] V této části se nachází tři pisoáry a devět záchodů. Ve veřejné části konferenčního sálu se nachází pisoár a tři záchodové mísy. Norma neudává potřebu nepitné vody pro veřejné záchody, a proto jsem do výpočtu zahrnul průměr spotřeby provozní vody WC ve veřejné části za období čtyř roků. Zpětně jsem pak určil, kolik litrů spotřebuje veřejnost za den. Výsledek pak byl 100 000 l/rok a 407 l/den. Přepočítat tohle množství na osobu a den by bylo nepřesné, neboť četnost návštěvníků se nezaznamenává.

Co se zalévání týká, zalévá se část střechy objektu C a přilehlá zeleň o ploše 685 m<sup>2</sup>.

Nádrž má celkový objem 30 m<sup>3</sup>, z toho užitečný objem tvoří 25 m<sup>3</sup>. Do tohoto objemu můžeme přičíst i další retenční nádrž (na obrázku 12, označeno č. 3) o celkovém objemu 7 m<sup>3</sup>, z toho užitečný objem tvoří 5 m<sup>3</sup>. Započítat ji můžeme, neboť voda do ní se čerpá právě z hlavní nádrže, poté se z ní zalévá, nebo se použije jako zdroj vodní atrakce. A právě pomocí vodní atrakce se voda přepadem dostává zpátky do hlavní nádrže a tím se kruh uzavře.

Ani dostatek srážek nevystačí pro zálivku a splachování. Nádrž bude muset být dotována právě z kopané studny vedle nádrže. Je to nejspíš způsobeno tím, že v projektu se uvažovalo

s fungující střechou nad objektem C, která měla vykazovat odtok vody, ale v průběhu let se stala nefunkční a nádrž přišla o velkou dotaci vody právě z této střechy. Více jsem se o problému zmínil v kapitole A.2.2.1.

Kdyby se s vodou pouze zalévalo srážková voda by stačila pouze pro zalévání, ale jelikož se s ní i splachuje potřebujeme dodat 269,6 m<sup>3</sup>/rok

**Tabulka 4**, Výpočet, zda vystačí dešťová voda v hlavní nádrži pro odpovídající zalévanou plochu a splachování toalet dle ČSN EN 16941-1.

Potřeba nepitné vody		dle normy ČSN EN 16941-1	
<b>• pro zalévání</b>			
$Q_{zal}$ ...	potřeba nepitné vody pro zalévání	$Q_{zal} =$	1 l/(m <sup>2</sup> *den) 120 l/(m <sup>2</sup> *rok)
$S$ ...	plocha, která se zalévá	$S =$	685 m <sup>2</sup>
$D_{f,d}$ ...	Maximální denní potřeby nepitné vody pro zalévání	$D_{f,d} =$	82232,4 l/rok
<b>• pro provozní vodu v administrativní části</b>			
$n$ ...	počet osob v budově	$n =$	60 osob
$d_a$ ...	počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá	$d_a =$	246 dnů
$D_{p,d}$ ...	denní potřeba nepitné vody související s osobami	$D_{p,d} =$	15 l/(os*den)
$D_{p,d, celk}$ ...	celkovádenní potřeba nepitné vody	$D_{p,d, celk} =$	221143 l/rok
<b>• pro provozní vodu v konferenční části (wc pro veřejnost)</b>			
$D_{p,d, celk}$ ...	celkovádenní potřeba nepitné vody (určeno průměrnou spotřebou za rok)	$D_{p,d, celk} =$	100000 l/rok
$d_a$ ...	počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá	$d_a =$	246 dnů
$D_{p,d}$ ...	denní potřeba nepitné vody pro wc pro veřejnost	$D_{p,d} =$	407 l/(den)
<b>• celková potřeba nepitné vody = DN,d</b>			
$D_{N,d} = D_{p,d, celk} + D_{f,d}$		$D_{N,d} =$	403375 l/rok
<b>Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody</b>			
$A$ ...	půdorysný průmět sběrné plochy	$A =$	332 m <sup>2</sup>
$h$ ...	dlouhodobý srážkový normál	$h =$	559 mm
$e$ ...	součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy	$e =$	0,8
$\eta$ ...	hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody	$\eta =$	0,9
$Y_R$ ...	Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody	$Y_R =$	133784,35 l/rok
<b>Posouzení využití srážkové vody</b>			
Využití srážkové vody je optimální pokud platí vztah			
$Y_R =$	133,8 m <sup>3</sup> /rok	$\geq D_{t,a} =$	403,4 m <sup>3</sup> /rok => <b>Nevyhovuje</b>
Počet srážek není dostatečně velký. Bude se muset dotovat voda z vrtů a to <b>269,6 m<sup>3</sup>/rok</b>			

Dále se budu zabývat reálným stavem hlavní nádrže. Dosadím měřené hodnoty a budu ověřovat, jak se liší od normy. Srážky budu zaznamenávat pro nejsušší zaznamenaný rok a to rok 2018.

Průměrný roční výdej vody pro zalévání je 56,1 m<sup>3</sup>/rok, z čehož jsem vyvodil, že se využije 82 l/(m<sup>2</sup> × rok), nebo dále 0,7 l/(m<sup>2</sup> × den). Z toho usuzuji, že se v otevřené zahradě zalévá mé-

ně a v kratším ročním rozptylu, než udává norma, nebo se bere voda z jiného místa než z nádrží. Jiný zdroj může být přímo ze studny. Průměrná spotřeba nepitné vody za čtyři roky pro splachování v administrativní části činí 238 m<sup>3</sup>/rok. Z toho jsem spočítal, že reálná denní spotřeba nepitné vody je 16 litrů na osobu, což je jen o litr více než normová hodnota.

Hodnoty pro konferenční sál vypočítáme na stejném principu, jako v případě administrativní části budovy.

Po zanesení veškerých hodnot jsem zjistil, že by se ze studny muselo přičerpat 300,9 m<sup>3</sup>/rok, což je o 30 m<sup>3</sup>/rok více než v případě s normovými hodnotami.

**Tabulka 5, Výpočet, zda vystačí dešťová voda v hlavní nádrži v Otevřené zahradě pro nejsušší zaznamenaný rok.**

<b>Potřeba nepitné vody</b>		<b>dle skutečnosti</b>	
<b>• pro zalévání</b>			
$q_{zal}$ ...	potřeba nepitné vody pro zalévání	$q_{zal} =$	0,7 l/(m <sup>2</sup> *den)
			82 l/(m <sup>2</sup> *rok)
$S$ ...	plocha, která se zalévá	$S =$	685 m <sup>2</sup>
$D_{f,d}$ ...	Maximální denní potřeby nepitné vody pro zalévání	$D_{f,d} =$	56100 l/rok
<b>• pro provozní vodu v administrativní části</b>			
$n$ ...	počet osob v budově	$n =$	60 osob
$d_a$ ...	počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá	$d_a =$	246 dnů
$D_{p,d}$ ...	denní potřeba nepitné vody související s osobami	$D_{p,d} =$	16 l/(os*den)
$D_{p,d, celk}$ ...	celková denní potřeba nepitné vody	$D_{p,d, celk} =$	238000 l/rok
<b>• pro provozní vodu v konferenční části (wc pro veřejnost)</b>			
$D_{p,d, celk}$ ...	celková denní potřeba nepitné vody (určeno průměrnou spotřebou za rok)	$D_{p,d, celk} =$	100000 l/rok
$d_a$ ...	počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá	$d_a =$	246 dnů
$D_{p,d}$ ...	denní potřeba nepitné vody pro wc pro veřejnost	$D_{p,d} =$	407 l/(den)
<b>• celková potřeba nepitné vody = DN,d</b>			
$D_{N,d} = D_{p,d, celk} + D_{f,d}$		$D_{N,d} =$	394100 l/rok
<b>Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody</b>			
$A$ ...	půdorysný průmět sběrné plochy	$A =$	332 m <sup>2</sup>
$h$ ...	nejméně zaznamenaný počet srážek v Otevřené zahradě	$h =$	389,6 mm
$e$ ...	součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy	$e =$	0,8
$\eta$ ...	hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody	$\eta =$	0,9
$Y_R$ ...	Průměrný roční nátok srážkové povrchové vody	$Y_R =$	93242,19 l/rok
<b>Posouzení využití srážkové vody</b>			
Využití srážkové vody je optimální pokud platí vztah			
$Y_R =$	93,2 m <sup>3</sup> /rok	$\geq$	$D_{t,a} =$ 394,1 m <sup>3</sup> /rok => <b>Nevyhovuje</b>
Počet srážek není dostatečně velký. Bude se muset dotovat voda z vrtů a to <b>300,9 m<sup>3</sup>/rok</b>			

I u hlavní jímky jsem posuzoval velikost a srovnával normové hodnoty s naměřenými. Užitený objem jsem sčítal s vedlejší jímkou, takže celkový užitený objem je 30 m<sup>3</sup>.

Obě varianty těsně splnili dvoutýdenní období sucha. Překvapivě na tom byla o den lépe varianta se skutečnými hodnotami, ač za celý rok musíme přičerpat více vody. Tato skutečnost byla zapříčiněna právě suchým obdobím, který na výpočet nemá vliv.

Tabulka 6, Výpočet potřebné velikosti hlavní nádrže dle ČSN EN 16941-1.

<b>Velikost nádrže</b>		<b>dle normy ČSN EN 16941-1</b>	
• dimenzuje se na 2-3 týdny sucha			
<b>Pro zalévání</b>			
q <sub>zal</sub> ...	potřeba nepitné vody pro zalévání	q <sub>zal</sub> =	1 l/(m <sup>2</sup> *den)
S...	plocha, která se zalévá	S=	685 m <sup>2</sup>
<b>Splachování toalet v Administrativní části</b>			
D <sub>p,d</sub> ...	denní potřeba nepitné vody	D <sub>p,d</sub> =	900 l/den
<b>Splachování toalet ve veřejné části</b>			
D <sub>p,d</sub> ...	denní potřeba nepitné vody	D <sub>p,d</sub> =	407 l/den
<b>Celková denní spotřeba nepitné vody</b>			
t...	Počet suchých dnů	D <sub>p,d, celk.</sub> =	<b>1 992 l/den</b>
V <sub>potř.</sub> ...	Potřebná velikost nádrže	t=	14 dnů
V <sub>skut.</sub> ...	Skutečná velikost nádrže	V <sub>potř.</sub> =	27,9 m <sup>3</sup>
		V <sub>skut.</sub> =	30 m <sup>3</sup>
V <sub>skut</sub> = <b>30,0 m<sup>3</sup></b> ≥ V <sub>potř.</sub> = <b>27,9 m<sup>3</sup></b> =>		Vyhovuje	
=>Maximální možný počet suchých dnů		t <sub>max</sub> =	<b>15,1 dnů</b>

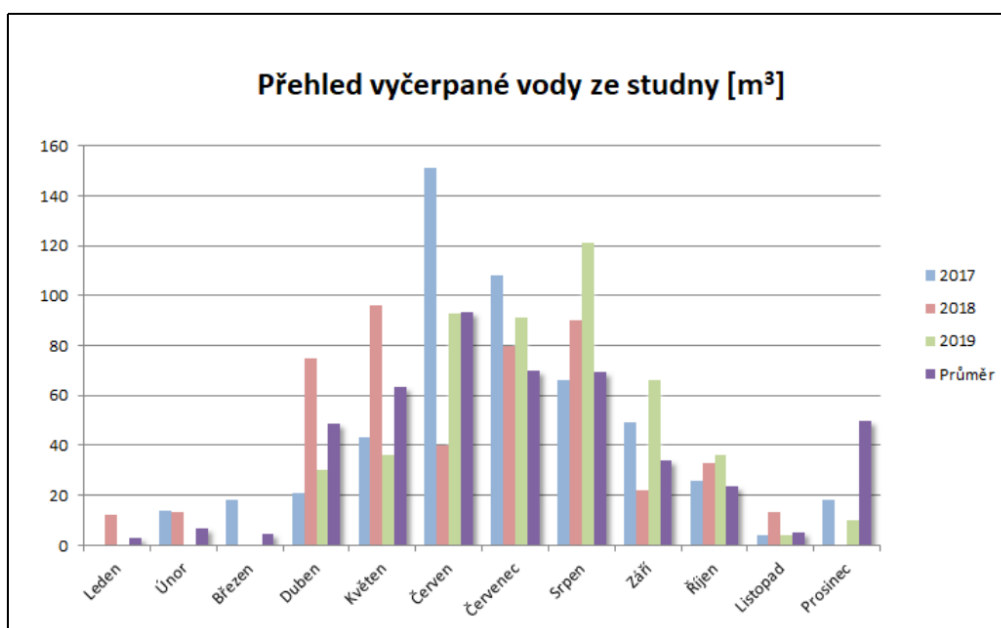
Tabulka 7, Výpočet potřebné velikosti hlavní nádrže dle naměřených hodnot.

<b>Velikost nádrže</b>		<b>dle skutečnosti</b>	
• dimenzuje se na 2-3 týdny sucha			
<b>Pro zalévání</b>			
q <sub>zal</sub> ...	potřeba nepitné vody pro zalévání	q <sub>zal</sub> =	0,7 l/(m <sup>2</sup> *den)
S...	plocha, která se zalévá	S=	685 m <sup>2</sup>
<b>Splachování toalet v Administrativní části</b>			
D <sub>p,d</sub> ...	denní potřeba nepitné vody	D <sub>p,d</sub> =	969 l/den
<b>Splachování toalet ve veřejné části</b>			
D <sub>p,d</sub> ...	denní potřeba nepitné vody	D <sub>p,d</sub> =	407 l/den
<b>Celková denní spotřeba nepitné vody</b>			
t...	Počet suchých dnů	D <sub>p,d, celk.</sub> =	<b>1 843 l/den</b>
V <sub>potř.</sub> ...	Potřebná velikost nádrže	t=	14 dnů
V <sub>skut.</sub> ...	Skutečná velikost nádrže	V <sub>potř.</sub> =	25,8 m <sup>3</sup>
		V <sub>skut.</sub> =	30 m <sup>3</sup>
V <sub>skut</sub> = <b>30,0 m<sup>3</sup></b> ≥ V <sub>potř.</sub> = <b>25,8 m<sup>3</sup></b> =>		Vyhovuje	
=>Maximální možný počet suchých dnů		t <sub>max</sub> =	<b>16,3 dnů</b>

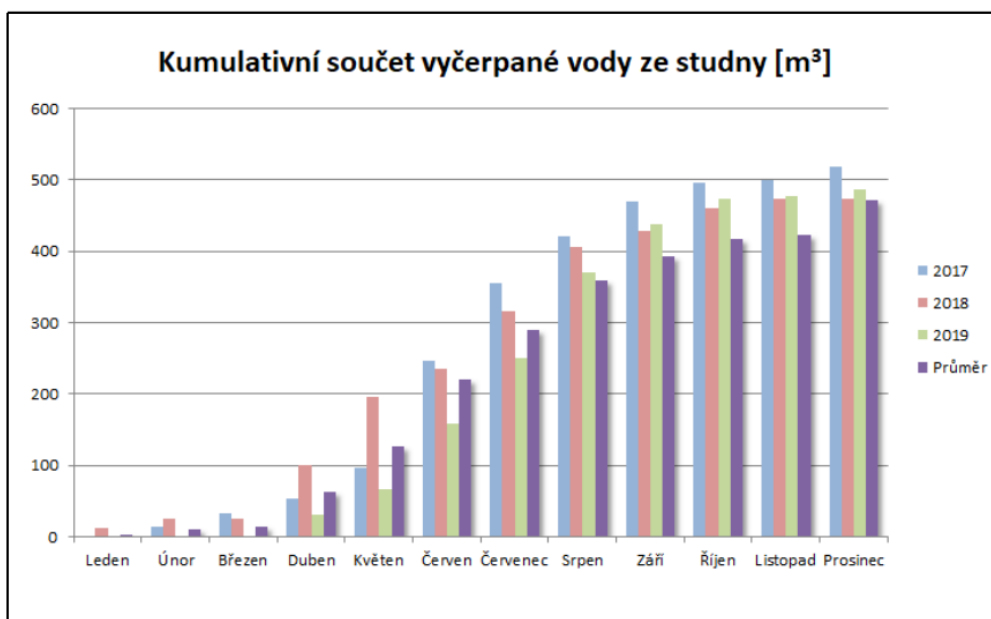
### A.4.3 Studna

Tato vrtaná studna (na obrázku 12, označeno č. 7) je hluboká 30 m. Primární účel má zásobovat nedostatek srážkové vody v období sucha. Voda se ze studny čerpá do hlavní retenční nádrže. [10]

Podle předchozích výpočtů (tabulka č. 5) by se teoreticky mělo ze studny ročně vyčerpávat 300 m<sup>3</sup> vody. Realita však mluví jinak. Jsou naměřené tři roky a průměrná roční spotřeba vody ze studny činila 472 m<sup>3</sup>, což je o 172 m<sup>3</sup> více než se uvažovalo. Může to být zaviněno zčásti nárazovými dešti, kdy se hlavní nádrž naplní a přeteče přepadem do veřejné kanalizace, nebo nějakým jiným odběrem, který není znám. Nejpravděpodobněji tento neznámý odběr bude neměřené zalévání zahrady přímo ze studny.



Graf 1, Přehled vyčerpané vody ze studny.

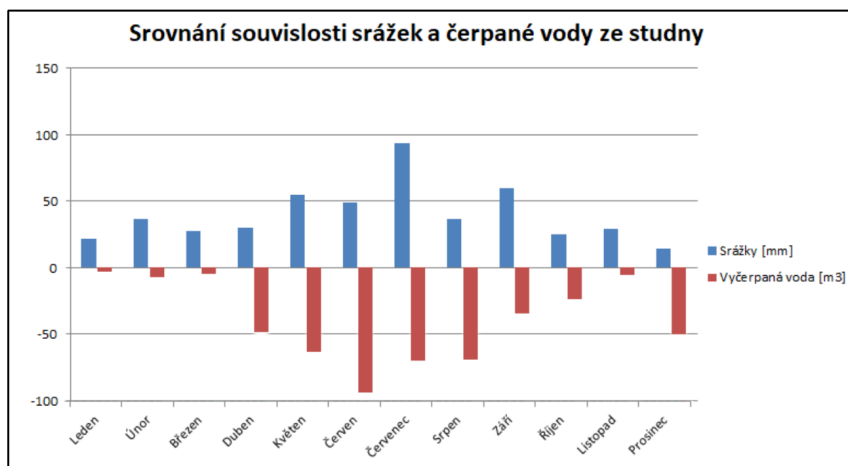


Graf 2, Součet vyčerpané vody ze studny.

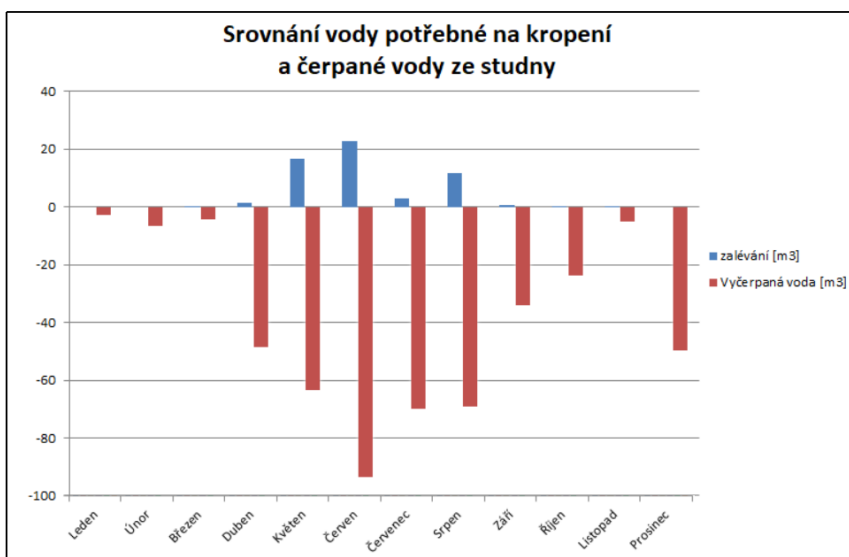


Vzniklou otázku, kam se ztrácí voda ze studny jsem se pokusil rozluštit v grafu 3 a 4, kdy jsem porovnal závislost mezi úhrnem srážek, vodou potřebnou pro kropení a čerpanou vodou ze studny. Za data jsem dosazoval vždy průměr z měřeného období.

