

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



HOSPODAŘENÍ S VODOU V HOTELOVÉM PROVOZU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Gabriela Raiterová

Vedoucí práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2019



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Raiterová</u>	Jméno: <u>Gabriela</u>	Osobní číslo: <u>396289</u>
Zadávací katedra: <u>K125</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Hospodaření s vodou v hotelovém provozu

Název diplomové práce anglicky: Water management in Hotel

Pokyny pro vypracování:

Analýza a rešerše možných způsobů hospodaření s vodou v hotelovém provozu.  
Vypracování projektové dokumentace vodovodu a kanalizace na úrovni dokumentace pro rozšířené stavební povolení.

Projektová dokumentace bude obsahovat průvodní a technickou zprávu, situační výkresy, půdorysy všech podlaží, izometrie nebo řezy, hydraulické výpočty s návrhem dimenzí a zařízení.

Seznam doporučené literatury:  
ČSN EN 16941-1 Systémy pro využití nepitné vody na místě  
ČSN EN 806-2 (75 5410) Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě – Část 2: Navrhování.  
ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody  
ČSN 75 6780 Využití šedých a srážkových vod v budovách a na přilehlých pozemcích

Valášek, Jaroslav a kol. Zdravotnětechnická zařízení budov. 2. vyd. Bratislava: Jaga 2006, ISBN 80-8076-038-1

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Stanislav Frolík Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 9.10.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

[Signature] Podpis vedoucího práce [Signature] Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

9.10.2018 [Signature]  
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Místo vypracování, úplné datum

podpis

## Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Stanislavu Frolíkovi, Ph.D. za čas, který mi věnoval na konzultacích a za cenné odborné rady.

Děkuji Ing. Arch. Lence Gliganičové za ochotu a poskytnutí kompletních podkladů ke zpracování této diplomové práce.

Velmi děkuji mé rodině za vytrvalou podporu v průběhu celého studia.



# Obsah

<b>1</b>	<b>ANOTACE</b> .....	<b>7</b>
1.1	KLÍČOVÁ SLOVA .....	7
	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
1.2	KEYWORDS .....	7
<b>2</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>ANALÝZA HOTELU V JABLONCI NAD NISOU</b> .....	<b>9</b>
3.1	CÍL ANALÝZY .....	9
3.2	ZPŮSOB HODNOCENÍ .....	9
3.2.1	<i>Kritérium č. 1- Bilance potřeby vody</i> .....	10
3.2.2	<i>Kritérium č. 2- Provozní náklady</i> .....	10
3.2.3	<i>Kritérium č. 3- Prostorová náročnost</i> .....	11
3.2.4	<i>Kritérium č. 4- Ekologické řešení</i> .....	12
3.2.5	<i>Kritérium č. 5- Spotřeba materiálu</i> .....	12
3.3	POPIS OBJEKTU.....	13
3.3.1	<i>Předmět analýzy</i> .....	13
3.3.2	<i>Podklady k vypracování analýzy</i> .....	13
3.3.3	<i>Umístění a popis objektu</i> .....	14
3.3.4	<i>Popis inženýrských sítí a technických zařízení</i> .....	15
3.4	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU .....	16
3.4.1	<i>Bilance potřeby vody</i> .....	17
3.4.2	<i>Provozní náklady</i> .....	20
3.4.3	<i>Prostorová náročnost</i> .....	20
3.4.4	<i>Ekologická šetrnost</i> .....	21
3.4.5	<i>Materiálová náročnost</i> .....	21
3.5	NÁVRH OPATŘENÍ .....	22
3.6	OPATŘENÍ 1- HOSPODAŘENÍ S ŠEDOU VODOU .....	23
3.6.2	<i>Provozní náklady</i> .....	25
3.6.3	<i>Prostorová náročnost</i> .....	26
3.6.4	<i>Ekologická šetrnost</i> .....	26
3.6.5	<i>Materiálová náročnost</i> .....	26
3.7	OPATŘENÍ 2- DEŠŤOVÁ VODA.....	27
3.7.2	<i>Provozní náklady</i> .....	29
3.7.3	<i>Prostorová náročnost</i> .....	30
3.7.4	<i>Ekologická šetrnost</i> .....	30
3.7.5	<i>Materiálová náročnost</i> .....	30

3.8	HODNOCENÍ .....	31
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>37</b>

# 1 Anotace

Cílem této diplomové práce je návrh systému vnitřního vodovodu a kanalizace pro hotelový provoz s ohledem na životní prostředí.

Práce je rozdělená na tři části. První a také hlavní část práce se věnuje analýze hotelu, ve které je popsán a posouzen výchozí stav hotelu. Následně jsou navržena opatření, které jsou s výchozí variantou srovnány a je vybráno vhodné řešení vnitřního vodovodu. Zvolené řešení je rozpracováno v dalších částech.

Druhá část této práce je výpočtová příloha. V této příloze jsou podrobné výpočty zařízení, která jsou pro fungující systém navržena.

Poslední třetí část obsahuje projektovou dokumentaci vodovodu a kanalizace.

## 1.1 Klíčová slova

Hotel, vodovod, vnitřní vodovod, šedá voda, dešťová voda, bilance potřeby vody, životní prostředí, udržitelné hospodaření s vodou

## Abstract

The aim of this diploma thesis is to design a system of internal water supply and sanitation for hotel operation with respect to the environment.

The work is divided into three parts. The first and also the main part of the work deals with the analysis of the hotel, which describes and assesses the default status of the hotel. Then the suggested and evaluated alternatives are compared and the most appropriate solution is selected. The solution chosen is elaborated in other parts.

The second part of this work is a computational annex. This appendix provides detailed calculations of the devices that are designed for the operating system.

The last third part contains project documentation of the water distribution and wastewater management.

## 1.2 Keywords

Hotel, internal water supply, greywater, rainwater,, water demand, sustainable water management, environment

## 2 Úvod

Voda je luxus, kterého si dnešní společnost užívá ve velké míře a bez vynaložení velkého úsilí nebo finančních prostředků.

