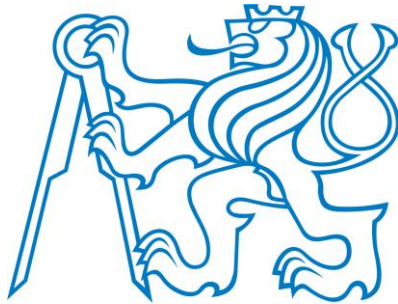


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD V HORSKÉM
PENZIONU KRALIČÁK – HYNČICE POD
SUŠINOU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Barbora Žďárská

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

2019



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Žďárská</u>	Jméno: <u>Barbora</u>	Osobní číslo: <u>424564</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Likvidace odpadních vod v horském penzion Kraličák – Hynčice pod Sušinou</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Waste water disposal in mountain hotel Kraličák - Hynčice pod Sušinou</u>	
Pokyny pro vypracování: Studie biologického čištění odpadních vod v zadaném objektu – návrh možných variant, jejich porovnání - multikriteriální analýza, vyhodnocení a výběr vhodné varianty.	
Zpracování projektové dokumentace vnitřního vodovodu a kanalizace zvolené varianty -půdorysy, řezy, situace, výpočty, technická zpráva	
Seznam doporučené literatury: prof. Ing. K.Kabele , CSc. a kol. : Energetické a ekologické systémy 1 - skripta ČVUT Valášek, J. a kol. - Zdravotnětechnická zařízení budov, Jaga 2006, ISBN 80-88905-60-5. Daniel Klaus, Technika budov - Příručka pro projektanty, Jaga ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody. CNI 2013 ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace. CNI 2014	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing.Zuzana Veverková, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>9.10.2018</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>7.1.2018</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>10.10.2018</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

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

V Praze, 06.01.2019

Barbora Žďárská

PODĚKOVÁNÍ

Na čestném místě této práce bych ráda poděkovala všem, kteří mi byli nejen oporou při tvorbě této práce, ale také zdrojem informací s bezmeznou ochotou mi pomoci. Jmenovitě bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D., která mě podporovala, vždy pro mě měla radu, jak práci posunout dále a také našla slova útěchy, když jsem nevěděla, jak pokračovat. Dále bych ráda poděkovala své rodině, která při mně stála po celou dobu mého studia. Nikdy neváhali obětovat svůj čas, aby mne vyslechli, vždy se mi snažili pomoci, jak nejlépe uměli. Podporovali mne nejen finančně, protože bez nich bych teď nepsala toto pojednání, ale především pevným rodinným zázemím a jistotou, že na to nejsem sama. Dalším člověkem, který to se mnou při tvorbě této práce neměl jednoduché je David Prudek, který za mnou stál, ať jsem se smála, nebo smáčela kapesníčky. Vždy si vyslechl mé dotazy a odpověděl mi na ně. Poskytl mi tak neocenitelné postřehy laika, které jsou důležitým podkladem pro výslednou prezentaci projektu. Dalšími, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout jsou lidé z firmy ŠETELÍK&OLIVA, kteří mne zásobovali odbornými radami, měli se mnou trpělivost a poskytli mi zázemí a příjemnou atmosféru pro tvorbu. Posledním, které bych zde ráda zmínila je firma ASIO, kteří na svých webových stránkách poskytují nevyčerpitelné množství informací týkajících se odpadních vod a jejich zpracováním a následným využitím. Jejich semináře poskytnout mnoho úhlů pohledu na danou problematiku. Za firmu pak jmenovitě děkuji Ing. Karlu Plotěnému, který vedl podzimní seminář.

OBSAH

1.	ANOTACE	7
1.1.	KLÍČOVÁ SLOVA	7
2.	ABSTRACT.....	8
2.1.	KEY WORDS.....	8
3.	ÚVOD.....	9
4.	OBJEKT HORSKÉHO HOTELU	10
4.1.	ZÁKLADNÍ PRINCIP PROVOZU	10
4.2.	HORSKÝ PENZION KRALIČÁK.....	11
4.2.1.	ROZBOR OBSAZENOSTI ZAŘÍZENÍ	12
4.3.	POTŘEBA VODY V HOTELU	15
4.3.1.	BILANCE POTŘEBY VODY	16
4.4.	ANALÝZA OKOLÍ HOTELU	17
5.	MOŽNOSTI ŘEŠENÍ ODPADNÍCH VOD.....	18
5.1.	VARIANTY LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD	18
5.1.1.	KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA	18
5.1.2.	BEZODTOKOVÁ JÍMKA (ŽUMPA) / SEPTIK.....	20
5.1.3.	DOMÁCÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD.....	22
5.1.4.	KOŘENOVÁ ČISTIČKA.....	24
5.2.	VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	26
6.	KOŘENOVÁ ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD	27
6.1.	ODPADNÍ VODA	27
6.1.1.	PARAMETRY ZNEČIŠTĚNÍ.....	28
6.2.	BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ VODY	29
6.3.	ROZKLAD BÍLKOVIN, TUKŮ, SACHARIDŮ	29
6.3.1.	ROZKLAD BÍLKOVIN	30
6.3.2.	ROZKLAD TUKŮ	30
6.3.3.	ROZKLAD SACHARIDŮ	30
6.4.	ZÁKLADNÍ PRINCIP FUNGOVÁNÍ	31
6.4.1.	FUNKČNÍ SCHÉMA KČOV	31
6.4.2.	PRINCIP KČOV	32
6.4.3.	DRUHY FILTRŮ VYUŽÍVANÝCH U KČOV	32
6.4.4.	ROSTLINY PRO KOŘENOVOU ČISTIČKU	33
6.5.	POPIS SOUSTAVY KČOV PRO ZVOLENÝ HOTEL	34
6.5.1.	NÁKLADY NA ÚDRŽBU A PROVOZ KČOV	36
6.6.	ÚČINNOST KČOV	36
6.7.	REÁLNÁ HROZBA KČOV	37
6.7.1.	KOLMATACE	37
6.7.2.	ČISTÍCÍ PROSTŘEDKY	38
7.	DOMÁCÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD.....	40
7.1.	ZÁKLADNÍ PRINCIP FUNGOVÁNÍ.....	40
7.1.1.	FUNKČNÍ TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA	40
7.1.2.	PRINCIP ČOV.....	42
7.1.3.	NAKLÁDÁNÍ S VYČIŠTĚNOU VODOU	42
7.2.	POPIS VYBRANÉ ČOV PRO ZADANÝ HOTEL	43
7.2.1.	NÁKLADY NA ÚDRŽBU A PROVOZ ČOV	43
7.3.	ÚČINNOST ČOV	44
7.4.	REÁLNÉ PROBLÉMY ČOV	45

8.	ZÁVĚREČNÉ SHRNU TÍ POZNATKŮ	46
8.1.	VÝBĚR OBJEKTU	46
8.2.	VÝBĚR VARIANTY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	46
8.3.	SOUHRNNÝ ZÁVĚR A POZNATKY AUTORKY	47
9.	SEZNAM LITEARATURY A PODKLADŮ	48
10.	SEZNAM PŘÍLOŽENÉ DOKUMENTACE	50

1. ANOTACE

Tato práce se zabývá problematikou odpadních vod z horského penzionu a jejich biologickým způsobem čištění. Podrobně rozebírá dva vybrané postupy likvidace odpadních vod, a to skrze domácí čistírnu odpadních vod a kořenovou čističku. Výsledkem práce by mělo být porovnání uvedených variant s ohledem na jejich pořizovací ceny, hlavní výhody a nevýhody, provozní náklady a výstupní parametry vyčištěné odpadní vody.

1.2. KLÍČOVÁ SLOVA

horský hotel/penzion, odpadní voda, čištění odpadních vod, kořenová čistička, domácí čistírna odpadních vod

2. ABSTRACT

This diploma thesis deals with the issue of wastewater from the mountain guest house and its biological way of cleaning. It analyses in detail two selected methods of wastewater disposal, namely through the domestic wastewater treatment plant and through the constructed wetlands. The result of the work should be the comparison of the variants with regard to their purchase prices, the main advantages and disadvantages, the operating cost and output parameters of the purified water.

2.2. KEY WORDS

Mountain hotel/guest house, wastewater, wastewater treatment, constructed wetlands, domestic wastewater treatment plant

3. ÚVOD

Žijeme v době, která je velice hektická, na vše jsou kladeny vyšší a vyšší nároky, vše se zdokonaluje. Již snad není nikoho, kdo by to nepocítil. Nezměnil se jen životní styl, ale i klimatické podmínky. Hranice subtropického pásu se posunula severněji, než bývala. Sebou přinesla i vyšší teploty, které pocítujeme po celé České republice. S tím souvisejí i kratší období jara a podzimu, a naopak delší období zimy a především léta. Změny vnímáme nejen díky zvýšeným teplotám, výraznějším extrémům, ale především kvůli zásobě vody, která se rok od roku zmenšuje. Zimní srážky nejsou dostatečně vydatné, aby se naplnily hladiny podzemních vod. Z historického hlediska není období extrémního sucha žádnou výjimkou. V historii naší země můžeme pozorovat opakování 400letých period, kdy se extrémní sucha střídala s tzv. „normálním počasím“. V letech 1520 až 1540 tady byly takové klimatické podmínky, že se na Kolínsku a Poděbradsku pěstovaly melouny. Byly sice menší, ale jinak srovnatelné s těmi, které známe dnes z dovozu.¹

Se zmíněnými suchy neodmyslitelně souvisí tematika zadržování vody v krajině, k čemuž by rozhodně přispělo zasakování dešťových srážek. Další možností se nabízí technologie čištění odpadní vody, která svou účinností umožní přečištěnou odpadní vodu vsáknout zpět do krajiny. A touto myšlenkou se budeme v této práci zabývat. Cílem práce bude rozebrat technologie čištění vody pomocí ČOV² a KČOV³, stanovit srovnávací parametry a zakomponovat vybranou variantu do konkrétního projektu horského hotelu. Budova horského hotelu nebyla zvolena náhodou. Cílem je navrhnout řešení pro ostrovní systém, jímž takový hotel může být, protože ho nelze připojit na inženýrské sítě.

Hlavní pointou tohoto pojednání bude likvidace odpadních vod, zdali je dokážeme vyčistit tak, abychom mohli vodu nechat vsáknout a jsme-li schopní toho dosáhnout biologickými postupy za využití minimálního množství energie.

¹ Informace získány z pořadu „Polopateč“, odvysílaného dne 2.9.2018 na ČT1 – reportáž „Extrémní sucho“.

² ČOV – čistírna odpadních vod

³ KČOV – kořenová čistírna odpadních vod (biologický filtr)

4. OBJEKT HORSKÉHO HOTELU

4.1. ZÁKLADNÍ PRINCIP PROVOZU

Nejdříve je nutné si ujasnit samotný pojem „hotel“ a „penzion“ se kterými se běžně setkáváme, když vyrážíme na dovolenou ať již za sporty nebo odpočinkem.

Vyhláška č.268/2009 Sb. definuje:

- **hotel**, jako ubytovací zařízení s nejméně 10 pokoji pro hosty, vybavené pro poskytování přechodného ubytování a služeb s tím spojených.
- **penzion** se ve vyhlášce rozumí ubytovací zařízení s nejméně 5 pokoji pro hosty, s omezeným rozsahem společenských a doplňkových služeb, avšak s ubytovacími službami srovnatelnými s hotelem; pro účely klasifikace je penzion specifikován jako ubytovací zařízení s nejméně 5 a maximálně 20 pokoji pro hosty.

U horského hotelu je základním faktorem jeho poloha. Nachází-li se v obci, je napojen do veřejné kanalizační sítě a nemusí se dále zabývat likvidací splaškových odpadních vod, není-li to v jeho soukromém zájmu. Nakládání s dešťovými vodami se řídí platnou legislativou pro daný kraj – buďto je svedena do dešťové kanalizace nebo pozdržena na pozemku ať již za účelem vsaku nebo zpětného využití pro zálivku nebo jako užitková voda v objektu.

Nachází-li se ovšem „mimo civilizaci“ jsou odpadní vody problémem. Jsme nuceni se nad řešením likvidace splaškových vod zamyslet. Nabízí se řešení umožnění zasáknutí odpadních vod. Pro tuto variantu musí být vody dostatečně pročištěny, aby negativně neovlivnili okolí a podzemní vody. Jako vhodné východisko se nabízí sestava komorového septiku a dočišťovacího jezírka s následným zasáknutím např. do mokřadu. Obměnou může být septik a kořenová čistička, kterou se v této práci budeme zabývat. Stále ovšem zůstává starost s kalem ze septiku. Ten lze, v případě užití ekologických čisticích prostředků, které jsou ekologicky odbouratelné použít pro hnojení okolní krajiny – v případě menších provozů. V případě, že ho nelze zpracovat v okolí, je nutné do vyvážet například do nejbližší veřejné ČOV, kde tento kal zpracují v rámci kalového hospodářství. Např. na Téryho chatě ve Vysokých Tatrách na Slovensku, kde je umístěn septik, dochází k odnosu kalu za využití lidské síly. Když dojde v naplnění septiku kalem, je kal vyčerpán a snesen šerpou na zádech dolů do údolí⁴.

Za účelem rozboru principu provozu horských objektů bylo osloveno 32 objektů (hotelů, penzionů a chat) sídlících napříč českými pohorími. Všichni byli dotázáni krom názvu a lokality na základní fakta o hospodaření s vodou.

Otázky byly položeny na:

- zdroj pitné vody
- způsob zpracování splaškové odpadní vody
- je-li instalován systém pro zpětné využití odpadních vod

⁴ pozn. autora: Informace o Téryho chatě získány při osobní návštěvě v létě 2018. Zdroj vody pro chatu jsou horské bystřiny (stejně tak pro nedalekou Zamkovského chatu). Odpadní vody jsou řešeny septikem. Zásobování chaty probíhá čistě lidskou silou pomocí nosičů-šerpů. Je možné i zásobování vrtulníkem, ale pouze v období, které schválí ochránáři přírody, aby nedocházelo k rušení zvěře – většinou 2x do roka.

- jak často probíhá servis zařízení pro čištění odpadních vod
- zdali hotel akumuluje dešťovou vodu a využívá ji
- pokud akumuluje, tak jakým způsobem ji využívá
- zdali by měl hotel zájem o zefektivnění hospodaření s vodou

Celkově se vrátily odpovědi z 5 objektů s faktem, že v žádném nebylo instalováno zařízení pro zpětné využití odpadních vod a na jedné chatě je instalováno zařízení pro akumulaci a následné využití dešťových vod (využita pro splachování WC). Většina objektů se však kladně vyjádřila v zájmu o zlepšení hospodaření s vodou.



Obr.1 – Mapa ČR – oslovené hotely reagující na oslovení v anketě a jejich hospodaření s vodou

4.2. HORSKÝ PENZION KRALIČÁK



Obr.2 – Penzion Kraličák

V této práci budou výsledky zkoumání aplikovány na horském penzionu Kraličák, který se nachází v Hynčicích pod Sušinou v oblasti Jeseníků nedaleko Kralického Sněžníku. Architektonický výraz⁵ vychází ze souvislosti objektu, který je postaven mimo zástavbu již ve volné krajině nad obcí. Cílem návrhu bylo vytvořit soudobou architektonickou formu v horském prostředí volné louky, jednoduchý celistvý tvar, kdy stěna přechází beze změny materiálu na

⁵ **Autoři:** Ječmen studio | Lukáš Blažek, Eva Blažková, Vítězslav Petr

střechu (tmavě šedá hydroizolace). Jedná se o dřevostavbu se 3. podlažími s celkovou kapacitou 24 lůžek bez podzemního podlaží. V 1.NP se nachází zázemí kuchyně, jídelna/restaurace, sociální vybavení pro návštěvníky a lyžárna, kam lze v zimním období uložit lyžařské vybavení. V 2.NP se nachází 2-3 lůžkové pokoje. Každý pokoj má své sociální vybavení. V 3.NP se nachází jeden dvoulůžkový pokoj s vlastní koupelnou a další dva 5-ti lůžkové pokoje se společným sociálním zázemím pro muže a ženy, které jsou umístěny na společné chodbě.

Objekt byl pro práci vybrán záměrně na základě přírodní myšlenky tvaru a měl by tuto myšlenku podpořit. Stavba by tak přírodu nejen „kopírovala“, ale i se k ní chovala ekologicky. Dalším důvodem byla přítomnost kruhové nádrže, která by mohla sloužit jako akumulární nádoba vyčištěné vody, ale spíše by mohla její plocha posloužit jako základ pro potřebnou plochu pro kořenový biofiltr a potřebnou technologii.

