

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

LUCIE NAVRÁTILOVÁ



**Vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod
v obci Veverská Bítýška**
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Petra Oppeltová Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Lucie Navrátilová

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka:	Bc. Lucie Navrátilová
Studijní program:	Technologie odpadů
Obor:	Technologie a management odpadů
Název tématu:	Vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v obci Veverská Bítýška
Rozsah práce:	50 stran textu, grafy, tabulky, mapové přílohy, fotodokumentace

Zásady pro vypracování:


1. Zpracování literární rešerše – problematika znečišťování vod, čištění odpadních vod a související legislativní předpisy
2. Charakteristika zájmového území, popis přírodních a hospodářských podmínek
3. Charakteristika vybrané čistírny odpadních vod
4. Návrh metodiky řešení
5. Získání údajů o vybraných ukazatelích jakosti vody před a za čistírnu odpadních vod a jejich statistické zpracování
6. Monitoring jakosti vody za ČOV, laboratorní zpracování a vyhodnocení vzorků vody
7. Diskuse a vyhodnocení výsledků, porovnání s platnou legislativou, vyhodnocení účinnosti čištění
8. Závěr

Seznam odborné literatury:

1. VÍTEŽ, T. – GRODA, B. *Čištění a čistírny odpadních vod*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 126 s. ISBN 978-80-7375-180-7.
2. OPPELTOVÁ, P. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 103 s. ISBN 978-80-7509-218-2.
3. ŠÁLEK, J. *Navrhování a provozování vegetačních kořenoových čistíren*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. 54 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 80-86153-037-0.
4. ŘÍHA, J. a kol. *Jakost vody v povrchových vodních tocích a její matematické modelování*. 1. vyd. Brno: NOEL 2000, 2002. 269 s. ISBN 80-86020-31-2.
5. ŠÁLEK, J. – TLAPÁK, V. *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2006. 283 s. ISBN 80-86769-74-7.
6. KOTOVICOVÁ, J. – STEJSKAL, B. *Ochrana životního prostředí*. [online]. 2012. URL: <http://www.uake.cz/OZP>.
7. KOTOVICOVÁ, J. – KNOTEK, J. – ULČÁK, Z. – TRNKA, P. – OPPELTOVÁ, P. – HUBAČÍKOVÁ, V. – STEJSKAL, B. – FILIP, J. – VAVERKOVÁ, M. D. – ŠTASTNÁ, M. – HORSÁK, Z. – PRUDKÝ, J. – VAISHAR, A. *Ochrana životního prostředí*. Brno: Audiovizuální centrum MZLU v Brně, 2009. 183 s. ISBN 978-80-7375-301-6.
8. KOTOVICOVÁ, J. a kol. *Ochrana životního prostředí II*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 165 s. ISBN 978-80-7375-262-0.
9. KOTOVICOVÁ, J. a kol. *Vybrané kapitoly z environmentalistiky*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 111 s. ISBN 978-80-7375-285-9.
10. PITTER, P.: *Hydrochemie*. 2.vyd. Praha. VŠCHT, 1999, 568 s.
11. Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v platném znění a s tím související prováděcí předpisy

Datum zadání diplomové práce: říjen 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017


Bc. Lucie Navrátilová
Autorka práce




Ing. Petra Opeřtlová, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Dr. Milada Štastná
Vedoucí ústavu


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

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v obci Veverská Bítýška jsem vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47 b 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:.....

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí práce paní Ing. Petře Oppeltové, Ph.D. za odbornou pomoc při zpracování mé diplomové práce, motivaci při terénním výzkumu a za její podnětné rady. Dále bych chtěla poděkovat zaměstnancům čistírny odpadních vod v obci Veverská Bítýška, kteří mi poskytli cenné poznatky a informace k řešené problematice, především bych chtěla poděkovat panu Novotnému a panu Fischerovi. Největší mé poděkování patří mé rodině, která je mojí oporou a plně mě podporují při mém studiu.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na vyhodnocení účinnosti Čistírny odpadních vod v obci Veverská Bítýška. Součástí práce je literární rešerše, která vymezuje: základní problematiku vod, odpadní vody, čištění odpadních vod a související legislativní předpisy. Dalšími body práce jsou Charakteristika zájmového území a Charakteristika vybrané čistírny odpadních vod. V rámci metodiky diplomové práce jsou popsány vybrané ukazatele jakosti vod a jednotlivá stanovení v terénu a laboratoři. Výsledky u stanovených ukazatelů jakosti vod jsou zpracovány do tabulek a grafů, které jsou stručně popsány. Účinnost čistírny odpadních vod v obci Veverská Bítýška je vypočítána ze získaných výsledků měření. V závěru diplomové práce je její celkové hodnocení. Účinnost čistírny odpadních vod vždy splňovala stanovené legislativní limity. Hodnoty se pohybovaly téměř vždy přes 90 %.

Klíčová slova: odpadní voda, čistírna odpadních vod, účinnost čistírny odpadních vod

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on evaluate the efficiency of wastewater treatment plants in the village Veverská Bítýška. Part of the thesis is a literary research, which defines: the basic information about water, wastewater, wastewater treatment and related legislation. Other items of work are characteristic of interest territory and characteristic of selected wastewater treatment plant. In the context of the methodology of the diploma thesis are described selected indicators of water quality and individual determinations in the field and laboratory. Results for the set of indicators of water quality are processed in tables and the graphs, which are accompanied by brief descriptions. Efficiency of wastewater treatment plants is calculated from the acquired measurement results. At the end of the diploma thesis it's the overall assessment. Efficiency of wastewater treatment plants always meet the set legislative limits. Values were almost always over 90%.

Key words: wastewater, wastewater treatment plant, the effectiveness of the wastewater treatment plant

OBSAH

1	ÚVOD	12
2	CÍL PRÁCE	14
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	15
3.1	Voda obecně.....	15
3.2	Základní rozdělení vod.....	15
3.2.1	Rozdělní dle výskytu	15
3.2.2	Rozdělení dle použití	17
3.3	Znečišťování vod	18
3.4	Odpadní vody.....	19
3.4.1	Splaškové odpadní vody	20
3.4.2	Průmyslové odpadní vody	20
3.4.3	Zemědělské průmyslové vody	21
3.4.4	Dešťové odpadní vody.....	21
3.4.5	Balastní vody	21
3.4.6	Městské odpadní vody	22
3.5	Znečištění odpadních vod	22
3.6	Čistírny odpadních vod	22
3.6.1	Dělení čistíren odpadních vod	23
3.7	Legislativa.....	24
3.7.1	Směrnice rady 91/271/EHS	24
3.7.2	Zákon č. 254/2001 Sb.	24
3.7.3	Zákon č. 274/2001 Sb.	25
3.7.4	Nářízení vlády č. 143/2012 Sb.....	26
3.7.5	Nářízení vlády č. 401/2015 Sb.....	26
3.7.6	Vyhláška č. 123/2012 Sb.,	27

4	CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	28
4.1	Veverská Bítýška	28
4.2	Geologie	28
4.3	Podnebí.....	29
4.4	Fauna a flora.....	29
4.5	Zemědělství a průmysl	29
4.5.1	Zemědělství.....	29
4.5.2	Průmysl a všeobecná vybavenost V. B.	29
5	CHARAKTERISTIKA VYBRANÉ ČOV	31
5.1	Intenzifikace ČOV Veverská Bítýška	31
5.2	Charakteristika ČOV	31
5.3	Projektová kapacita ČOV.....	32
5.3.1	Množství odpadních vod.....	33
5.3.2	Zatížení ČOV	33
5.4	Sledování množství a kvality vypouštěných odpadních vod	33
5.4.1	Podmínky stanovené povolením pro vypouštění odpadních vod	35
5.5	Chemikálie používané v procesu čištění odpadních vod	36
5.6	Odpadní látky vznikající v procesu čištění odpadních vod.....	36
5.7	Technologie čištění odpadních vod.....	37
5.8	Provoz a kontrola biologického stupně čištění.....	42
5.8.1	Nitrifikace a denitrifikace	42
5.8.2	Srážení fosforu.....	43
5.8.3	Analytické sledování provozu ČOV	44
6	METODIKA PRÁCE	45
6.1	Popis stanovovaných ukazatelů.....	45
6.1.1	Kyslík.....	45
6.1.2	Elektronická kkonduktivita.....	46

6.1.3	pH.....	46
6.1.4	Teplota	46
6.1.5	Sloučeniny fosforu	46
6.1.6	Sloučeniny dusíku.....	47
6.1.7	Chemická spotřeba kyslíku	47
6.2	Časový harmonogram a popis jednotlivých stanovení.....	48
6.2.1	Stanovení v terénu	48
6.2.2	Stanovení v laboratoři	49
6.3	Hodnocení vlastního monitoringu.....	49
6.4	Zpracování poskytnutých materiálů z ČOV.....	50
6.5	Zhodnocení účinnosti čištění.....	51
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	53
7.1	Ukazatelé stanovené v terénu.....	53
7.1.1	Rozpuštěný kyslík.....	53
7.1.2	Konduktivita	54
7.1.3	pH.....	55
7.1.4	Teplota	56
7.2	Ukazatele stanovené v laboratoři	57
7.2.1	Celkový fosfor	57
7.2.2	Ortofosforečnany	58
7.2.3	Celkový dusík	59
7.2.4	Dusičnanový dusík.....	60
7.2.5	Amoniakální dusík.....	61
7.2.6	CHSK _{Cr}	62
7.3	Data z ČOV v obci Veverská Bítýška.....	63
7.3.1	Průtoky.....	63
7.3.2	Přítok.....	64

7.3.3	Odtok	65
7.4	Účinnost ČOV	66
7.4.1	Celkový fosfor	66
7.4.2	Ortofosforečnany	67
7.4.3	Celkový dusík	68
7.4.4	Dusičnanový dusík.....	69
7.4.5	Amoniakální dusík.....	70
7.4.6	CHSK _{Cr}	71
7.5	Porovnání účinnosti ČOV	72
8	ZÁVĚR	74
9	ZDROJE.....	75
10	SEZNAM TABULEK	79
11	SEZNAM GRAFŮ	81
12	SEZNAM ZKRATEK	82
	PŘÍLOHY	83

1 ÚVOD

Země neboli Modrá planeta.

Nejrozšířenější a jedna z nejdůležitějších sloučenin na naší planetě Zemi je voda. Tato sloučenina propůjčuje Zemi svou barvu a dává jí tak modrý vzhled – odtud název Modrá planeta. Voda je nenahraditelnou součástí všech procesů a nedílnou podmínkou existence života na Zemi. Tvoří podstatnou složku nejen všeho okolo nás, ale je i důležitou součástí lidského těla.

Z dochovaných historických pramenů víme, že naši předkové se usazovali v blízkosti vodních zdrojů. Po celá tisíciletí lidé vodu využívají ve svůj prospěch a přetváří přirozenou podobu našich vodních zdrojů, ať už úpravami vodních toků či zadržováním vody v krajině.

Lidských činností, které ovlivňují vodní zdroje je celá řada. Mezi ty důležité patří: těžba, lodní doprava, vypouštění odpadních vod do vod povrchových, různé úniky nebezpečných látek do vodního prostředí a mnoho dalších. Nejde jen o znečišťování či poškozování vodních zdrojů, ale i o jejich plýtvání, a to jak vod užitkových, tak vod pitných. Pokrok lidské civilizace jde kupředu přímo mílovými kroky. V dnešní moderní a uspěchané době se lidé na vodu nedívají jako naši předkové před mnoha staletími, většina populace ji bohužel považuje za něco samozřejmého. Převážná většina z nás touto surovinou spíše plýtvá a neuvědomuje si její důležitost a cenu.

Rozhlédněme se kolem sebe a zamysleme se. Kolik z Vás vnímá problémy svého okolí? V dnešní době se lidé spíše starají sami o sebe než o své okolí, natož aby se zamysleli nad globálními problémy celé planety. Z médií se, co chvíli ozve nějaká informace o rostoucím globálním problému týkající se vody, ta však zanikne mezi ostatními. Média na nás denně chrlí zprávy, ale kolik z nich je opravdu ve své podstatě důležitých nebo opravdu pravdivých? V dnešní době se sdělení nafukují do obřích bublin, z nedůležitých informací se stávají senzace a ty významné v nich zanikají. §

Ve světě je spousta odborníků, kteří se zabývají rostoucími globálními problémy. Z mého pohledu je vážným problémem ubývání zdrojů pitné vody a tím nejdůležitějším a nejzávažnějším je problém znečišťování všech vodních zdrojů. Jak jsem se již zmínila, zdrojů, které znečišťují vody je mnoho.

Jak je to s ochranou vodních zdrojů? Ochranou se zabývá celá řada zákonů, vyhlášek či nařízení, ať už národních, evropských či světových. Avšak tyto právní normy nejsou vždy dostačující. Po celém světě nalezneme ať už jedince, velké společnosti, někdy i samotná města či státy, které tyto zákony porušují a vody znečišťují.

Příkladem takového lidského znečišťování je ostrov odpadků též někdy nazývaný Sedmý kontinent. Nachází v Pacifickém oceánu na místě, kde se setkávají mořské proudy. V současné době se již o problém dlouhodobě zajímají různé ekologické organizace. Tento příklad, který jsem uvedla je jen zlomek toho, jak může vypadat samotné znečištění našich oceánů, moří, jezer, řek a potoků.

Spousta mých přátel netřídí odpad. Na mou otázku „proč?“ mi odpovídají jednou a tou samou odpovědí. „Proč bychom měli třídít odpad, když ostatní v našem okolí to nedělají?“ Toto je podle mě špatný příklad pro budoucí generace, proč bychom to měli dělat, když to ostatní nedělají. Měli bychom jít příkladem nejen našim budoucím generacím, ale i těm současným.

Voda je pro nás nepostradatelná a zároveň je to živel, který nám někdy způsobuje problémy a starosti – přívalové deště, povodně či ničivé mořské vlny – Tsunami. Nedává nám tím však příroda najevo, že už to stačí? Už jsme si z ní vzali tolik, a co ji vrátíme? Není tedy na čase, abychom se začali zajímat o globální problémy, které způsobujeme?

2 CÍL PRÁCE

Jedním z cílů teoretické části diplomové práce je vypracování literární rešerše na téma znečišťování vod, odpadní vody a legislativní předpisy týkající se vod. V rámci práce je zpracována charakteristika zájmového území, charakteristika vybrané čistírny odpadních vod a metodika práce.

Hlavním cílem je zpracování praktické části diplomové práce na téma vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v obci Veverská Bítýška. Součástí praktické části práce jsou terénní odběry vzorků na vybrané čistírně odpadních vod a jejich následné stanovení v laboratoři UAKE. Ze stanovených výsledků jednotlivých ukazatelů byla následně vyhodnocena účinnost čistírny odpadních vod.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Voda obecně

Z chemického hlediska je voda neboli oxidant sloučenina dvou atomů. Skládá se z atomů vodíku a kyslíku. Molekuly vody vytvářejí malý dipól, u kyslíku je záporný náboj a u vodíku náboj kladný. Tekutost vody je dána snadným řetězením molekul vody jedna na druhou. Síly, které působí mezi molekulami, nazýváme vodíkové vazby (můstky).^[1]

Voda je tedy mimořádná látka, která se chová ve všech svých fyzikálně-chemických vlastnostech anomálně. Jednou z mnoha anomálií vody je hustota, voda má největší hustotu při teplotě 4 °C, proto také povrchové vody nezamrzají od dna, ale od hladiny.^[1]

Oceány a moře zaujímají 70,7 % povrchu země a tvoří 97 % celého vodstva na naší planetě. Zbývá 3 % tvoří voda sladká, přičemž 69 % je voda v ledovcích, 30 % jsou vody podzemní a 1 % je voda povrchová a atmosférická.^[1,36]

3.2 Základní rozdělení vod

Vody je možné dělit dle mnoha různých kategorií, jedním ze základních dělení je následující.^[7]

- Dle původu – vody přírodní a vody odpadní (městské a průmyslové)
- Dle výskytu – platí pro vody přírodní, které se následně dělí na vody atmosférické, podzemní a povrchové
- Dle použití – vody pitné, užitkové, provozní, a odpadní

3.2.1 Rozdělení dle výskytu

3.2.1.1 Atmosférické vody

Veškerá voda, která vzniká v ovzduší bez ohledu na skupenství. Atmosférické vody vznikají z vodních par, při poklesu teploty pod tzv. rosný bod. Výsledkem kondenzace par jsou srážky, které je možné dále rozdělit dle skupenství nebo dle místa vzniku.^[7]

Podle skupenství dělíme srážky na kapalné (déšť, mrholení, mlha, rosa) a pevné (sníh, mráz, kroupy, námraza). Dle místa vzniku dělíme srážky na horizontální

a vertikální. U horizontálních srážek dochází ke kondenzaci vodních par přímo nad povrchem země nebo na jeho povrchu, jedná se o tyto srážky: mlha, námraza jinovatka nebo rosa. Vertikální srážky vznikají ve volné atmosféře a následně padají na povrch (sníh, kroupy či déšť).^[7]

Mezi nejvydatnější typ srážek patří déšť. Chemické složení této vody závisí na složení atmosféry a znečištění ovzduší ve spodní a střední vrstvě atmosféry. Nejméně znečištěné srážkové vody se nacházejí v horských oblastech a naopak nejvíce znečištěné jsou srážkové vody v okolí průmyslových center.^[7,35]

3.2.1.2 Podzemní vody

Definice, nakládání a ochrana podzemních vod je dána zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů. Definice podzemních vod, dle tohoto zákona, zní následovně: 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.^[16]

Podzemní vody se rozlišují dle propustnosti horninového prostředí na vody průlinové, puklinové a krasové. Vody průlinové jsou zadrženy v pórech mezi částicemi, pohyb těchto vod je velmi pomalý. Puklinové vody se nacházejí v puklinách, trhlinách a zlomech mezi vrstvami hornin, rychlost pohybu těchto vod je závislá na složení a charakteru narušení okolních hornin. Krasové vody jsou zadržovány v místech, kde se nacházejí zkrasovatělé horniny, převážně vápence.^[7]

Chemické složení podzemních vod je velmi rozmanité, mění se v horizontálním i vertikálním směru. Tyto vody mají dominující kationty (vápník, sodík či hořčík) a anionty (sírany, hydrogenuhličitan, chloridy či dusičnany). Od ostatních druhů vod se odlišují vyššími koncentracemi volného oxidu uhličitého.^[7]

3.2.1.3 Povrchové vody

Povrchové vody, stejně jako vody podzemní, vymezuje zákon č. 254/2001 Sb. o vodách ve znění pozdějších předpisů. Dle zákona o vodách se jedná o vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních

vedeních. Povrchovou vodu můžeme rozdělit na vodu mořskou a kontinentální, která se dále dělí. ^[7,16]

Kontinentální vody můžeme následně rozdělit na vody tekoucí a stojaté.

- Tekoucí – vodní toky
- Stojaté, které dále dělíme na jezera, nádrže, rybníky, mokřady a periodické tůně

Jezera jsou přírodní vodní nádrže se sladkou či slanou vodou. Nádrže a rybníky jsou uměle vytvořené zahrazením vodních toků. Jezera a nádrže se od vodních toků liší svojí hloubkou a dobou průtoku. Chemické složení vod je ovlivněno geologickou skladbou podloží, složením sedimentů dna, hydrogeologicko-klimatickými poměry, půdně – botanickými poměry, přírotem podzemních vod a největší vliv na složení má antropogenní činnost. ^[7]

Povrchové vody slouží k mnoha účelům. Jedná se o zdroje vody pitné a užitkové, ale jsou i recipienty splaškových a průmyslových vod. ^[7]

3.2.2 Rozdělení dle použití

Dle použití dělíme vodu na: pitnou, užitkovou, provozní a odpadní.

3.2.2.1 Pitná voda

Pitná voda je definována dle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů, jako veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání. ^[17]

Hygienické požadavky na pitnou vodu dále upřesňuje vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody ve znění pozdějších předpisů. Dle této vyhlášky musí mít pitná voda takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. To znamená, že pitná a teplá voda nesmí obsahovat mikroorganismy a jakékoliv

jiné látky v počtu či koncentraci, která by mohla ohrozit veřejné zdraví. Ukazatele jakosti vod a jejich hygienické limity jsou uvedeny v této vyhlášce v příloze č. 1. ^[15]

Zdrojem pitné vody jsou převážně a přednostně využívány vody podzemní, avšak tyto vody svým množstvím nemohou zabezpečit veškeré potřeby obyvatelstva, díky tomu jsou jako zdroj pitné vody využívány i vody povrchové. ^[7]

3.2.2.2 Užitková voda

Jedná se o hygienicky nezávadnou vodu, která není učena k pití a vaření. Na jakost užitkové vody jsou z hygienického hlediska kladeny stejné požadavky, jako na vodu pitnou. Některé fyzikální a chemické vlastnosti mohou být však méně přísné. ^[7]

3.2.2.3 Provozní voda

Jedná se o vodu využívanou pro různé výrobní a nevýrobní účely, jelikož jakost odpovídá způsobu jejich využití. Provozní vody dělíme podle jejich účelu použití, například na vody plavící, napájecí, chladící, betonářské aj. ^[7]

Požadavky na provozní vody jsou různé, mezi obecné požadavky se řadí například: bezbarvost, bez zákalu a sedimentů, nesmí působit agresivně na kov a stavebniny, nízká mineralizace, málo organických látek či hygienická nezávadnost při styku s potravinami. ^[7]

3.2.2.4 Vody používané v zemědělství

Vody používané v zemědělství tvoří zvláštní skupinu, především se jedná o vody využívané na závlahu pozemků, vody pro chov ryb a vodní drůbeže a vody napájecí. ^[7]

3.2.2.5 Odpadní vody

Odpadní vody jsou definovány v zákoně č. 254/2001 Sb., zákon o vodách ve znění pozdějších předpisů. Odpadním vodám je zde věnována samostatná část – 3.4. Odpadní vody.