Roční náklady za vodné a stočné jsou v porovnání s cenou energií, které jsou potřebné pro chod objektu, mnohonásobně nižší. Při téměř jakémkoliv opatření technického charakteru je reálná finanční návratnost příliš vysoká a úspora neuspokojivě nízká. Ministerstvo životního prostředí spustilo v roce 2017 dotační program Dešťovka, který pomáhá alespoň v oblasti výstavby rodinných a bytových domů snižovat reálnou návratnost této investice a tím se snaží motivovat k udržitelnému hospodaření s vodou.

Tento typ dotace se nevztahuje na hotelový provoz a tak jakékoli opatření většinou není motivováno ekonomickými ukazateli, ale spíše motivací šetřit životní prostředí.

Myslím, že vodou se dá šetřit mnoha způsoby, ale dokud bude snadno dostupná, mnoho lidí se možná ani nezamyslí nad možným šetřením s vodou.

Tyto výše popsané problémy jsou motivací k tématu této diplomové práce. V této práci se pokusím navrhnout takový způsob hospodaření s vodou, který bude pro životní prostředí šetrný. Následně vypracuji projektovou dokumentaci na zvolené řešení.

## 3 Analýza hotelu v Jablonci nad Nisou

### 3.1 Cíl analýzy

Cílem analýzy je popsat a posoudit výchozí stav objektu z hlediska potřeby vody, provozních nákladů, prostorové náročnosti, ekologické šetrnosti a materiálové náročnosti. Dále navrhnout úsporné varianty systému hospodaření s vodou. Tato opatření vyhodnotit a porovnat s výchozím stavem na základě multikriteriálního hodnocení a zvolit nejvýhodnější řešení.

### 3.2 Způsob hodnocení

Vhodná varianta bude zvolena na základě multikriteriálního hodnocení.

Hodnotící kritéria jsou uvažována na stupnici od 0 do 1, přičemž 0 považují za nejlepší a 1 považují za nejhorší. Každé hodnotící kritérium má svou váhu. Váhy kritérií jsou určeny v tabulce níže.

Váhy kritérií:

Číslo	Hodnotící kritéria	Váha
1	Bilance potřeby vody	0,30
2	Provozní náklady	0,30
3	Prostorová náročnost	0,15
4	Ekologická šetrnost	0,10
5	Materiálová náročnost	0,15

*Tabulka 1 Váhy kritérií*

### 3.2.1 Kritérium č. 1- Bilance potřeby vody

Prvním kritériem je bilance potřeby vody. V tomto případě je vyčíslená potřeba vody, která je napříč variantami snadno srovnatelná.

Opatření s nejvyšší roční potřebou vody bude referenční hodnotou pro hodnocení variantních opatření a nabývá hodnoty 1. Hodnoty variantních řešení budou určeny pomocí vzorce:

$$H_i = \frac{Q_{r,i}}{Q_{r,max}}$$

$H_i$	výsledná hodnota navrhované varianty $i$
$Q_{r,i}$	roční potřeba vody hodnocené varianty $i$ v m <sup>3</sup> /rok
$Q_{r,max}$	nejvyšší hodnota roční potřeby vody ze všech řešených variant

### 3.2.2 Kritérium č. 2- Provozní náklady

Druhým kritériem jsou provozní náklady. Ty se odvíjejí od výpočtu bilance potřeby vody a způsobu využívání.

Provozní náklady a plánovaná spotřeba je dle ceníku akciové společnosti Severočeské vodovody a kanalizace ze dne 14.10.2018. Celková cena za vodu je 98,67 Kč/m<sup>3</sup>, rozdělení cen je následující:

- Vodné: 49,98 Kč/m<sup>3</sup>
- Stočné: 48,69 Kč/m<sup>3</sup> (Uváděné ceny jsou včetně 15% DPH.)

Nejvýhodnější řešení by bylo takové řešení, které využívá minimální množství pitné vody a ještě menší množství vypouští do kanalizační stoky.

Opatření s nejvyššími provozními náklady bude referenční hodnotou pro hodnocení variantních opatření a nabývá hodnoty 1. Hodnoty variantních řešení budou určeny pomocí vzorce:

$$H_i = \frac{S_{r,i}}{S_{r,max}}$$

$H_i$	výsledná hodnota navrhované varianty $i$
$S_{r,i}$	roční provozní náklady na vodném a stočném pro variantu $i$
$S_{r,max}$	nejvyšší hodnota ročních provozních nákladů ze všech řešených variant

### 3.2.3 Kritérium č. 3- Prostorová náročnost

Třetím hlediskem je prostorová náročnost a proveditelnost systému. V tomto případě je hodnoceno, kolik m<sup>2</sup> je nutné vyhradit pro technické zařízení nezbytné pro hospodaření s vodou, aby systém dobře fungoval.

Nejvíce prostorově náročné řešení nabývá hodnoty 1 a hodnoty navrhovaných řešení budou stanoveny pomocí vzorce:

$$H_i = \frac{P_{r,i}}{P_{r,max}}$$

$H_i$	výsledná hodnota navrhované varianty $i$
$P_{r,i}$	plocha potřebná pro systém hospodaření s vodou pro variantu $i$
$P_{r,max}$	největší plocha potřebná pro systém hospodaření s vodou ze všech řešených variant

### 3.2.4 Kritérium č. 4- Ekologické řešení

Toto opatření neřeší hodnotu finanční ani vyčíslení potřeby vody, ale jedná se o kritérium subjektivního charakteru. V tomto kritériu je hodnocen můj osobní pohled na systém a zvážení, zda se jedná o ekologicky šetrné řešení, či nikoliv.

Pokud budu považovat systém za ekologický, jeho hodnota bude rovna 0. Hodnotu 1 obdrží systém, který dle mého pohledu není šetrný k přírodě.

### 3.2.5 Kritérium č. 5- Spotřeba materiálu

Posledním pátým kritériem je materiálová náročnost, která je velmi spjatá s investičními náklady.

V tomto kritériu bude porovnáno, jaké množství materiálu je použito pro jednotlivé systémy. Množství materiálu bude vyčísleno v metrech běžných potrubí, které je nezbytné pro fungující systém hospodaření s vodou.