4.2.1. ROZBOR OBSAZENOSTI ZAŘÍZENÍ⁶

Pro správnou a spolehlivou funkci systému čištění odpadních vod je nutno provést rozbor obsazenosti zařízení, ze kterého nám vyplyne množství vod odpadních. V následujícím sestaveném kalendáři byl proveden rozbor obsazenosti hotelu s ohledem na roční období a státní svátky. Uvažovány byly kategorie:

- dny státních svátků
- období jarních prázdnin
- období podzimních prázdnin
- zbytek roku s ohledem na roční období a letní prázdniny

SIMULAČNÍ ROK PROVOZU – ROK 2018																	
LEDEN			ÚNOR			BŘEZEN			DUBEN			KVĚTEN			ČERVEN		
Po	1.1.18	24	Čt	1.2.18	2	Čt	1.3.18	18	Ne	1.4.18	2	Út	1.5.18	4	Pa	1.6.18	5
Út	2.1.18	5	Pa	2.2.18	8	Pa	2.3.18	18	Po	2.4.18	1	St	2.5.18	1	So	2.6.18	5
St	3.1.18	2	So	3.2.18	16	So	3.3.18	18	Út	3.4.18	1	Čt	3.5.18	1	Ne	3.6.18	5
Čt	4.1.18	2	Ne	4.2.18	16	Ne	4.3.18	18	St	4.4.18	1	Pa	4.5.18	4	Po	4.6.18	2
Pa	5.1.18	8	Po	5.2.18	20	Po	5.3.18	18	Čt	5.4.18	1	So	5.5.18	4	Út	5.6.18	2
So	6.1.18	8	Út	6.2.18	20	Út	6.3.18	18	Pa	6.4.18	1	Ne	6.5.18	4	St	6.6.18	2
Ne	7.1.18	8	St	7.2.18	20	St	7.3.18	18	So	7.4.18	2	Po	7.5.18	4	Čt	7.6.18	2
Po	8.1.18	2	Čt	8.2.18	20	Čt	8.3.18	18	Ne	8.4.18	2	Út	8.5.18	4	Pa	8.6.18	5
Út	9.1.18	2	Pa	9.2.18	20	Pa	9.3.18	18	Po	9.4.18	1	St	9.5.18	2	So	9.6.18	5
St	10.1.18	2	So	10.2.18	20	So	10.3.18	18	Út	10.4.18	1	Čt	10.5.18	2	Ne	10.6.18	5
Čt	11.1.18	2	Ne	11.2.18	20	Ne	11.3.18	18	St	11.4.18	1	Pa	11.5.18	3	Po	11.6.18	2
Pa	12.1.18	8	Po	12.2.18	20	Po	12.3.18	18	Čt	12.4.18	1	So	12.5.18	3	Út	12.6.18	2
So	13.1.18	8	Út	13.2.18	20	Út	13.3.18	18	Pa	13.4.18	1	Ne	13.5.18	3	St	13.6.18	2
Ne	14.1.18	8	St	14.2.18	20	St	14.3.18	18	So	14.4.18	2	Po	14.5.18	2	Čt	14.6.18	2
Po	15.1.18	2	Čt	15.2.18	20	Čt	15.3.18	18	Ne	15.4.18	2	Út	15.5.18	2	Pa	15.6.18	5
Út	16.1.18	2	Pa	16.2.18	20	Pa	16.3.18	18	Po	16.4.18	1	St	16.5.18	2	So	16.6.18	5
St	17.1.18	2	So	17.2.18	20	So	17.3.18	18	Út	17.4.18	1	Čt	17.5.18	2	Ne	17.6.18	5
Čt	18.1.18	2	Ne	18.2.18	20	Ne	18.3.18	18	St	18.4.18	1	Pa	18.5.18	3	Po	18.6.18	2
Pa	19.1.18	8	Po	19.2.18	20	Po	19.3.18	1	Čt	19.4.18	1	So	19.5.18	3	Út	19.6.18	2
So	20.1.18	8	Út	20.2.18	20	Út	20.3.18	1	Pa	20.4.18	1	Ne	20.5.18	3	St	20.6.18	2
Ne	21.1.18	8	St	21.2.18	20	St	21.3.18	1	So	21.4.18	2	Po	21.5.18	2	Čt	21.6.18	2

⁶ Marketingové oddělení penzionu Kraličák odmítlo poskytnout informace o obsazenosti. Hodnoty jsou tedy pouze odhadové, vycházející ze zkušeností a konzultací horské chaty Prašivá.

Po	22.1.18	2	Čt	22.2.18	20	Čt	22.3.18	1	Ne	22.4.18	2	Út	22.5.18	2	Pa	22.6.18	5
Út	23.1.18	2	Pa	23.2.18	20	Pa	23.3.18	1	Po	23.4.18	1	St	23.5.18	2	So	23.6.18	5
St	24.1.18	2	So	24.2.18	20	So	24.3.18	2	Út	24.4.18	1	Čt	24.5.18	2	Ne	24.6.18	5
Čt	25.1.18	2	Ne	25.2.18	20	Ne	25.3.18	2	St	25.4.18	1	Pa	25.5.18	3	Po	25.6.18	2
Pa	26.1.18	8	Po	26.2.18	18	Po	26.3.18	1	Čt	26.4.18	1	So	26.5.18	3	Út	26.6.18	2
So	27.1.18	8	Út	27.2.18	18	Út	27.3.18	1	Pa	27.4.18	4	Ne	27.5.18	3	St	27.6.18	2
Ne	28.1.18	8	St	28.2.18	18	St	28.3.18	1	So	28.4.18	4	Po	28.5.18	2	Čt	28.6.18	2
Po	29.1.18	2				Čt	29.3.18	1	Ne	29.4.18	4	Út	29.5.18	2	Pa	29.6.18	5
Út	30.1.18	2				Pa	30.3.18	1	Po	30.4.18	4	St	30.5.18	2	So	30.6.18	10
St	31.1.18	2				So	31.3.18	2				Čt	31.5.18	2			

ČERVENEC			SRPEN			ZÁŘÍ			ŘÍJEN			LISTOPAD			PROSINEC		
Ne	1.7.18	10	St	1.8.18	15	So	1.9.18	15	Po	1.10.18	1	Čt	1.11.18	1	So	1.12.18	2
Po	2.7.18	5	Čt	2.8.18	15	Ne	2.9.18	15	Út	2.10.18	1	Pa	2.11.18	1	Ne	2.12.18	2
Út	3.7.18	5	Pa	3.8.18	15	Po	3.9.18	5	St	3.10.18	1	So	3.11.18	2	Po	3.12.18	1
St	4.7.18	5	So	4.8.18	15	Út	4.9.18	5	Čt	4.10.18	1	Ne	4.11.18	2	Út	4.12.18	1
Čt	5.7.18	20	Ne	5.8.18	15	St	5.9.18	5	Pa	5.10.18	1	Po	5.11.18	1	St	5.12.18	1
Pa	6.7.18	20	Po	6.8.18	15	Čt	6.9.18	5	So	6.10.18	2	Út	6.11.18	1	Čt	6.12.18	1
So	7.7.18	20	Út	7.8.18	15	Pa	7.9.18	5	Ne	7.10.18	2	St	7.11.18	1	Pa	7.12.18	1
Ne	8.7.18	20	St	8.8.18	15	So	8.9.18	7	Po	8.10.18	1	Čt	8.11.18	1	So	8.12.18	2
Po	9.7.18	15	Čt	9.8.18	15	Ne	9.9.18	7	Út	9.10.18	1	Pa	9.11.18	1	Ne	9.12.18	2
Út	10.7.18	15	Pa	10.8.18	15	Po	10.9.18	5	St	10.10.18	1	So	10.11.18	2	Po	10.12.18	1
St	11.7.18	15	So	11.8.18	15	Út	11.9.18	5	Čt	11.10.18	1	Ne	11.11.18	2	Út	11.12.18	1
Čt	12.7.18	15	Ne	12.8.18	15	St	12.9.18	5	Pa	12.10.18	1	Po	12.11.18	1	St	12.12.18	1
Pa	13.7.18	15	Po	13.8.18	15	Čt	13.9.18	5	So	13.10.18	2	Út	13.11.18	1	Čt	13.12.18	1
So	14.7.18	15	Út	14.8.18	15	Pa	14.9.18	5	Ne	14.10.18	2	St	14.11.18	1	Pa	14.12.18	1
Ne	15.7.18	15	St	15.8.18	15	So	15.9.18	7	Po	15.10.18	1	Čt	15.11.18	1	So	15.12.18	2
Po	16.7.18	15	Čt	16.8.18	15	Ne	16.9.18	7	Út	16.10.18	1	Pa	16.11.18	1	Ne	16.12.18	2
Út	17.7.18	15	Pa	17.8.18	15	Po	17.9.18	2	St	17.10.18	1	So	17.11.18	2	Po	17.12.18	1
St	18.7.18	15	So	18.8.18	15	Út	18.9.18	2	Čt	18.10.18	1	Ne	18.11.18	2	Út	18.12.18	1
Čt	19.7.18	15	Ne	19.8.18	15	St	19.9.18	2	Pa	19.10.18	1	Po	19.11.18	1	St	19.12.18	1
Pa	20.7.18	15	Po	20.8.18	15	Čt	20.9.18	2	So	20.10.18	2	Út	20.11.18	1	Čt	20.12.18	1
So	21.7.18	15	Út	21.8.18	15	Pa	21.9.18	2	Ne	21.10.18	2	St	21.11.18	1	Pa	21.12.18	1
Ne	22.7.18	15	St	22.8.18	15	So	22.9.18	2	Po	22.10.18	1	Čt	22.11.18	1	So	22.12.18	5
Po	23.7.18	15	Čt	23.8.18	15	Ne	23.9.18	2	Út	23.10.18	1	Pa	23.11.18	1	Ne	23.12.18	5
Út	24.7.18	15	Pa	24.8.18	15	Po	24.9.18	2	St	24.10.18	1	So	24.11.18	2	Po	24.12.18	5
St	25.7.18	15	So	25.8.18	15	Út	25.9.18	2	Čt	25.10.18	16	Ne	25.11.18	2	Út	25.12.18	10
Čt	26.7.18	15	Ne	26.8.18	15	St	26.9.18	2	Pa	26.10.18	16	Po	26.11.18	1	St	26.12.18	10
Pa	27.7.18	15	Po	27.8.18	15	Čt	27.9.18	2	So	27.10.18	16	Út	27.11.18	1	Čt	27.12.18	15
So	28.7.18	15	Út	28.8.18	15	Pa	28.9.18	2	Ne	28.10.18	16	St	28.11.18	1	Pa	28.12.18	15
Ne	29.7.18	15	St	29.8.18	15	So	29.9.18	2	Po	29.10.18	1	Čt	29.11.18	1	So	29.12.18	24
Po	30.7.18	15	Čt	30.8.18	15	Ne	30.9.18	2	Út	30.10.18	1	Pa	30.11.18	1	Ne	30.12.18	24
Út	31.7.18	15	Pa	31.8.18	15				St	31.10.18	1				Po	31.12.18	24

Tab.1 – Rozbor počtu ubytovaných v průběhu roku. Barvou písma jsou odlišeny uvažované kategorie.

červená – data státních svátků

modře – období jarních prázdnin (data škol ČR)

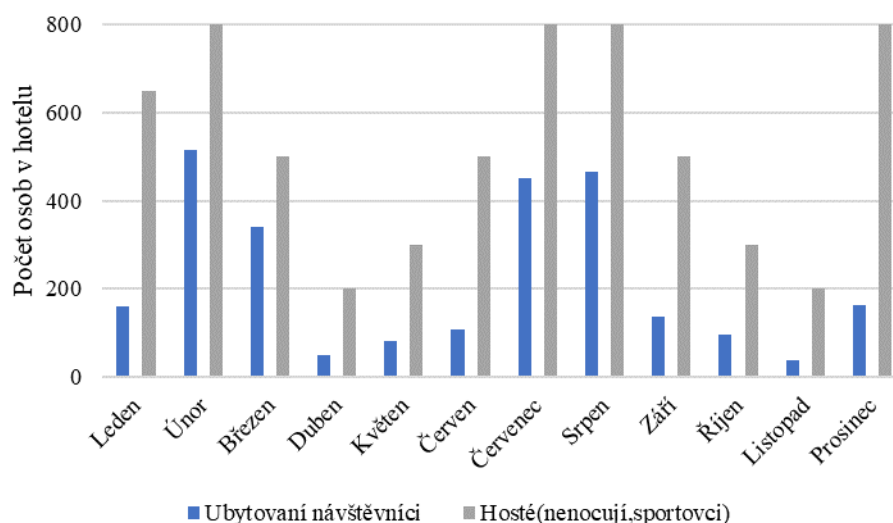
fialově – období podzimních prázdnin

zeleně – zbytek roku s ohledem na roční období, letní prázdniny a vánoční svátky

V šetření je objekt, který nabízí sportovní vyžití po celý rok. Předpokládejme tedy celoroční provoz s výkyvy a nárazy přívalu lidí o prodloužených víkendech státním svátkem a prázdninách. V práci je uvažována 100 % obsazenost v době vánočních svátků, a to především Silvestra, kdy většina hotelů poblíž lyžařských center, ale i menších lyžařských areálů hlásí naplněné stavy⁷. Tento týden bude nejnáročnější z celého roku pro systém čištění odpadních vod. Další nárazovou, ovšem déle trvající, vlnou budou termíny jarních republikových prázdnin. Předpokládejme 80 % obsazenost objektu s ohledem, že Češi jezdí s oblibou trávit prázdniny do zahraničí, ne všichni se vydají na hory a také s přihlédnutím na počty lyžařských center napříč českými pohořími. Z kapacity tedy uvažujme 19-20 obsazených míst (pozn. ve výpočtu uvažováno 20 nocležníků). Další vlnou, kdy je uvažována 80 % obsazenost jsou letní prázdniny, období horské turistiky, kterou Jeseníky nabízejí a dále pak letních aktivit (vyjíždky na koloběžkách a koních), které nabízí samotný areál penzionu. Tyto dvě nárazové vlny můžeme pozorovat jak v grafu obsazenosti (VIZ graf 1). Naopak pouze 10 % obsazenost je nutno uvažovat při výraznějším přeměňách počasí, které připadají především v období měsíců dubna, května a listopadu. V těchto měsících můžeme pozorovat největší poklesy.

Dalším faktorem jsou návštěvníci, kteří zde nezůstanou přes noc. Tyto počty jsou přímo závislé na počasí, možnostech jednodenních výletů, dostupnosti a konkurenci okolí. V zimě můžeme předpokládat velký nápor hostů s ohledem na okolní sjezdovky. V létě můžeme uvažovat o zvýšené návštěvnosti s ohledem na možnosti výletů po okolí a dobré dostupnosti z nedalekého Starého Města. V grafu 1 jsou tito návštěvníci znázorněni šedou barvou.

Všechny hodnoty vycházejí z výše sestaveného kalendáře a jsou zaznamenány v následujícím grafu.



Graf 1 – Obsazenost a vytíženost hotelu v průběhu modelového roku 2018. Jedná si vždy o součet osob za celý měsíc. (Počty stanoveny odhadem za základě předpokladu autorky.)

⁷ Informace o 100 % obsazenosti jsou získány z rezervačního portálu booking.com.

Při rozboru byla zjištěna v období Vánoc a Silvestra 100 % obsazenost, ve výpočtu je tedy nutno uvažovat maximální vytížení zařízení na likvidaci odpadních vod. Pro nastavení odpovídající dimenze zařízení je nutno převést počty návštěvníků na počty EO (ekvivalentní obyvatel), což je znázorněno v následující tabulce.

Vybavení	Jednotka	Počet jednotek	x EO	EO
Ubytovna a jednoduchý internát	postel	24	1	24
Hostinec s trojnásobným použitím místa u stolu	místo u stolu	24	1	24
Sportovní zařízení – návštěvníci	návštěvník	100	0,02	2
POČET PŘIPOJENÝCH OBYVATEL				50 EO

Tab.2 – Přepočet návštěvníků hotelu na počet EO (ekvivalentních obyvatel)

4.3. POTŘEBA VODY V HOTELU

Horský hotel či penzion potřebuje jako každý jiný objekt zdroj pitné vody, kterou potřebuje k provozu. Česká legislativa jasně stanovuje, že k očištění těla, finálnímu oplachu nádobí a voda použitá k přípravě pokrmů musí být použita voda, která splňuje parametry vody pitné. Hodnoty potřeby vody pro hotely znázorňuje následující tabulka přejatá z přílohy č.12 k vyhlášce č.120/2011 Sb. ve které jsou vyznačeny hodnoty použité pro výpočet potřeby vody pro penzion Kraličák.

Položka	Druh spotřeby vody	Směrné číslo roční spotřeby vody [m ³]
III. HOTELY, UBYTOVNY, INTERNÁTY		
Hotely a penziony		
	<i>Směrná čísla jen pro ubytování, na lůžko/rok</i>	
11.	Většina pokojů má WC a koupelnu s tekoucí teplou vodou	45
12.	Většina pokojů je bez koupelny	23
13.	Restaurace v hotelu, penzionu, dle položek č. 18,19 a 20	
14.	Pro doplňující vybavení hotelů se připočítá: denní připouštění bazénu sauna, wellness	10 10
Stravování – kuchyně, jídelna (bezobslužně)		
	<i>Na 1 strážníka a pracovníka na jednu směnu/rok</i>	
18.	Dovoz jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	3
19.	Vaření jídla, mytí nádobí, vybavení WC, umyvadla	8
20.	Bufet, občerstvení	1

Tab.3 – výpisek z přílohy č.12 vyhlášky č.120/2011 Sb.

Dle dispozic, kdy 6 z 8 pokojů, má vlastní koupelnu volíme do výpočtu hodnotu z bodu jedenáct a dle dispozičních rozměrů kuchyně je počítáno s přípravou jídel na místě, volíme hodnotu z bodu číslo devatenáct. Z celkové potřeby pitné vody je uvažováno, že se 80 % spotřebované vody přemění na vodu odpadní, kterou je následně potřeba vyčistit.

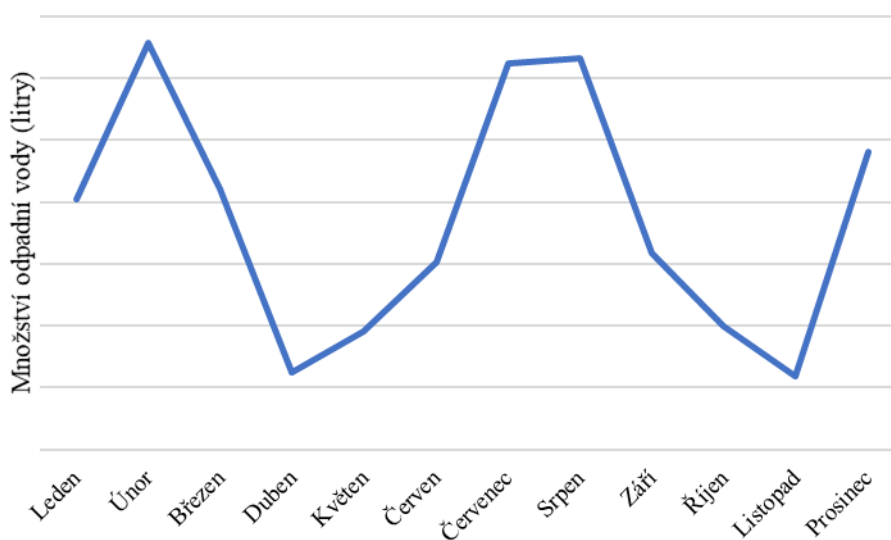
4.3.1. BILANCE POTŘEBY VODY

Potřebu vody v penzionu znázorňuje následující tabulka.

