



**Ověření funkčnosti domovních ČOV se zasakováním
v regionu Tišnovska**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Mgr. Milan Geršl, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Žaneta Krábková

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Žaneta Krábková**
Studijní program: Technologie odpadů
Obor: Technologie a management odpadů
Konzultant: Mgr. Ing. Pavel Mach, Ph.D., DiS.
Název tématu: **Ověření funkčnosti domovních ČOV se zasakováním v regionu Tišnovska**
Rozsah práce: 50-60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Rešeršně zpracujte současný stav legislativy týkající vod malých domovních ČOV se zasakováním.
2. Vyberte minimálně 3 reálně provozované domovní ČOV v Tišnovském regionu se zasakováním a popište u nich použitou technologii čištění. Popište geologickou a hydrogeologickou situaci lokalit určující možnosti zasakování.
3. Vyberte minimálně 3 reálně provozované ČOV se zasakováním, kde budou minimálně 2x za rok odebrány vzorky a v nich stanoveny parametry podle příslušného předpisu, resp. konkrétního vydaného povolení. Od provozovatelů ČOV vyžádejte údaje o provozu ČOV.
4. Získaná data vyhodnoťte, interpretejte a posuďte funkčnost třech vybraných ČOV.

Seznam odborné literatury:

1. HLAVÍNEK, P. *Čištění odpadních vod*. Noel 2000 s.r.o., 1996.
2. HLAVÍNEK, P. – ŘÍHA, J. – KUŽMOVÁ, V. *Jakost vody v povodí*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 209 s. ISBN 80-214-2815-5.
3. NEMEROW, N L. a kol. *Environmental engineering : water, wastewater, soil, and groundwater treatment and remediation*. 6. vyd. Hoboken, N.J.: Wiley, 2009. 384 s. ISBN 978-0-470-08303-1.
4. DAVIS, M L. *Water and wastewater engineering : design principles and practice*. New York: McGraw-Hill, 2010. 1 s. ISBN 978-0-07-171384-9.
5. CHUDOBA, J. – DOHÁNYOS, M. – WANNER, J. *Biologické čištění odpadních vod: vysokoškolská příručka pro vysoké školy chemicko-technologické*. Praha : SNTL, 1991. 465 s.
6. CHUDOBA, J. *Odpadní vody a jejich čištění*. Praha: b.n., 1991. 121 s. ISBN 80-85122-09-X.
7. GRADY, C P L. a kol. *Biological wastewater treatment*. 3. vyd. Boca Raton: Taylor & Francis, 2011. 991 s. ISBN 978-0-8493-9679-3.
8. WIESMANN, U. – CHOI, I S. – DOMBROWSKI, E. *Fundamentals of biological wastewater treatment*. Weinheim. 2006. ISBN 9783527609604, 9783527312191. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/9783527609604>.

Datum zadání diplomové práce: říjen 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017


Bc. Žaneta Krábková
Autorka práce




Mgr. Milan Geršl, Ph.D.
Vedoucí práce


prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., dr. h. c.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Ověření funkčnosti domovních ČOV se zasakováním v regionu Tišnovska“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 22.4.2017

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce panu Mgr. Milanu Geršlovi, Ph.D. za odborné rady a cenné připomínky při psaní mé práce. Dále bych ráda poděkovala vlastníkům vybraných domovních čistíren odpadních vod za poskytnutí potřebných informací a vzorků odpadních vod z těchto čistíren. Děkuji také Mgr. Ing. Gabrielle Machů, Ph.D., Dis. za ochotu a cenné rady při provádění laboratorních měření.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá ověřováním funkčnosti domovních čistíren odpadních vod se zasakováním v regionu Tišnovska. V teoretické části jsou popsány způsoby nakládání s odpadními vodami v rámci rodinných domů, jejich rozdělení, vlastnosti a využití. Je zde popsána technologie vybraných domovních čistíren odpadních vod a způsob jejich obsluhy. Jsou zde zmíněné legislativní předpisy týkající se čistíren odpadních vod a jejich vypouštění do vod podzemních. Součástí práce je geologický a hydrogeologický popis lokality, v nichž se sledované domovní čistírny odpadních vod nachází. V rámci praktické části byla ověřována účinnost čištění odpadních vod. Vzorčky odpadních vod byly pravidelně po dobu šesti měsíců odebírány z jednotlivých domovních čistíren odpadních vod a analyzovány v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Naměřené parametry určující kvalitu odpadních vod byly porovnávány s příslušnými právními předpisy a hodnotami garantovanými výrobcem jednotlivých domovních čistíren odpadních vod. Výsledky rozborů odpadních vod byly vyhodnoceny a interpretovány. Na jejich základě byla stanovena doporučení pro provoz čistíren.

Klíčová slova: domovní čistírna odpadních vod, odpadní voda, účinnost čištění odpadních vod se zásakem

ABSTRACT

This thesis is concerned with verifying the functionality of domestic wastewater treatment plants soaking in the Tišnov region. The theoretical section describes methods of waste water within the houses, their distribution, utilization characteristics. There is also described the technology selected domestic wastewater treatment plants method of operation. There are mentioned legislative provisions relating to wastewater treatment plants discharging to do their groundwater. The work includes hydro-geological description of the site, in which monitored Domestic wastewater treatment plant is located. Within the practical part was to validate the effectiveness of wastewater treatment. Samples of wastewater were regularly for six months removed from individual domestic wastewater treatment plants BAT and analyzed in the laboratory of the Institute of Agricultural, Food and Environmental Engineering Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno. Measured parameters determining the quality of wastewater were compared with relevant legislation, the values guaranteed by the manufacturer of the individual household wastewater. Results of the analyzes of waste waters were evaluated interpreted. On the basis of their recommendations was established.

Keywords: domestic wastewater treatment plants, waste water, wastewater treatment plants soaking

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ	11
3.1	Vznik odpadních vod v rodinných domech.....	11
3.1.1	Šedé vody	11
3.1.2	Splaškové vody.....	12
3.1.3	Dešťové vody.....	13
3.2	Možnosti nakládání, využití a hospodaření s odpadními vodami.....	14
3.2.1	Jímka na vyvážení	14
3.2.2	Septik	14
3.2.3	Domovní čistírna odpadních vod.....	15
3.3	Legislativa v oblasti domovních čistíren odpadních vod se zasakováním.....	15
3.3.1	Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.	16
3.3.2	Nařízením vlády č. 57/2016 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. 18	
3.4	Geologie, hydrogeologie území.....	21
3.4.1	Geomorfologie území	21
3.4.2	Geologické poměry.....	21
3.4.3	Hydrogeologické poměry	22
3.4.4	Vlastnosti horninového prostředí z hlediska zasakování přečištěných odpadních vod z DČOV a dešťových vod do horninového prostředí	23
3.5	Hydrogeologický průzkum, hydrogeologický posudek.....	24
3.5.1	Hydrogeologický průzkum	24
3.5.2	Hydrogeologický posudek.....	25
3.6	DČOV - princip, funkce, strojní zařízení.....	25
3.6.1	Popis a funkce jednotlivých částí DČOV AT 6 a AT 8.....	26
3.6.2	Technologicko - strojní zařízení	27
3.6.3	Provoz a obsluha DČOV	28
4	METODIKA	31
4.1	Vybrané DČOV	31
4.1.1	Základní popis a využití DČOV 1	31
4.1.2	Základní popis a využití DČOV 2	32

4.1.3	Základní popis a využití DČOV 3	33
4.2	Analytické práce	34
4.2.1	Sledované ukazatele odpadní vody.....	34
4.2.2	Charakteristika a stanovení jednotlivých ukazatelů	35
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	41
5.1	Využití domovních čistíren odpadních vod.....	41
5.2	Měření u DČOV	41
5.2.1	DČOV 1.....	42
5.2.2	DČOV 2.....	52
5.2.3	DČOV 3.....	62
5.3	Porovnání výsledků jednotlivých měření BSK₅.....	70
5.3.1	DČOV 1.....	70
5.3.2	DČOV 2.....	71
5.3.3	DČOV 3.....	72
6	ZÁVĚR.....	74
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	75
7.1	Literární zdroje	75
7.2	Právní normy	75
7.3	Internetové zdroje	76
7.4	Ostatní zdroje	77
8	SEZNAM ZKRATEK.....	78
9	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	79
9.1	Seznam tabulek.....	79
9.2	Seznam obrázků	81
10	PŘÍLOHY	82

1 ÚVOD

V České republice není na obecní kanalizaci napojeno přes 1,5 milionů obyvatel. Prosakující jámky zapříčiňují nedostatečnou kvalitu povrchových a podzemních vod. Na vesnicích se také stále můžeme potýkat s jevem tzv. prokopnuté jámky a odtékání tak nevyčištěné odpadní vody volně do prostředí. Z tohoto důvodu by se pořízení domovní čistírny odpadních vod, která by odpadní vodu z domácností vyčistila, mohlo zdát jako ideální řešení. Nic není však černobílé.

Problematika čištění odpadních vod v těchto čistírnách je v současnosti velmi diskutovaným tématem. Účinnost čištění těchto vod se totiž často u jednotlivých domovních čistíren liší. Bývá to způsobené především nedostatečnou údržbou a kontrolou dané čistírny ze strany provozovatele. Majitelé těchto čistíren jsou často pohodlní a nejeví provozu čistírny takový zájem, jaký vyžaduje. Ne všichni provozovatelé čistíren nechávají čistírnu odpadních vod pravidelně kontrolovat servisním technikem čistírny a kontrolovat kvalitu vypouštěných odpadních vod tak, jak je to v právních požadavcích a v povolení vydaném vodoprávním úřadem vyžadováno. To může mít za následek například provozovatelem neobjevenou technickou závadu, a s ním spojený špatný chod čistírny, a tedy špatnou kvalitu vypouštěných odpadních vod. Provozovatelé čistíren tak žijí ve zkreslené představě, že provoz čistírny je v pořádku. V této představě mohou žít i několik měsíců, aniž by tuto skutečnost zaznamenali. Bohužel v současné době není z časových důvodů možné, aby tyto provozovatele příslušný vodoprávní úřad kontroloval. To se však jeví pouze jako otázka času. S přibývajícím množstvím domovních čistíren odpadních vod narůstá i zájem zpřísnit právní požadavky co se týče kvality vypouštěných odpadních vod z domovních čistíren, tak i co se týče dohlížení nad jejich provozováním.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je ověřit funkčnost domovních čistíren odpadních vod se zasakováním v regionu Tišnovska. Popsat vznik, rozdělení a vlastnosti odpadních vod. Vymezení základních pojmů a platných legislativních předpisů v oblasti čistíren odpadních vod a jejich vypouštění do vod podzemních. Charakterizovat technologii a provoz sledovaných domovních čistíren odpadních vod. Provést rozborů odpadních vod a jejich výsledky porovnat s platnými právními předpisy.

3 SOUČASNÝ STAV POZNATKŮ

3.1 Vznik odpadních vod v rodinných domech

Odpadní voda z rodinných domů je tvořena odpadní vodou z kuchyní, koupelen, záchodů a praček. Tyto vody se liší svým charakterem a obsahem organických nečistot, teplotou a pH. Odpadní voda z RD (rodinných domů) může často obsahovat i nerozpustné látky, písek nebo také látky organického původu, jako například zbytky ovoce, zeleniny či oleje.

V rodinných domech rozlišujeme tyto odpadní vody:

- šedé vody,
- splaškové vody,
- dešťové vody.

3.1.1 Šedé vody

Za šedé vody se považují vody z umývání nádobí, koupání, sprchování a praní prádla. Šedé vody rozdělujeme do čtyř kategorií:

1. neseparované šedé vody,
2. šedé vody z kuchyní a myček,
3. šedé vody z umyvadel, van a sprch a
4. šedé vody z praček (BIELLA, R., 2011).

Fyzikálně - chemické vlastnosti šedých vod:

Teplota

Teplota šedých vod z praček se pohybuje v rozmezí 28 až 32 °C. Ze sprch, van a umyvadel se teplota pohybuje okolo 18 až 38 °C.

pH

Hodnota pH se u šedých vod z koupelen a kuchyní pohybuje v rozmezí 5 až 8,6. Jedná se tedy o pH spíše kyselé až mírně zásadité. pH šedých vod se s podílem vod z praní pohybuje v hodnotách 9,3 až 10, jde tedy o pH zásadité.

Množství nerozpustných látek

Šedé vody z praček jsou charakteristické vyšším množstvím nerozpustných látek, než je tomu u vod z van, umyvadel a sprch. Jedná se například o kusy oděvů, uvolněná vlákna apod. U vod pocházející z van, sprch a umyvadel se jedná především o plovoucí látky typu vlasy, chlupy, vousy apod. Vysoké množství plovoucích látek se vyskytuje u vod pocházejících z kuchyňských dřezů a myček, kde se vyskytují zbytky jídel apod. V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty BSK a CHSK šedých vod (BIELLA, R., 2011).

Tab. č. 1: Hodnoty BSK₅ a CHSK v šedých vodách (BIELLA, R., 2011).

Ukazatel	pračky	vany, sprchy, umyvadla	kuchyně, myčky	neseparovaná šedá voda
BSK ₅ [mg/l]	48 až 682	19 až 200	669 až 756	41 až 194
CHSK [mg/l]	375	64 až 8000	26 až 1600	495 až 623

Z tabulky č. 1 je zřejmé, že nejvýše zatíženy jsou šedé vody pocházející z kuchyní a myček, což je způsobeno především vysokým podílem zbytků jídel. Nejméně zatíženy jsou šedé vody pocházející z van, sprch a umyvadel. Tyto vody jsou vhodné pro recyklaci, kdy je po vhodné úpravě můžeme použít na splachování, zalévání zahrad či na praní. Tato voda je pak označována jako bílá. Praxe recyklace šedých vod je však oproti zahraničí teprve na začátku.

3.1.2 Splaškové vody

Za splaškové odpadní vody jsou považovány vody, které jsou produkovány v domácnostech a jiných objektech městské vybavenosti, typu restaurace, hotely, nákupní střediska aj. Množství odpadních vod je téměř shodné s odebraným množstvím vody pitné.

Splašková voda se skládá z určitého množství pitné vody, lidských exkrementů, moči a produktů lidské činnosti v domácnostech. Znečišťující látky jsou tvořeny přibližně z 50 % anorganickými a z 50 % organickými látkami, přičemž nejvíce z organických látek je moč a fekálie (MALÝ, J., MALÁ, J., 2006; PITTER, P., 1999).

Mezi další zdroje organických látek patří například živočišné a rostlinné zbytky z kuchyní, které jsou tvořeny proteiny, sacharidy a lipidy). Sušina fekálií je tvořena bakteriemi, tuky, bílkovinami a polysacharidy. Mezi nejrozšířenější složku anorganických látek patří například sloučeniny dusíku, fosforu síry, chloridy aj. Tyto látky se vyskytují jak v moči, tak v pracích a čistících prostředcích (MALÝ, J., MALÁ, J., 2006).

Specifické množství splaškových odpadních vod q_{spec} . (tj. množství na 1 obyvatele za den) se pohybuje dle lokality mezi 80 - 200 l na osobu a den. V praxi se tato hodnota mírně nadhodnocuje a používá se 150 dm³ na osobu a den. Zahrnuje tak v sobě bezpečnostní rezervu (GRODA, B. a kol., 2007).

3.1.3 Dešťové vody

Hospodaření s dešťovou vodou je v současnosti v České republice velmi aktuální téma. Lidé se při stavbě rodinných domů pravidelně setkávají s požadavkem stavebních úřadů na nakládání s dešťovou vodou v rámci svého pozemku (voda.tzb-info.cz).

Dle platné legislativy rozlišujeme tři způsoby nakládání se srážkovými vodami. Pokud je dostatečně propustné podloží a jsou vhodné místní podmínky, doporučuje se srážkovou vodu zasakovat. V případě, že jsou podmínky pro vsakování nepříznivé, je možné, vsakování kombinovat s regulovaným odpouštěním a retencí. Poslední způsob nakládání se srážkovou vodou se využívá v případě, že se na pozemku nevsákne téměř nic. Tehdy je možné přistoupit pouze k retenci či regulaci odtoku do jednotné kanalizace. Jako jedno z nejvhodnějších řešení se jeví způsob, kdy se dešťová voda akumuluje a následně využívá na zálivku zahrady či v domácnostech na splachování WC či praní. Může tak v domácnostech na mnoha místech nahradit pitnou vodu a šetřit tak vodní zdroje i celkovou spotřebu pitné vody v domácnostech. Dále retencí a regulací odtoku zamezujeme přetěžování kanalizačních sítí (voda.tzb-info.cz).

Problematika hospodaření s dešťovými vodami je, jak jsem již psala, aktuální téma. Česká republika má problém s kvalitou a nízkým množstvím vod. Přispívá k tomu také problém se zadržováním vody v krajině apod. Proto je důležité vodou šetřit. V rámci RD se bavíme například o recyklaci šedých vod či akumulaci vod srážkových.

Ministerstvo životního prostředí v letošním roce vypisuje státní program s názvem „Modrá úsporám“, který je zaměřen především na využívání dešťové vody na zálivku či splachování, na využití upravené šedé vody na zálivku nebo na požití jako vod užitkových a dále pak na opatření na retenci a zasakování srážkových vod (www.mzp.cz).

Kvalita a charakteristika srážkových vod:

Již v atmosféře dochází ke kontaktu srážkové vody s různými chemickými látkami. Srážková voda po průchodu atmosférou má hodnotu pH okolo 5 až 6, díky tomu, že se váže mimo jiné s oxidem uhličitým, který je obsažen ve vzduchu. Znečištění již zachycené dešťové vody je dáno především látkami z průchodu atmosférou. Dešťová voda bývá také ve větší

míře znečištěna při kontaktu s povrchy střešních krytin, okapů apod. Kdy vlivem počasí a stárí dochází k uvolňování určitých částeczek povrchové úpravy. Tyto částice tvoří značné množství znečištění v dešťovém odtoku. Dalším problémem mohou být zbytky listů, jehličí a prach na střechách a v okapních žlabech (voda.tzb-info.cz).