Řešení s nejdelší trasou potrubí obdrží referenční hodnotu 1. Všechna další opatření a jejich hodnoty budou řešeny podle vzorce:

$$H_i = \frac{L_{r,i}}{L_{r,max}}$$

$H_i$	výsledná hodnota navrhované varianty $i$
$L_{r,i}$	délka potrubí v metrech pro variantu $i$
$L_{r,max}$	největší délka potrubí ze všech řešených variant



### 3.3 Popis objektu



Obrázek 1 Vizualizace objektu [1]

#### 3.3.1 Předmět analýzy

Předmět: Hotel Jablonec nad Nisou

Adresa: Ul. 5. Května, Jablonec nad Nisou

Funkce objektu: Hotel

Předmětem analýzy je pětihvězdičkový hotel v Jablonci nad Nisou. Objekt není reálný, projektová dokumentace byla vytvořena Ing. Arch. Lenkou Gliganičovou jako diplomový projekt na katedře architektury.

Podklady, které mi byly poskytnuty jsou dostatečné pro vypracování analýzy na základě předpokládaných a normou stanovených údajů.

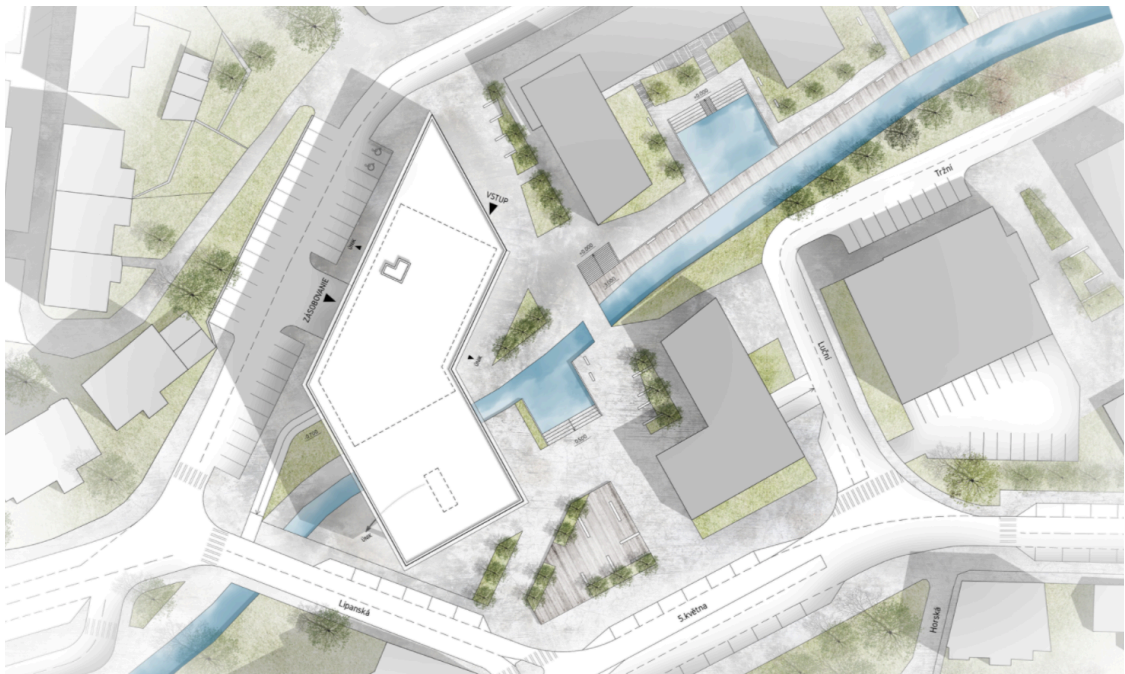
#### 3.3.2 Podklady k vypracování analýzy

- Diplomová práce Ing. arch. Lenky Gliganičové z roku 2017
- Vyhláška č. 120/2011 Sb.
- ČSN 16941-1 Systémy pro využití nepitné vody na místě
- Data ročního úhrnu srážek z českého hydrometeorologického ústavu
- Územní plán Jablonec nad Nisou

### 3.3.3 Umístění a popis objektu

Objekt se nachází v Jablonci nad Nisou a je umístěn na pozemku, který je rozdělen Lužickou Nisou.

Jedná se o samostatně stojící šestipodlažní objekt, v prvních dvou podlažích se nachází společné prostory jako je vstupní hala, restaurace, kavárna, wellness a potřebné zázemí. V 3.-5. NP se nachází ubytovací část s celkem 75 pokoji o celkové kapacitě 162 lůžek.



Obrázek 2 Situace [1]

### 3.3.4 Popis inženýrských sítí a technických zařízení

#### Vodovod

Objekt bude napojený na veřejný vodovod, který je zásobován z vodní nádrže Souš. Teplá voda bude připravována v nepřímotopných zásobnících. Ohřev těchto zásobníků bude zajišťovat okruh přivedený z kogenerační jednotky.

#### Kanalizace

Objekt bude napojený na veřejnou kanalizaci. Splaškové odpadní vody jsou odváděné do Liberce do centrální ČOV Liberec.

Dešťové vody nejsou v projektu řešené.

#### Plyn

Plynová přípojka bude přivedená k objektu pro účely kogenerační jednotky a vaření v restauraci.

#### Vytápění

Hlavním zdrojem tepla je kompaktní tlakově nezávislá předávací stanice napojená na teplárnu v Jablonci nad Nisou. Druhým zdrojem tepla je kogenerační jednotka. Otopný systém je řešený dvoutrubkovým systémem.

#### Vzduchotechnika

Výměnu vzduchu dle požadovaných hygienických hodnot zajišťuje centrální VZT systém.

### 3.4 Zhodnocení výchozího stavu

Ve výchozím projektu diplomové práce se uvažuje pokrytí potřeby vody se stoprocentním využitím pitné vody. Dešťová voda je ve výchozím stavu likvidována a není dále využívána.

Pro účely zhodnocení je objekt rozdělen do čtyř zón podle provozních požadavků a rozdílných údajů o potřebě vody.