Druh spotřeby vody	Roční potřeba vody (m ³)	Počet jednotek	Spotřeba vody
Hotel – ubytování	45	24	1080 m ³
Restaurace	8	24	192 m ³
Celková roční spotřeba vody			1 272 m ³ /rok
Celková denní spotřeba vody			3,48 m ³ /den
Celková roční spotřeba vody			1 272 000 l/rok
Celková denní spotřeba vody			3 485 l/den
Denní produkce splaškové odpadní vody			2 614 l/den

Tab.4 – Spotřeba vody v hotelu při maximálním vytížení objektu a odhadovaná produkce vod odpadních. Ve výpočtu je uvažováno, že 80 % spotřebované pitné vody se přemění na splaškovou odpadní vodu.

Z křivky v následujícím grafu vyplývá, kdy bude čištění odpadních vod nejvíce potřeba. Graf je pouze orientační, ale názorně z něj vyplývají nejnáročnější měsíce, které odpovídají jarním a letním prázdninám. Největší špičkou bude, jak již bylo zmíněno, přelom roku, kdy je hotel 100 % obsazen. Ve výběru možností řešení odpadních vod je tedy nutné zohlednit fakt, že hotel podléhá nestálému provozu a v průběhu roku bude výrazně kolísat vyprodukované množství odpadních vod.



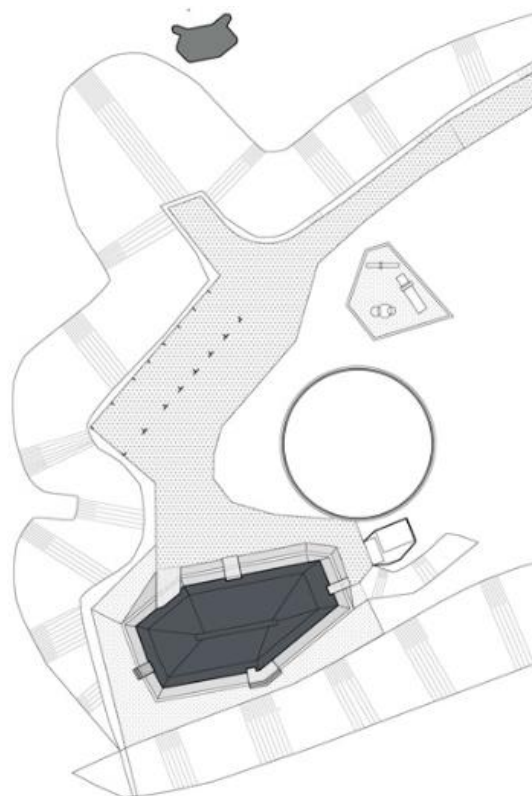
Graf 2 – Množství vznikající odpadní vody v průběhu roku v závislosti na předpokládané obsazenosti hotelu. Křivka je pouze orientační a znázorňuje výkyvy množství bez konkrétních hodnot.

Faktem, který ovlivňuje spotřebu vody je i její dostupnost v podobě rozmístění zařizovacích předmětů. V kuchyni bude chování zaměstnanců stejné v průběhu roku. Bude se lišit pouze podle obsazenosti restaurace. Je obecně známo, že lidé méně šetří vodou v místech, kde ji neplatí, respektive mají pocit, že za ni neplatí. Ať se sprchují stejně jako doma 10 min nebo 30 min, jejich náklady na ubytování v hotelu se nezmění. Také se liší spotřeba, má-li každý pokoj svou koupelnu nebo musí-li návštěvník do společných koupelen pro více pokojů.

Zařizovací předmět	Klozet	Pisoár	Umyvadlo	Výlevka	Dřez	Myčka	Sprchový kout	Podlahová vpust'
Podlaží	Počet zařizovacích předmětů (ks)							
1.NP	5	1	5	1	8	2	1	4
2.NP	5	0	6	1	0	0	5	0
3.NP	5	0	6	1	0	0	3	0
CELKEM (ks)	15	1	17	3	8	2	9	4

Tab.5 – Počty zařizovacích předmětů v penzionu Kraličák

4.4. ANALÝZA OKOLÍ HOTELU



Obr.3 – Situace penzionu Kraličák (šipka severu ukazuje k hornímu okraji stránky)

Hotel se nachází na otevřeném prostranství v nadmořské výšce 785 m.n.m. Terén je svažité rozlehlá louka, která je v zimě využívána k sjezdovému lyžování. K hotelu vede přístupová cesta od nedaleké vsi Hynčice pod Sušinou.

Před penzionem se nachází parkovací stání pro návštěvníky, kruhová nádrž o průměru 16 m a dětské hřiště. Technické zázemí hotelu je situováno do menšího objektu vedle samotné stavby penzionu.

S ohledem na možnosti řešení odpadních vod, které budou rozebrány v následující kapitole je nutno zmínit, že se zde uvažuje o podloží, které bude umožňovat zasakování odpadních vod.⁸ Zdrojem vody pro hotel je v této práci uvažován zemní vrt s domácí vodárnou.

⁸ Nebyl proveden hydrogeologický průzkum. Práce je pouze na teoretické úrovni.

5. MOŽNOSTI ŘEŠENÍ ODPADNÍCH VOD



Obr.4 – Mapa širších vztahů (použita mapa z portálu seznam.cz)

Na mapě širších vztahů můžeme pozorovat červeně zakreslené objekty náležící hotelu Kraličák. Je zde vyobrazena příjezdová cesta a nejblíže vodní recipient – Chrastický potok. V současné době se v blízkosti tohoto potoka staví nová veřejná čistírna odpadních vod.

Můžeme zde pozorovat, že ani rozsáhlejší instalace zařízení pro čištění odpadních vod, ani následné zasakování vyčištěné vody neovlivní chod sjezdovek.

K hotelu se vzhledem k jeho koncepci (co možno nejvíce se přiblížit přírodě) hodí zařízení, které bude ekologické se snadnou zimní obsluhou s ohledem na umístění hotelu v Jeseníkách, kde bývají vydatné sněhové srážky.

5.1. VARIANTY LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD

Vzhledem k poloze a umístění penzionu Kraličák, se nabízejí nejméně 4 varianty likvidace odpadních vod. Každá vyžaduje jiné prostorové nároky, jiné pořizovací náklady a některá nemusí být vůbec vhodná. Jsou to:

- standardní kanalizační přípojka napojená na veřejnou ČOV
- žumpa s nutností pravidelného vývozu
- domácí ČOV s pravidelnou kontrolou a údržbou
- kořenová čistička s pravidelnou kontrolou a údržbou

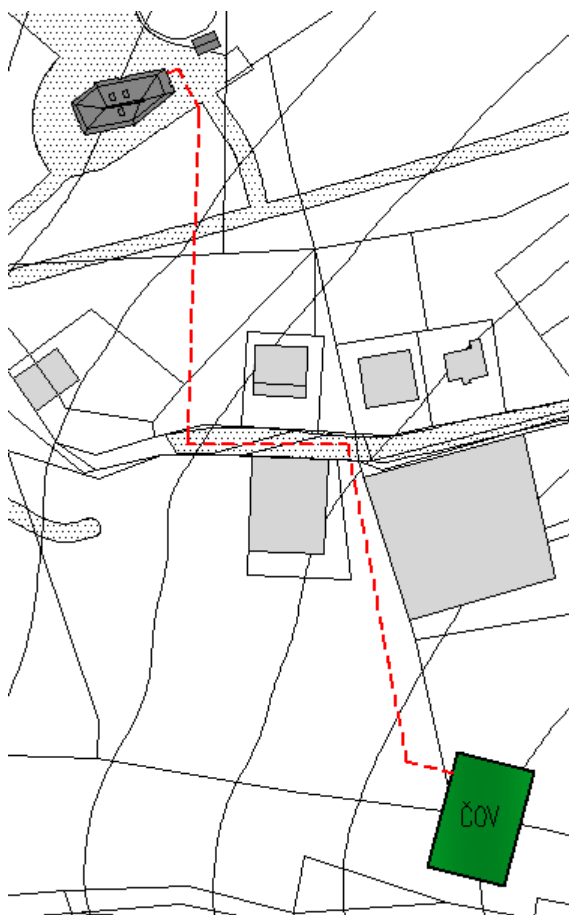
5.1.1. KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA

Kanalizační přípojka je nejjednodušší řešení nakládání s odpadními vodami. Svodné potrubí kanalizace se svede do kanalizační přípojky a již se nikdo o nic nemusí starat. Kanalizace, do které je objekt připojen se dělí na:

- **jednotnou kanalizaci** (dešťová i splašková kanalizace vedena společně jedním potrubím, dochází k jejich mísení)
- **oddílná kanalizace** (dešťová a splašková kanalizace vedeny jednotlivě v samostatném potrubí, nedochází k jejich mísení, dešťová voda může být ještě následně využita, ekologičtější řešení)

Kanalizační přípojka má minimální požadavky na rozlohu pozemku. Nároky se liší hlavně délkou uloženého potrubí, materiálem, ze kterého je uloženo

potrubí (nejčastějším materiálem jsou plastová potrubí, dále pak také kameninové), třída těžitelnosti zeminy a náročnost přístupu těžké techniky.



Obr.5 – Varianta 1- řešení likvidace odpadních vod – kanalizační přípojka

Kanalizační přípojka je nejlevnější a nejjednodušší řešení odpadních vod. Mezi její největší výhody patří:

- nízká pořizovací cena
- bezúdržbový provoz
- není potřeba dělat rozbory vod

Naopak největším záporem je:

- pravidelná platba stočného
- ekologie (nelze vodu zasakovat ani ji jinak zadržet vyčištěnou na pozemku)

Na obrázku 5 můžeme pozorovat polohu hotelu Kraličák ve vztahu k nově budované veřejné čistírně odpadních vod (ČOV – znázorněna zeleně) a zakreslenou trasu (červená čárkovaná), kudy by za předpokladu budování přípojky vedlo potrubí.⁹ Potrubí dimenze min DN160 by muselo překonat vzdálenost cca 250 m. Výškový rozdíl mezi hotelem a objektem ČOV je 19 m. Potrubí by muselo klesat konstantním spádem, ne však větším než 40%. Řešení nijak nezasahuje do okolních sjezdovek, nepotřebuje v zimě vyvážet a není náchylné ke kolísání v případě nárazového provozu. Nevýhodou řešení jsou kontrolní šachty, které budou ve dvou případech umístěné v ploše sjezdovek.

	Položka	Množství	Cena/jednotka	Cena
1.	Výkopové práce pomocí techniky	140 m ³	500–800 Kč/m ³	91 000 Kč
2.	Ruční výkop rýhy	10 bm	100–400 Kč/bm	3 000 Kč
3.	Potrubí KG DN160	250 m	600 - 1 100 Kč/m	28 000 Kč
4.	Posyp potrubí	38 m ³	150–500 Kč/tuna	12 000 Kč
5.	Kontrolní šachty	5 ks	4000-6000 Kč/ks	25 000 Kč
6.	Lidská práce (montáž)	- -	500 Kč/hod	48 000 Kč
CELKEM				207 000 Kč

Tab.6 – Cenový odhad nákladů na vybudování kanalizační přípojky k penzionu Kraličák.

Základní finanční položkou pro vybudování kanalizační přípojky, ostatně jako u každé stavby, jsou výkopové práce. Jejich cena přímo úměrou narůstá v poměru s délkou a hloubkou výkopu. V tabulce je stanovena přibližná cena kanalizační přípojky. Potrubí je

⁹ Trasa vedena dle předpokladu a odhadu autorky. Nejsou známy trasy inženýrských sítí.

zvoleno plastové KG DN160, uloženo v nezámrazné hloubce 1,2 m na pískovém podsypu 0,3 m.

5.1.2. BEZODTOKOVÁ JÍMKA (ŽUMPA) / SEPTIK

Tyto dvě varianty bývají často zaměňovány či spojovány v jedno řešení, přičemž lidé považují tyto dvě slova za synonyma. Je proto nutné si jasně stanovit, jaký je mezi nimi rozdíl.

5.1.2.1. Septik

Septik je jednoduché zařízení sloužící jako první stupeň čištění odpadních vod. Probíhá zde mechanické čištění, proto není potřeba napojení na zdroj elektrického proudu.

Základní členění septiků je podle konstrukce, zda je septik samonosný s nutností obezdívky či bez, ovšem důležitější dělení, které má podstatný vliv na účinnost je podle počtu komor:

- dvoukomorové
- tříkomorové

Septik funguje na jednoduchém principu, kdy do první komory nateče voda ze svodného potrubí splaškové kanalizace. Dochází zde k hrubému předčištění a částečnému rozkladu pevných organických nečistot za pomoci bakterií a enzymů. Takto předčištěná voda pokračuje do druhé komory skrze separační přepážku. Zde dochází k sedimentaci jemného kalu. Odtud již voda putuje skrze třetí komoru potrubím do čističky odpadních vod. Během mechanismu čištění dochází k „anaerobního hnití“, které probíhá bez přítomnosti vzduchu.

Pokud septik nefunguje správně, může to být způsobeno bakteriální nerovností. Dochází pak ke vzniku pěny na vodní hladině a septik začne zapáchat. Může k tomu dojít např. použitím agresivních čisticích prostředků (např. Savo obsahující chlór, který má dlouhotrvající účinky a může tak narušit rovnováhu mikroflóry). V takovém případě je pak nutno obnovit tolik potřebné bakterie.

Samotný septik neposkytuje dostatečně kvalitní čištění odpadních vod, proto je nutno ještě za něj umístit druhý stupeň čištění odpadních vod např.:

- svést vodu do kanalizační přípojky
- zemní filtr a následně vyčištěnou vodu zasakovat
- biologicky aktivní filtr a následně vyčištěnou vodu zasakovat

Jedná se o řešení velmi vhodné k rekreačním objektům či chatám, ovšem s vysokou účinností bude sloužit i obyvatelům rodinného domu.

Výhody septiku:

- díky pročištění odpadní vody není nutno tak často septik vyvážet, což šetří majiteli finanční náklady na provoz a údržbu (ve srovnání s jímkou (žumpou))
- díky mechanickému a částečně biologickému čištění odpadní vody funguje bez elektrické energie

Nevýhody septiku:

- větší zastavěná plocha při využití druhého stupně čištění odpadní vody pomocí zemního či biologického filtru

- nutnost dočištění odpadních – nelze ho použít samostatně
- nutno v případě zasakování odpadních vod odebírat pravidelné vzorky vody (cca 1x za půl roku, ale mohou být předepsány častěji) – náklady na vzorky hradí majitel či provozovatel septiku

Vzhledem k faktu uvažované varianty kořenové čističky, kde je septik pevnou součástí skladby bude uvažován v cenové nabídce u KČOV, a ne jako samostatné řešení. V dané variantě bude vybrán takový, který odpovídá kritériím kořenového filtru.

5.1.2.2. Žumpa (bezodtoková jímka)

Žumpa neboli bezodtoková jímka slouží výhradně k akumulaci splaškové odpadní vody. Nepochází zde k žádnému procesu čištění. Je nutné zajistit její pravidelné vyvážení fekálním vozem do veřejné čističky odpadních vod. Řešení je vhodné do míst, kde se nelze napojit na veřejnou kanalizaci, nebo je z nějakých závažných důvodů znemožněn však.

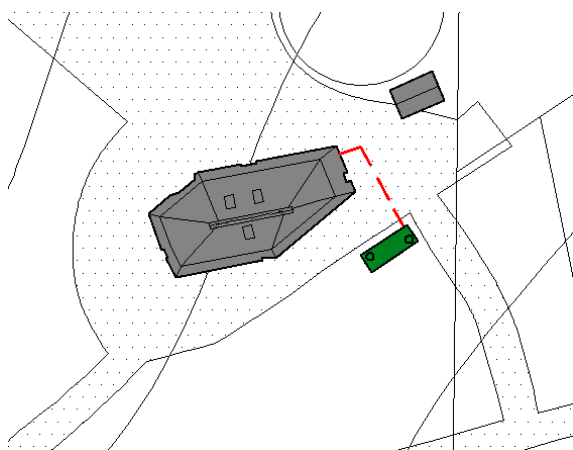
Nádrže mohou být podzemní i nadzemní (méně časté řešení). Dále se mohou lišit materiálem, kdy podle základových podmínek volíme buďto plastovou nebo betonovou nádrž. V případě vysoké hladiny podzemní vody je nutno volit nádobu betonovou, aby nám nádrž tzv. nevyskočila ze země.

Mezi její výhody pak patří:

- nízká pořizovací cena
- není potřeba provádět rozbory odpadních vod

Mezi nevýhody pak lze zahrnout:

- vysoké provozní náklady – liší se dle frekvence vývozu žumpy



Obr.6 – Varianta 2- řešení likvidace odpadních vod – žumpa (bezodtoková jímka)

Penzion Kraličák při plném obsazení může v krajním případě vyprodukovat až 2,6 m³ odpadní vody denně. Zvolíme-li podzemní nádrž AS-PP od firmy Asio¹⁰ (na obrázku zeleně), konkrétně AS-PP-ER S – hranatá samonosná (žumpa) o užitém objemu 27,9 m³ bude potřeba v krajním případě jímku vyvážet 1x za 10 dní. Tato potřeba nastává v období Vánoc a Silvestra, kdy může fekálnímu vozu výrazně komplikovat přístup vrstva sněhu. V průběhu roku je pak nutno vyvážet jímku dle potřeb a produkce odpadní vody.

¹⁰ Výrobky od firmy Asio jsou voleny záměrně, aby bylo možno porovnat finanční náklady na zbudování systému na čištění odpadních vod. Výrobky jsou stejné kvality a naceňovány podobným postupem. Vyloučíme pak z výpočtů konkurenční boje firem o zákazníky.

	Položka	Množství	Cena/jednotka	Cena
1.	Výkopové práce pomocí techniky	60 m ³	500–800 Kč/m ³	39 000 Kč
2.	Ruční výkop rýhy	2 bm	100–400 Kč/bm	500 Kč
3.	Potrubí KG DN160	15 m	600 - 1 100 Kč/m	1 700 Kč
4.	Posyp potrubí	3 m ³	150–500 Kč/tuna	1 000 Kč
5.	Nádrž AS-PP-ER 32x8,5	1 ks	Kč/ks	134 000 Kč
6.	Lidská práce (montáž)	- -	500 Kč/hod	48 000 Kč
CELKEM				224 200 Kč

Tab.7 - Cenový odhad nákladů na vybudování bezodtokové jímky (žumpy) k penzionu Kraličák.