3.2 Možnosti nakládání, využití a hospodaření s odpadními vodami

Odpadní vody vznikají přirozeně v každém rodinném domě. Dle legislativních předpisů je nutné určitým způsobem s těmito vodami nakládat. Rodinné domy mohou být napojeny na veřejnou kanalizaci ukončenou centrální čistírnou odpadních vod, platí tak stočné. Pokud však v obci není vybudovaná veřejná kanalizace nebo není z určitého důvodu možné se připojit na tuto kanalizaci, je nutné nakládat s těmito vodami jiným způsobem.

Možnosti nakládání s odpadními vodami v rámci RD bez veřejné kanalizace:

1. jímka na vyvážení (žumpa)
2. septik
3. domovní čistírna odpadních vod (balená, kořenová).

3.2.1 Jímka na vyvážení

Jímka na vyvážení, neboli žumpa, je vodotěsná nádrž, která slouží na akumulaci odpadních vod z domů. Zpravidla je kruhového či obdélníkového půdorysu a je nutné ji pravidelně nechat vyvážet na příslušnou centrální ČOV (čistírna odpadních vod).

Jímky se používají převážně u staveb sloužících k rekreaci nebo tam, kde není domovní ČOV povolena (př.: chráněná území) (GRODA, B., 2008).

3.2.2 Septik

Septik slouží zejména k zachycení nerozpuštěných látek a k částečnému anaerobnímu biologickému čištění. Často slouží jako předstupeň před dalším čištěním. Jeho samotné použití, k čištění odpadních vod bez dalšího stupně čištění, není vodohospodářství povolováno (GRODA, B. a kol., 2007).

3.2.3 Domovní čistírna odpadních vod

Domovní čistírny odpadních vod (dále DČOV) jsou zařízení, u nichž dochází k předčištění odpadních vod a jejich následnému vypouštění do vod podzemních či povrchových. Dle principu a technologie čištění odpadních vod se dělí na tzv. balené a kořenové.

Balená ČOV

Balené ČOV se používají do kapacity 200 ekvivalentních obyvatel. Jedná se o kompletní technologický celek montovaný ve výrobě a instalován na pozemku, na němž jsou odpadní vody svedeny. Odpadní voda je v tomto zařízení mechanicko-biologicky předčištěna a vypouštěna do recipientu, příp. zasakována na pozemku.

Kořenová ČOV

Kořenové čistírny odpadních vod se řadí do skupiny extenzivních způsobů čištění odpadních vod. Tyto ČOV využívají fyzikální, chemické a biologické samočisticí procesy, které probíhají v porézním půdním prostředí plně nasyceném vodou. Základním principem je průtok odpadní vody přes propustný substrát osázený rostlinami (KOUŘIL, M., 2006).

3.3 Legislativa v oblasti domovních čistíren odpadních vod se zasakováním

Vypouštění odpadních vod z domovních ČOV do vod povrchových či podzemních podléhá mnoha právním předpisům.

Mezi základní právní předpisy řadíme:

- 1. Zákon č. 254/2001 Sb.** o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- 2. Nařízení vlády č. 57/2016 Sb.** o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

3.3.1 Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Základní pojmy v oblasti vypouštění odpadních vod do vod podzemních:

Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami; za podzemní vody se považují též vody protékající podzemními drenážními systémy a vody ve studních.

Vodním zdrojem jsou povrchové nebo podzemní vody, které jsou využívány nebo které mohou být využívány pro uspokojení potřeb člověka, zejména pro pitné účely.

Nakládáním s povrchovými nebo podzemními vodami je jejich vzdouvání pomocí vodních děl, využívání jejich energetického potenciálu, jejich využívání k plavbě nebo k plavení dřeva, k chovu ryb nebo vodní drůbeže, jejich odběr, vypouštění odpadních vod do nich a další způsoby, jimiž lze využívat jejich vlastnosti nebo ovlivňovat jejich množství, průtok, výskyt nebo jakost.

Hydrogeologický rajon je území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zvodnění a oběhem podzemní vody.

Stavem podzemních vod se rozumí obecné vyjádření stavu útvaru podzemní vody určené kvantitativním nebo chemickým stavem, podle toho, který je horší.

Dobrým stavem podzemních vod se rozumí takový stav útvaru podzemních vod, kdy je jeho kvantitativní i chemický stav přinejmenším dobrý.

Dobrým chemickým stavem podzemních vod se rozumí chemický stav potřebný pro dosažení cílů ochrany vod jako složky životního prostředí (§ 23a), při kterém koncentrace znečišťujících látek nepřekračují normy environmentální kvality.

Kvantitativním stavem podzemních vod se rozumí vyjádření míry ovlivnění útvaru podzemních vod přímými odběry.

Odpadní vody jsou vody použité v obytných průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod.

Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadů (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

§ 3 *Práva k vodám a právní povaha vod*

(1) Povrchové a podzemní vody nejsou předmětem vlastnictví a nejsou součástí ani příslušenstvím pozemku, na němž nebo pod nímž se vyskytují; práva k těmto vodám upravuje tento zákon.

(2) Zá povrchové a podzemní vody se nepovažují vody, které byly z těchto vod odebrány.

(3) V pochybnostech o tom, zda se jedná nebo nejedná o povrchové nebo podzemní vody, rozhoduje vodoprávní úřad č. (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

Nakládání s vodami:

§ 5 *Základní povinnosti*

(1) Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami, je povinen dbát o jejich ochranu a zabezpečovat jejich hospodárné a účelné užívání podle podmínek tohoto zákona a dále dbát o to, aby nedocházelo k znehodnocování jejich energetického potenciálu a k porušování jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy.

§ 8 *Povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami*

c) k vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

§ 9

(1) Povolení k vypouštění odpadních vod nemůže být vydáno na dobu delší než 10 let (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

§ 15a *Ohlášení vodních děl a vodohospodářských úprav*

(1) K provedení vodních děl určených pro čištění odpadních vod do kapacity 50 ekvivalentních obyvatel, jejichž podstatnou součástí jsou výrobky označované CE podle zvláštního právního předpisu, postačí ohlášení vodoprávnímu úřadu. Při jejich

ohlašování se přiměřeně použijí ustanovení stavebního zákona o ohlašování staveb (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

(2) Ohlášení vodního díla podle odstavce 1 obsahuje

- a) náležitosti podle stavebního zákona,
- b) kategorii výrobku označeného CE,
- c) projektovou dokumentaci zpracovanou osobou, která získala oprávnění k této činnosti podle zvláštního právního předpisu,
- d) způsob vypouštění odpadních vod,
- e) vyjádření příslušného správce vodního toku v případě vypouštění odpadních vod z vodního díla do vod povrchových,
- f) stanovisko správce povodí,
- g) vyjádření osoby s odbornou způsobilostí v případě vypouštění odpadních vod z vodního díla přes půdní vrstvy do vod podzemních,
- h) provozní řád (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

§ 55 Vodní díla jsou

c) stavby vodovodních řadů a vodárenských objektů včetně úpraven vody, kanalizačních stok, kanalizačních objektů, čistíren odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizací (ZÁKON č. 254/2001 Sb.).

3.3.2 Nařízením vlády č. 57/2016 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

§1

(1) Ukazatele přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních a nejvýše přípustné hodnoty těchto ukazatelů (dale jen “emisní standardy”) jsou uvedeny v příloze č. 1 k tomuto nařízení (viz příl. č. 1).

(2) Klasifikace výrobku označovaného CE, který je podstatnou součástí vodních děl ohlášených podle § 15a zákona, je uvedena v příloze č. 2 k tomuto nařízení (viz příl. č. 2) (N.V. č. 57/2016 Sb.).

§ 2

Náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních obsahuje vedle obecných náležitostí dále také:

- a) dobu, na kterou se povolení vydává,
- b) způsob vypouštění odpadních vod,
- c) určení místa nebo míst, ve kterých dochází k vypouštění odpadních vod,
- d) maximální roční množství vypouštěných odpadních vod,
- e) emisní limity, kterými jsou nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které je nutno dodržet v místě odběru vzorků,
- f) způsob, četnost, typ a místo odběrů vzorků vypouštěných odpadních vod,
- g) způsob stanovení množství vypouštěných odpadních vod,
- h) způsob provádění rozborů vypouštěných odpadních vod podle jednotlivých ukazatelů znečištění uvedených v povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních podle příslušné technické normy; není-li příslušná technická norma vydána, stanoví způsob rozboru vodoprávní úřad individuálně na základě dostupných podkladů,
- i) způsob vyhodnocení výsledků rozborů jednotlivých ukazatelů znečištění a výsledků měření a stanovení objemu vypouštěných odpadních vod do vod podzemních a zjištěného množství vypouštěných znečišťujících látek pro účely evidence a kontroly,
- j) způsob, formu, četnost a termín předávání výsledků měření vodoprávnímu úřadu.

(2) Minimální četnost měření míry znečištění odpadních vod podle odst. 1 písm. f) je dvakrát ročně s typem vzorku A, kterým se rozumí dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut. Pokud je čistící zařízení vybaveno akumulacním prostorem pro vyčištěnou odpadní vodu umožňující hydraulickou dobu zdržení alespoň 2 hodiny, je možné použít typ vzorku prostý jednorázově odebraný z akumulacního prostoru.

(3) Pro odběr vzorků za účelem analýzy mikrobiologických ukazatelů musí být použita sterilní vzorkovnice, vzorek musí být v průběhu odběru i během transportu do laboratoře chlazen na 2 až 8 °C a musí být zpracován do 18 hodin po odběru; měření musí být

rovnoměrně rozloženo v průběhu roku a musí zohledňovat charakter činnosti zdroje znečištění.

(4) Množství vypouštěných odpadních vod podle odst. 1 písm. g) se stanovuje podle údajů vodoměru odebrané pitné a užitkové vody nebo měřením na výstupu z čistícího zařízení. U čistících zařízení s kapacitou pod 50 ekvivalentních obyvatel lze použít odhad množství ze směrných čísel roční potřeby vody¹⁾, pokud není technicky možné použít způsobu měření podle věty první (N.V. č. 57/2016 Sb.).

§3

Stanovení přípustných hodnot znečištění

(1) Při povolování vypouštění odpadních vod z jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci stanoví vodoprávní úřad přípustné hodnoty znečištění do výše emisních standardů uvedených v tabulce č. 1 k tomuto nařízení.

(2) Při povolování vypouštění odpadních vod z jednotlivých staveb poskytující ubytovací služby stanoví vodoprávní úřad přípustné hodnoty znečištění do výše emisních standardů uvedených v tabulce č. 1 B přílohy č. 1 k tomuto nařízení.

(3) Pokud z vyjádření osoby s odbornou způsobilostí vyplýne, že vzhledem ke zjištěným hydrogeologickým charakteristikám a množství vypouštěných odpadních vod hrozí kontaminace podzemních vod mikrobiologickým znečištěním, stanoví vodoprávní úřad vedle přípustných hodnot znečištění podle odstavce 1 nebo 2 také přípustné hodnoty znečištění mikrobiologických ukazatelů podle tabulky č. 1 C přílohy č. 1 k tomuto nařízení.

(4) V případě stanovení přípustných hodnot znečištění mikrobiologických ukazatelů stanovených podle odstavce 3 je mikrobiologické znečištění odstraňováno pomocí technického zařízení, které je součástí čistírny odpadních vod a jehož technologie umožní dosažení hodnot mikrobiologických ukazatelů stanovených vodoprávním úřadem a současně nebude mít negativní vliv na chemické složení odpadních vod.

(5) Při povolování vypouštění odpadních vod v území se zvláštní ochranou podle § 30 nebo 33 zákona stanoví vodoprávní úřad přípustné hodnoty znečištění přísnější nebo pro více ukazatelů podle charakteru a požadavků na ochranu těchto území.

(6) Pokud je k čištění odpadních vod použito zařízení pro čištění odpadních vod

ohlašované podle § 15a vodního zákona, musí spadat pod klasifikaci výrobku označeného CE stanovenou v příloze č. 2 k tomuto nařízení.

(7) Přípustné hodnoty znečištění se nepovažují za dodržené v případě, že k jejich dosažení bylo využito zředování odpadních vod, například vodami srážkovými (N.V. č. 57/2016 Sb.).

3.4 Geologie, hydrogeologie území

3.4.1 Geomorfologie území

Z hlediska geomorfologického se zájmové území nachází v oblasti Českomoravské vrchoviny. Dle geomorfologického členění České republiky patří zájmová lokalita do soustavy České vysočiny, podsoustavy Českomoravské vysočiny. Přičemž střed moravské části Českomoravské vrchoviny zaujímá rozsáhlá Křižanovská vrchovina se střední nadmořskou výškou 540 m n. m. (HG posudek - GEON, s.r.o.).

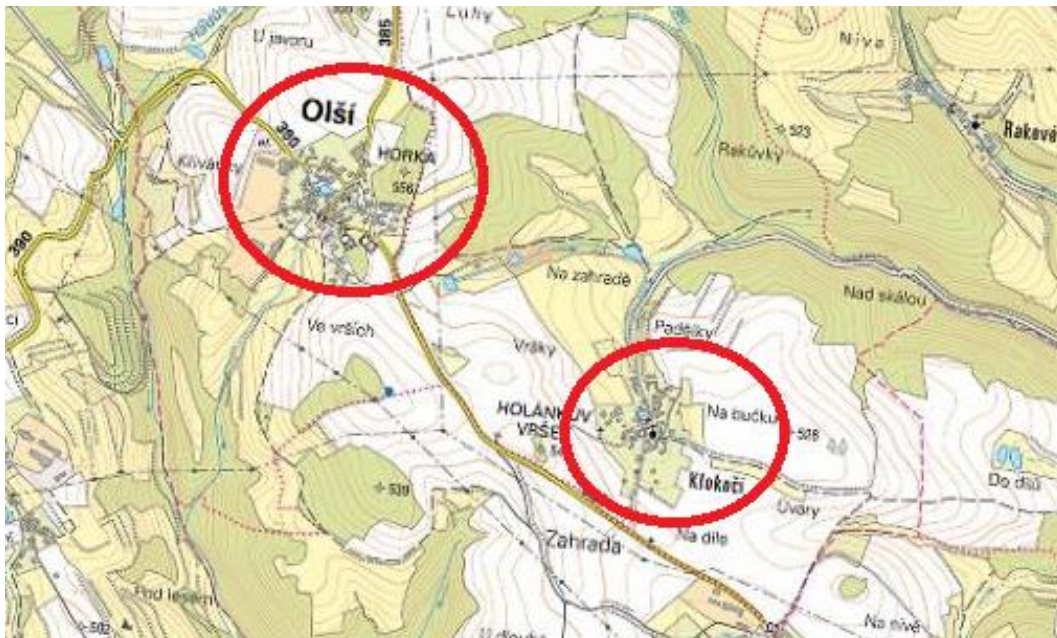
3.4.2 Geologické poměry

Geologicky je vybrané území budované horninami moldanubika Českého masivu. Tyto moldanubické horniny jsou prezentovány v zájmové lokalitě především biotickými migmatickými rulami až migmatity a amfibolity. Plášť mladých kvartérních pokryvů je z genetického hlediska tvořen následujícími typy pokryvů:

- eluvii krystalinických hornin
- fluviálními sedimenty
- deluviofluviálními sedimenty
- diluviálními sedimenty
- eolickými sedimenty.

Na parovinných plošinách a mírněji ukloněných svazích, proces periglaciálního zvětrávání zasahoval do větších hloubek, přičemž konfigurace terénu znesnadňovala odnos zvětralin. Dodnes se tedy v mírněji exponovaném terénu zpravidla zachoval mocnější zvětralinový plášť. S ohledem na situování lokality v prostoru erozní rýhy, nelze předpokládat větší mocnost zvětralinového residua, i když zvětrávání podél puklin může dosahovat do hloubek 15 až 20 m pod povrchem (HG posudek - GEON, s.r.o.).

Na následujícím obrázku č. 1 je znázorněné území dotčených DČOV, konkrétně Olší a Klokočí. Obě území spolu vzájemně sousedí. Charakterem a vlastnostmi jsou tedy velice podobná.



Obr. č. 1: Situace území dotčených ČOV 1:25 000 (ČÚZK - Katastrální mapa)

3.4.3 Hydrogeologické poměry

Území se nachází v oblasti hydrogeologickém rajónu **6560 - Krystalinikum v povodí Svratky**. Krystalické horniny moldanubika, ať již metamorfity nebo vyvřeliny, představují z hydrogeologického hlediska jeden celek obdobných vlastností. Uvedené horniny mají naprostý nedostatek prŮlin a vyznačují se puklinovou propustí. Puklinová propustnost může být v pásmu podpovrchového rozpukání zvýrazněna prŮlinovou propustností eluvií, které se však vyznačují vyšším podílem jílovitých příměsí. Ve větších hloubkách než 10–15 metrů dochází ke svírání a tmelení puklin a na vodu lze narazit jen na tektonických poruchách. Po chemické stránce se převážně jedná o vody s malým obsahem rozpuštěných minerálních látek s malou tvrdostí. Zájmové území náleží humidnímu klimatu. Na přírodní doplňování podzemních vod má vliv intenzita srážek a jejich rozdělení na krátkodobé a intenzivní srážky a nižší podíl sněhu spíše snižují infiltraci ve prospěch odtoku. Vzájemné změny v poměru srážek, odtoku a výparu v jednotlivých infiltračních oblastech, podmíněné teplotami, geologickými i geomorfologickými poměry, propustností půd i hornin, mají význam pro míru přírodního doplňování podzemních vod (HG posudek - GEON, s.r.o.).

3.4.4 Vlastnosti horninového prostředí z hlediska zasakování přečištěných odpadních vod z DČOV a dešťových vod do horninového prostředí

Charakter lokality Olší a Klokočí

Jak bylo uvedeno výše, regionálně náleží zájmové území k oblasti budované vysoce metamorfovanými horninami svratecké klenby v daném případě prezentované ortorulami a svory v různém stupni porušení. Na území DČOV jsou horniny v povrchové zóně nestejněmálně zvětralé, místy přetransportované, ve svrchním horizontu charakteru jílovitopísčitých hlín, o tuhé až pevné konzistenci, směrem do podloží pak hlinitopísčitého rezidua přecházející směrem v hloubkovém horizontu cca 1,5–2 m p. t. v eluvium charakteru hlinitopísčitoštěrkovitého rezidua podložních rulových hornin (třídy SM - GM). Intenzita zvětrávání je v zájmovém prostoru plošně i prostorově výrazně proměnlivá.