3.3 Znečišťování vod

Znečišťování vod je změna jejich chemických, fyzikálních a biologických vlastností oproti jejich původnímu stavu. Změny mohou být způsobeny působením celé řady látek (organické a anorganické nečistoty, mikroorganismy, karcinogenní či mutagenní látky a celá řada dalších), které se dostávají do vodního prostředí. ^[7]

Ve Směrnici Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (Rámcová směrnice) je stanovena definice pro znečišťování. Podle této směrnice se znečišťováním rozumí přímé anebo nepřímé zavádění látek či tepla do složek životního prostředí, které mohou škodit lidskému zdraví nebo jednotlivým ekosystémům přímo na nich závislých. To má za následek poškození hmotného majetku, zhoršení či narušení hodnoty životního prostředí a další legitimní způsoby jeho užívání. [33]

Příčiny a důsledky znečišťování vod jsou různé. Podzemní i povrchové vody jsou vystavovány vysokému antropogennímu působení. Při znečišťování vod, dochází k narušení autoregulační schopnosti vodního systému, zhoršení čistoty a jakosti vod. Znečištění můžeme rozdělit, dle povahy látek, které vodu znečišťují na: fyzikální, chemické a organické. [7,33]

Jakost vod je závislá na intenzitě využívání daného území a na znečištění životního prostředí. Největší oblasti znečištění se jsou v místech, kde je intenzivní zemědělská činnost, průmyslová výroba, doprava či těžba. Zdroje znečištění můžeme rozdělit, dle prostorového charakteru na: bodové, liniové, plošné a difúzní. [7,33]

- Bodové zdroje – tyto zdroje představují komunální znečištění (průsaky z čistíren odpadních vod a skládky odpadů), průmyslové a zemědělské znečištění (průsaky ze zemědělských provozů)
- liniové zdroje – jedná se o průsaky z kanalizací, z ropovodů, dopravních prostředků aj.
- plošné zdroje – převážně se jedná o průsaky ze zemědělsky obhospodařovaných pozemků, atmosférické depozice a další
- difúzní zdroje – jsou to rozptýlené bodové zdroje, pocházejí nebo mohou pocházet již z výše popsaných zdrojů

3.4 Odpadní vody

Odpadní vody jsou klasifikovány v zákoně č. 254/2001 Sb., zákon o vodách ve znění pozdějších předpisů. Přesná definice odpadních vod, v tomto zákoně zní: „*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 odpadu.“ [16]

Řada autorů odpadní vody rozděluje dle různých parametrů a kategorií. Jedním z mnoha možných rozdělení je následující členění na vody: splaškové, průmyslové, zemědělské, dešťové, balastní a městské vody. Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů definuje dva základní typy odpadních vod. Dle tohoto nařízení jsou odpadní vody děleny na: městské odpadní vody a průmyslové odpadní vody. [5]

3.4.1 Splaškové odpadní vody

Splaškové odpadní vody jsou definovány, jako vody vypouštěné obyvatelstvem z bytů a obytných domů. Současně se sem řadí odpadní vody z obecní/městské vybavenosti (školy, restaurace, hotely, úřady apod.), tyto vody mají obdobný charakter, jako vody z domácností. [21]

Splaškové odpadní vody obsahují rozpuštěné anorganické a organické látky, či různé mikroorganismy. Dále je můžeme rozdělit na šedou a černou vodu. Rozdíl mezi těmito vodami je v obsahu fekálií a moči, šedá odpadní voda neobsahuje fekálie a moč, ale černá voda tyto složky obsahuje. [4,6]

Specifické množství splaškových odpadních vod (množství na jednoho obyvatele za den) je závislé na vybavenosti a vychází ze spotřeby pitné vody obyvatelstvem. Hodnota specifického množství splaškových odpadních vod q_{spec} se pohybuje v rozmezí od 80 l do 200 l na osobu a den, dle lokality. V praxi je stanovena hodnota $q_{\text{spec}} = 150$ l na osobu a den, tato hodnota je nadhodnocena a obsahuje i určitou bezpečnostní rezervu. [2]

3.4.2 Průmyslové odpadní vody

Jedná se o odpadní vody, které mají v závislosti na druhu výroby různou kvalitu a obsahují specifické kombinace znečišťujících látek, dle průmyslové výroby, ve které vznikají. Mezi největší producenty průmyslových vod v České republice se řadí

chemický průmysl a výroba celulózy. Mezi další průmyslové producenty znečištění patří: potravinářské závody (cukrovary, konzervárny, lihovary či škrobárny), mlékárny nebo pivovary. [4,5]

Vody z průmyslové výroby musí být před vypuštěním do kanalizační sítě upravovány, aby byly čistitelné v komunální čistírně odpadních vod. Efektivnějším způsobem je zbudování samostatné průmyslové čistírny odpadních vod přímo v areálu průmyslového závodu. Množství těchto vod se stanovuje individuálně, dle druhu a technologie dané výroby. [2]

3.4.3 Zemědělské průmyslové vody

Znečištění ze zemědělství je různorodé, znečišťující zdroje ze zemědělství můžeme rozdělit následovně: zdroje ze živočišné výroby (odpady ze siláží a chovu hospodářských zvířat), zdroje z rostlinné výroby (aplikace průmyslových a statkových hnojiv, manipulace s pesticidy...) a další zdroje (úniky provozních látek, údržba zemědělských strojů aj.). [4]

3.4.4 Dešťové odpadní vody

Jsou to vody odváděné z obecního intravilánu, množství je závislé na rozloze odvodňované plochy, kvalitě a intenzitě srážek. Dešťová voda obsahuje řadu různých látek. Před dopadem na zemský povrch obsahuje látky, které zachytí průchodem atmosférou, organické i anorganické látky. Po dopadu na povrch se voda obohacuje o další látky, se kterými přijde do styku. [4,9]

Dešťová voda odtéká do veřejné kanalizace a je odváděna na čistírnu odpadních vod. Kanalizační síť může být jednotková nebo oddílná stoková soustava. U oddílné stokové soustavy jsou splaškové a srážkové vody odváděny odděleně a u jednotkové stokové soustavy je potrubím odváděna, jak dešťová voda, tak voda splašková. [2]

3.4.5 Balastní vody

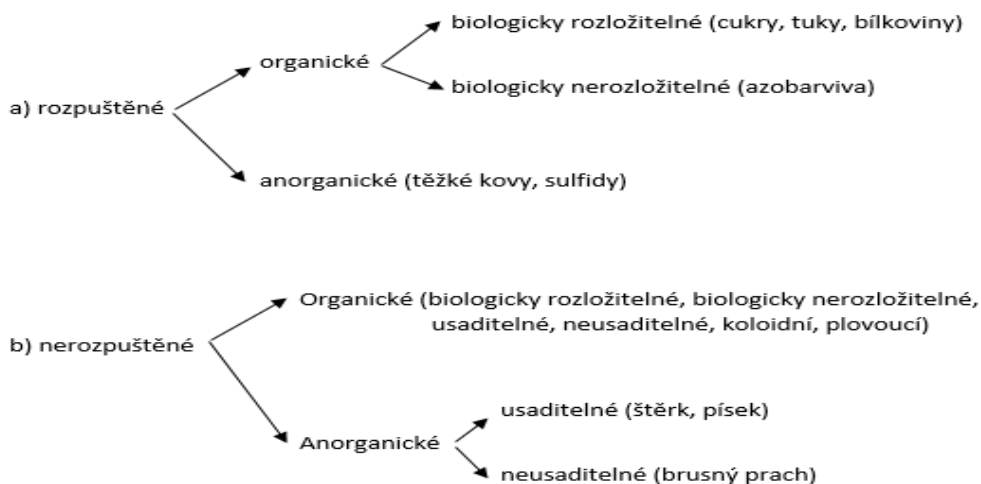
Jsou to především podzemní vody, které se netěsnostmi dostávají do kanalizace a mají negativní vliv, tím že ředí splaškovou vodu a mění její teplotu (ochlazují ji). Může se jednat i o povrchové toky, které byly v minulosti zaústěny do kanalizačního systému, v tomto případě se jedná v zásadě o čistou vodu. [2]

3.4.6 Městské odpadní vody

Jsou definovány, jako odpadní vody vypouštěné z domácností či služeb, které vznikají převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech (splašky), dále jejich směs s průmyslovými, dešťovými odpadními vodami a vodami povrchovými. [5]

3.5 Znečištění odpadních vod

Pojem znečištění odpadních vod je souhrnný pojem, který je možné definovat jako změnu fyzikálních, chemických, biologických a estetických vlastností vody, v té míře, že znečištěnou vodu nelze použít pro daný účel. Znečišťující látky se rozdělují do dvou základních skupin (rozpuštěné a nerozpuštěné), které se dále dělí na podskupiny. Dělení je graficky znázorněno na obrázku č. 1. [5]



Obr. č. 1 – Dělení znečišťujících látek [5 - upraveno autorem]

3.6 Čistírny odpadních vod

Čistírny odpadních vod (ČOV) jsou zařízení, ve kterých dochází k čištění odpadních vod a jsou mnoha typů. Můžeme je rozdělit dle velikosti či typu procesu čištění. Technologické řešení vychází z množství a složení odpadních vod přitékajících na danou ČOV a také od požadovaného stupně čištění. Vyčištěná odpadní voda se odvede do dostatečně vodnatého recipientu, výjimkou jsou malé domovní čistírny odpadních vod, kde je možné odpadní vody odvádět vsakováním, ale pouze za splnění příslušných hygienických a vodohospodářských požadavků. [22]

Odpadní voda obsahuje velmi rozsáhlé spektrum znečišťujících látek, odstranění těchto látek vyžaduje několik zcela odlišných postupů (tzv. jednotkových operací). Seřazením těchto několika postupů následně vzniká technologická linka čištění. Procesy, které jsou používané při čištění odpadních vod, rozdělujeme na mechanické, chemické, fyzikálně chemické a biologické (aerobní a anaerobní). [22]

3.6.1 Dělení čistíren odpadních vod

Čistírny odpadních vod můžeme dělit dle dvou kategorií, dle základního a technologického dělení.

3.6.1.1 Základní dělení

Základní dělení čistíren odpadních vod je dle velikosti/kapacity. Jedná se o kategorii vyjádřenou v počtu ekvivalentních obyvatel. Definici pojmu ekvivalentní obyvatel nalezneme v nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů. [13]

Dle tohoto nařízení je ekvivalentní obyvatel (EO) definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. Zařazení čistírny odpadních vod do velikostní kategorie, dle počtu ekvivalentních obyvatel, se vypočítá z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku na čistírnu odpadních vod během roku, a to s výjimkou neobvyklých situací, povodní a přívalových dešťů. Jednotlivé kategorie jsou uvedeny v Tabulce č. 1 Kategorie ČOV dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů. [13]

Tabulka č. 1 Kategorie ČOV dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů [13 – upraveno autorem]

KATEGORIE ČOV (EO)
<500
500 – 2 000
2 001 – 10 000
10 001 – 100 000
> 100 000

3.6.1.2 Technologické rozdělení

Jedná se o rozdělení dle stupně čištění (způsobu a účinnosti). Rozlišujeme čtyři stupně čištění. [22]

I. stupeň – jedná se o mechanické čištění, odstranění plovoucích a sedimentujících částí (objekty: septiky, šterbinové nádrže, usazovací nádrže). Účinnost čištění se přibližně uvádí 30–60%

II. stupeň – mechanické a biologické čištění, využívají se biologické procesy – aerobní a anaerobní (objekty: biologické filtry, vyhnívací nádrže). Účinnost čištění se uvádí cca 70–90%

III. stupeň – probíhá zde kombinace fyzikálních, biologických a chemických procesů (objekty: dosazovací nádrže, pískové filtry)

IV. stupeň – probíhají fyzikálně chemické procesy – aktivace

Způsob čištění je navrhován s ohledem na charakter znečištění odpadních vod a požadovaný způsob jejich čištění. [22]

3.7 Legislativa

3.7.1 Směrnice rady 91/271/EHS

Směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod, byla přijata v roce 1991 a byla postupně implementována do naší legislativy. Evropská komise pravidelně hodnotí průběh implementace této směrnice. Cílem směrnice je zajistit ochranu povrchových vod před znečišťováním, které je způsobeno vypouštěním odpadních vod. [34]

Směrnice požaduje stanovit požadavky na vypouštění odpadních vod z čistíren odpadních vod. Stanoví se emisní limity, systém vzorkování, rozborů a kontrol. [34]

3.7.2 Zákon č. 254/2001 Sb.

Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách ve znění pozdějších předpisů. Vodní zákon, představuje souhrnnou právní úpravu vodního práva v České republice, byl schválen dne 28. června 2001 a nabyl účinnosti dne 1. ledna 2002. Zákon za dobu své platnosti prošel několik novelami a má celou řadu prováděcích předpisů. [16]

Účelem tohoto zákona je: chránit povrchové a podzemní vody, stanovení podmínek pro hospodárné využívání vodních zdrojů, zachování a zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvoření podmínek pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, zajištění bezpečnosti vodních děl a další. ^[16]

Zákon je rozdělen do jedenácti částí, každá část se samostatně zabývá jednotlivými problematikami týkající se různých oblastí vod. Problematika odpadních vod je řešena převážně v 5 dílu zákona – Ochrana jakosti vod, §38 – odpadní vody. Informace o poplatcích a jejich výši za vypouštění odpadních vod do vod povrchových jsou stanoveny v §89 a §90, poplatky jsou dále řešeny samostatnou vyhláškou ministerstva životního prostředí č. 123/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů, které je věnována samostatná část. ^[16,14]

3.7.3 Zákon č. 274/2001 Sb.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů byl schválen dne 10. července 2001, který nabyl účinnosti 1. ledna 2002. ^[18]

Zákon je rozdělen do osmi částí, část pátá byla zrušena. Jednotlivé části se zabývají následující problematikou: Vodovody a Kanalizace pro veřejnou potřebu, změna živnostenského zákona, změna zákona o přestupcích, změna zákona o ochraně veřejného zdraví, změna zákona o působnosti orgánů ČR ve věcech převodů vlastnictví státu k některým věcem na jiné právnické nebo fyzické osoby, změna zákona o místních poplatcích a účinnost zákona. ^[18]

Část první – Vodovody a Kanalizace pro veřejnou potřebu je dále rozdělena do 10 Hlav: Obecná ustanovení, Provozování vodovodů a kanalizací, obecné technické požadavky na výstavbu vodovodů a kanalizací a jakost vody, dodávky, měření a cena, Krizová situace a veřejná služba, Ochrana vodovodních řádů a kanalizačních stok, působnost orgánů veřejné správy, sankce, ochrana odběratele, dozor, technický a ekonomický audit, ustanovení společná, přechodná a závěrečná. ^[18]

Prováděcí vyhláška k tomuto zákonu je vyhláška ministerstva zemědělství č. 428/2001Sb., 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).^[18]

3.7.4 Nařízení vlády č. 143/2012 Sb.

Nařízení vlády č. 143/2012 Sb., o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do povrchových vod ve znění pozdějších předpisů. Nařízení vlády bylo schváleno dne 28. března 2012 a účinnost nařízení je od 1. června 2012.^[12]

Toto nařízení vymezuje následující problematiku: Bližší vymezení zdroje znečištění, Postup pro určování znečištění obsaženého v odpadních vodách a zjišťování průměrné koncentrace znečištění odpadních vod, Měření objemu vypouštěných odpadních vod, Náležitosti provozní evidence.^[12]

3.7.5 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění pozdějších předpisů. Nařízení bylo schváleno dne 14. prosince 2015, a nabylo účinnosti 1. ledna 2016.^[13]

Nařízením se stanoví jednotlivé ukazatele a hodnoty pro povrchové a odpadní vody, přesné vymezení této úpravy je uvedeno v § 1 tohoto vládního předpisu. V § 2 jsou vymezeny základní pojmy, jako je například: průmyslové odpadní vody, městské odpadní vody, zdroj znečištění, emisní a imisní standardy a další.^[13]

Vládní nařízení obsahuje 7 následujících příloh a jejich podkapitol:^[13]

- Příloha č. 1: Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod
 - a) Odpadní vody vypouštěné z komunálních čistíren odpadních vod
 - b) Průmyslové odpadní vody
 - c) Odpadní vody s obsahem uvedených zvlášť nebezpečných látek
- Příloha č. 2: Ukazatele vyjadřující dobrý stav povrchové vody

- Příloha č. 3: Ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod
 - a) Povrchové vody
 - b) Biota
- Příloha č. 4: Minimální roční četnosti odběrů vzorků vypouštěných městských odpadních vod pro sledování jejich znečištění
- Příloha č. 5: Přípustný počet vzorků nesplňujících v jednotlivých ukazatelích znečištění statisticky formulované limity ("p") ve vypouštěných odpadních vodách
- Příloha č. 6: Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek v oblasti vodní politiky
- Příloha č. 7: Nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínky jejich použití

3.7.6 Vyhláška č. 123/2012 Sb.,

Vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška byla schválena 30. března 2012 a nebyla účinnosti 1. června 2012. ^[14]

Vyhláška upravuje: prokazování odborné způsobilosti oprávněných laboratoří, kontrolních laboratoří a měřících skupin při provádění rozborů odpadních vod, vzor poplatkového hlášení a přiznání (viz příloha této vyhlášky), náležitosti žádosti o odklad placení poplatku, postupy České inspekce životního prostředí (postup při posuzování a povolování žádosti o odkladu). ^[14]

4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

4.1 Veverská Bítýška

Obec Veverská Bítýška se nachází 25 kilometrů severozápadně od města Brna na soutoku řeky Svratky a Bílého potoka v nadmořské výšce 235 m.n.m.

Historie obce je spjata s historií nedalekého hradu Veveří, první písemná zmínka pochází ze 13 století. V říjnu roku 2008 byl obci slavnostně předán dekret o stanovení obce městysem. ^[29]

V obci přetrvávají dochované tradice – Svatojakubské krojované hody či Vítání jara na Šmelcovně, dále je zde zajištěno kulturní, společenské a sportovní vyžití. Mezi významné spolky obce patří: divadelní spolek, kynologický klub, výtvarné dílny, sbor dobrovolných hasičů či fotbalový, tenisový a volejbalový klub. ^[28,29]

Obec je významným rekreačním centrem v blízkosti Brněnské přehrady. V okolí se nachází mnoho historických, kulturních a přírodních památek, mezi ty významné se řadí: hrad Veveří a přilehlá Kaple Matky Boží, Přírodní park Údolí Bílého potoka, Přírodní park Podkomorské lesy s Křížovou cestou, kostel sv. Jakuba a Brněnská přehrada.

Vyžití v této lokalitě je velice pestré a je zde velmi mnoho možností pro všechny věkové kategorie. Na své si tu přijdou peší turisté, cyklisté, běžkaři, bruslaři, ale i ti, kteří si chtějí užít trochu klidu a relaxace v okolních wellnes resortech.

4.2 Geologie

Hlavními geomorfologickými jednotkami, kterými je tvořeno okolí obce Veverská Bítýška jsou: Bobravská vrchovina, Boskovická brázda a Českomoravská vrchovina. Veverskobítýšská kotlina je nejužším místem Boskovické brázdy. Největší část území tvoří přeměněné horniny – moravikum. Dále je podloží tvořeno: nivními a smíšenými sedimenty, písky, štěrky, spraš a sprašová hlína, písčitohlinitý až hlinito – písčitý sediment, slepenec, brekcie, arkóзовé pískovce, jílovce, prachovce, pískovce, fylitu, ortorula a vápenec. ^[20]

4.3 Podnebí

Obec Veverská Bítýška má oceánické podnebí, průměrná roční teplota se pohybuje kolem 8°C. Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více je 140–160/rok. Počet dnů se sněhovou pokrývkou 50–60 dnů ročně, se v posledních létech snížil. Průměrný roční srážkový úhrn činí 550 mm. Srážkový úhrn za vegetační období je 350–400 mm a v zimním období to je 200–250 mm. ^[11,30]

4.4 Fauna a flora

Obec je obklopena významnými lokalitami, které jsou tvořeny bohatou a různorodou faunou a flórou. Na jedné straně je okolí tvořeno Přírodním parkem Údolí Bílého potoka, na druhé straně Přírodním parkem Podkomorské lesy, tokem Svratky a začátkem vzduší Brněnské přehrady. Na mozaiku přírodních parků navazuje a zároveň doplňuje okolí zemědělsky obhospodařovaná krajina. Jak jsem se již zmiňovala obec je obklopena dvěma významnými lokalitami – přírodními parky, které jsou bohaté na významné druhy fauny a flóry. ^[29,30]

4.5 Zemědělství a průmysl

4.5.1 Zemědělství

Veverská Bítýška byla vždy převážně zemědělskou obcí. V současné době je řada orné půdy přeměňována na stavební pozemky. Zemědělská půda v okolí obce má rozlohu zhruba 703 ha. Plocha je převážně v soukromém vlastnictví a je pronajímána zemědělským družstvům v okolí (ZD Deblín, ZD Moravské Knínice). Menší pole jsou stále obhospodařována místními zemědělci. ^[30]

4.5.2 Průmysl a všeobecná vybavenost V. B.

Ve Veverské Bítýšce nalezneme celou řadu významných průmyslových firem i menších obchodníků. Mezi významné společnosti se řadí: Bioster, a.s., Hartmann – Rico a.s., Pěkný – Unimex, s.r.o. a další. ^[26]

Všeobecná vybavenost je na velmi dobré úrovni, jde zde pošta, lékárna, několik restaurací, společnosti zaměřené na stavebnictví, textil, dopravu a další. Pro obec a okolní vesnice je zde dětská lékařka, dva praktičtí lékaři, rehabilitační ordinace, gynekologická ordinace a středisko ortodontie. ^[26]

4.5.2.1 *Bioster a.s.*

Společnost se zaměřuje na výrobu celé řady zdravotnických prostředků – speciální vojenský obvazový materiál, program první pomoci, unikátní produktovou řadu hemostatik a přípravků pro léčbu akutních a chronických ran. Společnost zároveň poskytuje službu radiační sterilizace. [19]

4.5.2.2 *Hartmann-Rico a.s.*

Hartmann –Rico a.s. patří mezi nejvýznamnější výrobce a distributory zdravotnických prostředků a hygienických výrobků v ČR. Původní společnost RICO je s historií městyse spjata posledních 100 let. V roce 1991 se společnost stala součástí mezinárodní skupiny Hartmann. [23]

4.5.2.3 *Kovo v. d. a Pekařství Balabán*

Kovo výrobní družstvo se zaměřuje na zámečnickou výrobu a povrchové úpravy kovů. V současné době je veškerá výroba přesunuta do nově zrekonstruovaného areálu v obci Veverská Bítýška. [24]

Pekařství Balabán je rodinný podnik s dlouholetou tradicí. Pekařství bylo založeno v roce 1998 Jiřím Balabánem. K výrobě produktů je využíváno převážně tradiční receptury a kvalitních surovin českých i zahraničních společností. [31]

4.5.2.4 *Pěkný – Unimex, s.r.o.*

Společnost byla založena v roce 1992 a zaměřila se především na suroviny pro potravinářský průmysl. V současné době má společnost široké portfolio potravinářských výrobků (koření, směsi koření, marinády, ochucovadla a další výrobky). Známé značky společnosti jsou: Kuchárek, nejstarší značka Nadir nebo např. Avokádo, která je vlajkovou lodí společnosti. [32]

4.5.2.5 *Odpadní vody z průmyslu a všeobecné vybavenosti v obcích Veverská Bítýška a Chudčice*

V současné době se v lokalitách Veverská Bítýška a Chudčice nevyskytují žádní ani potenciální producenti odpadních vod technologických. Splaškové odpadní vody ze sociálních zařízení jsou odváděny ve větší míře zejména v těchto podnicích: Bioster, a.s., Hartmann – Rico a.s., Pěkný – Unimex, s.r.o., Kovo, výrobní družstvo, STAFIS (stavebniny), Sportway, s.r.o. [11]

Odpadní vody z firmy Hartmann – Rico, a.s. před odtokem do kanalizační sítě procházejí přes odlučovače. Odlučovač lehkých kapalin (AS TOP WA) slouží k zachycení a odloučení volných ropných látek a současně jako recirkulační čistírna vod z mytí vozidel. Voda zde prochází přes usazovací nádrž, koalescenční filtr, pískový filtr a čerpací stanici, kde se voda buď vrací do čistícího procesu, nebo odchází přepadem do stokové kanalizace. Lapák tuku (AS FAKU 2EO/PBúSV) slouží k čištění tukových odpadních vod z kuchyňského provozu. Voda protéká přes usazovací prostor a odlučovací prostor, zakončený odtokovou šachtou. ^[11]

Odpadní vody z městské vybavenosti jsou, kromě srážkových vod, vody z části splaškového charakteru, jejichž kvalita se může přechodně měnit ve značně širokém rozpětí, a to dle momentálního použití vody. Řadíme sem producenty odpadních vod ze sféry činností (služeb), tato sféra zahrnuje zejména: mateřské a základní školy, restaurační zařízení, lékařské ordinace či autokempy. ^[11]

5 CHARAKTERISTIKA VYBRANÉ ČOV

5.1 Intenzifikace ČOV Veverská Bítýška

Původní čistírna odpadních vod (mechanicko-biologická) po vstupu ČR do EU již nespĺňovala nové a přísnější legislativní požadavky, proto byla nutná celková rekonstrukce. Cílem této rekonstrukce bylo zvýšení technické a technologické úrovně čištění odpadních vod a snížení elektrické energie. Mezi další cíl patřilo zvýšení ochrany řeky Svratky, co by recipientu, do kterého jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěny.