Rozdělení zón:

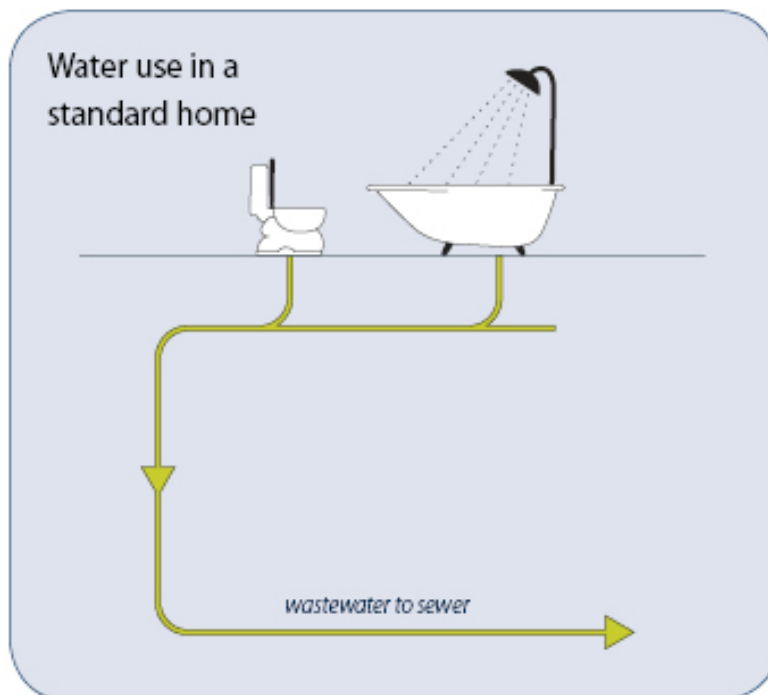
- Restaurace
- Kavárna
- Wellness
- Ubytování



Obrázek 3 Schéma rozdělení zón [1]

### 3.4.1 Bilance potřeby vody

Pro potřebu pitné vody bude budova napojena na stávající vodovodní řad. Hotel je složený z několika zón s rozdílnými požadavky na potřebu pitné vody. Bilance potřeby pitné vody je dle vyhlášky ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001 Sb.



Obrázek 4 Standardní využití vody v objektech [2]

#### Vstupní údaje:

Zóna	MJ	Počet MJ	Provozní doba		Specifická denní potřeba
			z (h/den)	y (den/rok)	q (l/MJ*den)
Ubytování	lůžko	162	24	365	125
Kavárna	strávník	162	8	365	9
Restaurace	zaměstnanec	14	12	365	220
Wellness	lůžko	162	8	365	30

Tabulka 2 Vstupní údaje

### 3.4.1.1 Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = \sum q * n$$

$Q_p$  Průměrná denní potřeba vody

$q$  Specifická denní potřeba vody v l/MJ/den

$n$  Počet MJ

Zóna	q (l/MJ*den)	n počet MJ	$Q_p$ (l/den)	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /den)
Ubytování	125	162	20250	20,25
Kavárna	9	162	1458	1,46
Restaurace	220	14	3080	3,08
Wellness	30	162	4860	4,86
Celkem				29,65

Tabulka 3 Průměrná denní potřeba vody

### 3.4.1.2 Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p * k_d$$

$Q_m$  Maximální denní potřeba vody

$Q_p$  Průměrná denní potřeba vody

$k_d$  Součinitel denní nerovnoměrnosti

Zóna	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /den)	$k_d$	$Q_m$ (m <sup>3</sup> /den)
Ubytování	20,25	1,25	25,31
Kavárna	1,46	1,25	1,82
Restaurace	3,08	1,25	3,85
Wellness	4,86	1,25	6,08
Celkem			37,06

Tabulka 4 Maximální denní potřeba vody

### 3.4.1.3 Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = Q_m * k_h / z$$

$Q_h$  Maximální hodinová potřeba vody

$Q_m$  Maximální denní potřeba vody

$k_h$  Součinitel hodinové nerovnoměrnosti

$z$  Doba provozu

Zóna	$Q_m$ (m <sup>3</sup> /den)	$k_h$	$z$	$Q_h$ (m <sup>3</sup> /den)
Ubytování	25,31	3	24	3,16
Kavárna	1,82	3	8	0,68
Restaurace	3,85	3	12	0,96
Wellness	6,08	3	8	2,28
Celkem				7,09

### 3.4.1.4 Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p * y$$

$Q_r$  Roční potřeba vody

$Q_p$  Průměrná denní potřeba vody

$y$  Počet provozních dnů

Zóna	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /den)	$z$	$Q_r$ (m <sup>3</sup> /rok)
Ubytování	20,25	365	7391,25
Kavárna	1,458	365	532,17
Restaurace	3,08	365	1124,2
Wellness	4,86	365	1773,9
Celkem			10821,52

Tabulka 5 Roční potřeba vody

### 3.4.2 Provozní náklady

Roční potřeba vody je stanovena dle výpočtu roční potřeby vody. Roční potřeba vody je tedy 10821,52 m<sup>3</sup>.

Provozní náklady a plánovaná spotřeba je dle ceníku akciové společnosti Severočeské vodovody a kanalizace ze dne 14.10.2018. Celková cena za vodu je 98,67 Kč/m<sup>3</sup>, rozdělení cen je následující:

- Vodné: 49,98 Kč/m<sup>3</sup>
  - Stočné: 48,69 Kč/m<sup>3</sup>
- (Uváděné ceny jsou včetně 15% DPH.)

Celkové roční náklady za vodné a stočné pro výchozí stav jsou **1 067 759,38 Kč**.

Pro výpočet provozních nákladů uvažuji pouze poplatky placené pouze provozovateli vodovodů a kanalizací, v tomto případě je to akciová společnost Severočeské vodovody a kanalizace.

Do výpočtu provozních nákladů zanedbávám elektrickou energii potřebnou pro distribuci vody jako jsou (tlakové stanice, čerpadla a pod.)

### 3.4.3 Prostorová náročnost

Tento systém je běžným řešením, který je dnes standardní při navrhování vodovodu a kanalizace.

Technická místnost musí obsahovat ohřívače teplé vody, expanzní nádoby, čerpadla a další zařízení. Celý tento systém zabere 2,9 m<sup>2</sup> podlahové plochy.

