

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



**Studie odkanalizování nově vznikající zástavby v obci Soleček**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Autor práce: Jiří Kaczyński

2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Kaczyński

Územní technická a správní služba

Název práce

**Studie odkanalizování nově vznikající zástavby v obci Soleček**

Název anglicky

**The study drainage newly established buildings in the village Soleček**

---

### Cíle práce

Provést rozbor aktuálních legislativních předpisů a analýzu schvalovacích procesů týkajících se odkanalizování obytných lokalit.

Pro konkrétní situaci provést popis a analýzu odkanalizování v lokalitě, která není vybavena veřejnou kanalizací a napojením na čistírnu odpadních vod, popis stavu v lokalitě před novou obytnou výstavbou, zhodnocení požadavků na odkanalizování nové obytné výstavby s ohledem na ochranu podzemních vod a ochranu životního prostředí, popis a zhodnocení samotného provedení stavby a její funkčnosti po roce provozu a návrh na nejvhodnější řešení odkanalizování podobných nově vznikajících obytných lokalit – žumpy vs. kanalizace a domovní čistírny odpadních vod.

### Metodika

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Rozbor dané problematiky
4. Metodika
5. Popis lokality
6. Možnosti odvedení splaškových vod
7. Návrh odvedení dešťových vod
8. Návrh nejvhodnějšího řešení odkanalizování malých nově vznikajících obytných lokalit
9. Diskuse
10. Závěr
11. Použitá literatura
12. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

60 stran textu a grafické přílohy

**Klíčová slova**

odkanalizování, splaškové vody, dešťové vody, kanalizace, žumpy

---

**Doporučené zdroje informací**

- BŮSE K. H., 1999: Dešťová voda pro zahradu a dům. HEL, Ostrava: 85 s
- HLAVÍNEK P. a kol, 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec s.r.o., Brno: 164 s.
- HLAVÍNEK, Petr – MIČÍN, Jan – PRAX, Petr: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000. Brno. 2001. 251s. ISBN 80-8620-30-4
- Legislativní podklady a normy
- NOVÁK, J. – SDRUŽENÍ OBORU VODOVODŮ A KANALIZACÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Líbeznice u Prahy: Vydalo Medim pro SOVAK ČR, 2003. ISBN 80-238-9947-3.
- SIEKER F., KAISER M., SIEKER H., 2006: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im privaten, gewerblichen und kommunalen Bereich. Fraunhofer IRB Verlag: 236 s.
- STRNADOVÁ, N. – KOLLER, J. – DOHÁNYOS, M. *Čištění odpadních vod*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1994. ISBN 80-7080-207-3.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 27. 11. 2017

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 11. 2017

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2018

---

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc., a že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne:

.....

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc., za odborné vedení a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Štěpánovi Lacinovi za poskytnuté podklady a informace, důležité pro sepsání této práce. Rád bych poděkoval také své rodině za trpělivost a podporu při studiu.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku odvádění splaškových a dešťových vod v malých obcích, kde není vybudována veřejná kanalizace s napojením na centrální ČOV. Konkrétně je v této práci zpracována studie odkanalizování nově vznikající zástavby v obci Soleček.

Součástí práce je teoretická část, kde jsou uvedeny druhy odpadních vod, metody likvidace odpadních vod, rozbor legislativních předpisů a další zpřehlednění této problematiky včetně vysvětlení základních pojmů.

Druhá část práce se již zabývá popisem zájmové lokality, porovnáním žumpy a domovních čistíren odpadních vod z hlediska ekonomického i z hlediska ochrany životního prostředí, zhodnocením samotné stavby po roce užívání a návrhem na nejvhodnější řešení podobných nově vznikajících obytných lokalit.

**Klíčová slova:** odpadní vody, kanalizace, znečištění, domovní čistírna odpadních vod

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis focuses on the issue of sewage and rainwater drainage in small municipalities, where there is no public sewerage with connection to the central wastewater treatment plant (WWTP). In particular, there is elaborated the study of the drainage of the newly built estate in the village of Soleček in this work.

Part of the thesis is the theoretical part, which describes the types of wastewater, methods of wastewater disposal, analysis of legislative regulations and further clarification of this issue, including explanation of basic terminology.

The second part of the thesis deals with the description of the location of interest, the comparison of the cesspools and the household sewage treatment plants from the economic and environmental point of view, the evaluation of the construction itself after the year of use and the proposal for the most suitable solution of similar emerging residential localities.

**Keywords:** wastewater, sewage, pollution, domestic sewage treatment plant

## Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Cíl práce.....	2
3.	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>3</b>
3.1.	Druhy odpadních vod.....	3
3.2.	Stokové soustavy.....	5
3.3.	Stokové systémy .....	7
3.4.	Způsob dopravy odpadních vod .....	8
3.5.	Materiály stokových sítí.....	10
3.6.	Objekty na stokových sítích.....	11
3.7.	Ukazatele znečištění odpadních vod .....	15
3.8.	Způsoby likvidace odpadních vod .....	16
3.9.	Technologie ČOV .....	19
3.10.	Možnosti vypouštění vyčištěných odpadních vod.....	24
3.11.	Legislativní rámec realizace a provozování DČOV .....	27
4.	Metodika .....	30
5.	Popis lokality.....	31
6.	Možnosti odvádění splaškových vod .....	32
6.1.	Popis a analýza.....	32
6.2.	Popis možných způsobů řešení odvádění splaškových vod .....	33
6.3.	Výpočet množství odpadní vody.....	33
6.4.	Varianta 1 .....	34
6.5.	Varianta 2 .....	36
7.	Návrh odvádění dešťových vod .....	41
7.1.	Popis a analýza.....	41
7.2.	Odvádění dešťových vod z místní komunikace.....	41
7.3.	Odvádění dešťových vod z rodinných domů .....	42
8.	Výběr a porovnání variant řešení žumpy versus DČOV .....	42
8.1.	Ekonomické srovnání .....	43
9.	Samotné provedení stavby a analýza po roce provozu.....	44
9.1.	Popis skutečného provedení stavby .....	44
9.2.	Analýza po roce provozu .....	44
10.	Návrh na nejvhodnější řešení odkanalizování podobných nově vznikajících lokalit .....	46

<b>11.</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>48</b>
<b>12.</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>50</b>
<b>13.</b>	<b>Použitá literatura</b> .....	<b>51</b>
<b>14.</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>55</b>



## 1. Úvod

Každý občan České republiky, který vlastní stavební pozemek nebo nemovitost, ve které vznikají odpadní vody, je povinen zajišťovat zneškodňování odpadních vod tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových nebo podzemních vod, tzn. likvidovat odpadní vody v souladu s vodním zákonem. Pokud žijeme v objektu, který je napojen na obecní kanalizaci, postará se o vyčištění této vody obecní čistírna odpadních vod. Zaplatíme obci stočné a věc je vyřešena. Ovšem v místech, kde není vybudována kanalizace, vyvstává tradiční problém: Kam s ní? Zde se o likvidaci odpadní vody musí postarat sami majitelé objektů, ať již určených k trvalému nebo rekreačnímu bydlení (Ekona 2017).

Řada obcí velikostní kategorie od 500 do 2000 obyvatel již nějakou kanalizaci, případně i čistírnu odpadních vod má, nebo ji postupně buduje. Výjimečně však existují i malé obce pod 500 obyvatel, kterým se podařilo přednostně zajistit dotace, na něž by jinak nedosáhly, a zneškodňování odpadních vod již vyřešily nebo řeší.

S výraznějšími problémy se však potýkají obce do 500 obyvatel, jež jsou chudší a nyní nemají – a ani v nejbližší době nebudou mít dostatečné množství vlastních finančních prostředků k pokrytí ekologických investic. Obcí do 500 obyvatel je v České republice více než tři tisíce. Ministerstvo životního prostředí v minulosti investovalo především do obcí nad 2000 obyvatel. Za prvé se u nich centrální kanalizace za desítky milionů korun vyplatí, za druhé jejich „odkanalizování“ požaduje Evropská unie. Tyto obce měly být odkanalizovány do roku 2010, ale část jich neměla kanalizaci ani v roce 2015. Rámcová směrnice č. 2000/60/ES však umožňuje posunout termín až do roku 2021, nebo dokonce až do roku 2027, pokud nedojde ke zhoršení vodních útvarů a nelze-li rozumně a s přijatelnými náklady termín splnit (Koumar 2011, Stuchlíková 2016).

Jednou z takových obcí je i obec Soleček v okrese Mladá Boleslav ve Středočeském kraji s počtem trvale žijících obyvatel 42. Obec nemá vybudovanou žádnou kanalizaci ani ČOV a v dohledné době s ní ani nepočítá. Splaškové vody z domácností jsou pouze akumulovány v žumpách.

V současné době probíhá v severní části obce Soleček výstavba nové lokality, kde bude postupně vystavěno 7 rodinných domů. V mé bakalářské práci se budu podrobně zabývat právě touto nově vznikající lokalitou a možnostmi jejího odkanalizování, na kterých jsem se osobně aktivně podílel.

## **2. Cíl práce**

Cílem mé bakalářské práce je provést rozbor aktuálních legislativních předpisů a analýzu schvalovacích procesů týkajících se odkanalizování obytných lokalit.

Pro konkrétní situaci provést popis a analýzu odkanalizování v lokalitě, která není vybavena veřejnou kanalizací a napojením na čistírnu odpadních vod, popis stavu v lokalitě před novou obytnou výstavbou, zhodnocení požadavků na odkanalizování nové obytné výstavby s ohledem na ochranu podzemních vod a ochranu životního prostředí, popis a zhodnocení samotného provedení stavby a její funkčnosti po roce provozu a návrh na nejvhodnější řešení odkanalizování podobných nově vznikajících obytných lokalit - žumpy vs. kanalizace a domovní čistírny odpadních vod.

### **3. LITERÁRNÍ REŠERŠE**

#### **3.1. Druhy odpadních vod**

Jakákoliv voda, která po použití změní svoje vlastnosti, ať už fyzikální nebo chemické, se nazývá vodou odpadní, zejména pokud má vliv na jakost povrchových nebo podzemních vod (Hlavínek a kol. 2003, Guo J. C. Y., 2006).

Dle ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky - můžeme odpadní vody rozdělit podle původu a druhu znečištění do skupin: splaškové, průmyslové, infekční, ze zemědělství a zemědělské výroby, dešťové a ostatní odpadní vody.

##### **3.1.1. Splaškové vody**

Vznikají v kuchyních, koupelnách, prádelnách, WC, dále v závodních kuchyních a jídelnách a hygienických zařízeních závodů apod. Obsahují odpadní vody ze záchodů, zbytky jídel z mytí nádobí a nečistoty vzniklé při praní a mytí. Nečistoty jsou jemně rozptýlené, hrubě dispergované, rozpuštěné a koloidní. Tyto látky jsou z velké části považovány jako organické (Nypl, Synáčková 1998).

ČSN 750161 Vodní hospodářství – Názvosloví kanalizace definuje splaškové (domovní) odpadní vody jako: „vody odváděné z kuchyní, prádelen, umyvadel, koupelen, záchodů a podobných zařízení.

##### **3.1.2. Průmyslové vody**

Vody, které jsou používány ve výrobních procesech jako tzv. vody chladicí nebo technologické. V závislosti na způsobu technologie a charakteru výroby je kvalita vody velmi rozmanitá a proměnlivá s kolísajícím množstvím. Odvádění a čištění průmyslových odpadních vod spolu se splaškovými vodami je možné pouze u těch průmyslových vod, které svým charakterem negativně neohrozí provoz a technický stav stokové sítě a negativně neovlivňují technologické procesy čištění na společné čistírně odpadních vod (Novák a kol. 2003).

ČSN 750161 Vodní hospodářství – Názvosloví kanalizace definuje průmyslové odpadní vody (provozní odpadní vody) jako:

- a) odpadní vody z průmyslu nebo komerční sféry;
- b) odpadní vody zcela nebo částečně z průmyslu nebo drobných provozů;
- c) voda použitá a znečištěná při výrobním procesu (včetně vod topných), která je z průmyslu vypouštěna a je již pro daný proces nepoužitelná.

### **3.1.3. Infekční vody**

Pocházejí především z infekčního prostředí nemocnic, výroben očkovacích látek z infikovaných zvířat, mikrobiologických laboratoří, TBC sanatorií a z přidružených provozů. Tyto vody většinou obsahují velmi nebezpečné choroboplodné zárodky nebo škodlivé zárodky, které by ve velkém množství soustavně odpadaly. Před vypouštěním do stokové sítě musejí být infekční vody hygienicky upravovány tak, aby již choroboplodné zárodky neobsahovaly, nebo se musejí tyto vody likvidovat samostatně přímo v místě vzniku (Nysl, Synáčková 1998).

ČSN 750161 Vodní hospodářství – Názvosloví kanalizace definuje infekční odpadní vody jako: „odpadní vody obsahující choroboplodné zárodky takového druhu a v takovém množství, že vyžadují zvláštní opatření před vypouštěním do veřejné stokové sítě“.

### **3.1.4. Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby**

Pocházejí zejména z vody oplachové, která slouží k oplachu mléčnic, strojů a pomůcek, ale také z odvodňovaných pozemků (Hasenöhrl 1990).

ČSN 750161 Vodní hospodářství – Názvosloví kanalizace definuje zemědělské odpadní vody jako: „odpadní vody odtékající ze zemědělských zařízení“.

### **3.1.5. Dešťové (srážkové) vody**

Jsou vody obsahující všechny druhy atmosférických srážek, které padají na povrch území (včetně vod z tání ledu a sněhu), které následně odtékají do stok. Takové vody při průchodu ovzduším a především následným oplachem terénu získávají organické i anorganické znečištění. Dešťové vody mohou být po styku s povrchem znečištěné (a to v případě, že odtékají ze znečištěných povrchů silnic, průmyslových a zemědělských areálů apod.), anebo neznečištěné (např. ze střech, silnic s nízkou hustotou provozu, pěších zón atd.). Znečištěné dešťové odpadní vody by měly být odváděny stokami jednotné soustavy nebo stokami oddílné dešťové soustavy, popř. čištěny. Dešťové vody bez znečištění se doporučuje vsakovat v maximální míře, případně odvádět přímo do recipientu samostatnými stokami oddílné dešťové soustavy (Nysl, Synáčková 1998, Lin S., 2007).

ČSN 750161 Vodní hospodářství – Názvosloví kanalizace definuje srážkové vody jako: „ vody z atmosférických srážek, které dosud neobsahují látky z povrchu“ a srážkové povrchové vody jako: „ srážkové vody, které se nevsáknou do podloží a jsou odváděny z povrchu terénu nebo budov do odvodňovacího systému“.

### **3.1.6. Balastní vody**

Tyto vody se také označují jako tzv. cizí vody, které se do stok dostávají netěsnostmi, které mohou vznikat nedokonalostí díla, nebo vlivem havárií nebo poruch. V oddílné splaškové soustavě jsou tyto vody nežádoucí, protože zvyšují nátok na čistírnu odpadních vod, přičemž zároveň odpadní vodu ochlazují. V některých procesech na čistírně má tento jev posléze negativní účinek (Nypl 1980, Thévenot D., 2008).

ČSN 750161 Vodní hospodářství – Názvosloví kanalizace definuje balastní vody jako: „nežádoucí přítok vody do systému stokových sítí a kanalizačních přípojek“.

### **3.1.7. Ostatní vody**

Jsou odpadní vody, které se do stokové sítě dostaly za nepředvídatelných okolností a nelze je zařadit do žádných z výše uvedených skupin. Pokud nejsou neznečištěné vody, např. kondenzované, chladicí, podzemní nebo pramenité odváděny stokovou sítí, nejsou tyto vody považovány za odpadní. Je doporučeno jejich vsakování nebo samostatné odvádění do recipientu, aniž by zatěžovaly odvodňovací systém (Nypl, Synáčková 1998).

## **3.2. Stokové soustavy**

Z hlediska způsobu odvádění odpadních vod z odvodňovaného území dělíme stokové soustavy na 3 základní typy. Jedná se o soustavu jednotnou, oddílnou a kombinovanou, tzv. modifikovanou (Hasenöhr 1990, Lubbers Ch. L., 2007).