Stavební práce byly zahájeny 16.11.2011 a dokončeny 2.1.2013, celá rekonstrukce byla prováděna za provozu s jeho částečným omezením. Začátkem měsíce února 2013 byl započat roční zkušební provoz. Kapacita ČOV je nově navržena na 6000 EO a došlo k připojení i sousední obce Chudčice. ^[27]

5.2 Charakteristika ČOV

Jedná se o mechanicko – biologickou čistírnu odpadních vod, která slouží k čištění splaškových odpadních vod z obcí Veverská Bítýška a Chudčice. Odpadní vody přitékají do čistírny odpadních vod gravitačně jednotnou kanalizací a přes rotační česle

natékají do čerpací stanice. Z čerpací stanice jsou následně odpadní vody čerpány do separátoru písku. Mechanicky předčištěné odpadní vody odtékají do biologického stupně čištění. Shrabky a písek, které jsou z odpadních vod odstraňovány v mechanickém předčištění, jsou odváženy na likvidaci mimo čistírnu odpadních vod. ^[10]

Biologický stupeň čištění je tvořen dvěma oběhovými aktivačními nádržemi a dvěma kruhovými dosazovacími nádržemi. Aktivace probíhá v podmínkách nízko zatíženého systému, s odstraňováním sloučenin dusíku časovým střídáním fází nitrifikace a denitrifikace a s chemickým srážením fosforu. Aktivovaný kal je od vyčištěné vody separován v dosazovacích nádržích. Vyčištěná odpadní voda následně odtéká do recipientu (řeka Svratka). ^[10]

Průtoky a množství vypouštěných odpadních vod z čistírny odpadních vod jsou měřeny v měrném objektu a vzorky vypouštěných odpadních vod jsou odebírány pomocí odběráku vzorků. ^[10]

Přebytečný kal, který vzniká v procesu čištění odpadních vod je strojně zahušťován a dále čerpán do kalového hospodářství, ve kterém je stabilizován a hygienizován. Aerobní stabilizace a hygienizace kalu je zajištěna vzduchem a čistým kyslíkem – systém OSS. Upravený kal je odvodňován v dekontaminační odstředivce a odvodněný kal je odvážen na likvidaci mimo čistírnu odpadních vod. Kalová voda, která vzniká při zahušťování a odvodňování kalu, je vracena zpět do procesu čištění. ^[10]

Odvoz a likvidace odpadních látek vznikajících při čištění odpadních vod je smluvně zajištěna. Čistírna odpadních vod je vybavena systémem regulace a měření. Řízení provozu je zajištěno pomocí řídicího systému. ^[10]

5.3 Projektová kapacita ČOV

Kapacita čistírny odpadních vod je vyjádřena v počtu EO (ekvivalentních obyvatel), tato kapacita je stanovena na 6 000 EO, z toho obec Veverská Bítýška zaujímá kapacitu 5 100 EO a obec Chudčice kapacitu 900 EO. (Pozn.: ekvivalentní obyvatel je definovaný produkcí znečištění ve výši 60 g.d⁻¹ BSK₅). ^[10.13]

5.3.1 Množství odpadních vod

Množství odpadních vod na ČOV je shrnuto v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Množství odpadních vod na ČOV [10 – upraveno autorem]

Popis	Ozn.	Jednotka	Hodnota
Průměrný denní průtok	Q ₂₄	m ³ .d ⁻¹	1080
		m ³ .h ⁻¹	45,0
		l.s ⁻¹	12,5
Maximální denní průtok	Q _{24m}	m ³ .h ⁻¹	60,0
		l.s ⁻¹	16,7
Hodinové maximum	Q _{max}	m ³ .h ⁻¹	146,3
		l.s ⁻¹	40,6
Minimální průtok	Q _{min}	m ³ .h ⁻¹	30,0
		l.s ⁻¹	7,5

5.3.2 Zatížení ČOV

Látkové zatížení vychází z počtu EO a specifické produkce znečištění připadající na 1 EO dle ČSN 75 6401 „Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel“. Zatížení dané ČOV je vyjádřené v tabulce č. 3. [10]

Tabulka č. 3 Zatížení ČOV [10 – upraveno autorem]

Popis	Ozn.	Látkové zatížení (kg.d ⁻¹)	Koncentrace (mg.l ⁻¹)
Biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	360	333
Chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	720	667
Nerozpuštěné látky	NL	330	306
Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	42,9	47,7
Celkový dusík	N _{celk}	66	61
Celkový fosfor	P _{celk}	15	13,9

5.4 Sledování množství a kvality vypouštěných odpadních vod

Množství a kvalita vypouštěných odpadních vod jsou sledovány v souladu s aktuálně platným povolením k vypouštění odpadních vod. Sledované ukazatele znečištění vypouštěných odpadních vod jsou stanoveny vodoprávním úřadem v povolení

k vypouštění odpadních vod. Jedná se o přípustné hodnoty „p“, resp. hodnoty průměru a maximální hodnoty „m“, dále jsou zde stanoveny typy vzorků, minimální četnost odběrů vzorků v kalendářním roce a povolená míra překročení přípustné koncentrace „p“. ^[10]

Nedílnou součástí provozního řádu je aktuálně platné rozhodnutí o nakládání s vodami. Platné povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových za účelem likvidace odpadních vod z ČOV bylo vydáno Rozhodnutím Městského úřadu Kuřim, Odboru stavebního a vodoprávního. Na základě výše jmenovaného rozhodnutí je povoleno vypouštění čištěných odpadních vod z ČOV do významného toku Svratka v obci Veverská Bítýška, na levém břehu toku v množství a kvalitě uvedené v tabulkách č. 4 a č. 5. ^[10]

Tabulka č. 4 Množství povoleného vypouštění čištěných odpadních vod do recipientu ^[10 – upraveno autorem]

Ozn.	Hodnota
$Q_{\text{prům}}$	12,5 l.s ⁻¹
Q_{max}	40,6 l.s ⁻¹
$Q_{\text{max, denní}}$	1080 m ³ .d ⁻¹
$Q_{\text{max, roční}}$	394.200 m ³ .rok ⁻¹

Tabulka č. 5 Kvalita povoleného vypouštění čištěných odpadních vod do recipientu ^[10 - upraveno autorem]

Ukazatel	„p“ (mg. l ⁻¹)	„m“ (mg. l ⁻¹)	Bilance vypouštěného znečištění (t.rok ⁻¹)
BSK ₅	18	25	7,1
CHSK _{Cr}	80	120	31,5
NL	20	30	7,9
N _{celk}	15	30	5,9
P _{celk}	2	5	0,8

Hodnoty „p“ – přípustné hodnoty koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v jednotkách mg. l⁻¹. Hodnoty „p“ se považují za dodržené, pokud budou překročeny pouze dva vzorky ze vzorků odebraných v průběhu jednoho roku. ^[10]

Hodnoty „m“ – maximální hodnoty koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v jednotkách mg. l⁻¹. Maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné. ^[10]

Odběry a analýzy vzorků vypouštěných odpadních vod a případné analýzy vzorků pro potřeby provozu jsou smluvně zajištěny v akreditované vodohospodářské laboratoři s p. Povodím Moravy Brno. ^[10]

5.4.1 Podmínky stanovené povolením pro vypouštění odpadních vod

Podmínky jsou stanoveny v provozním řádu pro trvalý provoz ČOV. Jedná se o následující podmínky: ^[10]

- Odběr vzorků pro sledování jakosti vypouštěných odpadních vod je prováděn na měrném objektu
- Odběry a rozborů vzorků vypouštěných odpadních vod jsou prováděny 12x ročně
- Typ vzorku B-24 (hodinový směsný vzorek), získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebraných v intervalu 2 hodin
- Množství vypouštěných odpadních vod je sledováno v měrném objektu s osazeným Parshallovým žlabem
- Výsledky předepsaných rozborů vzorků (protokoly) spolu s jejich vyhodnocením, obsahující údaje stanovené v příloze č. 6 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Výsledky jsou zasílány jednou ročně, a to nejpozději do 15. února následujícího po roce, v němž byly vzorky odebrány, stavebnímu a vodoprávnímu odboru MěU Kuřim, popřípadě správci povodí a pověřenému odbornému subjektu, kterým je Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M.
- Odběry a rozborů vzorků jsou prováděny prostřednictvím oprávněné laboratoře, uvedené v seznamu, který zveřejňuje Ministerstvo životního prostředí ve svém Věstníku. V tomto případě se jedná o akreditovanou laboratoř Povodí Moravy.

- Kaly z ČOV jsou zneškodňovány, příp. využívány v souladu s podmínkami zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Provoz čistícího zařízení se řídí podle provozního řádu. O provozu je veden provozní deník, do kterého jsou zaznamenávány výsledky rozborů.

5.5 Chemikálie používané v procesu čištění odpadních vod

V procesu čištění odpadních vod, zahušťování a odvodňování kalů jsou používány následující chemikálie: ^[10]

- 40 % roztok síranu železitého – používá se pro chemické srážení fosforu z odpadních vod. Roztok je na ČOV skladován v zásobníku na chemikálie (betonová zakrytá zemní jímka, vyplastovaná) o celkovém objemu cca 16,78 m³. Ze zásobníku je přečerpáván dávkovacími čerpadly do odtokového žlabu z aktivačních nádrží do dosazovacích nádrží.
- Flokulant – používá se pro předúpravu kalu při zahušťování a odvodňování kalu. Je dodáván ve formě prášku v papírových pytlích a je uskladňován v provozní budově. Roztok je následně připravován rozpuštěním práškového flokulantu ve vodě v chemickém hospodářství.

5.6 Odpadní látky vznikající v procesu čištění odpadních vod

Produkce odpadních látek je vztažena k projektovým parametrům ČOV (6 000 EO), tato produkce je vyjádřena v tabulce č. 6. ^[10]

Tabulka č. 6 Odpadní látky vznikající v procesu čištění odpadních vod ^[10 – upraveno autorem]

Název	Zatřídění	Množství	Způsob likvidace
Shrabky z česlí	19 08 01	Odhad 36 t.rok ⁻¹	Ukládání na skládku
Odpad z lapáku písku	19 08 02	Odhad 33 m ³ .rok ⁻¹	Ukládání na skládku
Kaly z čištění komunálních odpadních vod, (odvodněný kal)	19 08 05	Odhad 548 m ³ .rok ⁻¹ , předpokládaná sušina odvodněného kalu 20 %	Smluvně zajištěná likvidace u firmy zabývající se likvidací čistírenských kalů

5.7 Technologie čištění odpadních vod

Technologie čištění odpadních vod je znázorněna na technologickém schématu (viz. příloha č. 5). V následujícím popisu jsou označeny jednotlivá technologická zařízení, která jsou pod daným kódem vyobrazena na schématu (viz. příloha č. 5)

Odpadní vody přitékají do ČOV gravitačně oddílnou kanalizací a natékají do čerpací stanice odpadních vod. Na přítoku do čerpací stanice jsou v nátokovém žlabu osazeny rotační česle (02.1.), jejichž chod je automatický a je ovládán z vlastního rozvaděče. Rotační česle (02.1) slouží pro odstranění plovoucích a vznášejících se pevných nečistot (shrabků) z odpadních vod, jejich součástí je integrovaný lis na shrabky, který zajišťuje propírání a odvodňování zachycených shrabků. Pro propírání shrabků se používá tlaková provozní voda. Přívod provozní vody je ovládán elektronickými ventily (02.7.). Následně jsou proprané a vylišované shrabky vyhrnovány do kontejneru na shrabky (02.3.) a odváženy na likvidaci, která probíhá mimo ČOV. Současně s přítokovým žlabem je veden obtokový žlab, ve kterém jsou osazeny ručně stírané jemné česle (02.2.). V situacích kdy jsou rotační česle (02.1.) mimo provoz (porucha apod.), je uzavřeno stavítko (02.4.) na přítoku do žlabu s rotačními česlemi (02.1.) a otevřeno stavítko (02.4.) do obtokového žlabu s ručně stíranými česlemi (02.2.). Shrabky zachycené na ručně stíraných jemných česlích (02.2.) jsou poté vyhrnovány obsluhou pomocí hrabla do okapového žlabu a vyklizeny do kontejneru na shrabky (02.3.).^[10]

Za rotačními česlemi (02.1.) a ručně stíranými jemnými česlemi (02.2.) dochází ke spojení přítokového a odtokového žlabu do jednoho. Tímto žlabem natékají odpadní vody do čerpací jímky se čtyřmi ponornými kalovými čerpadly (01.1. – 3ks a 01.2. – 1ks). Tři ponorná kalová čerpadla (01.1.) přečerpávají odpadní vody do separátoru písku (02.5.) a čtvrté ponorné kalové čerpadlo (01.2.) slouží k přečerpávání havarijního průtoku odpadních vod do obtoku ČOV. Chod čerpadel je ovládán na základě výšky hladiny v čerpací jímce (LIC101, LC102 a LC103).^[10]

Nad čerpací jímkou je instalována jeřábová dráha s pojízdným kladkostrojem (01.3.1.), která slouží pro manipulaci s ponornými kalovými čerpadly (01.1. a 01.2.).^[10]

Odpadní vody z neodkanalizovaných obytných objektů jsou sváženy do jímky na fekálie, která je součástí objektu čerpací stanice. Odpadní vody jsou do jímky

čerpány přes speciálně upravený poklop s FEKA koncovkou a se sběrným košem (01.4.), který slouží pro zachytávání a odstranění hrubých nečistot z odpadních vod. Po otevření vřetenového šoupátka s elektrodpadem (01.6.), které je osazeno v jímce, odtékají akumulované vody gravitačně do nátokového žlabu před rotačními česlemi (02.1.). Jímka je opatřena ponorným vrtulovým míchadlem (01.5.). Toto míchadlo slouží pro homogenizaci dovážených fekálií před jejich vypuštěním do čerpací stanice odpadních vod. Současně je v jímce měřena hladina odpadních vod, pomocí ultrazvukového hladinoměru (LIC104). Jímka je vybavena havarijní přepadem, který je zaústěn do nátokového žlabu před rotačními česlemi (02.1.). Pro manipulaci se sběrným košem (01.4.) a ponorným míchadlem (01.5.) slouží přenosný jeřábek (01.3.). Jeřábek se osazuje do patky, která je instalovaná v místě manipulace s příslušnými zařízeními. ^[10]

Z čerpací stanice pomocí ponorných kalových čerpadel (01.1.) jsou odpadní vody čerpány do separátoru písku (02.5.), kde jsou z odpadních vod odstraňovány těžší a dobře sedimentující nerozpuštěné látky (písek, zbytky potravin apod.). Následně odpadní vody odtékají gravitačně do rozdělovacího objektu před aktivačními nádržemi (05.7.). Ze separátoru písku (02.5.) jsou sedimentací separované nerozpuštěné látky vyhrnovány šnekovým dopravníkem do pračky předběžně odvodňovaného písku (02.6.). Elektromagnetický ventil (02.7.) ovládá přívod prací vody do separátoru písku (02.5.). ^[10]

V pračce písku (02.6.) dochází k intenzivnímu propírání písku, které má za účel snížit podíl organických látek v separovaném písku. Pro praní písku se používá tlaková provozní voda. Přívod tlakové provozní vody do pračky písku (02.6.) je ovládán elektromagnetickým ventilem (02.7.) a odpadní voda odtéká z pračky písku (02.6.) do čerpací stanice a je vracena do procesu čištění. Odvodněný písek je vyhrnován do kontejneru na písek (02.8.) a odvážen na likvidaci mimo ČOV. Přístup k armaturám a k pračce písku (02.6.) umožňuje manipulační plošina (02.9.) ^[10]

V případě, že by došlo k poruše pračky písku (02.6.) či separátoru písku (02.5.), je možné tento uzel obtokovat, a to přestavením ručně ovládaných armatur na společném výtlaku čerpadel (01.1.). Odpadní vody jsou posléze čerpány přímo do rozdělovacího objektu před aktivačními nádržemi (05.7.). Obě zařízení (pračku písku a separát písku) mají společný rozvaděč, kterým jsou ovládány. Pro manipulaci s těmito

zařizeními (montáž, demontáž) slouží pojízdný kladkostroj, který je osazen na nosníku pod stropem. ^[10]

Mechanicky předčištěné odpadní vody natékají z rozdělovacího objektu před aktivačními nádržemi (05.7.) do dvou paralelně zapojených oběhových aktivačních nádrží. Nádrže spolu se dvěma kruhovými dosazovacími nádržemi tvoří biologický stupeň čištění odpadních vod. ^[10]

Uzavření nátoku odpadních vod do příslušné aktivační nádrže umožňují ručně ovládané armatury, které jsou osazeny na odtokové potrubí z rozdělovacího objektu (05.7.) do aktivačních nádrží. ^[10]

Aktivační proces je probíhá v podmínkách nízko zatíženého systému s aerobní stabilizací kalu. Během procesu dochází k odstraňování sloučenin dusíku časově řízeným střídáním fází nitrifikace a denitrifikace a odstraňování fosforu chemickým srážením. Poté je aktivovaný kal od vyčištěné vody separován v dosazovacích nádrží. Princip odstraňování sloučenin dusíku je založen na oxidaci amoniakálního dusíku, který je přítomný v odpadních vodách. Amoniakální dusík se oxiduje přes dusitany a dusičnany, které se následně redukují na plynný dusík, příp. oxidy dusíku, jež odcházejí do ovzduší. Fáze nitrifikace, probíhá v oxickém prostředí, kdy je aktivační směs provzdušňována a míchána. Fáze denitrifikace, probíhá v anoxickém prostředí, kdy je aktivační směs jen míchána. Fosfor je z odpadních vod odstraňován chemickým srážením solemi železa za vzniku nerozpustného fosforečnanu železitého. ^[10]

Vzduch je do aktivačních nádrží dodáván pomocí tří dmýchadel (03.2.), jejichž výkon je řízen regulací otáček motoru frekvenčním měničem. Pro každou nádrž je určeno jedno dmychadlo, třetí dmychadlo je zabudovaná rezerva. Pokud dojde k porušení některého z provozních dmýchadel (03.2.) je pomocí uzavíracích klapek s elektropohonem (03.1.) automaticky přestavena výtlačná trasa a dodávka vzduchu do příslušné aktivační nádrže je zajištěna rezervním dmychadlem. Uzavírací klapky jsou osazeny na výtlačném potrubí dmýchadel (03.2.). V každé aktivační nádrži osazen jemnobublinný aerační systém (05.1.), který slouží pro distribuci vzduchu, dodávaného do aktivačních nádrží ve fázi nitrifikace. Dodávka vzduchu do každé aktivační nádrže je regulována v závislosti na aktuální koncentraci rozpuštěného kyslíku. Koncentrace rozpuštěného kyslíku je měřena sondami (QIC501 – aktivační

nádrž 1 a QIC502 – aktivační nádrž 2). Ponorná vrtulová míchadla (05.2.) zajišťují míchání aktivační směsi a udržování aktivovaného kalu ve vznosu. Tyto míchadla jsou trvale v provozu a pro manipulaci s provozními dmychadly (03.2.) slouží řetězový kladkostroj (03.3.) a pro manipulaci s vrtulovými míchadly (05.2.) slouží spouštění a zvedací vrátek (05.3.), který se osazuje do instalovaných patek. ^[10]

Jak již bylo zmíněno fosfor je z odpadních vod odstraňován chemickým srážením za vzniku nerozpustného fosforečnanu železitého, jenž přechází do kalu. Pro srážení fosforu se využívá roztok síranu železitého o koncentraci cca 40 %. Dávkovacími čerpadly (10.1.) je síran železitý dávkován ze zásobníku na chemikálie (10.3.) Dávkovací čerpadla (10.1.) včetně příslušenství jsou osazena na armaturní desce (10.3.) a rozvod chemikálie (10.4.) vede ze zásobníku (10.3.) do odtokového žlabu z aktivačních nádrží. ^[10]

Z aktivačních nádrží přepadá aktivační směs do odtokového žlabu, ze kterého poté odtéká do rozdělovacího objektu (04.7.) před dosazovacími nádržemi. Norné lišty (05.5.) brání cirkulaci případné pěny po hladině aktivačních nádrží. Lišty usměrňují pěnu do odtokového žlabu. Vřetenové šoupátko (05.6.) je osazeno na odtoku z odtokového žlabu a umožňují uzavření odtoku aktivační směsi z aktivačních nádrží. Uzavřením dojde ke zvýšení hladiny v odtokové žlabu a případná pěna odtéká otvorem ve stěně nádrže do jímky plovoucího kalu a kalové vody. V jímce plovoucího kalu a kalové vody je osazeno ponorné kalové čerpadlo (04.10.). Pomocí čerpadla dochází k přečerpávání obsahu jímky do rozdělovacího objektu (05.7.) před aktivačními nádržemi. ^[10]