Nejvíce vody pro zalévání se spotřebuje v létě. Zároveň ale i nejvíce srážek připadá na léto. Z grafu můžeme odhadnout, že oněch 172 m<sup>3</sup>, které nemají daný účel můžeme opravdu považovat za kropení zeleně, které se neměří.



Graf 3, Závislost mezi čerpáním vody ze studny a úhrnem srážek.



Graf 4, Závislost mezi čerpáním vody ze studny a spotřebou vody na zalévání zeleně.

## A.5 Otevřená zahrada z pohledu normy

Normové hodnoty byly stanoveny na základě experimentů a spousty měření. V této kapitole budu srovnávat normové hodnoty s hodnotami které byli naměřeny v Otevřené zahradě.

Již v předchozí variantě jsem často srovnával normové hodnoty s naměřenými hodnotami. Proto některé jen zmíním, ale nějak víc je nebudu rozebírat.

### Použité normy:

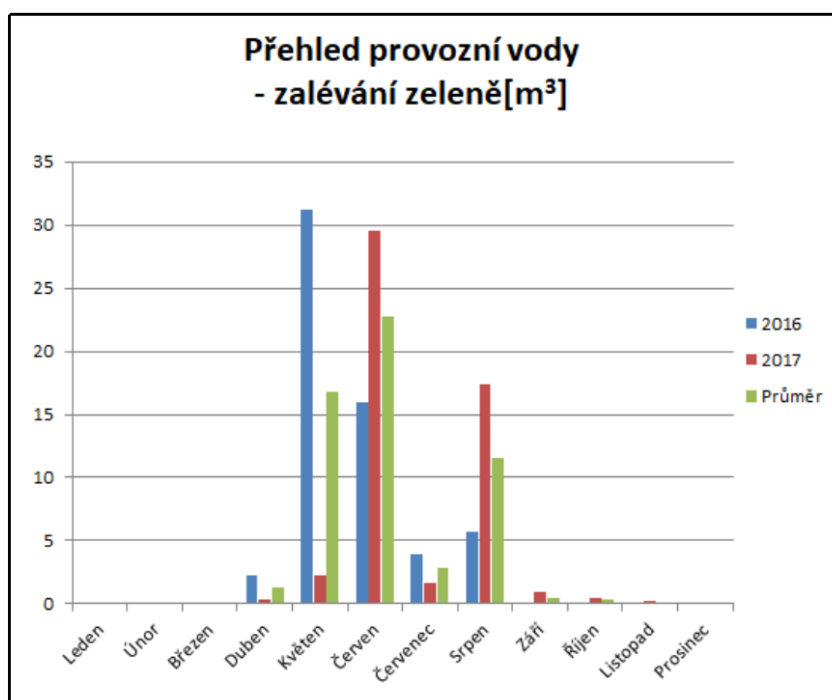
- ČSN EN 16941-1 (75 6781) Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod [11]

### A.5.1 Potřeba nepitné vody pro kropení zeleně

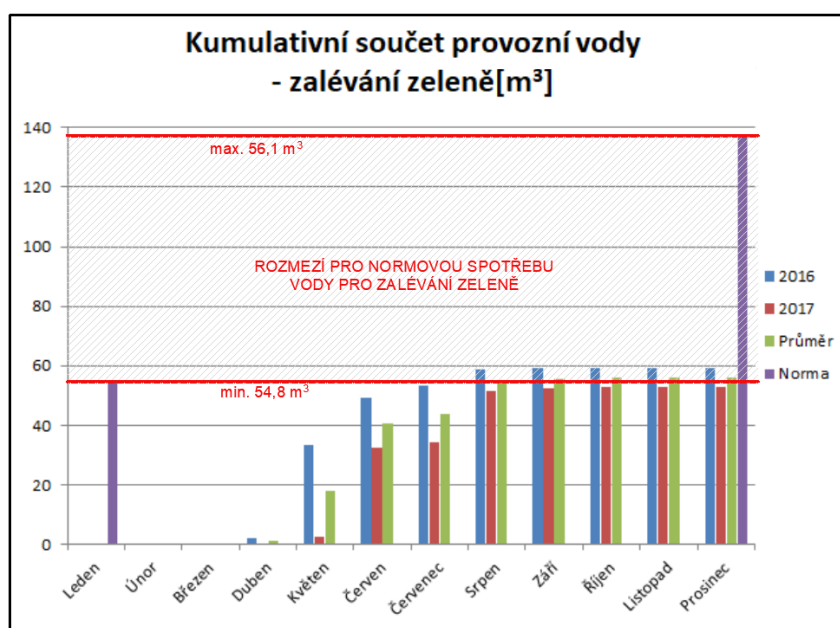
Podle normy vychází zhruba  $1,0 \text{ l/m}^2$  na jedno kropení, nebo **80 až 200 l/(m<sup>2</sup> × rok)** za předpokladu, že se kropí od dubna do září.

V Otevřené zahradě se kropení zeleně zaznamenávalo pouze dva roky. Z grafu s číslem 5 můžeme vyčíst, že se nejvíce zalévalo od května do srpna a z grafu 6 pak, že součet srážek se dotkne pouze spodní hranice normových hodnot.

Tohle mohlo ovlivnit několik faktorů. Nedostatečné zalévání v měsíci červenec, kdy mohla nastat nějaká mimořádná situace, např. odstavení systému, nebo jeho porucha. Dalším faktorem může být použití vody ze zdroje, u kterého není měřen odběr atd.



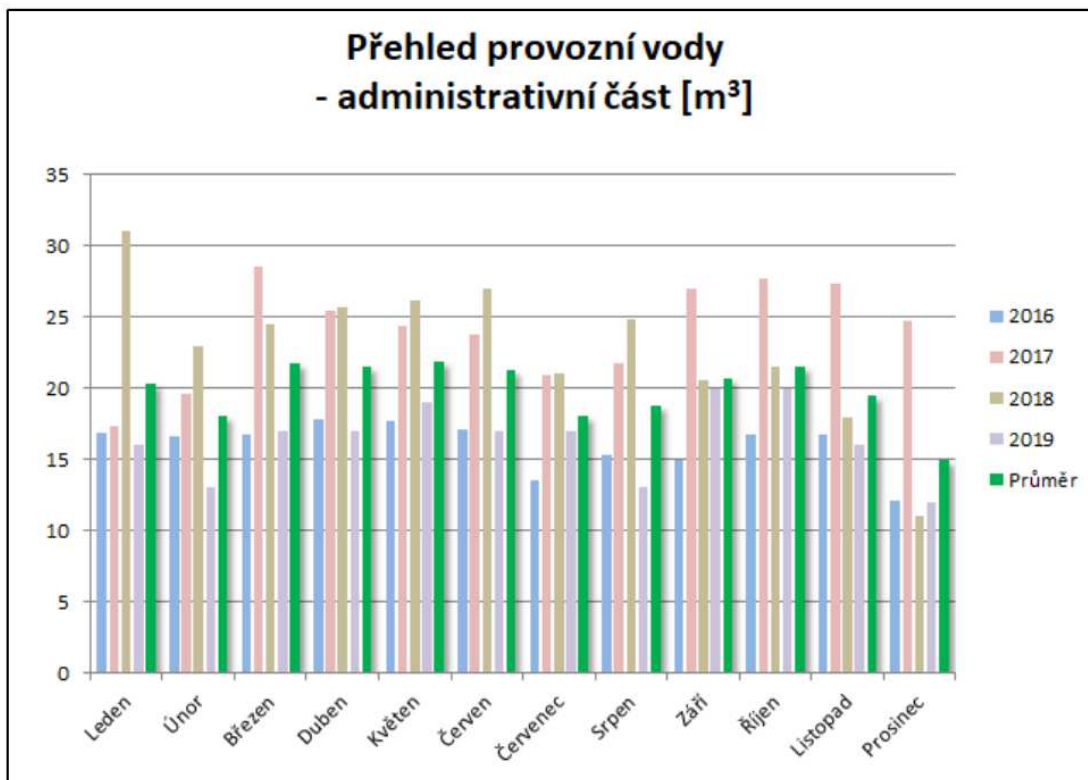
Graf 5, Přehled provozní vody pro zalévání zeleně.



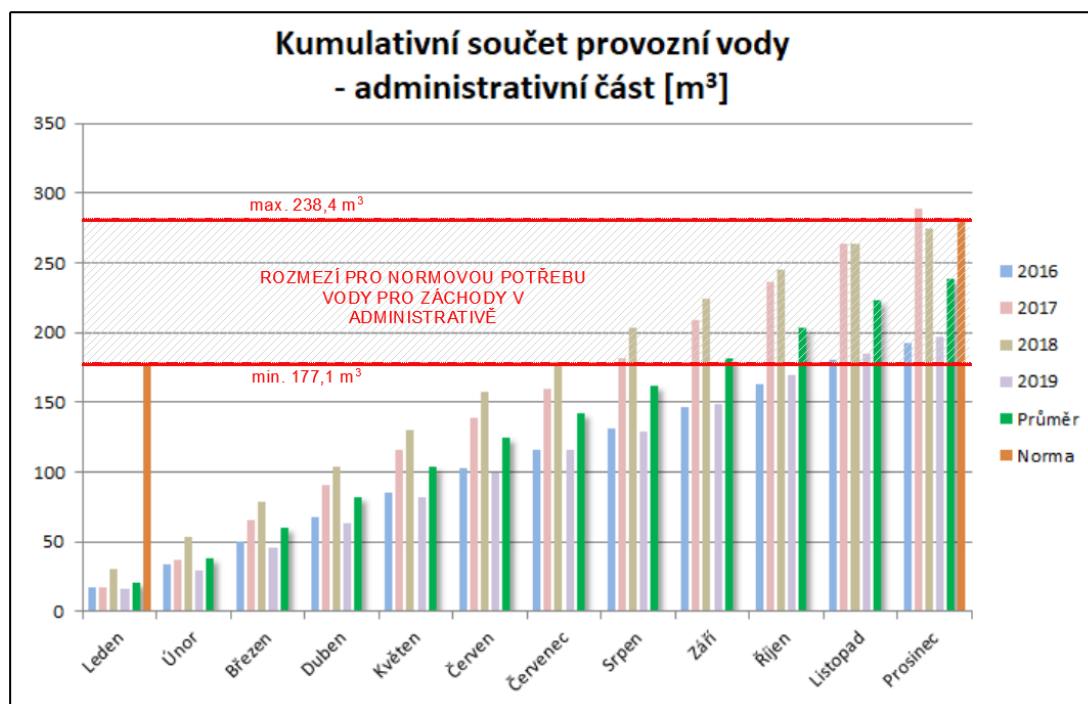
Graf 6, Součet provozní vody za rok pro zalévání zeleně.

## A.5.2 Potřeba nepitné vody pro záchody v administrativní budově

Norma uvažuje potřebu nepitné vody **12 až 19 l/(osoba × den)**. Z tabulky č. 5 jsem zjistil, že průměrná potřeba nepitné vody za čtyři roky v Otevřené zahradě činí **16 l/(osoba × den)**, což je hodnota shodující se s normou.



Graf 7, Přehled provozní vody v administrativní části.

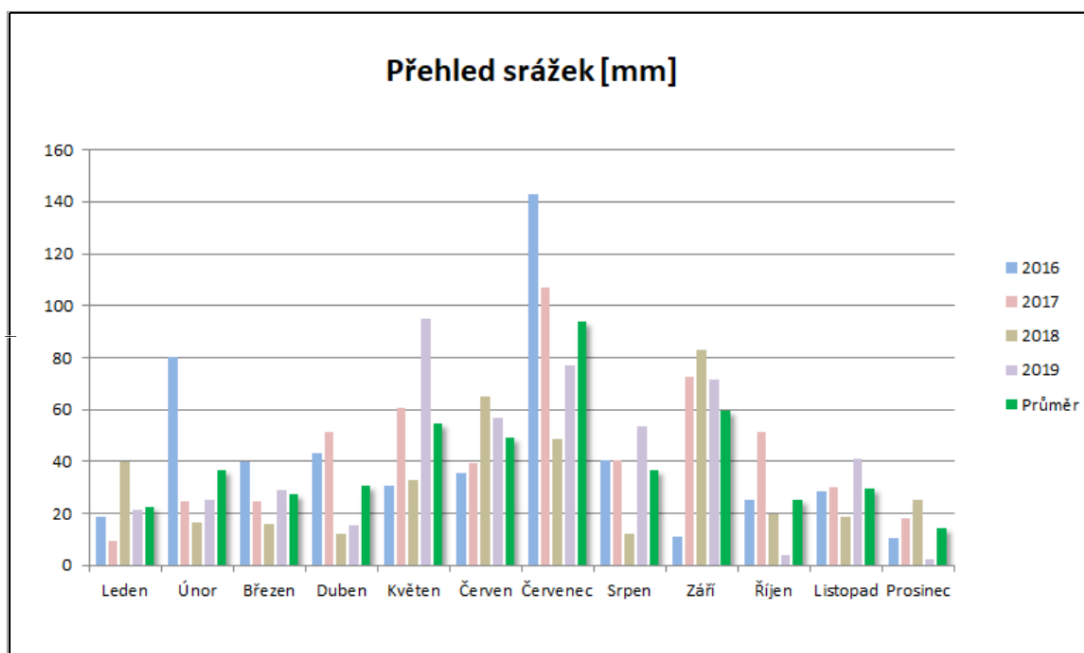


Graf 8, Součet provozní vody v administrativní části.

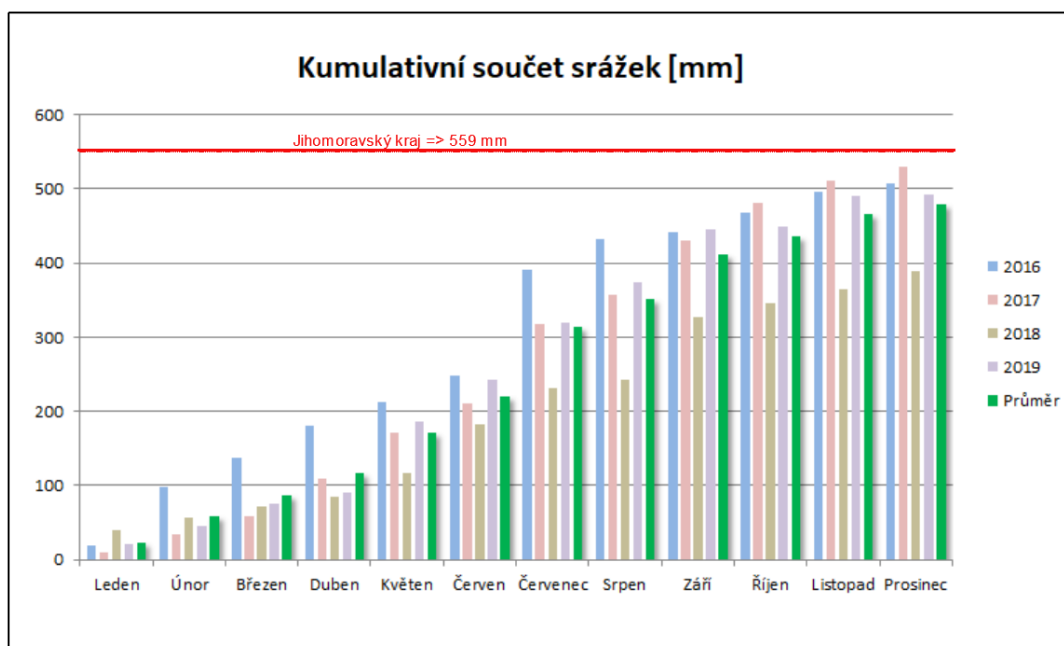
### A.5.3 Úhrn srážek

Dle normy je pro Jihomoravský kraj roční úhrn srážek 559 mm, avšak ani nejdeštivější měřený rok na tuto hodnotu nedosáhl. Zde by se mohlo diskutovat, proč tomu tak je. Pravděpodobně za to může globální oteplování a vyšší teplota ve městě. Vyšší teploty zabraňují dešťovým mrakům, aby přšeli, takže ve městě je úhrn srážek nižší, což by naší situaci mohlo odpovídat.

Z hodnot dále můžeme vyčíst, že nejvíce prší v červenci. Naneštěstí to bývají ale přivalové deště, které se přeženou, voda se nestihne vsáknout a vteče do řek. Tento problém řeší právě naše zachycování srážkové vody a její zpětné využívání.



Graf 9, Přehled úhrnu srážek.



Graf 10, Součet úhrnu srážek.

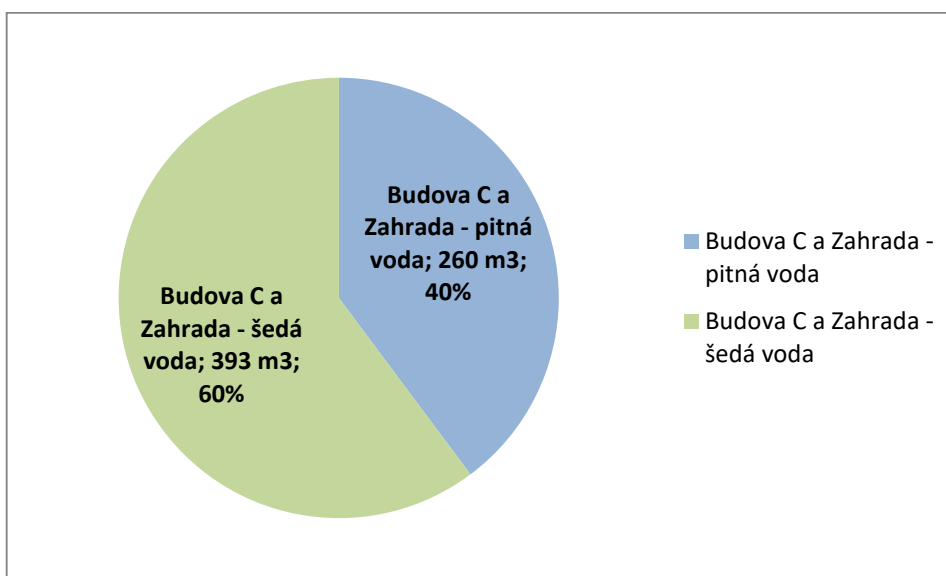
## A.6 Finanční srovnání

Kromě ekologického hlediska se využívání vody šedé/srážkové realizuje i z hlediska ekonomického. A právě teď porovnám, kolik peněz za rok Otevřená zahrada ušetří za vodu, a za jak dlouho se jí náklady vrátí.