### **3.2.1. Jednotná stoková soustava**

V případě jednotné stokové sítě jsou všechny druhy odpadních vod dopravovány společnou sítí stok směrem k čistírně odpadních vod (Sobota 2013). Takovéto provedení přináší mnoho ekonomických výhod, ale na druhou stranu někdy také hygienické, estetické a technické nevýhody (Šrytr, Synáčková 1992). Jednotná stoková síť se potýká s problémem společného odvádění dešťových srážek s ostatními odpadními vodami. Přívalový déšť se sice vyskytuje jen zřídka, ale za to několikanásobně převyšuje velikost průtoků ostatních odpadních vod. Stejně tak je za deště komplikovanější i provoz ČOV. Pro případ zajištění dostatečné kapacity jednotné stoky v době srážkových událostí a zároveň splnění přijatelnosti provozně ekonomické stánky, budují se na stokových sítích odlehčovací komory (Hlavínek a kol. 2003).

Výhodou jednotné stokové soustavy je úspora vstupních nákladů a její proplachování během srážkových událostí, což zabraňuje zanášení.

Nevýhodou jednotné stokové soustavy je, že se při srážkových událostech splaškové vody naředí a následně odvedou přímo do recipientu, což má na životní prostředí negativní dopad. Tento negativní jev lze zmírnit vybudováním dešťových zdrží (Novák a kol. 2003).

### **3.2.2. Oddílná stoková soustava**

Oddílná soustava odvádí samostatnými trasami stokové sítě různé druhy odpadních vod. Pro odvádění jiného druhu odpadních vod jsou pokládány dvě i více stokových soustav. Nejčastěji se jedná o dva systémy, přičemž jeden systém odvádí vody srážkové a druhý vody splaškové (Hlavínek a kol. 2003).

#### **Splašková oddílná soustava**

Stoky jsou zatrubňovány. S ohledem na relativně malé a rovnoměrné průtoky k odvodnění postačují stoky s malými průřezy. Běžně podsklepené objekty je možno odvodňovat ve stejných hloubkách jako stoky jednotné soustavy. Odpadá možnost znečištění fekáliemi ze splaškových vod a tím kontaminace vod v recipientu a také je zamezeno vzniku nebezpečí zpětného vzduť domovními přípojkami a tím zatopení podzemních prostor. V oblasti svažitého terénu centralizované zástavby v příznivých geologických podmínkách pro zemní práce a s hluboko zaklesnutou hladinou podzemní vody lze stoky oddílné splaškové soustavy navrhovat v příznivých sklonech. V tomto případě se předpokládá, že jsou splaškové vody odváděny samospádem, nebo ojediněle přečerpáváním ve stokové síti nebo do ČOV (Synáčková 2014).

#### **Dešťová oddílná soustava**

Tyto stoky jsou určeny k odvádění přívalových srážkových vod a je možno je tvořit formou povrchových příkopů nebo mohou být také zatrubněny. Profily zatrubněných stok se zpravidla navrhují stejné jako u jednotné soustavy, avšak jsou založeny mělčeji. V rámci úspory velikosti profilů je možné na síti vybudovat retenční nádrže. Pro čištění dešťových vod lze budovat všechny druhy čistících dešťových nádrží. Nejčastěji se navrhují usazovací nádrže nebo také jejich kombinace. Povrchové vody, které nejsou svedené do dešťových nádrží se před vypouštěním do recipientu čistí pomocí horských vpustí, lapáků splavenin nebo

lapačů ropných látek. Pro odvádění dešťové vody se využívá pouze gravitační způsob (Nypl, Synáčková 1998).

### **3.2.3. Modifikovaná stoková soustava**

Samotný princip spočívá v tom, že dešťové vody jsou odváděny mělce uloženým potrubím a naopak splaškové vody hluboko uloženými stokami. V rámci soustavného odvodnění jednoho urbanizovaného území vzniká modifikovaná soustava například kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy. V době přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody se na začátku deště prázdní spojovacím potrubím ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. K odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu dochází po zahlcení nad úroveň dna dešťových stok. Znamená to, že toto největší znečištění z oplachu terénu na začátku deště a z výplachu dešťových stok je svedeno splaškovými stokami do čistírny odpadních vod. Do recipientu se již odvádí relativně čistá voda (Hlavínek a kol. 2001).

## **3.3. Stokové systémy**

Za účelem odvedení odpadních vod a jejich soustředění do nejnižšího místa (ČOV) je systematické uspořádání stok provedeno s ohledem na způsob zástavby, na konfiguraci terénu a na dispozici recipientu, případně další podmínky. Možné je využití pouze gravitačního proudění. Stoky jsou navrhovány tak, aby jimi byly odpadní vody dopraveny do ČOV nejvýhodnější trasou. Důležitým faktorem je respektování sklonů stok (Synáčková 2014).

### **3.3.1. Radiální systém**

Používá se při odvodňování uzavřených kotlin bez přímého spojení k recipientu. Voda se odvádí stokovou sítí do nejnižšího území, kde je následně z tohoto místa odváděna štolou gravitačně nebo přečerpávána přes rozvodí do čistírny odpadních vod (Hlavínek a kol. 2001).

### **3.3.2. Větvný systém**

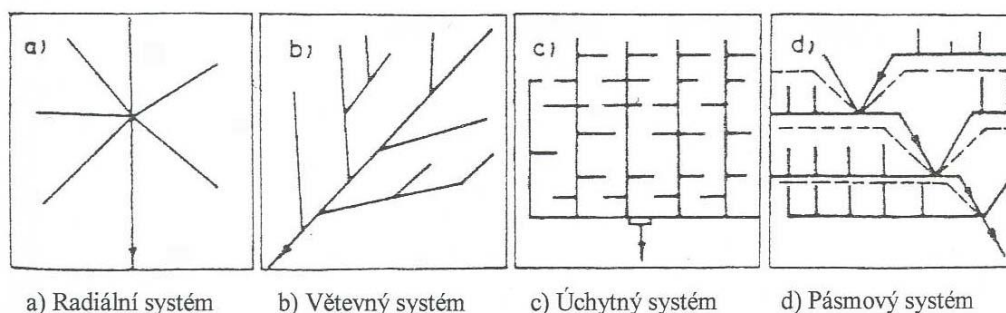
Vhodný v členitém území s nepravidelnou zástavbou. Stoky jsou vedeny nejkratším způsobem do hlavní kmenové stoky, která prochází nejnižším místem odvodňovaného území a ústí do ČOV (Hlavínek a kol. 2001).

### 3.3.3. Úchytný systém

Hodí se převážně v táhlých dlouhých údolích s jednotným sklonem terénu k vodnímu toku. Úchytná stoka je uložena v komunikaci podél toku a do ní jsou zaústěny sběrače (Pytl a kol. 2004).

### 3.3.4. Pásmový systém

Vhodný k použití v územích, ve kterých je zahrnuto několik výškových pásem stok. Odpadní vody z nevyššího vedeného pásma tak mohou být dopraveny samospádem. Z těch nižších pásem je možné přečerpávání. Jednotlivá pásma mohou být v systému radiálním, větvěným nebo úchytným (Pytl a kol. 2004).



Obrázek 1 – Rozdělení stokových systémů

(<http://www.is.mendelu.cz/eknihovna/opory/download.pl?objekt=1094>)

## 3.4. Způsob dopravy odpadních vod

Způsob dopravy odpadních vod je závislý na mnoha faktorech, zejména však na členitosti terénu a použitém způsobu odkanalizování (Hlavínek a kol. 2003).

Dopravu můžeme rozdělit do níže uvedených 4 způsobů.

### 3.4.1. Gravitační kanalizace

Je považována za tradiční a nejčastější způsob dopravy. Doprava je zajištěna bez elektrické energie pouze vlastní tíhou. Tento typ kanalizace není vhodný v rovinnatých oblastech, protože by bylo nutné provádět pravidelný proplach stok nebo hluboké výkopy. Je nutné dodržení minimálních hodnot sklonu terénu, proto je vhodnější pro území s větším spádem.

Výhodou gravitační kanalizace je její jednoduchost, nevýhodou obvykle vyšší provozní náklady, které jsou způsobeny případnými hloubkami uložení z důvodu



dosažení potřebného sklonu. Zároveň jsou na stokové síti potřebné revizní objekty (Schneider 1989, Fletcher T. D., Deletic A., 2008).

### **3.4.2. Tlaková kanalizace**

Je založena na principu vyvození tlaku obvykle 0,6 MPa až 3 MPa v hlavní stokové síti, do níž jsou přes domovní čerpací stanice s akumulací jímky na domovních kanalizačních přípojkách čerpány pod tlakem odpadní vody. Do akumulací jímky natékají odpadní vody samospádem. Na jednu akumulací jímku může být napojena 1 a více nemovitostí podle kapacity čerpadel. Tlaková stoková síť dopravuje odpadní vody na čistírnu. Proplachování se provádí směsí odpadní vody a vzduchu. Tlaková síť může být větvená nebo zaokruhaná. Navrhuje se z tlakových trub PN 10 o minimální světlosti DN 80, v případě použití mělnicích čerpadel DN 50. Doporučená výška krytí činí 1 m. Návrhová průtočná rychlost v potrubí se uvažuje 0,7 m/s (Sojka 2013).

Jak uvádí Beránek (2005) výhodou tlakové kanalizace je menší finanční náročnost na straně obce a nevýhodou naopak vyšší finanční zátěž na straně vlastníků nemovitostí.

### **3.4.3. Podtlaková kanalizace (vakuová)**

Tento systém má centrální vakuovou stanici, kde se pomocí vakuových čerpadel vytvoří podtlak ve sběrné tlakové nádobě. Do tohoto zásobníku se následně nasávají splašky v době otevření sacího ventilu, který je umístěn v akumulací jímce na domovní přípojce. Sací ventily zajišťují automatické otevření a nasátí odpadní vody (spolu i s vysokým obsahem vzduchu) z domovní šachty do hlavního kanalizačního potrubí při dosažení určité hladiny vody v akumulací šachtě a po jejím vyprázdnění opětovné uzavření. Tento jev má za cíl zabránit snížení podtlaku a ohrožení funkce systému. Z vakuového zásobníku jsou odpadní vody dopravovány do ČOV již buď samospádem, nebo častěji čerpáním (Nysl, Synáčková 1998).

Mezi výhody patří nízké investiční i provozní náklady, ale hlavně možné použití v oblastech, kde by hrozilo riziko kontaminace životního prostředí při využití tlakové nebo gravitační kanalizace. V případě vzniku podtlaku dochází k vysátí odpadních vod. Naopak nevýhodou je potřeba pořízení podtlakové stanice s možností využití jen pro oddílnou kanalizaci (Wef 2008).

#### 3.4.4. Pneumatická doprava splašků

V případě pneumatické kanalizace je doprava splašků realizována pomocí tlakového vzduchu na velké vzdálenosti. Hlavní princip této kanalizace je tvořen dvěma cykly a to fáze plnění a fáze prázdnění. V prvním cyklu plnění jsou odpadní vody gravitačně svedeny do sběrné předšachty a odtud následně pokračují do pracovní tlakové nádrže až do jejího naplnění po provozní hladinu. Následuje cyklus prázdnění, kde se po naplnění zavede do tlakové nádrže tlakový vzduch a odpadní voda se vytlačí do výtlačného potrubí pomocí přivedeného tlakového vzduchu. Celý cyklus plnění a prázdnění se řídí zpětnými klapkami, které ovlivňují směr toku odpadních vod. Po vyprázdnění a odvzdušnění pracovní nádrže se celý proces znovu opakuje (Šrytr 2001).

Mezi hlavní výhody tohoto principu dopravy odpadních vod patří: velké rychlosti (až 6 m/s), případné poruchy jsou rychle zjistitelné, dále úspora armatur ve výškových lomech trasy, předpoklad minima balastních vod a v neposlední řadě fakt, že provzdušňování splňuje aerobní podmínky v odpadních vodách. Mezi nevýhody však patří: vyšší pořizovací cena pneumatické stanice a dražší provozní náklady z důvodu vyšší spotřeby elektrické energie (Synáčková 2014).

#### 3.5. Materiály stokových sítí

Materiál stok se volí hlavně podle účelu a plánované životnosti díla. Musí být vodotěsný a bezpečně odolný proti mechanickým, chemickým, biologickým a jiným vlivům dopravované odpadní vody, dále proti agresivním vlivům okolního prostředí, proti namáhání stok a má umožnit bezpečné a účinné čištění stok (Synáčková 2014, Šejnoha 2003).

Jak uvádí Klepsatel a Ráclovský (2007), stokové sítě mohou být dle konstrukce děleny na trubní, monolitické, z prefabrikátů a z cihel.

Synáčková (2014) pak představuje nejčastěji používaný typ stok, kterými jsou stoky trubní, u nichž se používají níže popsané materiály jako je kamenina, šedá nebo tvárná litina, vláknocement, sklolaminát, čedič, beton nebo železobeton a plasty.

**Kameninové trouby** – jsou těsněné v hrdlech konopným provazcem a asfaltovou zálivkou nebo moderněji těsníci pryžovými kroužky.

**Betonové trouby** - pro splaškovou kanalizaci se používají hrdlové s pryžovými kroužky, pro dešťovou kanalizaci beztlakové (s hrdlem pro těsnící ucpávku, nebo s perem a polodrážkou, aj.).

**Železobetonové roury** – jednou z možností jsou hrdla pro ucpávkové těsnění, nebo jsou nově těsněné pryžovými kroužky.

**Betonové trouby s čedičovou výstelkou** - s hrdly a těsněním pryžovými kroužky.

**Plastové roury – netlakové** – využívá se především polyvinylchlorid (PVC), dále rozvětvený a lineární polyethylen (rPe, lPe) nebo polypropylen (PP). Spoje jsou svařované, lepené či s těsněním pryžových kroužků.

**Plastové roury – tlakové** – využívá se vysokohustotní polyethylén (PE HD) pro tlakovou i podtlakovou dopravu splašků, kde nelze využít gravitační kanalizaci.

**Trouby z šedé nebo tvárné litiny** – tyto trouby jsou používány na výtlaky nebo v místech vysokého namáhání, těsněné pryžovými kroužky.

**Sklolaminátové trouby** – jsou s hrdly a zalisovanými pryžovými kroužky i pro neomezeně velké profily.

Synáčková (2014) v závěru upozorňuje na kvalitu spojů trub, které musí splňovat podmínku vodotěsnosti a životnosti v rovnocenném souladu s životností celé stokové sítě.

### **3.6. Objekty na stokových sítích**

Stoková síť se skládá ze stokových úseků a objektů. Všechny objekty se musí navrhovat tak, aby zajišťovaly správnou funkci stokové sítě a zároveň byly vytvořeny vhodné podmínky pro bezpečné provádění všech potřebných prací jako je kontrola, čištění a údržba stok (Hlavínek a kol. 2003, Thoř 1981).

#### **3.6.1. Vstupní šachty**

Hlavínek a kol. (2003) uvádí, že se vstupní šachty navrhují na místa, kde dochází ke změně směru přímých úseků trubních stok, dále kde se mění sklon a příčný profil stoky, na spojích dvou a více stok, na jejich koncích a v přímých úsecích po maximální vzdálenosti 50m. Synáčková (2014) navíc zmiňuje, že vstupní šachty slouží i pro větrání stoky.

Vstupní šachta je zpravidla tvořena monolitickým základem, kde se nachází žlábek pro odvádění odpadní vody, dále manipulační a vstupní částí. Minimální

rozměr manipulační části je u kruhové skruže 1000 mm a u obdélníkové 800x1000 mm. Je osazena stupadly s rozestupem 300 mm. Vstupní část tvoří přechodový kónus, vyrovnávací prstenec a poklop. Zákrytová deska se umísťuje místo přechodového kónusu v případě mělkých uložení (Nypl, Synáčková 1998, Novák a kol. 2003).

### **3.6.2. Spojné šachty a komory**

Spojené šachty plní funkci jako vstupní šachty a používají se při spojování stok do průměru DN 400. V případě stokování stok DN 500 a vyšších jsou využívány spojené komory. Ve dně se provádí žlábkovité spojení jednotlivých stok, které musí být provedeno tangenciálně na směr hlavní stoky (úhel < 90°). Místa, která jsou hydraulicky a mechanicky nejvíce namáhána, se doporučuje vyzdívat z opracovaných žulových kamenů (Hlavínek a kol. 2001).

### **3.6.3. Proplachovací šachty**

Synáčková (2014) uvádí, že se proplachovací šachty využívají především ve stokových sítích s nedostatečným sklonem stoky, kde je nutné provádět umělé proplachování. Samotné proplachování se provádí buď stálým průtokem vody, nebo nárazovým proplachováním pomocí zařízení na vytvoření umělé proplachové vlny. Konstrukce proplachovací šachty je obdobná jako u vstupní šachty, pouze s jedním rozdílem, že je na odtoku ze šachty osazeno stavítko. Objem nadržení by se měl rovnat přibližně polovině objemu proplachovaného úseku. Minimálně musí mít proplachovací šachta objem 3 m<sup>3</sup> s minimální hloubkou 1 m.