V rozdělovacím objektu (04.7.) před dosazovacími nádržemi je přítok aktivační směsi rozdělen do obou dosazovacích nádrží. Na odtokovém potrubí do dosazovacích nádrží jsou osazeny elektricky ovládané uzavírací armatury (04.9.). Tyto armatury slouží k případné regulaci průtoku do jednotlivých dosazovacích nádrží, případně k uzavření nátok aktivační směsi do příslušné dosazovací nádrže. ^[10]

Separace aktivovaného kalu a vyčištěné vody probíhá v kruhových dosazovacích nádržích, které jsou vybaveny strojním zařízením (06.1.). Pomocí shrabováku je kal sedimentující kde dnu stírán ke středové kalové jímce a následně kalovými čerpadly vratného kalu (04.1.) je čerpán do rozdělovacího objektu (05.7.) před aktivačními

nádržemi. Měření průtoku a množství vratného kalu, je měřeno pomocí indukčního průtokoměru (04.5.), který je osazen na výtlačném potrubí každého čerpadla (04.1.). Plovoucí nečistoty nacházející se na hladině dosazovacích nádrží jsou stírány k obvodu nádrží a poté jsou kyvným sběračem stahovány do odtoku plovoucích nečistot. Z odtoku odtékají gravitačně do jímky plovoucího kalu a kalové vody u aktivačních nádrží, odtud jsou čerpány pomocí ponorných čerpadel (04.10.) do rozdělovacího objektu (05.7.). Proplachovací klapka zajišťuje proplach potrubí plovoucích nečistot a je otevírána lištou stírání hladiny. Kartáč, který je umístěn na rameni taženém otočným mostem, slouží na odstraňování usazenin a nečistot z vnějšku a okolo otvorů trubkového žlabu. Vyčištěná voda odtéká do recipientu z dosazovacích nádrží děrovaným odtokovým trubkovým žlabem přes šachtu vody (Š1) a měrný Parshalluv žlab (6.2.). Výšku hladiny v dosazovacích nádržích udržuje přelivová lišta. Lišta je umístěna v šachtách (Š2, resp. Š3) u dosazovacích nádrží, přebytečný kal je ze systému odčerpáván pomocí vřetenových čerpadel (04.3.). Indukční průtokoměr (04.6.) měří průtok a množství odčerpaného přebytečného kalu. Potrubní propojení umožňuje odčerpávat přebytečný kal jak z odtokového žlabu z aktivačních nádrží, tak z dosazovacích nádrží. Příslušná potrubní trasa pro odčerpávání přebytečného kalu je nastavena pomocí uzavíracích armatur s elektropohonem (04.4.). Stabilizace a hygienizace kalu je stanovena samostatně provozním řádem kalového hospodářství. ^[10]

Pro zahušťování přebytečného kalu je osazen kruhový zahušťovač kalu (07.1.). Pro předúpravu kalu se používá roztok flokulantu, roztok je připravován v chemickém hospodářství (07.2.) a je dávkován vřetenovým čerpadlem (07.3.) do vločkovacího reaktoru, který je součástí zahušťovače kalu (07.1.). Zahuštěný kal je následně pomocí vřetenových čerpadel (04.4.) čerpán do vyrovnávací nádrže (UN1) v kalovém hospodářství. Průtok a množství zahuštěného kalu jsou měřeny pomocí indukčního průtokoměru (07.5.). Kalová voda (filtrát) vznikající v procesu zahušťování kalu je svedena do jímky kalové vody a poté pomocí kalových čerpadel (09.15.) je čerpána do rozdělovacího objektu (05.7), před aktivačními nádržemi. ^[10]

Pitná voda z rozvodu je využívána pro přípravu roztoku flokulantu a pro ostřík sít a proplachy se využívá voda provozní (jedná se o vyčištěnou vodu z odtoku z dosazovacích nádrží), která je dodávána tlakovou stanicí provozní vody (04.8.).

Přívod pitné, resp. provozní vody ovládá elektromagnetický ventil (07.6) a chod zahušťovací linky je ovládán z rozvaděče s vlastní automatikou. ^[10]

V uskladňovací nádrži (UN3) je akumulován aerobně stabilizovaný a higienizovaný kal, který je z nádrži odčerpáván vřetenovým čerpadlem (09.1) na odvodnění v dekantační odstředivce (09.2). Čerpatelnost kalu zlepšuje macerátor (09.12.), který je osazen na přívodním potrubí do vřetenového čerpadla (09.1.). Indukčním průtokoměrem (09.9.) jsou měřeny průtoky a množství kalu, který je čerpán na odvodnění. Pomocí vřetenového čerpadla (09.4.) je dávkován roztok flokulantu do potrubí před odstředivkou (09.2.), průtok a množství dávkovaného roztoku je měřen indukčním průtokoměrem (09.10.). Na plošině (09.11.) je osazena dekantační odstředivka (09.2.) a odvodněný kal z odstředivky (09.2.) vypadává přes prodlouženou výsypku (09.5.) do kontejneru na odvodněný kal (09.7.). Tento kontejner je umístěný pod plošinou vozíku (09.8.) jenž umožňuje manipulaci s kontejnerem. Do jímky plovoucího kalu a kalové vody odtéká gravitačně potrubím z odstředivky fugát, který je následně z jímky čerpán pomocí ponorných čerpadel (4.10.) do rozdělovacího objektu před aktivačními nádržemi (05.7). Pitná voda z rozvodů se používá pro přípravu flokulantu a na proplachy se používá voda provozní, která je dodávána tlakovou stanicí provozní vody (04.8.) Přívod pitné, resp. provozní vody je ovládán pomocí elektromagnetických ventilů (09.3.). Chod odvodňovací linky je zajištěn z rozvaděče s vlastní automatikou a pro manipulaci s odstředivkou slouží ruční kladkostroj (09.6.). ^[10]

5.8 Provoz a kontrola biologického stupně čištění

Aktivace je provozována v podmínkách nízko zatíženého systému s odstraňováním sloučenin dusíku nitrifikací a denitrifikací a s chemickým srážením fosforu. ^[10]

5.8.1 Nitrifikace a denitrifikace

Odstraňování sloučenin dusíku je dosahováno časově řízeným střídáním anoxických (denitrifikace) a oxických (nitrifikace) podmínek kultivace aktivovaného kalu v aktivačních nádržích. ^[10]

V anoxických podmínkách (denitrifikace) využívají mikroorganismy aktivovaného kalu kyslík z dusičnanů, které se redukuje na plynný dusík, případně oxidy dusíku

odcházející do atmosféry. Denitrifikační bakterie vyžadují jako zdroj substrátu (živin) organické látky. ^[10]

V oxických podmínkách (nitrifikace) probíhá oxidace ve vodě přítomného amoniakálního dusíku na dusičnany, kyslík pro odstraňování organického znečištění a biochemickou oxidací amoniakálního dusíku je dodáván vzduch. ^[10]

Potřebné doby nitrifikace a denitrifikace se nastavují v závislosti na účinnosti čištění a mohou se v průběhu roku měnit. Základní nastavení doby nitrifikace se pohybuje kolem 3 hodin a základní doba denitrifikace je okolo 1,5 hodiny. ^[10]

5.8.2 Srážení fosforu

Srážení fosforu je zabezpečeno dávkováním síranu železitého, který je dodáván jako roztok o koncentraci 40–41 %. Základní nastavení dávky síranu železitého pro srážení fosforu vychází z poměru: $Fe/P = 2,7 \text{ kg.kg}^{-1}$. Orientačně se velikost dávky stanoví v závislosti na množství čištěných odpadních vod, koncentraci celkového fosforu na přítoku, požadované koncentraci na odtoku a potřebě fosforu na tvorbu nové biomasy aktivovaného kalu. ^[10]

Orientačně se potřeba fosforu pro růst nové biomasy aktivovaného kalu dá jednoduše stanovit z koncentrace BSK_5 na přítoku do ČOV – odpovídá cca 1 % vstupní koncentrace BSK_5 . ^[10]

Množství fosforu, které je z odpadních vod potřebné vysrážet, se stanoví z následující rovnicí (1). ^[10]

$$cP(\text{srážení}) = cP(\text{přítok}) - cP(\text{odtok}) - cP(\text{kal}) \quad (1)$$

kde: ^[10]

- cP (srážení) = je koncentrace fosforu na srážení (mg. l^{-1}), podle této hodnoty a průměrného přítoku odpadních vod na ČOV se výpočtem zjistí orientační potřebná dávka síranu železitého

- cP (přítok) = je koncentrace celkového fosforu na přítoku do ČOV (mg. l⁻¹), hodnota cca 13,9 mg. l⁻¹
- cP (odtok) = je požadovaná koncentrace celkového fosforu na odtoku ČOV, hodnota je cca 2 mg. l⁻¹
- cP (kal) = je potřeba fosforu na růst nové biomasy aktivovaného kalu, hodnota je cca 3,3 mg. l⁻¹

Velikost dávky síranu železitého se reguluje v závislosti na aktuální koncentraci celkového fosforu na přítoku a odtoku z ČOV. Potřebnou velikost dávky nastavuje ručně obsluha, a to změnou nastavení velikosti a frekvence zdvihu na dávkovacím čerpadle (10.1.). Velikost dávky stanovuje technolog. ^[10]

5.8.3 Analytické sledování provozu ČOV

ČOV má navržený rozsah analytického sledování provozu (viz. tabulka č. 7), která vyhovuje jak sledování procesu čištění odpadních vod, tak potřebám sledování kvality vyčištěných odpadních vod, které jsou stanoveny platným povolením k nakládání s vodami. Četnost odběru vzorků je stanovena na 1 x měsíčně, v případě potřeby, problémů s provozem biologického stupně čištění je zvýšen či upraven rozsah sledovaných ukazatelů. ^[10]

Tabulka č. 7 Analytické sledování provozu ČOV ^[10 – upraveno autorem]

Ukazatel	Přítok do ČOV	Odtok z ČOV	Aktivační směs z nitrifikační nádrže
pH (-)	X	X	–
BSK ₅ (mg. l ⁻¹)	X	X	–
CHSK _{cr} (mg. l ⁻¹)	X	X	–
RL (mg. l ⁻¹)	X	X	–
NL (mg. l ⁻¹)	X	X	–
NL – ztráta žiháním (mg. l ⁻¹)	–	–	X
NL – zbytek po žihání (mg. l ⁻¹)	–	–	X
N-NH ₄ (mg. l ⁻¹)	X	X	–
N _{celk} (mg. l ⁻¹)	X	X	–
P _{celk} (mg. l ⁻¹)	X	X	–

6 METODIKA PRÁCE

6.1 Popis stanovovaných ukazatelů

Tato kapitola je věnována stručnému popisu sledovaných ukazatelů jakosti odpadních vod v rámci měsíčního monitoringu na Čistírně odpadních vod v obci Veverská Bítýška. Přehled jednotlivých ukazatelů stanovovaných v terénu a v laboratoři je přehledně zpracován v tabulkách č. 8 a č.9.

Tabulka č. 8 Stanovené a měřené ukazatele v terénu

Ukazatelé – v terénu	
Ukazatel	Jednotky
Rozpuštěný kyslík	mg. l ⁻¹
Konduktivita	mS.m ⁻¹
pH	-
Teplota	°C

Tabulka č. 9 Stanovené a měřené ukazatele v laboratoři

Ukazatelé – v laboratoři	
Ukazatel	Jednotky
Celkový fosfor	mg. l ⁻¹
Ortofosforečnany	mg. l ⁻¹
Celkový dusík	mg. l ⁻¹
Dusičnanový dusík	mg. l ⁻¹
Amoniakální dusík	mg. l ⁻¹
CHSK _{Cr}	mg. l ⁻¹

6.1.1 Kyslík

Nejvýznamnějším rozpuštěným plynem ve vodě je kyslík, jeho množství je významně ovlivněno většinou biochemických procesů a závisí na atmosférickém tlaku, a především na teplotě vody. Pokud teplota vody vzroste, ve vodě dochází k poklesu kyslíku, který je limitujícím faktorem pro život organismů. Přítomnost nebo nepřítomnost rozpuštěného kyslíku je faktorem, který určuje, zda ve vodě budou probíhat aerobní či anaerobní procesy. ^[3]

6.1.2 Elektronická kkonduktivita

Obvykle označována pouze jako konduktivita. Jedná se o míru koncentrace ionizovatelných anorganických a organických sloučenin vody. Konduktivita nám slouží ke kontrole výsledků chemického rozboru, z naměřených hodnot konduktivity lze posoudit úplnost chemické analýzy ionizovaných složek vody. [8]

Jednotkou konduktivity je $S.m^{-1}$, vzhledem k tomu, že v hydrochemii a analytice vody jsou hodnoty zpravidla nízké, proto se běžně používají jednotky v $mS.m^{-1}$ nebo $\mu S.cm^{-1}$ – platí, že $1 \mu S.cm^{-1} = 0,1 mS.m^{-1}$. [8]

Konduktivita velmi závisí na koncentraci iontů, jejich nábojovém čísle, pohyblivosti a také na teplotě. Změny teploty i o $1\text{ }^{\circ}C$ způsobují změnu konduktivity nejméně o 2 %. [8]

6.1.3 pH

Pod pojmem pH se rozumí záporná hodnota dekadického logaritmu vodíkových iontů. Chemické a biochemické procesy ve vodách významně ovlivňují hodnoty pH. Důležitý význam má měření pH pro další posuzování vlastností analyzované vody. Hodnoty pH v městských vodách se pohybují v rozsahu 5–8, co se týče průmyslových odpadních vod, zde je rozsah 3–10. Reakce odpadních vod bývá slabě alkalická. [5,8]

6.1.4 Teplota

Teplota významně ovlivňuje chemickou a biochemickou reaktivitu, a to i v poměrně úzkém teplotním rozmezí. Teplota odpadních vod je závislá na ročním období, v zimních období se pohybuje v rozmezí mezi $8\text{--}12\text{ }^{\circ}C$ a v létě přibližně kolem $20^{\circ}C$. Pokud vzrůstá teplota, dochází k urychlování biochemických pochodů a dochází k vyčerpávání rozpuštěného kyslíku. [8]

6.1.5 Sloučeniny fosforu

Veškeré sloučeniny fosforu v odpadních vodách pocházejí z fekálií, moči, čistících a pracích prostředků a zbytků potravy. Nalezneme zde anorganický a zároveň i organický fosfor, anorganicky vázaný fosfor pochází převážně z čistících a pracích prostředků. [8]

Člověk za den vyprodukuje přibližně 1 g až 2 g fosforu. Obvykle je udávanou hodnotou denní produkce 1,6g, této hodnotě odpovídá koncentrace přibližně 10 mg.l^{-1}

fosforu a jedná se převážně o fosfor fekálního původu. Během šedesátých let vzrostla produkce fosforečnanových pracích a čistících prostředků a tím se i zvýšily koncentrace fosforu v odpadních vodách. V posledních desetiletích jsou fosforečnanové prací a čistící prostředky nahrazovány bezfosfátovými. ^[8]

U odpadních vod se nejčastěji stanovuje obsah celkového fosforu, jeho koncentrace v odpadních vodách se obvykle pohybuje v rozmezí od 8 mg. l⁻¹ do 14 mg. l⁻¹. ^[8]

6.1.6 Sloučeniny dusíku

Dusík se řadí do skupiny tzv. nutrientů zároveň spolu s fosforem, tato skupina je nezbytná pro rozvoj mikroorganismů. Dusík se uplatňuje ve všech biologických procesech. Hlavní formy anorganicky vázaného dusíku jsou: amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík. ^[8]

Hlavním zdrojem dusíku v odpadních vodách je moč. V moči je nejvíce zastoupena močovina, která se dále rozkládá na amoniakální dusík. Důležitou specifikací u odpadních vod je produkce dusíku, která připadá na jednoho obyvatele za jeden den. Uvádí se, že specifikace produkce celkového dusíku odpovídá 12 g na 1 obyvatele za 1 den. Dalšími významnými zdroji dusíku jsou odpady ze zemědělství, potravinářského průmyslu či některé vody z průmyslu. ^[8]

6.1.7 Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) vyjadřuje spotřebu kyslíku na oxidaci organických látek v prostředí silným oxidačním činidlem. Jako oxidační činidlo se používá dichroman draselný a ve výjimečných případech může být také použit manganistan draselný. Druh použitého oxidačního činidla se uvádí jako spodní index u zkratky CHSK (CHSK_{Cr}, CHKS_{Mn}). ^[8]

Chemická spotřeba kyslíku je jedním ze základních parametrů při posuzování organického znečištění odpadních vod. Pro biologické čištění odpadních vod je velmi důležitý poměr C: N: P, který se zpravidla udává jako poměr CHSK: N: P. ^[8]

6.2 Časový harmonogram a popis jednotlivých stanovení

Časový interval jednotlivých odběrů byl stanoven jednou za měsíc v časovém rámci jednoho roku. V jeden den byly prováděny, jak odběry vzorků na čistírně odpadních vod, tak stanovení těchto vzorků v laboratoři UAKE.

Termíny jednotlivých odběrů jsou následující:

- 18. 3. 2016
- 16. 4. 2016
- 14. 5. 2016
- 18. 6. 2016
- 16. 7. 2016
- 20. 8. 2016
- 17. 9. 2016
- 15. 10. 2016
- 12. 11. 2016
- 09. 12. 2016
- 14. 1. 2017
- 11. 2. 2017

Na čistírně odpadních vod byly odebírány dva druhy vzorků. Jeden byl odebírán na nátok/přítoku odpadních vod na ČOV v nátokovém žlabu před rotačními česlemi (vzorek č. 1). Druhý vzorek, vyčištěných odpadních vod, byl odebírán za Parshallovým žlabem (vzorek č. 2).

Během stanovování vzorků v terénu a v laboratoři byl veden laboratorní deník. Vzorky nebyly odebírány, jako 24 h směsný vzorek, ale pouze jako vzorek bodový. Z důvodů pracovní vytíženosti nebylo možné odebírat 24 h směsný vzorek. Bodový vzorek slouží pro orientační kontrolu účinnosti ČOV v obci Veverská Bítýška.

6.2.1 Stanovení v terénu

Pomocí přístroje Sension 156 (HQ30d) od společnosti HACH (dále uváděný jako multimetr), byly v terénu stanovovány tyto ukazatele: rozpuštěný kyslík (mg. l^{-1}), elektronická konduktivita (mg. l^{-1}), pH a teplota ($^{\circ}\text{C}$).

Vzorek č. 1 a č. 2 byly odebírány pomocí různých plastových odběrných nádob (viz fotografie č. 1), následně pomocí jednotlivých sond multimetru byly stanoveny jednotlivé ukazatele (viz tabulka č. 8). Z odběrných nádob byly poté odebrány vzorky, do plastových vzorkovnic o objemu 250ml pro stanovení jednotlivých ukazatelů v laboratoři. Plastové vzorkovnice byly nejdříve vypláchnuty odebíranou vodou a následně naplněny vzorkem. Odebrané vzorky byly uchovávány v chladu, temnu a zpracovány do 24 hodin od odběru.

6.2.2 Stanovení v laboratoři

Odebrané vzorky na ČOV byly stanovovány v laboratoři UAKE v den jejich odběru. Vzorky byly stanovovány pomocí přístroje Spektrofotometr DR/4 000. Současně byl využíván přístroj Termoreaktor DBR 200. Jednotlivá stanovení vzorků se řídily postupy a návody společnosti HACH (viz. příloha č.1), které byly k dispozici v laboratoři a součástí laboratorního deníku. Ukazatele, které byly stanovovány v laboratoři, jsou vymezeny v tabulce č. 9.

Vzhledem k vysoké koncentraci látek v odpadních vodách bylo nutné odebrané vzorky naředit. Ředění jednotlivých vzorků je znázorněno v tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 Ředění vzorků v laboratoři

Termín odběru vzorku	Množství ředění vzorku č. 1	Množství ředění vzorku č. 2
18. 3. 2016	6x	-
16. 4. 2016	6x	-
14. 5. 2016	9x	-
18. 6. 2016	9x	pouze NH ₃ ⁻ 6x
16. 7. 2016	9x	-
20. 8. 2016	9x	3x
17. 9. 2016	9x	3x
15. 10. 2016	9x	3x
12. 11. 2016	12x	3x
9. 12. 2016	9x	3x
14. 1. 2017	9x	3x
11. 2. 2017	9x	3x

Pozn. Vzorek č. 1 (přítok odpadních vod) byl ředěn vždy pro všechna stanovení. Vzorek č. 2 (odtok vyčištěných odpadních vod) byl u odběru ze dne 18. 6. 2016 ředěn pouze u stanovení amoniakálního dusíku. U ostatních měření bylo ředění provedeno pro všechny stanovení nebo ředění nebylo provedeno vůbec.

6.3 Hodnocení vlastního monitoringu

Výsledky ročního monitoringu byly zpracovány do přehledných tabulek a grafů. Zpracované tabulky jsou součástí přílohy práce. Graficky zpracované výsledky byly porovnány s nařízením vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

ve znění pozdějších předpisů. Konkrétně byly porovnány dle Přílohy 1, bodu A, Tabulky 1 a: Emisní standardy (viz. tabulka č. 11). V tabulce Emisních standardů (tabulka č. 11) jsou žlutě vyznačeny hodnoty, podle kterých je posuzovaná ČOV v obci Veverská Bítýška. ČOV je navržena na 6 000 EO. V grafech jsou tyto hodnoty znázorněny zelenou a fialovou barvou, v legendě označeny zkratkou NV.

Dále byly výsledky porovnány s hodnotami stanovenými vodoprávním úřadem v povolení k vypouštění odpadních vod pro ČOV v obci Veverská Bítýška (viz. tabulka č. 5). Tyto hodnoty jsou v grafech znázorněny světle modrou a oranžovou barvou, v legendě se zkratkou ČOV.

Tabulka č. 11 – Emisní standardy NV 401/2015Sb., [13 – upraveno autorem]

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺		N _{celk}		P _{celk}	
	p ¹	m ²	p ¹	m ²	p ¹	m ²	průměr ³	m ²	průměr ³	m ²	průměr ³	m ²
>500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500–2000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2 001 - 10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10 001 - 100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
<100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

- Pozn. 1) „p“ – přípustné koncentrace, které mohou být v povolené míře překročeny.
- 2) „m“ – maximální koncentrace, které jsou nepřekročitelné
- 3) „průměr“ – jedná se o aritmetický průměr koncentrací za kalendářní rok, který nesmí být překročen

6.4 Zpracování poskytnutých materiálů z ČOV

Z ČOV v obci Veverská Bítýška mi byly poskytnuty materiály sledování kvality vod. Jedná se o roční monitoring odpadních vod ze 24 hodinových slévaných vzorků po dobu 12 měsíců. Současně byly poskytnuty průměrné měsíční průtoky. Na základě těchto poskytnutých dat byly spočítány hmotnosti jednotlivých chemických ukazatelů za sledované období. Výsledky byly zpracované do přehledných tabulek a grafů. Tabulky s podrobnými daty jsou součástí přílohy. V rámci kapitoly Výsledky a diskuze jsou v textu okomentované graficky znázorněné výsledky.