Celková prostorová náročnost vyčíslená v m<sup>2</sup> podlahové plochy je **2,9 m<sup>2</sup>**.



#### 3.4.4 Ekologická šetrnost

V tomto řešení není nijak detailněji řešeno hospodaření s dešťovou vodou nebo s šedou vodou. Z toho důvodu hodnotím toto řešení, ve kterém spotřebovává pouze pitná voda, jako velmi neekologické a nešetrné vůči životnímu prostředí.

#### 3.4.5 Materiálová náročnost

Vzhledem k využívání pouze pitné vody v objektu, vede do každé koupelny v hotelovém pokoji pouze pitná voda a následně je rozvedena k zařizovacím předmětům. Obdobně jako přívod vody je přiveden jedním potrubím, také kanalizace sbírá všechnu splaškovou vodu a odvádí jí po využití ven z objektu.

Celková délka potrubí je 1062 m.

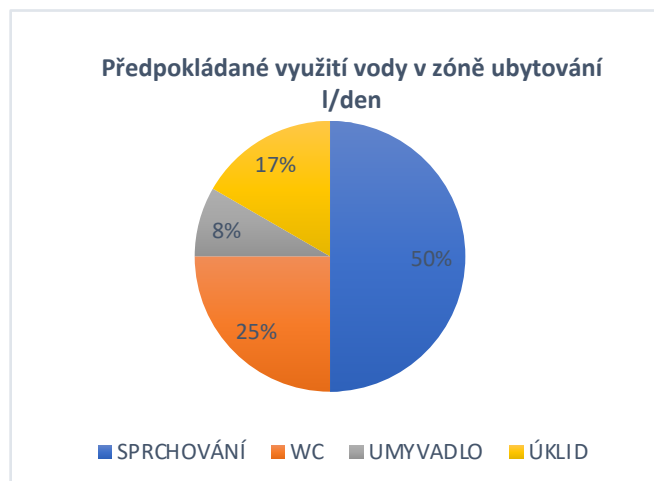
### 3.5 Návrh opatření

Cílem opatření je snížení spotřeby pitné vody a tím šetření životního prostředí a financí na provoz objektu.

Ideálním řešením by bylo snížení spotřeby vody, ale vzhledem k charakteru objektu se dá toto opatření navrhnout pouze pokud je ve shodě spolu s konceptem provozu hotelu. Řešením by bylo omezení množství vody, které může host za svůj pobyt spotřebovat. Jakákoliv forma, která vyzývá ubytované hosty k šetření s vodou je závislá na konceptu provozovatele a není ji možné pomocí technického řešení aplikovat.

Budu se tedy věnovat opatřením, která jsou pomocí technických zařízení a systémů snadno analyzovatelná a posouditelná.

Pro další opatření a navrhovaná řešení uvažuji následující rozložení potřeby vody v nejnáročnější zóně celého hotelu, kterou je zóna ubytování.

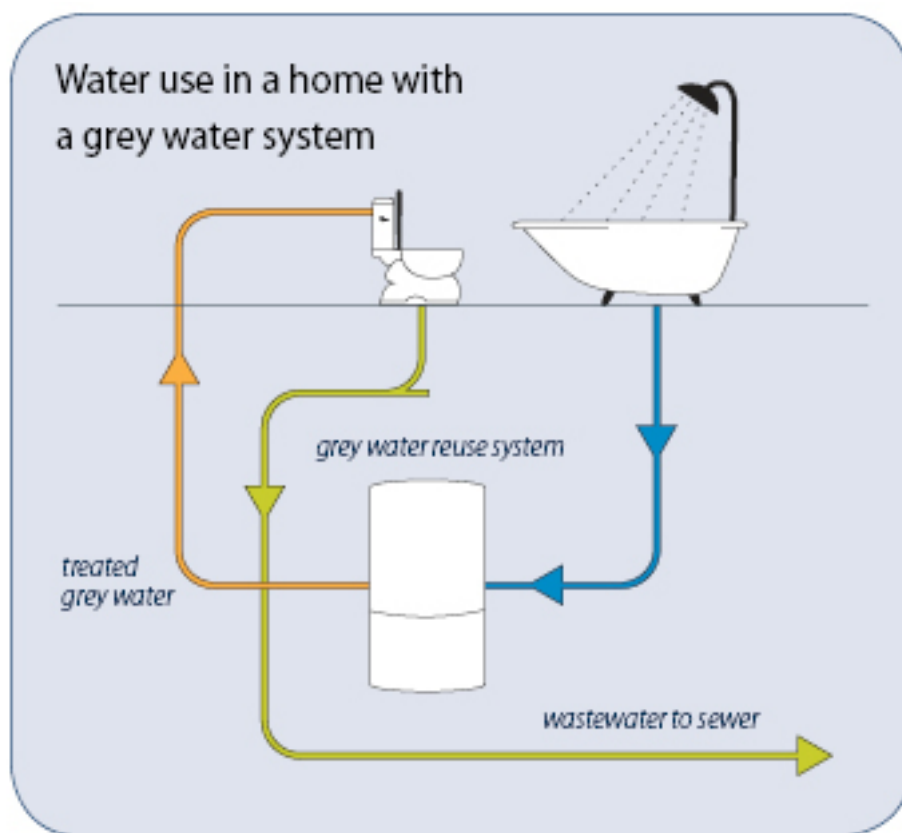


Graf 1 Předpokládané využití vody

### 3.6 Opatření 1- Hospodaření s šedou vodou

Hotelový provoz a zejména zóna ubytování, jejíž provoz je na potřebu vody nejnáročnější, má vhodný poměr využívání šedé vody. V hotelových pokojích je produkováno 5327,8 m<sup>3</sup> šedé vody, kterou je možné využít z 75% pro splachování nebo úklid.

Zbylé množství zachycené, pro které není využití uvnitř objektu, je možné využít pro zalévání zeleně na pozemku.



Obrázek 5 Hospodaření s šedou vodou [2]

### 3.6.1.1 Bilance potřeby vody

Pro potřebu pitné vody bude budova napojena na stávající vodovodní řad a současně bude voda pro splachování a úklid recyklována.