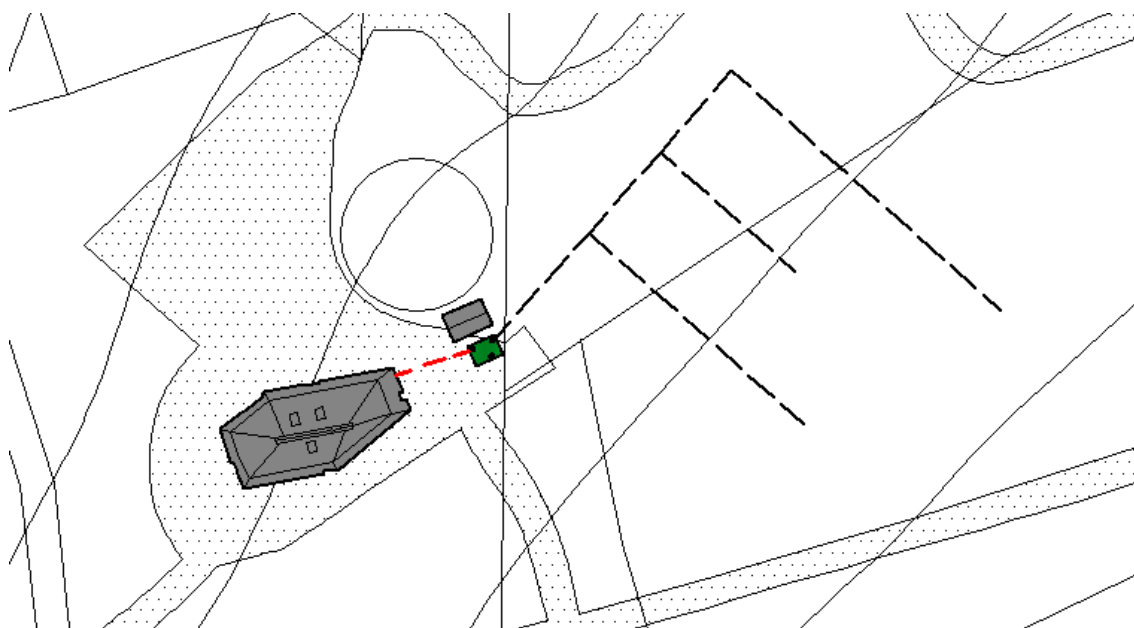
Největší položkou je při budování jímky samotná nádrž. Je nutno zvážit vybudování základové desky pod nádrž a vhodný typ (plastová x betonová). Zde byla volena betonová nádrž vzhledem k horským podmínkám.

Nespornou výhodou tohoto řešení jsou prostorové nároky. Nádrž je usazena již od hotelu a vše, co budou návštěvníci z nádrže vnímat je poklop, který jde vhodně dokola osadit zelení a opticky ho tak schovat. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost vyvážet a riziko, že v zimě nebude fekální vůz schopen k hotelu dojet.

5.1.3. DOMÁCÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

Problematika této kapitoly je podrobně rozpracována v kapitole: 7. Domácí čistírna vod.

Domácí čistírna odpadních vod je vhodné řešení do míst, kde se nelze napojit na kanalizaci a není ani možnost pravidelného vývozu jímky. ČOV zajistí kompletní vyčištění odpadní vody, kterou lze následně vypustit do vodního recipientu a v případě, že to není možné, nechat zasáknout.



Obr.7 – Varianta 3- řešení likvidace odpadních vod – domácí ČOV

Jedná se o vícekomorovou podzemní nádobu, do které ústí svodné potrubí splaškové kanalizace. V první komoře dojde k mechanickému předčištění odpadní vody a usazení hrubých nečistot. V následující komoře je umístěno provzdušňovací potrubí a aktivovaný kal. Zde dochází k biologickému čištění odpadní vody pomocí bakterií za přístupu vzduchu. V poslední dosazovací komoře je voda zbavena posledních nečistot a následně může opustit ČOV.

Jedná se ekologické řešení nakládání s odpadními vodami, které může napomáhat zadržování vody v krajině díky variantě zasakování vyčištěných odpadních vod.

Výhody domácích ČOV jsou:

- vysoká účinnost bez nutnosti následovného dočišťování
- kompaktnost, malé prostorové nároky
- snadná údržba

Nevýhody domácích ČOV jsou:

- potřeba připojení elektrické energie (lze nahradit fotovoltaickým panelem)
- nutnost správné a pravidelné údržby

Na obrázku 7 můžeme pozorovat situaci s variantou řešení odpadních vod pomocí domácí ČOV (znázorněna zeleně). Nádoba je umístěna mimo pojízdné plochy, všechny poklopy jsou přístupné a nejsou nijak omezeny plochy sjezdovek. Vyčištěná odpadní voda je zde zasakována (na mapě znázorněno černou čárkovanou čarou). V tomto případě je nutné správné spádování drenů, aby voda samovolně odtékala a rovnoměrně se vsakovala do podloží.

	Položka	Množství	Cena/jednotka	Cena
1.	Výkopové práce pomocí techniky	114 m ³	500–800 Kč/m ³	74 000 Kč
2.	Ruční výkop rýhy	10 bm	100–400 Kč/bm	2 500 Kč
3.	Potrubí KG DN160	12 m	600 - 1 100 Kč/m	1 700 Kč
4.	Posyp potrubí	17 m ³	150–500 Kč/tuna	5 400 Kč
5.	ČOV – AS-HSBR (60)	1 ks	250 000 ¹¹ Kč/ks	250 000 Kč
6.	Celoperforované potrubí pro drenáž	150 m	1200–2000 Kč/50m	2 700 Kč
7.	Lidská práce (montáž)	- -	500 Kč/hod	48 000 Kč
CELKEM				384 300 Kč

Tab.8 - Cenový odhad nákladů na vybudování domácí ČOV k penzionu Kraličák.

ČOV vyžaduje důslednou kontrolu, aby nedošlo k překročení hladiny kalu a ten se nezačal přelévat až do poslední komory a nedocházelo pak k jeho následnému vyplavování do drenážního potrubí. ČOV je většinou nutné vyvážet 1x až 2x do roka s ohledem na náročnost provozu a množství produkované odpadní vody.

ČOV je náchylnější na nárazový provoz. Je nutný stálý minimální průtok vody. Je tomu tak z důvodu malé velikosti nosičů bakterií. Tento faktor lze vylepšit přidáním nosiče biomasy do druhé komory nádrže.

¹¹ Cena je odhadnuta s ohledem na jiné ceny ČOV s podobným rozsahem.

5.1.4. KOŘENOVÁ ČISTIČKA

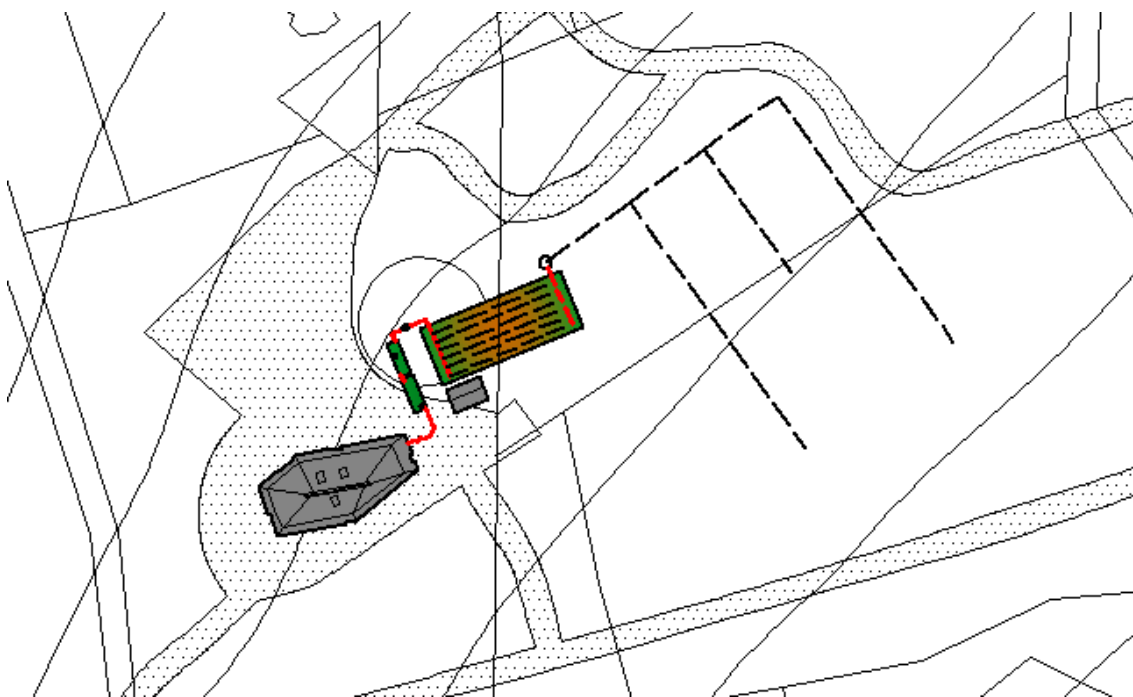
Problematika této kapitoly je podrobně rozpracována v následující kapitole: 6. Kořenová čistička odpadních vod.

Kořenová čistička odpadních vod je nejekologičtější a přírodě nejbližší způsob čištění odpadních vod, který je zde uvažován. Čistička funguje na principu mokřadu, které jsou přirozenou součástí přírody. Zároveň dlouhodobě vykazuje nejlepší výsledky čištění z výše uvedených variant. A bezesporu největší výhodou je, při dobře zpracovaném návrhu, fungování bez nutnosti napojení na zdroj elektrického proudu. Zároveň lze vyčištěnou vodu bez problémů zasakovat, ale také akumulovat v zahradním jezírku, které by po prozáření vody UV lampou bylo vhodné ke koupání.

Princip fungování kořenové čističky navazuje na již zmíněný septik. V něm se voda mechanicky předčistí a následně je vypuštěna do kořenového filtru. Ten se dělí dle směru proudění vody na:

- horizontální (voda protéká ve vodorovném směr (→))
- vertikální (voda protéká ve svislém směru (↓))

Častěji jsou využívány filtry vertikální s pulzním skrápěním (objasněno v následující kapitole č.6). Voda je po mechanickém předčištění vypuštěna na filtrační lože, kudy pomalu protéká (dochází až k 10dennímu zdržení) a je biologicky pomocí bakterií čištěna. Dostatečný přísun vzduchu je zajištěn skrze kořeny osazených rostlin. Filtr se osazuje mokřadními rostlinami, které zároveň určují jeho skladbu. Např. pokud zvolíme rostliny dobře kořenicí v písčitém podloží, bude jako vrchní vrstva filtru zvolen např. praný říční štěrk malé frakce. Poté může být voda buďto zasáknuta nebo akumulována v podobě již zmíněného zahradního jezírka.



Obr.8 – Varianta 4 - řešení likvidace odpadních vod – kořenová čistička odpadních vod

Na obrázku 8 můžeme pozorovat navrženou skladbu kořenové čističky pro penzion Kraličák. Zeleně jsou znázorněny septiky (nutno osadit dvě nádrže z důvodu napojení

50 EO). Zeleno-hnědě je znázorněn kořenový filtr, který má v tomto případě rozlohu 250 m² a je 80 cm hluboký.



Obr. 9 – novotel v severozápadních Antverpách

Velikost je navržena podle uváděné potřeby plochy – 5m²/připojený EO. Tuto plochu lze zmenšit přivzdušňováním filtru až na 3 m². Jedná se o stejný systém jako u ČOV, kdy je do filtru skrze potrubí hnán dmychadlem vzduch. Tuto metodu využili v novotelu v Antverpách. Přestože je v hotelu 120 lůžek, kořenový filtr má rozlohu 250 m². Kořenový filtr (zde nazývám helofytový) je zde pravidelně provzdušňován. Je zde kladen důraz na úsporu energie, proto když je hotel

méně obsazen jsou dmychadla spínána méně často na kratší dobu. Toto je jasný důkaz, je kořenová čistička zvládne i větší provoz. Navíc je KČOV vhodná k nárazovým provozům, protože je zde velká plocha pro zachování bakterií při sníženém provozu.

Mezi výhody KČOV můžeme zařadit:

- velice ekologické a přírodě blízké řešení likvidace odpadních vod
- k provozu nepotřebuje elektrický proud, je-li dobře navržena
- podporuje biodiverzitu krajiny
- dobře snáší nárazový provoz

Mezi nevýhody pak jistojistě patří:

- velká prostorová náročnost (5 m²/připojený EO)
- vysoké pořizovací náklady
- nebezpečí části promrznutí kořenového filtru
- nebezpečí kolmatace (zanášení) kořenového filtru (podrobně VIZ kapitola 6.7.1. Kolmatace str. 37)
- nutný pravidelný odběr vzorků

	Položka	Množství	Cena/jednotka	Cena
1.	Výkopové práce pomocí techniky	258 m ³	500–800 Kč/m ³	168 000 Kč
2.	Ruční výkop rýhy	170 bm	100–400 Kč/bm	42 500 Kč
3.	Potrubí pro přívod a odvod vody	30 m	600 - 1 100 Kč/m	21 000 Kč
4.	Separátor AS-ANASEP 37,8	1 ks	391 500 Kč/ks	391 500 Kč
5.	Pulzní vypouštěč AS-PULZ včetně šachty	1 ks	23 000 Kč/ks	23 000 Kč
6.	Výplň kořenového filtru	100 (62 t) m ³	250–270 Kč/t	26 000 Kč
7.	Výplň kořenového filtru – vrstva zeolitu	7,5 (7,8 t) m ³	250–600 Kč/25 kg	3 200 Kč
8.	Bazénová geotextilie - 500 g/m ²	280 m ²	100-300 Kč/100m ²	1 000 Kč
9.	Jezírková folie (kaučuková/PVC)	280 m ²	69-220 Kč/m ²	42 000 Kč
10.	Osazení mokřadními rostlinami	osazeno 80 % plochy kořenového filtru		10 000 Kč
11.	Revizní šachta pro odběr vzorků	1 ks	4500–7000 Kč/ks	5 000 Kč
12.	Celoperforované potrubí pro drenáž	150 m	1200–2000 Kč/50 m	4 000 Kč
13.	Lidská práce (montáž)	- -	500 Kč/hod	48 000 Kč
CELKEM				785 200 Kč

Tab.9 - Cenový odhad nákladů na vybudování domácí KČOV k penzionu Kraličák.

U KČOV je největší pořizovací položkou separátor. V tomto případě je nutno volit septik v takovém provedení, aby odpovídal potřebám kořenového filtru. Dále zde vyvstává problém, co s množstvím vykopaného materiálu – nejspíše bude potřeba ho odvést, ale je zde možnost ho rozhrnout, vzhledem k tomu, že z větší části jedná o ornou půdu.

5.2. VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

Varianta	Cena	Bodování			Získané body
		Cena	Ekologie	Provozní náklady	
1. Kanalizační přípojka	207 000 Kč	4	2	4	10 b
2. Bezodtoková jímka (žumpa)	224 200 Kč	3	1	1	5 b
3. Domácí ČOV	384 300 Kč	2	3	2	7 b
4. KČOV	785 200 Kč	1	4	3	8 b

Tab.10 – Kriteriační bodové hodnocení navržených variant čištění odpadní vody z penzionu Kraličák

Na úvod kapitoly byla vložena multikriteriální tabulka. Hodnocení proběhlo na základě umístění v tabulce od 1 do 4 místa (1.místo=4 body až 4.místo=1 bod, čím více varianta získá bodů, tím je řešení lepší). Všechna zvolená kritéria mají stejnou váhu, proto jsou zvoleny pouze tři.

Celkové řešení odpadních vod by mělo být co nejbližší přírodě, zaměříme se tedy na ekologičnost řešení. Budeme hledat takové řešení, které bude podrobovat zadržování vody v krajině, což je čím dál aktuálnější tématem a zároveň bude možné ho provozovat jako ostrovní systém, který může u horského hotelu nastat.

Z navržených variant můžeme rovnou vyloučit bezodtokovou jímku. V hodnocení dopadla nejhůře a není vhodná jako řešení k horskému hotelu. V zimě by nemuselo být možné jímku vyvést a hotel by tak neměl, jak likvidovat odpadní vody. Navíc toto řešení vůbec nedopovídá přírodní koncepci hotelu a nechová se ekologicky – neprobíhá zde vůbec čištění vody. Dalším řešením, které vyloučíme z dalších úvah, byť v bodovém hodnocení dopadlo nejlépe, je kanalizační přípojka. Opět se nejedná o úplně ekologické řešení, protože zde opět nedochází k čištění odpadní vody a nelze ji tudíž nechat zasáknout a podpořit tak vodu v krajině.

Zbylá dvě řešení budou probrána podrobněji v následujících kapitolách 6. a 7. a porovnána ve výsledném souhrnném hodnocení celého pojednání. Jedná se o řešení domácí čističky odpadních vod a kořenové čističky odpadních vod. Výsledné řešení bude zakresleno v příloženém projektu horského penzionu Kraličák.

Z obou řešení, která svou funkcí čistí odpadní vody, lze nechat vyčištěnou vodu vsáknout, avšak pouze za předpokladu, že splňuje požadované parametry. Toto se zjišťuje pravidelným odběrem vzorků. Vzhledem k bodovému hodnocení zde budou podrobněji rozebrány kořenové čističky.