Výpočet jednotlivých hmotností chemických ukazatelů byl počítán dle uvedené rovnice č. 2, která je znázorněna níže.

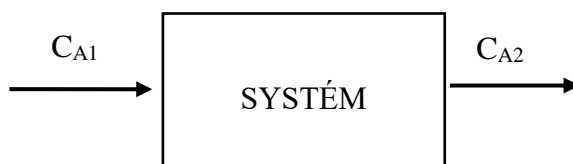
$$\Sigma = [(c_{\text{přítok}} * Q) / 1000] / 1000 \quad \text{t.rok}^{-1} \quad (2)$$

$c_{\text{přítok}}$ = průměrná koncentrace na přítoku mg.l^{-1}

Q = průměrný průtok $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$

6.5 Zhodnocení účinnosti čištění

Přesná definice účinnosti procesu E (%) je v ČSN 75 6401. Účinnost je zde definována, jako poměr mezi odstraněnou koncentrací znečišťující složky (jedná se o rozdíl koncentrací na vstupu do systému a výstupu ze systému) a koncentrací vstupující složky do systému. Důležité je mít definované hranice systému, na obrázku č. 2 je vztažena definice systému k vybrané ČOV. [25]



Účinnost odstraňované složky A v systému se následně vypočítá podle vzorce č. 3.

$$E_A = [(C_{A1} - C_{A2}) / C_{A1}] * 100 \% \quad (3)$$

C_{A1} = hmotnostní koncentrace složky A , která vstupuje do systému v mg.l^{-1}

C_{A2} = hmotnostní koncentrace složky A , která vystupuje ze systému v mg.l^{-1}

Systém může být chápán, jako samostatné zařízení či celek. V tomto případě je systém chápán jako celek. [25]

Účinnost čištění byla spočítána ze získaných dat ročního monitoringu. Z poskytnutých dat z ČOV ve Veverské Bítýšce byla spočítána průměrná roční účinnost čištění za stejné období, za které byly odebírány vzorky k ročnímu monitoringu. Získaná data byla zpracována do přehledných tabulek a grafů. Zpracované tabulky jsou

součástí přílohy práce. Graficky zpracované výsledky byly porovnány s nařízením vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění pozdějších předpisů. Konkrétně byly porovnány dle Přílohy 1, bodu A, Tabulky 1 b: Emisní standardy (viz. tabulka č. 12). V tabulce Emisních standardů (tabulka č. 12) jsou žlutě vyznačeny hodnoty, podle kterých je posuzovaná ČOV v obci Veverská Bítýška. ČOV je navržena na 6 000 EO. V grafech jsou tyto hodnoty znázorněny červenou barvou, v legendě označeny zkratkou NV.

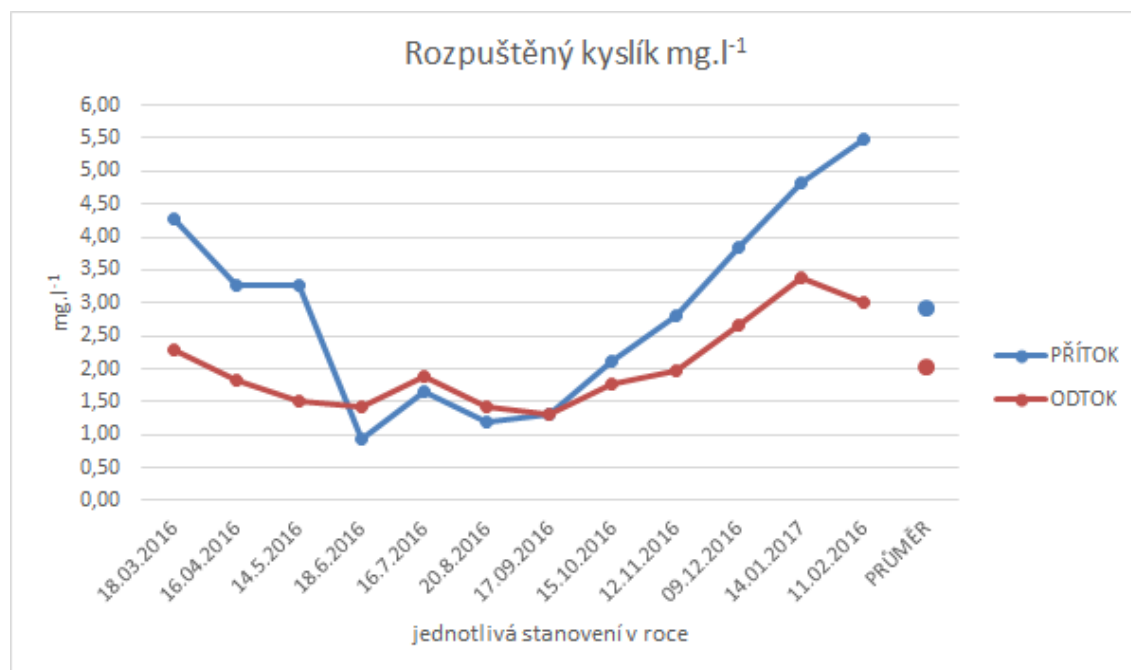
Tabulka č. 12 – Emisní standardy NV 401/2015Sb., [13 – upraveno autorem]

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	N _{celk}	P _{celk}
>500	70	80	-	-	-
500–2000	70	80	50	-	-
2 001 - 10 000	75	85	60	-	70
10 001 - 100 000	75	85	-	70	80
<100 000	75	85	-	70	80

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Ukazatelé stanovené v terénu

7.1.1 Rozpuštěný kyslík

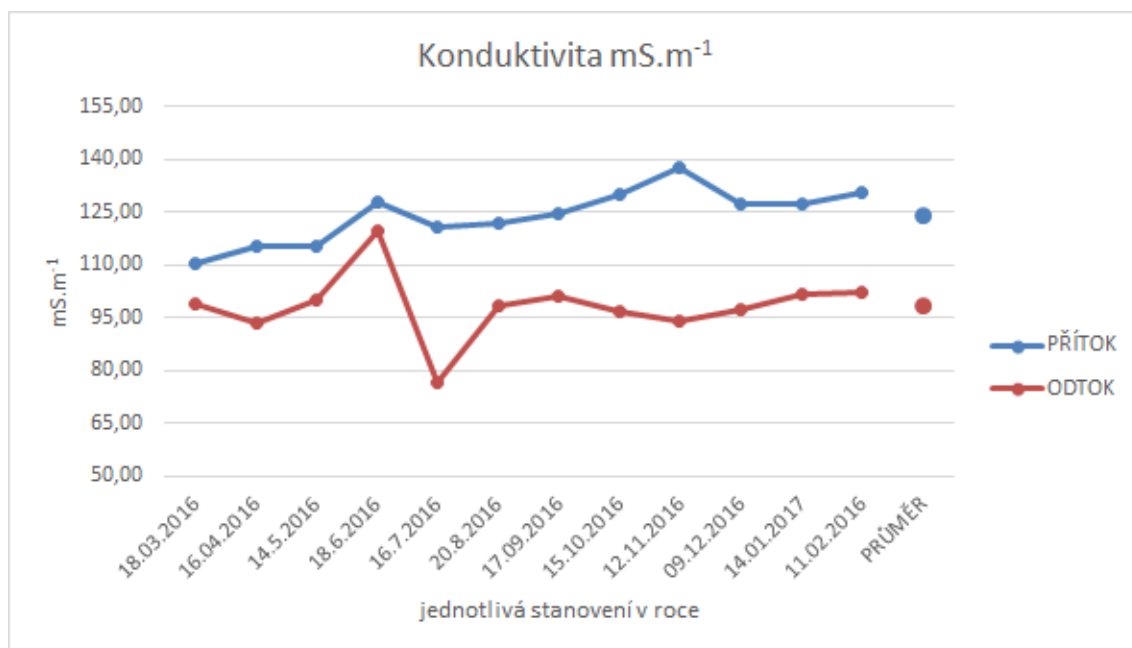


Graf č. 1 – Rozpuštěný kyslík (mg. l⁻¹)

V grafu č. 1 je znázorněna stav rozpuštěného kyslíku (mg. l⁻¹) během odběrů. Ukazatel byl stanovován na místě odběru pomocí multimetru. Rozpustnost plynů je závislá na teplotě, pokud teplota roste, dochází k poklesu kyslíku. Dle Pittera je kyslík významným faktorem, který určuje, zda budou ve vodách probíhat aerobní či anaerobní procesy. Obsah rozpuštěného kyslíku je tedy velmi důležitým faktorem při biologickém stupni čištění odpadních vod. [3]

Z grafu je patrné kolísání naměřených hodnot na přítoku na ČOV. Hodnoty zde kolísají od nejnižší v den měření 18.6.2016 až po nejvyšší naměřenou hodnotu dne 11.2.2017. U hodnot naměřených na odtoku, již není patrné výrazné kolísání hodnot.

7.1.2 Konduktivita

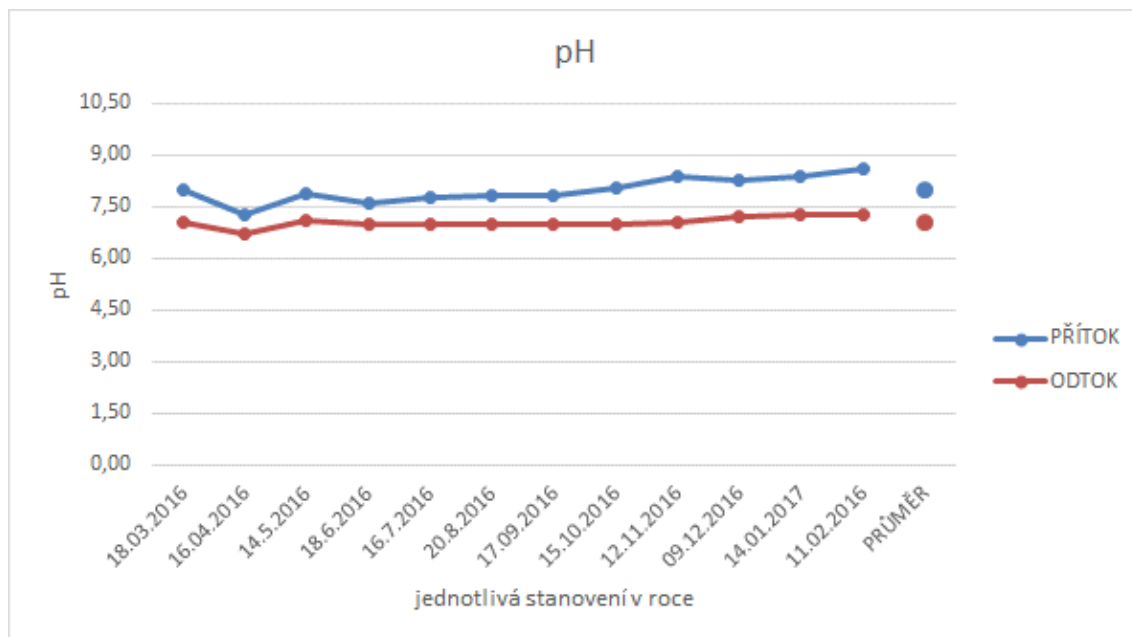


Graf č. 2 – Konduktivita (mS.m⁻¹)

V grafu č. 2 je znázorněn vývoj měření konduktivity (mS.m⁻¹) během ročního monitoringu. Pomocí naměřených hodnot, lze posoudit úplnost chemické analýzy ionizovaných složek vody. Výsledky tohoto rozboru, tak mohou sloužit ke kontrole výsledků chemického rozboru. Pitter uvádí, že změna teploty o 1 °C způsobuje změnu hodnot konduktivity o nejméně 2 %. [8]

Na křivce hodnot přítoku není patrné výrazné kolísání hodnot, oproti tomu na křivce znázorňující data na odtoku je viditelný skok hodnot. Tento skok je v měsících červen a červenec, pravděpodobně způsobený kolísáním teplot.

7.1.3 pH

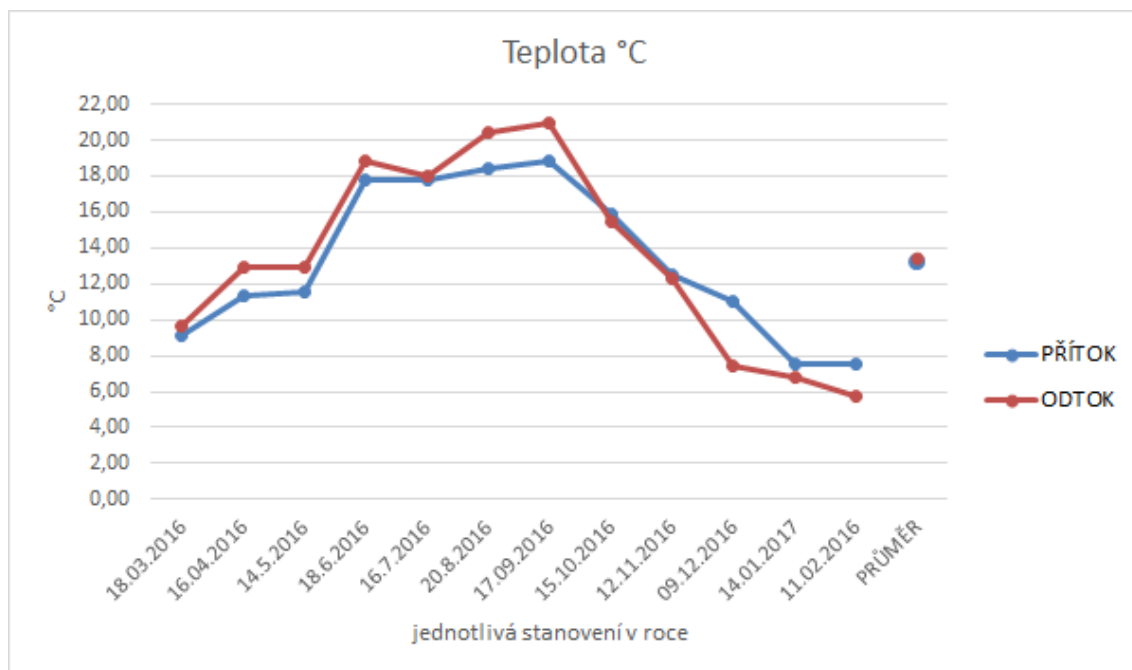


Graf č. 3 – pH

V grafu č. 3 jsou znázorněny hodnoty pH naměřené v terénu pomocí multimetru. Z grafu je patrné, že nedochází k výrazným změnám v hodnotách pH na přítoku a na odtoku. Pitter ve své publikaci uvádí rozmezí hodnot pH v městských odpadních vodách v rozsahu 5–8 a u průmyslových vod v rozsahu 3–10. [8]

Naměřené hodnoty na přítoku se pohybují v rozmezí 7 – 8,5. Průměrná hodnota pH na přítoku je pH 8. Hodnoty pH na odtoku jsou nižší a průměrná hodnota je pH 7, což odpovídá hodnotě pH povrchových vod.

7.1.4 Teplota



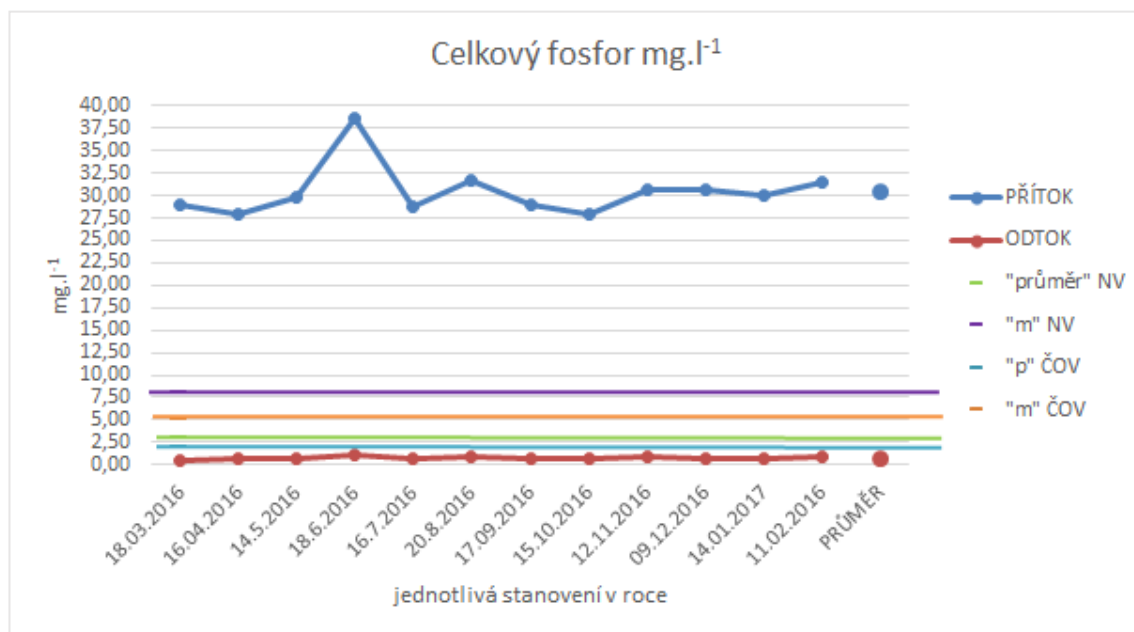
Graf č. 4 – Teplota (°C)

V grafu č. 4 jsou znázorněny naměřené hodnoty teploty vody (°C). Jak již bylo zmíněno u grafu č. 1 – rozpuštěný kyslík, teplota významně ovlivňuje koncentraci rozpuštěného kyslíku ve vodách.

Z grafu je patrné, že teplota odpadních vod je závislá na ročním období. Pitter uvádí, že se odpadní voda v zimním období pohybuje v teplotním rozmezí 8–12 °C a v letním až okolo 20 °C, což dokazují i naměřené hodnoty na ČOV. Vypočtená roční průměrná teplota vody na přítoku a odtoku jsou si velmi podobné, průměrné teplota na přítoku má hodnotu 13,3 °C a na odtoku je průměrná hodnota 13,4 °C. [8]

7.2 Ukazatele stanovené v laboratoři

7.2.1 Celkový fosfor



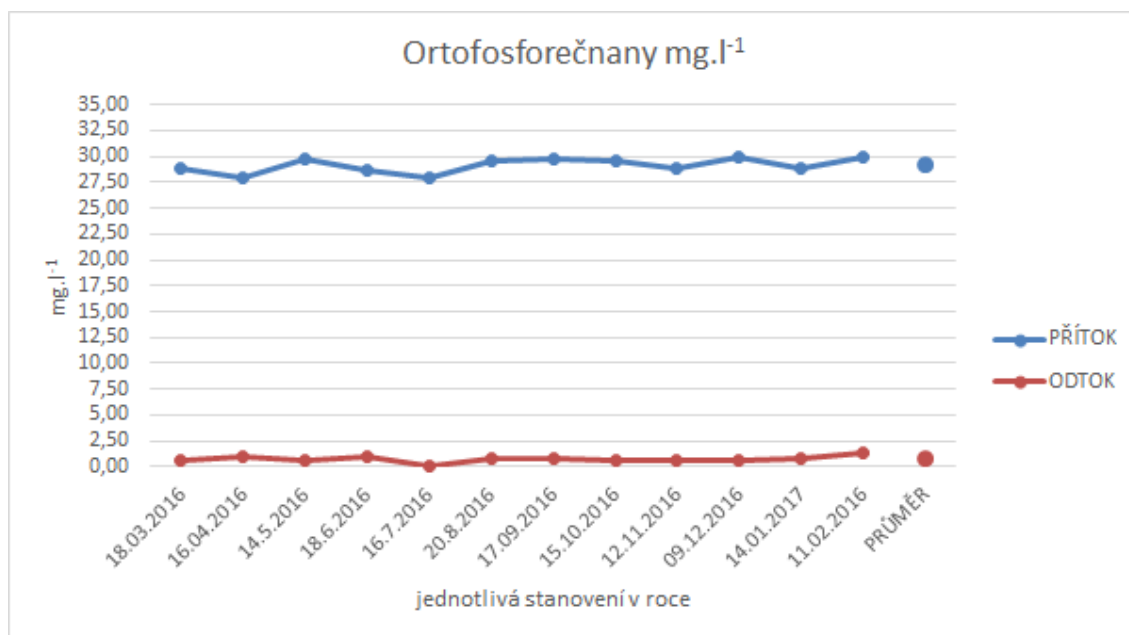
Graf č. 5 – Celkový fosfor (mg. l⁻¹)

V grafu č. 5 je znázorněn roční monitoring pro ukazatel Celkový fosfor (mg. l⁻¹). Hodnoty měřené na přítoku se pohybovaly v různém rozmezí, nejvyšší naměřená hodnota byla 38,510 mg. l⁻¹, tato hodnota byla naměřena v letním období (18.6.2016). Průměrná hodnota za celý monitoring má hodnotu 30,419 mg. l⁻¹.