### **3.6.4. Dešťové vpusti a lapáky splavenin**

Dešťové vpusti jsou součástí komunikačních staveb a slouží pro správné odvodnění vozovek, chodníků a zpevněných ploch. Dešťové vpusti můžeme rozdělit na tři základní druhy a to uliční, chodníkovou a horskou vpust (Nypl, Synáčková 1998).

**Uliční vpusti** – umísťují se do nejnižšího místa komunikace při okraji vozovky. Odvodňovaná plocha by neměla přesáhnout 400m<sup>2</sup> na jednu vpust. Vpusti jsou opatřeny přípojkou na kanalizaci, litinovou mříží s rámem a košem na splachy, který je nutno čistit. Těleso vpusti má průměr 500 mm (Novák a kol. 2003).

**Chodníkové vpusti** – umísťují se do míst, kde nelze použít uliční vpust. Konstrukční provedení je obdobné jako u uliční vpusti s rozdílem bočního nátoky.

Vpusti jsou osazovány do boční hrany chodníku (ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky).

**Horské vpusti** – využívají se v případech, kdy je sklon terénu větší než 8 %, a na místech, kde se očekává přítok dešťových vod z nezpevněných ploch nebo v silničních a jiných otevřených příkopech. Horská vpust působí jako dvojnásobná obdélníková dešťová vpust (Hlavínek a kol. 2003).

Synáčková (2014) ještě navíc zmiňuje **liniové odvodnění** – které se využívá v místech, kde je kladen požadavek na mimořádnou bezpečnost odvádění přitékajících dešťových vod a to v celé šířce komunikace nebo v jiných exponovaných místech (vjezd do podzemí, autobusové zastávky, vstupy do metra, apod.).

### **3.6.5. Výustní objekty**

Výustní objekty jsou navrhovány v místech vyústění ve svahu koryta vodního recipientu nad jeho dnem. V případě, že je potřeba zabránit zpětnému vzduť, vybuduje se před výustním objektem šachta, která se vybaví pohyblivými armaturami (zpětné klapky, stavidla, apod.). Výustní objekty bývají často vystavovány silným účinkům proudící vody, a proto je důležité dbát na jejich správné zakládání (Hlavínek a kol. 2001, ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky).

### **3.6.6. Spadiště**

Spadiště jsou objekty, které umožňují překonávání velkých výškových rozdílů, při kterých by jinak ve stoce při návrhovém průtoku byly přesahovány maximální povolené rychlosti. Konstrukčně je doporučeno řešit spadiště jako betonový objekt z prefabrikovaných dílů. Část stěny a dno spadiště je vystaveno nárazům dopadajících odpadních vod, proto musí být vybaveno odolným obkladem, který je součástí konstrukce (Novák a kol. 2003).

### **3.6.7. Skluzy**

Skluzy jsou na stokové síti navrhovány výjimečně a pouze v případě, že by bylo vybudování soustavy spadišť příliš nákladné nebo těžko proveditelné. K překonávání výškového rozdílu stoky neslouží stupeň, nýbrž skluz. Průtočná rychlost odpadních vod je ve skluzu až 10 m/s. V případech dlouhých a strmých úseků, či velkých průtoků odpadních vod je zakončení skluzu vybaveno objektem na

tlumení kinetické energie (Hlavínek a kol. 2001, ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky).

### **3.6.8. Shybky**

Shybky se používají v místech, kde dochází ke křížení stoky s jinou překážkou v podobě například vodního toku, komunikace či železnice, podchodu či metra a změna trasy není možná. Shybky slouží k převedení odpadní vody pod překážkou, kde není možno snížit niveletu stokové sítě, aby odpadní voda odtékala samospádem. Dělíme je na úplné a neúplné (ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, Novák a kol. 2003).

### **3.6.9. Odlehčovací komory**

Odhlehčovací komory jsou řazeny k nejdůležitějším a nejsložitějším objektům na stokové síti jednotné soustavy. Smyslem odlehčovacích komor je odlehčení odpadních vod, které natékají v době dešťových srážek na čistírnu odpadních vod. Dešťové vody jsou tehdy ve značné převaze vůči vodám splaškovým a je tedy značně neekonomické je přepravovat na čistírnu. Konstrukce odlehčovací komory musí být uspořádána tak, aby oddělila část průtoku - nejčastěji přes přelivnou hranu, a odvedla odlehčené vody do recipientu (Cheremisínoff 2002, Hlavínek a kol. 2003).

**Základní rozdělení odlehčovacích komor** (Hlavínek a kol. 2001):

- OK s přepadem bez regulace odtoku s přepadem přímým, jednostranným bočním a oboustranným bočním
- OK se škrťací tratí s přepadem
- OK s přepadajícím paprskem (štěrbinové)
- OK s horizontální dělicí stěnou (etážové)
- Ostatní OK (s násoskou, stavítkem, aj.).

### **3.6.10. Kanalizační přípojky**

**Domovní přípojky** - každá nemovitost připojená na stokovou síť by měla mít samostatnou domovní přípojku. Základní podmínky pro navrhování a stavbu domovních přípojek udává ČSN 75 6101. Domovní přípojky odvádějí odpadní vody z nemovitosti do stokové sítě. Nejmenší průměr potrubí kanalizační přípojky je DN 150 s minimálním sklonem 2%, u profilu 200 mm 1%. V případě potrubí většího než 200 mm je navíc nutno projekt doložit hydrotechnickým výpočtem. Největší dovolený

sklon kanalizační přípojky je 40%. Revizní šachty domovní přípojky se umísťují zásadně na pozemku odvodňované nemovitosti, případně v objektu.

**Přípojky dešťových vpustí** – napojení je řešeno profily nejméně DN 150. Přípojky musí být umístěny v nezámrazné hloubce a svody vpustí by měly být kolmé na osu komunikace. V případě, že jsou vedeny jinak, pak pouze v přidruženém prostoru komunikace (Nypl, Synáčková 1998, ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky).

### 3.6.11. Čerpací stanice

Čerpací stanice jsou v rámci stokové sítě budovány pouze na místech, kde není možné odvádění odpadních vod samospádem. Měly by se používat spíše jen výjimečně, protože stokovou síť značně prodražují, nicméně k překonávání výškových rozdílů v terénu nebo naopak v jeho rovinatých územích jsou nepostradatelné. Vhodný výběr velikosti a umístění musí být prováděn s ohledem na ekonomickou a technickou stránku řešení. V neposlední řadě je důležité myslet na kvalitu čerpané odpadní vody, která mnohdy obsahuje pevné částice různého složení a rozměrů (Schneider 1989).

## 3.7. Ukazatele znečištění odpadních vod

### • Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

Chudoba a kol. (1991) definuje biochemickou spotřebu kyslíku jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy pro rozklad organických látek za aerobních podmínek. Množství kyslíku je úměrné koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek.

Dohányos a kol. (2004) zmiňuje aerobní mikroorganismy využívající organické látky jako zdroje energie a uhlíku pro syntézu zásobních látek a nových buněk.

Švehla a kol. (2007) uvádí organické látky, které jsou součástí znečištění odpadních vod, a tudíž BSK patří k důležitým ukazatelům znečištění vody. Pro organismy žijící ve vodním prostředí je rozpuštěný kyslík limitujícím faktorem. Číselný index u BSK vyjadřuje délku testu ve dnech. V případě vyhodnocení úbytku kyslíku ve vzorku za 5 dní se stanovuje BSK<sub>5</sub>.

### • Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Stanovuje množství kyslíku, které je potřeba k oxidaci všech organických látek. Stanovení chemické spotřeby kyslíku probíhá takovým způsobem, že jsou organické látky oxidovány dichromanem draselným (CHSK<sub>Cr</sub>) nebo manganistanem draselným

( $CHSK_{Mn}$ ) a poté se následně měří koncentrace produktů nebo koncentrace zbývajícího oxidačního činidla. Z množství spotřebovaného oxidačního činidla se provede výpočet teoretického množství kyslíku, potřebného pro oxidaci organických látek přítomných ve vodě (Švehla a kol. 2007).

- **Celkový fosfor ( $P_{celk}$ )**

Fosfor je látka, která je obsažena v moči, fekáliích, ale i v pracích, čistících, nebo dezinfekčních prostředcích. Jeho hodnotu umí snížit pouze velmi malé množství čistíren odpadních vod. Fosforečnany a dusičnany společně podporují růst zelených rostlin, což při větších koncentracích zapříčiňuje eutrofizaci vod. Celkový fosfor je dělen na rozpuštěný a nerozpuštěný a následně na anorganický a organický vázaný. Z důvodu eutrofizace je na ČOV cílem jeho chemické či biologické odstraňování (Hlavínek a kol. 2003, Pytl 2004).

- **Celkový dusík ( $N_{celk}$ ) a amoniakální dusík ( $N-NH_4$ )**

Jedná se o plyn, který se do odpadní vody dostává z lidského organismu. Vyskytuje se ve formě sloučenin – močovina, volné a vázané aminokyseliny. Poměr forem dusíku se mění v čase, protože při dopravě stokovou sítí dochází k hydrolyze močoviny na amoniakální dusík (Hlavínek a kol. 2003).

- **Nerozpuštěné látky (NL)**

Tyto látky představují obsah pevných látek v odpadní vodě a jsou udávány buď v mg/l nebo kg/den. Nerozpuštěné látky se dále dělí na usaditelné a neusaditelné (Sojka 2013).

### 3.8. Způsoby likvidace odpadních vod

Jak uvádí Sojka (2004), pitná voda je využívána v každé domácnosti ať už k osobní hygieně, praní, vaření, umývání nádobí nebo splachování WC. Veškerou takto vyprodukovanou odpadní vodu je nutno správně odvádět a zneškodňovat. Vypouštění odpadní vody do silničních příkopů, volně na terén nebo do dešťové kanalizace je nepřipustné. Sojka (2013) následně zmiňuje fakt, že všichni majitelé nemovitostí, kteří se z jakýchkoliv důvodů na veřejnou kanalizační síť napojit nemohou, musí řešit otázku, jak s odpadními vodami naložit. Zmiňuje především nově vznikající satelitní zástavby, malé zdroje znečištění, rozptýlenou zástavbu, penziony, chaty nebo malé zemědělské usedlosti.

Před samotným zvoleným způsobem zneškodňování odpadních vod je vždy důležité předem vědět, kam bude možné odpadní vody odvádět:



- V případě, že se v místě nachází pouze vodní tok, může být příslušným vodoprávním úřadem povolena domovní čistírna odpadních vod nebo septik doplněný zemním či biologickým filtrem s vyústěním přečištěných vod do vodního toku.
- Další možností je, že se v místě produkce odpadních vod nenachází žádný vodní tok, ale daná oblast je vybavena dešťovou kanalizací. Zde je možné příslušným vodoprávním úřadem povolit také domovní čistírnu odpadních vod nebo septik doplněný zemním či biologickým filtrem. Vyčištěné odpadní vody jsou přepadem vyústěny do kanalizace, která však není zakončena centrální čistírnou odpadních vod.
- V případě, kdy není dostupná ani kanalizace či vodní tok, je možné zvolit pouze bezodtokovou jímku – žumpu, která slouží pouze k akumulaci odpadní vody, nebo ve výjimečných případech zažádat příslušný vodoprávní úřad o povolení k vypouštění do vod podzemních s použitím domovní čistírny odpadních vod - jedná se např. o zástavby s malým počtem rodinných domů (Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon).

#### **Rozdělení ČOV dle velikosti:**

- Kategorie od 5 do 50 EO (domovní) – využívá se pro jednotlivé objekty nebo skupiny objektů. Vyčištěné vody je možno vypouštět do vod povrchových, recyklovat či zasakovat. Patří sem žumpa, septik, domovní čistírna odpadních vod nebo vegetační kořenové čistírny. Kaly se odváží ke zpracování na kalové hospodářství větších ČOV.
- Kategorie od 50 do 500 EO – využívají se pro malé a střední zdroje odpadních vod, jako jsou obce, větší průmyslové objekty nebo ubytovny. Dále se dělí na menší ČOV do 300 EO, které se vyrábějí jako tzv. balené typové čistírny. Jedná se o plastové nádrže s technologií a větší betonové nádrže s dodatečně montovanou technologií. Kaly se odvázejí ke zpracování na větší ČOV bez předchozího odvodnění.
- Kategorie od 500 do 2000 EO – určené pro střední zdroje s denním přítokem 100 – 400m<sup>3</sup> odpadní vody jednotné nebo oddílné soustavy. Jedná se o betonové nádrže, nadzemní budovy nádrží a technologická zařízení. Kal je přednostně zpracováván v zemědělství.
- Kategorie od 2000 EO a více – určené pro větší okresní a krajská města s denním přítokem 400 m<sup>3</sup> a více. Řadí se mezi stavebně a technologicky složité objekty (Herle, Bareš 1990).

### 3.8.1. Bezodtoková jímka – žumpa

Žumpy se navrhují, provádějí a provozují dle ČSN 75 6081. Jsou to zakryté, vodotěsné bezodtokové nádrže, ve kterých jsou shromažďovány splaškové odpadní vody. Jiné odpadní vody, například dešťové, se do žumpy odvádět nesmějí. Obsah žumpy není dovoleno vypouštět a to ani ve zředěném stavu – do vodních toků, příkopů, nebo jim přihnojovat v době vegetace zahrady, louky, pole.

Žumpa není podle zákona 254/2001 Sb. vodním dílem a navrhuje se, pokud nelze splaškové vody odvádět do kanalizace pro veřejnou potřebu. Žumpa se umísťuje pod terénem ve vzdálenosti alespoň 1 m od domu tak, aby k ní byl umožněn příjezd pro pravidelné vyvážení fekálním vozem. Půdorys je obvykle volen kruhový nebo obdélníkový. Každá jímka musí mít alespoň jeden kontrolní otvor o rozměrech 600x600 mm. Jímek existuje několik provedení. Může být provedena z vodostavebního betonu jako monolitická nebo prefabrikovaná, případně monolitická s prefabrikovaným stropem. Další možnost je jako prefabrikovaná plastová nádrž osazená do země podle pokynů výrobce, s obetonováním nebo bez obetonování.

Jak zmiňuje Sojka (2013), standardem ve vybavení současných rodinných domů je vždy vodovodní přípojka, WC a koupelna. V takovém případě vybavenosti uvažujeme spotřebu vody přibližně 100 l (os/den), což vyžaduje velikost jímky 10 m<sup>3</sup> pro čtyřčlennou rodinu a četnosti vyvážení 2 krát za měsíc. Objem jímky by měl být volen tak, aby odpovídal násobku objemu fekálního vozidla. Obvyklý objem cisteren je 5 nebo 10 m<sup>3</sup>.

### 3.8.2. Septik

Jedná se o průtočnou betonovou nebo plastovou nádrž, která je rozdělena na dvě nebo tři komory. Velikost septiku je závislá na počtu připojených obyvatel. V septiku probíhá proces odstraňování pevných usaditelných a plovoucích látek společně s anaerobním rozkladem. Doba zdržení odpadní vody v septiku je doporučována na přibližně tři až pět dní. Z důvodu nízké účinnosti čištění není možné předčištěné vody vypouštět bez dalšího dočištění. Septiky je nutné doplnit o další stupeň čištění, kterým je zemní pískový filtr nebo kořenová čistírna odpadních vod.

Zemní filtr je objekt zahrnující horní rozváděcí drenáž, filtrační lože a dolní sběrnou drenáž. Od okolního terénu je těleso zemního filtru odděleno vodotěsnou fólií. Horní úroveň filtračního tělesa musí být vodorovná. Filtrační lože (vrstva 0,6-1,0m) filtru musí být z tříděného materiálu – písku o průměru zrn 2 – 4 mm. Je doporučeno využívat materiály, které obsahují ionty železa. Mezi nevýhody patří

omezená životnost filtru, zastavěná plocha nebo vysoký spád na filtru cca 0,9 – 1,2 m. K výhodám je možno zařadit nízké provozní a pořizovací náklady, nulovou spotřebu elektrické energie a poměrně vysokou účinnost čištění.

Kořenové čistírny odpadních vod využívají fyzikální, chemické a biologické samočistící procesy, které probíhají v porézním půdním prostředí plně nasyceném vodou. Nevýhody se představují ve velkých nárocích na plochu, v obtížné regulaci čištění nebo nízké účinnosti při odstraňování živin z odpadních vod. K výhodám patří nízké náklady na údržbu, schopnost se vyrovnat s kolísáním jakosti a množství odpadní vody, jsou schopny čistit odpadní vody s nízkou koncentrací organických látek a nenarušují přirozený ráz krajiny.