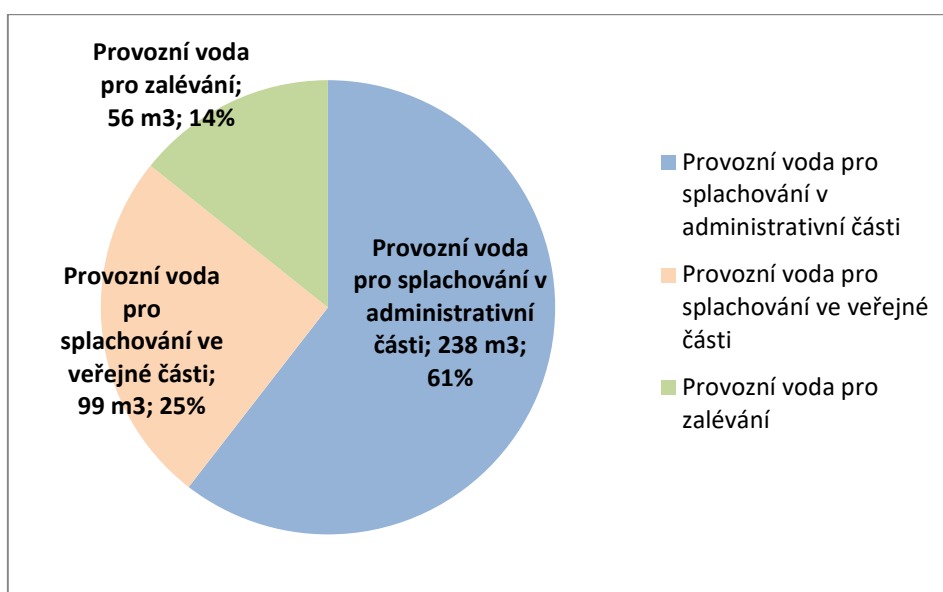
### A.6.1 Srovnání podílu vody pitné s vodou užitkovou

V grafu 11 je znázorněno, kolik vody se v Otevřené zahradě spláchne do záchodu, nebo využije na kropení zeleně. 60 % veškeré spotřebované vody v objektu C tvoří právě voda užitková. Tohle již není zanedbatelné množství, které by nás mělo nechat klidnými.

V grafu 12 pak srovnám jednotlivé měřené úseky. Z téhož grafu vyčteme, že nejvíce se užíje na splachování toalet v administrativní části. Do grafu jsem vnášel vždy průměrné hodnoty za měřené období.



Graf 11, Podíl vody pitné a užitkové



Graf 12, Rozdělení užitkové vody na jednotlivé větve

## A.6.2 Návratnost

Zjištění skutečných nákladů je nereálné, neboť objekt se budoval v několika fázích a skutečné ceny jsou již nedohledatelné, a proto veškeré hodnoty, které jsem dosazoval jsou vyčteny z aktuálních ceníků a naměřených hodnot.

### Ušetřeno

Na celém systému se ušetří tím, že se nekupuje voda pitná, ale využije se voda srážková, případně voda z vlastního zdroje. Vodné a stočné pro rok 2019 činí 80 Kč/m<sup>3</sup> a každým rokem se zvyšuje. [17] Navyšování však do výpočtu nezahrnuji. Kdyby se veškerá provozní voda nahradila vodou pitnou, pak by její celkové množství bylo v průměru 393 m<sup>3</sup>. Tudíž by se za rok zaplatilo o **31 275 Kč** více.

### Náklady

Náklady za energie byly opět stanovené na základě aktuálního trhu a to 4 Kč/kWh. [18] Do výpočtu byla zahrnuta jen doba užívání daného předmětu. Celková cena za energie pak byla 3 013 Kč. Náklady na údržbu zahrnuje výměna filtrů. [7] V přepočtu jde o 2 618 Kč.

Pořizovací náklady byly určeny na základě teoretických cen v aktuálních cenících. Součet nákladů na pořízení by pak mohl být 209 500 Kč. [13], [14], [15], [16]

### Vyhodnocení

Čistá úspora pak činí 25 644 Kč/rok a když to srovnáme s pořizovacími náklady zjistíme, že návratnost investice do recyklace vody je něco málo přes 8 let.

Tabulka 8, Výpis nákladů a ušetřených položek.

Náklady na energie		Náklady na údržbu		Ušetřeno za vodu na jednotlivé úseky	
• Uw lampa	372,3 kWh	•UV lampa	2118 Kč/rok	• Administrativa	238 m <sup>3</sup> => 18 921 Kč
Výkon	60 w	Výměna	0,7 x/rok	• Konferenční sál	99,3 m <sup>3</sup> => 7 894 Kč
UV lampa v provozu	6205 h/rok	cena výměny	3 000 Kč	• Zalévání zahrady	56,1 m <sup>3</sup> => 4 460 Kč
• čerpadlo ve studni	249,9 kWh	•Mechanický filtr	500 Kč/rok	<b>Pořizovací náklady</b>	
Výkon	900 w	Výměna	0,5 x/rok	•UV lampa	10 000 Kč
přečerpá	472,0 m <sup>3</sup> /rok	cena výměny	1 000 Kč	•Mechanický filtr	3 000 Kč
průtok	1,7 m <sup>3</sup> /h			•Nádrž 30 m <sup>3</sup>	50 000 Kč
čerpadlo v provozu	277,6 h/rok			•Nádrž 9 m <sup>3</sup>	23 000 Kč
• Čerpadlo pro oběh vody	131,1 kWh			•Nádrž 7 m <sup>3</sup>	18 000 Kč
Výkon	1000 w			• čerpadlo ve studni	8 000 Kč
přečerpá	393,4 m <sup>3</sup> /rok			• Čerpadlo pro oběh vody	10 000 Kč
průtok	3,0 m <sup>3</sup> /h			• Vrtaná studna 30 m	37 500 Kč
čerpadlo v provozu	131,1 h/rok			• rozvody potrubí	50 000 Kč

Tabulka 9, Souhrn nákladů a výdělků.

Ušetřeno	Cena [Kč/mj]	[mj/rok]	Celkem
Cena vody (vodné+stočné)	80 Kč	393,4 m <sup>3</sup>	<b>31 275 Kč</b>
<b>Náklady</b>			
• na energie			
Cena Elektriny	4 Kč	753,3 kWh	<b>3 013 Kč</b>
• na údržbu			
Celkem za údržbu			<b>2 618 Kč</b>
<b>Čistý zisk</b>			<b>25 644 Kč</b>
<b>Pořizovací náklady</b>			<b>209 500 Kč</b>
<b>Doba návratnosti</b>			<b>8,17 Roků</b>

## **A.7 Doporučení**

Otevřená zahrada jako výzkumná budova je velmi ceněná. Ukazuje veřejnosti, jak recyklovat a šetřit vodou. Co se týče srážkové vody, tak ta je poměrně dobře zaznamenávána. Pomohlo by však ohlídat možné černé odběry vody ze studny, které se neměří, aby data byla reálná. Pak bych navrhol na střechu bistra instalovat střechu s konstantním odtokem. Dále, kdyby se střecha nad kuchyňkou a přístřeškem, místo do trativodu svedla do nějaké nádrže, mohla by se srážková voda z těchto střech také využívat pro zálivku. Tyto střechy by vyprodukovali přes 35 m<sup>3</sup> za rok srážkové vody.

Abychom byli schopni vyvodit závěr o používání provozní vody pro splachování toalet v konferenčním sále, musela by se vytvořit databáze o množství návštěvníků na Otevřené zahradě. Tento krok by byl však pro provoz zahrady komplikovaný.

Povlak na dně zařizovacích předmětů by se dal zamezit přidáním chemických prostředků. Otevřená zahrada se však snaží jít ekologickou cestou, a proto tato varianta nepřipadá v úvahu. Tento povlak je pouze estetický nedostatek, který nemá vliv na provoz budovy. Nevytváří zápach a ani neucpává plováky ve splachovacích nádržkách.

Je škoda, že šedé vody nejsou nijak zaznamenávané. Pouze stečou do kořenové čističky, v podobě jezírka, ale tím vše končí. Mohl by se měřit přítok šedých vod a zjistit, zda voda opravdu neodtéká a jestli odpar může být opravdu tak velký, že je v jezírku stále nedostatek vody. V opačném případě by se mohlo zjistit, jestli kořenová čistička není protržená a voda z ní nevytéká.

## **A.8 Závěr**

Předmětem této diplomové práce bylo pohlédnout na problematiku recyklovaných vod na reálném objektu. Pro tento účel byla zvolena Otevřená zahrada, která se touto problematikou zabývá a má k dispozici data za několik let.

Zaměřil jsem se hlavně na vody srážkové, jak se využívají, kolik ušetříme a za kolik let se vrátí pořizovací investice. Okrajově pak na šedé vody a kořenovou čističku, která pro naše účely neměla vhodná data. Provedl jsem také srovnání s normovými hodnotami a zdůvodnil proč se některé hodnoty naměřené v Otevřené zahradě s normou lišily.

# B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

## B.1.1 Úvod

## B.2 Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v celé budově a jejich napojením na síť pro veřejnou potřebu.

Druh budovy:	polifunkční objekt
Bytů:	24 bytů
Kanceláře:	2 Kancelář
Osob (byt):	60 osob (22 × 2 + 4 × 4)
Osob (adm):	12 osob (2 × 6)

### B.2.1 Bilance potřeby vody

#### • Průměrná denní potřeba vody $Q_{dp}$ [l/den]

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

$q_s$  ... specifická denní potřeba vody na měrnou jednotku (obyvatele, zaměstnance, lůžko apod.) [l/mj.den]

$$q_{s(\text{byt})} = 100 \text{ l/obytel} \times \text{den}$$

$$q_{s(\text{adm})} = 60 \text{ l/obytel} \times \text{den}$$

$n_{(\text{byt})}$  ... počet měrných jednotek (obyvatel, zaměstnanců, lůžek apod.)

$n_{(\text{adm.})}$  ... počet měrných jednotek (obyvatel, zaměstnanců, lůžek apod.)

$$Q_{dp(\text{celk})} = 6720,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dp(\text{Byt})} = 6000,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dp(\text{adm})} = 720,00 \text{ l/den}$$

$$q_{s(\text{byt})} = 100 \text{ l/den}$$

$$q_{s(\text{adm})} = 60 \text{ l/den}$$

$$n = 60 \text{ osob}$$

$$n = 12 \text{ osob}$$

#### • Maximální denní potřeba vody $Q_{dmax}$ [l/den]

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$$

$k_d$  ... součinitel denní nerovnoměrnosti (jednotlivé budovy  $k_d = 1,5$ )

$$Q_{dmax} = 10080,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dmax(\text{Byt})} = 9000,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dmax(\text{adm})} = 1080,00 \text{ l/den}$$

$$k_d = 1,5$$

#### • Maximální hodinová potřeba vody $Q_{hmax}$ [l/h]

$$Q_{hmax} = (Q_{dmax}/t) \cdot k_h$$

$t_{(\text{byt})}$  ... doba provozu budovy během dne (h), u obytných budov  $t = 24$  h

$t_{(\text{adm})}$  ... doba provozu budovy během dne (h), u obytných budov  $t = 24$  h

$k_h$  ... součinitel hodinové nerovnoměrnosti, který má hodnotu  $k_h = 1,8$ .  
Pro obytné budovy se uvažuje  $k_h = 2,1$  až  $2,3$

$$Q_{hmax} = 1062,60 \text{ l/h}$$

$$t = 24 \text{ h}$$

$$t = 10 \text{ h}$$

$$k_h = 2,2$$

#### • Roční potřeba vody $Q_{rok}$ [m<sup>3</sup>/rok]

$$Q_{rok} = q_{rok} \cdot n$$

$n_{(\text{byt})}$  ... počet měrných jednotek (obyvatel, zaměstnanců, lůžek apod.)

$n_{(\text{adm.})}$  ... počet měrných jednotek (obyvatel, zaměstnanců, lůžek apod.)

$q_{rok}$  ... měrné číslo roční potřeby vody na měrnou jednotku (obyvatele, zaměstnance, lůžko apod.) [m<sup>3</sup>/mj.den]

$$q_{rok(\text{byt})} = 35 \text{ m}^3/\text{obytel} \times \text{rok}$$

$$q_{rok(\text{sdm})} = 18 \text{ m}^3/\text{obytel} \times \text{rok}$$

$$Q_{rok} = 2316,00 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$n = 60 \text{ osob}$$

$$n = 12 \text{ osob}$$

$$q_{rok} = 35 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$q_{rok} = 18 \text{ m}^3/\text{rok}$$



## B.2.2 Bilance potřeby teplé vody

- **Denní potřeba teplé vody  $Q_{TVdp}$  [l/den]**

$$Q_{TVdp} = V_{w,f,day} \cdot f$$

$V_{w,f,day}$ ... specifická denní potřeba teplé vody (pro byty)

$V_{w,f,day}$ ... specifická denní potřeba teplé vody (pro administrativu)

$f_{(byt)}$ ... počet měrných jednotek (obyvatel, lůžek apod.).

$f_{(adm)}$ ... počet měrných jednotek (obyvatel, lůžek apod.).

$$Q_{TVdp} = 2496,00 \text{ l/den}$$

$$V_{w,f,day} = 40 \text{ l/(os} \times \text{den)}$$

$$V_{w,f,day} = 8 \text{ l/(os} \times \text{den)}$$

$$f_{(byt)} = 60 \text{ osob}$$

$$f_{(adm)} = 12 \text{ zaměst.}$$

## B.2.3 Bilance odtoku odpadních vod

- **Průměrný denní odtok vody  $Q_{dp}$  [l/den]**

$$Q_{dp} = q_s \cdot n$$

$q_s$ ... specifická denní odtok na měrnou jednotku (obyvatele, zaměstnance, lůžko apod.) [l/mj.den]

$$q_{s(byt)} = 100 \text{ l/obytel} \times \text{den}$$

$$q_{s(adm)} = 60 \text{ l/obytel} \times \text{den}$$

$n_{(byt)}$ ... počet měrných jednotek (obyvatel, zaměstnanců, lůžek apod.)

$n_{(adm)}$ ... počet měrných jednotek (obyvatel, zaměstnanců, lůžek apod.)

$$Q_{dp(cekl)} = 6720,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dp(Byt)} = 6000,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dp(adm)} = 720,00 \text{ l/den}$$

$$q_{s(byt)} = 100 \text{ l/den}$$

$$q_{s(adm)} = 60 \text{ l/den}$$

$$n = 60 \text{ osob}$$

$$n = 12 \text{ osob}$$

- **Maximální denní odtok  $Q_{dmax}$  [l/den]**

$$Q_{dmax} = Q_{dp} \cdot k_d$$

$k_d$ ... součinitel denní nerovnoměrnosti (jednotlivé budovy  $k_d = 1,5$ )

- **Maximální hodinový odtok  $Q_{hmax}$  [l/h]**

$$Q_{hmax} = (Q_{dmax}/t) \cdot k_h$$

$t_{(byt)}$ ... doba provozu budovy během dne (h), u obytných budov  $t = 24$  h

$t_{(adm)}$ ... doba provozu budovy během dne (h), u obytných budov  $t = 24$  h

$k_h$ ... součinitel hodinové nerovnoměrnosti

$$Q_{dmax} = 10080,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dmax(Byt)} = 9000,00 \text{ l/den}$$

$$Q_{dmax(adm)} = 1080,00 \text{ l/den}$$

$$k_d = 1,5$$

$$Q_{hmax} = 3477,60 \text{ l/h}$$

$$t = 24 \text{ h}$$

$$t = 10 \text{ h}$$

$$k_h = 7,2$$

- **Maximální hodinový odtok  $Q_{hmax}$  [l/h]**

$$Q_{hmax} = (Q_{dmax}/t) \cdot k_h$$

$$Q_{hmax} = 3477,60 \text{ l/h}$$

## B.2.4 Bilance odtoku srážkových vod

Část srážkové vody se napojí na splaškovou kanalizaci a pokračuje přípojkou do jednotné kanalizace. Zbylé srážkové vody se vsakují na pozemku investora a případem jsou také napojeny na jednotnou kanalizaci, však v jiném místě.

- **Odtok do splaškové kanalizace**

i...	Intenzita deště
c...	Součinitel odtoku
A...	plocha
Q...	Odtok dešťových vod

pro	střechy	Parkoviště
i=	0,03	0,02
c=	1	0,6
A=		120
Q=	1,4 l/s	

- **Odtok do vsakovací nádrže**

i...	Intenzita deště
c...	Součinitel odtoku
A...	plocha
Q...	Odtok dešťových vod

pro	střechy	Parkoviště
i=	0,03	0,02
c=	1	0,6
A=	773,51	984,00
Q=	35,0 l/s	

## B.2.5 Bilance potřeby plynu

### • potřeba plynu pro vaření $E_{sp1}$ [ $m^3$ /rok]

$$E_{sp1} = n \times q_{pr}$$

$n$ ... počet varných desek

$q_{pr}$ ... zpotřeba plynu za rok

$$E_{sp1} = 2\,380,00 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$n = 28,00 \text{ ks}$$

$$q_{pr} = 85,00 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### • potřeba plynu pro ohřev vody $E_{sp2}$ [ $m^3$ /rok]

$$E_{TV,d} = V \times c \times (t_{tv} - t_{svz})$$

$V$ ... potřeba teplé vody

$t_{sv}$ ... teplota studené vody

$t_{tv}$ ... teplota teplé vody

$c$ ... Měrná tepelná kapacita

$k$ ... korekce teploty =  $(t_{tv} - t_{vsi}) / (t_{tv} - t_{svz}) = (55 - 15) / (55 - 10)$

$H$ ... Výhřevnost plynu

#### $E_{TV}$ ... Roční potřeba tepla [kWh/rok]

$$E_{TV} = E_{TV,d} \times d + k \times E_{TV,d} \times (350 - d)$$

$d$ ... počet dní otopného období

#### $E_{TV,SK}$ ... spotřeba energie [MWh/rok]

$$E_{TV,SK} = E_{TV} / (\eta_{zdroj} \times \eta_{distr})$$

$\eta_{zdroj}$  ... účinnost výroby

$\eta_{distr}$  ... účinnost v distribuční síti

$$E_{TV,d} = 47,68 \text{ kWh/den}$$

$$V = 911,04 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$t_{svl} = 15,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{svz} = 10,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{tv} = 55,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 1,16$$

$$k = 0,89$$

$$H = 37,00 \text{ MJ/m}^3$$

$$E_{TV} = 16,06 \text{ kWh/rok}$$

$$d = 231,00 \text{ dní}$$

$$E_{TV,SK} = 32,44 \text{ MWh/rok}$$

$$\eta_{zdroj} = 0,90$$

$$\eta_{distr} = 0,55$$

### spotřeba plynu $E_{sp2}$ [ $m^3$ /rok]

$$E_{sp2} = 3600 \times (E_{TV,SK}/H)$$

$$E_{sp2} = 1\,562,33 \text{ m}^3/\text{rok}$$

### • potřeba plynu pro vytápění $E_{sp3}$ [ $m^3$ /rok]

$Q_i$ ... výpočtová tepelná ztráta

$t_i$  ... teplota v interiéru

$t_e$  ... teplota v exteriéru

$H_{T+I}$  ... měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

#### $E$ ... Požadovaná využitá energie [MWh/rok]

$$E = 24 \times \varepsilon \times e \times D \times H_{T+I}$$

$\varepsilon$  ... nesoučasnost infiltrace

$e$  ... vliv přerušovaného vytápění

$D$  ... počet denostupňů =  $d \times (t_{is} - t_{es})$

$t_{is}$  ... průměrná teplota vytápěných místností

$t_{es}$  ... průměrná venkovní teplota otopného období

$d$  ... počet dní otopného období

#### $E_{UT}$ ... spotřeba energie [MWh/rok]

$$E_{UT} = E / (\eta_{zdroj} \times \eta_{distr})$$

$\eta_{zdroj}$  ... účinnost výroby

$\eta_{distr}$  ... účinnost v distribuční síti

### spotřeba plynu $E_{sp3}$ [ $m^3$ /rok]

$$E_{sp3} = 3600 \times (E_{UT}/H)$$

### • Celková roční potřeba plynu $E_{sp}$ [ $m^3$ /rok]

$$E_{sp} = E_{sp1} + E_{sp2} + E_{sp3}$$

$$Q_i = 68,10 \text{ kW}$$

$$t_i = 20,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_e = -12,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H_{T+I} = 887,40 \text{ W/K}$$

$$E = 65,82 \text{ MWh/rok}$$

$$\varepsilon = 0,85$$

$$e = 1,00$$

$$D = 3\,635,94$$

$$t_{is} = 21,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{es} = 5,26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$d = 231,00$$

$$E_{UT} = 73,87 \text{ MWh/rok}$$

$$\eta_{zdroj} = 0,90$$

$$\eta_{distr} = 0,99$$

$$E_{sp3} = 7\,187,69 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$E_{sp} = 11\,130,02 \text{ m}^3/\text{rok}$$

## B.3 Výpočty související s následným rozpracováním 1 - 3 dílčích instalací

### B.3.1 Návrh přípravy teplé vody

Návrh je proveden podle ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách, příprava teplé vody, navrhování, projektování. Posuzoval jsem tři metody a to „sešit projektanta“ [3], metodou zohledňující odběrovou špičku a DIN 4708.