Zóna	Hospodaření s šedou vodou		
	Potřeba šedé vody	Dostupné množství šedé vody	Potřeba pitné vody
Ubytování	3104,3	4286,9	4286,9
Kavárna	159,7	106,4	372,5
Restaurace	337,3	224,8	786,9
Wellness	354,8	709,6	1419,1
<b>Celkem</b>	<b>3956,0</b>	<b>5327,8</b>	<b>6865,5</b>

Tabulka 6 Hospodaření s šedou vodou

Pokud se bude v objektu využívat šedá voda pro splachování a úklid, je možné ušetřit až 4000 m<sup>3</sup> pitné vody za rok.

Celková roční potřeba pitné vody bude **6865,5 m<sup>3</sup>**.

### 3.6.2 Provozní náklady

Roční potřeba vody je stanovena dle výpočtu roční potřeby vody. Roční potřeba vody je 6865,5 m<sup>3</sup>.

Provozní náklady a plánovaná spotřeba je dle ceníku akciové společnosti Severočeské vodovody a kanalizace ze dne 14.10.2018. Celková cena za vodu je 98,67 Kč/m<sup>3</sup>, rozdělení cen je následující:

- Vodné: 49,98 Kč/m<sup>3</sup>
  - Stočné: 48,69 Kč/m<sup>3</sup>
- (Uváděné ceny jsou včetně 15% DPH.)

Celkové roční náklady za vodné a stočné pro první opatření jsou **677.419,28 Kč**.

Pro výpočet provozních nákladů uvažuji pouze poplatky placené pouze provozovateli vodovodů a kanalizací, v tomto případě je to akciová společnost Severočeské vodovody a kanalizace.

Do výpočtu provozních nákladů zanedbávám elektrickou energii potřebnou pro distribuci vody jako jsou (tlakové stanice, čerpadla a pod.)

### 3.6.3 Prostorová náročnost

Pro tento systém je nezbytné akumulovat a čistit vodu v nádržích umístěných v technické místnosti objektu. Objem nádrže byl stanoven pomocí výpočetního softwaru společnosti Asio s.r.o. s názvem Stanovení produkce šedé vody.

Pro správné fungování systému by byly dostačující dvě nádrže o objemu 15 000 l. Protože by se jednalo o atypický výrobek, zvolila jsem dvě nádrže o objemu 20 000 l.

Technická místnost musí obsahovat 2x nádrž o objemu 20 000 l, tlakovou stanici, ohřívače teplé vody, expanzní nádoby, čerpadla a další zařízení. Celý tento systém zabere 19,5 m<sup>2</sup> podlahové plochy.

### 3.6.4 Ekologická šetrnost

V tomto řešení využívají všechny zařizovací předměty, jejichž potřeba může být pokryta šedou vodou, šedou vodou.

Jedná se o splachovací nádržky a vodu potřebnou pro úklid. Díky tomuto řešení hodnotím toto opatření jako velmi ekologické a šetrné k životnímu prostředí.

### 3.6.5 Materiálová náročnost

Vzhledem k využívání pitné vody a šedé vody v systému, je nutné vybudovat téměř dvakrát tak dlouhé rozvody vodovodu a kanalizace. Na úkor délky potrubí se alespoň zmenší dimenze vodovodní přípojky.

Celková délka potrubí je 1766 m.

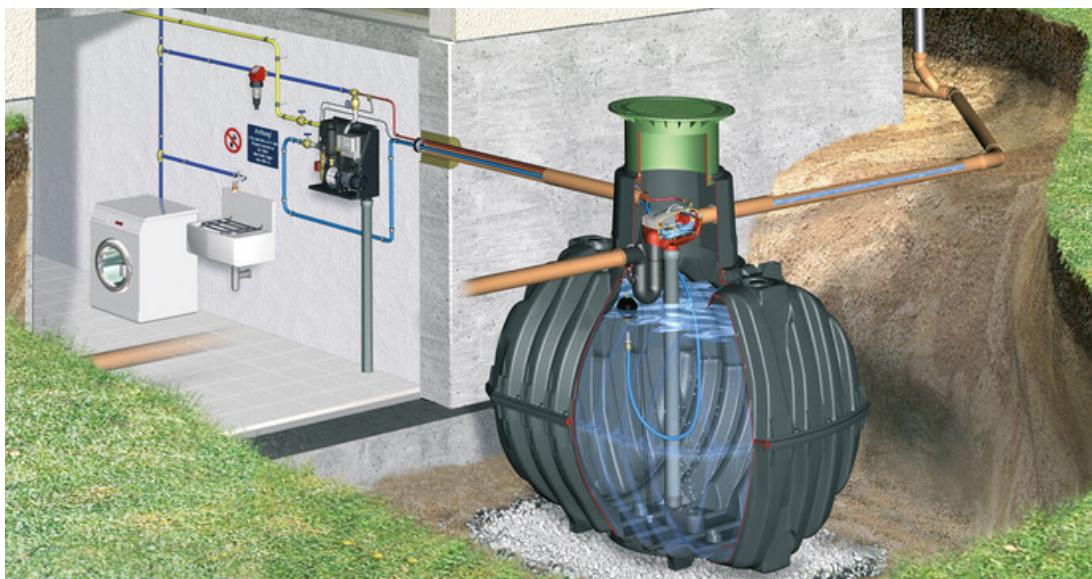
### 3.7 Opatření 2- dešťová voda

Srážková voda může být využívána obdobně jako šedá voda pro splachování WC, úklid, praní nebo závlivku. V srpnu roku 2018 vyšla v platnost nová norma ČSN EN 16941-1, která se zabývá systémy pro využití nepitné vody v místě.

Tento systém je závislý na odvodňované ploše, která musí být dostatečně velká, aby pokryla potřebu této vody.

V případě, že by hotelová střecha byla zelená, není tato varianta vhodným řešením. Voda může být zbarvená a současně vodu spíše zadržuje a nesteče všechna ihned do nádrže.

Nevýhodou tohoto řešení je velká závislost na klimatických podmínkách a aby systém spolehlivě fungoval, navrhuje se běžně na období sucha, které je v České republice přibližně 21 dní.