Do septiku není povoleno přivádět dešťové vody. Požadavky na výrobu a správnou funkčnost septiků jsou stanoveny normou ČSN EN 12566-1 ed.2: Prefabrikované septiky nebo ČSN EN 12566-4 ed.2: Septiky montované ze sestavy prefabrikátů na místě.

### **3.8.3. Domovní čistírny odpadních vod**

Domovní čistírny odpadních vod pracují na podobném principu jako velké obecní ČOV. Čistí odpadní vody aerobně biologickým způsobem, který spočívá v rozkladu nečistot pomocí mikroorganismů živených kyslíkem.

Proces čištění začíná hrubým předčištěním, které oddělí od odpadní vody pevné nečistoty. Poté čistírna vodu v druhé nádobě aerobně vyčistí a oddělí kal. Nakonec ve třetí fázi čistou vodu a kal odčerpá do příslušných nádob (Guryča 2016).

## **3.9. Technologie ČOV**

### **3.9.1. Mechanické předčištění**

Mechanické čištění je prvním stupněm čištění přitékajících odpadních vod do ČOV. Z hlediska technologie se využívají poměrně jednoduché procesy, jako jsou cezení, sedimentace, flotace a zahušťování suspenzí. Na česlích a sítích probíhá cezení. K procesu sedimentace dochází v lapácích šterku a písku. Lapáky tuků a olejů využívají flotaci. Zahušťování suspenzí probíhá společně se sedimentací v usazovacích a dosazovacích nádržích (Hlavínek a kol. 2003).

#### Lapák šterku

Lapák šterku je využíván hlavně v období přivalových dešťů k odstraňování velkých a těžkých předmětů (dlažební kostky, cihly, šterk). Lapák šterku je jímka situovaná těsně před čistírnou na přivaděči odpadních vod. Doporučuje se jej taktéž

zařazovat v místech s větším výskytem štěrků, vyšším spádem kanalizace s vyššími rychlostmi proudění.

### Česle

Česle odstraňují hrubé nečistoty a plovoucí objekty (kuchyňský odpad, hadry, papír, větve). Česle jsou tvořeny řadou ocelových prutů (česlic) kruhového, obdélníkového nebo lichoběžníkového profilu. Dle vzdálenosti mezi česlicemi rozeznáváme česle hrubé a jemné.

### Lapák písku

V lapácích písku jsou odstraňovány suspendované, těžké anorganické látky jako písek, jemná škvára, úlomky skla apod. Je třeba tyto látky odstranit odděleně od nerozpuštěných látek organického původu, které se jinak odstraňují v usazovacích nádržích. Lapáky písku pracují na principu snížení průtočné rychlosti vody.

### Lapáky tuků a olejů

Odstraňování tuků a olejů probíhá pomocí procesu flotace v nádržích, do kterých je vháněn vzduch. Tukové a olejové částice vytvářejí na hladině vrstvu pěny, která je stírána do zvláštních jímek.

### Usazovací nádrže

Usazovací nádrže se využívají ke gravitační separaci suspendovaných látek přítomných v odpadních vodách. Dle zařazení v technologické lince je můžeme rozdělit:

- Primární – řadí se mezi objekty mechanického čištění, kde dochází k separaci suspendovaných částic od odpadní vody
- Sekundární – neboli dosazovací nádrže, ve kterých dochází k oddělení biologického kalu při biologickém čištění (Komínková a kol. 2014, Dohányos a kol. 2004).

### **3.9.2. Biologické čištění**

Využívá schopnosti mikroorganismů rozkládat organické znečištění ve vodě. Rychlost celého rozkladného procesu závisí na řadě faktorů, například na obsahu kyslíku ve vodě, pH, teplotě, typu znečištění, přítomnosti toxických látek a použité metodě čištění. V principu se jedná o intenzifikaci samočisticích pochodů, které probíhají v povrchových vodách. Ovšem s tím rozdílem, že v čistírně dosáhneme

stejného efektu za podstatně kratší dobu. Příčinou je rozdílná koncentrace mikroorganismů přítomných v povrchových vodách a v čistírně.

Biologické čištění probíhá v anaerobním či aerobním prostředí. Aerobní procesy probíhají výrazně rychleji než anaerobní, podmínkou je však dostatečný přísun kyslíku (Sojka 2013).

### **Technologické varianty biologického čištění:**

- **Aktivace:**

Jedná se o nejběžnější způsob biologického čištění odpadních vod, který navíc bývá kombinován s dalšími technologiemi (např. princip SBR reaktoru, který bude vysvětlen níže). Čištění pomocí aktivačních procesů je výhradně založeno na mikroorganismech udržovaných ve vznosu v aktivační nádrži pomocí provzdušňovacího zařízení. Tento druh čištění odpadních vod je vhodné využít pro trvale obydlené objekty. K výhodám se řadí především schopnost vysoké účinnosti čištění, která se udává mezi 90 – 95%, ale také nízké pořizovací náklady s nízkou energetickou náročností. Nevýhodou aktivačního čištění je citlivost na nárazové zatížení. Aktivační proces je složen z provzdušňované nádrže, ve které dochází k čistícímu procesu. Z nádrže odtéká vyčištěná směs odpadní vody a kalu do dosazovací nádrže, kde se tyto složky pomocí sedimentace vzájemně oddělí. Vyčištěná voda je následně vypouštěna do recipientu nebo k dalšímu čištění, přičemž je aktivovaný kal vrácen recirkulací zpátky do aktivační nádrže. Takto je udržována provozní koncentrace aktivovaného kalu v nádrži v rozmezí 2 – 5 kg/m<sup>3</sup>. K vytvoření aerobních podmínek v aktivaci je zapotřebí stálého přísunu kyslíku. Ten je zajištěn například tzv. jemnobublinnou aerací, díky které dochází k dokonalému míchání nádrže a kontaktu aktivního kalu s odpadní vodou (Pollert 2012, Sojka 2013).

### SBR reaktor

Zásadním specifickým SBR technologie je její technické řešení zajišťující vyrovnávání nepravidelných nátoků a menší produkci kalu. Využíváno je diskontinuálního procesu čištění, což znamená, že je přítékající voda dočasně uskladněna v předřazeném prostoru a odsud je řízeně pomocí mamutek načerpávána k biologickému čištění do SBR reaktoru. Reaktor funguje na principu aktivace se sekvenčním fázovým reaktorem, kdy dochází v jedné nádrži k aktivaci a zároveň k odsazení suspendovaných látek. Čistírna je konstruována v základním provedení jako nádrž rozdělená na část usazovací a část aktivační. V usazovací

části dochází k částečné anaerobní stabilizaci kalu a akumulaci odpadní vody. V aktivační části dochází k cyklickému provzdušňování a usazování a následnému odčerpání vyčištěné vody z nádrže. Provoz SBR reaktoru je řízen mikroprocesorem a lze jej elektronicky řídit. Pomocí programovatelné řídicí jednotky je umožněno nastavit i proces denitrifikace či chemické srážení fosforu. Hlavní výhodou technologie SBR spočívá ve vysoké kvalitě čištění odpadních vod s minimálními náklady na elektrickou energii. Dlouhodobá a stabilní kvalita vyčištěné vody je docílena především nastavením řídicí jednotky, která zajišťuje čištění vždy stejného množství odpadní vody v odděleném prostoru (reaktoru) po vždy stejně dlouhý čas. Cyklický provoz SBR reaktoru je rozdělen do čtyř fází. V první fázi nateče odpadní voda do reaktoru, kde dojde k promíchání s aktivovaným kalem. Ve druhé fázi dochází k provzdušňování a míchání reaktoru, čímž již probíhá biologické čištění. Třetí fáze probíhá jako sedimentační, kdy dochází k oddělení aktivovaného kalu od přečištěné vody. V poslední čtvrté fázi je již vyčištěná voda dopravována na odtok z čistírny a tím dochází k uvolnění akumulačního prostoru pro nátok nové odpadní vody (Bazánplast 2017, Sojka 2013).

#### Aktivace s membránovou filtrací

Tato metoda představuje technologicky vyspělý a efektivní způsob ekologického čištění, jehož účinnost čištění dosahuje 95 – 98 % CHSK. Způsob čištění membránové filtrace spočívá ve vytvoření selektivní bariéry pro průchod různých chemických prvků a sloučenin, jakož i různorodých částic v proudu vody. Směs aktivovaného kalu vytváří membrány ultrafiltraci, díky které již dosazovací nádrže nejsou zapotřebí. Membránové aktivační procesy zadržují organické znečištění, bakterie, zákaly, viry a jiné mikroorganismy. Vzhledem k vysoké účinnosti čištění je možno vyčištěnou vodu dále využívat nebo vypouštět do vod podzemních bez nutnosti jakéhokoliv dalšího procesu čištění. Další výhodou je malá potřeba prostoru a snadné zvýšení výkonu a účinnosti ze starších typů DČOV na novější. Navýšení kapacity a zlepšení účinnosti čištění lze provést přidáním membrány do stávající čistírny odpadních vod. Za nevýhodu se považuje životnost membrány, která je ovlivněna jejím ucpáváním. Prodloužení životnosti membrány je možno docílit pravidelným zpětným proplachem čistou vodou nebo chemickým čištěním. Samotná výměna nové membrány je snadná (Vojtěchovský, Vilím 2017, Sojka 2013).

- **Biologické filtry**

Čištění odpadní vody v biofilmových reaktorech je stejné jako u čištění aktivací, také se zde uplatňují aerobní mikroorganismy, kyslík a organická hmota, kterou rozkládají mikroorganismy. Hlavní rozdíl mezi aktivací a biofilmovým reaktorem je v tom, že zatímco v aktivaci se mikroorganismy udržují ve vznosu, u biofilmových reaktorů mikroorganismy vytvářejí na pevném nosiči biologickou blánu (biofilm) a vedle mikrobiálního rozkladu probíhají i sorpční děje (Komínková a kol. 2014).

#### Skrápěný biofiltr

Princip čištění odpadních vod je založen na činnosti mikroorganismů přisedlých na pevném podkladu (bionosiči), na který se skrápěcím zařízením rozstříkuje odpadní voda. Složení technologie čistírny s biofiltry obsahuje mechanické předčištění v usazovacích nádržích, biofiltr a dosazovací nádrž. Vhodně nadimenzovaný biofiltr dosahuje účinnosti 80-90 % na BSK<sub>5</sub>. Rychlost odbourávání je značně závislá na teplotních podmínkách ovlivňujících rozpustnost kyslíku. Používá se pro objekty trvale obydlené, ale je pravdou, že již jen málo. K výhodám patří nízké pořizovací a provozní náklady s nenáročnou obsluhou. Na druhou stranu nevýhodou je nerovnoměrné rozdělování vody na biofiltr v malých nádržích nebo zanášení filtru (Lubbers 2007).

#### Rotační biofilmové reaktory

Rotační biofilmové čistírny jsou vhodné zejména pro objekty s nerovnoměrným nátokem a nižším obsahem znečištění (BSK<sub>5</sub> je pod 150 mg/l). Využívají činnosti mikroorganismů obdobně jako biofiltry, ale s tím rozdílem, že nosič není skrápěn, ale otáčí se a biomasa je zachycována na rotujících talířích. Ty jsou z části ponořeny v odpadní vodě a tím dochází ke střídání voda – vzduch. Takto je zajištěn stálý přísun kyslíku ke směsné kultuře mikroorganismů přisedlých na ploše disku. Mezi výhody patří nízké pořizovací náklady a nenáročná obsluha se stabilním provozem. Nevýhodou je při srovnání s aktivačními technologiemi vyšší spotřeba energie. Vlastní čistírnu pak tvoří kompaktní nádrž, která je rozdělena na usazovací část, biozónu s disky a dosazovací část (Sojka 2013).

- **Anaerobní čistírny odpadních vod**

Sojka (2013) anaerobní ČOV popisuje jako kompaktní nádrž, která obsahuje tři části. Jedná se o část usazovací, anaerobní reaktor s biofiltrem a dosazovací prostor. Mikrobiální rozklad organického znečištění probíhá bez přístupu vzdušného

kyslíku a je vlastně intenzifikací přírodních procesů, které probíhají samovolně na dně jezer a rybníků. Šálek a kol. (2012) zmiňují, že se jedná o jeden z nejstarších způsobů čištění odpadních vod, protože i septik je založen na stejném principu čištění. Sojka (2013) dále vysvětluje, že působením mikrobiologického osídlení, které narůstá na členité ploše biofiltru, dochází k postupnému snižování obsahu organických látek v odpadní vodě. V případě kombinace s dalším stupněm čištění jako je například zemní pískový filtr nebo kořenová čistírna odpadních vod, je možné dosáhnout poměrně vysoké kvality vypouštěné vody.

Anaerobní čistírny jsou vhodné především pro malé rekreační chaty nebo pro objekty s víkendovým provozem, které nejsou trvale obývány. Jejich výhody spočívají zejména v nízkých pořizovacích a provozních nákladech, nulové spotřebě elektrické energie nebo možnosti přerušovaného používání. Mezi nevýhody se řadí omezená životnost filtrů, vysoký spád na filtru (cca 0,9-1,2 m) či potřeba velké zastavěné plochy.

### **3.9.3. Kalové hospodářství**

Při čištění odpadních vod vznikají kaly. Všechny ČOV produkují určité množství kalů, které je závislé na jejich velikosti, zatížení a zvolené technologii. Právě při návrhu technologie čištění by mělo být navrhováno již takové kalové hospodářství, které umožní využití kalů především v zemědělství. V případě, že takto kaly využít nelze, přistupuje se ke skládkování nebo spalování.

Mezi další metody zpracování kalů patří například zahušťování, vysoušení, odvodňování, aerobní a anaerobní stabilizace (vyhňování) – což je nejstarší způsob (Sobota 2006).

### **3.10. Možnosti vypouštění vyčištěných odpadních vod**

Hlavním cílem všech domovních čistíren odpadních vod je především kvalita vyčištěné vody. Samotné vypouštění odpadních vod je možno provádět jen v souladu s platnou legislativou, ve které je uvedeno, zda můžeme odpadní vody vypouštět do povrchových nebo podzemních vod. Stanovují to ukazatele znečištění, které byly popsány v kapitole 3.7. Povolené hodnoty znečištění v závislosti na způsobu vypouštění odpadní vody stanovuje platná legislativa a příslušný správce stokové sítě dle místních podmínek.

V rámci domovní čistírny odpadních vod je možno odpadní vodu vypouštět buď přímo do vod povrchových, nebo nepřímo do vod podzemních, nebo přímo do kanalizace. V případě prvních dvou uvedených možností musí mít navíc majitel



DČOV k vypouštění vyčištěných vod povolení. Je nutno zmínit, že povolené limity znečištění vypouštěných vod jsou dány nařízením vlády, avšak může dojít k dalšímu zpřísnění hodnot ze strany vodoprávního úřadu, krajské hygienické správy nebo správce povodí. U možnosti vypouštění do kanalizace musí majitel DČOV splnit podmínky dané správcem kanalizace, avšak povolení k vypouštění vyčištěných vod mít již nemusí.

### **3.10.1. Vypouštění do vod povrchových**

Povrchová voda je nejčastějším recipientem vyčištěné odpadní vody. Recipient je brán jako nádrž, vodní tok či rybník. Pro dobrý stav vody v recipientu dochází v místě zaústění odpadní vody k postupnému míchání vody vyčištěné a povrchové. Jedině tak je zajištěna správná koncentrace znečištění a je možno využít samočisticích schopností vody. Díky působení mikroorganismů a přítomnosti kyslíku je velká část znečištění rozkládána na jednodušší formy až na látky minerální (Sojka 2013).

Jak je uvedeno v Zákoně 254/2001 Sb. podle § 106 odst. 1, povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových vydávají obecní úřady obcí s rozšířenou působností. Podle § 8 odst. 1 písm. c) vodního zákona plní tyto obecní úřady s rozšířenou působností roli vodoprávního úřadu, který nakládání s vodami povoluje. Vodoprávní úřad musí při svém vyhodnocování postupovat v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Zmíněná směrnice požaduje, aby byla pomocí tzv. integrovaného přístupu regulována všechna vypouštěná odpadní voda.

Podle nařízení vlády 401/2015 Sb., jsou domovní čistírny odpadních vod děleny do tří možných kategorií výrobků, které musí splňovat hodnoty minimální účinnosti čištění. Jednou z podmínek, aby bylo možno DČOV označit jako výrobek CE, je právě splnění minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod. Níže je v tabulce znázorněna nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění podle kategorií DČOV označovaných CE.