Limity stanovené Nařízením vlády č. 401/2015 Sb., pro koncentrace ukazatelů znečištění vypouštění odpadních vod jsou v grafu vyjádřeny zelenou a fialovou barvou. Limit „průměr“ NV má hodnotu 3 mg. l⁻¹ a limit „m“ NV má hodnotu 8 mg. l⁻¹. Tyto limity stanovené vládním nařízením, nebyly za sledované období překročeny. ^[13]

V grafu jsou dále znázorněny limity stanovené vodoprávním povolením pro koncentrace ukazatelů znečištění vypouštění odpadních vod, které jsou znázorněny světle modrou a oranžovou barvou. Limit „p“ ČOV má hodnotu 2 mg. l⁻¹ a limit „m“ má hodnotu 5 mg. l⁻¹. Tyto limity nebyly za sledované období překročeny. ^[10]

7.2.2 Ortofosforečnany

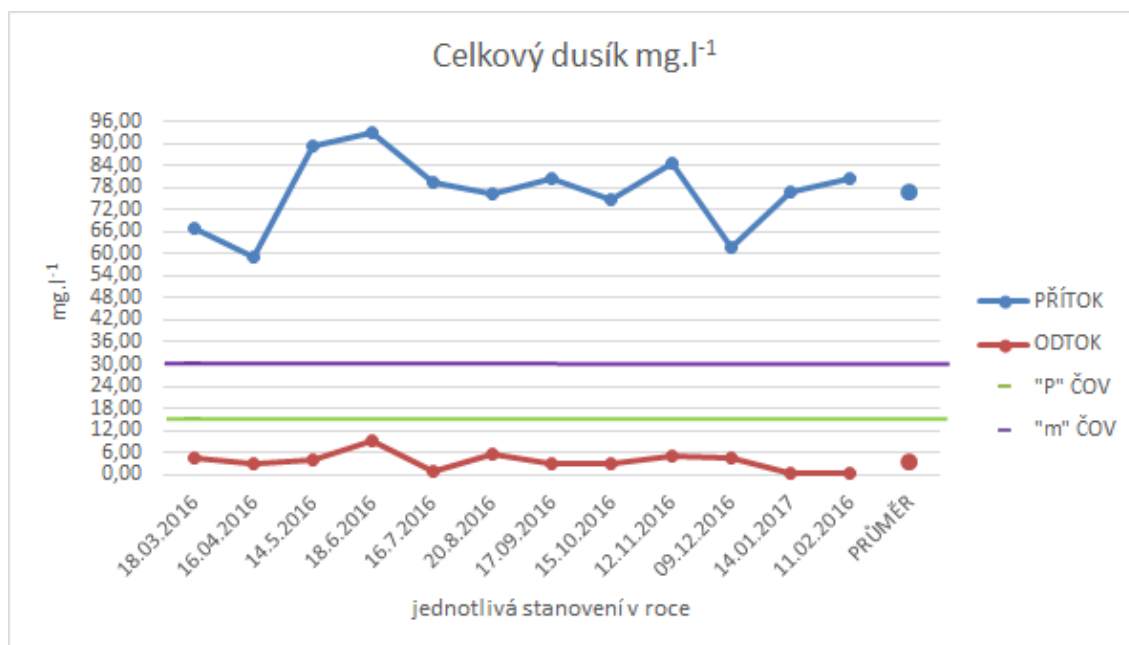


Graf č. 6 – Ortofosforečnany (mg. l⁻¹)

V grafu č. 6 jsou znázorněny stanovené hodnoty ortofosforečnanů (mg. l⁻¹). Pitter ve své publikaci uvádí, že sloučeniny fosforu se významně podílí na eutrofizaci povrchových vod. Sloučeniny fosforu v odpadních vodách pocházejí z fekálií, moči čistících a pracích prostředků a různých zbytků potravy. [8]

V grafu můžeme vidět, že stanovené hodnoty ročního monitoringu na přítoku a na odtoku nevykazují výrazné kolísání naměřených hodnot. Hodnoty na přítoku se pohybují v rozmezí od 27 mg. l⁻¹ do 30 mg. l⁻¹, hodnoty na odtoku, pak v rozmezí od 0,1 mg. l⁻¹ až 1,5 mg. l⁻¹.

7.2.3 Celkový dusík



Graf č. 7 – Celkový dusík (mg. l⁻¹)

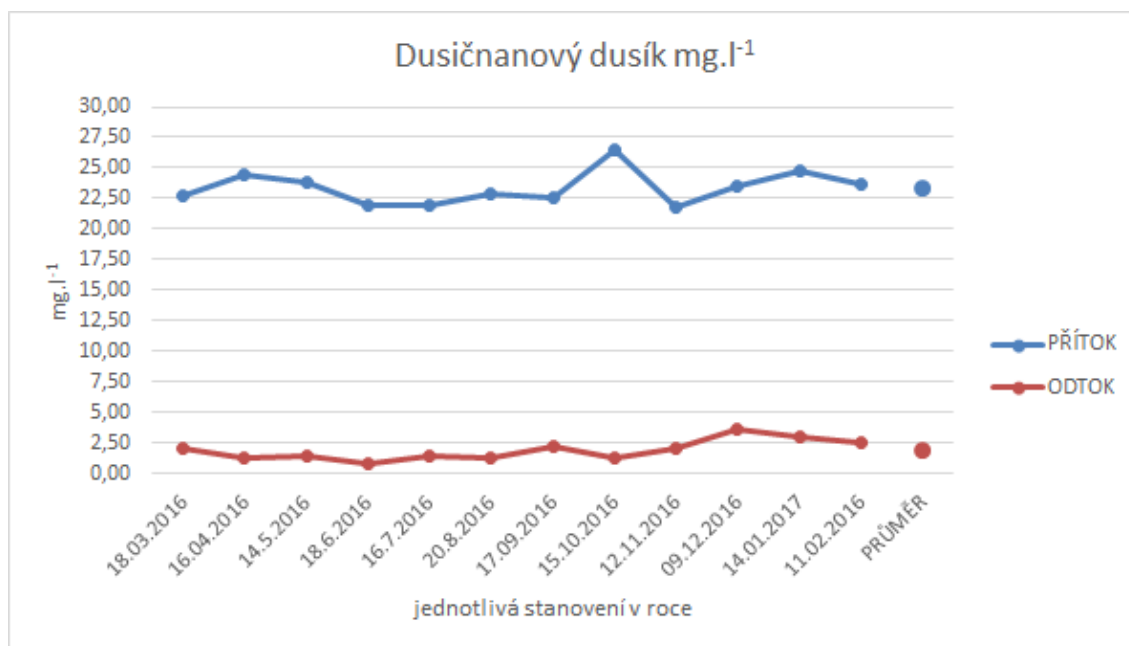
V grafu č. 7 je znázorněn roční monitoring ukazatele – celkový dusík mg. l⁻¹. Z grafu jsou patrné výkyvy mezi jednotlivými měsíčními stanoveními, na křivce přítoku jsou tyto rozdíly patrnější. Na křivce odtoku nejsou patrné takové výkyvy. Největší výkyv na přítoku a odtoku byl zaznamenán k datu 18.6.2016, kdy byly naměřeny nejvyšší hodnoty, jak na přítoku, tak na odtoku.

Pitter ve své publikaci uvádí jednotlivé zdroje dusíku v odpadních vodách. Jako význam zdroj dusíku uvádí odpady ze zemědělství. [8]

Z tabulka č. 11 – Emisní standardy NV 401/2015Sb., vyplývá, že limit není pro tento ukazatel při velikosti ČOV 6 000 EO stanoven. Naměřené hodnoty byly tedy hodnoceny pouze limity, které jsou stanoveny vodoprávním povolením.

Vodoprávním povolením jsou stanoveny koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod, pro tento ukazatel. Hodnotu limitu „p“ 15 mg. l⁻¹ a hodnotu limitu „m“ 30 mg. l⁻¹. Z grafu je patrné, že tyto hodnoty nebyly za celé sledované období překročeny. [10]

7.2.4 Dusičnanový dusík

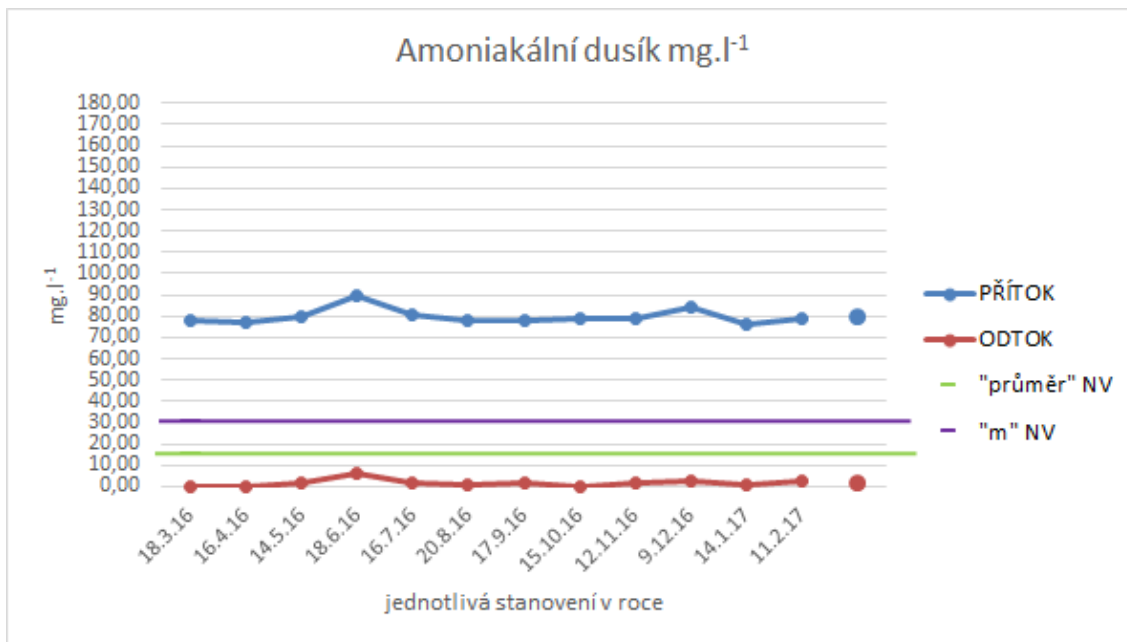


Graf č. 8 – Dusičnanový dusík (mg. l⁻¹)

V grafu č. 8 jsou znázorněny výsledky monitoringu ukazatele celkového dusíku mg. l⁻¹. Dle Pittra se dusík spolu s fosforem řadí do skupiny tzv. nutrientů, které jsou nezbytné pro rozvoj mikroorganismů. Hlavní formy anorganicky vázaného dusíku ve vodách jsou: amoniakální, dusitanový a dusičnanový dusík. ^[8]

Na křivce hodnot monitoringu na přítoku je viditelný výkyv v hodnotě ze dne 15.10.2016, kdy byla naměřena hodnota 26,5 mg. l⁻¹. Na křivce odtoku nejsou patrné žádné výrazné výkyvy naměřených hodnot.

7.2.5 Amoniakální dusík



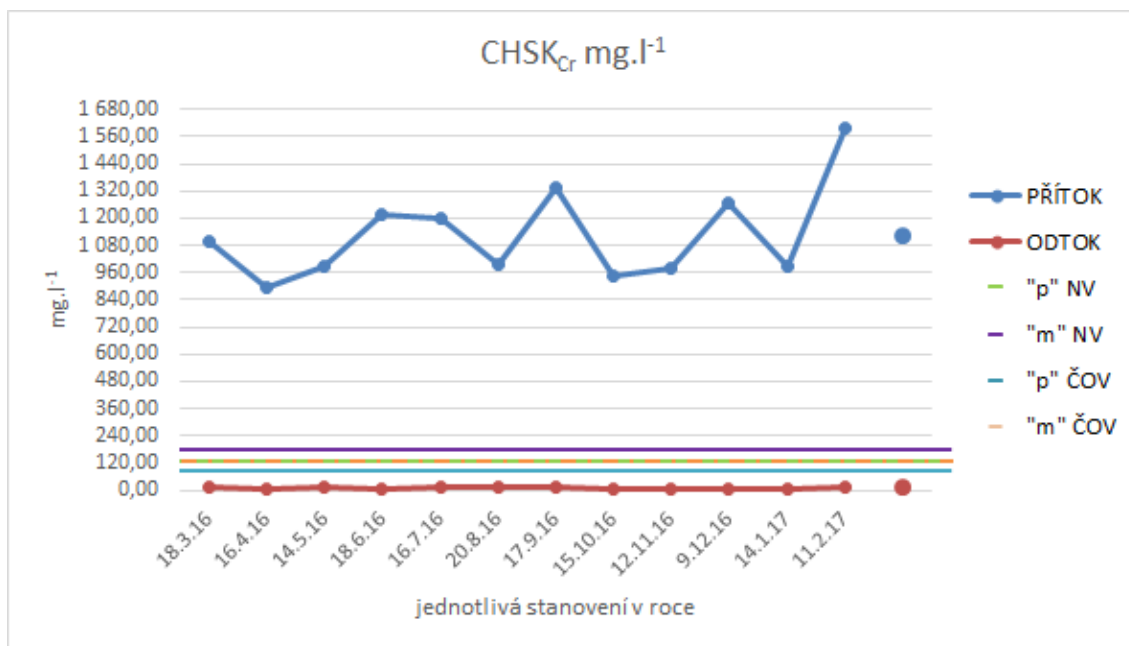
Graf č. 9 – Amoniakální dusík (mg. l⁻¹)

V grafu č. 5 je znázorněn roční monitoring pro ukazatel Amoniakální dusík (mg. l⁻¹). Pitter uvádí, jako hlavní zdroj dusíky v odpadních vodách moč. Moč je zastoupena z převážné části močovinou, která se následně rozkládá na amoniakální dusík. [8]

Na křivce přítoku a odtoku můžeme sledovat, že největší výkyv naměřené hodnoty byl 18.6.2016, kdy na přítoku byla naměřena hodnota 89,7 mg. l⁻¹ a na odtoku byla naměřena hodnota 6 mg. l⁻¹. Během měsíců březen 2016, duben 2016 a říjen 2016 byly na odtoku naměřeny hodnoty pod detekovatelnou hranicí, tudíž zde předpokládám, že se zde nacházelo velmi nízké až stopové množství amoniakálního dusíku.

Vodoprávní povolení nestanovuje pro tento ukazatel žádnou hodnotu limitu, proto jsou v grafu znázorněny pouze limity nařízení vlády č. 401/2015 Sb., pro koncentrace ukazatelů znečištění vypouštění odpadních vod. Dle tohoto nařízení je pro ukazatel amoniakálního dusíku stanoven limit „průměr“ o hodnotě 15 mg. l⁻¹ a hodnota limitu „m“ 30 mg. l⁻¹. Během ročního měření, nebyly tyto limity ani jednou překročeny, jak je patrné z grafu výše. [13]

7.2.6 CHSK_{Cr}



Graf č. 10 – CHSK_{Cr} (mg. l⁻¹)

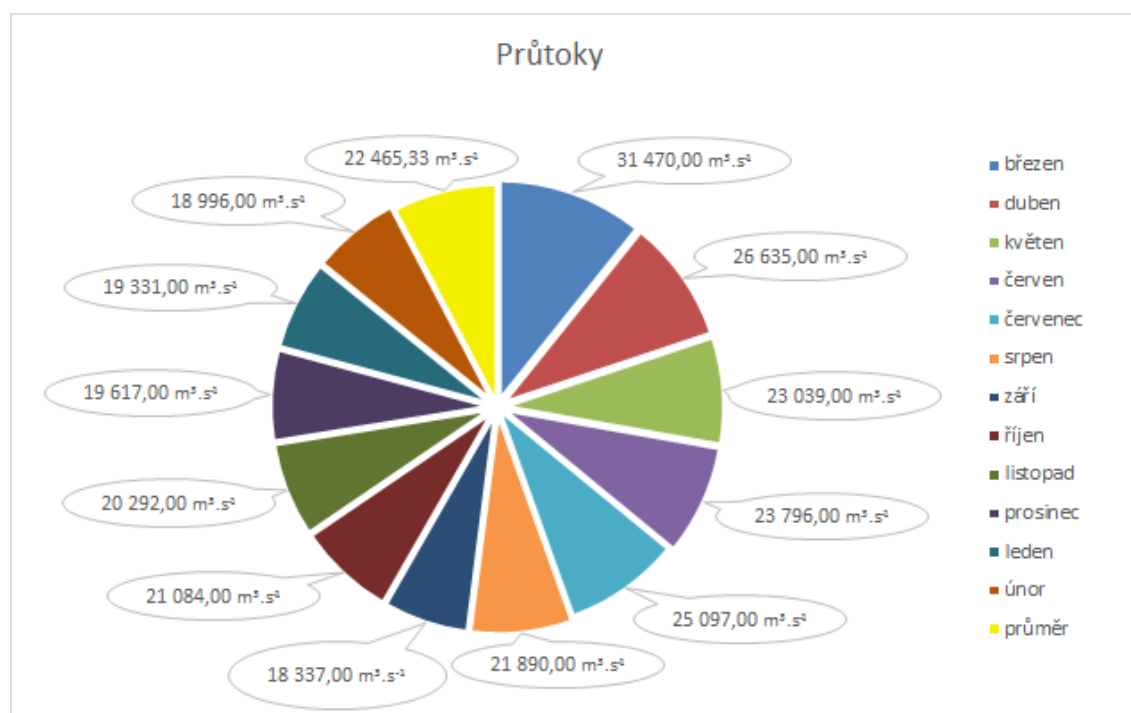
V grafu č. 10 je znázorněn roční monitoring ukazatele – CHSK_{Cr} mg. l⁻¹. Dle Pittra je chemická spotřeba kyslíku (CHSK) jedním ze základních parametrů během posuzování organického znečištění odpadních vod. Jako silné oxidační činidlo byl použit dichroman draselný. ^[8]

Limity stanovené Nařízením vlády č. 401/2015 Sb., pro koncentrace ukazatelů znečištění vypouštění odpadních vod jsou v grafu opět znázorněny zelenou a fialovou barvou. Limit „p“ NV má hodnotu 120 mg. l⁻¹ a limit „m“ NV má hodnotu 170 mg. l⁻¹. Limity stanovené tímto vládním nařízením nebyly za sledované období překročeny. ^[13]

V grafu jsou dále znázorněny limity stanovené vodoprávním povolením pro koncentrace ukazatelů znečištění vypouštění odpadních vod, které jsou znázorněny světle modrou a oranžovou barvou. Limit „p“ ČOV má hodnotu 80 mg. l⁻¹ a limit „m“ má hodnotu 120 mg. l⁻¹. Tyto stanovené limity nebyly za sledované období překročeny. ^[10]

7.3 Data z ČOV v obci Veverská Bítýška

7.3.1 Průtoky

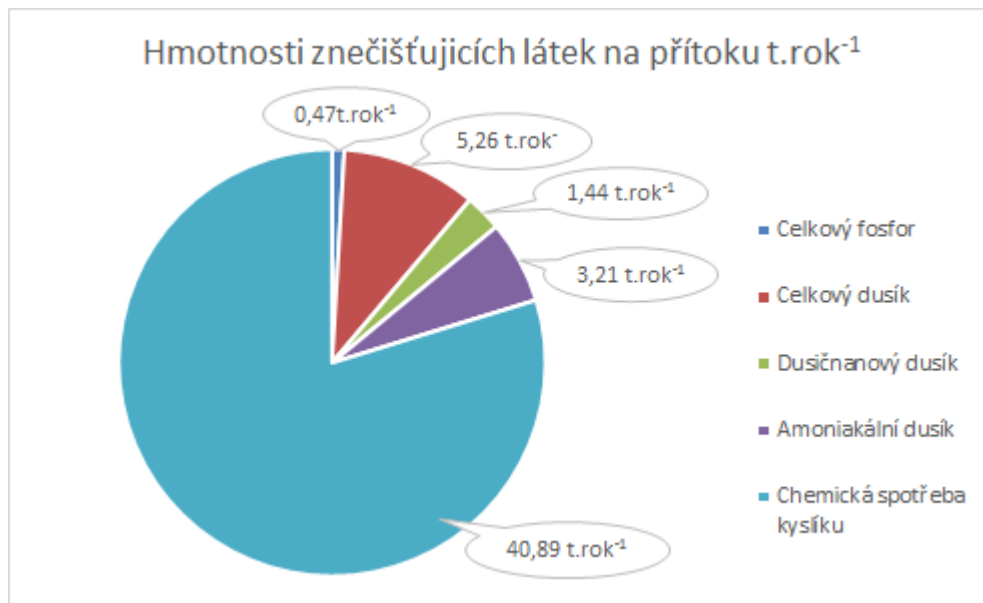


Graf č. 11 – Průtoky ($m^3 \cdot s^{-1}$) [37]

V grafu č. 11 jsou znázorněny měsíční průměrné průtoky ($m^3 \cdot s^{-1}$) a průměrný roční průtok ($m^3 \cdot rok^{-1}$) za sledované období. Největší průtok za sledované období byl za měsíc březen, a naopak nejmenší byl za měsíc září. Průměrný roční průtok za sledované období je $22\,465,33\ m^3 \cdot rok^{-1}$.

Díky poskytnutým průtokům během mnou sledovaného období jsem bilančně vyjádřila hmotnosti znečišťujících látek na přítoku a odtoku z ČOV. Tyto hodnoty jsou znázorněny v grafech č. 12 a č. 13.

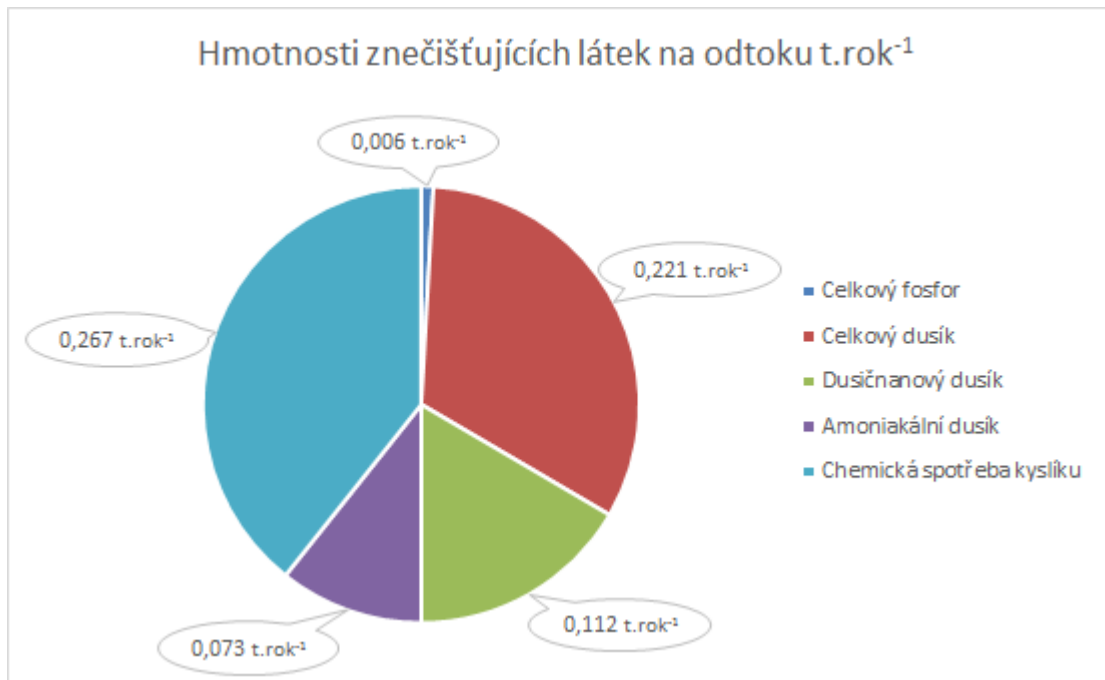
7.3.2 Přítok



Graf č. 12 – Hmotnosti znečišťujících látek na přítoku (t.rok⁻¹) [37]

V grafu č. 12 jsou znázorněné vypočtené hmotnosti znečišťujících látek na přítoku za sledované období. Podklady pro výpočet byly poskytnuty z ČOV v obci Veverská Bítýška.