Z hlediska hydrogeologického se na lokalitě vyskytuje typ volné hladiny podzemní vody vázané na puklinový a průlinovo–puklinový kolektor hornin moravika v různém stupni zvětrávání. Hloubka oběhu je dána pozicí místní erozní báze; hladina podzemních vod je volná a směr proudění sleduje konformně terén.

Z hlediska propustnosti horninového prostředí, se v případě horizontu jílovitopísčitých a písčitých hlín vzhledem ke tvaru úlomků, jejich ulehlosti a proměnlivému obsahu jílovité a hlinité složky, jedná o průlinový, místy až průlinovo–puklinový kolektor s prostorově proměnlivým koeficientem filtrace i transmisivity pohybujícím se v rozmezí v řádově n. 10^{-6} m.s⁻¹. Tento horizont přechází v podložní ortoruly v různém stupni zvětrání a porušení, kdy stupeň zvětrání klesá směrem do podloží. Ustálená hladina podzemní vody se nachází v hloubkové úrovni cca 10–15 m p. t. Je však nutno upozornit na skutečnost, že v závislosti na klimatických poměrech se vzhledem k relativně propustnému krycímu horizontu mohou v daném horninovém prostředí sezónně vyskytovat mělké horizonty podzemních vod, na bázi horizontu eluviálních písčitých a štěrkopísčitých zemin, kdy podložní ortoruly tvoří izolátor.

Vzhledem k malé mocnosti předpokládaného kolektoru a malý obsah infiltračních povodí je zřejmé, že průběh volné hladiny podzemní vody a směr infiltrace těchto vod je úzce závislý na morfologii terénu a na klimatických činitelích. S přihlédnutím k charakteru hornin nelze v ploše staveniště vyloučit výskyt puklinových systémů s nárazově vydatnými přítoky.

Z hlediska propustnosti zemin lze konstatovat, že z pohledu zrnitostního složení se na lokalitě vyskytují materiály velmi slabě až slabě propustné ($k_f = n \cdot 10^{-6}$ m.s⁻¹),

kdy koeficient vsaku k_v daného horninového prostředí ve smyslu ČSN 75 90 10 byl stanoven na hodnotu $k_v = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ (HG posudek - GEON, s.r.o.).

3.5 Hydrogeologický průzkum, hydrogeologický posudek

3.5.1 Hydrogeologický průzkum

„Úkolem hydrogeologického průzkumu je, kromě ověření filtračních vlastností geologického podloží v prostoru zamýšleného zasakování, také zjištění úrovně hladiny podzemní vody na lokalitě a posouzení ovlivnění hydrosféry se zaměřením na potenciální kvalitativní ovlivnění zdrojů podzemní vody v okolí“ (ENVIREX, spol. s r o. - HG posudek).

V rámci průzkumu je zjišťován také výskyt zdrojů podzemní vody v okolí bezprostředně navazujícím na zájmovou lokalitu.

Hydrogeolog, jakožto osoba s odbornou způsobilostí v oblasti hydrogeologie, tedy zhodnotí, zda je v daném místě skladba půdního profilu vhodná pro zasakování. Zda není příliš vysoká hladina podzemních vod a zda vypouštěním odpadních vod z DČOV nedojde k negativnímu dopadu na geologické podloží. Hydrogeologický průzkum slouží jako podklad pro hydrogeologický posudek. Průzkum vykonává oprávněná firma v oblasti hydrogeologie.

Součástí hydrogeologického průzkumu jsou technické a hydrogeologické práce spočívající v:

1. *vyhloubení sondy* o průměru 0,075 m,
2. *analýza složení půdy v jednotlivých hloubkách vrtu* - vizuální určení typu a složení půdy,
3. *hydrodynamická zkouška* - provedení nálevové hydrodynamické zkoušky, kdy nálev je proveden jednorázově do celého objemu vrtu a následně je měřen pokles hladiny vody ve vrtu v závislosti na čase. Měření je prováděno např. elektrokontaktním hladinoměrem G-50, s přesností na 0,01 m. Pro zkoušku nálevem jsou stěny zkušebního vrtu pracovní zapaženy PVC zárubnicí o průměru 0,07 m. Získané hodnoty průběhu infiltrace vody do horninového prostředí jsou podkladem pro vyhodnocení propustnosti podloží (ENVIREX, spol. s r o. - HG posudek).

Fotografie s popisem z vybraného hydrogeologického průzkumu jsou znázorněny v příloze č. 3.

3.5.2 Hydrogeologický posudek

Hydrogeologický posudek je zásadním podkladem pro zpracování projektové dokumentace na čistírnu odpadních vod s možností zásaku. Projektant dané DČOV musí plně respektovat závěry posudku, především místo vsakování vyčištěných vod a maximální množství vypouštěných vod z DČOV za den.

Způsob vsakování odpadních vod a velikost vsakovacího objektu určuje projektant dané DČOV. Jako podklad mu slouží hydrogeologický posudek.

Vsakování odpadních vod rozdělujeme na:

1. bodové,
2. plošné.

K *bodovému vsakování* se používá vsakovací studna, popř. vsakovací jáma. K *plošnému vsakování* se používají vsakovací drény (ENVIREX, spol. s. r. o. - HG posudek).

Vsakovací studna se skládá z betonových studničních skruží o průměru 1 m, do hloubky cca 3–5 m. Dno je následně vysypáno hrubozrnným kamenivem pro dobré vsakování. U této vsakovací studny můžeme kdykoliv zkontrolovat hladinu vsakované vody, to u vsakovací jámy nelze (ENVIREX, spol. s. r. o. - HG posudek).

Vsakovací jáma se nalézá pod terénem a je zasypána vrstvou zeminy alespoň 0,3 m (ENVIREX, spol. s. r. o. - HG posudek).

Vsakovací drény jsou tvořeny několika větvemi perforovaných trubek, které jsou zakopány minimálně 1 m pod úroveň terénu. Tyto trubky jsou obaleny geotextilií a obsypány kamenivem (ENVIREX, spol. s. r. o. - HG posudek).

3.6 DČOV - princip, funkce, strojní zařízení

Pro svou diplomovou práci jsem si vybrala domovní čistírnu odpadních vod od firmy AQUATEC, typ AT 6 a AT8. Jedná se o celoplastovou mechanicko - biologickou čistírnu odpadních vod pro 2–5 ekvivalentních obyvatel (EO) v případě typu AT 6 a pro 3–7 EO v případě typu AT 8. DČOV biologicky odstraňuje organické znečištění z odpadních vod a formy dusíku na garantovanou úroveň dle platných právních předpisů České republiky. Pro 1 EO je počítáno s denní produkcí odpadních vod 135 l/os. / den. ČOV AT 6 a AT 8

splňuje certifikaci ČSN 75 6402, ČSN 75 0905 a ČSN EN 12566-3 Na odtoku z ČOV výrobce garantuje účinnost čištění odpadních vod stanovou legislativou.

Účinnost čištění odpadních vod garantovanou výrobcem:

BSK5	ChSK	NL	N-NH4	Nc	Pc
97,2 %	93,6 %	97,1 %	99,4 %	76,0 %	80,2 %

Tento typ domovní čistírny odpadních vod slouží k čištění odpadních vod z malých zdrojů, jako jsou např. rodinné domy, chaty apod. A především tam, kde není možnost připojení se na veřejnou kanalizaci (Příručka AQUATEC; [www.aquatec - vfl.cz](http://www.aquatec-vfl.cz)).

3.6.1 Popis a funkce jednotlivých částí DČOV AT 6 a AT 8

Čistírnu odpadních vod tvoří celoplastová nádrž rozdělená příčkami na jednotlivé technologické prostory (Obr. č. 2). Čistící efekt je založen na využití technologie nízkou zatěžované aktivace s aerobní stabilizací kalu (Příručka AQUATEC; [www.aquatec - vfl.cz](http://www.aquatec-vfl.cz)).



Obr. č. 2: Jednotlivé technologické prostory DČOV AQUATEC ([www.aquatec - vfl.cz](http://www.aquatec-vfl.cz))

Čistící proces se skládá z několika kroků:

1. *Mechanické předčištění a rozklad tuhého znečištění, denitrifikace*

Odpadní voda natéká do neprovzdušněného prostoru mechanického předčištění. Zde dochází k biologickému odbourávání dusíku a fosforu.

2. *Aktivace*

Dále odpadní voda gravitačně vtéká do prostoru aktivace s nízkým zatížením aktivovaného kalu, kde dochází za přístupu kyslíku k biologické degradaci organického znečištění. Dochází zde také k odbourávání amoniakálního dusíku. Přívod vzduchu do technologických sekcí je zajištěn membránovým dmýchadlem, které je umístěno mimo biologický reaktor. Natlakovaný vzduch je vháněn do provzdušňovaného prostoru, a to přes jemnobublinné aerační elementy.

3. *Separace*

Dochází zde k oddělení vyčištěné vody od aktivovaného kalu, přičemž vyčištěná voda se vypouští do toku či vsaku nebo se recykluje a oddělený aktivovaný kal se vrací do systému přečerpáváním ze dna separačního prostoru do aktivace.

4. *Akumulace a odtok*

Poslední částí je akumulací zóna s kapacitou odtoku cca 160 l/hod, v závislosti na velikosti dané DČOV. Odtokovým potrubím odtéká vyčištěná voda do vsaku (Příručka AQUATEC; [www.aquatec - vfl.cz](http://www.aquatec-vfl.cz)).

3.6.2 Technologicko - strojní zařízení

Technologicko - strojní zařízení se skládá z:

- dmyhadla,
- rozdělovače vzduchu s regulačními ventily,
- jemnobublinného provzdušňovacího systému,
- regulátoru průtoku akumulárního zařízení,
- mamutkových čerpadel.

Dmyhadlo vhání vzduch do rozdělovače vzduchu, kterým se reguluje množství vzduchu proudícího do jednotlivých částí DČOV. Dmyhadlo může být umístěno maximálně pět metrů od DČOV. Pokud by vzdálenost byla větší, je nutné dmyhadlo umístit do šachty na dmyhadlo (Příručka AQUATEC; [www.aquatec - vfl.cz](http://www.aquatec-vfl.cz)).

3.6.3 Provoz a obsluha DČOV

Provozovatel DČOV je povinen vést tzv. „Provozní deník,“ do kterého zaznamenává poruchy DČOV, datum odkalení, datum odebrání vzorku pro rozbor odpadní vody apod.

Provozovatel DČOV, jakožto vlastník vodního díla, je povinen provádět jedenkrát za dva roky, prostřednictvím osoby odborně způsobilé pověřené Ministerstvem životního prostředí, technické revize DČOV ohlášené dle § 15a Zákona č. 254/2001 Sb. a výsledky těchto revizí předávat do 31. prosince příslušného roku vodoprávnímu úřadu.

Domovní čistírnu odpadních vod je nutné pravidelně vizuálně kontrolovat a odkalovat. Odkalování provádíme na základě výsledku kalové zkoušky (Příručka AQUATEC).

Měření objemu kalu v DČOV

Obsluha Čistírny odpadních vod by měla pravidelně kontrolovat objem kalu v dané DČOV.

Postup měření objemu kalu v provzdušňovaném aktivačním prostoru:

Z aktivační části se odebere 1 l vody s aktivovaným kalem a nalije se do odměrného válce. Voda s aktivovaným kalem se nechá 30 minut odstát. Během této doby kal klesne ke dnu (Obr. č. 3). Následně se množství kalu odečte oproti vodě. Hodnota by se měla pohybovat v rozmezí 300 až 700 ml na 1 l vody. Tehdy ČOV dosahuje nejvyššího stupně čištění. V případě, že by množství kalu bylo více, tedy více jak 70 %, je nutné DČOV odkalit (Příručka AQUATEC).



Obr. č. 3: Měření objemu kalu u DČO 1
(Foto: Krábková)

Přebytečný kal

Přebytečný kal vzniká přirozeně během provozu DČOV. Jeho produkce se od jednotlivých DČOV liší. Zpravidla 2krát za rok je třeba tento přebytečný kal odsát.

Odstraňování přebytečného kalu:

Přebytečný kal se odstraňuje při hodnotách vyšších než 700 ml kalu na 1 l odpadních vod. Při odčerpávání přebytečného kalu by v DČOV mělo zůstat cca 100 ml až 200 ml kalu na 1 l odpadních vod.

Způsoby odstraňování přebytečného kalu:

- 1) **svépomocí** přes ponorné kalové čerpadlo při vypnutém dmychadle. Kal se doporučuje odčerpat do vodotěsného kompostu a následně jej zhygienizovat vápenným zásypem. Vyzrálý kal je možné použít na přihnojení okrasné zahrady, ne však potravin k přímé konzumaci (kořenová zelenina, jahody apod.)
- 2) **zabezpečí autorizovaná servisní organizace**, která kal odveze na příslušnou Čistírnu odpadních vod (Příručka AQUATEC).

Odběr a zajištění rozboru vzorků OV:

Odběr vzorků OV je nutné provádět na základě pokynů uvedených v rozhodnutí vodohospodářského orgánu. Odběr OV (odpadních vod) z čistíren odpadních vod však může proběhnout až po té, co se v DČOV vytvoří minimální množství kalu 500 ml/l.

Odběr vzorků OV je možný v místě přítoku do neprovzdušňovaného denitrifikačního prostoru se sběrným košem nebo v místě odtoku v odtokovém potrubí.

Odběr může provádět pouze odborně způsobilá osoba, praxe je však taková, že akreditované laboratoře akceptují i ty vzorky vod, které byly odebrány tzv. svépomocí. (Příručka AQUATEC).

Aspekty správného provozu DČOV

Pro plynulý bezporuchový chod dané DČOV je třeba zohlednit tyto skutečnosti:

- a) optimální pH pro činnost bakterií,
- b) maximální látkové zatížení odpadních vod na přítoku do DČOV,
- c) maximální hydraulické zatížení DČOV (Příručka AQUATEC).

Dále je potřeba brát v úvahu množství a typy přípravků, které v domácnosti používáme a které se následně dostávají kanalizací do domovní čistírny odpadních vod. Některé přípravky působí pro bakterie toxicky a hrozí tak jejich vyhubení.

Do DČOV je nevhodné vypouštět např. zbytky kyselin a louhů, vysoce koncentrované organické látky (zbytky jídel, zeleniny a ovoce, odpad z kuchyňského drtiče apod.), toxické látky/rozpouštědla, léky, přípravky na ochranu rostlin, motorový olej atd.), čisticí a dezinfekční prostředky obsahující chloran sodný, který způsobuje zpomalení aktivity aktivovaného kalu (Příručka AQUATEC).

4 METODIKA

4.1 Vybrané DČOV

Pro svou diplomovou práci jsem si vybrala tři domovní čistírny odpadních vod ze stejné lokality a od stejné firmy AQUATEC, typu AT 6 a AT 8. Jednalo se tedy o stejnou technologii čištění. Měla jsem tak možnost zaměřit se především na přístup provozovatelů k těmto ČOV.

4.1.1 Základní popis a využití DČOV 1

Jedná se o domovní čistírnu odpadních vod typu AT 8, tedy navrženou pro kapacitu 3–7 EO. Provozování DČOV je diskontinuální. Jako zdroj pitné i užitkové vody využívá rodina veřejný vodovod obce. Čistírna byla spuštěna cca měsíc před začátkem mého měření, tedy koncem srpna 2017. Měla jsem tak možnost sledovat činnost DČOV hned od prvních měsíců spuštění.

Měření účinnosti čištění odpadních vod proběhlo v říjnu 2016, lednu 2017 a březnu 2017.

Využití DČOV 1

V domě žijí dva dospělí, dvě děti a kojenec. Na začátku měření byla DČOV v provozu pouze jeden měsíc. Měla jsem tak možnost sledovat její náběh.

Dle jednotlivých dotazníků, které jsem rodinám rozdala a nechala vyplnit, jsem zjistila následující údaje, které jsem zaznamenala do tabulek níže. Pro srovnání spotřeby vody s danými činnostmi mi posloužila tabulka o spotřebě vody v domácnosti (viz příl. č. 4).

Tab. č. 2: Četnost chození na toaletu a potřeb osobní hygieny během týdne

Činnost	Počet/týden	Počet/den
sprcha	24	>3
vana	2	<1
močení	140	20
stolice	28	4

Rodina tráví převážně sedm dnů v týdnu doma. Krátkodobé sprchování převládá nad koupáním ve vaně. Je zde používána konvenční domovní drogerii, která se v průběhu měření neměnila. Na začátku spuštění DČOV se pralo častěji za den. To však způsobovalo nadměrné pění DČOV. V současnosti se pere maximálně jedna pračka denně a praní

je rozloženo do více dnů v týdnu. Ruční mytí nádobí probíhá každý den, přičemž se jedná o tzv. drobnosti. Myčka se používá průměrně třikrát za týden, při návštěvách a oslavách častěji. Následující tabulka znázorňuje četnost úklidových prací v domě během týdne.

Tab. č. 3: Četnost úklidových prací v domácnosti během týdne

Činnost	Počet/týden	Počet/den
nádobí - ručně	7	1
nádobí - myčka	3	<1
praní	3	<1
mytí podlah	1	<1
mytí sanity	2	<1

4.1.2 Základní popis a využití DČOV 2

Jedná se o domovní čistírnu odpadních vod typu AT 8, tedy pro 3–7 EO. Provozování DČOV je diskontinuální. Jako zdroj pitné i užitkové vody využívá rodina veřejný vodovod obce. Tato ČOV byla spuštěna v roce 2013. Je tedy jednou z nejdéle spuštěných DČOV v rámci mé diplomové práce.

Měření účinnosti čištění odpadních vod proběhlo v říjnu 2016, lednu 2017 a březnu 2017.