Kategorie DČOV	Nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění				
	CHSK <sub>cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>celk</sub>	P <sub>celk</sub>
I.	70%, 170 mg/l	80%, 50 mg/l	x	x	x
II.	75%, 160 mg/l	85%, 45 mg/l	75%, 25 mg/l	x	x
III.	75%, 160 mg/l	85%, 45 mg/l	80%, 25 mg/l	50%, 30 mg/l	80%, 10 mg/l

Tabulka 1 – Nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění podle kategorií DČOV označovaných CE (<https://www.bazenplast.cz/index.php?pid=cov-povoleni>)

### 3.10.2. Vypouštění do vod podzemních

Pro možnost vypouštění odpadních vod do vod podzemních jsou Nařízením vlády č. 416/2010 Sb., stanoveny určité podmínky. Odpadní vody lze vypouštět jen z jednotlivých staveb určených k bydlení a individuální rekreaci a dále jednotlivých staveb poskytujících služby. Před vypouštěním je nutné odpadní vodu předčišťovat. Za zdroj znečištění je považován produkt lidského metabolismu a jeho činnost v domácnosti. Odpadní vody je možno do vod podzemních vypouštět pouze v případě, že je není možno vypouštět do vod povrchových či veřejné kanalizace. Před samotným povolením je nutné požádat o zpracování hydrogeologického posudku, ve kterém jsou posuzovány vhodné hydrogeologické podmínky. Podle Zákona č. 62/1988 Sb., vyhotovuje posudek, jehož součástí je i projektová dokumentace - osoba s odbornou způsobilostí. V případě, že je zasakování na základě kladného posudku povoleno, je možno vhodně zvolenou technologií individuální čištění odpadních vod realizovat. Zasakování je možno řešit například filtračními příkopy, zasakovacími nádržemi nebo filtrační drenáží. Zasakování naopak není doporučeno například tam, kde se nachází oblast ochranného pásma podzemního nebo povrchového vodního zdroje I. stupně. V případě vypouštění do vod podzemních, jsou platné nepřekročitelné hodnoty v níže uvedené tabulce.

Velikostní kategorie (EO)	Nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění v mg/l				
	CHSK <sub>cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NL	N <sub>celk</sub>
Do 10 EO	150	40	20	30	x
10 – 50 EO	150	40	x	30	30

Tabulka 2 – Nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění – vypouštění do podzemních vod (<https://www.bazenplast.cz/index.php?pid=cov-povoleni>)

### **3.11. Legislativní rámec realizace a provozování DČOV**

Pro úspěšné schválení a realizaci DČOV je nutné se řídit platnou legislativou, ve které je propojen zejména vodní a stavební zákon. DČOV je považována za vodní dílo, pro které je nutné zpracovat projektovou dokumentaci, získat územní rozhodnutí o umístění stavby, stavební povolení k vodním dílům a nakládání s vodami. Podle zákona č. 360/1992 Sb., může projektovou dokumentaci k zařízení sloužícímu k čištění odpadních vod zpracovávat pouze autorizovaný inženýr nebo technik pro stavby vodního hospodářství - projektant. Na základě místních možností vypouštění odpadních vod, jak bylo vysvětleno v kapitole 3.11 a dále charakteru stavby, z níž budou odpadní vody vypouštěny, projektant navrhne nejvhodnější řešení a následně vypracuje projektovou dokumentaci.

Stavbu malé čistírny odpadních vod do 50 EO je možné povolit dvěma způsoby a to buď klasickým vodoprávním řízením nebo zvláštním režimem povolení, tzv. ohláškou. Obsah projektové dokumentace stavby ČOV je zpracováván podle vyhlášky č. 499/2006 Sb. V případě ohlášení stavby dle § 15 odst. 2 vodního zákona a § 104 odst. 2 písm. n) stavebního zákona. Podklady pro vodoprávní řízení jsou zhotovovány v souladu s ustanoveními vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 432/2001 Sb., v platném znění (Bazénplast 2017; Sojka 2013).

#### **3.11.1. Územní rozhodnutí o umístění stavby**

Prvním krokem schvalovacího procesu je získání územního rozhodnutí o umístění stavby. Obvykle je vydáváno do 30 dnů od podání žádosti o vydání územního rozhodnutí a vydává jej místní stavební úřad, v jehož územním obvodu vodní dílo leží. Schvalován je navržený záměr, přičemž jsou stanoveny podmínky pro využití a ochranu území a podmínky pro další přípravu a realizaci záměru, hlavně pak pro projektovou přípravu stavby. V žádosti o vydání rozhodnutí musí být uvedeny všechny obecné náležitosti a přílohy dle § 86 stavebního zákona a dokumentace, jejíž rozsah je předepsán vyhláškou č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření.

#### **3.11.2. Vodoprávní řízení**

Po získání územního rozhodnutí o umístění stavby je žadateli umožněno požádat příslušný vodoprávní úřad - odbor životního prostředí o vydání stavebního povolení k vodnímu dílu. Podle § 15 odst. 1 vodního zákona je možno povolení k provedení nebo změně vodního díla povolit pouze současně s povolením k nakládání s odpadními vodami, a to dle § 8. Z praktického hlediska však žadatel

žádá o povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních, a to dle § 8 odst. 1 písm. c). Povolení je vydáváno na časově omezenou dobu, nejdéle však na dobu 10 let. V tomto druhu povolovacího procesu je povinností provozovatele provádět rozborů odpadních vod z DČOV. Četnost rozborů nařizuje vodoprávní úřad, nejčastěji to však bývá v rozmezí 2 – 4 vzorky ročně. Tyto rozborů vzorků může provádět pouze osoba s příslušnou akreditací. Výsledky vzorků je provozovatel povinen zasílat příslušnému vodoprávnímu úřadu.

**Pro vydání stavebního povolení je nutno doložit tyto náležitosti:**

- projektová dokumentace stavby ve dvou vyhotoveních; není-li stavebním úřadem obecní úřad v místě, ve třech vyhotoveních;
- územní rozhodnutí o umístění stavby ČOV a souhlas příslušného stavebního úřadu k vydání územního rozhodnutí, který ověřuje dodržení jeho podmínek;
- při vypouštění odpadních vod do vod podzemních – vyjádření osoby s odbornou způsobilostí odpovědného řešitele pro projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací v oboru hydrologie;
- při vypouštění odpadních vod do vod povrchových – vyjádření správce vodního toku;
- doklady prokazující vlastnické právo nebo právo založené smlouvou provést stavbu nebo opatření anebo právo odpovídající věcnému břemenu k pozemku nebo stavbě, pokud stavební úřad nemůže existenci takového práva ověřit v katastru nemovitostí;
- kopie části katastrální mapy území, jehož se povolení týká;
- seznam účastníků vodoprávního řízení, včetně jejich adres, kteří jsou žadateli známy;
- doklady o jednání s účastníky vodoprávního řízení, pokud bylo o věci vedeno předem, a rozhodnutí, vyjádření, stanoviska, souhlasy, popřípadě jiná opatření dotčených orgánů státní správy vyžadovaná zvláštními předpisy.

**3.11.3. Ohlášení stavby**

U tohoto povolovacího procesu je rovněž nutné nejprve získat územní rozhodnutí o umístění stavby. Ohlášení stavby vodoprávnímu úřadu je postačující v případě, pokud je podstatnou součástí čistírny odpadních vod výrobek označovaný CE. Aby mohla DČOV nést označení CE, musí certifikace splňovat všechny požadované ukazatele. Žádost o povolení k vypouštění odpadních vod se v tomto případě nepodává a je tedy automaticky povoleno na dobu časově

neomezenou. V tomto případě není nutné deklarovat rozbory odpadních vod, ale provádí se technická revize osobou pověřenou ministerstvem životního prostředí v četnosti 1 x za dva roky. Předmětem revize je porovnání instalované ČOV s ČOV povolenou, posouzení kvality vody na odtoku z čistírny, celkový stav čistírny, neporušenost a funkčnost příslušných zařízení apod. Výstupem je pak vystavení revizní zprávy, kterou je provozovatel povinen předat na příslušný vodoprávní úřad. Možnost provést osazení DČOV formou ohlášení stavby je zakotvena v novele vodního zákona, a to v § 15a. V případě, že dojde stavební úřad k závěru, že ohlášení není úplné nebo záměr nesplňuje podmínky pro vydání souhlasu s provedením ohlášení stavebního záměru, rozhodne usnesením o provedení stavebního řízení.

**Potřebné náležitosti k ohlášení stavby:**

- kategorie výrobku označeného CE;
- projektová dokumentace stavby ČOV, která bude zpracována ve smyslu vyhlášky č. 499/2006 Sb., o náležitosti dokumentace staveb a v souladu s konkrétními podmínkami místa stavby ve dvou vyhotoveních;
- způsob vypouštění odpadních vod;
- vyjádření příslušného správce vodního toku – v případě vypouštění odpadních vod z vodního díla do vod povrchových;
- vyjádření osoby s odbornou způsobilostí dle § 9 odst. 1 vodního zákona – v případě vypouštění odpadních vod z vodního díla přes půdní vrstvy do vod podzemních;
- stanovisko správce povodí;
- pravomocné územní rozhodnutí, popř. územní souhlas;
- stanovisko příslušné obce;
- vyjádření správců sítí (Telefonica O2, ČEZ Distribuce atd.);
- doklad o prokazatelném seznámení vlastníků sousedních pozemků o tomto záměru;
- provozní řád.

#### **4. Metodika**

Před zpracováním mé bakalářské práce jsem se nejprve věnoval terénnímu průzkumu zájmového území, kde jsem se podrobně seznámil s místními podmínkami.

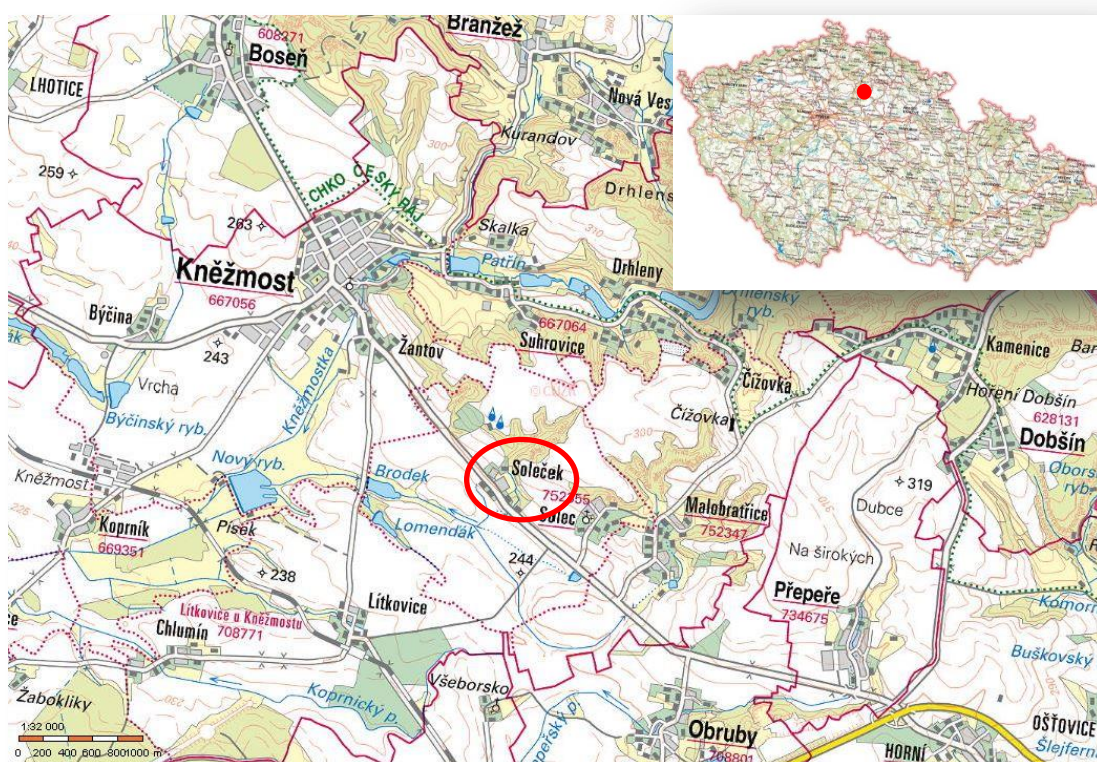
V první části práce jsem pak zpracoval podrobnou literární rešerši, kde jsem se seznámil s problematikou stokování, čištění odpadních vod a legislativním procesem. Jako zdroj informací jsem využil převážně Národní technickou knihovnu, odkud jsem čerpal většinu odborných publikací. Dalším zdrojem pak byly studijní skripta, platné normy, vyhlášky a zákony a pro doplnění jsem použil i články z odborných časopisů dostupných na internetu.

Při popisu obce Soleček a zájmového území jsem částečně využil svých vlastních znalostí, které jsem doplnil o údaje z ÚP Kněžmost a Hydrogeologického posudku. Vypracování technického popisu a výběr výsledné varianty odkanalizování byl proveden na základě zhodnocení dopadů na životní prostředí a návrhu projektové dokumentace, kterou jsem získal od pana Ing. Štěpána Laciny. Ekonomické srovnání obou variant jsem vypracoval díky poskytnutým údajům z firem Agropodnik Kněžmost a.s., Bezénplast, s.r.o. a firmy Svoboda. Vyhodnocení po roce provozu jsem provedl místním šetřením a rozbor přečištěné vody provedla akreditovaná společnost Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s.

Výsledný návrh na nejvhodnější odkanalizování podobných nově vznikajících obytných lokalit jsem vypracoval po zkušenostech získaných v obci Soleček a studiu dané problematiky.

## 5. Popis lokality

Soleček je malá vesnice, nacházející se na okraji Českého ráje, asi 2 km na jihovýchod od obce Kněžmost, v okrese Mladá Boleslav, kraji Středočeském s nadmořskou výškou cca 265 m n. m. Počet trvale žijících obyvatel byl v roce 2016 stanoven na 42. Předmětem této bakalářské práce je nově vznikající zástavba v severní části vesnice, která by měla čítat přibližně 7 nových rodinných domů. S dokončením této lokality se tak počet obyvatel ještě nepochybně navýší. Vesnicí prochází pouze silnice II. třídy číslo 268. Veškerá občanská vybavenost se nachází v nedaleké obci Kněžmost (ÚP Kněžmost 2018).



Obrázek 2 – Zeměpisné umístění obce Soleček, měřítko 1:32 000

(<http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>)

Soleček se nachází v chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Severočeská křída (Nařízení vlády č.85/1981 Sb.). Nařízením není limitováno zasakování odpadních vod. Není zde vybudován vodovod, tudíž všechny domácnosti využívají kopané či vrtané studny. Není zde zaveden ani plyn, kanalizace či ČOV.

### **5.1. Geomorfologické podmínky**

Soleček se nachází v mírném svahu jižního okraje příhrázské pískovcové desky. Z hlediska geomorfologického se zařazuje do systému Hercynského, provincie Česká vysočina, subprovincie Česká tabule, celku Jičínská pahorkatina, podcelku Turnovská pahorkatina a okrsku Vyskeřská vrchovina.

### **5.2. Klimatické podmínky**

Průměrná roční teplota je 7-8°C s úhrnem srážek přibližně 650 mm/rok. Území je řazeno do oblasti mírně teplé, okrsku B3 – okrsek mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový. Sněhová pokrývka leží v zájmové oblasti obvykle od prosince do února, průměrně 50 dní v roce.

### **5.3. Hydrografické podmínky**

Hydrograficky leží území v povodí Kněžmostky (číslo hydrologického pořadí 1-05-02-073). Posuzovaným prostorem, který je předmětem této bakalářské práce, neprotéká žádná vodoteč ani se zde nevyskytují žádné vodní nebo trvale zamokřené plochy (Pivrnec 2012).

## **6. Možnosti odvádění splaškových vod**

### **6.1. Popis a analýza**

Ve vesnici Soleček není vybudována veřejná stoková síť pro odvádění odpadních vod a jejich čištění. Splaškové vody z domácností odtékají a jsou akumulovány v žumpách, které jsou následně vyváženy na ČOV. Technický stav a nepropustnost těchto bezodtokových jímek však nejsou vzhledem k jejich stáří či kvalitě provedení zcela důvěryhodné. Lze předpokládat nelegální zasakování pomocí přepadů nebo přečerpávání odpadní vody přímo do okolního terénu. Obec Kněžmost, pod kterou Soleček spadá, však v dohledné době s výstavbou veřejné stokové sítě a napojením na ČOV Kněžmost nepočítá, a to ani v případě dalšího rozvoje vesnice, kterou Soleček právě prochází.