Obrázek 6 Hospodaření s dešťovou vodou [3]

### 3.7.1.1 Bilance potřeby vody

Na základě výpočtu dle normy ČSN EN 16941 bylo stanoveno dostupné množství dešťové vody. Výpočtový software jsem si na základě normových požadavků vytvořila sama. Vstupní údaje pro výpočet množství dešťové vody jsou:

- Plocha půdorysného průmětu střechy
- Kraj, ve kterém se objekt nachází- potřebné pro informaci o ročním úhrnu srážek
- Typ odvodňované střechy

KALKULAČKA- NÁVRH NÁDRŽE PRO HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU dle ČSN EN 16941			
<b>1. VÝPOČET DOSTUPNÉHO MNOŽSTVÍ DEŠŤOVÉ VODY</b>			
Zadejte velikost půdorysného průmětu	1818 m <sup>2</sup>		
Zvolte kraj, ve kterém se objekt nachází:	Liberecký kraj		
Zvole typ odvodňované střechy:	Plochá střecha bez štěrkového/kamenného násypu		
DOSTUPNÉ MNOŽSTVÍ DEŠŤOVÉ VODY ZA 1 ROK:	1022789 l	*dešťové nádrže se v České republice navrhuji na suché období o délce 21 dní	
DOSTUPNÉ MNOŽSTVÍ DEŠŤOVÉ VODY NA SUCHÉ OBDOBÍ*:	58845 l		

Obrázek 7 Kalkulačka- Hospodaření s dešťovou vodou

Zóna	Hospodaření s dešťovou vodou		
	Potřeba dešťové vody	Dostupné množství dešťové vody	Potřeba pitné vody
Ubytování	3104,3	-	-
Kavárna	159,7		
Restaurace	337,3		
Wellness	354,8		
<b>Celkem</b>	<b>3956,0</b>	<b>1023</b>	<b>9798,5</b>

Tabulka 7 Hospodaření s dešťovou vodou

Množství dostupné dešťové vody nedostačuje její potřebě a systém by musel být doplňován pitnou vodou.

Celková roční potřeba pitné vody bude **9798,5 m<sup>3</sup>**.



### 3.7.2 Provozní náklady

Roční potřeba pitné vody je stanovena dle výpočtu roční potřeby vody na 9798,5 m<sup>3</sup>. Současně je nezbytné platit stočné za využívanou dešťovou vodu, která je následně vypouštěna do splaškové kanalizace.

Provozní náklady a plánovaná spotřeba je dle ceníku akciové společnosti Severočeské vodovody a kanalizace ze dne 14.10.2018. Celková cena za vodu je 98,67 Kč/m<sup>3</sup>, rozdělení cen je následující:

- Vodné: 49,98 Kč/m<sup>3</sup>
  - Stočné: 48,69 Kč/m<sup>3</sup>
- (Uváděné ceny jsou včetně 15% DPH.)

Celkové roční náklady za vodné a stočné pro druhé opatření jsou **1.016.630 Kč.**

Pro výpočet provozních nákladů uvažuji pouze poplatky placené pouze provozovateli vodovodů a kanalizací, v tomto případě je to akciová společnost Severočeské vodovody a kanalizace.

Do výpočtu provozních nákladů zanedbávám elektrickou energii potřebnou pro distribuci vody jako jsou (tlakové stanice, čerpadla a pod.)

### 3.7.3 Prostorová náročnost

Pro tento systém je nezbytné akumulovat dešťovou vodu a její objem by měl být dostačující alespoň po dobu období sucha, které je v našich klimatických podmínkách 21 dní. Pro nepřetržitou dodávku by tedy bylo nezbytné akumulovat 60 000 l vody. Takto velký objem je prostorově velmi náročný a vyžadoval by zapojení šesti nádrží o objemu 10 000 l do kaskád.

Objem dostupné dešťové vody by se dal navýšit svedením dešťové vody ze zpevněných ploch. Ale i tak by se dostupné množství nerovnálo požadovanému množství vody.

Technická místnost musí obsahovat tlakovou stanici, ohříváče teplé vody, expanzní nádoby, čerpadla a další zařízení. Mimo technickou místnost, venku v podzemí budou umístěné nádrže pro akumulaci dešťové vody. Celý tento systém zabere 50,25 m<sup>2</sup> podlahové plochy.

### 3.7.4 Ekologická šetrnost

V tomto řešení využívají alespoň část zařizovacích předmětů dešťovou vodu pro úklid a splachování.

I přesto, že plocha střechy hotelu je velká, dešťová voda nepokrývá ani z 50% potřebu užitkové vody v objektu. Tento typ řešení hodnotím částečně jako ekologické řešení.

### 3.7.5 Materiálová náročnost

Vzhledem k využívání pitné vody a dešťové vody v systému, je nutné vybudovat téměř dvakrát tak dlouhé rozvody vodovodu. Na úkor délky potrubí se alespoň zmenší dimenze vodovodní přípojky.

Celková délka potrubí je 1370 m.

### 3.8 Hodnocení

Na základě předem stanoveného způsobu hodnocení z kapitoly 3.2 byl ohodnocen výchozí stav s opatřením 1 a 2.

Číslo	Hodnotící kritéria	Váha	Výchozí stav		Opatření 1		Opatření 2	
1	Bilance potřeby vody	0,30	1,00	0,30	0,63	0,19	0,91	0,27
2	Provozní náklady	0,30	1,00	0,30	0,63	0,19	0,95	0,29
3	Prostorová náročnost	0,15	0,06	0,01	0,67	0,10	1,00	0,15
4	Ekologická šetrnost	0,10	1,00	0,10	0,00	0,00	0,50	0,05
5	Materiálová náročnost	0,15	0,60	0,09	1,00	0,15	0,78	0,12
Celkem:			0,8		<b>0,63</b>		0,87	

Tabulka 8 Hodnocení

Podle multikriteriálního hodnocení se jako nejvýhodnější varianta pro volbu systému hospodaření s vodou v tomto hotelovém provozu jeví opatření 1- Hospodaření s šedou vodou.