#### a) Podle metody určené v sešitu projektanta [3]

$$V_z = (q_{TV,max} * n) * k_{TV} * \Psi + q_{uklid} * n_{uklid}$$

$V_z$ ... Objem zásobníkového ohřivače

$q_{TV,max}$ ... maximální specifická potřeba teplé vody pro byty

$$q_{TV,max} = 60 \text{ l}/(\text{ob.} \times \text{den})$$

$q_{TV,max}$ ... maximální specifická potřeba teplé vody pro administrativu

$$q_{TV,max} = 20 \text{ l}/(\text{zam.} \times \text{den})$$

$q_{uklid}$ ... maximální specifická potřeba teplé vody pro úklid

$$q_{TV,max} = 20 \text{ l}/(100 \text{ m}^2 \times \text{den})$$

$n$ ... počet obyvatel

$$n = 60 \text{ osob}$$

$n$ ... počet zaměstnanců

$$n = 12 \text{ zaměstnanců}$$

$n_{uklid}$ ... plocha pro úklid

$$n = 202 \text{ m}^2$$

$k_{TV}$ ... součinitel nerovnoměrnosti potřeby tepé vody

$\Psi$ ... součinitel mrtvého prostoru

$$\Psi = 1,15$$

$\tau$ ... Doba ohřívání

$Q_{1n}$ ... Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = (Q_1/\tau)_{max}$$

$Q_1$ ... Max. ohřev ohřev

$$Q_1 = V_z * c * (t_2 - t_1)$$

$c$ ... Měrná tepelná kapacita vody

$$c = 1,163 \text{ kWh}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$$

$\tau$	byt		Administrativa		Úklid		$k_{TV}$	$\Psi$	$V_z$	$Q_1$	$Q_{1n}$
	$q_{TV,max}$	$n$	$q_{TV,max}$	$n$	$q_{uklid}$	$n_{uklid}$					
[h]	[l]/(ob.*den)	[Osob]	[l]/(zam.*den)	[zam.]	[l]/(100m <sup>2</sup> *den)	[m <sup>2</sup> ]		[-]	[l]	kWh	kW
0,5	60	60	20	12	20	202	0,21	1,15	967,72	50,65	101,29
1	60	60	20	12	20	202	0,22	1,15	1011,88	52,96	52,96
2	60	60	20	12	20	202	0,34	1,15	1541,80	80,69	40,35
3	60	60	20	12	20	202	0,45	1,15	2027,56	106,11	35,37

#### b) Podle ČSN 06 0320

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = (1+z) * Q_{2t} = ((1+z) * V_{2p} * \rho * c * (t_2 - t_1)) / (3600 * 1000)$$

$n$ ... počet obyvatel

$$n = 64 \text{ Lidí}$$

$Q_{2p}$ ... Teplo dodané ohřivačem

$$Q_{2p} = 411,98 \text{ kWh}$$

$Q_{2t}$ ... Teplo pro ohřev TV

$$Q_{2t} = n * 1,163 * V_{2p} * (t_2 - t_1)$$

$$Q_{2t} = 274,65 \text{ kWh}$$

$Q_{2z}$ ... Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z$$

$$Q_{2z} = 137,33 \text{ kWh}$$

$z$ ... Poměrná ztráta při ohřevu a distribuci TV

$$z = 0,5$$

$V_{2p}$ ... celková potřeba teplé vody

$$V_{2p} = 0,08 \text{ m}^3$$

$\rho$ ... hustota vody při střední teplotě vody

$c$ ... Měrná tepelná kapacita vody

$$c = 1,163 \text{ kWh}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$$

$t_1$ ... Teplota studené vody

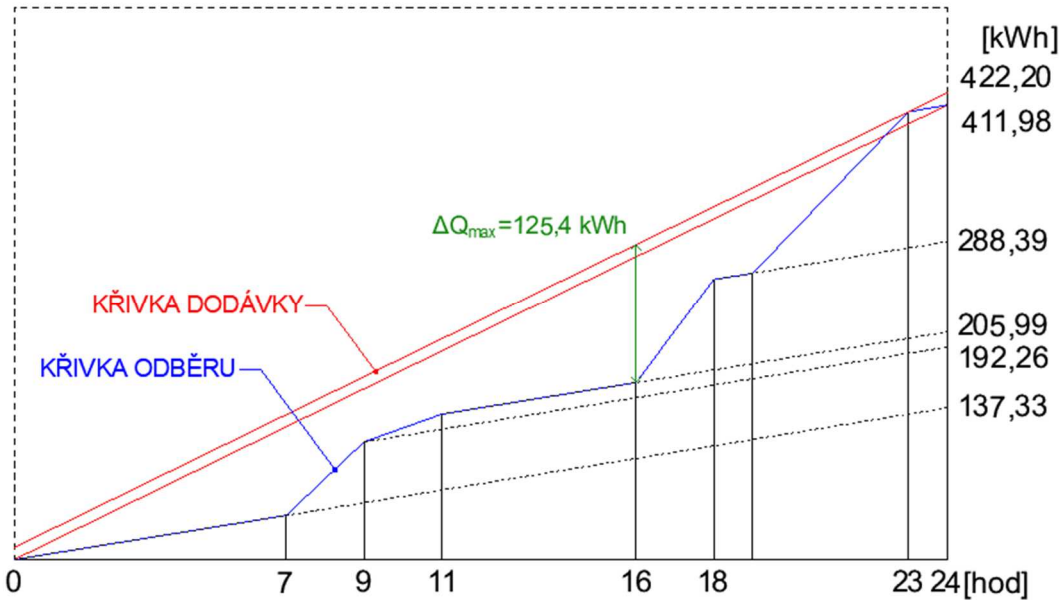
$$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$t_2$ ... Teplota teplé vody

$$t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$$

Rozdělení podle špiček (pro bydlení)

		teplo odebrané	Teplo celkové
7-9 hod...	20%	54,93 kWh	82,40 kWh
9-11 hod...	5%	13,73 kWh	20,60 kWh
16-18 hod...	30%	82,40 kWh	123,59 kWh
19-23 hod...	45%	123,59 kWh	185,39 kWh
Celkem	100%	274,65 kWh	411,98 kWh



Graf 13, Rozdělení odběrové špičky.

$V_z$ ...	Velikost zásobníku	$V_z = \Delta Q_{\max} / (c \cdot \Delta t) =$	$V_z =$ 2,40 m <sup>3</sup>
$\Delta Q_{\max}$ ...	Maximální rozdíl mezi dodávkou a odběrem tepla		$\Delta Q_{\max} =$ 125,4 kWh
$Q_{1n}$ ...	Jmenovitý výkon ohřevu	$Q_{1n} = (Q_1 / \tau)_{\max}$	$Q_{1n} =$ 17,591667 kW
$\tau$ ...	Doba ohřevu		$\tau =$ 24 hod
$Q_1$ ...	Max. ohřev za den		$Q_1 =$ 422,2 kWh

c) Podle DIN 4708

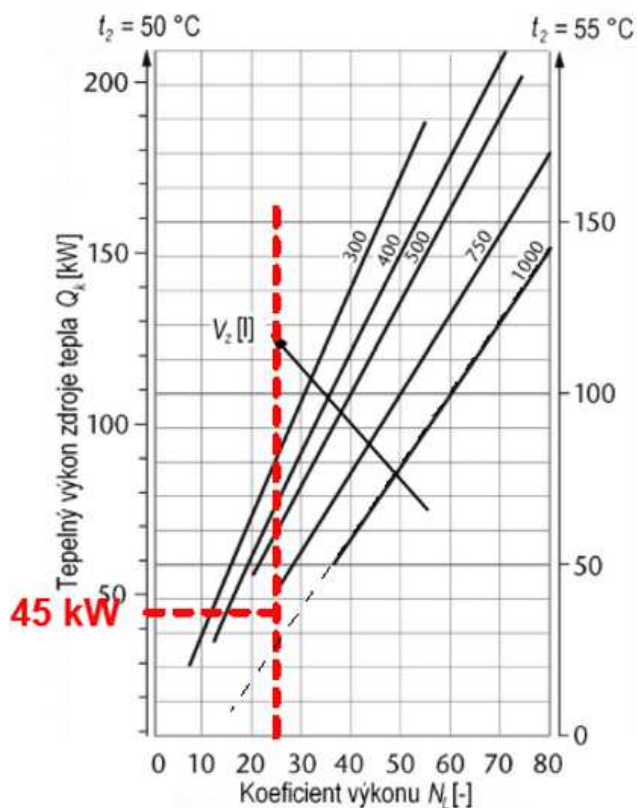
- 2typy bytů

$$N = \frac{\sum(n \cdot p \cdot \sum Q_i)}{(p \cdot Q_i)_{\text{nom}}} = \frac{\sum(n \cdot p \cdot \sum Q_i)}{20,37}$$

$N$ ...	koeficient potřeby	$N =$	24,9 [-]
$n$ ...	počet bytů	$n_1 =$	24 Bytů
		$n_2 =$	4 Bytů
$p$ ...	koeficient obsazenosti	$p_1 =$	2 Osob v bytu
		$p_2 =$	4 Osob v bytu
$Q_i$ ...	Potřeba tepla odběrných míst	$Q_{i1} =$	7,68 kWh
		$Q_{i2} =$	8,61 kWh

BYT 1	$Q_i$ [kWh]	V [l]
Vana	5,82	140
Umyvadlo	0,7	17
Dřez	1,16	30

BYT 2	$Q_i$ [kWh]	V [l]
Vana	5,82	140
Sprcha	1,63	40
Dřez	1,16	30



$V_z$	$Q_{1n}$
[l]	kW
850,00	45,00

Graf 14, Velikost zásobníku v závislosti na výkonu kotle.

a) Podle návrhu zohledňující špičku

$\tau$	$V_z$	$Q_{1n}$
[h]	[l]	kW
0,5	967,72	101,29
1	1011,88	52,96
2	1541,80	40,35
3	2027,56	35,37

b) Podle ČSN 06 0320

$V_z$	$Q_{1n}$
[m <sup>3</sup> ]	kW
2,40	17,59

c) Podle DIN 4708

$V_z$	$Q_{1n}$
[l]	kW
850,00	45,00

- Po srovnání všech variant navrhuji zásobník OKC 1000 NTR BP o objemu 930 l. Rozhodl jsem se na základě velikosti kotle, který má výkon v rozmezí 8-45 kW. V objektu jsou umístěny dva tyto kotle, tudíž přes léto bude v provozu pouze jeden.

## B.3.2 Výpočet tepelných ztrát pomocí obálky budovy

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel Prostupu tepla	Redukční součinitel	Měrná ztráta prostupu tepla	Plocha	Součinitel Prostupu tepla	Redukční součinitel	Měrná ztráta prostupu tepla
	A [m <sup>2</sup> ]	U <sub>požadovaná</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	b [-]	H <sub>T</sub> [W.K <sup>-1</sup> ]	A [m <sup>2</sup> ]	U <sub>požadovaná</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	b [-]	H <sub>T</sub> [W.K <sup>-1</sup> ]
Střecha	634,00	0,24	1	152,16	634,00	0,22	1	139,48
Dveře	6,00	1,70	1	10,20	6,00	1,4	1	8,40
Okna	354,00	1,40	1	495,60	354,00	1,1	1	389,40
Stěna Obvodová	1 140,00	0,30	1	342,00	1140,00	0,24	1	273,60
Podlaha	169,33	0,45	1	76,20	169,33	0,18	1	30,48
Celkem	2 303,33			1076,16				841,36
Tepelné vazby		0,02		46,07		0,02		46,07
Celková měrná ztráta prostupem tepla				1122,23				887,43
Průměrný součinitel prostupu tepla		U <sub>em,rc</sub> = S (U <sub>n,i</sub> ·A <sub>i</sub> ·b <sub>i</sub> ) / Σ A <sub>i</sub> + 0,02, nejvýše však 0,5		Požedovaná hodnota: U <sub>em,rq</sub>		0,39		U <sub>em</sub>
				Doporučená: U <sub>em,rc</sub> = U <sub>em,rq</sub> x 0,75				Vyhovuje požadované hodnotě
		0,49						
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				Uem / Uem. rq	Třída	0,79	B	Vyhovující

### 1. Celková měrná ztráta prostupem

$$H_T = \Sigma H_{Ti} + H_{T\psi, \chi} \quad \text{z energetického štítku obálky budovy} \quad \mathbf{887,43 \text{ W/K}}$$

### 2. Celková ztráta prostupem

$$Q_{Ti} = H_T \cdot (t_{i,m} - t_e) \quad Q_{Ti} = \mathbf{28397,63 \text{ W}}$$

### 3. Ztráta větráním (přirozené)

$$V = n \cdot V_a \quad n = 0,5 \quad V = \mathbf{3645,50 \text{ m}^3}$$

$$V_a = 7 291,00$$

### 4. Ztráta větráním

$$Q_{vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) \quad Q_{vi} = \mathbf{39663,04 \text{ W}}$$

### 5. Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{vi} = \mathbf{68,06 \text{ kW}}$$

## B.3.3 Dimenzování kanalizace

### B.3.3.1 Dimenzování kanalizačního potrubí pro splašky

#### Dimenzování splaškového potrubí – připojovací a odpadní potrubí

Tabulka 10, Výpočtové odtoky DU jednotlivých zařizovacích předmětů

Zařizovací předmět		Výpočtový odtok DU [l/s]
(UM)	Umývatko	0,3
(U)	Umyvadlo	0,5
(BI)	Bidet	0,5
(SM)	Sprchová mísa bez zátky	0,6
(VA)	Koupací vana	0,8
(DJ)	Kuchyňský dřez	0,8
(MN)	Bytová myčka nádobí	0,8
(AP)	Automatická pračka do 6 kg prádla	0,8
(VP)	Podlahová vpust DN 50	0,8
(WC)	Záchodová mísa s nádržkovým splachovačem o objemu 6,0 nebo 7,5 l	2,0
(VL)	Záchodová mísa nebo keramická výlevka s nádržkovým splachovačem o	2,5

**Vzorce potřebné pro výpočet dimenze**

$$Q_{ww} = K \cdot v \cdot \sum DU$$

$Q_{ww}$  ... Průtok splaškových vod [l/s]

$K$ ... sou

$$K = 0,5 \cdot |^{0,5} / s^{0,5}$$

$\sum DU$ ... součet výpočtových odtoků [l/s]

úsek	Počet zařízení s DN														sklon [%]	$\sum DU$ [l/s]	$Q_{ww}$ [l/s]	DN výpočt.	DN skuteč.
	Odtok DU [l/s]																		
	0,3		0,5		0,6		0,8		1,5		2		2,5						
+	$\Sigma$	+	$\Sigma$	+	$\Sigma$	+	$\Sigma$	+	$\Sigma$	+	$\Sigma$	+	$\Sigma$						
<b>PŘIPOJOVACÍ POTRUBÍ</b>																			
4.NP - PRAVÁ STRANA																			
1.1		0		0	1	1		0		0		0		0	3	0,60	0,39	40	50
1.2		0		0		1	1	1		0		0		0	3	1,40	0,59	50	
1.3		0		0		1	1	2		0		0		0	3	2,20	0,74	50	
4.NP - LEVÁ STRANA																			
1.4		0	1	1		0		0		0		0		0	3	0,50	0,35	40	
1.5		0	1	2		0		0		0		0		0	3	1,00	0,50	50	
1.6		0	1	3		0		0		0		0		0	3	1,50	0,61	50	
1.7		0		3		0		0		0	1	1		0	3	3,50	0,94	60	110
1.8		0		3		0	2	2		0		1		0	3	5,10	1,13	70	110
3.NP, 2.NP, - PRAVÁ STRANA																			
1.11		0		0		0	1	1		0		0		0	3	0,80	0,45	40	
1.12		0	1	1		0		1		0		0		0	3	1,30	0,57	50	
1.13		0		1		0	1	2		0		0		0	3	2,10	0,72	50	
3.NP, 2.NP, 1NP, - LEVÁ STRANA																			
1.14		0		0		0	1	1		0		0		0	3	0,80	0,45	40	
1.15		0		0		0	1	2		0		0		0	3	1,60	0,63	50	
<b>ODPADNÍ POTRUBÍ</b>																			
1.01		0		3		1		4		0		1		0		7,30	1,35	70	110
1.02		0		4		1		8		0		1		0		11,00	1,66	90	110
1.03		0		5		1		12		0		1		0		14,70	1,92	90	110
1.04		0		5		1		14		0		1		0		16,30	2,02	90	110
<b>SVODNÉ POTRUBÍ</b>																			
1.S1		0		10		2		28		0		2		0	2	32,60	2,85		110
1.S2		0	3	13		2		28		0	3	5		0	2	40,10	3,17		110
1.S3		0	9	22		2		28		0	9	14		0	2	62,60	3,96		110
1.S4		0	12	34	2	4	38	66		0	2	16		0	2	104,20	5,10		110
1.S5		0		34		4		66		0		16		0	2	104,20	5,10		110
1.S6		0	12	46	2	6	38	104		0	2	18		0	2	145,80	6,04		125
1.S7		0	9	55		6		104		0	9	27		0	2	168,30	6,49		125
1.S8		0	3	58		6		104		0	3	30		0	2	175,80	6,63		125
1.S9		0		58		6		104		0		30	1	1	2	178,30	6,68		125
1.S10		0	12	70	2	8	38	142		0	2	32		1	2	219,90	7,41		125
<b>PŘÍPOJKA</b>																			
úsek	$Q_{ww}$ [l/s]				$Q_{srážky}$ [l/s]				sklon [%]	$Q_{tot}$ [l/s]		DN							
1.P1	7,41				1,44				15	8,85		160							

### Srážkové vody vtékající přes kanalizační přípojku do jednotné kanalizace

• Odtok do slaškové kanalizace

	pro	střechy	Parkoviště
i...	Intenzita deště	0,03	0,02
c...	Součinitel odtoku	1	0,6
A...	plocha	A=	120
Q...	Odtok dešťových vod	Q=	1,44 l/s

Dále zachycená voda z příjezdové komunikace bude zachycena svedena do jednotné kanalizace. (Ize odvádět, neboť průtok dešťové vody nepřesáhne

$Q_{lim} = 2 \text{ l/s} > Q_r = 1,44 \text{ l/s} \Rightarrow$  **Vyhoví**

### B.3.3.2 Návrh odlučovače lehkých kapalin

• Dimenze odtoku do odlučovače

$Q_r$ ... je maximální odtok dešťových vod (l/s),

$Q_S$ ... maximální odtok odpadních vod (l/s) stanovený podle ČSN EN 858-2

$f_d$  ... součinitel hustoty pro příslušnou lehkou kapalinu podle ČSN EN 858-2 (pro dešťové vody, např. z parkovišť,  $f_d = 1$ )

$f_x$  ... přitěžující součinitel v závislosti na druhu odtoku odpadních vod podle ČSN EN 858-2