7.3.3 Odtok



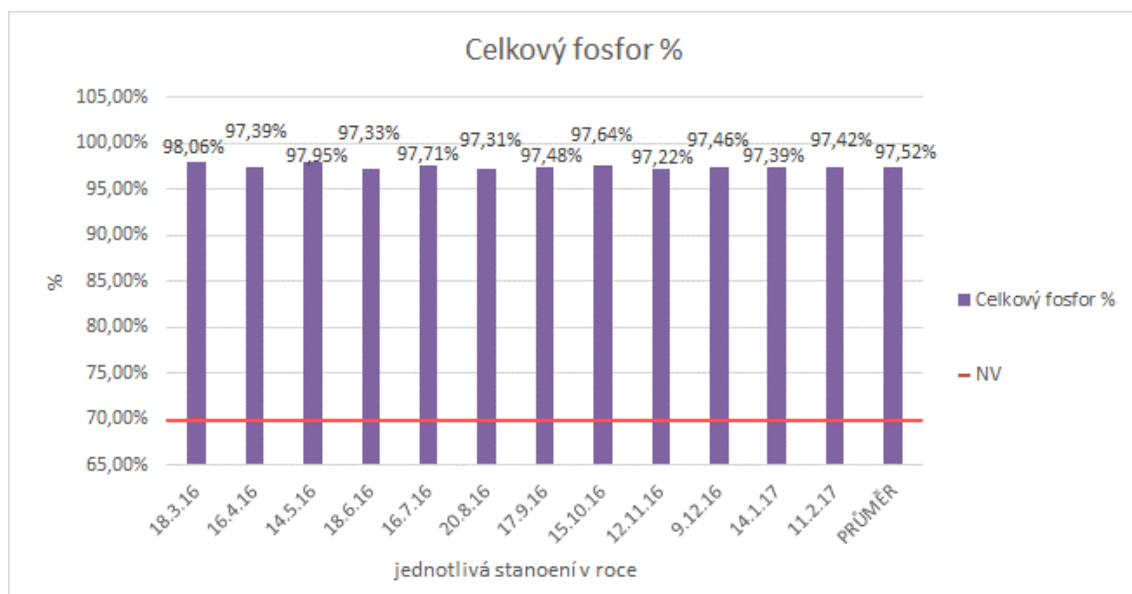
Graf č. 13 – Hmotnosti znečišťujících látek na odtoku (t.rok⁻¹) [37]

V grafu č. 13 jsou znázorněné vypočtené hmotnosti znečišťujících látek na odtoku za sledované období. Podklady pro výpočet byly poskytnuty z ČOV v obci Veverská Bítýška.

7.4 Účinnost ČOV

V následujících grafech jsou zpracovány výsledky účinnosti čištění vyplývající z ročního monitoringu, který jsem prováděla na ČOV v obci Veverská Bítýška. Roční monitoring probíhal od března roku 2016 do února roku 2017.

7.4.1 Celkový fosfor

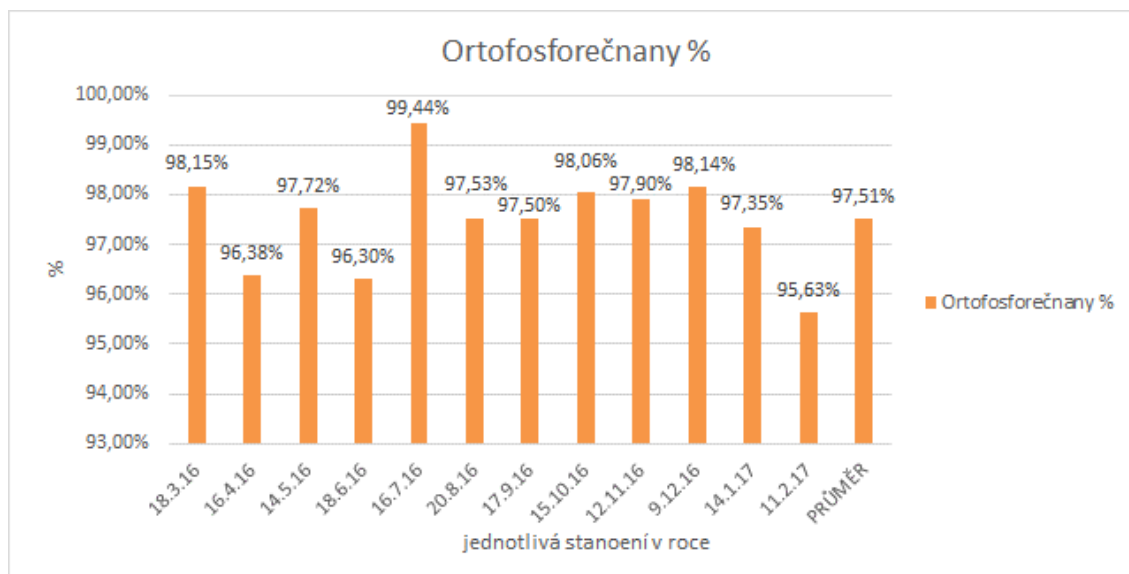


Graf č. 14 – Účinnost Celkový fosfor %

V následujícím grafu č. 14 jsou znázorněny výsledky účinnosti čištění ukazatele Celkového fosforu (%) v jednotlivých měsících odběrů a průměrná účinnost čištění za rok. Účinnost čištění během roku se pohybovala v rozmezí 97 % - 98 %, nejnižší účinnosti bylo dosaženo v měsíci listopadu 2016, naopak nejvyšší účinnosti čištění bylo dosaženo v měsíci březnu 2016. Průměrná roční účinnost za sledované období má hodnotu 97,52 %.

Pro ukazatel celkový fosfor (%) je stanoven limit účinnosti čištění dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o hodnotě 70 %. Všechny stanovené hodnoty se pohybovaly vysoce nad tímto limitem.

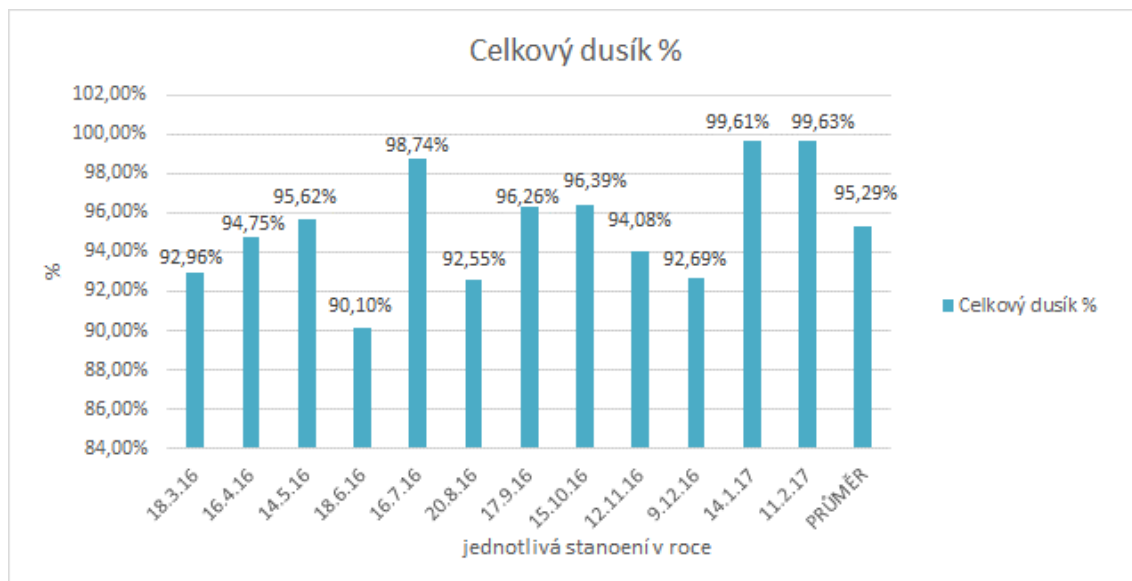
7.4.2 Ortofosforečnany



Graf č. 15 – Účinnost Ortofosforečnany %

V grafu č. 15 jsou znázorněny hodnoty pro ukazatel Ortofosforečnany (%). Pro tento ukazatel není stanoven žádný limit. Z grafu je patrné, že účinnost čištění kolísala v rozmezí 95 % - 99 %. Nejnižší hodnota účinnosti 95,63 % byla naměřena v měsíci únor 2017, nejvyšší hodnota účinnosti je 99,44 % a byla naměřena v měsíci červenci 2016. Průměrná hodnota čištění za celé sledované období je 97,51 %. Všechny hodnoty se pohybují přes 90 %, to vypovídá o vysokém a kvalitním procesu čištění odpadních vod.

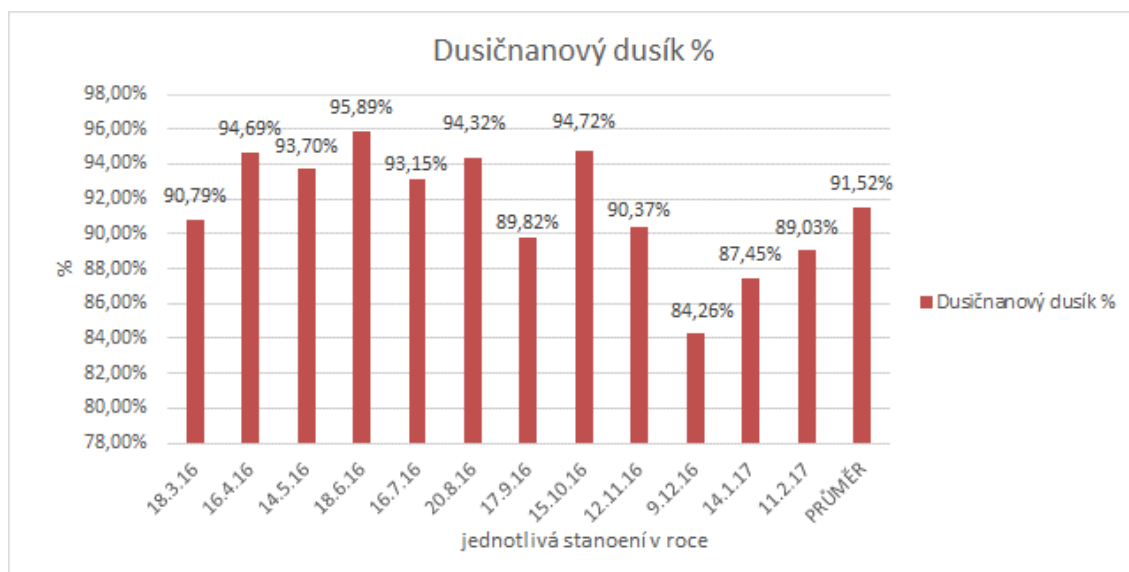
7.4.3 Celkový dusík



Graf č. 16 – Účinnost Celkový dusík %

V grafu č. 16 jsou znázorněny data ukazatele Celkový dusík (%). Pro tento ukazatel není stanoven žádný limit. Hodnoty v grafu jsou rozkolísané a pohybují se v rozmezí 90 % – 99 %. Nejnižší hodnota 90,10 % byla naměřena v měsíci červen 2016 a nejvyšší hodnotu 99,63 % v měsíci únor 2017. Průměrná hodnota za celé sledované období je 95,29 %, všechny hodnoty se tak pohybují nad 90 %, a to vypovídá o vysokém a kvalitním procesu čištění odpadních vod.

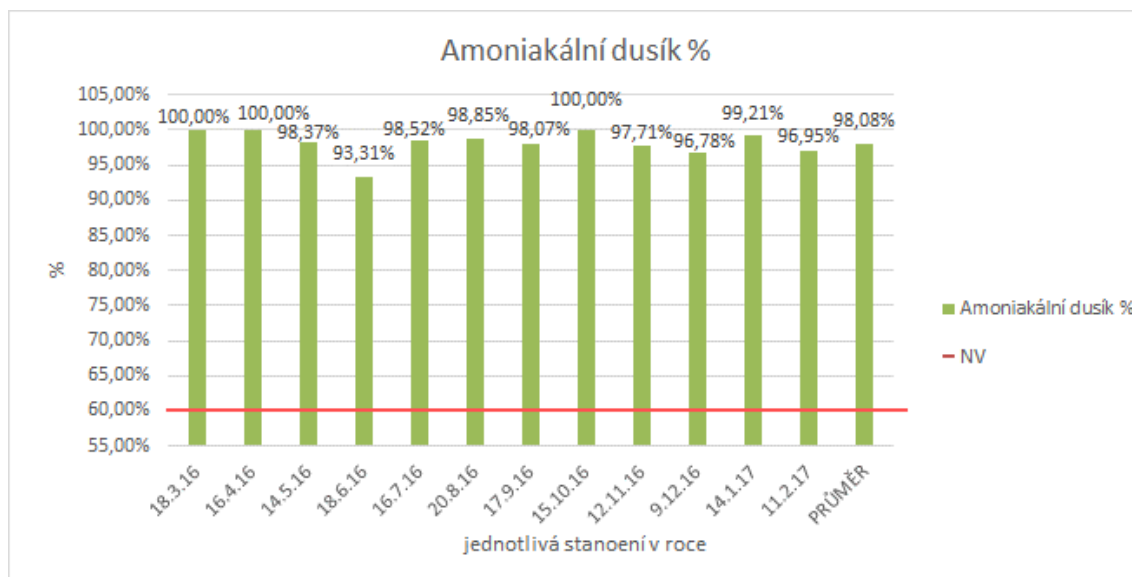
7.4.4 Dusičnanový dusík



Graf č. 17 – Účinnost dusičnanový dusík %

V grafu č. 17 jsou znázorněny data ukazatele Dusičnanový dusík (%) a pro tento ukazatel není stanoven žádný limit. Hodnoty v grafu jsou rozkolísané a pohybují se v rozmezí 84 % - 95 %. V měsíci prosinec 2016 byla naměřena nejnižší hodnota 84,26 %, nejvyšší hodnotu 95,89 % byla naměřena v měsíci červen 2016. Průměrná hodnota za celé sledované období je 91,52 %. U tohoto ukazatele se hodnoty pohybují i pod hodnotou 90 %, avšak i tak jsou hodnoty uspokojující a vypovídají o vyhovující účinnosti čištění u ČOV.

7.4.5 Amoniakální dusík

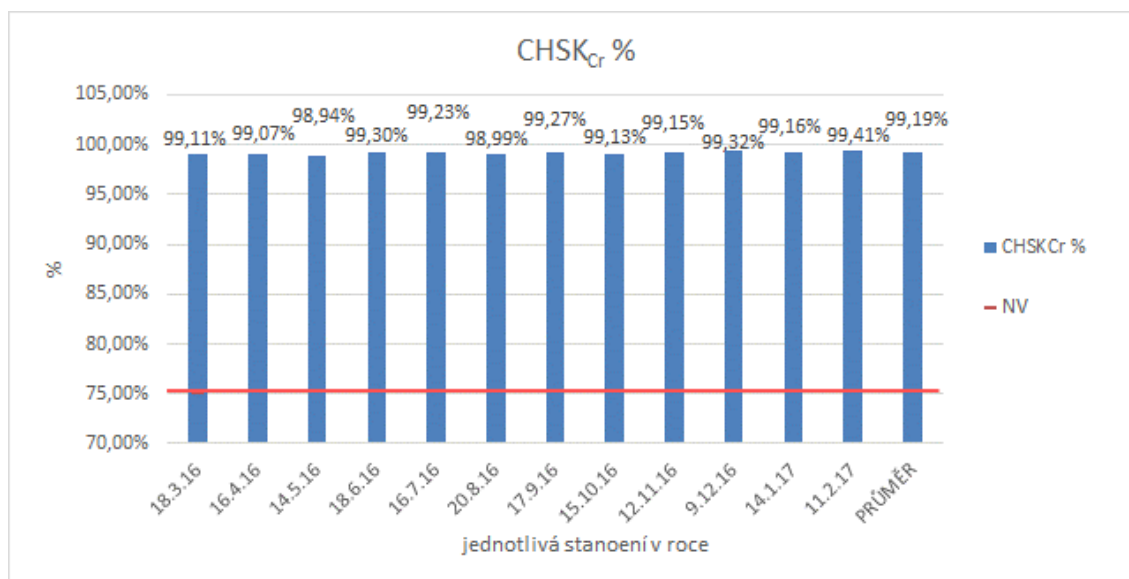


Graf č. 18 – Účinnost amoniakální dusík %

V následujícím grafu č. 18 jsou znázorněny výsledky účinnosti čištění ukazatele Amoniakálního dusíku (%) v jednotlivých měsících odběrů a průměrná účinnost čištění za rok. Účinnost čištění během roku se pohybovala v rozmezí 93 % - 100 % a průměrná roční účinnost za sledované období je 98,08 %. Během jednotlivých odběrů, v měsících březen 2016, duben 2016 a říjen 2016 na odtoku byly naměřeny hodnoty pod detekovatelnou hranicí, tudíž, zde počítám se 100 % účinností čištění.

Pro ukazatel Amoniakální dusík (%) je stanoven limit v Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o hodnotě 60 %. Všechny stanovené limity se pohybovaly vysoce nad tímto limitem.

7.4.6 CHSK_{Cr}



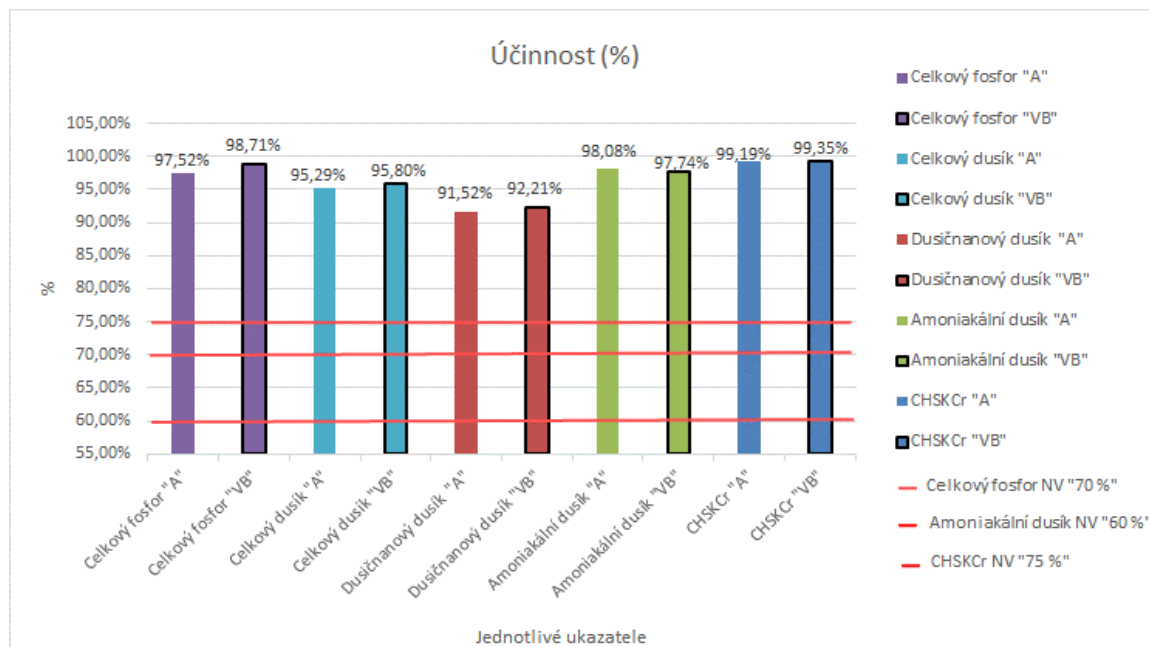
Graf č. 19 – Účinnost čištění CHSK_{Cr} %

V následujícím grafu č. 19 jsou znázorněny výsledky účinnosti čištění ukazatele CHSK_{Cr} (%) v jednotlivých měsících odběrů a průměrná účinnost čištění za rok. Účinnost čištění během roku se pohybovala v rozmezí 98 % - 99 %. Nejnižší hodnota 98,94 % byla naměřena v měsíci květen 2016, v měsíci únor 2017 byla naměřena nejvyšší hodnota 99,41 %. Průměrná roční účinnost za sledované období je 99,19 %.

Pro ukazatel CHSK_{Cr} (%) je stanoven limit v Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o hodnotě 75 %. Všechny stanovené limity se pohybovaly vysoce nad tímto limitem.

7.5 Porovnání účinnosti ČOV

Porovnání získaných dat z ročního monitoringu s daty poskytnutými z ČOV v obci Veverská Bítýška.



Graf č. 20 – Porovnání účinnosti %

V grafu č. 20 jsou znázorněny průměrné roční hodnoty vypočítané z jednotlivých ročních odběrů a hodnoty poskytnuté z ČOV v obci Veverská Bítýška. Hodnoty z ČOV jsou orámovány černou barvou a v legendě jsou označeny zkratkou „VB“, hodnoty vypočítané z ročního monitoringu jsou bez černého orámování a v legendě jsou označeny zkratkou „A“ (pozn. hodnoty autora). Dále jsou v grafu znázorněny červenou úsečkou hodnoty limitu pro ukazatele Celkový fosfor, Amoniakální dusík a CHSKCr, které jsou stanoveny v Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. (viz. tabulka č. 12).

V grafu vidíme, že hodnoty u jednotlivých ukazatelů jsou téměř totožné. Hodnoty ročního monitoringu byly získány z bodových odběrů, jelikož nebylo možné provést odběry 24 h slívaných vzorků. Oproti tomu hodnoty poskytnuté z ČOV jsou získány z 24 h slívaných vzorků, které jsou přesnější. Přesto, že data z ročního monitoringu byla získána z bodových odběrů jsou rozdíly mezi daty z monitoringu a daty z ČOV velmi málo odlišné. I přesto, že jsou v grafu srovnány různé druhy odběrů, je patrné, že účinnost čištění je více než dostatečná.

U všech ukazatelů byly vyšší hodnoty účinnosti stanoveny z hodnot ČOV, kromě ukazatele Amoniakálního dusíku, kdy vyšší hodnota účinnosti byla stanovena u hodnot z ročního monitoringu. Rozdíly mezi jednotlivými procenty u každého ukazatele se pohybují okolo 1 %.

Limity Nařízení vlády č. 401/2015Sb., které jsou znázorněny v grafu pro jednotlivé ukazatele (Celkový fosfor, Amoniakální dusík a $CHSK_{Cr}$) červenou linkou, byly vždy splněny a nedošlo k jejich nesplnění. U všech ukazatelů pozorujeme vysoké hodnoty účinnosti.

8 ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyhodnocení účinnosti ČOV v obci Veverská Bítýška. V rámci práce proběhl roční monitoring, kdy byly odebírány vzorky (viz. kapitola metodika práce) odpadních vod na přítoku a odtoku z ČOV, které byly následně vyhodnoceny a porovnány s daty poskytnutými z ČOV.

Účinnost čištění byla posuzována na základě ukazatelů: Celkový fosfor, Celkový dusík, Amoniakální dusík a Chemická spotřeba kyslíku. Na základě zhodnocení těchto ukazatelů jsem vyhodnotila účinnost čištění odpadních vod na ČOV v obci Veverská Bítýška, jako zcela vyhovující.