V současné době probíhá v severní části vesnice Soleček výstavba nové lokality, kde by mělo být v konečné fázi vystavěno 7 rodinných domů. Toto zájmové území bylo ještě v nedávné době využíváno pouze k zemědělské činnosti, s absencí veškerých sítí, jako jsou přívod el. energie, plynu, vodovodu či fungující kanalizační sítě. Proto bylo nutné nejvhodnější řešení najít.



## **6.2. Popis možných způsobů řešení odvádění splaškových vod**

Před výběrem nejvhodnějšího způsobu odvádění či likvidace splaškových vod je nutné danou oblast nejprve detailně zmapovat a na základě odborných posudků a znalosti místních poměrů stanovit konkrétní možnosti.

Důležitým aspektem, podle kterého se další možnosti odvíjejí, je skutečnost, kam bude možné odpadní vody odvádět. Tyto možnosti jsou podrobně vysvětleny v kapitole 3.8. V zájmovém území ani jeho blízkosti se nenachází žádná veřejná splašková nebo dešťová kanalizační síť, na kterou by bylo možné se napojit. Jak uvádí Pivrnec (2012), neprotéká zde ani žádná vodoteč ani se zde nevyskytují žádné vodní nebo trvale zamokřené plochy.

Na základě tohoto zjištění se nabízejí pouze dvě varianty, kam odpadní vody ze 7 rodinných domů odvádět:

### **Varianta 1**

Akumulovat odpadní splaškové vody v bezodtokových jímkách – žumpách, každý vlastník na svém pozemku a následně je odvážet na centrální ČOV.

### **Varianta 2**

Odpadní splaškové vody z plánovaných objektů rodinných domů likvidovat individuálně, tj. předčištěním v domovní čistírně odpadních vod, následně odvedením společným trubním vedením do vhodného místa a zasakováním do horninového prostředí, do podzemních vod.

Před výběrem kterékoliv varianty jsou doporučována i další odborná posouzení, která blíže specifikují aplikace a možnosti v místních podmínkách zájmového území s návazností na platnou legislativu a ochranu životního prostředí. Především je také nutné zohlednit, že v zájmovém území není vybudován vodovod, a proto bude zásobování pitné vody řešeno individuálně, a to formou jímání podzemní vody vrtanými studněmi.

## **6.3. Výpočet množství odpadní vody**

Pro obě varianty je potřebný výpočet množství odpadní vody. Pro 7 rodinných domů byla použita směrná čísla roční spotřeby vody dle přílohy č. 12 k vyhlášce č.120/2011 Sb., ze kterých vychází potřeba vody na 1 osobu 96 l/os\*den.

Je počítáno, že v 1 rodinném domě trvale žijí minimálně 4 osoby a maximálně 6 osob.

#### **Výpočet množství odpadní vody z 1 RD pro 4 až 6 osob:**

$$Q_{24} = 4 \text{ osoby} * 96\text{l/os*den} = 384 \text{ l/den} = 16 \text{ l/hod} = 0,004 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{rok}} = 384 \text{ l/den} * 365 \text{ dnů} = 140 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{měs}} = 11,7 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

$$Q_{24} = 6 \text{ osob} * 96\text{l/os*den} = 576 \text{ l/den} = 24 \text{ l/hod} = 0,006 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{rok}} = 576 \text{ l/den} * 365 \text{ dnů} = 210 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{měs}} = 17,5 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

Při předběžném předpokladu, že 1 rodinný dům bude tvořit obytnou jednotku pro 4 až 6 trvale žijících osob, bude celkové množství odpadních vod **11,7 až 17,5 m<sup>3</sup>/měsíc.**

#### **Výpočet množství odpadní vody ze 7 RD pro 4 až 6 osob:**

$$Q_{24} = 4 \text{ osoby} * 96\text{l/os*den} * 7 \text{ RD} = 2688 \text{ l/den} = 112 \text{ l/hod} = 0,031 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{rok}} = 2688 \text{ l/den} * 365 \text{ dnů} = 981 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{měs}} = 81,7 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

$$Q_{24} = 6 \text{ osob} * 96\text{l/os*den} * 7 \text{ RD} = 4032 \text{ l/den} = 268 \text{ l/hod} = 0,046 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{rok}} = 4032 \text{ l/den} * 365 \text{ dnů} = 1471 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$Q_{\text{měs}} = 122,6 \text{ m}^3/\text{měsíc}$$

Při předběžném předpokladu, že každý rodinný dům bude tvořit obytná jednotka pro 4 až 6 trvale žijících osob, bude celkové množství odpadních vod **81,7 až 122,6 m<sup>3</sup>/měsíc.**

#### **6.4. Varianta 1**

V případě zvolení této varianty je možné odpadní vody z každé domácnosti pouze akumulovat v bezodtokových jímkách – žumpách a poté je následně s pravidelnou četností odvážet na centrální ČOV.

#### **Pro zvolení správné velikosti žumpy pro 1 RD bylo nutné zohlednit:**

- počet členů domácnosti (dlouhodobý předpoklad)
  - v tomto případě je počítáno se 4 členy
- výpočet množství odpadní vody
  - dle výpočtu je množství odpadní vody stanoveno na 140 m<sup>3</sup>/rok

- dostupnost fekálního vozu v místě bydliště – objem cisterny
  - dle zjištěných poskytovatelů zajišťujících vývoz odpadních vod se jeví ekonomicky nejvýhodněji nákladní automobil Š-706 s cisternou o objemu 8 m<sup>3</sup> společnosti Agropodnik Kněžmost a.s.
  - nejbližší centrální ČOV, která přijímá fekální vozy s odpadní vodou je ČOV Mnichovo Hradiště (ÚP Kněžmost 2018, Agropodnik Kněžmost 2018).

S ohledem na výše uvedené vstupní parametry a místní dostupnost fekálního vozu o objemu 8 m<sup>3</sup> byla navržena žumpa o objemu 10,5 m<sup>3</sup>. Je totiž nutné počítat s jistou rezervou. Znamená to, že fekální vůz většinou nevyčerpá celý objem žumpy až na dno a taktéž ji domácnost těžko naplní na její plnou kapacitu.

Jedná se o prefabrikovanou železobetonovou nádrž SK 210-10,5 společnosti Septiky, žumpy, jímky, garáže s.r.o. Je tvořena vlastní válcovou nádrží, víkem nádrže a zákrytovou destičkou. Jímka je ve standartním provedení pojízdná osobním automobilem B125.

#### **Cenová kalkulace pořizovacích nákladů:**

- jímka SK 210 - 10,5 = 39 446 Kč
- doprava = 5 000 Kč
- stavební připravenost = 10 000 Kč
- **celkem cca 55 000 Kč**

#### **Cenová kalkulace provozních nákladů za období 1 roku:**

- přistavení fekálního vozu v místě bydliště = 435 Kč
- doprava 39 Kč/1 km = 39 Kč x 27km = 1 053 Kč
- cena za výkup odpadní vody v ČOV 60 Kč/1 m<sup>3</sup> = 60 Kč x 8 m<sup>3</sup> = 480 Kč
- 1 vývoz odpadní vody o objemu 8 m<sup>3</sup> = 1968 Kč
- při odhadovaném množství odpadní vody 140 m<sup>3</sup>/rok = **cca 36 000 Kč/rok**



Obrázek 3 – Nákladní automobil Š-706 s cisternou o objemu 8 m<sup>3</sup> v ČOV Mnichovo Hradiště  
(<http://www.agpknezmost.cz/vyvazeni-septiku#>)

## 6.5. Varianta 2

V případě záměru použít domovní čistírny odpadních vod a tím i požádat vodoprávní úřad o výjimečné povolení k vypouštění do vod podzemních je nejprve nutné vypracování hydrogeologického posouzení, které může zpracovat pouze osoba s odbornou způsobilostí k zasakování odpadních vod do půdních vrstev.

V tomto případě bylo vypracováno Hydrogeologické posouzení likvidace odpadních vod v zájmovém území osady Soleček, které zpracoval RNDr. Miroslav Pivrnec. Cílem hydrogeologického posudku bylo vyhodnocení propustnosti zemin a infiltračních podmínek z hlediska ověření možnosti likvidace předčištěných odpadních vod a posouzení rizika znečištění podzemních vod a existujících vodních zdrojů. Tento posudek byl vypracován společně s projektovou dokumentací technického řešení odkanalizování 7 plánovaných rodinných domů. (Kozák 2013).

### Návrh technického řešení

Navržené odkanalizování 7 rodinných domů je řešeno systémem domovních ČOV u každého objektu, s osazenou akumulací nádrží o objemu 4,7 m<sup>3</sup>. Z akumulací nádrží je navržen přepad do společné kanalizace, která vyčištěnou vodu odvede do společného vsakovacího objektu č. 1. Vsakovací objekt je řešen jako systém tří propojených vsakovacích studní, kde dojde ke vsáknutí vyčištěné vody do podloží. Celková situace řešení je zobrazena v příloze č. 1.

Společná splašková kanalizace se snaží v maximální míře využít morfologii terénu a je navržena jako gravitační. Pro kanalizaci budou použity kanalizační trubky a tvarovky PVC KG SN 8 DN150.

#### Vsakovací objekt č. 1

Vsakovací objekt č. 1 je navržen jako systém tří propojených vsakovacích studní VS1, VS2 a VS3. V místě, kde budou osazeny, bude vyhloubena jáma o 400 mm hlubší a o 300 mm na každou stranu širší od vnějšího líce krajních betonových skruží. Na dno jámy bude nasypána vrstva 400 mm makadamu frakce 32/64. Na toto lože budou vyskládány prefabrikované skruže DN 1000, kónus, vyrovnávací prstence a poklop dle výkresu Řez vsakovacím prostorem č. 1 – příloha č. 2. Dále bude do skruží proražen otvor a osazeno potrubí PVC KG DN 150. Poté bude na dno vsakovacích studní vysypán štěrk o tl. 500 mm, na který bude položena rozstříková dlaždice. Štěrk bude frakce 16-32 a směrem nahoru se bude zmenšovat. Na závěr bude prostor kolem studní do úrovně dna potrubí vysypán makadamem frakce 32/64.

#### Větev S1

Trasa kanalizace větve S1 začíná ve vsakovacím objektu č. 1 ve vsakovací studni VS 3. Odtud vede přes lomovou revizní šachtu RŠ S1 a RŠ S2, kde dochází k napojení větve S1.1, do koncové šachty RŠ S3. Napojení přepadů z akumuláčních nádrží bude řešeno vysazením odbočky PVC KGEA 150/150/87, nebo bude potrubí napojeno do revizní šachty do předem připraveného otvoru z výroby.

#### Větev S1.1

Trasa větve S1.1 začíná v revizní šachtě RŠ S2 a vede do koncové šachty RŠ S4. Větev S1.1 je zahloubena, a to z důvodu, aby do ní bylo možné napojit přepady z DČOV na parcelách 127/7 a 127/8. Na těchto parcelách nejsou zatím zpracovány projekty rodinných domů (přesná poloha, místo vyústění ležaté kanalizace z domu ani její hloubka pod terénem). Kvůli tomuto, morfologii terénu (terén upadá od navržené komunikace) a možnosti napojení budoucích RD do DČOV gravitačně je navržen nátok do těchto DČOV 1,5 m pod stávajícím terénem.

#### Vstupní šachty

Vstupní šachty musí splňovat požadavky ČSN EN 1917. Vstupní šachty jsou betonové prefabrikované, skladebně navrženy z prvků: vyrovnávací prsteneček, přechodová skruž nebo zákrytová deska, šachtová skruž, šachtové dno.

Šachtové dno musí být navrženo jako kompaktní jednolitý prvek (monolit) v celé své struktuře, a to jak korpus dna tak i kyneta. Dílce, osazené na základech, musí být provedeny tak, aby jejich svislé zatížení bylo přenášeno přímo silou stěny dílce. Šachtové a přechodové skruže, zákrytové desky - veškeré výrobky musí splňovat požadavky ČSN EN 1917. Síla stěny šachtového a přechodového dílce min. 120 mm. Vyrovnávací prstence rozličných stavebních výšek včetně šikmých vyrobených dle DIN4034. Použité prstence budou kompatibilní s použitým přechodovým dílcem a poklopem. Šachty budou zakryty litinovými vstupními poklopy DN 600 mm.

#### Domovní čistírny odpadních vod

Pro stavbu je navrženo 7 domovních čistíren EKO SBR BIO I., které jsou na parcelách umístěny dle požadavků investorů a také tak, aby do nich bylo možné odvést splaškové vody z rodinných domů gravitačně. Na parcelách 127/7 a 127/8 nejsou zatím zpracovány projekty rodinných domů (přesná poloha, místo vyústění ležaté kanalizace z domu ani její hloubka pod terénem). Kvůli tomuto, morfologii terénu (terén upadá od navržené komunikace) a možnosti napojení budoucích RD do DČOV gravitačně je navržen nátok do těchto DČOV 1,5 m pod stávajícím terénem.

- DČOV typu EKO SBR BIO I.

Navržená DČOV je typu EKO SBR BIO I., Bazénplast Bělá u Turnova, s.r.o., Bělá 98, Mírová pod Kozákovem, Turnov. Čistírna odpadních vod je konstruována jako celoplastová nádrž, rozdělená jednotlivými příčkami na technologické komory. Vlastní DČOV tvoří plastová kruhová nádrž o průměru 1500 mm, výšky 1500 mm plus 300 mm vstupní komín. Čistící proces je založen na principu nízkozátěžové aktivace s přerušovanou činností, kde je nezbytnou součástí sdružená dosazovací nádrž. Součástí DČOV je automatická programovatelná řídicí jednotka, dmychadlo s provzdušňovacími elementy a rozvodem vzduchu. DČOV bude krytá polypropylénovým poklopem cca 10 až 15cm nad úroveň terénu.

- Popis pravidelných kontrol a údržby DČOV EKO SBR BIO I.

Provoz čistírny musí vždy probíhat v souladu s provozním řádem. ČOV SBR BIO I. nevyžaduje trvalou obsluhu, pracuje po zprovoznění zcela automaticky a je řízena množstvím přitékající odpadní vody. Pro správnou činnost je potřeba dodržovat kontrolu a údržbu ve stanovených intervalech.

### Průběžně

- Vizuální a sluchová kontrola funkce dmyhadla, mamutek a intenzity provzdušňování.

### 1 x týdně

- Kontrola chodu mamutek.
- Kontrola povrchu hladiny reaktoru (aktivace).
- Vizuální kontrola kvality odtoku vyčištěné vody.
- Vizuální kontrola obslužných zařízení.

### 1 x měsíčně

- Vizuální kontrola intenzity provzdušňování v reaktoru.
- Kontrola výšky hladiny v reaktoru (aktivace).
- Kontrola množství kalu v reaktoru (aktivace při běžném průtoku).
- Kontrola množství srážecí látky na srážení fosforu.

### 1 x za 6 měsíců

- Vizuální kontrola kvality odtoku z I. a II. komory do reaktoru na výtoku z mamutky B.
- Pravidelná údržba a kontrola dmyhadla – čištění filtru.