$Q_r = i \cdot A \cdot C$

$Q_r = 11,81 \text{ l/s}$

i... intenzita deště, v l/(s.m<sup>2</sup>)

i= 0,02 l/(s.m<sup>2</sup>)

A... půdorysný průmět odvodňované plochy v m<sup>2</sup>

A= 984,00 m<sup>2</sup>

C... součinitel odtoku srážkových vod

C= 0,6

$Q_S = 0 \text{ l/s}$

$f_d = 1$

$f_x = 1$

$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_S) \cdot f_d$

$NS = 11,81 \text{ l/s}$

• Stanovení objemu kalového prostoru

- všechny plochy zachytávající dešťovou vodu, na které připadá pouze nepatrné množství nečistot ze silničního provozu apod.  $(100 \cdot NS) / f_d$  1180,8 l

- záchytné plochy u čerpacích stojanů a zastřešené čerpací stanice 1,181 m<sup>3</sup>

Navrhnutý Gravitačně koalescenční odlučovač třídy I dle EN 858-1 s usazovacím prostorem pro malé množství kalu (100 x NS) typ: **AS-TOP\_RC/ER N PP**

Jmenovitá velikost NS	15	šířka nádrže	B=	1 500 mm
Max. průtok	15 l/s	délka nádrže	L=	2 160 mm
Objem lapače kalu	2,19 m <sup>3</sup>	výška nádrže	H=	1 660 mm

Dále z odlučovače přečištěná voda proudí do vsakovacího boxu



### B.3.3.3 Návrh vsakovacího zařízení

#### • Odtok do vsakovací nádrže

i...	Intenzita deště
c...	Součinitel odtoku
A...	plocha
Q...	Odtok dešťových vod

pro	střechy	Parkoviště
i=	0,03	0,02
c=	1	0,6
A=	773,51	984,00
Q=	35,01 l/s	

#### • Retenční objem

$$V_{vz} = 0,001 \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_{vz}) - 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

$V_{vz}$  ... retenční objem

$h_d$  ... je návrhový úhrn srážky (mm) podle tabulky 13.9 nebo přesnějších hydrologických údajů pro stanovenou periodicitu p a dobu trvání srážky  $t_c$

$A_{red}$  ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy (m<sup>2</sup>)

$A_{vsak}$  ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení (m<sup>2</sup>), zjednodušeně plocha propustného dna vsakovacího zařízení

$A_{vz}$  ... plocha hladiny vsakovacího zařízení (m<sup>2</sup>) (uvažuje se jen u povrchových vsakovacích z)

f ... součinitel bezpečnosti vsaku ( $f \geq 2$ )

$k_v$  ... koeficient vsaku (m/s) uvedený ve výstupech geologického průzkumu pro vsakování,

$t_c$  ... doba trvání srážky (min) stanovené návrhové periodicity p

c... Součinitel odtoku srážkových vod

$h_d$	$A_{red}$					$A_{vsak}$				$A_{vz}$	f	$k_v$	$t_c$	$V_{vz}$
	A	C	A	C	$A_{red}$	rozměr	ks	$A_{vsak}$						
[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]			[min]	[m <sup>3</sup> ]	
12	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	5	15,60	
18	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	10	23,01	
21	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	15	26,34	
23	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	20	28,30	
25	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	30	29,49	
27	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	40	30,68	
29	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	60	30,34	
35	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	120	29,30	
39	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	240	16,33	
44	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	360	4,72	
49	984,00	0,6	773,51	1	1363,91	0,80 x 0,80	80	51,20	0	2	1E-04	480	-6,90	

Navrženo **Typ: AS-RIGOFILL - Blok ST**

Akumulační objem [m <sup>3</sup> ]		Rozměry boxu				Plocha Vsakovacího			Bloků		
Na blok	Celkem	plocha [m]		výška [m]		Rozměry [m]		Celk. [m <sup>2</sup> ]			
0,406	32,48	0,8	x	0,8	x	0,66	8	x	3,2	25,6	80

počet bloků		pater
1řada	2řada	
10	4	2

Posouzení			
$V_{vz}$	<	Akumulační objem [m <sup>3</sup> ]	
30,68	<	32,48	vyhoví

### •Doba prázdnění

$T_{pr} = V_{vz}/Q_{vsak}$  Doba prázdnění vsakovacího zařízení nemá překročit 72 h.

$V_{vz} \dots$  je největší vypočtený retenční objem ( $m^3$ )  $V_{vz} = 31 m^3$

$Q_{vsak} \dots$  vsakovací odtok ( $m^3/s$ )

$Q_{vsak} = 1/f \cdot k_v \cdot A_{vsak}$   $Q_{vsak} = 0,001 m^2/s$

$A_{vsak} \dots$  vsakovací plocha vsakovacího zařízení ( $m^2$ )  $A_{vsak} = 25,6 m^2$

$f \dots$  součinitel bezpečnosti vsaku ( $f \geq 2$ )  $f = 2$

$k_v \dots$  koeficient vsaku ( $m/s$ )  $k_v = 1E-04$

$T_{pr} = 6,66 h$

• Doba vsakování bude 6,66 hodin což **vyhoví** podmínce, že doba prázdnění nesmí být větší jak 72 hodin

Dále bude za vsakovacím zařízením umístěn přepad se zpětnou klapkou. Přepad vede do jednotné kanalizace Potrubí je dimenze 200 PVC KG ve spádu 17 %.

## B.3.4 Dimenzování vodovodního potrubí

Návrh je proveden podle ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů. Hydraulické posouzení nejneprůzračnější položené výtokové armatury.

- Nejmenší přetlak v místě napojení přípojky na vodovodní řád je  $p_{dis} = 450 kPa$ .
- Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejneprůzračnější armaturou je  $p_{minFI} = 100 kPa$ .
- Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před nejneprůzračnější výtokovou armaturou požárního systému je  $p_{minFI} = 200 kPa$

### B.3.4.1 Návrh vodoměrů

#### • Dimenze domovního vodoměru (IALF DN 40)

$Q_{D,min} \dots$  Maximální dimenzovaný průtok  $Q_{D,min} = 0,10 l/s$   
**360,00 l/h**

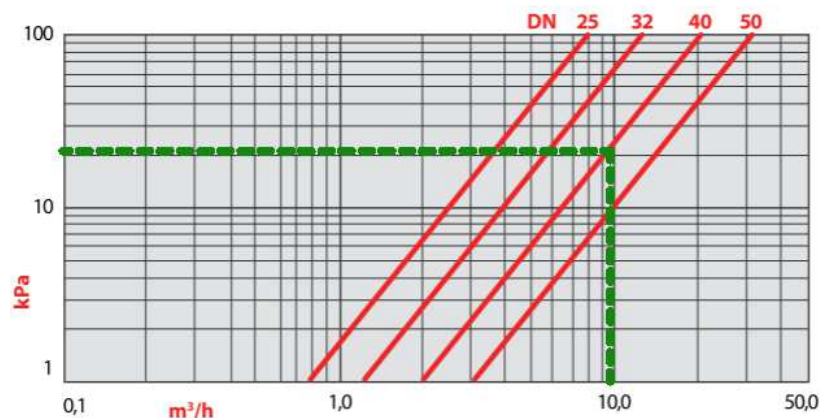
$Q_{D,max} \dots$  Maximální dimenzovaný průtok  $Q_{D,max} = 2,61 l/s$   
**9,39 m<sup>3</sup>/h**

$Q_{min} \dots$  Minimální možný průtok  $Q_{min} = 200,00 l/h$

$Q_{max} \dots$  Maximální možný průtok  $Q_{max} = 16,00 m^3/h$

$Q_{D,min} = 360,00 m^3/h > Q_{min} = 200,00 m^3/h \Rightarrow$  VYHOVÍ

$Q_{D,max} = 9,39 l/h < Q_{max} = 16,00 l/h \Rightarrow$  VYHOVÍ

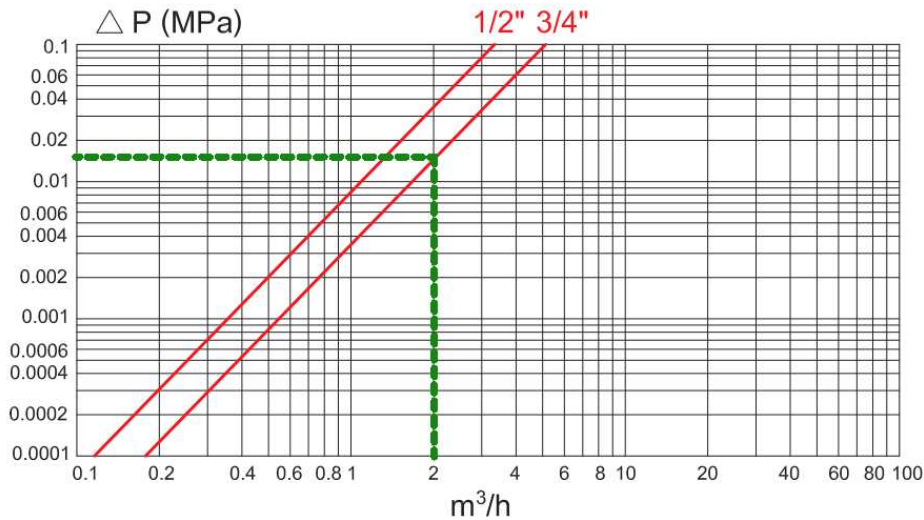


Graf 15, Tlaková ztráta domovního vodoměru

• **Dimenze bytového vodoměru (ETV DN 15)**

$Q_{D,max}$ ... Maximální dimenzovan průtok	$Q_{D,max} =$	0,55 l/s
		<b>1,97 m<sup>3</sup>/h</b>
$Q_{max}$ ... Maximální možný průtok	$Q_{max} =$	<b>2,00 m<sup>3</sup>/h</b>

$Q_{D,max} =$	1,97 l/h	<	$Q_{max} =$	2,00 l/h	=>	VYHOVÍ
---------------	----------	---	-------------	----------	----	--------



Graf 16, Tlaková ztráta bytového vodoměru

**B.3.4.2 Dimenze potrubí pro studenou a teplou vodu**

- **Materiál:** Vnitřní vodovod – PPR, PN20  
Přípojka vodovodu - PE 100 SDR 11

**Tlakové posouzení**

$h$ ...	Výška mezi nejvyšším spotřebičem a přípojkou	$h =$	10,5 m
$p_{dis}$ ...	dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky [kPa]	$p_{dis} =$	450 kPa
$p_{minFl}$ ...	minimální požadovaný hydrodynamický přetlak [kPa]	$p_{minFl} =$	100 kPa
$\Delta p_e$ ...	tlaková ztráta způsobená rozdílem mezi výškovou úrovní [kPa]	$\Delta p_e =$	105,00 kPa
$\sum \Delta p_{WM}$ ...	součet tlakových ztrát vodoměrů [kPa]	$\sum \Delta p_{WM} =$	35,00 kPa
$\sum \Delta p_{Ap}$ ...	součet tlakových ztrát napojených zařízení [kPa]	$\sum \Delta p_{Ap} =$	0,00 kPa
$\Delta p_{RF}$ ...	tlakové ztráty v potrubí podle vztahu [kPa]	$\Delta p_{RF} =$	196,64 kPa

$$p_{dis} \geq p_{minFl} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

**0,45kPa**  $\geq$  **0,44kPa** **vyhoví**

• **použité vztahy**

$Q_c$  ... výpočtový průtok potrubím [l/s]

$$Q_c = \sqrt{(Q_A^2 \cdot n)}$$

$Q_A$  ... jmenovitý výtok jednotlivými druhy výtokových armatur a zařízení [l/s]

$n$  ... počet výtokových armatur stejného druhu

$R$  ... odpor potrubí

$v$  ... rychlost kapaliny v potrubí

$l$  ... délka potrubí

$\Sigma \zeta$  ... Tlaková ztráta místních odporů (bez koeficientu)

$\Delta p_F$  ... Tlakové ztráty v potrubí vlivem místních odporů.

$\Delta p_{RF}$  ... Tlakové ztráty v potrubí  $\Delta p_{RF} = l \cdot R \cdot \Delta p_F$

### Studená voda

Úsek	Jmenovitý výtok						Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]	
	Q <sub>A</sub> [l/s]															
	0,1		0,2		0,3											
	+	Σ	+	Σ	+	Σ										
POTRUBÍ 4NP	1.1	0	0	1	1	0	0	0,20	20 × 3,4	2,4	1,5	0,70	14,00	1,09	15,22	16,90
	1.2	0	0	1	2	0	0	0,28	25 × 4,2	1,5	1,3	0,50	2,50	0,83	2,08	2,82
	1.3	0	0	0	2	1	1	0,41	25 × 4,2	2,9	1,9	2,70	3,00	1,79	5,38	13,21
	1.4	1	1	0	2	0	1	0,42	25 × 4,2	3,1	2,0	0,90	1,50	1,90	2,85	5,60
	1.5	1	2	0	2	0	1	0,44	25 × 4,2	3,2	2,0	2,20	3,00	2,01	6,03	13,08
	1.6	1	3	0	2	0	1	0,45	25 × 4,2	3,4	2,1	0,35	2,50	2,12	5,30	6,47
	1.7	1	4	0	2	0	1	0,46	32 × 5,4	1,1	1,3	0,55	1,50	0,84	1,26	1,85
	1.8	1	5	1	3	0	1	0,51	32 × 5,4	1,3	1,4	0,35	4,00	1,04	4,15	4,60
	1.9	0	5	1	4	0	1	0,55	32 × 5,4	1,5	1,5	1,20	6,50	1,19	7,77	9,54
KEKOTLY	1.10	0	5	0	4	0	1	0,55	40 × 6,7	0,5	1,0	3,00	1,50	0,48	0,73	2,24
	1.11	3	8	3	7	1	2	0,73	40 × 6,7	0,8	1,3	3,00	1,50	0,87	1,31	3,83
	1.12	3	11	3	10	1	3	0,88	40 × 6,7	1,2	1,6	2,95	1,50	1,26	1,89	5,33
	1.13	3	14	3	13	1	4	1,01	50 × 8,4	0,5	1,2	5,75	4,50	0,67	3,02	5,98
	1.14	9	23	9	22	3	7	1,32	50 × 8,4	0,8	1,5	3,90	1,50	1,15	1,72	4,92
	1.15	1	24	1	23	0	7	1,34	50 × 8,4	0,8	1,5	12,70	9,00	1,18	10,62	21,32
Ostatní	1.16	23	47	22	45	7	14	1,88	63 × 10,5	0,5	1,4	5,70	6,00	0,92	5,53	8,37
	1.17	0	47	0	45	0	14	1,88	63 × 10,5	0,5	1,4	0,90	1,50	0,92	1,38	1,83
	1.18	22	69	22	67	6	20	2,27	63 × 10,5	0,7	1,6	16,35	9,00	1,35	12,17	23,62
	1.19	22	91	22	89	6	26	2,61	63 × 10,5	0,9	1,9	4,50	3,00	1,78	5,34	9,39
	1.20	0	91	0	89	0	26	2,61	63 SDR 11	0,4	1,2	12,70	1,80	0,74	1,34	6,93
	1.21	0	91	0	89	0	26	2,61	40 Ocel	3,0	1,9	1,00	12,00	1,81	21,66	24,66
1.22	0	91	0	89	0	26	2,61	63 SDR 11	0,4	1,2	6,90	1,50	0,74	1,12	4,15	

196,64

### Teplá voda

Úsek	Jmenovitý výtok						Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]	
	Q <sub>A</sub> [l/s]															
	0,1		0,2		0,3											
	+	Σ	+	Σ	+	Σ										
POTRUBÍ 4NP	1.1	0	0	1	1	0	0	0,20	20 × 3,4	2,4	1,5	1,12	1,50	1,09	1,63	4,32
	1.2	0	0	0	1	1	1	0,36	25 × 4,2	2,3	1,7	0,90	3,00	1,36	4,09	6,14
	1.3	1	1	0	1	0	1	0,37	25 × 4,2	2,4	1,7	0,90	1,50	1,47	2,21	4,40
	1.4	1	2	0	1	0	1	0,39	25 × 4,2	2,6	1,8	2,50	3,00	1,58	4,73	11,21
	1.5	1	3	0	1	0	1	0,40	25 × 4,2	2,7	1,8	0,70	1,50	1,69	2,53	4,45
	1.6	0	3	1	2	0	1	0,45	32 × 5,4	1,0	1,3	1,50	13,50	0,80	10,78	12,33
	1.7	0	3	0	2	0	1	0,45	32 × 5,4	1,0	1,3	3,00	1,50	0,80	1,20	4,30
KEKOTLY	1.8	2	5	1	3	1	2	0,59	32 × 5,4	1,7	1,7	3,00	1,50	1,39	2,09	7,19
	1.9	2	7	1	4	1	3	0,71	40 × 6,7	0,8	1,3	3,00	2,50	0,81	2,02	4,38
	1.10	2	9	1	5	1	4	0,81	40 × 6,7	1,0	1,4	5,85	3,00	1,05	3,15	8,94
	1.11	9	18	5	10	4	8	1,14	50 × 8,4	0,6	1,3	3,85	2,50	0,86	2,14	4,59
	1.12	0	18	1	11	0	8	1,16	50 × 8,4	0,7	1,3	12,40	7,50	0,88	6,62	14,71
	1.13	18	36	8	19	8	16	1,60	50 × 8,4	1,2	1,8	6,08	4,00	1,69	6,77	13,81
	1.14	34	70	19	38	14	30	2,22	63 × 10,5	0,7	1,6	2,50	8,00	1,29	10,29	11,96

### B.3.4.3 Dimenze požárního potrubí

•Materiál: požární vodovod – ocelové pozinkované potrubí

Úsek	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
H.1	0,52	25 Ocelové potrubí	1,2	0,9	6,50	1,50	0,41	0,61	8,28
H.2	1,04	32 Ocelové potrubí	4,7	1,7	41,50	25,00	1,45	36,13	231,18

#### Tlakové ztráty v místě setkání

Od studné vody  $\Delta p_{RF,VI} = 160,90$  kPa

Od požárního potrubí  $\Delta p_{RF,H} = 239,45$  kPa

Od studené vody je tlaková ztráta větší. Proto k přípojce pokračujeme s touto ztrátou

### B.3.4.4 Dimenze cirkulačního

• **Materiál:** PPR, PN20

• **Výpočet průtoku cirkulačním potrubím**

$$V_c = (\sum q_i) / (c \cdot \rho \cdot \Delta t)$$

$V_c$ ...	Výpočtový průtok cirkulace teplé vody [l/s]	$V_c =$ 0,36 l/s
$\sum q_i$ ...	Součet tepelných ztrát úseků přívodního potrubí [W]	$\sum q_i =$ 2 996,6 W
$c$ ...	Měrná tepelná kapacita teplé vody [J/(kg·K)]	$c_{55} =$ 4,2 kJ/(kg·K)
$\rho$ ...	Hustota teplé vody v přívodním potrubí [kg/m <sup>3</sup> ]	$\rho =$ 985,7 kg/m <sup>3</sup>
$\Delta t$ ...	Rozdíl vody mezi výstupem přívodního potrubí TV z ohřívače a jeho spojením s cirkulačním potrubím [K], ( $\Delta t \leq 3K$ )	$\Delta t =$ 2,0 K

$$q = q_t \cdot l$$

$l$ ... Délka úseku přívodního potrubí včetně přírážek na neizolované armatury (1,6 m na každou neizolovanou armaturu + upevnění, 10-20% délky je potrubí přerušeno)

$q_t$ ... délková ztráta úseku přívodního potrubí [W/m]