6. KOŘENOVÁ ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD

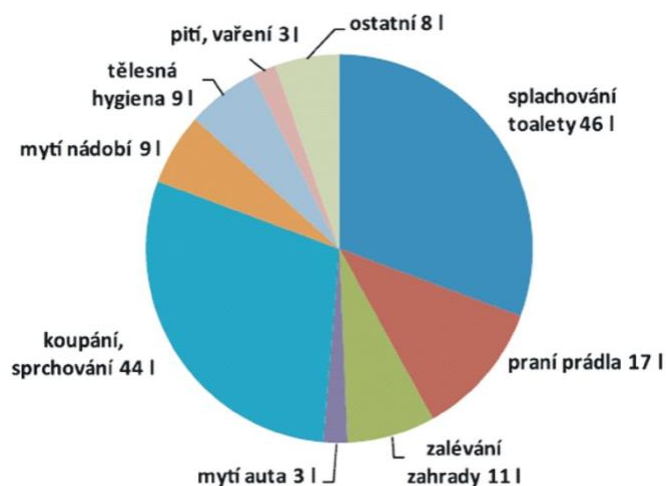
„Kořenové čističky odpadních vod představují levný a snadno obsluhovatelný systém, který je schopen snížit znečištění na přijatelnou úroveň pro vypouštění do vodních toků.“ (Coleman et al. 2001; Merlin et al.2002)

„Ten je navrhován a dimenzován především pro odstraňování organických a nerozpuštěných látek. Tedy parametrů limitovaných zejména pro malé zdroje znečištění.“ (Vymazal, 2004)

6.1. ODPADNÍ VODA¹²

Než se pustíme do rozboru samotného biologického procesu čištění odpadní vody, určíme si, co vlastně odpadní voda je, jak vzniká a jaké parametry sledujeme při hodnocení kvality vyčištění.

Voda je nedílnou součástí našich životů a tvoří základní biogenní látku – bez vody by nebyl život. Tako tekutina známá pod vzorcem H₂O, kdy každá molekula, jak vzorec vypovídá, obsahuje 2 molekuly vodíku a jednu molekulu kyslíku, pokrývá většinu povrchu Země ve formě moří a oceánů (71 % povrchu). Sladká voda tvoří jen 3 % hydrosféry – z toho 69 % je uloženo v severských oblastech v ledovcích, 30 % je voda podzemní a pouhé 1 % je voda povrchová a atmosférická. A právě vodu podzemní a atmosférickou využíváme nejvíce, ať již k pití nebo očistě těla, kterou např. vzniká voda odpadní. Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví stanovuje, že „pitnou vodou“ je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami, a to bez ohledu na její způsob dodání.



V průměru spotřebuje každý jedinec v domácnosti 109 litrů¹³ vody denně. Spotřeba v hotelu je mírně odlišná, vzhledem k jinému typu provozu, dostáváme se tak na číslo 145 l/osoba/den. Z toho přibližně 80 % vody (domácnost 87-88 litrů, hotel 116 litrů) se přemění na vodu odpadní a je nutno ji před vypuštěním vyčistit a případně zpětně využít v objektu.

Obr. 10 – Spotřeba vody v domácnosti (r.2016)

¹² Text této kapitoly je kombinací více zdrojů uvedených v seznamu použité literatury. Jednotlivé části nebudou odkazovány, protože není zcela jasné, kdy se jedná o interpretaci zdroje a kdy o vlastní myšlenku. V případě doslovné citace je na konci citace uveden zdroj v informativní formě.

¹³ Spotřeba vody na obyvatele v roce 2017 podle společnosti Pražské vodovody a kanalizace.

SPOŘEBA VODY – DENNÍ ČINNOSTI	
ČINNOST	LITRY
Vaření	5-7
Umývání nádobí pod tekoucí vodou	30–80
Umývání nádobí v dřezu	20–40
Mytí nádobí v myčce	10–30
Pití	2–3
Praní prádla v pračce	40–80
Spláchnutí toalety	3–12 (6)
Koupelel	100–150
Mytí rukou	3–4
Sprcha	30–80
<i>Mytí auta</i>	<i>100–200</i>
<i>Zavlažování zahrady – dle rozlohy</i>	<i>100–700</i>
<i>Napouštění bazénu</i>	<i>3000 - 20 000</i>

Tab. 11 – Spotřeba vody při běžných denních činnostech (r.2018)

Zaměříme-li se na objekt hotelu, pak nám vznikají tyto druhy odpadních vod:

- hnědá voda – fekálie
- žlutá voda – moč
- černá voda – mix hnědé a žluté odpadní vody
- šedá voda – voda mírně znečištěna, např. po očištění těla

Při čištění odpadních vod pomocí kořenové čističky přivádíme všechny vody najednou, žádné neselektujeme a čistíme je všechny pospolu, proto také musíme zajistit vyčištění všech druhů znečištění.

6.1.1. PARAMETRY ZNEČIŠTĚNÍ

Sledují se parametry:

- do 500 EO:
 - BSK₅ (biochemická spotřeba kyslíku)
 - CHSK_{cr} (chemická spotřeba kyslíku)
 - obsah nl (nerozpuštěné látky)
- nad 500 EO:
 - parametr N-NH₄₊ (amoniak dusíku)
- při vypouštění:
 - obsah P (fosforu)

Základním zdrojem informací látkového zatížení je kyslíková bilance (např. splašková voda má hodnotu BSK₅=102 mg/l O₂, přírodní voda BSK₅=0,6 – 3,1 mg/l O₂).

6.2. BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ VODY

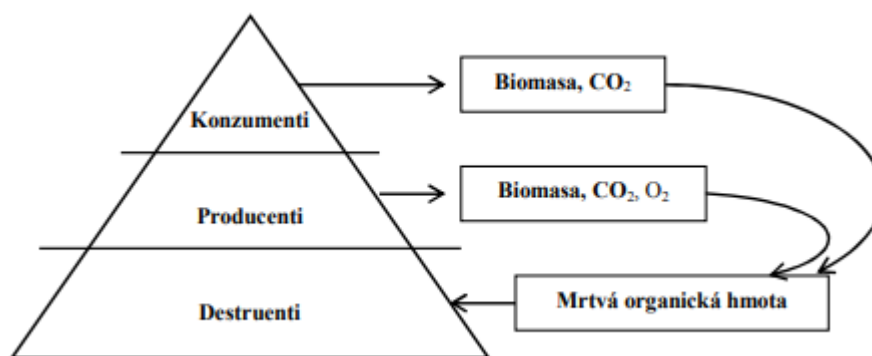
Čištění vody můžeme rozdělit to tří kategorií:

- mechanické čištění
- biologické čištění
- chemické čištění

Mechanické čištění je první stupeň veškerého čištění. Slouží k zachycení hrubých nečistot a kalů. Biologické čištění vody probíhá pomocí bakterií za aerobních a anaerobních podmínek. Chemické čištění je třetí a poslední stupeň čištění odpadních vod a slouží k odbourání obsahu hlavních nutrientů, tj. dusíku a fosforu.

„Biologický způsob čištění odpadních vod využívá základních hydrobiologických znalostí o biocenózách¹⁴ organismů a samočisticích procesech, aerobních společenstev, jejich sukcesi při odbourávání jednotlivých komponent a obsah organických látek schopných biochemického rozkladu. Nejprve v odpadní vodě převládají bakterie rozkládající sacharidy, za nimi následující bakterie rozkládající lipidy a nitrifikační bakterie (aerobní podmínky).“

„Základem čistícího procesu je přeměna organických látek ve vodě mikroorganismy (rozmnožování, metabolismus). Vlastnosti prostředí jsou dány technologickými a provozními parametry zařízení, z nich se jedná o stáří kalu (možnost reprodukce), zatížení (přísun substrátu) a dobu zdržení (možnost udržení se v systému proti vyplavování). Biocenóza je ovlivněna složením a množstvím substrátu, technologickými a provozními parametry čistírny a vztahy uvnitř biocenózy. Důležitými parametry je teplota, koncentrace rozpuštěného kyslíku a pH.“ Aplikovaná a technická hydrobiologie, RNDr. Jana Ambrožová, str.170



Obr. 11 – Trofická pyramida

6.3. ROZKLAD BÍLKOVIN, TUKŮ, SACHARIDŮ

Tato část bude doslovnou citací skript VŠCHT – Aplikovaná a technická hydrobiologie od RNDr. Jany Ambrožové, Ph.D., aby nedošlo ke zkreslení informací a byla zachována faktická správnost údajů.

¹⁴ BIOCENÓZA = soubor populací všech druhů rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů, které žijí v určitém biotopu; existují mezi nimi určité vztahy

6.3.1. ROZKLAD BÍLKOVIN

„Rozklad bílkovin se označuje jako hniloba či hnití, probíhá převážně v anaerobním alkalickém prostředí a vyznačuje se uvolňováním převážně páchnoucích meziproductů rozkladu. K rozkladu může docházet i za aerobních podmínek, produkty rozkladu nejsou hnilobné a páchnoucí látky. Štěpení bílkovin umožňují proteázy, vylučované jako exoenzymy hnilobnými bakteriemi. Bílkoviny jsou hydrolyzovány na aminokyseliny, procesem deaminace je štěpena aminová skupina, dekarboxylací se zkracuje uhlíkatý řetězec, amonizací (hydrolyzou močoviny) vzniká amoniak.“

„Skupina bakterií Proteus a Micrococcus rozkládají tyto sloučeniny na amoniak za aerobních podmínek, za anaerobních podmínek působí rozklad Clostridium. Bakterie rodů Nitrosomonas, Nitrospira, Nitrosolobus, Nitrosouva, Streptomyces a Nocardia za aerobních podmínek oxidují amoniak na dusitany NO_2^- (nitridy, nitritace), ten je dále oxidován bakteriemi rodů Nitrobacter, Nitrococcus, Nitrospira an dusičnany NO_3^- (nitráty, nitratace). Uvedený proces se označuje jako nitrifikace. Za anaerobních podmínek probíhá proces denitrifikace, jeho konečným produktem je plynný dusík unikající do ovzduší (redukce dusičnanů přes dusitany až na plynný dusík).“

6.3.2. ROZKLAD TUKŮ

„Za rozklad tuků, lipolýzu, odpovídají lipolytické bakterie uvolňující do okolí exoenzymy, tzv. lipázy. Za aerobních podmínek hydrolyzují tuky na glycerol. A mastné kyseliny bakterie rodu Bacterium či houby rodů Oidium, Mucor, Penicillium, aspergillus, patřící mezi kryofilní organismy (pracují za nízkých teplot). Za anaerobních podmínek se mastné kyseliny redukuje na uhlovodíky (vznik ropy).“

6.3.3. ROZKLAD SACHARIDŮ

„Rozklad sacharidů za přítomnosti bakterií probíhá v aerobním prostředí za vzniku oxidu uhličitého a vod, v anaerobním prostředí vznikají alkoholy a kyseliny. Anaerobní proces rozkladu je výlučně bakteriální. Probíhá ve dvou fázích, kyselinové fermentace a metanového kvašení. Na fermentační fázi se podílejí Escherichia coli a Clostridium, rozkládající monomery a hydrolyzující polymery (škrob, pektiny, celulóza) na monomery. Konečným produktem jsou mastné kyseliny, alkoholy, ketony, vodík a oxid uhličitý. Uvedené rody bakterií se podílejí i na rozkladu aminokyselin, ze kterých se uvolňuje amoniak a ze sirných aminokyselin uniká sulfan.“

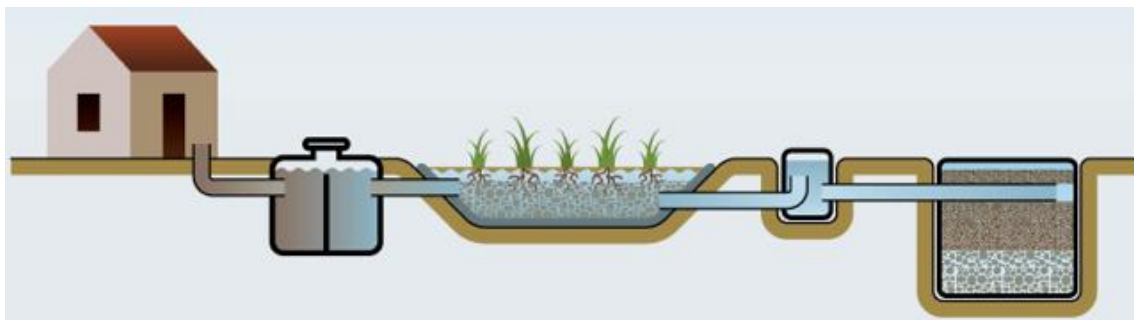
„Rozkladové procesy ve vodách probíhají v na sebe navazujících fázích. Za mezistupně rozkladu odpovídají vždy jednotlivé mikroorganismy, které výsledné produkty svého metabolismu předávají ke zpracování další na ně navazující skupině mikrobů. Uvedenému procesu se říká metabióza, neboli sukcesivní působení bakterií při rozkladu.“ Aplikovaná a technická hydrobiologie, RNDr. Jana Ambrožová, str.155-156

6.4. ZÁKLADNÍ PRINCIP FUNGOVÁNÍ

6.4.1. FUNKČNÍ SCHÉMA KČOV

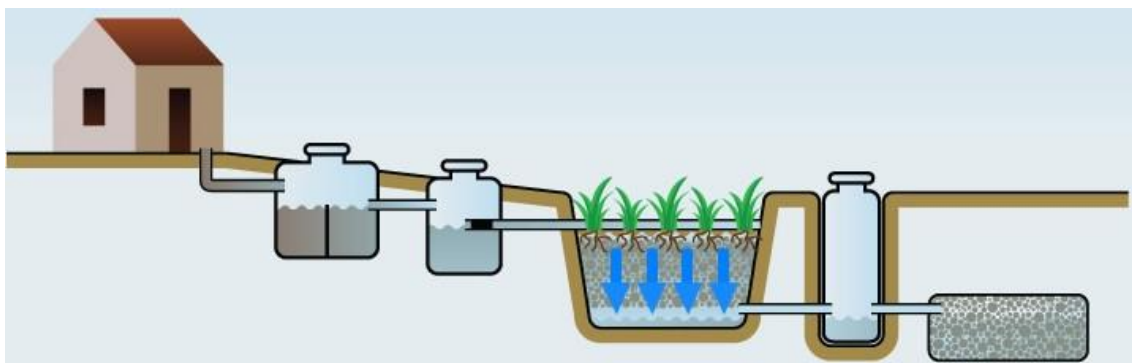
Základním funkčním schématem KČOV je sestava po sobě následující:

- vícekomorový septik pro kořenové čistírny
- kořenový filtr
- regulační šachta (zároveň kontrolní místo pro odběr vzorků)
- zásak, případně kombinovaný s dalším filtrem



Obr. 12 – Základní funkční schéma kořenových čističek odpadních vod

Mírně rozšířenou sestavou je systém KČOV, který navíc, oproti předchozí sestavě, obsahuje pulzní šachtu pro zkrápění. Dochází zde ke krátkodobé akumulaci předčištěné vody.



Obr. 13 – KČOV s pulzně skrápěným vertikálním biofiltrem

Nejrozsáhlejší sestavou může být uskupení kořenové čističky doplněné o další čistící kaskádu zakončenou např. zahradním jezírkem s přepadem do vsakovacího zařízení. V takovém jezírku se výrazně nedoporučuje koupat, ale vodou je vhodné zalévat případně jezírko osázet rostlinami a rybami a mít tak na zahradě zajímavý vodní biotop.



Obr.14 – KČOV s čistící kaskádou a zahradním jezírkem

6.4.2. PRINCIP KČOV

Kořenové (vegetační) čističky odpadních vod fungují na stejném principu jako přírodní mokřady, kde probíhají přirozené samočistící procesy a biologické čištění vody. Principem je, že do filtru natéká předčištěná odpadní voda. Filtr je po vrstvách naplněn štěrkem, kamínky, propraným říčním štěrkem a pískem na jejichž povrchu sídlí bakterie, které jsou nedílnou součástí čistícího procesu. Rostliny vysazené na povrchu mají především estetickou funkci. Celkově zvyšují účinnost filtru pouze o 5 %, ale jejich estetická funkce

Voda ze svodného potrubí domovní splaškové kanalizace nejprve nateče do vícekomorového septiku pro kořenové čističky, kde je zbavena hrubých mechanických nečistot a anaerobně předčištěna. V případě, že slouží čistička většímu počtu uživatelů, může k tomuto předčištění docházet v usazovacích nádržích. Následně se voda akumuluje v pulzní šachtě (je-li součástí sestavy-doporučuje se), kde čeká na naplnění kapacity šachty. V momentu naplnění je vypuštěna do rozvodného potrubí, které je v případě vertikálního filtru uloženo na povrchu. Pulzní skrápění zajišťuje rovnoměrné rozdělení vody po ploše filtru, což zajišťuje plynulý průběh čištění v celém objemu filtru. Voda protéká souvrstvím jemných štěrků, písků a kamínků, setkává se s bakteriemi, díky čemuž dochází k procesu čištění. Voda se ve filtru zdrží přibližně po dobu 10 dní. Pro lepší výsledky je možné vodu skrze filtr několikrát recirkulovat.

Obsluha kořenové čističky není náročná. Jedenkrát ročně, ideálně v zimním období, je nutné posekat suché části rostlin, které je možno na zimu rozvrstvit na povrch filtru a tím vytvořit tzv. izolační vrstvu, která pomůže snížit riziko promrznutí, které je i tak nízké vzhledem k faktu, že do filtru přitéká voda o teplotě cca 5°C. Další neopomenutelnou součástí údržby je 1x za 2-5 let propláchnutí tlakovou vodou potrubí celé soustavy – sběrné i rozdělovací. Další povinností je pravidelně kontrolovat hladinu kalu v septiku a v případě naplnění jej vyčerpat. U domovních KČOV se tato lhůta pohybuje kolem dvou až tří let.

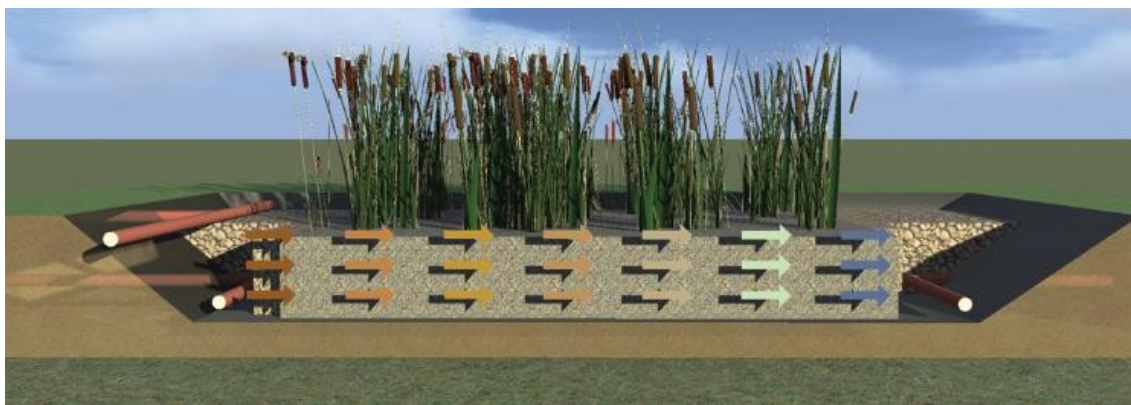
Vyčištěnou vodu z kořenové čističky lze využít v domě jako vodu užitkovou¹⁵, vodu k zálivce, ke zřízení zahradního jezírka či ji nechat zasáknout a podporovat tak zadržování vody v kraji, které je v posledních letech čím dál aktuálnější tématem.