Využití DČOV 2

V domě žijí dva dospělí a tři děti. DČOV je již tři roky spuštěná. Dle jednotlivých dotazníků, které rodina vyplnila, jsem zjistila následující údaje, které jsem zaznamenala do tabulek č. 4 a 5.

Tab. č. 4: Četnost chození na toaletu a potřeb osobní hygieny během týdne

Činnost	Počet/týden	Počet/den
sprcha	20	>2
vana	7	1
močení	140	20
stolice	21	3

Rodina tráví většinou šest dnů v týdnu doma, jeden den mimo dům. V domě je používána kombinace konvenční a ekologicky šetrné drogerie k životnímu prostředí, přičemž ekologicky šetrná drogerie je použita ve formě WC gelu a mycího gelu na nádobí. Následující tabulka znázorňuje četnost úklidových prací v domě během týdne.

Tab. č. 5: Četnost úklidových prací v domácnosti během týdne

Činnost	Počet/týden	Počet/den
nádobí - ručně	12	>1
nádobí - myčka	7	1
praní	9	>1
mytí podlah	1	<1
mytí sanity	1	<1

Ruční mytí nádobí probíhá průměrně jednou až dvakrát za den, přičemž se jedná o tzv. drobnosti. Myčka se používá většinou každý den, při návštěvách a oslavách častěji.

4.1.3 Základní popis a využití DČOV 3

Jedná se o domovní čistírnu odpadních vod typu AT 6, tedy pro 2–5 EO. ČOV byla spuštěna v roce 2014. Provozdušňování je zde kontinuální. Rodina má vlastní zdroj pitné vody, přičemž voda v domě je upravována přes úpravnu vody snižující překročenou koncentraci manganu a železa ve vodě. V domácnosti je používána ekologicky šetrná drogerie značky Frosch. Měření účinnosti čištění odpadních vod proběhlo v říjnu 2016, lednu 2017 a březnu 2017.

Využití DČOV 3

V domě žijí 2 dospělí a 2 děti. Čistírna je v provozu dva roky. Dle jednotlivých dotazníků, které rodina vyplnila, jsem zjistila následující údaje, které jsem zaznamenala do tabulek níže.

Tab. č. 6: Četnost chození na toaletu a potřeb osobní hygieny během týdne

Činnost	Počet/týden	Počet/den
sprcha	14	2
vana	4	<1
močení	98	14
stolice	21	3

Rodina tráví převážně šest dnů v týdnu doma a jeden den mimo dům. V domě je používána ekologicky šetrná drogerie k životnímu prostředí. Následující tabulka znázorňuje četnost úklidových prací v domě během týdne.

Tab. č. 7 Četnost úklidových prací v domácnosti během týdne

Činnost	Počet/týden	Počet/den
nádobí - ručně	7	1
nádobí - myčka	10	>1
praní	2	>1
mytí podlah	1	<1
mytí sanity	1	<1

Rodina preferuje mytí nádobí v myčce nad ručním mytím. Ručně myje pouze tzv. drobnosti. V domácnosti se perou průměrně dvě pračky za týden, max. jedna pračka za den.

4.2 Analytické práce

Veškeré mnou odebírané vzorky odpadních vod jsem v rámci své diplomové práce zpracovávala v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. V laboratoři se nachází základní vybavení a přístroje pro analyzování základních parametrů pitných a odpadních vod.

Odběry odpadních vod z domovních ČOV probíhaly v období podzim, zima, jaro u rodinných domů nacházejících se ve stejné lokalitě. Tyto domovní ČOV byly vyrobeny totožnou firmou AQUATEC, disponovaly tedy stejnou technologií zařízení.

4.2.1 Sledované ukazatele odpadní vody

Dány legislativou

Ve své diplomové práci jsem se zaměřila především na stanovení vybraných ukazatelů znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních, které jsou dány nařízením vlády č. 57/2016 Sb. Vybrané parametry byly zvoleny dle aktuální dostupnosti kyvetových testů v univerzitní laboratoři.

Jedná se o tyto vybrané ukazatele:

- BSK₅,
- CHSK_{Cr},
- N-NH₄⁺,
- N_{celk.},
- P_{celk.}.

Doplňující ukazatelé OV

Pro rozšíření charakteristiky odpadní vody jsem dále stanovovala tyto ukazatele:

- pH,
- Eh,
- Elektrická vodivost.

4.2.2 Charakteristika a stanovení jednotlivých ukazatelů

4.2.2.1 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅)

Charakteristika

Biochemická spotřeba kyslíku je nejvýznamnějším ukazatelem pro posuzování kvality odpadních vod. Tento ukazatel vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách (GRODA, B. a kol., 2007).

Obecně platí, že vyšší naměřená hodnota BSK₅ poukazuje na zvýšené množství znečištění ve vodě.

„Biochemická spotřeba kyslíku je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Stanovení BSK₅ se provádí v pětidenním intervalu“ (GRODA, B. a kol., 2007).

Hodnota BSK₅ vypouštěných odpadních vod by dle nařízení vlády č. 57/2016 Sb. u jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci neměla překročit hodnotu 40 mg/l.

Stanovení

Pro svou práci jsem si zvolila stanovení hodnoty BSK₅ pomocí aparatury firmy WTW OxiTop OC 110 (viz příl. č. 5). Měření s aparaturou OxiTop je založeno na měření podtlaku v uzavřeném systému. Mikroorganismy, které se nachází ve vzorku, spotřebovávají kyslík a přitom produkují CO₂. Ten je absorbován hydroxidem sodným. Vzniká tak podtlak, podle kterého se odečítá přímo naměřená hodnota v mg/l BSK. Aby mohl proběhnout úplný proces BSK, reguluje se množství disponibilního kyslíku. Toho docílíme vhodným množstvím objemu vzorku. S rozdílným množstvím objemu vzorku se může měřit v rozsahu až do 4000 mg/l. Naměřené hodnoty se automaticky ukládají po určitých intervalech po dobu 5 dnů.

4.2.2.2 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Charakteristika

Chemická spotřeba kyslíku je vyjádřena množstvím kyslíku, které se spotřebuje na chemickou oxidaci všech organických látek ve vodě silným oxidačním činidlem. Udává se v mg/l.

Stanovení

Chemická spotřeba kyslíku byla stanovena pomocí metody LCI 400. Byly použity čtyři kyvety, tři pro vzorky OV a jedna na tzv. „blank“ sloužící pro porovnání.

Postup stanovení

Termostat přehřejeme na 148 °C. Protřepeme kyvetu se sedimentem a vytvoříme tak suspenzi. Pomocí pipety do kyvety s dichromanem draselným přidáme 2 ml odpadní vody. Pro „blank“ odpipetujeme destilovanou vodu. Kyvety důkladně protřepeme a ohřejeme na 148 °C po dobu 2 hodin. Po té necháme zchladit na pokojovou teplotu a spektrofotometricky vyhodnotíme (Příbalový leták kyvetového testu LCI 400).

Poměr CHSK/BSK

Vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti všech organických látek ve vodě. Obecně platí, že pokud tento poměr je menší jak 2, látky v OV jsou snadno rozložitelné.

4.2.2.3 Celkový dusík ($N_{celk.}$)

Charakteristika

Celkový dusík je považován za jeden ze základních ukazatelů týkající se vypouštění odpadních vod do vod povrchových a podzemních. Celkový dusík je součet všech forem organicky i anorganicky vázaného dusíku. Jedná se především o dusík amoniakální, dusičnanový, dusitanový a organický (www.irz.cz).

Stanovení

Celkový dusík byl stanoven pomocí metody LCK 138. Byly použity tři kyvety se vzorky OV.

Postup stanovení

Do kyvety č. 1 přidáme 1,3 ml vzorku OV, 1,3 ml činidla A a 1 tabletu činidla B. Protřepeme a dáme do termostatu na 1 hodinu zahřát při teplotě 100 °C. Po té necháme zchladnout, přidáme kapku činidla C a protřepeme. Z této kyvety č. 1 odpipetujeme 0,5 ml roztoku a přidáme do kyvety č. 2. Následně přidáme 0,2 ml činidla D, protřepeme a spektrofotometricky vyhodnotíme (Příbalový leták kyvetového testu LCK 138).

4.2.2.4 Amoniakální dusík ($N-NH_4^+$)

Charakteristika

Amoniakální dusík je jedním z primárních produktů rozkladu dusíkatých látek organického původu. Jeho zvýšená koncentrace indikuje fekální znečištění.

Ve vodách je za oxických podmínek nestálý a podléhá pomocí nitrifikačních bakterií biochemické oxidaci, kdy je postupně oxidován na dusitany a následně na dusičnany. Jedná se tedy o nitrifikaci.

Stanovení

Amoniakální dusík byl stanoven pomocí metody LCK 303. Byly použity tři kyvety se vzorky OV (viz příl. č. 6).

Postup stanovení

Do kyvety odpipetujeme 0,2 ml vzorku OV. Ze šroubovacího uzávěru kyvety odlepíme folii, otočíme vršek s tabletou, zašroubujeme a protřepeme. Po patnácti minutách stání spektrofotometricky vyhodnotíme (Příbalový leták kyvetového testu LCK 303).

4.2.2.5 Celkový fosfor ($P_{celk.}$)

Charakteristika

Fosfor je prvek, který se vyskytuje v metabolitech, a to převážně ve formě fosforečnanů vylučovaných močí. Menší část fosforu je vázána ve formě organických sloučenin typu nukleových kyselin. Mezi anorganické formy fosforu řadíme především ortofosforečnany a polyfosforečnany (GRODA, B. a kol., 2007).

Dále se s nimi můžeme setkat například v pracích prostředcích a dalších detergentech ve formě polyfosforečnanů. Sloučeniny fosforu spolu se sloučeninami dusíku mají významný podíl na eutrofizaci vod. Proto je důležité tyto parametry sledovat (www.irz.cz).

Stanovení

Celkový fosfor byl vyhodnocen metodou LCK 350. Byly použity tři kyvety se vzorky odpadních vod.

Postup stanovení

Do kyvety odpipetujeme 0,4 ml vzorku OV. Ze šroubovacího uzávěru kyvety odlepíme folii, otočíme vršek s tabletou, zašroubujeme a protřepeme. Jednu hodinu necháme v termostatu zahřát při teplotě 100 °C. Po té necháme zchladit na pokojovou teplotu a protřepeme. Následně do kyvety odpipetujeme 0,5 ml činidla B a zašroubujeme novým uzávěrem s tabletou. Protřepeme a po deseti minutách spektrofotometricky vyhodnotíme (Příbalový leták kyvetového testu LCK 350).

4.2.2.6 Vodíkový exponent (pH)

Charakteristika

Vodíkový exponent je záporný dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů v roztoku a představuje kvantitativní míru kyselosti či zásaditosti vodných roztoků. Podle hodnoty pH se roztoky rozdělují na kyselé ($\text{pH} < 7$), neutrální ($\text{pH} = 7$) a zásadité ($\text{pH} > 7$).

Hodnota pH významně ovlivňuje aktivitu a růst všech mikroorganismů. Za optimální hodnotu pH odpadních vod z ČOV se považuje pH v rozmezí 6,5–8,5.

Stanovení

Vodíkový exponent byl měřen u vzorků odpadních vod odebraných s kyslíkem a bez kyslíku. Měření probíhalo laboratorním multimetrem WTW inoLab Multi 720 při teplotě 20 °C \pm 1 °C, za pomoci plastové pH - kombinované elektrody SenTix 41 s diafragmou z keramické frity, gelovým elektrolytem a vestavěným čidlem teploty, která bývá uchovávána v 3 M roztoku chloridu draselného. Pro určení průměrné hodnoty byla hodnota pH změřena třikrát.

4.2.2.7 Oxidačně redukční potenciál (Eh)

Charakteristika

Oxidačně redukční potenciál je vyjádřením množství dostupného kyslíku v prostředí. Jedná se v podstatě o poměr mezi oxidačními a redukčními procesy. Kladné hodnoty Eh představují oxidační prostředí. Záporné hodnoty Eh naopak ukazují na prostředí redukční. Pro aerobní (oxické) prostředí, které je dobře zásobené kyslíkem, jsou charakteristické hodnoty Eh vyšší než +100 mV.

Hodnoty nacházející se mezi +50 mV až -50 mV ohraničují anoxickou oblast, tedy oblast bez přítomnosti vzdušného kyslíku, avšak s kyslíkem obsaženým v anorganických sloučeninách (např. uhličitany, nitrity, nitráty atd.). V anoxickém prostředí mikroorganismy využívají kyslík z anorganických sloučenin k anaerobní respiraci např. v procesech denitrifikace. Prostředí anaerobní, kde se nevyskytuje žádný zdroj kyslíku, je dáno hodnotami Eh nižší než -100 mV. V anaerobním prostředí mikroorganismy fermentují organické substráty na organické kyseliny a plyny (Tesařová, M., et al., 2010).

Stanovení

Oxidačně redukční potenciál byl měřen u čerstvě odebraných vzorků odpadních vod, a to u vzorků odpadních vod odebraných s kyslíkem a bez kyslíku. Měření probíhalo laboratorním multimetrem WTW inoLab Multi 720 při teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, za pomoci plastové pH - kombinované elektrody SenTix 41 s diafragmou z keramické frity, gelovým elektrolytem a vestavěným čidlem teploty, která bývá uchovávána v 3 M roztoku chloridu draselného. Pro určení průměrné hodnoty byla hodnota Eh změřena třikrát po sobě.

4.2.2.8 Elektrická vodivost

Charakteristika

Konduktivita, též měrná vodivost, je veličina charakterizující schopnost látky vést elektrický proud. Jednotkou je siemens na metr. Vysoká hodnota konduktivity OV poukazuje na vysoké znečištění těchto vod.

Konduktivita roztoků elektrolytů závisí na jejich koncentraci. Čím vyšší koncentrace elektrolytů je, tím více iontů schopných přenášet elektrický náboj obsahují (Pflegerová, E., et al., 2003).

Stanovení

Měrná elektrická vodivost byla měřena u čerstvě odebraných vzorků odpadních vod, a to u vzorků odpadních vod odebraných s kyslíkem a bez kyslíku. Měření probíhalo laboratorním multimetrem WTW inoLab Multi 720 při teplotě $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, za pomoci čtyřelektrodové vodivostní grafitové cely TetraCon 325. Pro určení průměrné hodnoty byla hodnota konduktivity změřena třikrát po sobě.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Využití domovních čistíren odpadních vod

Způsob využívání domu a používání domovní drogerie značně ovlivňuje celý cyklus čištění odpadních vod. V případě, že je dům určitou dobu nevyužíván (např. rodinná dovolená), může to celý proces čištění odpadních vod ovlivnit. Pokud bakterie v DČOV nemají po delší dobu pravidelný přísun určitého množství organických látek v podobě moči, stolice apod., na které jsou zvyklé, mohou strádat, což vede k postupnému „vyjídání“ vlastních zásob organických látek. Ve chvíli, kdy tyto látky dojdou, hrozí jejich vyhubení. Dnešní technologie DČOV už je na takové situace zpravidla připravená a umí zajistit po určitou dobu bezproblémový chod těchto DČOV i v dlouhodobé nepřítomnosti uživatelů.

Opačným problémem může být nadměrné látkové zatížení čistírny, které může být způsobené vyšším počtem osob v domě (oslavy aj.). V tomto případě bakterie DČOV nestíhají nadměrné množství, převážně organických látek, v dostatečném množství a čase odbourávat. DČOV tak může zapáchat a hrozí nedostatečné čištění odpadních vod, které dále odtékají do vsaku.

Na správném chodu čistírny se také významně podílí úklid domácnosti. Ten se spolu se sprchováním a praním výrazně podílí na produkci šedých vod v domě. Tyto vody jsou bohaté na organické látky hůře rozložitelné mikroorganismy.

Jako nástroj pro sledování využití sledovaných DČOV jsem zvolila dva typy dotazníků. První z nich, tzv. „Vstupní dotazník“ (příl. č. 7), vyplnily rodiny před začátkem prvního odběru. Získala jsem tak základní informace o dané DČOV a domácnosti. Druhý dotazník, tzv. „Týdenní dotazník,“ (příl. č. 8), jsem nechávala rodinami vyplňovat vždy po dobu dvou týdnů před každým odběrem vzorků odpadních vod (dále OV). Sloužil mi tak pro sběr informací o využití DČOV po tuto dobu. Např. kolik dní v týdnu rodina trávila doma, jak často za týden prala, jaké čisticí prostředky se v domě používaly apod.

5.2 Měření u DČOV

Všechny tři sledované DČOV jsou řešeny do vsaku. Zásak DČOV je řešen v podobě trativodu na pozemku uživatelů DČOV. Vybrané domovní čistírny odpadních vod jsem sledovala po dobu šesti měsíců, a to od října 2016 až do března 2017. Odebrání vzorků proběhlo tedy na podzim, v zimě a na jaře. Měla jsem tak možnost sledovat stav DČOV

v průběhu tří různých ročních období. Během této doby jsem třikrát odebrala vzorky odpadních vod a následně je analyzovala. Dané DČOV jsou povoleny Na ohlášení, dle N. V. 57/2016. Podléhají tedy revizi ČOV a odběru vzorků odpadních vod pravidelně jednou za dva roky.

5.2.1 DČOV 1

5.2.1.1 První měření - říjen 2016

➤ Vizualní kontrola DČOV 1

Při vizuální kontrole DČOV jsem zjistila nadměrné pění v provzdušňovaném aktivačním prostoru. Barva vzniklé pěny byla bílá a její výška dosahovala několika desítek centimetrů (obr. č. 4). Odpadní voda byla bez sensorických vad.



Obr. č. 4: Aktuální stav ČOV po odkrytí víka (Foto: Krábková)

Nadměrné pění v prostoru aktivace si vysvětlují nízkým objemem aktivovaného kalu, který je způsoben krátkou dobou náběhu domovní ČOV. Tento jev by měl zaniknout přibýváním objemu aktivovaného kalu, a to cca do 1 až 3 měsíců. Možné je i nízké látkové zatížení čistírny nebo nedostatečná koncentrace biologického kalu. Tento jev je možné sledovat také po dobu nadměrného používání saponátů a pracích prostředků, což v tomto případě vyloučit nemohu, vzhledem k tomu, že rodina dané DČOV prala 2 pračky denně před odběrem a doba zdržení je cca dva dny. S přihlédnutím na obě varianty je tedy možné, že nadměrné pění v oblasti aktivace bylo způsobené aktuálním nízkým objemem aktivovaného kalu spojeným s vyšší koncentrací pracích prostředků.