		čistá délka [m]	armatur [ks]	upevnění na 15% [m]	$l$ [m]	$q_t$ [W/m]	$q$ [W]
T.1	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	10,25	5	1,54	19,79	6,6	130,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	0,70	1	0,11	2,41	9,9	23,8
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,70	2	0,56	7,46	10,0	74,6
T.2	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	7,35	5	1,10	16,45	6,6	108,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	1,00	1	0,15	2,75	9,9	27,2
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,50	2	0,53	7,23	10,0	72,3
T.3	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	10,25	5	1,54	19,79	6,6	130,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	0,70	1	0,11	2,41	9,9	23,8
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,70	2	0,56	7,46	10,0	74,6
T.4	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	7,35	5	1,10	16,45	6,6	108,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	1,00	1	0,15	2,75	9,9	27,2
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,50	2	0,53	7,23	10,0	72,3
T.5	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	10,25	5	1,54	19,79	6,6	130,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	0,70	1	0,11	2,41	9,9	23,8
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,70	2	0,56	7,46	10,0	74,6
T.6	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	7,35	5	1,10	16,45	6,6	108,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	1,00	1	0,15	2,75	9,9	27,2
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,50	2	0,53	7,23	10,0	72,3
T.7	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	10,25	5	1,54	19,79	6,6	130,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	0,70	1	0,11	2,41	9,9	23,8
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,70	2	0,56	7,46	10,0	74,6
T.8	$l_{(\text{šachta})} / q_t(25^\circ\text{C})$	7,35	5	1,10	16,45	6,6	108,6
	$l_{(\text{suterén})} / q_t(10^\circ\text{C})$	1,00	1	0,15	2,75	9,9	27,2
	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(-12^\circ\text{C})$	3,50	2	0,53	7,23	10,0	72,3
T.1 - T.2	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(10^\circ\text{C})$	16,20	7	2,43	29,83	13,1	390,8
T.1 - T.3	$l_{(\text{nevyt.})} / q_t(10^\circ\text{C})$	0,30	1	0,05	1,95	13,1	25,5

T.1 - T.4	$I_{(nevyt.)}/q_{t(10^{\circ}C)}$	5,78	1	0,87	8,25	15,2	125,4
T.1 - T.8	$I_{(nevyt.)}/q_{t(10^{\circ}C)}$	2,50	5	0,38	10,88	15,2	165,3
T.5 - T.6	$I_{(nevyt.)}/q_{t(10^{\circ}C)}$	16,20	7	2,43	29,83	13,1	390,8
T.5 - T.7	$I_{(nevyt.)}/q_{t(10^{\circ}C)}$	0,30	1	0,05	1,95	13,1	25,5
T.5 - T.8	$I_{(nevyt.)}/q_{t(10^{\circ}C)}$	5,78	1	0,87	8,25	15,2	125,4

• Rozdělení průtoků do jednotlivých větví

$V_i \dots V_a = V_c \cdot (q_a / (q_a + q_b))$

$V_a (V_b) \dots$  Průtok v jednotlivých okruzích [l/s]

$q_a (q_b) \dots$  Tepelné ztráty jednotlivých větví [W]

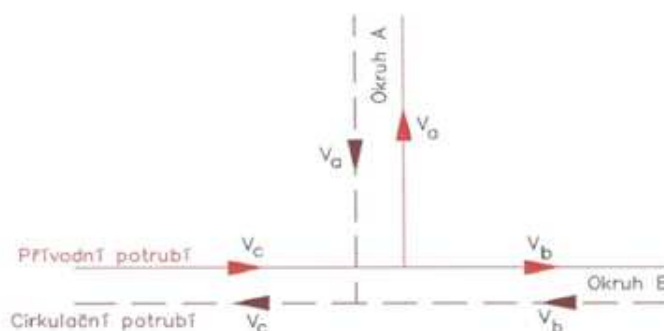
Rozdělení úseku 1-4 a 5-8

$V_{1-4} = 0,18 \text{ l/s}$

$q_{1-4} = 1415,6 \text{ W}$

$V_{5-8} = 0,18 \text{ l/s}$

$q_{5-8} = 1415,6 \text{ W}$



Rozdělení úseku 1-3 a 4

$V_{1-3} = 0,14 \text{ l/s}$

$q_{1-3} = 666,0 \text{ W}$

$V_4 = 0,04 \text{ l/s}$

$q_4 = 208,1 \text{ W}$

Rozdělení úseku 5-7 a 8

$V_{5-7} = 0,14 \text{ l/s}$

$q_{5-7} = 666,0 \text{ W}$

$V_8 = 0,04 \text{ l/s}$

$q_8 = 208,1 \text{ W}$

Rozdělení úseku 1-2 a 3

$V_{1-2} = 0,09 \text{ l/s}$

$q_{1-2} = 437,0 \text{ W}$

$V_3 = 0,05 \text{ l/s}$

$q_3 = 229,0 \text{ W}$

Rozdělení úseku 5-6 a 7

$V_{5-6} = 0,09 \text{ l/s}$

$q_{5-6} = 437,0 \text{ W}$

$V_7 = 0,05 \text{ l/s}$

$q_7 = 229,0 \text{ W}$

Rozdělení úseku 1 a 2

$V_1 = 0,05 \text{ l/s}$

$q_1 = 229,0 \text{ W}$

$V_2 = 0,04 \text{ l/s}$

$q_2 = 208,1 \text{ W}$

Rozdělení úseku 5 a 6

$V_5 = 0,05 \text{ l/s}$

$q_5 = 229,0 \text{ W}$

$V_6 = 0,04 \text{ l/s}$

$q_6 = 208,1 \text{ W}$

• Tlakové ztráty Cirkulací

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
DLOUHÝ (1,4,5,8)											
x.7	20	43,9	0,04	32 × 5,4	0,0	0,1	3,00	3,00	0,01	0,02	0,03
x.8	20	33,3	0,04	32 × 5,4	0,0	0,1	3,00	1,00	0,01	0,01	0,02
x.9	20	38,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	3,00	2,00	0,00	0,01	0,00
x.10(25°C)	20	24,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	5,85	1,00	0,00	0,00	0,00
x.10(-12°C)	60	24,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	12,40	1,00	0,00	0,00	0,00
x.10(10°C)	20	38,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00
C. x(25°C)	20	78,3	0,04	20 × 3,4	0,2	0,3	5,85	0,00	0,05	0,00	0,89
C. x(-12°C)	60	9,1	0,04	20 × 3,4	0,2	0,3	12,40	1,00	0,05	0,05	1,94
C. x(10°C)	20	47,4	0,04	20 × 3,4	0,2	0,3	3,85	0,00	0,05	0,00	0,59
Σ Δp <sub>RF</sub> =											<b>3,47</b>

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
KRÁTKÝ (2,3,6,7)											
x.8	20	33,3	0,04	32 × 5,4	0,0	0,1	3,00	3,00	0,01	0,02	0,03
x.9	20	38,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00
x.10(25°C)	20	24,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	5,85	2,00	0,00	0,01	0,00
x.10(-12°C)	60	64,2	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	11,90	0,00	0,00	0,00	0,00
x.10(10°C)	20	27,4	0,04	40 × 6,7	0,0	0,1	3,85	1,00	0,00	0,00	0,00
C. x(25°C)	20	58,3	0,04	20 × 3,4	0,2	0,3	5,85	0,00	0,05	0,00	0,89
C. x(-12°C)	60	45,6	0,04	20 × 3,4	0,2	0,3	12,40	1,00	0,05	0,05	1,94
C. x(10°C)	20	28,4	0,04	20 × 3,4	0,2	0,3	3,85	1,00	0,05	0,05	0,64
Σ Δp <sub>RF</sub> =											<b>3,50</b>

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
v1											
DLOUHÝ	VIZ. VÍŠ										3,47
T. 1- T.2	20	390,8	0,09	50 × 8,4	0,0	0,1	16,25	5,00	0,01	0,03	0,06
T. 1- T.3	20	25,5	0,14	50 × 8,4	0,0	0,2	0,50	1,00	0,01	0,01	0,02
T. 1- T.4	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	5,58	2,00	0,02	0,04	0,19
T. 1- T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.1 - C.2	20	259,5	0,09	20 × 3,4	0,6	0,7	16,25	4,00	0,23	0,90	10,77
C.1 - C.3	20	35,1	0,14	25 × 4,2	0,4	0,6	0,50	1,00	0,19	0,19	0,41
C.1 - C.4	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84
Σ Δp <sub>RF</sub> =											<b>17,22</b>

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
<b>v2</b>											
KRÁTKÝ	VIZ. VÍŠ										3,50
T. 1 - T.2	20	390,8	0,09	50 × 8,4	0,0	0,1	16,25	5,00	0,01	0,03	0,06
T. 1 - T.3	20	25,5	0,14	50 × 8,4	0,0	0,2	0,50	1,00	0,01	0,01	0,02
T. 1 - T.4	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	5,58	2,00	0,02	0,04	0,19
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.1 - C.2	20	259,5	0,09	20 × 3,4	0,6	0,7	16,25	4,00	0,23	0,90	10,77
C.1 - C.3	20	35,1	0,14	25 × 4,2	0,4	0,6	0,50	1,00	0,19	0,19	0,41
C.1 - C.4	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **17,26**

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
<b>v3</b>											
KRÁTKÝ	VIZ. VÍŠ										3,50
T. 1 - T.3	20	25,5	0,14	50 × 8,4	0,0	0,2	0,50	1,00	0,01	0,01	0,02
T. 1 - T.4	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	5,58	2,00	0,02	0,04	0,19
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.1 - C.3	20	35,1	0,14	25 × 4,2	0,4	0,6	0,50	0,00	0,19	0,00	0,22
C.1 - C.4	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **6,23**

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
<b>v4</b>											
DLOUHÝ	VIZ. VÍŠ										3,47
T. 1 - T.4	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	5,58	2,00	0,02	0,04	0,19
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.1 - C.4	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	0,00	0,13	0,00	1,23
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **5,83**

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
<b>v5</b>											
DLOUHÝ	VIZ. VÍŠ										3,47
T.5 - T.6	20	390,8	0,09	50 × 8,4	0,0	0,1	16,25	5,00	0,01	0,03	0,06
T.5 - T.7	20	25,5	0,14	50 × 8,4	0,0	0,2	0,50	1,00	0,01	0,01	0,02
T.5 - T.8	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	0,60	2,00	0,02	0,04	0,06
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.5 - C.6	20	259,5	0,09	20 × 3,4	0,6	0,7	16,25	4,00	0,23	0,90	10,77
C.5 - C.7	20	35,1	0,14	25 × 4,2	0,4	0,6	0,50	1,00	0,19	0,19	0,41
C.5 - C.8	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **17,09**



Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
KRÁTKÝ	VIZ. VÍŠ										3,50
T.5 - T.6	20	390,8	0,00	50 × 8,4	0,0	0,0	16,25	5,00	0,00	0,00	-0,27
T.5 - T.7	20	25,5	0,14	50 × 8,4	0,0	0,2	0,50	1,00	0,01	0,01	0,02
T.5 - T.8	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	0,60	2,00	0,02	0,04	0,06
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.5 - C.6	20	259,5	0,09	20 × 3,4	0,6	0,7	16,25	4,00	0,23	0,90	10,77
C.5 - C.7	20	35,1	0,14	25 × 4,2	0,4	0,6	0,50	1,00	0,19	0,19	0,41
C.5 - C.8	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **16,80**

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
KRÁTKÝ	VIZ. VÍŠ										3,50
T.5 - T.7	20	25,5	0,14	50 × 8,4	0,0	0,2	0,50	1,00	0,01	0,01	0,02
T.5 - T.8	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	0,60	2,00	0,02	0,04	0,06
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.5 - C.7	20	35,1	0,14	25 × 4,2	0,4	0,6	0,50	1,00	0,19	0,19	0,41
C.5 - C.8	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **6,30**

Úsek	Tl. Izolac. [mm]	Tep. Ztráta q [W]	Q <sub>c</sub> [l/s]	d <sub>a</sub> ×s [mm] (DN)	R [kPa/m]	v [m/s]	l [m]	Σζ [-]	ξ=1	Δp <sub>F</sub> [kPa]	Δp <sub>RF</sub> Σ(l×R+Δp <sub>F</sub> ) [kPa]
KRÁTKÝ	VIZ. VÍŠ										3,50
T.5 - T.8	20	125,4	0,18	50 × 8,4	0,0	0,2	0,60	2,00	0,02	0,04	0,06
T. 1 - T.8	20	165,3	0,36	63 × 10,5	0,0	0,3	2,50	1,00	0,03	0,03	0,11
C.5 - C.8	20	112,3	0,18	32 × 5,4	0,2	0,5	5,58	1,00	0,13	0,13	1,36
C.1 - C.8	20	121,5	0,36	40 × 6,7	0,3	0,7	2,50	1,00	0,22	0,22	0,84

Σ Δp<sub>RF</sub> = **5,87**

• Škrcení

úsek	tlak. Ztráta [kPa]	Rozdíl tlaku		Průtok		Nastavení otáček
		[kPa]	[mbar]	[l/s]	[l/h]	
V1	17,22	-	-	-	-	-
V2	17,26	-0,03	-0,3	0,04	155,8	-
V3	6,23	10,99	109,9	0,04	155,8	1 a 1/4
V4	5,83	11,39	113,9	0,04	155,8	1 a 1/4
V5	17,09	0,13	1,3	0,04	155,8	-
V6	16,80	0,42	4,2	0,04	155,8	-
V7	6,30	10,92	109,2	0,04	155,8	1 a 1/4
V8	5,87	11,35	113,5	0,04	155,8	1 a 1/4

Alternativa vyvažovacích ventilů, které se musí vyvažovat škracením, mohou být automatické termostatické ventily, které regulují tlak v potrubí automaticky.

### •Nejmenší potřebná dopravní výška

$$H = (1000 * (\Delta p_{RF} + \Sigma \Delta p_{Ap})) / (\rho * g)$$

H... Nejmenší potřebná dopravní výška cirkulačního čerpadla [m]

$\Delta p_{RF}$ ... Tlakové ztráty vlivem tření a místních odporů [kPa]

$\Delta p_{Ap}$ ... Tlakové ztráty napojených zařízení [kPa]

$\rho$ ... Hustota teplé vody v přívodním potrubí [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]

$g$ ... Tíhové zrychlení [ $\text{m}/\text{s}^2$ ]

H= 1,78 m

$\Delta p_{RF}$ = 17,26 kPa

$\Delta p_{Ap}$ = 0,00 kPa

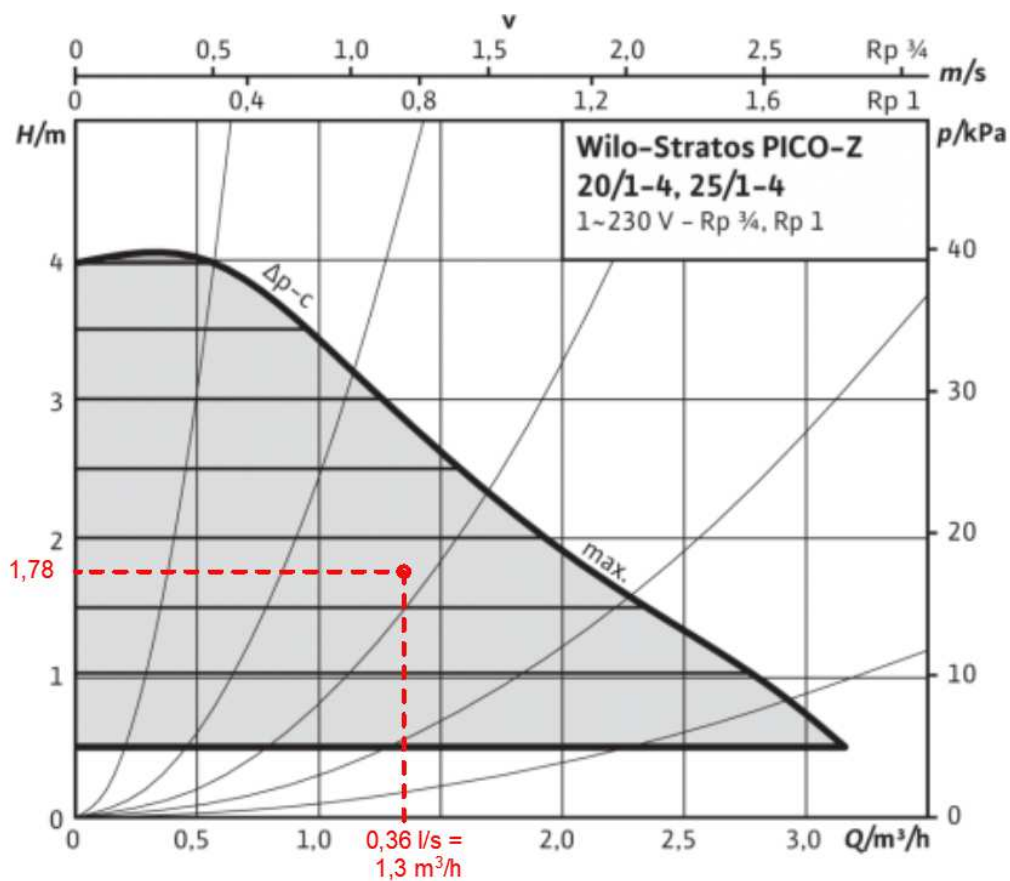
$\rho$ = 986  $\text{kg}/\text{m}^3$

$g$ = 9,81  $\text{m}/\text{s}^2$

Při průtoku cirkulace TV  $Q_c$ = 0,36 l/s

musí cirkulační čerpadlo mít dopravní výšku  $H \geq$  1,78 m

Podmínky splňuje například čerpadlo Wilo Stratos PICO-Z 25/1-4



Graf 17, pracovní diagram cirkulačního čerpadla Wilo Stratos PICO-Z 25/1-4

## B.3.5 Dimenzování plynu

### B.3.5.1 Dimenzování domovního plynoměru

Materiál: Vnitřní domovní plynovod - ocelové potrubí  
Vnější domovní plynovod - HDPE 100 SDR 11

#### • Redukovaný odběr

$$V_r = K_1 \cdot V_1 + K_3 \cdot V_3$$

$V_r$  ... Redukovaný odběr plynu [ $m^3/h$ ]

$V_1$  ... součet objemových průtoků spotřebičů pro přípravu pokrmů [ $m^3/h$ ]

$V_3$  ... součet objemových průtoků všech kotlů včetně kotlů kombinovaných [ $m^3/h$ ]

$K_1$  ... koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u  $V_1$  [ $K_1 = n^{-0,5}$ ]

$K_3$  ... koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u  $V_3$  [ $K_3 = n^{-0,1}$ ]

#### Ležaté potrubí

$$\Delta p_L = \Delta p_c / (L + \Sigma l_e)$$

$\Delta p_L$ ... celková ztráta tlaku v ležatém potrubí [Pa]	$\Delta p_L =$	1,23 Pa/m
$\Delta p_c$ ... celková ztráta dovoleného tahu v Lež. potrubí [Pa]	$\Delta p_c =$	100 Pa
$L_L$ ... skutečná délka ležatého potrubí [m]	$L_L =$	63,20 m
$\Sigma l_e$ ... součet ekvivalentních délkových	$\Sigma l_e =$	17,90 m

Tvarovka	Ekvivalentní přírážka $l_e$ [m]	Počet [-]	Náhradní délka [m]
T – kus (průchod)	0,5	10	5,00
T – kus (odbočení)	1,3	0	0,00
Koleno	0,7	16	11,20
Redukce	0,4	3	1,20
Kulový kohout přímý nebo šoupátko	0,5	1	0,50
Kulový kohout rohový	1,3	0	0,00

#### Stoupací potrubí

$\Delta p_s = 2 \text{ Pa} / 1 \text{ m}$	$\Delta p_s =$	2 Pa/m
$\Delta p_s$ ... celková ztráta tlaku v ležatém potrubí [Pa]	$\Delta p_s =$	24,2 Pa
$L_s$ ... skutečná délka ležatého potrubí [m]	$L_s =$	12,10 m