6.4.3. DRUHY FILTRŮ VYUŽÍVANÝCH U KČOV

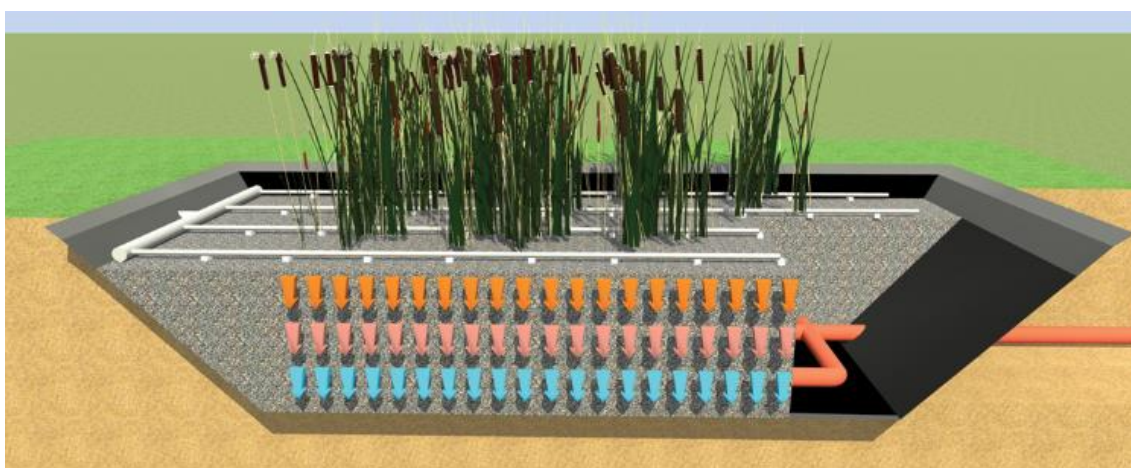
V oblasti kořenových čističek a obecně filtračního čištění vody na bázi pomalého protékání vody filtrem dělíme filtry na dvě základní skupiny dle uložení nátoky a odtoku z čistícího lože na (VIZ schématické obrázky):

- horizontální filtr
- vertikální filtr

¹⁵ Ve světě se lze již setkat i s variantou, kdy je odpadní voda vyčištěna a následně znovu využita jako voda pitná.



Obr.15 – Schéma horizontálního filtru KČOV – přítokové potrubí se nachází v levé části filtru (horní pro letní provoz, dolní pro zimní provoz). Voda protéká převážně v horizontálním směru a odtéká odtokovým potrubím v pravé části.



Obr. 16 – Schéma vertikálního filtru – přítokové potrubí je zde rozloženo na povrchu filtru (šedá barva). Voda zde protéká převážně vertikálně. Sběrná drenáž se nachází u dna filtru a ústí do odtokového potrubí.

Z praxe postupným vývojem vyplynulo, že kořenová čistička má mírně větší účinnost při využití vertikálního kořenového filtru s pulzním skrápěním, kde převládají aerobní čisticí procesy. Tato sestava je pak i v zimě schopna odbourávat amoniakální dusík. Oproti tomu v horizontálním kořenovém filtru převládají anaerobní čisticí procesy. Tento filtr je však méně náchylný na zanášení a usazování – podrobněji v části problémy KČOV.

6.4.4. ROSTLINY PRO KOŘENOVOU ČISTIČKU

Osazení filtru mokřadními rostlinami a makrofyty je základní rozdíl od zemního filtru. Přestože rostliny zvyšují účinnost procesu čištění o „pouhých“ 5 % mají své nezaměnitelné místo v dané problematice.

Funkce rostlin:

- rostliny odebírají v procesu čištění část látek, které jsou pro ně živinami, především pak fosfor a dusík

- kořenový systém rostlin vytváří příznivé podmínky pro vznik a život bakterií, které tvoří hlavní část procesu čištění a odbourávání látek z odpadní vody
- v zimním období tvoří rostliny izolační vrstvu, před zimou lze navrstvit odrostlé posekané části rostlin na povrch filtru, „zateplit“ ho tak a výrazně snížit možnou hloubku promrzání
- podporují biodiverzitu krajiny tím, že vytvářejí možné úkryty pro mnohé druhy živočichů a vytváří příznivé mikroklima pro své okolí
- nepopíratelnou je i estetická funkce, a to především v období květu
- některé druhy rostlin patří mezi léčivky

Jmenovité příklady rostlin vhodných k osázení KČOV:

- rákos obecný – najdeme ho téměř v každé kořenové čističce
- orobinec širokolistý – lidově „doutník“
- chrastice rákosovitá – náročná na vodu a živiny, má ráda fosfor a je využitelná též jako biopalivo
- zblochan vodní – používá se ke zpevnění břehů vodních nádrží a toků
- skřípinec jezerní – vzácný druh, vhodný do zadních partií KČOV
- zevar vzpřímený – rád stanoviště s vysokým obsahem minerálních látek, dekorativní účely
- sítina rozkladitá – ráda kyselejší prostředí s dostatkem živin, odolná, nenáročná, mrazuvzdorná
- kosatec žlutý – rád bahnitě spíše kyselejší půdy bohaté na živiny, především dusíkaté látky
- blatouch bahenní – jedovatý, ale odolný
- kypraj vrbice – vhodná k doplnění KČOV, léčivka
- tužebník jilmový – léčivý
- vrbina obecná – léčivá
- prustka obecná – vytrvalá vodní a bažinatá rostlina, vytváří souvislé porosty
- ostřice pašáchor (nedošáchor)
- žabník jitrocelový – jedovatá, ale dříve užívána v léčitelství
- šmel okolíčnatý
- a mnoho dalších

Ve spojení vody, mokřadu a rostlin bezpochyby leckoho napadne, zda tento systém nebude zdrojem západu a rodištěm komárů a jiného nepříjemného hmyzu. Vzhledem k faktu, že zde nedochází k hnilobným procesům, nemá kde vznikat zápach. Dále pak kořenová čistička není otevřená vodní hladina. Voda se zde nachází až několik centimetrů pod povrchem ve skladbě šterku, což není vyhovující prostředí pro množení komárů. Naopak může tato soustava tvořit zajímavý kout zahrady.

6.5. POPIS SOUSTAVY KČOV PRO ZVOLENÝ HOTEL

Jak z funkčních schémat vyplývá, KČOV mají principiálně jasně danou skladbu, kterou je vhodné dodržovat a doplnit ji dle požadavků provozovatele. Pro horský hotel byla zvolena sestava:

- septik AS-ANASEP 37,8 od firmy Asio
- šachta s pulzním vypouštěním AS-PULZ PV110

- kořenový filtr o rozloze 250 m², z 80 % osazen rostlinami
- šachta pro odběr vzorků
- drenážní potrubí uložené do nezámrazné hloubky 1,2 m

Jako septik byl zvolen výrobek firmy Asio – anaerobní separátor AS-ANASEP 37.8 (objem 37,84 m³; pro 38-50 EO). Je vhodný pro využití u nerovnoměrně obývaných objektů či v místech, kde není možné napojení a elektrický proud. Jedná se o čtyřkomorový anaerobní reaktor s prostory pro separaci nerozpuštěných látek. Průtok je optimalizován na základě matematických modelů, čímž dochází k maximálnímu využití všech komor a pomalému průtoku vody. Pomalým průtokem je také snížena produkce kalu.

Mezi jeho největší výhody patří:

- vysoká účinnost odstranění organických látek
- nízká produkce kalu → prodloužené intervaly pro vyvážení
- ekonomický provoz bez el. energie
- použití v nepravidelně obývaných objektech

Dalším výrobkem v řadě je pulzní vypouštěč opět od firmy Asio – AS-PULZ PV110. Je vhodný pro pulzní skrápění vertikálních filtrů kořenových čističek. Zařízení opět funguje bez nutnosti připojení elektrické energie. Vypouštění vody nastává po dosažení maximální definované úrovně hladiny vody v akumulární nádrži. Je zvolena varianta v kombinaci s šachticemi ze sortimentu Asio pro snadné základové podmínky.

Mezi největší výhody výrobku patří:

- nulové provozní náklady (nevyžaduje napojení na zdroj elektrické energie)
- snadná instalace a údržba zařízení
- dlouhodobá životnost za základě užitých materiálů

Sekundární čištění vody bude probíhat v kořenovém filtru o rozloze 250 m² a celkovém objemu 191 m³. Jedná se o vertikální filtr s pulzním skrápěním. Na povrchu filtru bude umístěno rozvodné potrubí, které pulzním zatopením zajistí rovnoměrné rozplavení vody po celém povrchu filtru. Filtr bude hluboký 0,8 m v následující skladbě:

- vrchní posyp mulčem (přibližně 200 mm)
- směs praného říčního štěrku a kačírku do frakce 4 mm (150 mm)
- vrstva zeolitu (80 mm)
- kačírek frakce 4-8 mm (420 mm)
- kačírek frakce 8-16 mm (150 mm)

Celý filtr je na základě uložení a spádování řešen tak, aby vyčištěná voda stékala do odtokového potrubí uloženého ve spodní vrstvě kačírku a skrze šachtu odtékala do drenážního potrubí.

Povrch filtru bude osazen mokřadními rostlinami, jmenovitě pak:

- sítinou rozkladitou
- orobincem úzkolistým
- rákosem obecným
- chrasticí rákosovitou
- blatouchem bahenním

Byli voleny odolnější a vytrvalejší rostliny, ideálně s dobrou snášenlivostí mrazu s ohledem na umístění filtru v nadmořské výšce 785 m.

Vyčištěná voda bude volně odtékat do drenážních potrubí, kde se volně vsákne do krajiny a bude tak podporovat nejen růst rostlin, ale část z ní i hladinu podzemní vody.

Nutno brát v ohled, že voda nesmí být vsakována u zdroje vody, např. studny – zde musí být dodržena minimální vzdálenost 12 m. Pro odvod z kontrolní šachty bude využito PVC Systém KG potrubí, pro samotnou drenáž pak celoperforovaná ohebná drenážní trubka z PVC-U příslušné dimenze od firmy DEK.

6.5.1. NÁKLADY NA ÚDRŽBU A PROVOZ KČOV

Náklady na provoz a údržbu se budou opět různit dle užitých systémů a frekvenci provozu. U KČOV, které jsou uloženy a sestaveny ve spádu (např. v kopci směrem dolů) jsou náklady nulové. Voda protéká a čistí se samospádem. Jedinou údržbou bude v tomto případě kontrola hladiny kalu v septiku a jeho vyvážení. V našem modelovém případě tomu tak bude přibližně jednou ročně. Další možnou údržbou pro zvýšení životnosti bude tlakové propláchnutí kanalizačního potrubí. Rizikem biofiltrů je kolmatace – ucpávání – podrobněji VIZ kapitola o reálných problémech KČOV. Jinak systém od zahájení provozu funguje samočinně bez větších nároků na pozornost. Ovšem důležitým bodem, který nelze zanedbat jsou pravidelné odběry vzorků. Jejich frekvence je předepsána vodohospodářským úřadem.

U KČOV je nutno dbát o zasazené rostliny. Hlídat, zda nestrádají, dobře se snášejí s ostatními druhy, aby nedošlo k přehlušení osazenstva jednou dominantní rostlinou. Dále je některé druhy nutno na zimu ostříhat. Pak lze tímto odpadem buďto filtr přikrýt nebo ho využít jako palivo.

Náklady provozu dále neodmyslitelně ovlivňuje správa a údržba zařízení. Nebude-li personál věnovat dostatečnou pozornost hladině kalu, míře zanesení filtru a celkové údržbě budou rapidně stoupat náklady na údržbu a rapidně klesat (zhoršovat se) výstupní hodnoty vyčištěné vody. Součástí projektu by tedy vždy měli být podrobné informace týkající se údržby a nejlépe by mělo dojít k proškolení správce systému a důkladnému seznámení ho s problematikou a možnostmi jejího poškození.

6.6. ÚČINNOST KČOV

Účinnost kořenových čističek se liší dle venkovní teploty. S klesajícími teplotami klesá i účinnost kořenových čističek. Dříve klesala až na limitní hodnoty. V dnešní době jsme již návrhem a skladbou filtru schopni zajistit po celý rok velice dobré výstupní parametry čištěné vody které jsou vhodné k zasakování či další úpravě. Častým dotazem ohledně chodu čističek je, zda nedochází k jejich zamrznutí při tuhých mrazem. Odpověď je prostá – nedochází, respektive tato možnost by neměla nastat. A to z důvodu, že je zde trvalý průtok vody a dochází zde k chemickým procesům, při kterých vzniká teplo.

V následující tabulce lze pozorovat, jak se vyvíjí účinnost kořenových čističek za posledních 14 let. Hodnoty se lepší a momentálním cílem projektantů ČR by měly být výstupní hodnoty rakouských KČOV.

ZDROJ	i-staveniště – Kořenové čističky odpadních vod (r.2004)				
PARAMETR	BSK₅	CHSK	NL	N-NH₄	P_{celk.}
Odtok (mg/l)	14,4	53	-	33,4	3,3
Účinnost (%)	85,8	76,1	-	33,4	41,4
ZDROJ	tzb-info.cz - Kořenové čističky odpadních vod KČOV (r.2011)				
PARAMETR	BSK₅	CHSK	NL	N-NH₄	P_{celk.}
Odtok (mg/l)	14,4	53	-	18	3,3
Účinnost (%)	85,8	76,1	-	33,4	41,4
ZDROJ	článek Kořenové čistírny – rekapitulace a budoucnost v ČR (r.2014)				
PARAMETR	BSK₅	CHSK	NL	N-NH₄	N_{celk.}
Odtok (mg/l)	30	40	5	10	-
Účinnost (%)	85-90	90-95	94-98	85	85
ZDROJ	Zemní filtr AS-ZEON od Asio (r.2015)				
PARAMETR	BSK₅	CHSK	NL	N-NH₄	P_{celk.}
Odtok (mg/l)	3,9	32	4,9	19	5,29
Účinnost (%)	88	69	70	90	26
	RAKOUSKO				
PARAMETR	BSK₅	CHSK	NL	N-NH₄	P_{celk.}
Odtok (mg/l)	<2	<40	<2	<0,1	-

pozn. Všechny zdroje jsou uvedeny v souhrnu zdroje celé diplomové práce.

Tab. 12 – Účinnost kořenových čističek v průběhu let 2004-2014 v porovnání s dnešními rakouskými hodnotami z různých zdrojů hodnot.

6.7. REÁLNÁ HROZBA KČOV

6.7.1. KOLMATACE

Kořenové čističky jsou stejně jako jiné náchylné na chybovost lidského faktoru. Projedli projekt s neověřenými postupy, tzv. pokusný králík, je vysoká pravděpodobnost, že čistička nebude správně fungovat. Musíme tedy trvat na ověřených postupech.

Největší hrozbou, která se týká filtračního způsobu čištění odpadní vody je však kolmatace, tedy proces povrchového ucpávání/zanášení filtru. Tento proces se nastartuje v době, kdy se do rozdělovacího potrubí dostávají nerozpuštěné látky v proudu špatně primárně předčištěné odpadní vody. K zanášení jsou náchylnější vertikální typy filtrů, protože jsou složeny z jemnějších frakcí kameniva (čím jemnější materiál, tím je náchylnější na zanášení), většinou velikosti zrna 4-8 mm. Horizontální filtr je složen z min. frakce 16 mm. Toto je také důvod, proč vertikální filtr nemůže být umístěn za

štěrbínovou usazovací nádrží, ale musí mu přecházet hydraulicky správně vyřešený vícekomorový septik.

Povrch filtru je zanášen postupně, čímž dochází ke snižování účinnosti čistícího procesu. V nejkrajnějším případě může dojít k zanesení celé plochy filtru, voda začne po povrchu místo vsakování stékat a do filtru se začne dostávat až u jeho samotného okraje. Dojde tak k výraznému zkrácení pobytu vody ve filtru a k zhoršení parametrů vyčištěné vody.

Možností řešení se nabízí hned několik, od strojního praní materiálu, tak dávkováním specifických chemikálií (především roztoků NaOH, NaClO, HCl, aj.) Nejnákladnějším řešením tohoto problému je odtěžení plniva filtru a navezení nového. Z výsledků měření však vyplynulo, že není nezbytně nutné odtěžovat celý objem. Např. u horizontálních filtrů dochází k zanášení pouze do hloubky max. 20 cm (podle zrnitosti materiálu). U vytěženého materiálu je však následně nutné řešit jeho další zpracování. Je nutno udělat rozbor a přítomnost těžkých kovů, což je směrodatné jak pro uložení, tak následné zpracování materiálu.

Nejčastější příčiny vzniku kolmatace:

- nevhodně navržená odlehčovací komora při jednotném systému kanalizace bez předchozího hydraulického výpočtu – dešťovou vodu není vhodné čistit biologickým způsobem, obsahuje málo „živin“ a dochází tak k rozplavování bakterií, které za následkem velkého přísunu vody „bez potravy“ vymírají a pomalu se tak snižuje čistící účinnost procesu, která se pak následně velice zdoluhavě obnovuje, v krajním případě může dojít až k jejímu zastavení
- nevhodný provoz odlehčovacích komor za účelem úspor
- poddimenzované mechanické primární předčištění splaškové odpadní vody
- zanedbaná údržba septiku – nedodržení intervalu odvozu kalu z nádrže, v případě naplnění kapacity pak dochází k vyplavování kalu na filtrační lože

6.7.2. ČISTÍCÍ PROSTŘEDKY

O kořenových čističkách koluje mýtus ohledně užívání chemických čistících přípravků. Většina lidí se domnívá, že je nutno využívat pouze EKO výrobky, které mají na obalu přímo napsané, že jsou biologicky odbouratelné. Takového přípravky bývají v obchodech většinou minimálně 2x dražší.