Tento jev je však dle dodavatelů DČOV více méně považován za nepříznivý vizuální efekt. Daná pěna se má opláchnout proudem vody, což jsem také udělala.

Kalovou zkouškou bylo zjištěno téměř nulové množství usazeného kalu. Doba jednoho měsíce od spuštění DČOV je tedy krátká na to, aby se vytvořilo pozorovatelné množství usazeného kalu při kalové zkoušce (obr. č. 5).



Obr. č. 5: Kalová zkouška v říjnu 2016
(Foto: Krábková)

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Odběr vzorků odpadních vod proběhl v ranních hodinách v den rozboru. Vzorky byly odebrány do dvou pet lahví o objemu 1,5 l. Jedna pet lahev byla naplněna zcela, druhá do poloviny tak, aby ve zbylé části byla ponechána vzduchová mezera. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Následující tabulka znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané DČOV.

Tab. č. 8: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 1 v období října 2016

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	127 mg/l	nevyhovuje
CHSK _{Cr}	150 mg/l	130 mg/l	343 mg/l	nevyhovuje
N _{celk}	není požadováno	20 mg/l	18,6 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	16,3 mg/l	nevyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

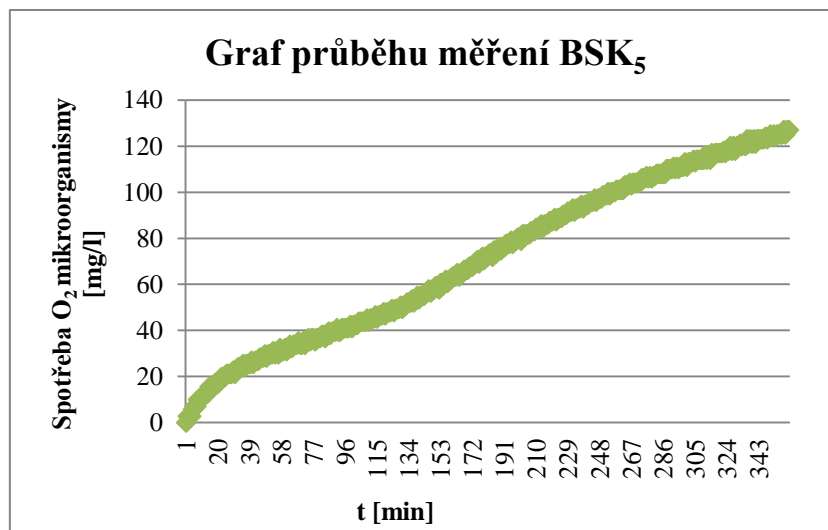
Tab. č. 9: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu

Parametr	Vzorek odebraný do plna	Vzorek odebraný do poloviny
pH [-]	7,6	7,8
Eh [mV _H]	+280,1	+285,6
Konduktivita [μS.cm ⁻¹]	1197	1196

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 8 je patrné, že biochemická spotřeba kyslíku nevyhovuje hodnotám daným jak N.V. č. 57/2016 Sb., tak ani garantovaným hodnotám na odtoku dané výrobcem DČOV. Naměřená hodnota překročila tyto hodnoty téměř čtyřnásobně, což poukazuje na vysoké biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod. Vysokou hodnotu parametru BSK si vysvětlují především tím, že DČOV byla v době odběru pouze tři týdny v provozu. Jednalo se tedy o krátkou dobu na to, aby se bakterie v čistírně dostatečně rozmnožily, což mělo vliv na nedostatečné odbourávání organického znečištění v DČOV.

Na obr. č. 6 je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 6: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že s narůstajícím časem, spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy logaritmicky roste.

CHSK_{Cr}: Naměřená hodnota chemické spotřeby kyslíku více jak dvojnásobně překračuje hodnoty CHSK stanovené legislativou a výrobcem. Je tedy zřejmé, že koncentrace všech organických látek v OV je vysoká

Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti všech organických látek ve vodě. Obecně platí, že pokud tento poměr je menší jak 2, látky v OV jsou snadno rozložitelné. V našem případě však poměr CHSK/BSK vyšel 2,7. Poukazuje to tedy na přítomnost látek rozložitelných obtížněji.

N_{celk}: Naměřená hodnota je vyhovující.

P: Parametr fosfor není po stránce legislativy v případě domovních DČOV pod 10 EO vyžadováno sledovat. Výrobce však garantuje hodnotu fosforu 8 mg/l. Naměřená hodnota fosforu dané DČOV však tuto výrobcem garantovanou hodnotu překračuje. Vysoká hodnota fosforu může být dána nízkou koncentrací mikroorganismů v DČOV, které nedostatečně odbourávají fosfor, který se vyskytuje v metabolitech a některých pracích prostředcích.

pH: Optimální pH pro většinu bakterií leží v rozmezí od 6,0–8,0 (voda.tzb-info.cz, 3).

Naměřená hodnota pH se pohybuje v rozmezí 7,6–7,8. Hodnota tedy odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.

Eh: Oxidačně redukční potenciál je vyjádřením množství dostupného kyslíku v prostředí. V podstatě se jedná o poměr mezi oxidačními a redukčními procesy. Kladné hodnoty Eh představují oxidační prostředí. Záporné hodnoty Eh naopak ukazují na prostředí redukční. Pro aerobní (oxické) prostředí, které je dobře zásobené kyslíkem, jsou charakteristické hodnoty Eh vyšší než +100 mV.

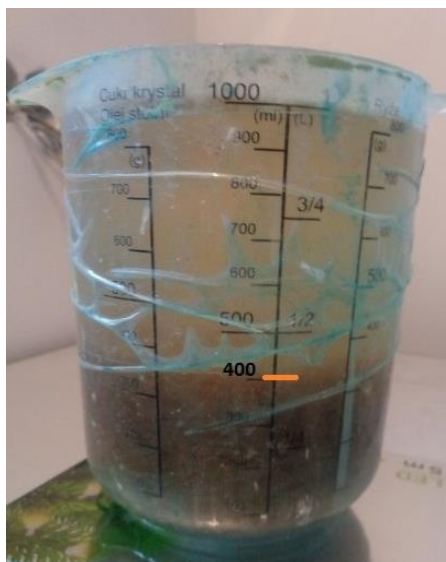
Naměřená hodnota Eh se pohybuje v rozmezí 280,1–285,6 mVH. Jedná se tedy o prostředí oxidační, které je dobře zásobené kyslíkem.

Konduktivita: Konduktivita, též měrná vodivost, je veličina charakterizující schopnost látky vést elektrický proud. Vysoká hodnota konduktivity odpadních vod poukazuje na vysoké znečištění těchto vod. Optimální hodnota konduktivity pro odpadní vody je $103 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ ($1030 \text{ }\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Naměřená hodnota tuto hodnotu překračuje. Znečištění je vyšší.

5.2.1.2 Druhé měření - leden 2017

➤ Vizualní kontrola DČOV

Domovní čistírna odpadních vod se jevila po vizuální stránce v pořádku. Nezapáchala a nepěnila. Odběr odpadních vod byl proveden ve večerních hodinách, téměř za tmy. Z tohoto důvodu nebylo možné pořídit kvalitní fotografie stavu DČOV. Následující den byla provedena kalová zkouška pro kontrolu množství usazeného kalu. Výsledek kalové zkoušky dopadl pozitivně. Množství sedimentujícího kalu se pohybovalo okolo 400 ml/l (viz obr. č. 7), což je ideální.



Obr. č. 7: Kalová zkouška v lednu 2017 (Foto: Krábková)

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Odběr vzorků odpadních vod proběhl den před rozbořem. Vzorky byly odebrány do dvou pet lahví o objemu 1,5 l. Jedna pet lahev byla naplněna zcela, druhá do poloviny tak, aby ve zbylé části byla ponechána vzduchová mezera. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Následující tabulka znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané DČOV.

Tab. č. 10: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 1 v období ledna 2017

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	25,4 mg/l	vyhovuje
CHSK _{Cr}	150 mg/l	130 mg/l	29,6 mg/l	vyhovuje
N _{celk}	není požadováno	20 mg/l	16,3 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	19,9 mg/l	nevyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

Tab. č. 11: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu

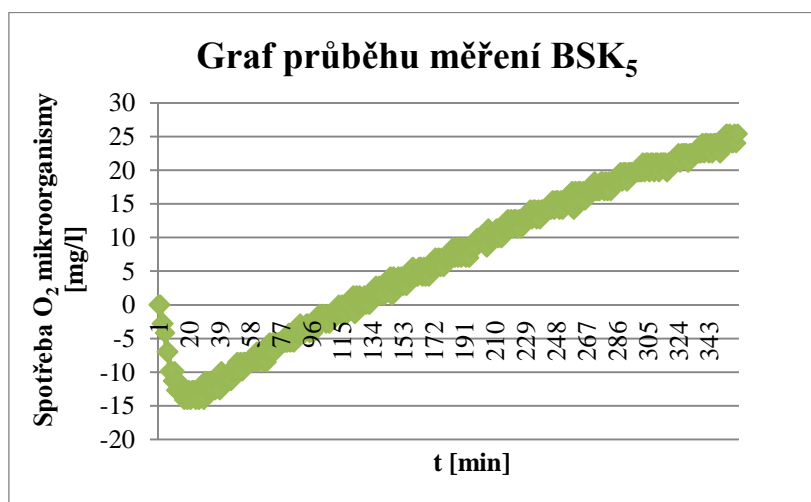
Parametr	Vzorek odebraný do plna	Vzorek odebraný do poloviny
pH [-]	5,7	5,6
Eh [mV _H]	+490,2	+425,1
Konduktivita [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	848	839

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅:

Dle tabulky č. 10 je patrné, že biochemická spotřeba kyslíku vyhovuje hodnotám daným jak N.V. č. 57/2016 Sb., tak garantovaným hodnotám na odtoku dané výrobcem DČOV. Domovní čistírna odpadních vod je dobře zaběhlá. Bakterie jsou od prvního měření dobře namnožené, což si vysvětlují vysokou schopností odstraňování biologicky rozložitelných organických látek.

Na obr. č. 8 je zobrazen průběh měření BSK₅ během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 8: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že s narůstajícím časem, spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy logaritmičtě roste. Záporné hodnoty do hodnoty 2 jsou pod mezí detekce, tedy nedůvěryhodné.

CHSK_{Cr}: Naměřená hodnota chemické spotřeby kyslíku vyhovuje hodnotám daným legislativou a výrobcem. Je tedy zřejmé, že koncentrace všech organických látek v odpadní vodě je optimální pro správný chod DČOV.

Poměr CHSK/BSK vyšel cca 1,2. Poukazuje to tedy na přítomnost snadno rozložitelných látek v odpadní vodě.

N_{celk}: Naměřená hodnota celkového dusíku splňuje požadavky legislativy i hodnoty garantované výrobcem DČOV.

P: Naměřená hodnota fosforu překračuje výrobcem garantovanou hodnotu. Vysoká hodnota fosforu může být způsobena častějším praním a úklidovými pracemi v domě spojenými s vánočními svátky. Tyto činnosti jsou spojeny s vyšším používáním domovní drogerie a pracích prostředků, což může mít vliv na zvýšení hodnoty fosforu. Také zvýšené množství osob v domě, vzhledem k návštěvám o svátcích, může mít vliv na zvýšení fosforu v odpadní vodě.

pH: Naměřená hodnota pH se pohybuje v rozmezí 5,6–5,7, což odpovídá pH kyselému. Nízká hodnota pH může být způsobena zvýšeným množstvím použití domovní drogerie. Bakterie DČOV mají tedy zhoršené podmínky pro život.

Eh: Naměřená hodnota Eh se pohybuje v rozmezí 490,2–425,1 mV_H. Jedná se tedy o prostředí oxidační, které je dobře zásobené kyslíkem.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity je nižší, jak průměrná hodnota konduktivity odpadních vod (1030 μS.cm⁻¹) Z výsledku tedy usuzují, že znečištění odpadních vod je nízké.

5.2.1.3 Třetí měření u DČOV 1- březen 2017

➤ Vizuální kontrola DČOV

Čistírna odpadních vod se jevila po vizuální i senzorické stránce v pořádku (viz příl. č. 9). DČOV byla cca týden po odkalení. V době odběru vyšla kalová zkouška v pořádku. Hodnota sedimentovaného kalu se pohybovala okolo 400 ml/l (viz příl. č. 10).

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Vzorky odpaní vody byly odebrány do jedné pet lahve o objemu 1,5 l. Tato lahev byla naplněna zcela. Do druhé lahve o objemu 0,5 l jsem odebrala vodu pitnou z domácnosti, kterou jsem použila pro měření pH, konduktivity a Redox potenciálu. Tato lahev byla naplněna také zcela. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Následující tabulka č. 12 znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané DČOV.

Tab. č. 12: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 1 v období března 2017

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	81,7 mg/l	nevyhovuje
N-NH ₄ ⁺	20 mg/l	20 mg/l	23,70 mg/l	nevyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	7,23 mg/l	vyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

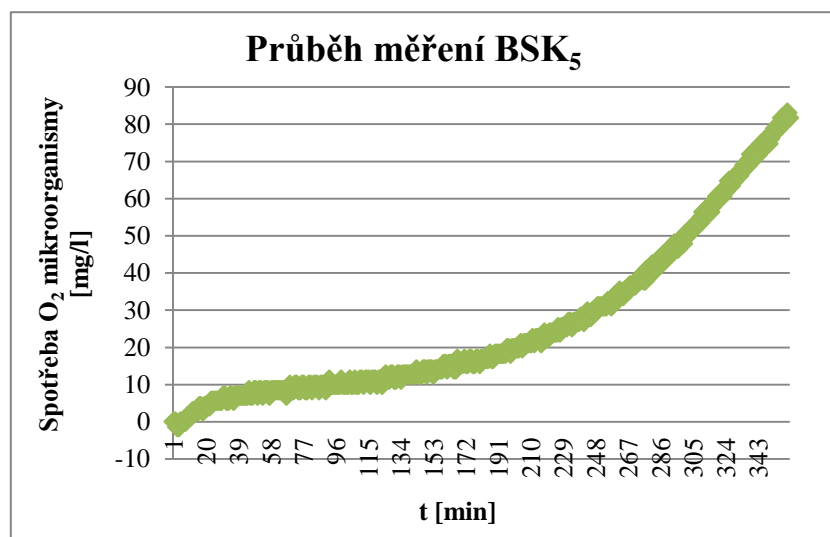
Tab. č. 13: Stanovení doplňujících parametrů odpadní vody a vody pitné z domácnosti

Parametr	Vzorek OV odebraný do plna	Vzorek pitné vody
pH [-]	6,3	6,9
Eh [mV _H]	-22,5	+7,5
Konduktivita [μS.cm ⁻¹]	940	322

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 12 je značné, že biochemická spotřeba kyslíku nevyhovuje hodnotám daným jak N.V. č. 57/2016 Sb., tak ani garantovaným hodnotám na odtoku dané výrobcem DČOV. Naměřená hodnota BSK odpovídá dvojnásobku hodnoty dané nařízením vlády, což poukazuje na vysoké biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod. Vysokou hodnotu BSK si vysvětlují především tím, že DČOV byla v době odběru pouze týden po odkalení. Trvá určitou dobu, než se bakterie namnoží a proces čištění OV bude optimální.

Na obr. níže je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 9: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že křivka BSK₅ do poloviny měřeného času, logaritmičtě stoupá, po té spotřeba kyslíku mikroorganismy exponenciálně roste. Od poloviny měření se tedy MO (mikroorganismy) potýkají se snadno rozložitelnými látkami.

N-NH₄⁺ Hodnota amoniakálního dusíku mírně překračuje hodnoty dané legislativou i garantované výrobcem DČOV. Zvýšená hodnota N-NH₄⁺ indikuje vyšší množství fekálního znečištění.

- P:** Naměřená hodnota fosforu je vyhovující.
- pH:** Stanovená hodnota pH odpadní vody je 6,3, což odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.
- Naměřené pH pitné vody z domácnosti je 6,9. Je tedy také neutrální a splňuje hodnoty pH pro pitné vody stanovené vyhl. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.
- Eh:** Naměřená hodnota Eh je -22,5 mV_H. Jedná se o prostředí redukční, prostředí špatně zásobené kyslíkem. Hodnoty nacházející se mezi +50 mV až -50 mV ohraničují anoxickou oblast, tedy oblast bez přítomnosti vzdušného kyslíku.
- Eh vody pitné z domácnosti je +7,5 mV_H. Jedná se tedy také o anoxickou oblast, avšak prostředí oxidační.
- Konduktivita:** Naměřená hodnota konduktivity je blízká průměrné hodnotě konduktivity odpadních vod (1030 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Měrná vodivost OV je tedy optimální.
- Konduktivita vody pitné z domácnosti je 322 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Tato hodnota je blízká průměrné konduktivitě pitných vod v České republice, která se pohybuje okolo 400 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (www.analyzavody.cz). Hodnota naměřené konduktivity pitné vody je tedy optimální.

5.2.2 DČOV 2

5.2.2.1 První měření - říjen 2016

➤ Vizualní kontrola DČOV

Při vizuální kontrole jsem u dané DČOV neobjevila senzorické vady. V části aktivace jsem však zaznamenala patrné kalové vločky. V usazovací části DČOV byla odpadní voda na pohled relativně čistá (obr. č. 10).



Obr. č. 10: Odběr vzorku odpadní vody z usazovací části (Foto: Krábková)

Z viditelných kalových vloček jsem usoudila, že je třeba DČOV odkalit. Rozhodla jsem se tedy pro kalovou zkoušku, která potvrdila mou úvahu. Týden po odběru se DČOV nechala odkalit.