Úsek	$V_1$ [ $m^3/h$ ]	$n_1$ [-]	$K_1$ [-]	$V_3$ [ $m^3/h$ ]	$n_3$ [-]	$K_3$ [-]	$V_r$ [ $m^3/h$ ]	$\Delta p_{is}$ [Pa]	DN [mm]
P.1-P.2	1,20	1	1,00	0,00	0	0,00	1,20	1,23	20
P.2-P.3	3,60	3	0,58	0,00	0	0,00	2,08	1,23	25
P.3-P.4	6,00	5	0,45	0,00	0	0,00	2,68	1,23	25
P.4-P.5	8,40	7	0,38	0,00	0	0,00	3,17	1,23	32
P.5-P.6	16,80	14	0,27	0,00	0	0,00	4,49	1,23	32
P.6-P.7	16,80	14	0,27	9,60	2	0,71	11,28	1,23	50
P.7-P.8	25,20	21	0,22	9,60	2	0,71	12,29	1,23	50
P.8-P.9	33,60	28	0,19	9,60	2	0,71	13,14	1,23	50

• posouzení plynového regulátoru ( $V_{\min} < V_{\text{skut}}$ )

$V_{\min}$  ... potřebný akumulční objem

$$V_{\min} = Q_n / a \times (1 + p_2 / 10\,000)$$

$Q_n$  ... Výkon RZ

$p_2$  ... Výstupní tlak za regulátorem

$a$  ... Provoz hořáků

$$0 - 100 \% \Rightarrow a = 360$$

$$0 - 50 - 100 \% \Rightarrow a = 576$$

$$V_{\min} = 0,008 \text{ m}^3$$

$$Q_n = 4,80 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$p_2 = 100 \text{ kPa/m}^2$$

$$a = 576$$

$V_{\text{skut}}$  ... skutečný akumulční objem

$$V_{\text{skut}} = l \times s$$

$l_{50}$  ... Délka od regulátoru po kotel

$s_{50}$  ... Plocha potrubí (DN 50)

$l_{40}$  ... Délka od regulátoru po kotel

$s_{40}$  ... Plocha potrubí (DN 40)

$$V_{\text{skut}} = 0,068 \text{ m}^3$$

$$l_{50} = 25 \text{ m}$$

$$s_{50} = 0,0020 \text{ m}^2$$

$$l_{40} = 15,4 \text{ m}$$

$$s_{40} = 0,0013 \text{ m}^2$$

$$V_{\min} = 0,008 \text{ m}^3 < V_{\text{skut}} = 0,068 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{Posouzení akumulčního objemu vyhoví}$$

### B.3.5.2 Dimenzování plynovodní přípojky

**Materiál:** Vnější domovní plynovod - HDPE 100 SDR 11

• Dimenzování plynovodní přípojky

$D$  ... Dimenze potrubí přípojky

$$D = K \cdot \sqrt[4,8]{\frac{V_r^{1,82} \cdot L_e}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

$K$  ... Konstanta pro zemní plyn

$V_r$  ... redukované množství plynu

$L_e$  ... ekvivalentní délka plynovodu

$p_z$  ... Počáteční pracovní přetlak plynu

$p_k$  ... Koncový pracovní přetlak plynu

$$D = 8,15 \text{ mm}$$

$$K = 13,8$$

$$V_r = 13,14 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L_e = 1,45 \text{ m}$$

$$p_z = 100 \text{ kPa}$$

$$p_k = 95 \text{ kPa}$$

**Navrženo potrubí 32 × 200 mm HDPE 100 SDR 11**

• Posouzení rychlosti proudění plynu v potrubí

$v$  ... rychlost v potrubí

$$v = (V_{\text{rsk}} / 3\,600) / s$$

$s$  ... plocha proudění v potrubí

$V_{\text{rsk}}$  ... skutečné redukované množství plynu

$$V_{\text{rsk}} = V_r / p_{\text{abs}}$$

$v_{\text{max}}$  ... maximální rychlost v přípojce

10 m/s ... nízkotlak

20 m/s ... středotlak

$$v = 2,4 \text{ m/s}$$

$$s = 0,0008 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{rsk}} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v_{\text{max}} = 20,0 \text{ m/s}$$

$$v = 2,4 \text{ m/s} < v_{\text{max}} = 20,0 \text{ m/s} \Rightarrow \text{Posouzení rychlosti vyhoví}$$

### **B.3.5.3 Posouzení umístění plynových spotřebičů**

#### **• Plynové sporáky**

Ve všech bytech i kancelářích bude umístěn plynový sporák, který má spotřebu plynu 1,2 m<sup>3</sup>/h. Požadavky jsou na objem a světlou výšku místnosti.

*Posouzení na požadovaný objem místnosti [m<sup>3</sup>]*

$$V_{\min} = 20,00 \text{ m}^3 < V_{\text{skutečná}} = 63,30 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{objem místnosti vyhovuje}$$

*Posouzení na světlou výšku místnosti [m]*

$$SV_{\min} = 2,30 \text{ m} < SV_{\text{skutečná}} = 2,60 \text{ m} \Rightarrow \text{výška místnosti vyhovuje}$$

#### **• Plynový kotel**

V objektu jsou dva kotle Panther Condens 45 KKO pro vytápění. Jsou to kondenzační kotle v provedení C. Pro tyto kotle nejsou požadovány žádné zvláštní požadavky pro výměnu vzduchu v místnosti, kde jsou umístěny.

Oba kotle mají spotřebu plynu 4,8 m<sup>3</sup>/h.

# C. PROJEKT

## Technická zpráva

Akce:	Novostavba polyfunkčního domu - ZTI
Místo:	na parc. č. 166/2, K.Ú.: Miroslav [695378], Ulice Mlýnská
Stupeň:	Projekt pro realizaci
Datum:	Prosinec 2019
Vypracoval:	Bc. Vojtěch Bartek
Vedoucí práce:	Ing. Alena Vaščíková

### C.1 Úvod

Projekt řeší vnitřní vodovod, kanalizaci, plynovod a jejich přípojky novostavby polyfunkčního domu na ulici Mlýnská v obci Miroslav. Jako podklad pro vypracování sloužily stavební výkresy včetně situace, ve které byly informace o poloze inženýrských sítích.

Dům je rozdělený na dva bloky. Tyto bloky jsou spojené a mají společné technické zázemí a garáže. Objekt má jedno podzemní a čtyři nadzemní podlaží. V podzemním podlaží se nachází technické zázemí, sklepní boxy a nevytápěná garáž. V 1NP jsou celkem dvě kancelářské jednotky a šest bytů. Ve 2NP a 3NP je 8 bytů. Ve 4NP jsou pak 4 větší byty s terasou.

Při provádění stavby je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce.

### C.2 Bilance potřeb

#### C.2.1 Potřeba vody

- Předpoklad: 60 osob, (bytový dům 100 l / os. a den)  
12 osob, (administrativní dům 60 l / os. a den)
- Roční potřeba vody = 2 316,0 m<sup>3</sup>/rok
- Průměrná denní potřeba= 6 720,0 l/den
- Maximální denní potřeba = 10 080,0 l/den
- Maximální hodinová potřeba = 1 062,6 l/h

#### C.2.2 Potřeba teplé vody

- Předpoklad: 60 osob, (bytový dům 40 l / os. a den)  
12 zaměstnanců (8 l / os. a den)
- Průměrná denní potřeba = 2 496 l/den

#### C.2.3 Bilance odtoku odpadních vod

- Roční odtok = 2 316,0 m<sup>3</sup>/rok
- Průměrný denní odtok= 6 720,0 l/den
- Maximální denní odtok = 10 080,0 l/den
- Maximální hodinová odtok = 3 477,6 l/h

## C.2.4 Bilance odtoku srážkových vod

Roční úhrn pro jihomoravský kraj činí 559 mm/rok. Součinitel odtoku pro střechu činí 1 a pro parkoviště 0,6.

- Roční množství odváděných srážkových vod= 804 m<sup>3</sup>/rok
- Z toho množství určené pro vsakování= 764 m<sup>3</sup>/rok

## C.3 Přípojky

### C.3.1 Kanalizační přípojka

Objekt bude mít dvě kanalizační přípojky. První slouží pro splaškové vody s část srážkové vody odvádějící vodu z vjezdu do garáže. Druhá přípojka pak pro zbytek srážkové vody.

Objekt bude odkanalizován do stávající jednotné stoky DN 400 v Miroslavi na ulici Mlýnská. Pro odvod splaškových a srážkových vod bude vybudována nová kanalizační přípojka z materiálu PVC KG 160. Maximální průtok odpadních vod přípojkou činí 8,45 l/s. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vrtem. Hlavní vstupní šachta je plastová Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm. Šachta bude umístěna na soukromém pozemku investora před objektem. Potrubí přípojky bude ve spádu 40 %.

Srážková voda ze střech a z parkovišť bude svedena do vsakovací nádrže. Vsakovací nádrž má přepad do stávající jednotné stoky DN 400 v Miroslavi na ulici Husova. Bude vybudována nová kanalizační přípojka z materiálu PVC KG 200. Maximální průtok srážkových vod přípojkou při selhání vsakovací nádrže může být až 35 l/s. Přípojka bude na stoku napojena jádrovým vrtem. Hlavní vstupní šachta je plastová Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm. Šachta bude umístěna na soukromém pozemku investora před objektem. Potrubí přípojky bude ve spádu 17 %.

Potrubí je uloženo na pískovém podsypu o mocnosti 150 mm. Dále bude zasypáno pískem o mocnosti 300 mm. Tento pískový zásyp nesmí být zhutněn. Na tento zásyp bude položena bílá výstražná fólie šířky 300 mm. Následně bude výkop zasypán vytěženou původní zeminou a po vrstvách 300 mm hutněn.

### C.3.2 Vodovodní přípojka

Pro zásobování pitnou vodou bude vybudována nová vodovodní přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 63×5,8mm. Napojená na vodovodní řad pro veřejnou potřebu v ulici Mlýnská. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,45 až 0,55 MPa. Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 2,61 l/s. Vodovodní přípojka bude napojena na veřejný řád DN 100 navrtávacím pasem s uzavřením, zemní soupravou a poklopem. Vodoměrová souprava s vodoměrem DN 40 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna v typové betonové vodoměrové šachtě o rozměru 900 x 1200 x 1600 mm na pozemku investora vedle objektu.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí výstražná fólie.

### C.3.3 Plynovodní přípojka

Do objektu bude zemní plyn přiveden novou STL plynovodní přípojkou z potrubí HDPE 100 SDR 11 32x3,0 mm podle ČSN EN 12007 a TPG 702 01. Redukovaný odběr plynu přípojkou činí 13,14 m<sup>3</sup>/h. Nová přípojka bude napojená na stávající STL plynovodní řád DN 80. Hlavní uzávěr plynu a regulátor bude umístěn ve skříni o rozměrech 410 x 510 x 250 mm ve sloupku vedle objektu. Skříň bude opatřena ocelovými dvířky s nápisem PLYN, větracími otvory dole i nahoře a uzávěrem na trojhranný klíč.

Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Podél potrubí bude položen signalizační vodič CY 1x4 mm2, který bude uchycen po 1 m páskou. Ve výšce 300 mm nad potrubím se do výkopu položí žlutá výstražná fólie.

## C.4 Vnitřní rozvody

Veškeré rozvody, které procházejí mezi požárními úseky musí být opatřeny požární manžetou. Veškeré prostupy procházející hydroizolací musí být provedeny tak, aby zachovali voděodolnost budovy. Instalace, které prochází nosnými stěnami nesmějí narušit statiku objektu.

### C.4.1 Kanalizace

Kanalizace odvádějící odpadní vody z nemovitosti bude napojena na kanalizační přípojku vedenou do stoky v ulici Mlýnská. Maximální průtok odpadních vod přípojkou činí 8,85 l/s. Srážkové vody budou vsakovány na pozemku investora a přepadem přes přípojku svedeny do stoky v ulici Husova.

Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC KG uložené na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypané pískem do výše 300 mm nad vrchol hrdel. Splaškové i srážkové odpadní, větrací a přípojovací potrubí budou z polypropylenu HT a bude upevňováno ke stěnám kovovými objímkami s gumovou vložkou.

#### ***Splašková kanalizace***

Svodná splašková potrubí povedou v zemi pod podlahou 1PP, pod základy a pod terénem vně domu. V místě napojení hlavního svodného potrubí na přípojku bude zřízena hlavní vstupní plastová šachta Ø 1000 mm s poklopem Ø 600 mm. Šachta bude umístěna na soukromém pozemku investora před objektem. Do šachty se také napojuje část srážkových vod, z odvodnění vjezdu do garáže.

Splašková odpadní potrubí budou spojena větracím potrubím s venkovním prostředím a povedou v instalačních šachtách. Přípojovací potrubí budou vedena v přizdívkách, předstěnových instalacích, pod omítkou a v podlaze. Pro napojení praček budou osazeny zápachové uzávěrky HL 406. Odpadní potrubí, které není vyvedeno nad střechu má nainstalovaný přivzdušňovací ventil.

Potrubí, které vede v nevytápěné garáži, bude opatřeno topným kabelem a tepelnou izolací. Topný kabel obsahuje termostatické čidlo, které se přidává na nejchladnější část potrubí a samo ovládá výkon kabelu. Topný kabel se **nesmí** klást přímo na potrubí. Na potrubí se umístí hliníkový alobal, na který se namotá kabel. Na kabel se obalí další hliníkový alobal, na který se umístí tepelná izolace.



### ***Dešťová kanalizace***

Svodná dešťová potrubí povedou pod stropem v 1PP a pod terénem vně budovy. Na pozemku investora je umístěna vsakovací nádrž, do které vtékat srážkové vody. Před vtokem do vsakovacího zařízení bude umístěna šachta, která tvoří funkci revizní i filtrační. Je z plastu Ø 600 mm s poklopem Ø 600 mm.

Dešťová odpadní potrubí jsou umístěna na plášti objektu. Při vtoku budou opatřena lapačem hrubých nečistot. Vody tekoucí interiérem budou mít 1PP instalován čistící kus HT RE 125.

Vnitřní kanalizace je navržena a bude provedena a zkoušena podle ČSN EN 12056 a ČSN 75 6760.

Potrubí, které vede v nevytápěné garáži, bude opatřeno topným kabelem a tepelnou izolací. Topný kabel obsahuje termostatické čidlo, které se přidává na nejchladnější část potrubí a samo ovládá výkon kabele. Topný kabel se **nesmí** klást přímo na potrubí. Na potrubí se umístí hliníkový alobal, na který se namotá kabel. Na kabel se obalí další hliníkový alobal, na který se umístí tepelná izolace.

Na dešťové kanalizaci se nachází dva objekty. První je odlučovač lehkých kapalin. Svádí se do něj vody z parkoviště o plošce 984 m<sup>2</sup>. Lapač o rozměru (ŠxD×V) 1,50 × 2,16 × 1,66 m má odtok dešťových vod  $Q_r = 11,81$  l/s.

Druhý objekt je vsakovací zařízení. Jedná se o 80 plastových bloků AS-RIGOFILL - Blok ST naskládané ve dvou řadách. Vsakovací zařízení má celkový užitečný retenční objem 32,48 m<sup>3</sup> a plochu vsaku 25,6 m<sup>2</sup>. Sestava má čtyři řady a každá řada má jednu revizní šachtu pro monitoring a případný proplach. Koeficient vsaku je stanoven 0,0001 m/s. Vsakovací bloky budou uloženy do 100 mm vyrovnávací vrstvy ze štěrku fr. 8/16, budou zabaleny do geotextilie a zaspáno štěrkem o fr. 16/32. Na tento zásyp přijde původní zemina hutněná po 300 mm. Pojistný přepad povede přes přípojku do jednotné kanalizační stoky.

## **C.4.2 Vodovod**

### ***Vnitřní vodovod***

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní přípojku pitné vody v ulici Mlýnská (viz situace). Výpočtový průtok přípojkou určený podle ČSN 75 5455 činí 2,61 l/s. Vodoměr DN 40 a hlavní uzávěr vnitřního vodovodu bude umístěn v typové betonové vodoměrové šachtě o rozměru 900 x 1200 x 1800 mm na pozemku investora před objektem. Podružné vodoměry pro studenou a teplou vodu budou umístěny v instalačních šachtách u každého bytu. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řad se podle sdělení jeho provozovatele pohybuje v rozmezí 0,45 až 0,55 MPa.

Hlavní přívodní ležaté potrubí od vodoměrové šachty do domu povede v hloubce minimálně 1,4 m pod terénem vně domu a do domu vstoupí ochrannou trubkou ze stěny. V domě bude ležaté potrubí vedeno podél stěny a pod stropem.

Stoupační potrubí povedou v instalačních šachtách společně s odpadním potrubím kanalizace a domovním plynovodem. Podlažní rozvodná a přípojovací potrubí budou vedena v přízdívkách, předstěnových instalacích a pod omítkou.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN EN 806-2 a ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Materiálem potrubí uvnitř domu bude PPR, PN 20. Potrubí vně domu vedené pod terémem bude provedeno z HDPE 100 SDR 11. Svařovat je možné pouze plastové potrubí ze stejného materiálu od jednoho výrobce. Pro napojení výtokových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou musí být provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevněno kovovými objímkami s gumovou vložkou. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu. Jako tepelná izolace bude použita návleková izolace MIRELON.

Potrubí, které vede v nevytápěné garáži, bude opatřeno topným kabelem a tepelnou izolací. Topný kabel obsahuje termostatické čidlo, které se přidává na nejchladnější část potrubí a samo ovládá výkon kabele. Topný kabel se **nesmí** klást přímo na potrubí. Na potrubí se umístí hliníkový alobal, na který se namotá kabel. Na kabel se obalí další hliníkový alobal, na který se umístí tepelná izolace.

### ***Teplá voda***

Teplá voda pro celý objekt bude připravována v tlakovém zásobníkovém ohříváči o objemu 930 l, který ohřívá topnou vodu z ústředního vytápění. Na přívodu studené vody do ohříváče bude osazen uzávěr, zpětný ventil, teploměr, vypouštěcí kulový kohout a pojistný ventil.

Stálou teplotu bude zajišťovat cirkulační potrubí. Na cirkulační potrubí bude osazen kulový kohout s vypouštěním, šikmý filtr, čerpadlo, zpětný ventil, kulový kohout. Pro cirkulační čerpadlo bude použito čerpadlo GRUNDFOS Comfort UP 15-14 BA PM. Déle se budou na cirkulačním potrubí nacházet čtyři vyvažovací ventily STAD DN 20 nastavený na otočku ¼. Alternativa tohoto ventilu může být automatický termostatický ventil.

### ***Požární vodovod***

Součástí vnitřního vodovodu je rovněž i požární vodovod. Požární vodovod se napojuje na domovní rozvod vody v suterénu objektu za projití suterénní stěnou přes ochrannou jednotku EA.

Na požárním vodovodu se nacházejí čtyři požární hydranty s hadicovým systémem. Požární vodovod je navržen podle ČSN 75 5409 a bude zhotoven z ocelového pozinkovaného potrubí.

## **C.4.3 Domovní plynovod**

### ***Plynové spotřebiče***

<i>Plynový sporák</i>		1,20 m <sup>3</sup> /h	28 ks
<i>Plynový kotel</i>	45 kW	4,80 m <sup>3</sup> /h	2 ks

Plynové kondenzační kotle s uzavřenou spalovací komorou budou umístěny v technické místnost v suterénu budovy. Sání vzduchu pro spalování bude přes zeď otvorem ve zdi a trubkou Ø 250 mm. Odkouření bude provedeno přes komín vedoucí po plášti objektu. Montáž kotlů musí být provedena podle návodu výrobce a ČSN 33 2000-7-701. Plynové sporáky budou umístěny v kuchyních o minimálním objemu 63,3 m<sup>3</sup>. Okna kuchyně musí i při uzavřeném stavu

zajistit výměnu vzduchu alespoň 20 m<sup>3</sup>/h. K tomuto účelu musí být okna opatřena větrací štěrbinou.