Tato varianta je výrazně vyniká ve třech kritériích. Její nevýhody jsou zejména ve spotřebě materiálu a v investičních nákladech. Oproti výchozímu stavu je v objektu rozvedeno téměř dvojnásobně více potrubí. Další nevýhodou je prostorová náročnost. Protože voda musí být čištěna a akumulována alespoň na denní potřebu vody, velikost jedné nádrže je 20 000 l. Nádrže musí být pro správnou funkci systému dvě.

Výraznou výhodou pro volbu tohoto systému je snížení potřeby pitné vody. Tím se zvýší úspora provozních nákladů a jsme při této variantě šetrnější k životnímu prostředí.

## 4 Závěr

Pro praktickou část a zpracování projektové dokumentace jsem zvolila jako nejvýhodnější systém takový, ve kterém se hospodaří se šedou vodou. Jedná se o systém, který šetří provozní náklady tím, že sníží potřebu pitné vody a současně vypouští minimum odpadních vod do kanalizační stoky.

V této diplomové práci bylo plánováno hodnotit opatření z hlediska investičních nákladů, ale bohužel se nepodařilo získat data potřebná k tomuto vyhodnocení. Pokud by bylo možné toto kritérium vyhodnotit, mohli bychom dojít k závěru, že z ekonomického hlediska se nevyplatí investovat do systému, který šetří vodu a využívá minimum pitné vody v objektu. Bohužel nebylo možné toto kritérium posoudit a proto je toto kritérium nahrazeno alespoň kritériem, ve kterém je zohledněna materiálová náročnost systému.

Závěrem bych ráda shrnula, že i když dnešní cena vody je poměrně nízká a jakákoliv úspora nevychází ekonomicky, z ekologického pohledu je velmi podstatná. Pokud s ní budeme hospodařit šetrně, mohla by umožnit i dalším generacím alespoň stejně kvalitní život, kterým žijeme my.

## 5 Použitá literatura

[1] Projektová dokumentace, GLIGANIČOVÁ Lenka, *Jablonec N./N.*, Praha, 2017. Diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Václav DVOŘÁK.

[2] Greywater reuse system, Guelph City website, [online]. 2018, [cit. 20.12.2018], Dostupné z:

<https://guelph.ca/living/environment/water/water-conservation/greywater-reuse-system/>

[3] Rainwater tank Carat S, Graf UK, Rainwater harvesting underground, [online], 2018, [cit. 20.12.2018], Dostupné z: <https://www.graf-water.co.uk/rainwater-harvesting/tanks-underground/rainwater-tank-carat-s/carat-s-package-house-professional/carat-s-package-professional-suitable-for-pedestrian-loading.html>

Další zdroje:

(1) GLIGANIČOVÁ, Lenka, *Jablonec N./N.*, Praha, 2017. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Václav DVOŘÁK.

(2) ČSN EN 75 5455- Výpočet vnitřních vodovodů

(3) ČSN EN 806-1- Vnitřní vodovod pro rozvody určené k lidské spotřebě

(4) ČSN 01 3462- Výkresy vodovodu

(5) ČSN 06 0320- Tepelné soustavy

(6) Vyhláška ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001 Sb.

(7) ČSN EN 75 5409- Vnitřní vodovody

(8) Ceny vody, SČVK, Vše o vodě, Cena vodného a stočného, [online], 2018, [cit. 20.12.2018], Dostupné z: <https://www.scvk.cz/vse-o-vode/ceny-vody/>

(9) DINAR, HORBULYK, JIMÉNEZ, Pricing instruments for sustainable water management, Stockholm international Water Institute, SIWI, 2016, ISBN: 978-91-88-495-02-0

(10) UHLENBROOK, CONNOR, KONCAGÜL, World Water Development Report, United Nations World Water Assessment Programme, 2018, [online], [cit. 20.12.2018]

## 6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vizualizace objektu [1] .....	13
Obrázek 2 Situace [1].....	14
Obrázek 3 Schéma rozdělení zón [1] .....	16
Obrázek 4 Standardní využití vody v objektech [2].....	17
Obrázek 5 Hospodaření s šedou vodou [2] .....	23
Obrázek 6 Hospodaření s dešťovou vodou [3] .....	27
Obrázek 7 Kalkulačka- Hospodaření s dešťovou vodou .....	28

## 7 Seznam tabulek

Tabulka 1 Váhy kritérií.....	9
Tabulka 2 Vstupní údaje .....	17
Tabulka 3 Průměrná denní potřeba vody .....	18
Tabulka 4 Maximální denní potřeba vody .....	18
Tabulka 5 Roční potřeba vody.....	19
Tabulka 6 Hospodaření s šedou vodou.....	24
Tabulka 7 Hospodaření s dešťovou vodou.....	28
Tabulka 8 Hodnocení.....	31

## 8 Seznam grafů

Graf 1 Předpokládané využití vody .....	22
---	----



## 9 Seznam příloh

A Výpočtová část

B Projektová dokumentace

### KANALIZACE

S-00 TECHNICKÁ ZPRÁVA

S-01 SITUACE

S-02 PŮDORYS 1.PP

S-03 PŮDORYS 1.NP

S-04 PŮDORYS 2.NP

S-05 PŮDORYS 3.NP

S-06 PŮDORYS 4.NP+5.NP

S-07 ROZVINUTÝ ŘEZ

S-08 ŘEZ 1

S-09 ŘEZ 2

S-10 ŘEZ 3

C Projektová dokumentace

### VODOVOD

ZT-00 TECHNICKÁ ZPRÁVA

ZT-01 SITUACE

ZT-02 PŮDORYS 1.PP

ZT-03 PŮDORYS 1.NP

ZT-04 PŮDORYS 2.NP

ZT-05 PŮDORYS 3.NP

ZT-06 PŮDORYS 4.NP+5.NP

ZT-07 SCHÉMA ZAPOJENÍ 1

ZT-08 SCHÉMA ZAPOJENÍ 2

ZT-09 PŮDORYS KOTELNY

ZT-10 ŘEZ KOTELNOU

ZT-11 IZOMETRIE 1

ZT-12 IZOMETRIE 2