Opak je pravdou. Ovšem jednu věc si musíme důkladně hlídat, to je položka ve složení, která značí aktivní čistící látku. Nesmíme využívat těch přípravků, které mají za aktivní čistící látku chlór (nejtypičtějším příkladem využití je prostředek SAVO). Chlór má dlouhotrvající účinky a svou vytrvalostí by došel až do filtračního lože. Adekvátní náhradou a biologicky odbouratelnou je čistící látka na bázi kyseliny fosforečné. Bakterie v septiku a filtru si zvyknou na trvale nižší pH vody a přizpůsobí se kyselejšímu prostředí. Např. kuchyňský přípravek JAR lze používat i při biologickém

čištění odpadních vod. Stejně tak jako např. prací kapsle Ariel či máchadlo (aviváž) značky Coccolino¹⁶.

Další problematikou, kterou sebou kosmetika přináší, jsou soli. Sprchové gely, šampóny na vlasy a další přípravky jsou hojně zahušťovány solemi, které slouží mimo jiné i jako pěnicí činidlo. Jmenovitě lze zmínit látku s názvem sodium chloride, která mimo jiné nese označení kuchyňská sůl, stolní či himalájská nebo mořská sůl. V kosmetice používána jako zahušťovadlo a ke snižování jejich viskozity. Má pozitivní účinky na lidské tělo, zmírňuje např. bolesti svalů, záněty tkání, zlepšuje cirkulaci krve, v malém množství na pleť dokonce působí hydratačně. Proto je tak zdravé koupání v moři. Další látkou je např. sodium lauryl sulfate, který je potenciálně zdraví škodlivý, ale v přípravku se využívá jako přísada umožňující tvorbu pěny, jako emulgátor (umožňuje smísení dvou nesmíselných látek – např. vody a oleje) a dále jako tenzid, který rozpouští a odstraňuje nečistoty.

Problém solí spočívá v tom, že projdou bez úhony čistícím procesem a v případě zasakování vyčištěných odpadních vod se společně s vodou vyplaví do půdy. Zde nastává problém při nepropustných zeminách, např. u jílového podloží. Dochází tak dlouhodobě k zasolování blízkého okolí. Řešením je hydrogeologický průzkum. Zasakujeme-li do písčitéch a jiných dobře propustných půd, pak nám pomůže sama příroda. Z drenu se vyplavuje sůl společně s vyčištěnou vodou a postupně se zasakuje a usazuje v zemině. V době deště však dojde k jejímu rozplavení do větší ploch, naředění do malé koncentrace, s čímž si již příroda poradí.

¹⁶ Zmíněné přípravky používá autorka ve své domácnosti. Po přečtení návodu a prozkoumání jednotlivých látek se ujistila, že jsou látky biologicky odbouratelné, protože neobsahují chlór.

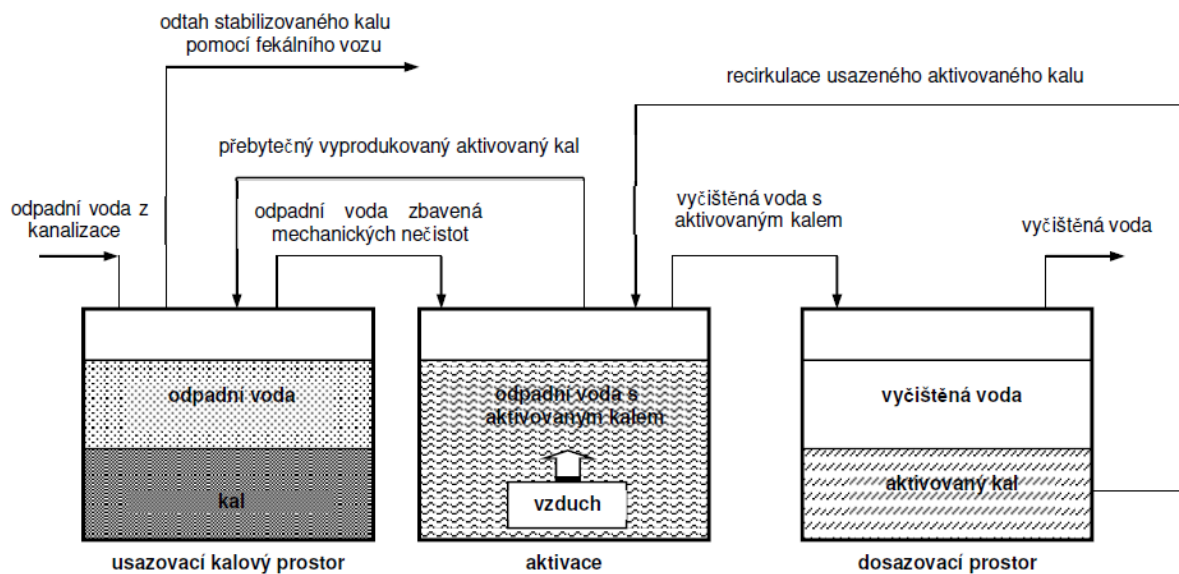
7. DOMÁCÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

Domácí čistírna odpadních vod je ideálním řešením nemůžeme-li se s objektem napojit do inženýrských sítí, tedy v místech, kde nefunguje veřejná kanalizace nebo jsme od ní příliš vzdáleni. Principem provozu se příliš neliší od velkých čističek odpadních vod, které známe ve spojení s vesnicí či městem.

Také je dobrým řešením do odlehlejších oblastí např. k rekreačním chatám, penzionům či jiným objektům. Avšak pozor na nárazovost provozu. Vzhledem k menší ploše nosičů bakterií a filtrů nezvládá toto zařízení tak dobře nárazový provoz jako výše rozebraná kořenová čistička odpadních vod. Bakterií, které umožňují biologické čištění odpadních vod, zde není díky velikosti, takové množství.

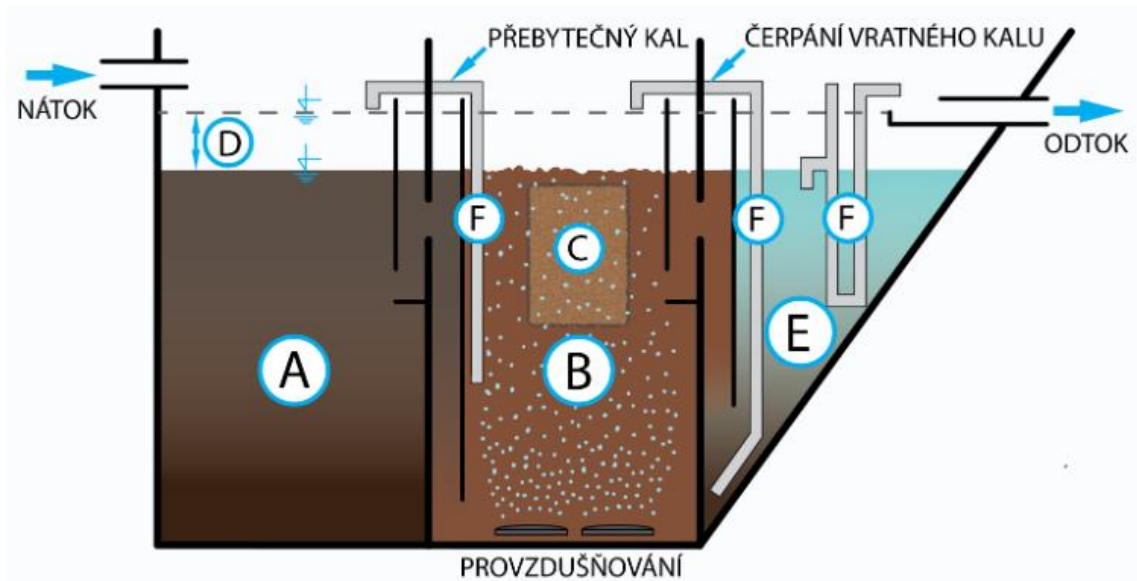
7.1. ZÁKLADNÍ PRINCIP FUNGOVÁNÍ

7.1.1. FUNKČNÍ TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA



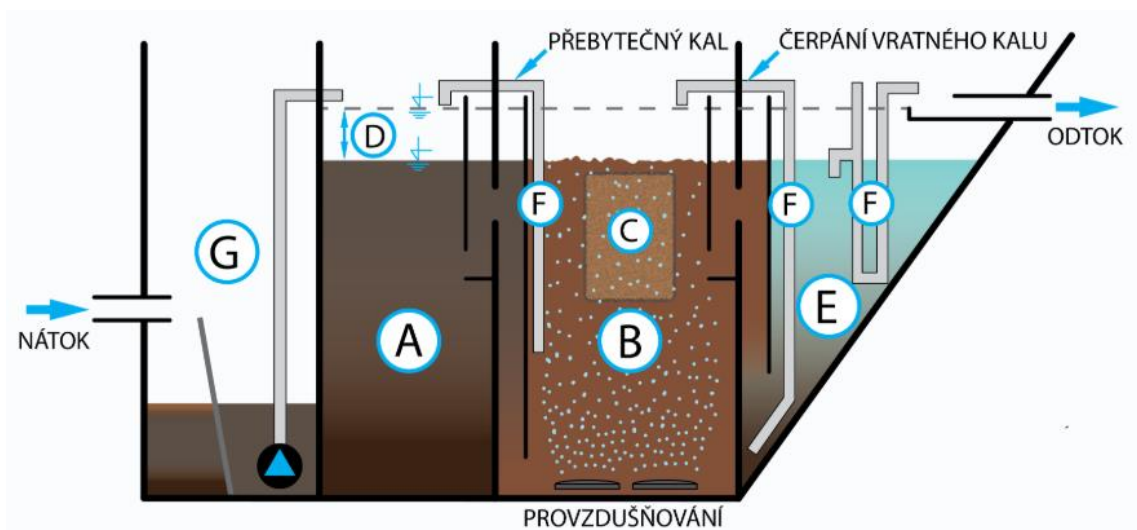
Obr.17 – Technologické schéma ČOV

Většinou se jedná o jednu spojenou nádobu s několika komorami. V případech většího počtu připojených EO může dojít k zapojení několika nádob za sebou, aby došlo ke správnému a dostatečnému pročištění odpadních vod.



Obr.18 – Funkční schéma ČOV – bez nutnosti přečerpávání
 A – usazovací a kalový prostor; B – aktivace; C – nosič biomasy (nemusí být vždy přítomen); D – akumulace prostor; E – dosazovací prostor; F – mamutková čerpadla (přečerpávají látky mezi částmi ČOV)

V případě, že výškové možnosti terénu vyžadují akumulaci a přečerpávání splaškových odpadních vod, je soustava doplněna o čerpací stanici – VIZ následující schéma ČOV.



Obr.19 – Funkční schéma ČOV – s nutností přečerpávání
 A – usazovací a kalový prostor; B – aktivace; C – nosič biomasy (nemusí být vždy přítomen); D – akumulace prostor; E – dosazovací prostor; F – mamutková čerpadla (přečerpávají látky mezi částmi ČOV); G – integrovaná čerpací stanice

Součástí sestavy je i dmychalo, které zajišťuje dostatečné provzdušnění v aktivační části čističky a řídicí jednotka. Obě tato zařízení vyžadují napojení na zdroj elektrického proudu. V případě dmychadla lze napojení do elektrické sítě nahradit příslušným fotovoltaickým panelem, pro zvýšení ekologického přístupu, či v případě ostrovního systému stavby.

7.1.2. PRINCIP ČOV

Princip čištění splaškových odpadních vod pomocí domácí čističky odpadních vod se příliš neliší od principu kořenových čističek. Opět zde máme tři základní kroky čištění:

- mechanické čištění
- biologické čištění
- dočištění

Ve fázi mechanického čištění nateče znečištěná voda přírodním potrubím do usazovacího a kalového prostoru. Zde se mechanicky předčistí pomocí usazení hrubých nečistot. Dochází zde ke:

- zachycení a rozmělnění hrubých nečistot
- předčištění
- denitrifikaci odpadních vod

Již mechanicky předčištěná voda přeteče do aktivačního prostoru, který slouží k biologickému čištění odpadní vody. Nachází se zde mikroorganismy (aktivovaná kal), které zajišťují biologické čištění. Ve spodní části tohoto prostoru se nachází jemnobublinný provzdušňovací systém, který je napojený na dmychadlo. Tímto systémem se vhání do procesu potřebný kyslík (u KČOV tuto funkci plní kořeny rostlin). Přívodem vzduchu dojde k promíchání předčištěné vody a aktivovaného kalu, jehož vlastností je, že je těžší než voda. Po ukončení provzdušňování, které je spojeno s mícháním, vytvoří aktivovaný kal u dna aktivace vrstvu, oddělenou od vrstvy vyčištěné vody, která se periodicky odčerpává do dosazovacího prostoru ČOV. Pro zvýšení kapacity nebo naopak vyrovnání nárazového prostoru bývá v této části umístěn nosič biomasy (do provozu může být přidána i po zahájení provozu, při špatném odhadu kapacity).

V celé ČOV je nutno hlídat hladiny kalu, aby nedocházelo k jejímu překročení, a tak nabourání čistících procesů.

7.1.3. NAKLÁDÁNÍ S VYČIŠTĚNOU VODOU

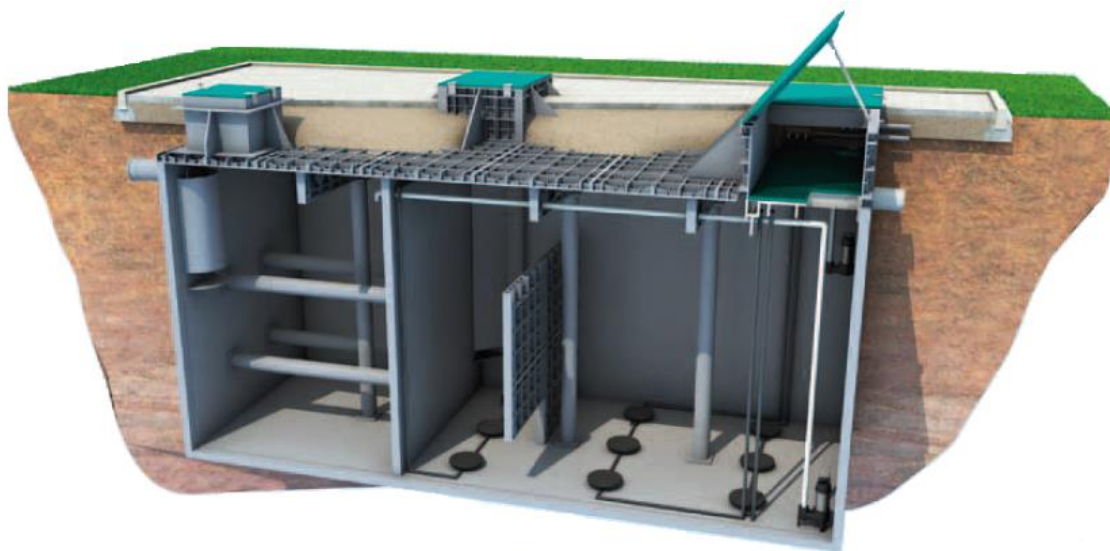
Voda po vyčištění je vhodná k akumulaci a opětovnému využití nejen v domácnosti, jako užitkovou vodu, ale také např. pro závlahu na zahradě či okolí. Další možností je klasické vypouštění do vod povrchových, tedy do vodních toků, nebo zasáknutí do vod podzemních, tedy vsakování do podloží. Ať zvolíme vypouštění nebo zasakování, bereme na sebe povinnosti provozovatele vodního díla¹⁷:

- musíme mít zpracován projekt na ČOV
- na základě projektu získáme vodoprávní povolení, čímž získáme nejen stavební povolení, ale také povolení k nakládání s odpadními vodami, v němž je určen požadovaný stupeň čištění odpadních vod a způsob kontroly čištění
- po spuštění čistírny je povolen zkušební, přibližně měsíční, provoz, na základě jeho vyhodnocení je pak povolen trvalý provoz; během provozu je pak potřeba deklarovat požadované kvality čištění odběrem vzorků a jejich rozborů
- v případě zasakování vod do podloží je nutné doložit hydrogeologický průzkum, že vsakováním nedojde k znehodnocení vod podzemních; obvykle pak dochází

¹⁷ Platí taktéž pro KČOV.

k obohacení sestavy ČOV o pískový filtr, nebo je zvolena ČOV s již zabudovaným pískovým filtrem

7.2. POPIS VYBRANÉ ČOV PRO ZADANÝ HOTEL



Obr.20 – Řez zvolenou dvoukomorovou ČOV – AS-HSBR (60) – možnost napojení 40-65 EO

V případě řešení odpadních vod pomocí domácí čističky odpadních vod se jedná o jednoduchou sestavu o jedné nádobě s více komorami (rozsah hotelu není tak velký, aby bylo potřeba více spojených nádob). Zde není potřeba speciálního septiku, šachet a rozlehlého kořenového filtru. Zde si vystačíme s jedním vybraným výrobkem. Byl zvolen opět výrobek od firmy Asio – ČOV verze AS-HSBR (60) pro 40-65 připojených ekvivalentních obyvatel.

Zvolená ČOV se skládá ze dvou komor. Do první natéká odpadní voda a zároveň slouží jako zásobník pro přebytečný kal. Probíhá zde usazování hrubých a plovoucích nečistot, které se následně anaerobně rozkládají. V druhé komoře pak probíhá provzdušňování, sedimentace aktivovaného kalu, separace vyčištěné vody a odtah vyčištěné vody do drenážního potrubí a odtah přebytečného kalu. Technologie využívá praxí ověřené postupy při minimální spotřebě energie.