Domovní plynovod bude proveden dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01. Hlavní uzávěr plynu a regulátor tlaku bude umístěn ve sloupku (viz plynovodní přípojka). Ležaté potrubí bude vedeno pod terénem vně domu a uvnitř domu na stěně, a pod stropem, nebo v omítce. Stoupačí potrubí bude procházet chodbami podél zdí ve větrané předstěně. Prostupy volně vedeného potrubí zdmi budou řešeny pomocí ochranných trubek přesahující 40 mm zeď na každou stranu. Potrubí pod omítkou nesmí být uloženo do agresivního materiálu. Plynoměry pro jednotlivé byty budou umístěny na chodbách ve větrané předstěně s dvířkami. Plynoměr kotlů bude na chodbě v suterénu.

Materiálem potrubí plynovodu uvnitř domu bude ocelové závitové potrubí spojované svařováním. Potrubí vedené v zemi vně domu bude provedeno z HDPE 100 SDR. Volně vedené potrubí uvnitř domu bude ke stavebním konstrukcím upevňováno ocelovými objímkami. Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem do výše 300 mm nad vrchol trubky. Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na zemní plyn. Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška pevnosti a těsnosti podle ČSN EN 1775 a TPG 704 01 a výchozí revize odběrného plynového zařízení podle vyhlášky č. 85/1978 Sb. Po provedení zkoušek pevnosti a těsnosti bude potrubí natřeno žlutým lakem.

## C.5 Zařizovací předměty

Budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě zařizovacích předmětů. Záchodové mísy a bidety budou mít montážní prvky. U umyvadel a dřezu budou stojánkové směšovací baterie. Sprchové baterie a vanové baterie budou nástěnné. U výlevky bude vysoko položený nádržkový splachovač a směšovací baterie s dlouhým otočným výtokem. Automatická pračka a myčka nádobí bude k vodovodnímu a kanalizačnímu potrubí připojena přes soupravu HL 406.

Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717 a ČSN 75 5409.

Tabulka 11, Legenda zařizovacích předmětů

Značené ve výkrese	Popis sestavy	Počet sestav
VL	<b>Závěsná keramická výlevka Mira</b> plastová mřížka, baterie nástěnná jedno páková směšovací s dlouhým otáčivým výtokem	1
WC	<b>Záchodová mísa keramická závěsná bílá JIKA CUBITO</b> záchodové sedátko s poklopem CUBITO/MIO, montážní prvek GEBERIT Kombifix ECO s nádržkou UP320, ovládací tlačítko Sigma20	10
BI	<b>Bidetová mísa keramická závěsná bílá Laufen</b> Baterie jedno páková, montážní prvek GEBERIT Kombifix ECO s nádržkou UP320, ovládací tlačítko Sigma20	4

<b>UM</b>	<b>Umývatko keramické bílé, Aqualino OVAL</b> 39×23, zápustné, s otvorem a přepadem, zápachová uzávěrka umyvadlová plastová bílá, baterie stojánková jedno páková	24
<b>U</b>	<b>Umyvadlo keramické bílé IDEAL STANDARD CONNECT</b> 55×43, zápustné, s otvorem a přepadem, zápachová uzávěrka umyvadlová plastová bílá, baterie stojánková jedno páková	30
<b>DJ</b>	<b>Dřez nerezový jednodílný s odkapávací plochou</b> vestavný do kuchyňské linky, zápachová uzávěrka dřezová plastová, nerezový odpadní ventil, baterie dřezová směšovací stojánková pochromovaná jedno páková, 2x rohový ventil DN20	28
<b>SM</b>	<b>Sprchová vanička akrylátová RAVAK</b> 90 x 90, sprchová zápachová uzávěrka, nástěnná sprchová baterie s ruční sprchou, držák ruční sprchy chromový, přímá posuvná zástěna	4
<b>AL</b>	<b>Americká lednice</b> Přívod studené vody	4
<b>VA</b>	<b>Akrylátová vana bílá RIGA</b> 170 x 70, zápachová uzávěrka vanová plastová s přepadem, baterie páková vanová nástěnná s ruční sprchou HANSGROHE N, držák ruční sprchy, krycí dvířka plastová bílá 300x300 mm	26
<b>MN</b>	<b>Myčka na nádobí</b> nástěnná vodní zápachová uzávěrka HL410, výtokový ventil na hadici DN 15 pochromovaný se zpětným a zavzdušňovacím ventilem	28
<b>AP</b>	<b>Automatická pračka</b> podomítková zápachová uzávěrka, výtokový ventil na hadici DN 15 pochromovaný se zpětným a zavzdušňovacím ventilem	26

## C.6 Zemní práce

Pro přípojky a ostatní potrubí uložené v zemi budou hloubeny rýhy o šířce 0,8 m. Tam, kde bude potrubí uloženo na násypu je třeba tento násyp předem dobře ztuhnit. Při provádění je třeba dodržovat zásady bezpečnosti práce. Výkopy o hloubce větší než 1,3 m je nutno pažit příložným pažením. Výkopy je nutno ohradit a označit. Případnou vodu ve výkopu je třeba odčerpávat. Výkopek bude po dobu výstavby uložen podél rýh ve vzdálenosti nejméně 0,5 m od rýhy, přebytečná zemina odvezena na skládku. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé všech podzemních inženýrských sítí tyto sítě vytýčili (u provozovatelů objedná investor nebo dodavatel stavby). Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301 a podmínky provozovatelů těchto sítí. Při zjištění nesouladu polohy sítí s mapovými podklady získanými od jejich provozovatelů, je nutná konzultace s příslušnými provozovateli.

Výkopové práce v místě křížení a souběhu s jinými sítěmi je nutno provádět ručně a velmi opatrně bez použití pneumatického, bateriového nebo motorového nářadí, aby nedošlo k poškození křížených sítí. Obnažené křížené sítě je při zemních pracích nutno zabezpečit proti poškození. Před zásypem výkopů budou provozovatelé obnažených inženýrských sítí přizváni

ke kontrole jejich stavu. O této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku. Lože a obsyp křížených sítí budou uvedeny do původního stavu.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., další příslušné ČSN, technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a obecního (*městského*) úřadu a zajistit bezpečnost práce.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě. Instalace jsem se snažil co nejvíce vést instalačními šachtami a předstěnami, aby byla umožněna jednoduchá kontrola a výměna. Spolehlivost a životnost instalací je navržena na 50 let. Aby všechny instalace fungovaly po celou dobu, na kterou byly navrženy, je nutná jejich pravidelná údržba, správnost užívání uživateli objektu a kvalitním provedení od realizační firmy.

V Brně dne 20. 12. 2019

---

Bc. Vojtěch Bartek  
autor práce

## POUŽITÉ ZDROJE

- [1] Vítejte v Otevřené zahradě - Vzdělávací a poradenské centrum - Otevřená zahrada. Vítejte v Otevřené zahradě - Vzdělávací a poradenské centrum - Otevřená zahrada [online]. Copyright © 2019 [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <https://www.otevrenazahrada.cz/>
- [2] Otevřená Zahrada - Vzdělávací a poradenské centrum - Otevřená zahrada. Vítejte v Otevřené zahradě - Vzdělávací a poradenské centrum - Otevřená zahrada [online]. Copyright © 2019 [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <https://www.otevrenazahrada.cz/historie-zahrady>
- [3] Zelené stavění - Vzdělávací a poradenské centrum - Otevřená zahrada. [online]. Copyright © 2019 [cit. 30.11.2019]. Dostupné z: <http://www.otevrenazahrada.cz/energie.aspx>
- [4] Čištění šedých vod a možnost využití energie z nich : ASIO, spol. s r.o.. Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu | ASIO.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 03.12.2019]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/153.cisteni-sedych-vod-a-moznost-vyuziti-energie-z-nich>
- [5] Šedé vody [online]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/14210-recyklace-sede-vody-nevyuzity-zdroj-uvnitr-budovy>
- [6] Mechanické filtry na vodu | ČistáVoda.cz. Filtry na vodu skladem | ČistáVoda.cz [online]. Copyright © 2019 [cit. 03.12.2019]. Dostupné z: <https://www.cistavoda.cz/mechanicke-filtry/>
- [7] Osobní sdělení – Ing. Vlastimil Riegeger, Ing. Martin Čech (správce otevřené zahrady)
- [8] Kořenová čistírna odpadních vod - Vlastníma rukama. Vlastníma rukama [online]. Dostupné z: <https://www.vlastnimarukama.cz/korenova-cistirna-odpadnich-vod/>
- [9] ČSN EN 1717 (75 5462): 2002 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem.
- [10] Otevřená zahrada - Biotop a kořenová čistírna. Otevřená zahrada - Úvod [online]. Copyright © 2014, Nadace Partnerství, všechna práva vyhrazena [cit. 14.12.2019]. Dostupné z: <http://oz.nap.cz/Pasivni-budovy/Budovy/Biotop>
- [11] ČSN EN 16941-1 (75 6781) Zařízení pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod
- [12] Otevřená zahrada | Go To Brno. Go To Brno | Vítejte v Brně! [online]. Copyright © TIC BRNO, příspěvková organizace [cit. 14.12.2019]. Dostupné z: <https://www.gotobrna.cz/misto/otevrena-zahrada/>
- [13] Vrtané studny[online]. [cit. 14.12.2019]. Dostupné z: [http://www.vrtanistudny.cz/?gclid=Cj0KCQiA0NfvBRCVARIsAO4930kVUp10CMZ0w2JV\\_NrGlbTxPbHV9rSqIGERS-gfx\\_AJAeiYE6-R3RsaAvZiEALw\\_wcB](http://www.vrtanistudny.cz/?gclid=Cj0KCQiA0NfvBRCVARIsAO4930kVUp10CMZ0w2JV_NrGlbTxPbHV9rSqIGERS-gfx_AJAeiYE6-R3RsaAvZiEALw_wcB)
- [14] Leader Ecorain Essential 3/4 HP Pump and Backup System - Rainwater Collection and Stormwater Management. [online]. Copyright © 2019 RainHarvest Systems LLC [cit. 15.12.2019]. Dostupné z: <https://www.rainharvest.com/leader-ecorain-essential-3-4-hp-pump-and-backup-system.asp>
- [15] Betonové nádrže na dešťovou vodu - Dobrezumpy.cz. Certifikované betonové jímky, žumpy - Dobrezumpy.cz [online]. Dostupné z: <https://www.dobrezumpy.cz/produkty/betonove-nadrze-destovou-vodu/>
- [16] Domovní čerpadlo na dešťovou vodu [online]. Copyright © [cit. 15.12.2019]. Dostupné z: <https://www.rainharvest.com/info/leader/Leader-EcoRain-datasheet.pdf>
- [17] Ceník | Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.. Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. [online]. Copyright ©2019 infocount, s.r.o. [cit. 15.12.2019]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/zakaznikum/cenik/>

[18] Cena 1 kWh elektřiny (aktuální) ↻ 2019. Srovnání cen energií 2019 ↻ Energie123.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 15.12.2019]. Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

SV	studená voda
TV	teplá voda
CV	cirkulační voda
PV	požární voda
HUP	hlavní uzávěr plynu
HUV	hlavní uzávěr vody
PB	pevný bod
KB	kluzný bod
PE	polyetylen
PPR	polypropylen
S. R.	srovnávací rovina
NTL	nízkotlaký plynovod
STL	středotlaký plynovod

Ostatní neuvedené zkratky a symboly jsou specifikovány přímo na výkresech nebo u výpočtů.

## SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

### • *Obrázky*

<b>Obrázek 1</b> , Katastrální mapa otevřené zahrady. ....	14
<b>Obrázek 2</b> , Mapa technologií v Otevřené zahradě. [3].....	15
<b>Obrázek 3</b> , Pohled z dronu na otevřenou zahradu. [1].....	16
<b>Obrázek 4</b> , Meteostanice na střeše objektu C. [3] .....	17
<b>Obrázek 5</b> , Skladba střechy nad objektem C. ....	18
<b>Obrázek 6</b> , Skladba střechy nad bistroem. ....	19
<b>Obrázek 7</b> , schéma ploch, které se musí zalévat. ....	20
<b>Obrázek 8</b> , schéma kořenové čističky odpadních vod. [8].....	21
<b>Obrázek 9</b> , Schéma čištění dešťové vody v otevřené zahradě. ....	22
<b>Obrázek 10</b> , Usazeniny po splachování přečištěnými dešťovými vodami v otevřené zahradě. ....	23
<b>Obrázek 11</b> , Mechanický filtr tuhých nečistot v Otevřené zahradě včetně náhradního sítka. ...	23
<b>Obrázek 12</b> , Trasování vody na Otevřené zahradě.....	24
<b>Obrázek 13</b> , Kořenová čistička v Otevřené zahradě. [10].....	25
<b>Obrázek 14</b> , Pohled na vodní atrakce v Otevřené zahradě. [12].....	28

## • **Tabulky**

<b>Tabulka 1</b> , Výpočet, zda vystačí dešťová voda pro odpovídající zalévanou plochu dle ČSN EN 16941-1. ....	26
<b>Tabulka 2</b> , Výpočet, zda vystačí dešťová voda pro odpovídající zalévanou plochu.....	27
<b>Tabulka 3</b> , Výpočet potřebné velikosti nádrže. ....	27
<b>Tabulka 4</b> , Výpočet, zda vystačí dešťová voda v hlavní nádrži pro odpovídající zalévanou plochu a splachování toalet dle ČSN EN 16941-1. ....	29
<b>Tabulka 5</b> , Výpočet, zda vystačí dešťová voda v hlavní nádrži v Otevřené zahradě pro nejsušší zaznamenaný rok. ....	30
<b>Tabulka 6</b> , Výpočet potřebné velikosti hlavní nádrže dle ČSN EN 16941-1. ....	31
<b>Tabulka 7</b> , Výpočet potřebné velikosti hlavní nádrže dle naměřených hodnot. ....	31
<b>Tabulka 8</b> , Výpis nákladů a ušetřených položek. ....	38
<b>Tabulka 9</b> , Souhrn nákladů a výdělků. ....	38
<b>Tabulka 10</b> , Výpočtové odtoky DU jednotlivých zařizovacích předmětů ....	46
<b>Tabulka 11</b> , Legenda zařizovacích předmětů.....	67

## • **Grafy**

<b>Graf 1</b> , Přehled vyčerpané vody ze studny.....	32
<b>Graf 2</b> , Součet vyčerpané vody ze studny. ....	32
<b>Graf 3</b> , Závislost mezi čerpáním vody ze studny a úhrnem srážek. ....	33
<b>Graf 4</b> , Závislost mezi čerpáním vody ze studny a spotřebou vody na zalévání zeleně.....	33
<b>Graf 5</b> , Přehled provozní vody pro zalévání zeleně.....	34
<b>Graf 6</b> , Součet provozní vody za rok pro zalévání zeleně.....	34
<b>Graf 7</b> , Přehled provozní vody v administrativní části. ....	35
<b>Graf 8</b> , Součet provozní vody v administrativní části.....	35
<b>Graf 9</b> , Přehled úhrnu srážek.....	36
<b>Graf 10</b> , Součet úhrnu srážek. ....	36
<b>Graf 11</b> , Podíl vody pitné a užitkové .....	37
<b>Graf 12</b> , Rozdělení užitkové vody na jednotlivé větve .....	37
<b>Graf 13</b> , Rozdělení odběrové špičky.....	44
<b>Graf 14</b> , Velikost zásobníku v závislosti na výkonu kotle. ....	45
<b>Graf 15</b> , Tlaková ztráta domovního vodoměru .....	50
<b>Graf 16</b> , Tlaková ztráta bytového vodoměru .....	51
<b>Graf 17</b> , pracovní diagram cirkulačního čerpadla Wilo Stratos PICO-Z 25/1-4.....	58



# SEZNAM PŘÍLOH

OZN.	NÁZEV	FORMÁT	MĚŘÍTKO
C.0.01	SITUACE - ŠIRŠÍCH VZTAHŮ	1 × A4	1:1000
C.0.02	SITUACE - KOORDINAČNÍ	6 × A4	1:200
C.1.01	KANALIZACE - PŮDORYS ZÁKLADŮ	10 × A4	1:50
C.1.02	KANALIZACE - PŮDORYS 1PP	10 × A4	1:50
C.1.03	KANALIZACE - ROZVOD DEŠŤOVÉHO POTRUBÍ	3 × A4	1:50
C.1.04	KANALIZACE - PŮDORYS 1NP	10 × A4	1:50
C.1.05	KANALIZACE - PŮDORYS 2NP	10 × A4	1:50
C.1.06	KANALIZACE - PŮDORYS 3NP	10 × A4	1:50
C.1.07	KANALIZACE - PŮDORYS 4NP	10 × A4	1:50
C.1.08	KANALIZACE - ROZVINUTÉ ŘEZY ODPADNÍHO POTRUBÍ S3, S4, S5, S6, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18	10 × A4	1:50
C.1.09	KANALIZACE - ROZVINUTÉ ŘEZY ODPADNÍHO POTRUBÍ S1,S2,S7,S8 A SVODNÉHO POTRUBÍ PRO SPLAŠKOVÉ VODY	12 × A4	1:50
C.1.10	KANALIZACE - ROZVINUTÉ ŘEZY DEŠŤOVÉ KANALIZACE	12 × A4	1:50
C.1.11	KANALIZACE - PŘÍPOJKY	3 × A4	1:50
C.1.12	KANALIZACE - VSAKOVACÍ ZAŘÍZENÍ	2 × A4	1:50
C.1.13	KANALIZACE - ULOŽENÍ POTRUBÍ	1 × A4	1:20
C.2.01	VODOVOD - PŮDORYS 1PP	10 × A4	1:50
C.2.02	VODOVOD - PŮDORYS 1NP	10 × A4	1:50
C.2.03	VODOVOD - PŮDORYS 2NP	10 × A4	1:50
C.2.04	VODOVOD - PŮDORYS 3NP	10 × A4	1:50
C.2.05	VODOVOD - PŮDORYS 4NP	10 × A4	1:50
C.2.06	VODOVOD - AXONOMETRIE	10 × A4	1:50
C.2.07	VODOVOD - VODOVODNÍ PŘÍPOJKA	2 × A4	1:100
C.2.08	VODOVOD - ULOŽENÍ POTRUBÍ	1 × A4	1:20
C.2.09	VODOVOD - SCHÉMA DOMOVNÍHO VODOMĚRU	1 × A4	1:X
C.3.01	PLYNOVOD - PŮDORYS 1PP	10 × A4	1:50
C.3.02	PLYNOVOD - PŮDORYS 1NP	10 × A4	1:50
C.3.03	PLYNOVOD - PŮDORYS 2NP	10 × A4	1:50
C.3.04	PLYNOVOD - PŮDORYS 3NP	10 × A4	1:50
C.3.05	PLYNOVOD - PŮDORYS 4NP	10 × A4	1:50
C.3.06	PLYNOVOD - AXONOMETRIE	5 × A4	1:50
C.3.07	PLYNOVOD - PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA	2 × A4	1:50
C.3.08	PLYNOVOD - ULOŽENÍ POTRUBÍ	1 × A4	1:20

## POPISNÉ ÚDAJE VŠKP – METADATA (MD1 AŽ MD2):

- **md1**

Vedoucí práce

Autor práce

Škola

Fakulta

Ústav

Studijní obor

Studijní program

Název práce

Název práce v anglickém jazyce

Vedoucí práce

Typ práce

Přidělovaný titul

Jazyk práce

Formát práce

- **md2**

Abstrakt

Abstrakt v anglickém jazyce

Klíčová slova

Klíčová slova v anglickém jazyce