### 1 x ročně

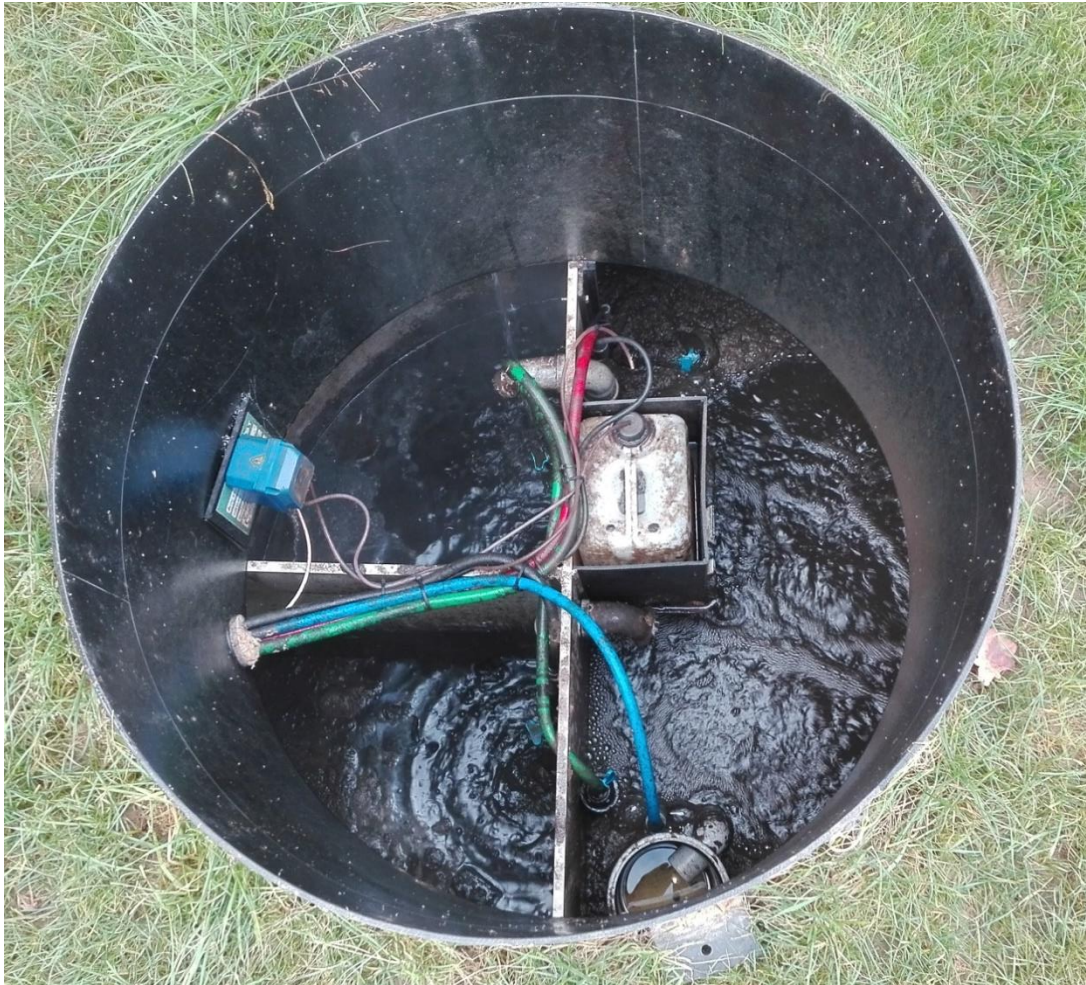
- Kontrola elektrického vedení.
- Výměna sací i výtlačné hadičky v zásobníku na srážení fosforu.

### 1 x za 24 měsíců

- Výměna membrány dmyhadla.

Velikostní kategorie (EO)	Nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění v mg/l dle přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 57/2016 Sb.				
	CHSK <sub>cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NL	N <sub>celk</sub>
Do 10 EO	150	40	20	30	x
10 – 50 EO	150	40	x	30	30
<b>Maximální možná účinnost ČOV EKO SBR BIO I. ze strany výrobce:</b>					
% účinnost	96%	99%	99%	99%	76%

Tabulka 3 – Účinnost čištění ČOV EKO SBR BIO I. deklarovaná ze strany výrobce



Obrázek 4 – DČOV EKO SBR BIO I. v probíhajícímu procesu provzdušňování

### Akumulační nádrže

Pro stavbu je navrženo 7 akumulčních nádrží o objemu 4,7 m<sup>3</sup>, které jsou umístěny za DČOV a z kterých je přepad do kanalizace. Přepad z akumulčních nádrží bude 100 mm pod nátokem do nádrže. Spád mezi DČOV a akumulční nádrží bude minimálně 2 %. V místě akumulční nádrže bude vyhloubena jáma, kde bude vybetonována deska z betonu B20 o síle 150 mm a po řádném zatvrdnutí betonu bude osazena vlastní nádrž. Po propojení potrubí bude nádrž obsypána hutněným zásypem prohozenou zeminou. Nad nádrží bude vybetonovaná ochranná deska z armovaného betonu B20 o minimální tloušťce 150 mm. Akumulční nádrž bude kryta polypropylénovým poklopem cca 10 až 15cm nad úroveň terénu.

Navržená akumulční nádrž je od výrobce Bazénplast Bělá u Turnova, s.r.o., Bělá 98, Mírová pod Kozákovem, Turnov. Nádrž je konstruovaná jako válcová samonosná (odolná proti tlaku okolní zeminou, bez nutnosti okolní betonáže) o objemu 4,7 m<sup>3</sup>, Ø 2000 mm a výšky 1500 mm (Kozák 2013).



### **Cenová kalkulace pořizovacích nákladů pro 1 rodinný dům:**

- vybudování společné kanalizace = 61 600 Kč / 1 RD (celkem 431 000 Kč)
- projektová dokumentace = 10 000 Kč
- DČOV EKO SBR BIO I. = 56 000 Kč
- Akumulační nádrž = cca 20 000 Kč
- **celkem = 153 000 Kč**

### **Cenová kalkulace provozních nákladů pro 1 rodinný dům za 1 rok:**

- náklady na provedení 2 rozborů vyčištěné odpadní vody = 1 500 Kč
- 20 litrů síranu železitého = 450 Kč
- náklady na elektrickou energii = cca 450 Kč
- vývoz 2 m<sup>3</sup> kalu na centrální ČOV = 1 000 Kč
- **celkem = 3 400 Kč**

## **7. Návrh odvádění dešťových vod**

### **7.1. Popis a analýza**

V zájmovém území nově vznikající lokality je plánována výstavba místní účelové komunikace. Ta propojí budoucí rodinné domy se stávající příjezdovou panelovou komunikací. Společně s touto novou komunikací je potřeba navrhnout odvádění dešťových vod i pro budoucí rodinné domy.

### **7.2. Odvádění dešťových vod z místní komunikace**

Pro odvádění dešťových vod z místní komunikace je navržena dešťová kanalizace, která je zobrazena v situaci v příloze č. 3. Dešťová voda bude natékat uličními vpustmi do dešťové kanalizace, kde bude docházet k částečnému vsaku dešťových vod. Zbývající voda bude potrubím vedena do vsakovacího prostoru č. 2 – příloha č. 4, kde dojde ke vsáknutí zbývající dešťové vody do podloží.

Na základě hydrogeologického posudku byl navržen podzemní vsakovací objekt. Podzemní vsakovací objekt je navržen jako retenční nádrž, galerie vytvořená z boxů o rozměru 21,6 x 3,6 x 0,6 m, o celkovém objemu 46,65 m<sup>3</sup> a vsakovací ploše 77,76 m<sup>2</sup>.

Dešťová kanalizace se snaží v maximální míře využít morfologii terénu a je navržena jako gravitační.

### Větev D1

Trasa navržené kanalizace větve D1 začíná vyústěním do vsakovacího objektu č. 2. Odtud vede do budoucí účelové komunikace do lomové šachty RŠ D1, kde se lomí a pokračuje rovnoběžně s osou komunikace do RŠ D2. V této revizní šachtě je napojena větev D1. 1. Odtud pokračuje trasa dále do šachty RŠ D4, kde opět dochází ke změně trasy a končí uliční vpustí UV3.

### Větev D1. 1

Trasa větve 11.1 začíná v revizní šachtě RŠ D2 a vede do koncové šachty RŠ D5. Do dešťové kanalizace jsou napojeny čtyři uliční vpusti. Napojení uličních vpustí UV 1 a UV 4 na kanalizaci bude provedeno vysazením T-kusů 150/150 na drenážním potrubí, do kterých bude napojeno potrubí PVC KG SN8 DN 150. Uliční vpust UV 2 bude napojena přímo do revizní šachty RŠ D3 do prostupu vybouraného v šachtě a UV 3 bude nahrazovat poslední revizní šachtu na větvi D1 a bude napojena na drenážní potrubí (Kozák 2013).

### **7.3. Odvádění dešťových vod z rodinných domů**

Dešťové vody budou řešeny individuálně, a to akumulací a následným vsakem na jednotlivých pozemcích stavebníků. Dešťové vody budou svedeny ze střech rodinných domů do akumulační jímky a následně bezpečnostním přepadem odvedeny do vsaku na pozemku. Akumulovaná dešťová voda může být využita na zálivku zahrady, na mytí auta, dopouštění bazénu apod.

## **8. Výběr a porovnání variant řešení žumpy versus DČOV**

Jako nejlépe vyhovující varianta byla zvolena varianta 2. Tento výběr předcházeli řadě posouzení z hlediska ochrany povrchových a podzemních vod a dopadů na životní prostředí, vypracování studie projektové dokumentace, hydrogeologického posudku a také ekonomického srovnání obou variant, které je znázorněno v tabulkách 4 až 6.

## 8.1. Ekonomické srovnání

<b>Investiční náklady</b>	<b>Varianta 1 Žumpa</b>	<b>Varianta 2 ČOV</b>
jímka SK 210 10,5 m <sup>3</sup>	40 000 Kč	- Kč
EKO SBR BIO I.	- Kč	56 000 Kč
vybudování kanalizační sítě	- Kč	62 000 Kč
projektová dokumentace	1 500 Kč	10 000 Kč
akumulační nádrž	- Kč	20 000 Kč
doprava	5 000 Kč	5 000 Kč
<b>CELKEM</b>	<b>46 500 Kč</b>	<b>153 000 Kč</b>

Tabulka 4 – Porovnání investičních nákladů žumpy a ČOV EKO SBR BIO I. pro 1 rodinný dům

<b>Provozní náklady</b>	<b>Varianta 1 Žumpa</b>	<b>Varianta 2 ČOV</b>
vývoz odpadní vody	36 000 Kč	1 000 Kč
elektrická energie	- Kč	450 Kč
rozbory odpadní vody	- Kč	1 500 Kč
síran železitý	- Kč	450 Kč
<b>CELKEM ZA 1 ROK</b>	<b>36 000 Kč</b>	<b>3 400 Kč</b>

Tabulka 5 – Porovnání provozních nákladů žumpy a ČOV EKO SBR BIO I. pro 1 rodinný dům

<b>Výhled na období 10 let provozu</b>	<b>Varianta 1 Žumpa</b>	<b>Varianta 2 ČOV</b>
investiční náklady	46 500 Kč	153 000 Kč
provozní náklady	360 000 Kč	34 000 Kč
<b>CELKEM</b>	<b>406 500 Kč</b>	<b>187 000 Kč</b>

Tabulka 6 – Porovnání celkových nákladů s výhledem na období 10 let provozu pro 1 rodinný dům

## 9. Samotné provedení stavby a analýza po roce provozu

### 9.1. Popis skutečného provedení stavby

Stavba vodního díla splaškové a dešťové kanalizace byla provedena dle platné projektové dokumentace. Při stavbě vsakovacích objektů byl na stavbu přizván hydrogeolog a na základě skutečně zastiženého horninového podloží při hloubení objektů byly vsakovací objekty dle požadavků hydrogeologa upraveny.

Původní vsakovací objekt č. 1 byl navržen jako systém tří propojených vsakovacích studní VS1, VS2 a VS3. Nahrazen byl 1 vsakovací studnou se vsakovací jámou.

Původní podzemní vsakovací objekt č. 2 byl navržen jako retenční nádrž, galerie vytvořená z boxů o rozměru 21,6 x 3,6 x 0,6 m, o celkovém objemu 46,65 m<sup>3</sup> a vsakovací ploše 77,76 m<sup>2</sup>. Nahrazen byl otevřenou vsakovací nádrží ledvinovitého charakteru o retenčním objemu 65 m<sup>3</sup> a ploše dna nádrže 72 m<sup>2</sup>.

Provedené stavbě byl udělen kolaudační souhlas k užívání stavby vodního díla, a to dešťové kanalizace, vsakovacího objektu na srážkové vody, splaškové kanalizace a vsakovacího objektu na předčištěné odpadní vody.

### 9.2. Analýza po roce provozu

Sledování účinnosti čištění splaškových vod z domácností probíhalo jednak vizuálně na odtoku z DČOV podle provozního řádu výrobce Bazénplast, s.r.o., a dále byl ve dvou intervalech proveden odběr vzorku předčištěné vody z DČOV pro zjištění hodnot znečištění. Rozbor odpadních vod provedla akreditovaná společnost Vodovody a kanalizace Mladá Boleslav, a.s.

Dle výsledků provedených rozborů uvedených v tabulce 7 lze s jistotou konstatovat, že uvedené zařízení DČOV pracuje správně dle zadaných požadavků.

Velikostní kategorie (EO)	Nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění v mg/l dle přílohy č. 1 k nařízení vlády č. 57/2016 Sb.				
	CHSK <sub>cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub>	NL	N <sub>celk</sub>
Do 10 EO	150	40	20	30	x
<b>Skutečná hodnota ukazatele znečištění v mg/l DČOV EKO SBR BIO I.</b>					
<b>po 1 roce provozu</b>	95	18	6,2	25	x

Tabulka 7 – skutečná účinnost čištění ČOV EKO SBR BIO I po roce provozu

V rámci analýzy po roce provozu byla dále provedena optická kontrola stokové sítě. Ve vstupních a spojných šachtách a na samotném vyústění splaškové kanalizace nebyly nalezeny žádné příznaky poškození nebo zanášení stoky, viz obrázek 5 a 6.



Obrázek 5 – Revizní šachta RŠ S2 na stoce S1, viz příloha č. 1



Obrázek 6 – Vyústění splaškové kanalizace do vsakovací studny

Při kontrole uličních vpustí, vstupních šachet a vsakovací nádrže dešťové kanalizace nebyly nalezeny žádné vážné nedostatky. Dešťová kanalizace je také plně funkční, pouze je nutné zdůraznit, že aby nedocházelo k zanášení celé stoky, je nutné v pravidelných čtenostech provádět čištění košů uličních vpustí, do kterých natékají splachy z nedokončeného povrchu místní komunikace, viz obrázek 7.



Obrázek 7 – Zanešený koš uliční vpusti

## **10. Návrh na nejvhodnější řešení odkanalizování podobných nově vznikajících lokalit**

Před samotným návrhem nejvhodnějšího odkanalizování u nově vznikající lokality je vždy nejprve nutné detailní prověření aktuálních možností likvidace odpadních vod v okolí, a to i s výhledem do budoucna. Vždy musí být zodpovězena základní otázka, kam je možné odpadní vody vypouštět. Podle toho je následně možné navrhnout způsob, jak budou odpadní vody vypouštěny nebo čištěny.

- V případě, že se v dostupné blízkosti nově vznikající lokality nachází obecní kanalizace, která je napojena na centrální čistírnu odpadních vod, je povinností vlastníka pozemku či objektu se na tuto kanalizaci připojit. Odpadní voda je pak vycištěna na centrální ČOV, vlastník objektu zaplatí obci stočné a problematika odkanalizování je v tomto případě vyřešena.

- V případě, že však napojení na veřejnou kanalizaci možné není, nebo se v lokalitě veřejná kanalizace ani v dohledné době neplánuje, je nutné prověření dalších možností. V lokalitách, kde se nachází dostatečný vodní tok, může být zvolena varianta domovní čistírny odpadních vod nebo septik doplněný zemním či biologickým filtrem s vyústěním přečištěných vod do vodního toku.
- Další variantou je, že se v lokalitě nenachází žádný vodní tok, ale obec je vybavena dešťovou kanalizací. Zde je možné zažádat příslušný vodoprávní úřad o povolení domovní čistírny odpadních vod nebo septiku doplněného zemním či biologickým filtrem. Vyčištěné odpadní vody jsou poté přepadem vyústěny do kanalizace, která však není zakončena centrální čistírnou odpadních vod.
- Poslední možnost odkanalizování je možné navrhnout v případě, kdy není dostupná žádná stávající kanalizace či vodní tok. Možné je zvolit buď žumpu, která slouží pouze k akumulaci odpadní vody, nebo ve výjimečných případech zažádat příslušný vodoprávní úřad o povolení k vypouštění do vod podzemních s použitím domovní čistírny odpadních vod. Tuto možnost je však možné využít pouze v lokalitách s malým počtem rodinných domů. Právě tato varianta byla použita jako výchozí možnost pro odkanalizování obce Soleček a zpracování této bakalářské práce.

V každé obci však bude toto řešení individuální, závisí především na místních podmínkách, které je nezbytné v dané lokalitě důkladně zvážit. Zásadní roli hraje také skutečnost, v jaké vzdálenosti jsou od sebe rodinné domy vzdáleny. V případě výstavby lokality podle nových trendů jsou rodinné domy vystavovány blízko vedle sebe, což znamená, že vzniknou kanalizace relativně krátké a náklady na výstavbu kanalizační sítě jsou tím pádem nižší. Naopak u starých zástaveb jsou rodinné domy rozmístěny ve vzdálenostech větších, čímž vznikají stoky výrazně delší a tím se celá kanalizační síť prodraží.