Vyflotovaný kal může být způsoben například ucpanou mamutkou, neprouděním vzduchu do akumulárního zařízení, rychlou recirkulací neprovzdušňovaného prostoru či nadměrným množstvím aktivovaného kalu. Kalovou zkouškou byla potvrzena poslední možnost (Příručka AQUATEC).

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Odběr vzorků odpadních vod proběhl v ranních hodinách v den rozboru. Vzorky byly odebrány do dvou pet lahví o objemu 1,5 l. Jedna pet lahev byla naplněna zcela, druhá do poloviny tak, aby ve zbylé části byla ponechána vzduchová mezera. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Následující tabulka č. 14 znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané ČOV.

Tab. č. 14: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období října 2016

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	120 mg/l	nevyhovuje
CHSK _{Cr}	150 mg/l	130 mg/l	196 mg/l	nevyhovuje
N _{celk}	není požadováno	20 mg/l	9,62 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	6,58 mg/l	vyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

Tab. č. 15: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu

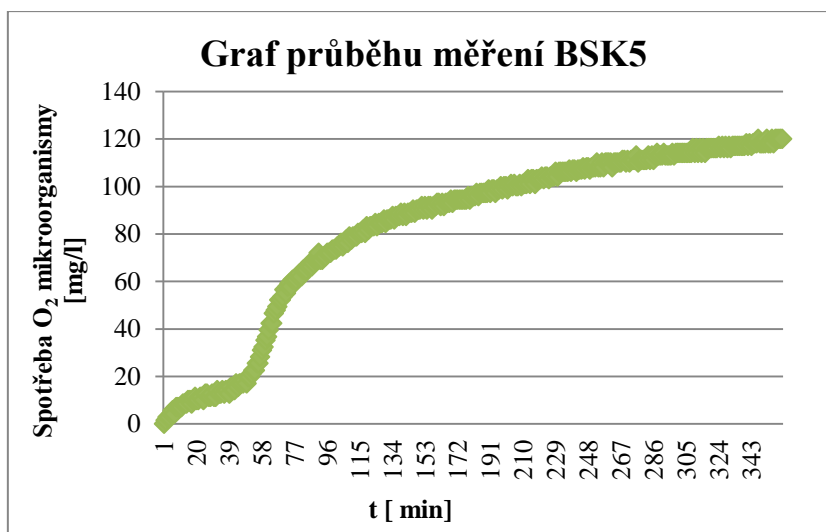
Parametr	Vzorek odebraný do plna	Vzorek odebraný do poloviny
pH [-]	6,78	6,56
Eh [mV _H]	+223,4	+341,8
Konduktivita [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	586	589

➤ Diskuze k výsledkům měření:

BSK₅: Dle tabulky č. 14 je značné, že biochemická spotřeba kyslíku nevyhovuje hodnotám daným jak N.V. č. 57/2016 Sb., tak ani garantovaným hodnotám na odtoku dané výrobcem DČOV. Naměřená hodnota BSK odpovídá čtyřnásobku hodnoty garantované výrobcem a trojnásobku hodnoty dáno nařízením vlády, což poukazuje na vysoké biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod. Vysokou hodnotu BSK si vysvětlují především tím, že DČOV byla v době odběru evidentně překalená, což bylo zřejmé vizuálně, kdy byly viditelné kalové vločky v aktivační zóně.

Na obr. č. 11 je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku

spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 11: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že po cca 50 minutách se spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy na chvíli zastavuje, což si vysvětlují tím, že ve vzorku odpadních vod se pravděpodobně vyskytují těžko rozložitelné látky, se kterými MO mohly mít problémy. Po té spotřeba s časem opět prudce stoupá. Od poloviny měřeného času spotřeba kyslíku logaritmičtě stoupá.

CHSK_{Cr}: Naměřená hodnota chemické spotřeby kyslíku překračuje hodnoty CHSK stanovené legislativou a výrobcem. Koncentrace všech organických látek v OV je vysoká.

Poměr CHSK/BSK vyšel 1,63, což poukazuje na přítomnost snadno rozložitelných látek.

N_{celk}: Naměřená hodnota je vyhovující.

P: Naměřená hodnota fosforu dané ČOV vyšla pod hodnotu garantovanou výrobcem. Hodnota 6,8 mg/l je vyhovující.

pH: Naměřená hodnota pH se pohybuje v rozmezí 6,56 - 6,78, což odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.

Eh: Naměřená hodnota Eh se pohybuje v rozmezí 223,4 - 341,8 mV_H. Jedná se o prostředí oxidační, prostředí dobře zásobené kyslíkem.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity je nižší, jak průměrná hodnota konduktivity odpadních vod (1030 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Je zde nízká koncentrace elektrolytů v OV.

5.2.2.2 Druhé měření - leden 2017

➤ Vizualní kontrola DČOV

Při vizualní kontrole jsem u dané ČOV zaznamenala zakalení i zápach (příl. č. 11). V části aktivace byly patrné kalové vločky. Daná ČOV se jevila zakalená. Doporučila jsem tedy DČOV odkalit.

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Odběr vzorků odpadních vod proběhl ve večerních hodinách den před rozbohem. Vzorky byly odebrány do dvou pet lahví o objemu 1,5 l. Jedna pet lahev byla naplněna zcela, druhá do poloviny tak, aby ve zbylé části byla ponechána vzduchová mezera. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

Následující tabulka znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané ČOV.

Tab. č. 16: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období ledna 2017

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	120 mg/l	nevyhovuje
CHSK _{Cr}	150 mg/l	130 mg/l	252 mg/l	nevyhovuje
N _{celk}	není požadováno	20 mg/l	1,2 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	7,57 mg/l	vyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

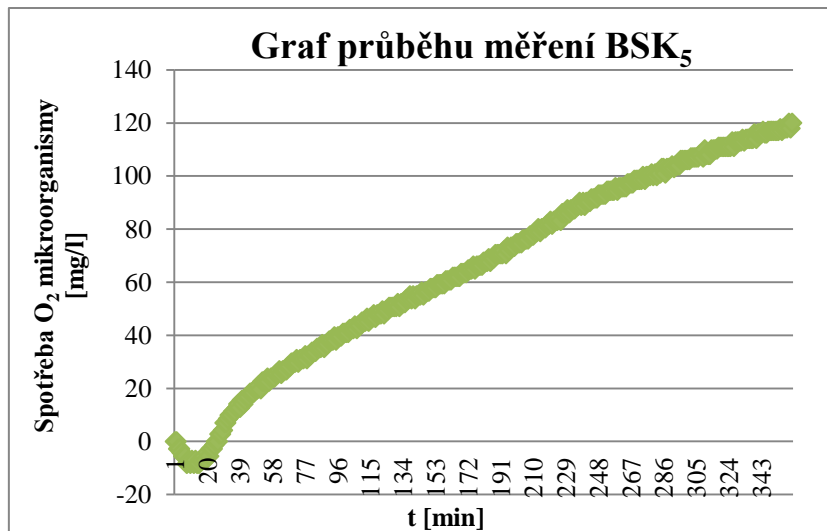
Tab. č. 17: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu

Parametr	Vzorek odebraný do plna	Vzorek odebraný do poloviny
pH [-]	7,17	7,15
Eh [mV _H]	+445,2	+376,3
Konduktivita [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	983	986

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 16 je značné, že biochemická spotřeba kyslíku nevyhovuje hodnotám daným jak N.V. č. 57/2016 Sb., tak ani garantovaným hodnotám na odtoku dané výrobcem DČOV. Naměřená hodnota BSK poukazuje na vysoké biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod. Vysokou hodnotu BSK si vysvětlují především tím, že DČOV byla v době odběru evidentně překalená, což bylo zřejmé vizuálně, kdy byly viditelné kalové vločky v aktivační zóně.

Na obr. č. 12 je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 12: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že s narůstajícím časem, spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy logaritmicky roste. Záporné hodnoty do hodnoty 2 jsou pod mezí detekce, tedy nedůvěryhodné.

CHSK_{Cr}: Naměřená hodnota chemické spotřeby kyslíku překračuje hodnoty CHSK stanovené legislativou a výrobcem. Koncentrace všech organických látek v OV je vysoká.

Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti všech organických látek ve vodě. Poměr CHSK/BSK vyšel 2,1, což poukazuje na přítomnost zvýšeného množství těžce rozložitelných látek.

N_{celk}: Naměřená hodnota celkového dusíku splňuje hodnoty dané legislativou i garantované výrobcem DČOV.

P: Stanovená hodnota fosforu dané ČOV vyšla pod hodnotu garantovanou výrobcem. Hodnota 7,57 mg/dm³ je vyhovující.

pH: Optimální pH pro většinu bakterií leží v rozmezí od 6,0–8,0. Naměřená hodnota pH se pohybuje v rozmezí 7,15–7,17. Odpovídá tedy pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.

Eh: Naměřená hodnota Eh se pohybuje v rozmezí 376,3–445,2 mV_H. Jedná se o oxidační prostředí, prostředí dobře zásobené kyslíkem.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity je nižší, jak průměrná hodnota konduktivity odpadních vod ($1030 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Je zde nízká koncentrace elektrolytů v OV.

5.2.2.3 Třetí měření - březen 2017

➤ Vizualní kontrola DČOV

DČOV se po stránce vizuální jevila opět jako zakalená. Čistírna odpadních vod byla přitom cca před dvěma měsíci odkalená. Problém mohl být v nadměrném praní, které mohlo mít vliv na činnost bakterií, případně mohlo dojít k jejich částečnému úhynu. Navrhla jsem kalovou zkoušku. Ta prokázala, že hodnota usazeného kalu je na 70 %. Je tedy nutné DČOV odkalit (viz příl. č. 12).

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Vzorky odpaní vody byly odebrány do jedné pet lahve o objemu 1,5 l. Tato lahev byla naplněna zcela. Do druhé lahve o objemu 0,5 l jsem odebrala vodu pitnou z domácnosti, kterou jsem použila pro měření pH, konduktivity a Redox potenciálu. Tato lahev byla naplněna také zcela. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

Následující tabulka znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané ČOV.

Tab. č. 18: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období března 2017

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	77,5 mg/l	nevyhovuje
N-NH ₄ ⁺	20 mg/l	20 mg/l	26 mg/l	nevyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	3,27 mg/l	vyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

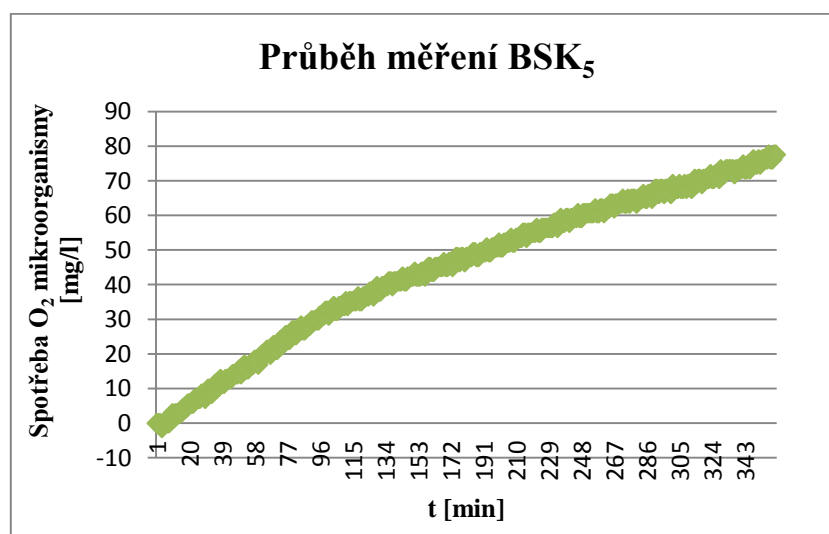
Tab. č. 19: Stanovení doplňujících parametrů odpadní vody a vody pitné z domácností

Parametr	Vzorek OV odebraný do plna	Vzorek pitné vody
pH [-]	6,64	6,9
Eh [mV _H]	-6,3	+8,3
Konduktivita [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	1036	316

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 18 je značné, že biochemická spotřeba kyslíku nevyhovuje hodnotám daným jak N.V. č. 57/2016 Sb., tak ani garantovaným hodnotám na odtoku dané výrobcem DČOV. Naměřená hodnota BSK poukazuje na vyšší biologicky rozložitelné znečištění OV. Vyšší hodnotu BSK si vysvětluji tím, že DČOV byla v době odběru relativně zakalená (viz příl. č. 13)

Na obr. č. 13 je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 13: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že s narůstajícím časem, spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy logaritmičtě roste. Záporné hodnoty do hodnoty 2 jsou pod mezí detekce, tedy nedůvěryhodné.

N-NH₄⁺ Hodnota amoniakálního dusíku mírně překračuje hodnoty dané legislativou i garantované výrobcem DČOV. Zvýšená hodnota N-NH₄⁺ indikuje vyšší množství fekálního znečištění.

P: Naměřená hodnota fosforu je vyhovující.

pH: Stanovená hodnota pH odpadní vody je 6,64, což odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.

Naměřené pH pitné vody z domácnosti je 6,9. Jedná se tedy také o pH neutrální a splňuje hodnoty pH pro pitnou vodu stanovené vyhl. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Eh: Naměřená hodnota Eh je -6,3 mV_H. Jedná se o prostředí redukční, prostředí špatně zásobené kyslíkem. Hodnoty nacházející se mezi +50 mV až -50 mV ohraničují anoxickou oblast, tedy oblast bez přítomnosti vzdušného kyslíku.

Eh vody pitné z domácnosti je +8,3 mV_H. Jedná se tedy také o anoxickou oblast, avšak prostředí oxidační.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity OV je blízká průměrné hodnotě konduktivity odpadních vod (1030 μS.cm⁻¹). Měrná vodivost OV je tedy optimální.

Konduktivita vody pitné odebrané z domácnosti je 322 μS.cm⁻¹. Tato hodnota je blízká průměrné konduktivitě pitných vod v České republice, která se pohybuje okolo 400 μS.cm⁻¹ (www.analyzavody.cz). Hodnota naměřené konduktivity pitné vody je tedy optimální.

5.2.3 DČOV 3

5.2.3.1 První měření - září 2016

➤ Vizualní kontrola DČOV

Při vizualní kontrole jsem u dané ČOV neobjevila senzorické vady. Po stránce vizualní působila v pořádku (Obr. č. 14). Dle technika firmy AQUATEC, který danou DČOV navštívil na začátku září 2016 za účelem pravidelné revize DČOV, byla zjištěna ucpaná mamutka a ventil C. Což mělo za následek nedostatečné přečerpání odpadní vody mamutkou z poslední do první části neprovzdušňovaného prostoru. Vzhledem k okolnostem bylo provozovateli této čistírny, s ohledem na domněnku technika firmy, že v čistírně je malé množství bakterií, doporučeno nové naočkování DČOV bakteriemi. To bylo naplánováno na říjen.



Obr. č. 14: Aktuální stav DČOV v místě odběru (Foto: Krábková)

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Odběr vzorků odpadních vod proběhl v ranních hodinách v den rozboru. Vzorky byly odebrány do dvou pet lahví o objemu 1,5 l. Jedna pet lahev byla naplněna zcela, druhá do poloviny tak, aby ve zbylé části byla ponechána vzduchová mezera. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Následující tabulka č. 20 znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané ČOV.

Tab. č. 20: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 3 v období října 2016

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	175 mg/l	nevyhovuje
CHSK _{Cr}	150 mg/l	130 mg/l	397 mg/l	nevyhovuje
N _{celk}	není požadováno	20 mg/l	6,76 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	4,59 mg/l	vyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

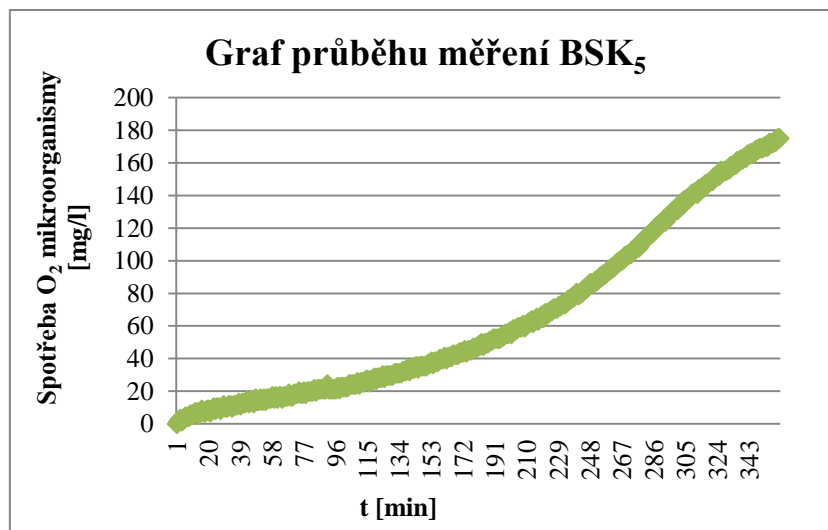
Tab. č. 21: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu

Parametr	Vzorek odebraný do plna	Vzorek odebraný do poloviny
pH [-]	7,41	6,38
Eh [mV _H]	332,7	354,5
Konduktivita [μS.cm ⁻¹]	695	694

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 20 je naměřená biochemická spotřeba kyslíku oproti hodnotám daným N.V. č. 57/2016 Sb. a hodnotám garantovaným výrobcem DČOV více jak trojnásobně vyšší. Poukazuje to na vysoké biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod. Vysokou hodnotu BSK si vysvětlují především tím, že DČOV v době odběru vykazovala částečnou poruchu, kdy byla zjištěna ucpaná mamutka a ventil C.

Na obr. č. 15 je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného MO za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 15: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že na začátku měření spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy postupně roste. Od poloviny měřené doby křivka spotřeby kyslíku strmě roste, což poukazuje na snadno odbouratelné látky v OV.

CHSK_{Cr}: Naměřená hodnota chemické spotřeby kyslíku překračuje hodnoty CHSK stanovené legislativou a výrobcem. Koncentrace všech organických látek v OV je vysoká.

Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti všech organických látek ve vodě. Poměr CHSK/BSK vyšel 2,26, což poukazuje na přítomnost hůře rozložitelných látek.