Výhody, které zařízení přináší:

- vysoká adaptivita na provoz (lze ještě přiřadit do druhé komory nosič biomasy)
- vysoká provozní spolehlivost
- zateplený výklopný poklop (uzamykatelný)
- jednoduchá údržba a provoz
- jednoduché provozní nastavení, možnost provozu na poloviční zatížení čistírny (je přednastaveno v řídicí jednotce přímo z výroby)

7.2.1. NÁKLADY NA ÚDRŽBU A PROVOZ ČOV

Přestože se principy provozu ČOV a KČOV liší, jsou si přesto v mnoha věcech dosti podobné. Provoz ČOV je nákladnější, z důvodu potřeby připojení na zdroj elektrické energie. Nejedná se však o zázračně vysoká čísla spotřeby. V průměru spotřebuje

domácí čistička pro 50 EO něco kolem 4-6 kW za den, což při dnešních cenách elektřiny dělá něco (když to přeženeme) okolo 20 Kč/den. I zde musíme velice důkladně hlídat hladiny kalu, aby nedocházelo k jeho přelévání a následnému vyplavování s vyčištěnou vodou. ČOV je nutno vyvážet minimálně 1x až 2x ročně, ale i vícekrát dle hustoty provozu. I zde musíme provádět kontrolní odběry vzorků vyčištěné vody. Výhodou je, že zde nehrozí zanášení filtru – žádný zde není.

ČOV stejně jako septik KČOV je vhodné chránit proti promrzání tepelnou izolací a vhodně jej odvětrávat, aby nedocházelo k nepříjemnostem se zápachem. Ani v jednom provozu neprobíhají standardní hnilobné procesy, ale jsou lidé, kterým může i mírná charakteristická „vůně“ být nepříjemná.

Abychom jsme se mohli na zařízení bezpečně spolehnout, je nutno o něj pečovat a provádět odbornou údržbu. I zde tedy platí, že je nutno proškolit personál a seznámit ho podrobně s principem provozu.

S provozem i zde souvisí druhy využitých čistících procesů. I zde řešíme biologické čištění odpadních vod pomocí bakterií, proto musíme dbát na to, abychom do kanalizace nepouštěli přípravky s dlouhotrvajícím čistícím účinkem a nehubili tak tolik potřebné bakterie. Jedná se, stejně jako u KČOV, o přípravky na bázi chlóru.

7.3. ÚČINNOST ČOV

Domácí čistírny odpadních vod vykazují stejné výsledky s minimálním kolísáním po celý rok. V následující tabulce jsou pro porovnání vypsány hodnoty, kterých dosahují ČOV, které jsou v současné době v nabídce prodejců.

ZDROJ	ČOV AS-HSBR (Asio)				
PARAMETR	BSK ₅	CHSK	NL	N-NH ₄	P _{celk.}
Odtok (mg/l)	25	90	30	15	3,3
ZDROJ	Domovní čistírny s membránou (envi-pur)				
PARAMETR	BSK ₅	CHSK	NL	N-NH ₄	P _{celk.}
Odtok (mg/l)	10	40	1	-	-
ZDROJ	ČOV – Čištění odpadních vod – Domovní čistírny (envip-ur)				
PARAMETR	BSK ₅	CHSK	NL	P _{celk.}	N _{celk.}
Odtok (mg/l)	5	32	17	1,5	25
Účinnost (%)	98	95	95	91	64
ZDROJ	Čistírny STMH (Hellstein)				
PARAMETR	BSK ₅	CHSK	NL	N-NH ₄	P _{celk.}
Odtok (mg/l)	25	10	25	20	10

pozn. Všechny zdroje jsou uvedeny v souhrnu zdroje celé diplomové práce.

Tab. 13 – Účinnost domácích čističek na současném trhu

7.4. REÁLNÉ PROBLÉMY ČOV

Domácí čističky odpadních vod nemají tak jasně definovaný vážně hrozící problém jako je kolmatace filtru. Jejich největším rizikem je špatná dimenzace. Pokud dojde k poddimenzování, jsme schopni ještě lehce zvýšit kapacitu přidáním nosiče biomasy do komory s provzdušňováním, jak již bylo několikrát zmíněno. Ovšem problém může nastat i v opačném případě předimenzování. Skrze ČOV bude protékat tak malé množství odpadní vody, že zde nebude možné udržet stálou hladinu aktivovaného kalu a nebude zde dostatek bakterií na vyčištění vody. V tomto případě je náprava mnohem složitější. V lepším případě lze do čističky přidávat bakterie uměle, v horším ji bude nutné vyměnit za menší.

8. ZÁVĚREČNÉ SHRNU TÍ POZNATKŮ

8.1. VÝBĚR OBJEKTU

V závěrečném hodnocení bych ráda vysvětlila výběr objektu. Jedná se o horský penzion s kapacitou „pouhých“ 24 lůžek. Již při vymýšlení tématu diplomové práce jsem věděla, že se chci podrobně zabývat kořenovou čističkou odpadních vod a tím byla i ovlivněna volba velikosti zařízení, kde bude KČOV vyprojektována. Vzhledem k základní informaci týkající se minimální potřebné plochy (5 m²/EO) byl záměrně zvolen objekt menšího rozsahu. Chtěla jsem si ověřit svou myšlenku, že lze aplikovat KČOV k většímu objektu, než je rodinný dům, ale zároveň k tak velkému, aby bylo možné kořenový filtr vůbec vyprojektovat v okolí. Také se mi líbila již počáteční idea architektů s přírodním tvarem penzionu, kdy hotel evokuje tvar a zbarvení přírodního kamene. Nehodnotíme teď ohlasy na stavbu samotnou, které nejsou nijak pozitivní, ponechme si pouze přírodní myšlenku, která sama vybízí k ekologické a biologické likvidaci odpadních vod. Kolem hotelu se nachází velké volné louky, ovšem v zimě využívané jako sjezdovky, bylo zde tedy nutné řešit umístění tak, aby bylo správně zasazeno v kopci, ale zároveň, aby nedošlo k omezení ploch sjezdovek.

8.2. VÝBĚR VARIANTY ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Varianta	Bodování							
	Cena	Ekologie	Provozní náklady	Nárazový provoz	Náklady na spotřebu energie	Produkce kalu	Náročnost provozu (údržba)	Získané body
ČOV	4	2	2	1	0	1	3	13 b
KČOV	0	5	3	3	3	2	1	17 b

Tab.14 – Multikriteriální hodnocení vybraných variant.

V multikriteriální tabulce byli srovnány dvě vybrané varianty likvidace odpadních vod. Body v tab.14 byli přidělovány dle váhy a podstaty kritéria. Ta, která tvoří podstatu celé práce, byla zvýrazněna modře a jsou podle toho i bodově hodnocena. Jedná se o:

- cenu (rozhodující kritérium dnešní doby)
- ekologickou stránku řešení (pointa celé práce)
- nárazový provoz (vychází z uvažovaného provozu hotelu, který nemusí být vždy poblíž veřejných sítí)
- náklady na spotřebu energie (u horských hotelů nemusí být zbudována elektrická přípojka a hotel se bude zásobovat z přírodních kolísavých zdrojů)

Kritéria byla bodována dle důležitosti, kdy například produkce kalu je pouze okrajové kritérium, protože kalu se u této problematiky nelze vyhnout. Z porovnání vyšla s 4 bodovým rozdílem lépe kořenová čistička. Do projektu byla tedy zasazena KČOV s veškerým příslušenstvím, skladbou a osazením filtru.

S ohledem na prostor v okolí hotelu bylo možné projektovat čistě přírodní způsob čištění odpadních vod. Toto řešení je vhodné do míst, kde je možné ho vybudovat, např. na zmíněné Téryho chatě ve Vysokých Tatrách by toto řešení neobstálo s ohledem na skalnatý terén.

8.3. SOUHRNNÝ ZÁVĚR A POZNATKY AUTORKY

Na úplný závěr bych ráda sdělila své poznatky a dojmy z vybraného řešení. Myslím, že jsou jasné a zřejmé důvody, proč jsou domácí ČOV v jasné převaze oproti KČOV, ale zároveň zastávám názor, že jejich doba ještě přijde. V Rakousku je takovýchto čističek čím dál více s dobrými výsledky v průběhu celého roku a je jen na nás, než si takové řešení přeneseme k nám. Naši předkové budovali mokřady, aby zadrželi v krajině co nejvíce vody. V současné době je mokřadů znovu nedostatek a začínáme si uvědomovat všichni, že s klesající hladinou podzemních vod je nutné něco dělat. A co nám brání si na zahrádce vybudovat „kořenovku“? Spousta lidí na toto řešení kouká jako na velice zajímavé a atraktivní řešení jako na něco luxusního. A navíc je toto řešení velice ekologické. Obětujeme 25 m² naší zahrádky a budme my ti, co se snaží, za ty, kteří budou svým známým vysvětlovat, jak jednoduše a levně (nepočítaje vstupní náklady) likvidujeme odpadní vody. Vždyť se nám to vrátí.

Nejvíce mne na KČOV zaujala jednoduchost řešení – to, že pouze dobře promyšlenou skladbou a osazením se dokážeme domluvit s přírodou, aby pro nás pracovala. Taktéž mě velice zaujalo, že čistící prostředky, které používáme, bychom ve většině případů mohli používat dál. Tím nevznikají žádné další náklady ani vyšší výdaje v domácnosti. Kořenovou čističku lze aplikovat i pro celé vesnice. Proč ne? Jediné, co k tomu budeme potřebovat je mírná osvětla obyvatelstva a pozemky. Ale proč by pak kolem kořenového filtru nemohl vzniknout běžecký okruh? Naučná stezka nebo park, jehož centrem by byl osazený, barevně kvetoucí „rybníček“¹⁸.

Věřím, že toto řešení budeme v naší zemi potkávat čím dál častěji, protože díky novým zkušenostem a poznatkům budeme navrhovat takové KČOV, že budou bezproblémově fungovat a dosahovat u toho vynikajících výsledků.

¹⁸ Lidé si velice často myslí, že při zřízení kořenového filtru budou koukat na rybníček. Jak již víme, není tomu tak, protože vodní hladinu najdeme u KČOV až přibližně 10 pod povrchem.

9. SEZNAM LITEARATURY A PODKLADŮ

- [1] Obr.1 – obrázek vytvořenou autorkou na základě podkladů z ankety
- [2] Obr.2 - <http://leto.mujkralicak.cz/fotogalerie/fotogalerie/penzion-kralicak.htm>, ke dni 08.10.2018
- [3] Obr.3 – <https://www.archiweb.cz/b/horsky-penzion-kralicak>, ke dni 2.1.2019
- [4] Obr.4 – mapový podklad portálu seznam.cz – mapy.cz – typ mapy – zeměpisná, vyhledáno podle vesnice Hynčice pod Sušinou
- [5] Obr.5-8 – vytvořen autorkou na základě mapovým podkladů mapy.cz a katastrálních map z nahlížení do katastru nemovitostí
- [6] Obr. 9 - <https://rietland.com/project/novotel-antwerpen>, ke dni 13.10.2018
- [7] Obr.10 - <https://www.asio.cz/cz/energie-sedych-vod>, ke dni 27.10.2018
- [8] Obr.11 - RNDr. Jana Ambrožová, Ph.D., Aplikovaná a Technická hydrobiologie, 2. vydání Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2003, ISBN 80-7080-521-8, str. 10
- [9] Obr.12+14 - článek: Kořenové čističky odpadních vod, autor Michal Šperling, dne 14.4.2014, <https://i-staveniste.cz/index.php/clanky/stavime/54-korenove-cisticky-odpadnich-vod>, ke dni 29.10.2018
- [10] Obr.13 – článek: Kořenová čistička – schéma fungování, <http://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/fungovani/Korenova-cisticka%E2%80%93korenova-cistirna%E2%80%93schema-fungovani.html>, ke dni 2.1.2019
- [11] Obr. 15+16 - článek: Kořenové čistírny – rekapitulace a budoucnost v České republice, autor: Michal Křiška, Miroslava Němcová, <http://vodnihospodarstvi.cz/korenove-cistirny/>, ke dni 6.12.2018
- [12] Obr. 17 – článek: Proces čištění na ČOV s technologií SBR, autor: Ing. Karel Plotěný dne: 12.6.2014, <https://www.asio.cz/cz/279.proces-cisten-na-cov-s-technologie-sbr>, ke dni 2.1.2019
- [13] Obr.18+19 – článek: Čistírny odpadních vod AS-VARIOCOMP N (30-300 EO), <https://www.asio.cz/cz/as-vario-comp-n-30-300-eo>, ke dni 2.1.2019
- [14] Obr.20 – článek: Biologické čistírny odpadních vod AS-HSBR (60-300 EO), <https://www.asio.cz/cz/as-hsbr-60-300eo>, ke dni 2.1.2019
- [15] Projekt – penzion Kraličák (nalezeno <https://www.archiweb.cz/b/horsky-penzion-kralicak>, ke dni 15.4.2018), projektová dokumentace získána od Ječmen studia – Lukáš Blažek
- [16] vyhláška č.268/2009 Sb. – Oficiální jednotná klasifikace ČR 2010-2012 (přístupno na <http://www.mmr.cz/getmedia/d2e0a220-2540-4d5b-a0e0-798762e1a82c/Oficialni-jednotna-klasifikace-CR-2010-2012.pdf>; ke dni 08.10.2018)
- [17] příloha č.12 vyhlášky č.120/2011 Sb. (přístupno na <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/94-smerna-cisla-rocni-potreby-vody>; ke dni 13.10.2018)
- [17] Novotel Antwerpen, <https://rietland.com/project/novotel-antwerpen>, ke dni 13.10.2018
- [18] článek: Kořenové čističky odpadních vod (KČOV), autor: Ing. Petr Polák, dne 1.8.2011, <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/7689-korenove-cisticky-odpadnich-vod-kcov>
- [19] článek: Voda, <https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>, ke dni 27.10.2018
- [20] zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví
- [21] článek: Průměrná spotřeba vody na osobu, vydaný dne 16.5.2018, <https://stavimbydlim.cz/prumerna-spotreba-vody-na-osobu/>, ke dni 27.10.2018

- [22] RNDr. Jana Ambrožová, Ph.D., Aplikovaná a Technická hydrobiologie, 2. vydání Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2003, ISBN 80-7080-521-8
- [24] článek: Kořenové čističky odpadních vod, autor Michal Šperling, dne 14.4.2014, <https://i-staveniste.cz/index.php/clanky/stavime/54-korenove-cisticky-odpadnich-vod>, ke dni 29.10.2018
- [25] Anaerobní separátor AS-ANASEP (včetně technických podkladů), <https://www.asio.cz/cz/as-anasep>, ke dni 6.12.2018
- [26] článek: Kořenové čističky v praxi, autor: Adam Krejčík, dne 11.7.2014, https://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/korenove-cisticky-v-praxi_55.html, ke dni 6.12.2018
- [27] článek: Kořenové čistírny – rekapitulace a budoucnost v České republice, autor: Michal Křiška, Miroslava Němcová, <http://vodnihospodarstvi.cz/korenove-cistirny/>, ke dni 6.12.2018
- [28] Zemní filtr AS-ZEON (včetně technických podkladů), <https://www.asio.cz/cz/as-zeon>, ke dni 6.12.2018
- [29] Pulzní vypouštěč AS-PULZ (včetně technických podkladů), <https://www.asio.cz/cz/as-pulz>, ke dni 6.12.2018
- [30] Výpočet počtu ekvivalentních obyvatel, autor: Ing. Zdeněk Reinberk, Ph.D., <https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/151-vypocet-poctu-ekvivalentnich-obyvatel>, ke dni 15.12.2018
- [31] ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD AS-VARIOcomp N 30–150 EO – projekční a instalační podklady, <https://www.asio.cz/cz/materialy-as-variocomp-n>, ke dni 16.12.2018
- [32] článek: Čistírny odpadních vod AS-VARIOCOMP N (30-300 EO), <https://www.asio.cz/cz/as-variocomp-n-30-300-eo>, ke dni 16.12.2018
- [33] článek: Popis funkce ČOV TOPAS, <https://www.topolwater.com/domovni-cov-funkce.htm>, ke dni 16.12.2018
- [34] článek: Domácí čistírna odpadních vod se vyplatí, autorka: Dana Jakešová, dne 25.7.2010, <https://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/206009-domaci-cistirna-odpadnich-vod-se-vyplati.html>, ke dni 16.12.2018
- [35] článek: Jak funguje septik, <https://www.stavebni-vzdelani.cz/jak-funguje-septik/>, ke dni 30.12.2018
- [36] článek: ČOV, septik nebo jímka – v čem je rozdíl? Kde je vhodně použít? <http://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>, ke dni 30.12.2018
- [37] článek: Jímky, žumpy AS-NADRZ PP /EO/PB/SV, <https://www.asio.cz/cz/as-nadrz-pp-eo-pb-sv>, ke dni 30.12.2018
- [38] článek: Biologické čistírny odpadních vod AS-HSBR (60-300 EO), <https://www.asio.cz/cz/as-hsbr-60-300eo>, ke dni 30.12.2018
- [39] článek: Domácí čistírny s MBR – ke stažení – Domovní ČOV a Membránové ČOV, dne 14.9.2018, <http://www.envi-pur.cz/cz/domovni-mbr-cistirny-odpadnich-vod/>, ke dni 2.1.2019
- [40] Technický list čistíren odpadních vod STMH, <https://www.hellstein.cz/ke-stazeni>, ke dni 2.1.2019
- [41] článek: Biologické čistírny odpadních vod AS-HSBR (60-300 EO), <https://www.asio.cz/cz/as-hsbr-60-300eo>, ke dni 2.1.2019

10. SEZNAM PŘÍLOŽENÉ DOKUMENTACE

Pořadí	Název výkresu
01	Technická zpráva
02	Situace
03	KAN – základy – svodné potrubí
04	KAN – půdorys 1.NP
05	KAN – půdorys 2.NP
06	KAN – půdorys 3.NP
07	KAN – pohled na střechu
08	Podélný řez svodným potrubím
09	Svislé řezy potrubí
10	Vzorové uložení potrubí v chodníku
11	Řez septikem AS-ANASEP 37,6
12	Řez kořenovým filtrem
13	Schéma soustavy čištění odpadních vod
14	VOD – půdorys 1.NP
15	VOD – půdorys 2.NP
16	VOD – půdorys 3.NP
17	VOD – Axonometrie 1.NP
18	VOD – Axonometrie 2.NP
19	VOD – Axonometrie 3.NP
20	Schéma zapojení zásobníku TV