V malých lokalitách, kde morfologie terénu neumožní využití jen gravitační stokové sítě, může být variantou pro odvádění splaškových vod i využití kanalizace tlakové nebo podtlakové. Lze ji využít v rovinných lokalitách s nedostatečným sklonem nebo také v případech, kdy je potřeba splaškové vody svést jen z několika domů do společné jímky, odkud jsou následně přečerpávány. Z hlediska výstavby profilů stoky jsou ekonomicky výhodnější, ale dražší je pak provoz. Každou podobně nově vznikající lokalitu je tak nezbytné posoudit vždy individuálně.

## 11. Diskuze

Odkanalizování nové zástavby v obci Soleček představuje názorný příklad toho, s jakým problémem se většina nově vznikajících malých obcí v České republice může potýkat. Řada těchto obcí nemá vůbec odkanalizování dořešeno, a tak odvádění a likvidaci odpadních vod nechává na samotných obyvatelích. Při takto individuálním postupu likvidace odpadních vod však může docházet k negativním dopadům na životní prostředí.

Na samém počátku, kdy lokalita Soleček teprve vznikala, jsem měl zájem v této nově vznikající zástavbě bydlet, a také proto jsem se osobně podílel na tvorbě a výběru nejvhodnější varianty odkanalizování.

Jednou z možných variant se nabízela výstavba bezodtokových jímek – žump u každého ze 7 rodinných domů. Výhodou je nízká pořizovací cena, nulová spotřeba elektrické energie a jednoduchý schvalovací proces. Problém však nastává ve formě nutnosti pravidelného odvážení odpadní vody, kde jsou provozní náklady pro mnohé rodiny zcela neúnosné. Právě z tohoto důvodu se mnozí obyvatelé snaží vymyslet, jak peníze potřebné na vývoz odpadní vody fekálním vozem ušetřit. Někteří místní starousedlíci tuto situaci řeší přečerpáváním s následným povrchovým zasakováním, jiní formou přepadu a zasakováním do vod podzemních. Takovýmto chováním obyvatel dochází jednoznačně k poškozování podzemních vod a zhoršování stavu životního prostředí. Troufám si tvrdit, že v případě realizace této varianty by situace v nové zástavbě po čase nebyla bohužel jiná.

Ve druhé variantě, která byla zvolena jako vhodnější řešení, vidím hned několik výhod, ale jistá rizika s sebou samozřejmě nesou také. Předností zvoleného typu DČOV EKO SBR BIO I, kterou je čištěna odpadní voda z každého domu jednotlivě, je bezpochybně její vysoká účinnost čištění odpadní vody. Výrobce Bazénplast s.r.o., dále prezentuje zákazníkům svou DČOV jako produkt s nadstandardní výbavou a vysokou kvalitou technického řešení, které zaručuje minimální nároky na údržbu a obsluhu, snižuje náklady na elektrickou energii, dosahuje vysoké a stabilní účinnosti čištění. Dále uvádí, že získala několik nejvyšších ocenění potvrzujících dokonalost technického řešení, nadstandardní princip čištění a jednoduchost obsluhy. Při provedeném rozboru přečištěné odpadní vody po roce provozu lze zhodnotit, že účinnost čištění v tomto případě skutečně odpovídá hodnotám výrobce. Takto ideální podmínky však ale nemusí být zaručeny vždy. Velké riziko zde vidím v samotném lidském přístupu a zodpovědnosti obyvatel již v domácnostech. Stačí, když uvedu několik případů, které mohou kvalitu čištění značně zhoršit nebo zcela zastavit. Jedná se například o vyhazování nerozložitelných materiálů, jako jsou dnes hojně používané papírové vlhčené ubrousky nebo



hygienické vložky. Zde hrozí, že dojde k ucpání mamutek, kterými se odpadní voda přes jednotlivé komory v ČOV přečerpává, a tím dojde k zastavení čistícího procesu. Další riziko představuje používání velkého množství čistících a dezinfekčních prostředků na bázi chlornanu sodného a chloru, které způsobují zpomalení aktivity aktivovaného kalu. Na straně druhé by však na takovéto nedostatky měla přijít osoba, která pravidelné kontroly ČOV provádí v souladu s provozním řádem výrobce. V případě, že dojde k selhání i této kontroly, problém se odhalí až po odběru vzorku odpadní vody. Zde vidím potenciální riziko nedostatečně přečištěné odpadní vody, která je následně přes horninové prostředí zasakována do vod podzemních.

ČOV EKO SBR BIO I je opatřena značkou CE a je možné ji v rámci legislativy povolit tzv. ohláškou s povinností doložení revize 1 x za 2 roky. V tomto případě se však vodoprávní úřad rozhodl provést klasické vodoprávní řízení a nařídil dokládání pravidelných rozborů přečištěné vody (2 x ročně). Myslím si, že v tomto případě je rozhodnutí zcela opodstatněné. Vzhledem k tomu, že se v této lokalitě nenachází vodovod a obyvatelé jsou odkázáni na jímání podzemní vody prostřednictvím studní individuálně, je pravidelná kontrola kvality ve zvýšené četnosti zcela na místě.

Kanalizační síť v maximální míře využívá morfologie terénu, tudíž byla navržena jako gravitační. Výhodou jsou minimální nároky na obsluhu, jednoznačně nízké provozní náklady a její jednoduchost. Nevýhodou jsou pak vysoké náklady na stavební práce, které byly ovlivněny především hloubkou uložení stoky S1.1.

Při odvádění dešťových vod z místní komunikace jsem narazil na nedostatek, který nespočívá v chybně provedené dešťové kanalizaci, nýbrž v nedokončeném stavu místní komunikace. Povrch komunikace je v současné době tvořen drobným asfaltovým recyklátem, který je při silných deštích vyplavován do uličních vpustí. Než dojde k dokončení finální vrstvy komunikace, je nutné uliční vpusti čistit ve zvýšené četnosti, aby nedocházelo k zanášení celé dešťové kanalizace.

Odvádění dešťových vod z rodinných domů do akumuláčnických jímek není výhodné jen proto, že poslouží nám samotným obyvatelům k závlivce zahrad v horkých a suchých měsících, či k dopouštění bazénů. Myslím si, že je tím také napodoben přirozený koloběh vody v přírodě, který vyrovnává vzniklou úroveň urbanizace. Na jednom místě tak dochází k přirozené obnově podzemní vody, kterou je možno přes studny zpětně jímat jako vodu pitnou. Takové to zadržování a následné využívání dešťové či přečištěné odpadní vody vnímám jako dobrý nástroj k udržení retenčních vlastností krajiny.

## 12. Závěr

V bakalářské práci jsem se zabýval problematikou odkanalizování nově vznikající zástavby pro 7 rodinných domů v obci Soleček a návrhem nejvhodnějšího řešení odkanalizování pro podobně nově vznikající lokality.

V první části práce jsem provedl podrobnou literární rešerši, kde jsem se věnoval vysvětlení pojmů a praktik v oboru stokování a také čištění odpadních vod. V závěru rešerše jsem pak detailně popsal současný legislativní rámec týkající se schvalování, realizace a provozování DČOV v obytných lokalitách.

Ve druhé části práce jsem v úvodu popsal původní stav a představil 2 možné varianty technického řešení odkanalizování zájmového území v obci Soleček před novou obytnou výstavbou.

Varianta 1 obsahuje řešení odkanalizování lokality využitím bezodtokových jímek. Varianta 2 představuje individuální čištění odpadních vod pomocí domovní čistírny odpadních vod EKO SBR BIO I a následné odvedení předčištěné vody nově vzniklou gravitační kanalizační sítí, která ústí do vsakovací studny s následným vsakem přes horninové prostředí do podzemních vod. Součástí této varianty je řešení odvádění dešťových vod z nové místní komunikace pomocí dešťové kanalizace s následným vsakem do podloží. Odvádění dešťových vod z rodinných domů je řešeno svodem a akumulací k dalšímu využití.

Na výběru vhodné varianty jsem se osobně podílel i jako obyvatel obce Soleček. Vypracoval jsem výpočet množství odpadní vody, který jsem dále využil při ekonomickém srovnání pořizovacích a provozních nákladů obou variant. Z hlediska možných dopadů na životní prostředí a ekonomické výhodnosti byla realizována varianta 2.

Dle zadání práce jsem provedl vyhodnocení funkčnosti vodního díla po roce provozu, a to prohlédnutím stavu stokové sítě a analýzou skutečné účinnosti čištění prostřednictvím provedeného odběru ze vzorku vyčištěné vody z DČOV. Dle zjištěných parametrů lze konstatovat, že vodní dílo funguje v souladu s původním záměrem.

V závěru práce jsem pak využil získaných znalostí z vypracování této bakalářské práce a zkušeností při realizaci odkanalizování nové zástavby v obci Soleček. Vypracoval jsem návrh na nejvhodnější řešení odkanalizování podobně nově vznikajících lokalit, kde vysvětluji možné varianty odkanalizování dle místních podmínek, které je vždy nutné důkladně zvážit.

Tato bakalářská práce by měla pomoci obyvatelům nových zástaveb získat větší přehled o současném legislativním procesu, problematice odkanalizování v malých obcích, ale hlavně také přiblížit možné dopady na kvalitu životního prostředí.

### **13. Použitá literatura**

#### **Odborné publikace:**

- Beránek J., 2005: Inženýrské sítě. Vysoké učení technické v Brně, Brno, 181 s.
- Dohányos M., Koller J., Strnadová N., 2004: Čištění odpadních vod. Vydavatelství VŠCHT Praha, Praha, 177 s.
- Fletcher T. D., Deletic A., 2008: Data requirements for integrated urban water management. Leiden: Taylor & Francis, 337 s.
- Guo J. C. Y., 2006: Urban hydrology and hydraulic design. Highlands Ranch: Water Resources Publications, 507 s.
- Hasenöhrl J., 1990: Zdravotně vodohospodářské stavby: učebnice pro 4. ročník SPŠ stavebních. SNTL, Praha, 248 s.
- Herle J., Bareš P., 1990: Čištění odpadních vod z malých vodních zdrojů znečištění. Nakladatelství technické literatury, Praha
- Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000 s.r.o., Brno, 251 s.
- Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2003: Stokování a čištění odpadních vod. VUT, Brno, 283 s.
- Cheremisinoff N.P., 2002: Handbook of water and wastewater treatment technologies. Butterworth-Heinemann, Boston, 636 s.
- Chudoba J., Dohányos M., Wanner J., 1991: Biologické čištění odpadních vod. SNTL, Praha, 465 s.
- Klepsatel F., Raclavský J., 2007: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga, Bratislava, 144 s.
- Komínková D., Benešová L., Šťastná L., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. ČZU v Praze, Praha, 238 s.
- Lin S., 2007: Water and wastewater calculations manual. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 945 s.

Lubbers Ch. L., 2007: On gas pockets in wastewater pressure mains and their effect on hydraulic performance. Amsterdam: IOS Press, 290 s. Delft Hydraulics select series; 11/2007.

Novák J. a kol., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim pro SOVAK ČR, Líbeznice u Prahy, 156 s.

Nypl V., 1980: Zdravotní inženýrství II. ČVUT, Praha, 113 s.

Nypl V., Synáčková M., 1998: Zdravotně vodohospodářské stavby 30: Stokování. ČVUT, Praha, 149 s.

Pytl V., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Medim pro SOVAK ČR, Líbeznice u Prahy, 209 s.

Schneider W., 1989: Waste Water Technology: Origin, collection, treatment and analysis of waste water. 1.ed., Springer-Verlag, Berlin

Sobota J., 2006: Studijní texty předmětu Úprava pitných a čištění odpadních vod. ČZU v Praze, Praha, 20 s.

Sobota J., 2013: Studijní texty předmětu Vodní hospodářství. ČZU v Praze, Praha, 56 s.

Sojka J., 2004: Malé čistírny odpadních vod. ERA, Brno, 98 s.

Sojka J., 2013: Čistírny odpadních vod pro rodinné domy. Grada Publishing, a.s., Praha, 96 s.

Synáčková M., 2014: Vodárenství a stokování. ČZU v Praze, Praha, 99 s.

Šálek J., Kriška M., Pírek O., Plotěný K., Rozkošný M., Žáková Z., 2012: Voda v domě a na chatě: Využití srážkových a odpadních vod. Grada Publishing, a.s., Praha, 144 s.

Šejnoha J., 2003: Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí. ČSVTS - Hydroprojekt Praha, 86 s.

Šrytr P., 2001: Městské inženýrství 2. Academia, Praha, 400 s.

Šrytr P., Synáčková M., 1992: Inženýrské sítě. ČVUT, Praha, 256 s.

Švehla P., Tlustoš O., Balík J., 2007: Odpadní vody. ČZU v Praze, Praha

Thévenot D., 2008: Daywater: an adaptive decision support system for urban stormwater management. 1st pub. London: IWA, 298 s.

Thoř Z., 1981: Vodohopodářské stavby pro 4. ročník středních a průmyslových škol stavebních. SNTL, Praha, 112 s.

WEF, 2008: Alternative Sewer Systems, 2nd ed. WEF Press, Alexandria

### **Legislativní zdroje:**

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 360/1992 Sb., České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, v platném znění.

Vyhláška č. 120/2011 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, v platném znění.

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, v platném znění.

Vyhláška č. 432/2001 Sb., o dokladech žádosti o rozhodnutí nebo vyjádření a o náležitostech povolení, souhlasů a vyjádření vodoprávního úřadu, v platném znění.

Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření, v platném znění.

ČSN 75 0161: Vodní hospodářství - Terminologie v inženýrství odpadních vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2008. 80 s.

ČSN 75 6081: Žumpy. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2007. 16 s.

ČSN 75 6101: Stokové sítě a kanalizační přípojky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012. 44 s.

ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2017. 32 s.

ČSN EN 12566-1 ed.2: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel - Část 1: Prefabrikované septiky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2017. 44 s.

ČSN EN 12566-4 ed.2: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel - Část 4: Septiky montované ze sestavy prefabrikátů na místě. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2017. 24 s.

Nařízení vlády č. 85/1981 Sb., o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kvartér řeky Moravy, v platném znění.

Nařízení vlády 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, v platném znění.

#### **Internetové zdroje:**

Ekona 2017: Jak čistit odpadní vody (online) [cit. 2017.11.01], dostupné z <<http://www.ekona.cz/laik-jak-na-odpadni-vody/item/142-jak-cistit-odpadni-vody>>.

Koumar L., 2011: Zneškodňování odpadních vod (online) [cit. 2017.11.01], dostupné z <<http://moderniobec.cz/zneskodnovani-odpadnich-vod-rok-2015-neni-hrozbou-malym/>>.

Stuchlíková L., 2016: Čističku do každé chalupy (online) [cit. 2017.11.01], dostupné z <<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/cisticku-do-kazde-chalupy-stat-zadotuje-male-vesnice-ktere-nemaji-na-kanalizaci-2937>>.

Pollert J., 2012: Biologická část ČOV (online) [cit. 2017.11.19], dostupné z <[http://www.kzei.fsv.cvut.cz/pdf/COV\\_pr\\_5.pdf](http://www.kzei.fsv.cvut.cz/pdf/COV_pr_5.pdf)>.

Bazénplast 2017: ČOV EKO SBR BIO s automatickým řízením (online) [cit. 2017.11.20], dostupné z <<https://www.bazenplast.cz/index.php?pid=cov-auto>>.

Vojtěchovský R., Vilím D., 2017: Membránové ČOV (online) [cit. 2017.11.22], dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/50487/57288/612437/priloha001.pdf>.

Guryča R., 2016: Kam s domovními splašky (online) [cit. 2018.02.02], dostupné z <http://www.chatar-chalupar.cz/kam-s%C2%A0domovnimi-splasky/>.

Kněžmost 2018: Územní plán Kněžmost (online) [cit. 2018.03.02], dostupné z <http://www.knezmost.cz/search.php?rsvelikost=sab&rstext=all-phpRS-all&rstema=116&stromhlmenu=111:112>.

#### **Ostatní zdroje:**

Pivrnec M., 2012: Hydrogeologické posouzení likvidace odpadních vod Soleček. 12 s. „nepublikováno“. Dep.: Lacina Š., Soleček.

Kozák E., 2013: Projektová dokumentace Soleček – splašková kanalizace. 4 s. „nepublikováno“. Dep.: Lacina Š., Soleček.

Kozák E., 2013: Projektová dokumentace Soleček – dešťová kanalizace. 4 s. „nepublikováno“. Dep.: Lacina Š., Soleček.

#### **14. Přílohy**

Příloha č. 1 – projektová dokumentace - situace splašková kanalizace

Příloha č. 2 – projektová dokumentace - řez vsakovacím prostorem č. 1

Příloha č. 3 – projektová dokumentace - situace dešťová kanalizace

Příloha č. 4 – projektová dokumentace - řez vsakovacím prostorem č. 2