N_{celk}: Naměřená hodnota je vyhovující.

P: Naměřená hodnota fosforu dané ČOV vyšla pod hodnotu garantovanou výrobcem. Hodnota 4,59 mg/l je vyhovující.

pH: Optimální pH pro většinu bakterií leží v rozmezí od 6,0–8,0.

Naměřená hodnota pH se pohybuje v rozmezí 6,38–7,41, což odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.

Eh: Naměřená hodnota Eh se pohybuje v rozmezí 332,7–354,5 mV_H. Jedná se o prostředí oxidační, prostředí dobře zásobené kyslíkem.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity OV je oproti průměrné hodnotě konduktivity odpadních vod ($1030 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) nižší.

5.2.3.2 Druhé měření - leden 2017

➤ Vizualní kontrola DČOV

Po stránce vizualní i senzorické se DČOV jevila v pořádku (příl. č. 14). Zaznamenala jsem pouze zanesené sítko v separační zóně, to jsem navrhla vyčistit.

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Odběr vzorků odpadních vod proběhl ve večerních hodinách den před rozbohem. Vzorky byly odebrány do dvou pet lahví o objemu 1,5 l. Jedna pet lahev byla naplněna zcela, druhá do poloviny tak, aby ve zbylé části byla ponechána vzduchová mezera. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Následující tabulka znázorňuje výsledek rozboru odpadních vod dané ČOV.

Tab. č. 22: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období ledna 2017

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	59,2mg/l	nevyhovuje
CHSK _{Cr}	150 mg/l	130 mg/l	68,3 mg/l	vyhovuje
N _{celk}	není požadováno	20 mg/l	2,6 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	8,81 mg/l	nevyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

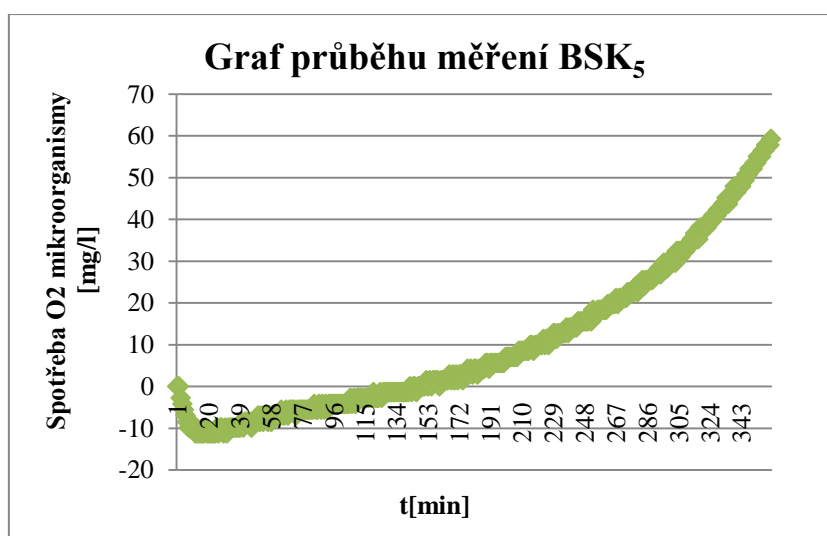
Tab. č. 23: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu

Parametr	Vzorek odebraný do plna	Vzorek odebraný do poloviny
pH [-]	7,60	7,16
Eh [mV _H]	+314,1	+385,2
Konduktivita [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	948	955

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 22 je naměřená biochemická spotřeba kyslíku oproti hodnotám daným N.V. č. 57/2016 Sb. a hodnotám garantovaným výrobcem DČOV mírně nadlimitní. Poukazuje to na vyšší biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod, které může být způsobené vyšší návštěvností domácnosti během vánočních svátků.

Na grafu níže je zobrazen průběh měření BSK během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 16: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že na začátku měření spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy postupně roste. Od poloviny měřeného času křivka spotřeby kyslíku exponenciálně roste.

CHSK_{Cr}: Naměřená hodnota chemické spotřeby kyslíku vyhovuje hodnotě CHSK stanovené legislativou a výrobcem. Koncentrace všech organických látek v OV je nízká.

Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti všech organických látek ve vodě. Poměr CHSK/BSK vyšel 1,15, což poukazuje na přítomnost snadno rozložitelných látek.

N_{celk}: Naměřená hodnota celkového dusíku splňuje garantovanou hodnotu danou výrobcem DČOV.

P: Naměřená hodnota fosforu dané ČOV vyšla mírně nadlimitní, oproti hodnotě garantované výrobcem. Vysoká hodnota fosforu může být způsobena častějším praním a úklidovými pracemi v domácnosti spojenými s vánočními svátky a návštěvami v domě.

pH: Naměřená hodnota pH se pohybuje v rozmezí 7,16–7,60, což odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie ČOV mají optimální podmínky pro život.

Eh: Naměřená hodnota Eh se pohybuje v rozmezí 314,1–385,2 mV_H. Jedná se o prostředí oxidační, prostředí dobře zásobené kyslíkem.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity OV se blíží průměrné hodnotě konduktivity odpadních vod (1030 μS.cm⁻¹) v České republice.

5.2.3.3 Třetí měření - březen 2017

➤ Vizualní kontrola DČOV

DČOV se jeví po vizuální i senzorické stránce v pořádku. Nezaznamenala jsem žádnou vadu (viz příl.č. 15).

➤ Odběr a chemický rozbor vzorků odpadních vod

Vzorky odpaní vody byly odebrány do jedné pet lahve o objemu 1,5 l. Tato lahev byla naplněna zcela. Do druhé lahve o objemu 0,5 l jsem odebrala vodu pitnou z domácnosti, kterou jsem použila pro měření pH, konduktivity a Redox potenciálu. Tato lahev byla naplněna také zcela. Analýza vzorků byla provedena v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

Tab. č. 24: Výsledek rozboru odpadních vod u ČOV 3 v období března 2017

Parametr	Hodnota pro kategorii výrobků ČOV do 10 EO dle 57/2016 Sb.	Garantované hodnoty na odtoku dle firmy AQUATEC	Naměřené hodnoty	Hodnocení
BSK ₅	40 mg/l	30 mg/l	74,7 mg/l	nevyhovuje
N-NH ₄ ⁺	20 mg/l	20 mg/l	4,83 mg/l	vyhovuje
P _{celk}	není požadováno	8 mg/l	4,22 mg/l	vyhovuje

Doplňující ukazatelé OV:

Tab. č. 25: Stanovení doplňujících parametrů odpadní vody a vody pitné z domácností

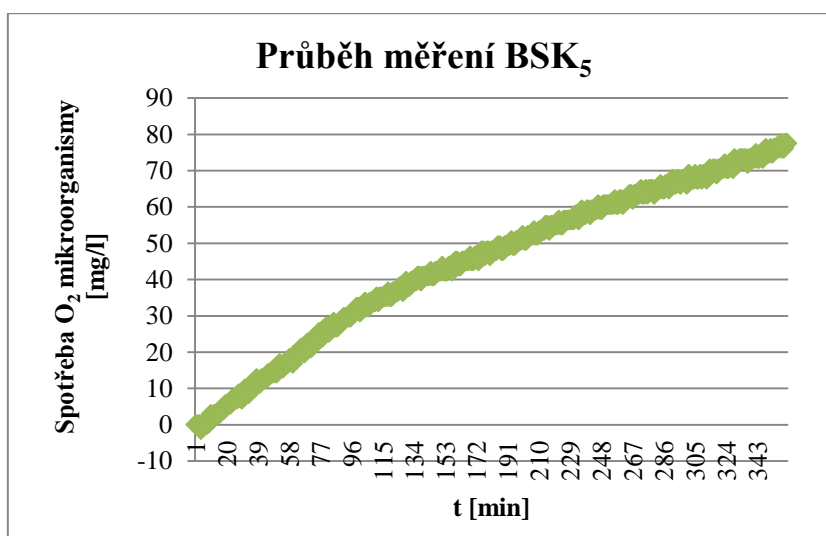
Parametr	Vzorek OV odebraný do plna	Vzorek pitné vody
pH [-]	6,89	6,72
Eh [mV _H]	-12	+0,7
Konduktivita [μS.cm ⁻¹]	915	314

➤ Diskuze k výsledkům měření

BSK₅: Dle tabulky č. 24 je naměřená BSK nevyhovující a téměř dvojnásobně překračuje hodnoty dané N.V. č. 57/2016 Sb. a hodnoty garantované výrobcem DČOV. Poukazuje to na vyšší biologicky rozložitelné znečištění odpadních vod, které může být způsobené faktem, že ČOV byla v době

odběru odpadních vod krátce po odkalení. Bakterie tak mohou být nedostatečně namnožené, což ovlivňuje čisticí procesy v domovní čistírně odpadních vod.

Na obr. č. 17 je zobrazen průběh měření BSK₅ během sledovaných 5 dnů. Jedná se o závislost množství rozpuštěného organického kyslíku spotřebovaného mikroorganismy za časový interval během biochemického rozkladu organických látek ve vodě.



Obr. č. 17: Graf průběhu měření BSK₅

Z grafu vyplývá, že spotřeba rozpuštěného organického kyslíku mikroorganismy v průběhu měření logaritmicky roste.

N-NH₄⁺ Hodnota amoniakálního dusíku vyhovuje hodnotám daným legislativou i garantovanými výrobcem DČOV. Zvýšená hodnota N-NH₄⁺ indikuje vyšší množství fekálního znečištění.

P: Naměřená hodnota fosforu je vyhovující.

pH: Stanovená hodnota pH odpadní vody je 6,64, což odpovídá pH neutrálnímu. Bakterie DČOV mají optimální podmínky pro život.

Naměřené pH pitné vody z domácnosti je 6,9. Jedná se tedy také pH neutrální a splňuje hodnoty pH pro pitné vody stanovené vyhl. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Eh: Naměřená hodnota Eh je $-6,3 \text{ mV}_H$. Jedná se o prostředí redukční, prostředí špatně zásobené kyslíkem. Hodnoty nacházející se mezi $+50 \text{ mV}$ až -50 mV ohraničují anoxickou oblast, tedy oblast bez přítomnosti vzdušného kyslíku.

Eh vody pitné z domácnosti je $+8,3 \text{ mV}_H$. Jedná se tedy také o anoxickou oblast.

Konduktivita: Naměřená hodnota konduktivity OV je blízká průměrné hodnotě konduktivity odpadních vod ($1030 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Měrná vodivost OV je tedy optimální.

Konduktivita vody pitné odebrané z domácnosti je $322 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Tato hodnota je blízká průměrné konduktivitě pitných vod v České republice, která se pohybuje okolo $400 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (www.analyzavody.cz). Hodnota naměřené konduktivity pitné vody je tedy optimální.

5.3 Porovnání výsledků jednotlivých měření BSK₅

Biochemická spotřeba kyslíku je nejvýznamnějším ukazatelem pro posuzování kvality odpadních vod. BSK vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Obecně platí, že vyšší naměřená hodnota BSK₅ poukazuje na zvýšené množství znečištění ve vodě. Z tohoto důvodu jsem si vybrala pro porovnání mezi jednotlivými měřeními právě parametr BSK.

5.3.1 DČOV 1

V tabulce č. 26 a na obr. č. 18 můžeme pozorovat srovnání jednotlivých výsledků měření BSK u DČOV 1, která proběhla v průběhu šesti měsíců.

V říjnu 2016 byla DČOV pouze měsíc od uvedení do provozu. Bakterie byly nedostatečně namnoženy. Z tohoto důvodu výsledek BSK vyšel jako *nevyhovující*.

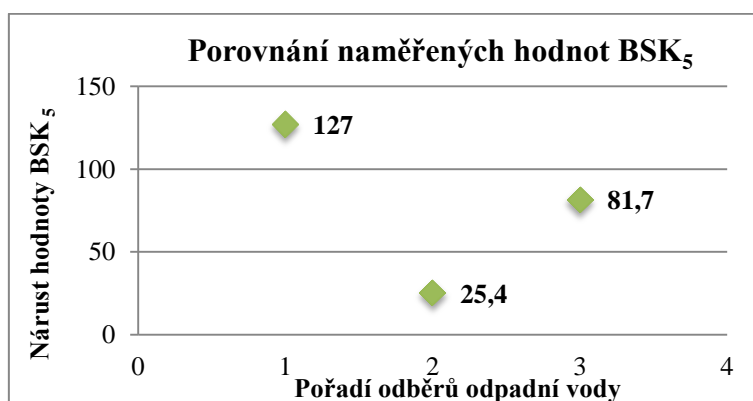
V lednu 2017 již byla DČOV dobře zaběhlá a bakterie byly dobře namnoženy. Výsledek BSK vyšel jako *vyhovující*.

V posledním měsíci měření, vyšel výsledek hodnoty BSK opět jako *nevyhovující*, což si vysvětluji faktem, že DČOV byla pouhý týden po odkalení, před kterým mimo jiné

předcházelo silné zakalení DČOV. Čistírna odpadních vod při odběru mohla vykazovat nízké množství bakterií, což mohlo negativně ovlivnit proces čištění.

Tab. č. 26: Srovnání výsledků jednotlivých měření BSK₅ u DČOV 1

Pořadí odběru	Měsíc odběru	BSK ₅	Hodnocení
1	říjen	127 mg/l	nevyhovuje
2	leden	25,4 mg/l	vyhovuje
3	březen	81,7 mg/l	nevyhovuje



Obr. č. 18: Graf porovnání naměřených hodnot BSK₅ u DČOV 1

5.3.2 DČOV 2

V tabulce č. 27 a na obr. č. 19 můžeme pozorovat srovnání jednotlivých výsledků měření BSK u ČOV 2, která proběhla během šesti měsíců.

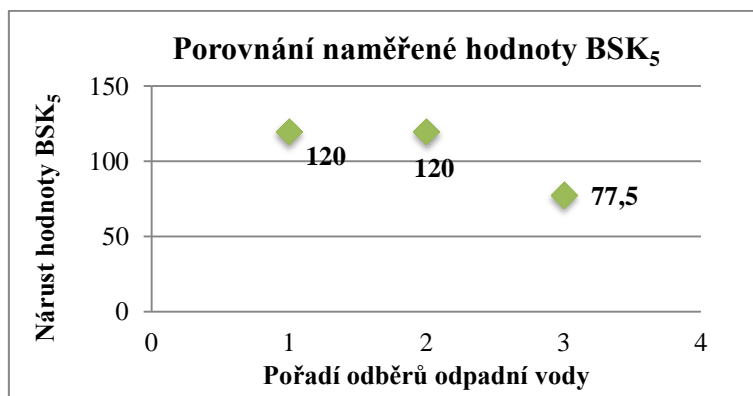
V říjnu 2016 hodnota BSK *nevyhovovala* právním požadavkům ani garantovaným hodnotám daným výrobcem DČOV. To bylo způsobené především zakalením ČOV, což potvrdila kalová zkouška.

V lednu 2017 výsledek naměřené hodnoty BSK vyšel opět jako *nevyhovující*. DČOV byla opět zakalená.

Při posledním měření v březnu 2017 sice výsledek BSK vyšel opět jako *nevyhovující*, hodnota se však téměř o polovinu hodnoty z předešlých měření snížila. DČOV byla cca dva měsíce po odkalení a hodnota usazeného kalu při kalové zkoušce se pohybovala okolo 50 %, přičemž maximálně doporučené je 70 % usazeného kalu. Možný problém může být také s nedostatečným provzdušňováním v aktivační nádrži a nedostatkem tak kyslíku pro bakterie.

Tab. č. 27: Srovnání výsledků jednotlivých měření BSK₅ u DČOV 2

Pořadí odběru	Měsíc odběru	BSK ₅	Hodnocení
1	říjen	120	nevyhovuje
2	leden	120	nevyhovuje
3	březen	77,5	nevyhovuje



Obr. č. 19: Graf porovnání naměřených hodnot BSK₅ u DČOV 2

5.3.3 DČOV 3

V tabulce č. 28 a na obr. č. 20 můžeme pozorovat srovnání jednotlivých výsledků měření BSK u DČOV 3, která proběhla během šesti měsíců.

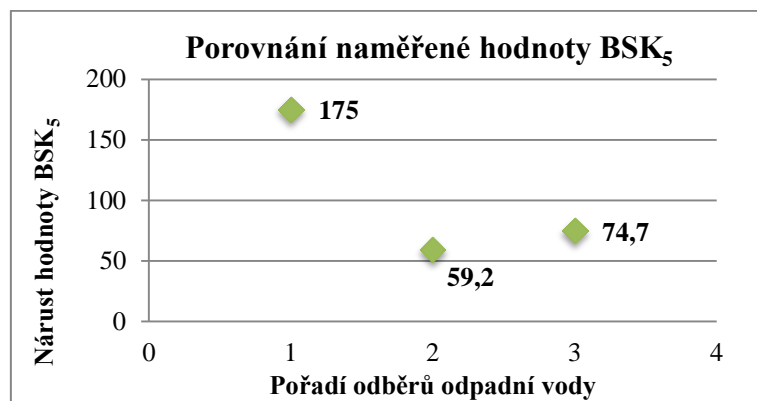
V říjnu 2016 hodnota BSK *nevyhovovala* právním požadavkům, ani garantovaným hodnotám daným výrobcem DČOV. Vysoká hodnota BSK byla způsobena poruchou DČOV, která byla následně pracovníkem firmy AQUATEC odstraněna.

V lednu 2017 výsledek naměřené hodnoty BSK vyšel opět jako *nevyhovující*. Hodnota BSK byla mírně zvýšená od hodnoty dané legislativou. DČOV byla pravděpodobně zakalená. Také novoroční oslavy a úklid spojený se svátky tento výsledek mohl negativně ovlivnit.

V posledním měsíci měření vyšel výsledek hodnoty BSK opět jako *nevyhovující*, což si vysvětlují faktem, že DČOV byla zakalená.

Tab. č. 28: Srovnání výsledků jednotlivých měření BSK₅ u DČOV 3

Pořadí odběru	Měsíc odběru	BSK ₅	Hodnocení
1	říjen	175	nevyhovuje
2	leden	59,2	nevyhovuje
3	březen	74,7	nevyhovuje



Obr. č. 20: Graf porovnání naměřených hodnot BSK₅ u DČOV 3

6 ZÁVĚR

Tato diplomová práce v teoretické části popisuje způsoby nakládání s odpadními vodami v rámci rodinných domů, rozdělení odpadních vod, jejich vlastnosti a využití.

Dále se věnuje legislativním předpisům v oblasti domovních čistíren odpadních vod a jejich vypouštění do vod podzemních.

Nedílnou součástí práce je geologický a hydrogeologický popis lokality, v nichž se sledované DČOV nachází, a také stručný popis technologie a provozu vybraných DČOV.

V rámci praktické části jsem v BAT laboratoři Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně stanovovala vybrané ukazatele charakterizující kvalitu odpadních vod a porovnávala je s právními předpisy a hodnotami garantovanými výrobcem těchto ČOV. Odběry odpadních vod byly provedeny u tří domovních čistíren odpadních vod třikrát v průběhu šesti měsíců. Výsledky rozborů OV byly vyhodnoceny a interpretovány. Na jejich základě byla stanovena doporučení pro správný chod jednotlivých čistíren.

V mnoha případech se potvrdilo, že pro správný chod domovních čistíren odpadních vod je potřeba především pravidelně DČOV uživateli kontrolovat, pravidelně provádět kalovou zkoušku a následně dle jejího výsledku danou ČOV odkalit. Je třeba dodržovat legislativu a minimálně jednou za dva roky nechat DČOV zkontrolovat technikem firmy AQUATEC, nechat udělat rozbor OV a zaslat jej na příslušný vodoprávní úřad. Během sledovaných šesti měsíců se ukázalo, že ne každá ČOV, která nevykazuje senzorickou vadu a na první pohled se jeví bez zakalení, musí být vždy v pořádku. Naopak výsledky rozborů těchto odpadních vod mnohdy nevyhovovaly právním předpisům a poukázaly tak na problém s čištěním OV. Takto se jevila například jedna z ČOV, u které se zjistil technický problém, který byl následně vyřešen technikem firmy.

Závěrem lze říci, že k domovním čistírnám odpadních vod je třeba přistupovat jako k živému organismu, kterému je potřeba poskytnout příznivé podmínky pro život. Je nutné se provozu DČOV pravidelně věnovat a dodržovat pokyny dané výrobcem domovních ČOV. Pokud se tímto provozovatelé daných ČOV budou řídit, čištění odpadních vod by mělo probíhat správně a hodnoty odpadní vody na výstupu z DČOV by měly být vyhovující. Je to především o přístupu provozovatelů k daným ČOV, to zde hraje klíčovou roli. Vzhledem k časovým možnostem vodoprávních úřadů, je však prozatím stále obtížné přimět provozovatele DČOV pravidelně kontrolovat účinnost čištění odpadních vod.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

7.1 Literární zdroje

GRODA, B.; VÍTĚZ, T.; *Čištění a čistírny odpadních vod*, Brno MZLU, 2008. ISBN 978-80-7375-180-7

GRODA, B. a kol.; 2007; *Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově*

KOUŘIL, M.; *Kořenové čistírny: Alternativní způsob nakládání s odpadními vodami (informační brožura pro obce, soukromníky a zemědělce)*. 2006. ISBN 80-86778-22-3

MALÝ, J., MALÁ, J.; *Chemie a technologie vody*. 2. doplněné vydání. Údolní 56, 602 00 Brno, Česká republika: ARDEC s.r.o., 2006, 329 s. ISBN 80-86020-50-9

PITTER, P.; *Hydrochemie*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 80-7080-340-1

PFLEGEROVÁ, E., et al.; 2003: *Technologie slovník naučný* (4. svazek). Encyklopedický dům, Praha, 420 s. ISBN 80-86044-21-1

TESAŘOVÁ, M., et el.; 2010: *Biologické zpracování odpadů*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 129 s. ISBN 978-80-7375-420-4

7.2 Právní normy

ZÁKON č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 57/2016 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních

VYHLÁŠKA č. 252/2004 Sb.

7.3 Internetové zdroje

ANALÝZA VODY [online]. [cit. 2017-19-03]. Dostupné z:

<http://www.analyzavody.cz/vlastnosti-vody/konduktivita/>

AQUATEC [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z:

<http://www.aquatec-vfl.cz/cz/domovni-cistirny-odpadnich-vod/>

BIELA, R.; *Kvalita šedých vod a možnosti jejich využití. Voda, kanalizace - TZB-info*

[online]. 2011 [cit. 2016-02-10]. ISSN 1801-4399. Dostupné z [http://voda.tzb-info.cz/8097-](http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti)

[kvalita -sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti](http://voda.tzb-info.cz/8097-kvalita-sedych-vod-a-moznost-jejich-vyuziti)

CENY ENERGIE [online]. [cit. 2017-24-03]. Dostupné z:

<http://www.cenyenergie.cz/spotreba-vody-v-domacnosti-tipy-jak-setrit/#/promo-ele>

ČUZK - Katastrální mapa k.ú. Olší u Tišnova a k.ú. Klokočí u Olší [online]. [cit. 2017-04-03].

Dostupné z:

<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=711144&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

MŽP [online]. [cit. 2017-24-03]. Dostupné z:

http://www.mzp.cz/cz/news_170203_priority

TZB-INFO; 1 [online]. [cit. 2017-24-03]. Dostupné z:

<http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi>

TZB-INFO; 2 [online]. [cit. 2017-24-03]. Dostupné z:

<http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi>

TZB-INFO; 3 [online]. [cit. 2017-24-03]. Dostupné z:

(<http://www.tzb-info.cz/2876-podminky-ovlivnujici-funkcnost-a-bezproblemovy-provoz-biologickych-cov>).

Příručka, provozní řád a návod k obsluze firmy AQUATEC [online]. [cit. 2017-20-04].

Dostupné z:

<http://www.usbf.cz/download/dok/-%202017%20-%20Provozn%C3%AD%20%C5%99%C3%A1d%20a%20n%C3%A1vod%20k%20obsluze%20domovn%C3%AD%20%C4%8COV%20AT6%20-%20AT20.pdf>

7.4 Ostatní zdroje

GEON, s.r.o.; Hydrogeologický posudek - k.ú. Olší u Tišnova a k.ú. Klokočí u Olší. 2016.

Dostupné z: Archiv firmy GEON, s.r.o.;

ENVIREX, spol. s. r. o.; Hydrogeologický posudek - k.ú. Husle. 2016.

Dostupné z: Archiv firmy ENVIREX, spol. s. r. o.

Příbalový leták kyvetového testu LCI 400 firmy HACH LANGE s. r.o.

Příbalový leták kyvetového testu LCK 138 firmy HACH LANGE s. r.o.

Příbalový leták kyvetového testu LCK 303 firmy HACH LANGE s. r.o.

Příbalový leták kyvetového testu LCK 350 firmy HACH LANGE s. r.o.

8 SEZNAM ZKRATEK

ČOV	čistírna odpadních vod
DČOV	domovní čistírna odpadních vod
EO	ekvivalentní obyvatel
MO	mikroorganismus
OV	odpadní voda
RD	rodinný dům

9 SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

9.1 Seznam tabulek

Tab. č. 1: Hodnoty BSK ₅ a CHSK v šedých vodách	12
Tab. č. 2: Četnost chození na toaletu a potřeb osobní hygieny během týdne	31
Tab. č. 3: Četnost úklidových prací v domácnosti během týdne	32
Tab. č. 4: Četnost chození na toaletu a potřeb osobní hygieny během týdne.....	32
Tab. č. 5: Četnost úklidových prací v domácnosti během týdne.....	33
Tab. č. 6: Četnost chození na toaletu a potřeb osobní hygieny během týdne.....	33
Tab. č. 7: Četnost úklidových prací v domácnosti během týdne.....	34
Tab. č. 8: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 1 v období října 2016.....	44
Tab. č. 9: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu.....	44
Tab. č. 10: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 1 v období ledna 2017.....	47
Tab. č. 11: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu.....	48
Tab. č. 12: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 1 v období března 2017.....	50
Tab. č. 13: Stanovení doplňujících parametrů odpadní vody a vody pitné z domácností.....	50
Tab. č. 14: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období října 2016.....	54
Tab. č. 15: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu.....	54
Tab. č. 16: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období ledna 2017.....	56
Tab. č. 17: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu.....	57
Tab. č. 18: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období března 2017.....	59

Tab. č. 19: Stanovení doplňujících parametrů odpadní vody a vody pitné z domácností.....	60
Tab. č. 20: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 3 v období října 2016.....	63
Tab. č. 21: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu.....	63
Tab. č. 22: Výsledek rozboru odpadních vod u DČOV 2 v období ledna 2017.....	65
Tab. č. 23: Stanovení doplňujících parametrů charakterizujících odpadní vodu.....	66
Tab. č. 24: Výsledek rozboru odpadních vod u ČOV 3 v období března 2017.....	68
Tab. č. 25: Stanovení doplňujících parametrů odpadní vody a vody pitné z domácností.....	68
Tab. č. 26: Srovnání výsledků jednotlivých měření BSK ₅ u DČOV 1.....	71
Tab. č. 27: Srovnání výsledků jednotlivých měření BSK ₅ u DČOV 2.....	72
Tab. č. 28: Srovnání výsledků jednotlivých měření BSK ₅ u DČOV 3.....	72

9.2 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Situace území dotčených ČOV 1:25 000.....	22
Obr. č. 2: Jednotlivé technologické prostory DČOV AQUATEC	26
Obr. č. 3: Měření objemu kalu u DČO 1.....	28
Obr. č. 4: Aktuální stav ČOV po odkrytí víka.....	42
Obr. č. 5: Kalová zkouška v říjnu 2016.....	43
Obr. č. 6: Graf průběhu měření BSK ₅	45
Obr. č. 7: Kalová zkouška v lednu 2017.....	47
Obr. č. 8: Graf průběhu měření BSK ₅	48
Obr. č. 9: Graf průběhu měření BSK ₅	51
Obr. č. 10: Odběr vzorku odpadní vody z usazovací části.....	53
Obr. č. 11: Graf průběhu měření BSK ₅	55
Obr. č. 12: Graf průběhu měření BSK ₅	58
Obr. č. 13: Graf průběhu měření BSK ₅	60
Obr. č. 14: Aktuální stav DČOV v místě odběru.....	62
Obr. č. 15: Graf průběhu měření BSK ₅	64
Obr. č. 16: Graf průběhu měření BSK ₅	66
Obr. č. 17: Graf průběhu měření BSK ₅	69
Obr. č. 18: Graf porovnání naměřených hodnot BSK ₅ u DČOV 1.....	71
Obr. č. 19: Graf porovnání naměřených hodnot BSK ₅ u DČOV 2.....	72
Obr. č. 20: Graf porovnání naměřených hodnot BSK ₅ u DČOV 3.....	73

10 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Příloha č. 1 k N.V. 57/2016 Sb. (N.V. 57/2016 Sb.)

Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 57/2016 Sb.

Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních

Tabulka 1 A: Ukazatele a emisní standardy pro odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci:

Velikostní kategorie (EO) [*]	"m" ^{***} (mg/l)				
	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	NL	N _{celk.}
< 10	150	40	20	30	x
10 - 50	150	40	x	30	30
> 50	130	30	x	30	20

Tabulka 1 B: Ukazatele a emisní standardy pro odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb poskytující ubytovací služby:

"m" ^{***} (mg/l)				
CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	P _{celk.}	N _{celk.}
130	30	30	8	20

Tabulka 1 C: Ukazatele a emisní standardy mikrobiologického znečištění pro odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci a z jednotlivých staveb poskytujících ubytovací služby:

"m" ^{***} (KTJ/100 ml)	
Escherichia coli	Enterokoky
150	100

Vysvětlivky:

^{*} Počet ekvivalentních obyvatel (EO) se pro účel zařazení čistícího zařízení do velikostní kategorie vypočítá z bilance v ukazateli BSK₅ v kg za kalendářní rok na přítoku do čistícího zařízení vydělený koeficientem 18,7. Není-li znám údaj o množství znečištění na přítoku, lze pro zařazení čistícího zařízení do velikostní kategorie použít projektovanou kapacitu čistícího zařízení. Projektovaná kapacita musí být dostatečná pro zajištění náležitého vyčištění odpadních vod při maximálním předpokládaném zatížení čistícího zařízení.

^{**} „m“ je nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních vyjádřená v koncentraci v mg/l.

^{***} „m“ je nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních vyjádřená v KTJ (kolonie tvořících jednotek)/100 ml. Tento ukazatel stanovuje vodoprávní úřad v případě, kdy z vyjádření osoby s odbornou způsobilostí¹⁾ vyplývá nutná limitace mikrobiologického znečištění.

Příloha č. 2: Příloha č. 2 k N.V. 57/2016 Sb. (N.V. 57/2016 Sb.)

Příloha č. 2 k nařízení vlády č. 57/2016 Sb.

Klasifikace výrobku označovaného CE

Klasifikace výrobku	CHSK _{Cr} (%)	BSK ₅ (%)	N _{celk.} (%)	P _{celk.} (%)
Domovní čistírna odpadních vod - PZV	90	95	50	40

Vysvětlivky:

Domovní čistírna odpadních vod - PZV je certifikována podle nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 305/2011 Sb. ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS, a podle CSN EN 12566-3+A2 Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel - Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod, a podle CSN EN 12566-6: Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel - Část 6: Prefabrikované čistírny pro dočištění odpadních vod ze septiků.

Účinnosti odstraňovaného znečištění u jednotlivých ukazatelů jsou uvedeny v %.

¹⁾ § 29 až 31 vyhlášky č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění vyhlášky č. 48/2014 Sb.

²⁾ Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu, ve znění pozdějších předpisů.

Příloha č. 3: Hydrogeologický průzkum od společnosti ENVIREX, spol. s. r. o.
(FOTO: Krábková)



1. vyhloubení sondy



2. analýza složení půdy



3. vyhloubení sondy do větší hloubky



4. hydrodynamická zkouška hladinoměrem

Příloha č. 4: Srovnání spotřeby vody v domácnosti s danými činnostmi
(www.cenyenergie.cz)

Činnost	Spotřeba v litrech (přibližně)	Cena v Kč (přibližně)
Spláchnutí toalety	3 – 12	0,20 – 0,81
Koupel ve vaně	100 – 150	6,8 – 10,2
Sprchování	30 – 80	2 – 5,4
Mytí nádobív myčce	10 – 30	0,68 – 2
Mytí nádobív dřezu	15 – 40	1 – 2,72
Mytí nádobípod tekoucí vodou	20 – 70	1,36 – 4,75
Praní v pračce	40 – 90	2,72 – 6,11
Mytí rukou	3	0,20
Pití	1,5 – 3	0,1 – 0,20
Vaření	5 – 7	0,34 – 0,48
Mytí auta	200	13,58

Příloha č. 5: WTW OxiTop OC 110 - aparatura pro měření BSK₅ (FOTO: Krábková)



Příloha č. 6: Kyvetové testy na stanovení amoniakálního dusíku (FOTO: Krábková)



Příloha č. 7: Vstupní dotazník - DČOV Klokočí

Vstupní dotazník pro domácnosti s domovní ČOV

1. Kolik obyvatel bydlí v domě?

2 dospělí, 2 děti

2. Jak dlouho je Vaše dom. ČOV v provozu?

2 roky

3. Kolik dní v týdnu průměrně trávíte doma?
(např. V týdnu doma, víkend mimo dům)

6 + 1 mino

4. Používáte domovní drogerii ekologicky šetrnou k ŽP?

ANO

5. Střídali jste domovní drogerii v průběhu provozu Vaší ČOV?

NE

6. Zaznamenali jste nějaké problémy s dom. ČOV v průběhu jejího provozu, příp. o jaký problém se jednalo?

usazování kalu na povrchu střešní části ČOV

Příloha č. 8: Týdenní dotazník - DČOV Klokočí

DČOV 3
1. odběr vz.

Týdenní dotazník pro domácnosti s domovní ČOV

1. Kolik dní v týdnu jste trávili doma?
6
2. Kolikrát týdně jste umývali sanitu?
1x
3. Kolikrát týdně jste umývali podlahu?
1x
4. Kolikrát týdně jste se sprchovali a průměrně jak dlouho (min.)?
7x 20 min
5. Kolikrát týdně jste se koupali ve vaně?
7x (dět)
6. Kolikrát týdně jste prali?
2x
7. Kolikrát týdně jste ručně umývali nádobí?
jako drobnosti (denně)
8. Kolikrát týdně jste umývali nádobí v myčce?
10x
9. Kolikrát za den jste šli průměrně močit?
14x
10. Kolikrát za den jste šli průměrně na stolicí?
3x
11. Jaký toaletní papír jste používali?
BEBEY
12. Zapáchala Vaše domovní ČOV v průběhu týdne, příp. kdy?
NB
13. Došlo ke zlepšení, příp. kdy, po jaké době?

Čistící prostředky používané v domácnosti během týdne:

Název čistícího prostředku	Oblast požití (umyvadlo, pračka, WC...)	Kolikrát týdně
FROSCY	umyvadlo, WC, podlaha nádobí	3x
CIF	umyvadlo, vana	2x
FINISH	mytí	10x

Příloha č. 9: Aktuální stav DČOV 1 při měření v březnu (FOTO: Krábková)



Příloha č. 10: Kalová zkouška u DČOV 1 při měření v březnu 2017 (FOTO: Krábková)



Příloha č. 11: Aktuální stav DČOV 2 při měření v lednu 2017 (FOTO: Krábková)



Příloha č. 12: Kalová zkouška u DČOV 2 při měření v březnu 2017 (FOTO: Krábková)



Příloha č. 13: Aktuální stav DČOV 2 při měření v březnu 2017 (FOTO: Krábková)



Příloha č. 14: Aktuální stav DČOV 3 při měření v lednu 2017 (FOTO: Krábková)



Příloha č. 15: Aktuální stav DČOV 3 při měření v březnu 2017 (FOTO: Krábková)