V rámci výsledků a diskuze bylo několikrát zmíněno, že výsledky jednotlivých ukazatelů splňovaly všechny stanovené limity. Výsledky jednotlivých účinností čištění odpadních vod se pohybovaly skoro ve všech případech přes 90 %, jen u ukazatele dusičnanový dusík klesly pod tuto hranici.

Z porovnání mnou stanovených výsledků s porovnáním výsledků poskytnutých z ČOV jsem vyhodnotila účinnost čištění, jako vyhovující. Rozdíly mezi jednotlivými výsledky byly nepatrné v rozmezí okolo 1 %.

Funkce čistírny odpadních vod plně vyhovuje současným platným legislativním předpisům pro vypouštění vyčištěných odpadních vod do recipientu. Otázkou však zůstává, zda jsou tyto limity dostatečně přísné. Pokud se podíváme na přípustné hodnoty znečištění povrchových vod, zjistíme, že některé námi naměřené hodnoty nevyhovují. Příkladem mohou být hodnoty celkového fosforu či amoniakálního dusíku. Limity normy environmentální kvality (NEK – RP – celoroční průměrné hodnoty) pro ukazatel celkový fosfor je stanovena $0,15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a pro ukazatel amoniakální dusík je tento limit stanoven $0,23 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. U ukazatele celkového fosforu je tento limit překročen o $0,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a u ukazatele amoniakálního dusíku o $1,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Dle mého názoru bychom se do budoucna měli zaměřit na zpřísnění přípustných limitů pro vypouštění vyčištěných odpadních vod do recipientu. Čistírně odpadních vod v obci Veverská Bítýška navrhuji, aby se při pravidelných kontrolních rozborech odpadních vod více zaměřit na hodnoty ukazatele sloučenin fosforu a dusíku.

9 ZDROJE

Použitá literatura

- [1] BLAŽEK, Vladimír, NĚMEC, Jan a Josef HLADNÝ, ed. *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. ISBN 80-903482-1-1.
- [2] VÍTĚZ, Tomáš a Bořivoj GRODA. *Čištění a čistírny odpadních vod*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-180-7.
- [3] HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. ISBN 80-7157-289-6.
- [4] HUBAČÍKOVÁ, Věra. *Vodní hospodářství*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN: 978-80-7509-239-7.
- [5] JUNGA, Petr. *Technika pro zpracování odpadů II*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-209-0.
- [6] NEMEROW, Nelson Leonard, ed. *Environmental engineering: water, wastewater, soil, and groundwater treatment and remediation*. 6. vyd. Hoboken, N.J.: Wiley, c2009. ISBN 978-0-470-08303-1.
- [7] OPPELTOVÁ, Petra. *Ochrana vodních zdrojů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-218-2.
- [8] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- [9] SPELLMAN, Frank R. *Handbook of water and wastewater treatment plant operations*. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2009. ISBN 978-1-4200-7530-4.

Jiné tištěné zdroje

- [10] *Provozní řád pro trvalý provoz ČOV Veverská Bítýška*, datum zpracování 01/2014, 111 s.
- [11] *Kanalizační řád stokové sítě městyse Veverská Bítýška a obce Chudčice*, datum zpracování 11/2014, 38 s.

Legislativní předpisy

- [12] Nařízení vlády č. 143/2012 Sb., o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do povrchových vod ve znění pozdějších předpisů.
- [13] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ve znění pozdějších předpisů.
- [14] Vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových ve znění pozdějších předpisů.
- [15] Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody ve znění pozdějších předpisů.
- [16] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů
- [17] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů
- [18] Zákon č. 274/2001 Sb., vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu ve znění pozdějších předpisů

Internetové zdroje

- [19] *Bioster* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné na www.bioster.cz
- [20] *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2016-11-12]. Dostupné na: http://mapy.geology.cz/geocr_50/

- [21] *čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově* [online]. [cit. 2016–23–10]. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadnich_vod.pdf
- [22] Eknihovna: *Charakteristika a rozdělení stavby* [online]. [cit. 2016–23–10]. Dostupné na https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=2187
- [23] *Hartmann Rico* [online]. [cit. 2016–11–13]. Dostupné na: www.hartmann.cz
- [24] KOVO: *Kovo Brno výrobní družstvo* [online]. [cit. 2016–11–13]. Dostupné na: www.kovovd
- [25] MŽP: *Metodický pokyn odboru ochrany vod mžp* [online]. [cit. 2017-02–18]. Dostupné na: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadni_vody_znecistení/\\$FILE/OOV-met_pokyn_%20NV_%2061-20120326.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadni_vody_znecistení/$FILE/OOV-met_pokyn_%20NV_%2061-20120326.pdf)
- [26] Obec Veverská Bítýška: *Firmy* [online]. [cit. 2016-11–13]. Dostupné na: <http://www.obecveverskabityska.cz/page.php?section=firmy&show=firmy>
- [27] Obec Veverská Bítýška: *Intenzifikace čistírny odpadních vod Veverská Bítýška* [online]. [cit. 2016-12–20]. Dostupné na: <http://www.obecveverskabityska.cz/page.php?section=oobci&show=cov#ps-10>
- [28] Obec Veverská Bítýška: *Městys* [online]. [cit. 2016-11–12]. Dostupné na: <http://www.obecveverskabityska.cz/page.php?section=oobci&show=mestys>
- [29] Obec Veverská Bítýška: *O Obci* [online]. [cit. 2016-11–12]. Dostupné na: <http://www.obecveverskabityska.cz/page.php?section=oobci&show=oobci>
- [30] Obec Veverská Bítýška: *Statistika* [online]. [cit. 2016-11–13]. Dostupné na: [http://www.obecveverskabityska.cz/page.php?section=statistika&show=statistika,](http://www.obecveverskabityska.cz/page.php?section=statistika&show=statistika)
- [31] *Pekařství Balabán* [online]. [cit. 2016-11–13]. Dostupné na: www.pekarstvibalaban.cz

- [32] *Pěkný Unimex* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné na: <http://www.pekny-unimex.cz/cs/nase-spolecnost.cz>
- [33] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES* [online]. [cit. 2016-10-23]. Dostupné na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=CS>
- [34] *Směrnice rady o čištění městských odpadních vod* [online]. [cit. 2016-10-23]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/smernice-rady-o-cistenim-mestskych/>
- [35] *Voda – organismus* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné na: (<http://voda-organismy.webnode.cz/druhy-vod/>)
- [36] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: *Voda* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

Další zdroje

- [37] *Pavel Novotný* – místostarosta městyse Veverská Bítýška

10 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka č. 1 Kategorie ČOV dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů</i> ^[13 – upraveno autorem]	23
<i>Tabulka č. 2 Množství odpadních vod na ČOV</i> ^[10 – upraveno autorem]	33
<i>Tabulka č. 3 Zatížení ČOV</i> ^[10 – upraveno autorem]	33
<i>Tabulka č. 4 Množství povoleného vypouštění čištěných odpadních vod do recipientu</i> ^[10 – upraveno autorem]	34
<i>Tabulka č. 5 Kvalita povoleného vypouštění čištěných odpadních vod do recipientu</i> ^[10 – upraveno autorem]	34
<i>Tabulka č. 6 Odpadní látky vznikající v procesu čištění odpadních vod</i> ^[10 – upraveno autorem]	36
<i>Tabulka č. 7 Analytické sledování provozu ČOV</i> ^[10 – upraveno autorem]	44
<i>Tabulka č. 8 Stanovené a měřené ukazatele v terénu</i>	45
<i>Tabulka č. 9 Stanovené a měřené ukazatele v laboratoři</i>	45
<i>Tabulka č. 10 Ředění vzorků v laboratoři</i>	49
<i>Tabulka č. 11 – Emisní standardy NV 401/2015Sb.,</i> ^[13 – upraveno autorem]	50
<i>Tabulka č. 12 – Emisní standardy NV 401/2015Sb.,</i> ^[13 – upraveno autorem]	52
<i>Tabulka č. 13 – Rozpuštěný kyslík, data autora</i>	126
<i>Tabulka č. 14 – Konduktivita, data autora</i>	126
<i>Tabulka č. 15 – pH, data autora</i>	127
<i>Tabulka č. 16 – Teplota, data autora</i>	127
<i>Tabulka č. 17 – Ortofosforečnany, data autora</i>	127
<i>Tabulka č. 18 – Dusičnanový dusík, data autora</i>	128
<i>Tabulka č. 19 – Amoniakální dusík, data autora</i>	128
<i>Tabulka č. 20 – Celkový fosfor, data autora</i>	128
<i>Tabulka č. 21 – Celkový dusík, data autora</i>	129
<i>Tabulka č. 22 – CHSK_{Cr}, data autora</i>	129

Tabulka č. 23 – Průměrné měsíční průtoky, data z ČOV 130

Tabulka č. 24 – Zpracovaná data z ČOV..... 131

11 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Rozpuštěný kyslík (mg. l^{-1}).....	53
Graf č. 2 – Konduktivita (mS.m^{-1}).....	54
Graf č. 3 – pH	55
Graf č. 4 – Teplota ($^{\circ}\text{C}$)	56
Graf č. 5 – Celkový fosfor (mg. l^{-1})	57
Graf č. 6 – Ortofosforečnany (mg. l^{-1})	58
Graf č. 7 – Celkový dusík (mg. l^{-1})	59
Graf č. 8 – Dusičnanový dusík (mg. l^{-1})	60
Graf č. 9 – Amoniakální dusík (mg. l^{-1}).....	61
Graf č. 10 – CHSK_{Cr} (mg. l^{-1}).....	62
Graf č. 11 – Průtoky ($\text{m}^3. \text{s}^{-1}$) ^[37]	63
Graf č. 12 – Hmotnosti znečišťujících látek na přítoku (t.rok^{-1}) ^[37]	64
Graf č. 13 – Hmotnosti znečišťujících látek na odtoku (t.rok^{-1}) ^[37]	65
Graf č. 14 – Účinnost Celkový fosfor %	66
Graf č. 15 – Účinnost Orthofosforečnany %	67
Graf č. 16 – Účinnost Celkový dusík %	68
Graf č. 17 – Účinnost dusičnanový dusík %.....	69
Graf č. 18 – Účinnost amoniakální dusík %	70
Graf č. 19 – Účinnost čištění CHSK_{Cr} %	71
Graf č. 20 – Porovnání účinnosti %.....	72

12 SEZNAM ZKRATEK

„m“	maximální koncentrace
„p“	přípustná koncentrace
BSK ₅	biologická spotřeba kyslíku
ČOV	čistírna odpadních vod
EO	ekvivalentních obyvatel
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
N _{celk}	dusík celkový
NL	nerozpuštěné látky
N-NH ₄ ⁺	amoniakální dusík
NV	nařízení vlády
P _{celk}	fosfor celkový

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1 HACH NÁVODY

Celkový fosfor – zdroj návody HACH

Orthofosforečnany– zdroj návody HACH

Celkový dusík – zdroj návody HACH

Dusičnanový dusík– zdroj návody HACH

Amoniakální dusík– zdroj návody HACH

CHSK_{Cr} – zdroj návody HACH

PŘÍLOHA 2 TABULKY

Tabulka č. 13 – Rozpuštěný kyslík, data autora

Tabulka č. 14 – Konduktivita, data autora

Tabulka č.15 – pH, data autora

Tabulka č. 16 – Teplota, data autora

Tabulka č. 17 – Ortofosforečnany, data autora

Tabulka č. 18 – Dusičnanový dusík, data autora

Tabulka č. 19 – Amoniakální dusík, data autora

Tabulka č. 20 – Celkový fosfor, data autora

Tabulka č. 21 – Celkový dusík, data autora

Tabulka č. 22 – CHSK_{Cr}, data autora

Tabulka č. 23 – Průměrné měsíční průtoky, data z ČOV

Tabulka č. 24 – Zpracovaná data z ČOV

PŘÍLOHA 3 MAPOVÉ PODKLADY

Mapa č. 1 – mapa okolí ČOV (zdroj: www.mapy.cz)

Mapa č. 2 – letecká mapa vybrané ČOV (zdroj: www.mapy.cz)

PŘÍLOHA 4 FOTODOKUMENTACE

Fotografie č. 1 – Odběry vzorků na ČOV (archiv autora)

Fotografie č. 2 – Stanovení v laboratoři (archiv autora)

Fotografie č. 3 – Provozní budova (archiv autora)

Fotografie č. 4 – Kalové hospodářství (archiv autora)

Fotografie č. 5 – Dezodorizační filtry (archiv autora)

Fotografie č. 6 – Aktivační nádrže (archiv autora)

Fotografie č. 7 – Dosazovací nádrže (archiv autora)

Fotografie č. 8 – Dočišťovací nádrž (archiv autora)

Fotografie č. 9 – Parshallův žlab (archiv autora)

PŘÍLOHA 5 TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Fotografie č.10 – Situace ČOV (zdroj Pavel Novotný)

Fotografie č. 11 – Technologické schéma (Zdroj Pavel Novotný)

PŘÍLOHA 1 HACH NÁVODY

Celkový fosfor – zdroj návody HACH



DR/4000 PROCEDURE

PHOSPHORUS, Acid Hydrolyzable

Method 8180

PhosVer 3 with Acid Hydrolysis

(0.00 to 5.00 mg/L PO₄³⁻)

Test 'N Tube™ Vials

(0.00 to 1.60 mg/L P)

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

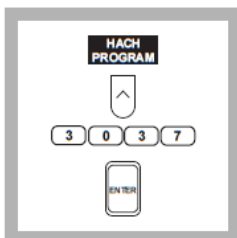
The estimated detection limit for program number 3037 is 0.17 mg/L PO₄³⁻.



1. Turn on the COD Reactor. Heat to 150 °C. Place the plastic shield in front of the reactor.

Note: Ensure safety devices are in place to protect the analyst from splattering should leakage occur.

Note: See COD Reactor Manual for temperature adjustment instructions.



2. Press the soft key under **HACH PROGRAM**. Select the stored program for acid hydrolyzable phosphorus by pressing 3037 with the numeric keys.

Press: **ENTER**

Note: If samples cannot be analyzed immediately, see Sample Collection, Storage and Preservation following these steps.

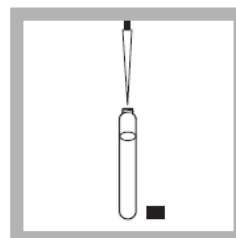


3. The display will show: **HACH PROGRAM: 3037 P A-H As. TNT**

The wavelength (λ), **890 nm**, is automatically selected.

Note: Clean glassware with 1:1 Hydrochloric Acid Standard Solution. Rinse with deionized water. Do not use phosphate detergents to clean glassware.

Note: For best results, determine a reagent blank for each new lot of reagent as follows. Prepare a reagent blank by repeating steps 4 through 21, using deionized water as the sample. Zero the instrument on deionized water by pressing the soft key under **ZERO**. Insert the reagent blank and the blank value will be displayed. Correct for the reagent blank by pressing the soft keys under **OPTIONS**, (**MORE**), and then **BLANK: OFF**. Enter the reagent blank value and press **ENTER**. Repeat for each new lot of reagent.



4. Use a TenSette Pipet to add 5 mL of sample to a Total and Acid Hydrolyzable Test Vial. Cap and mix.

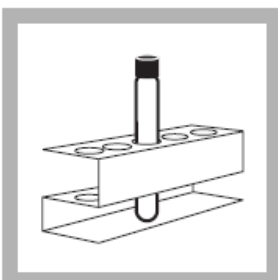
Note: For proof of accuracy, use a 1.0-mg/L Phosphate (0.33-mg/L P) Standard Solution in place of the sample (see **OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS**).

Note: For non-preserved samples with extreme pH.

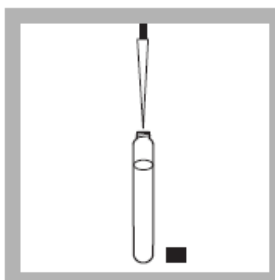
PHOSPHORUS, Acid Hydrolyzable, continued



5. Place the vial in the COD Reactor, and start a 30-minute heating period by pressing the soft key under **START TIMER**.



6. After the timer beeps, carefully remove the vial from the reactor. Place it in a test tube rack and allow to cool to room temperature.



7. Using a TenSette Pipet, add 2 mL of 1.00 N Sodium Hydroxide to the vial. Cap tightly and shake to mix.



8. Insert the Test Tube Adapter into the sample cell module by sliding it under the thumb screw and into the alignment grooves. Fasten with the thumb screw.

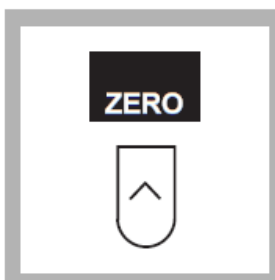


9. Clean the outside of the vial with a towel.

Note: Wiping with a damp towel, followed by a dry one, will remove fingerprints or other marks.



10. Place the sample vial in the cell holder and close the light shield.



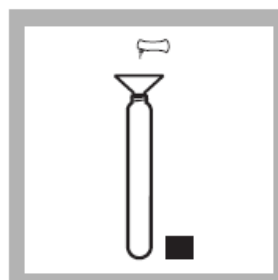
11. Press the soft key under **ZERO**.

The display will show:

0.00 mg/L PO₄³⁻

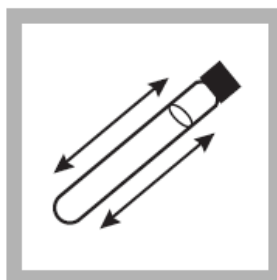
Note: If you are using a reagent blank correction, the display will show the correction.

*Note: For alternate concentration units, press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.*

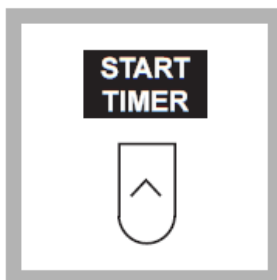


12. Using a funnel, add the contents of one Phos Ver 3 Powder Pillow to the vial.

PHOSPHORUS, Acid Hydrolyzable, continued



13. Cap tightly and shake to mix for 10-15 seconds.
Note: The powder will not completely dissolve.



14. Press the soft key under **START TIMER**. A 2-minute reaction period will begin.



15. Clean the outside of the sample vial with a towel.
Note: Wiping with a damp towel, followed by a dry one, will remove fingerprints or other marks.
Note: Read the samples 2-8 minutes after the addition of the PhosVer 3 Reagent.



16. Place the prepared sample vial into the cell holder and close the light shield. Results in mg/L PO_4^{3-} (or chosen units) will be displayed.
*Note: Results may be expressed as phosphorus (P) or as phosphorus pentoxide (P_2O_5). Press the soft keys under **OPTIONS** and then **FORM**: to scroll through the available options.*

Interferences

Interfering Substance	Interference Levels and Treatments
Aluminum	Greater than 200 mg/L
Arsenate	All levels
Chromium	Greater than 100 mg/L
Copper	Greater than 10 mg/L
Iron	Greater than 100 mg/L
Nickel	Greater than 300 mg/L
Silica	Greater than 50 mg/L
Silicate	Greater than 10 mg/L
Sulfide	Greater than 9 mg/L. Remove sulfide interference as follows: <ol style="list-style-type: none"> 1. Measure 25 mL of sample into a 50-mL beaker. 2. Swirling constantly, add Bromine Water drop-wise until a permanent yellow color appears. 3. Swirling constantly, add Phenol Solution drop-wise just until the yellow color disappears. Proceed with step 1.
Turbidity	Large amounts may cause inconsistent results in the test because the acid present in the powder pillows may dissolve some of the suspended particles and because of variable desorption of orthophosphate from the particles.
Zinc	Greater than 80 mg/L
Highly buffered samples or extreme sample pH	May exceed the buffering capacity of the reagents and require sample pretreatment

Store the PhosVer 3 Phosphate Reagent Powder Pillows in a cool, dry environment.

PHOSPHORUS, Acid Hydrolyzable, continued

Sample Collection, Storage and Preservation

Collect samples in plastic or glass bottles that have been acid washed with 1:1 Hydrochloric Acid Solution and rinsed with deionized water. Do not use commercial detergents containing phosphate for cleaning glassware used in this test.

Analyze samples immediately after collection for best results. If prompt analysis is impossible, preserve samples up to 24 hours by storing at 4 °C. Warm samples to room temperature before analysis.

Accuracy Check

Standard Additions Method

- a. Leave the unspiked sample in the sample compartment. Verify that the units displayed are in mg/L. Select standard additions mode by pressing the soft keys under *OPTIONS, (MORE)* and then *STD ADD*.
- b. Press **ENTER** to accept the default sample volume (mL), 25.
- c. Press **50.0** to change the standard concentration to (mg/L), 50.0. Then press **ENTER**.
- d. Press the soft key under *ENTRY DONE*.
- e. Snap the neck off a Phosphate 2-mL Ampule Standard, 50-mg/L as PO_4^{3-} .
- f. Use the TenSette Pipet to add 0.1 mL, 0.2 mL and 0.3 mL of standard, respectively to three 25-mL samples and mix each thoroughly.
- g. Analyze each standard addition sample as described above (use a 5-mL aliquot of the spiked sample as the sample). Accept the standard additions reading by pressing the soft key under *READ* each time. Each addition should reflect approximately 100% recovery.
- h. After completing the sequence, the display will show the extrapolated concentration value and the “best-fit” line through the standard additions data points, accounting for matrix interferences.
- i. See Section 1.4.1 *Standard Additions* for more information.

Method Performance

Precision

Standard: 3.00 mg/L PO_4^{3-}

Program	95% Confidence Limits
3037	2.96–3.04 mg/L PO_4^{3-}

For more information on determining precision data and method detection limits, refer to Section 1.5.

PHOSPHORUS, Acid Hydrolyzable, continued

Estimated Detection Limit

Program	EDL
3037	0.07 mg/L PO ₄ ³⁻

For more information on derivation and use of Hach's estimated detection limit, see Section 1.5.2. To determine a method detection limit (MDL) as defined by the 40 CFR part 136, appendix B, see Section 1.5.1.

Sensitivity

Program Number: 3037

Portion of Curve	ΔAbs	ΔConcentration
Entire Range	0.010	0.061 mg/L

See Section 1.5.3 *Sensitivity Explained* for more information.

Calibration Standard Preparation

To perform a phosphate calibration using the Test 'N Tube method, prepare calibration standards containing 1.00, 2.00, 3.00, 4.00, and 5.00 mg/L phosphate as follows:

- Into five different 100-mL Class A volumetric flasks, pipet 2.00, 4.00, 6.00, 8.00 and 10.00 mL of a 50-mg/L Phosphate Standard Solution (Cat. No. 171-49) using Class A glassware.
- Dilute to the mark with deionized water. Mix thoroughly.
- Using the Test 'N Tube method and the calibration procedure described in the *User-Entered Programs* section of the *DR/4000 Spectrophotometer Instrument Manual*, generate a calibration curve from the standards prepared above.

Summary of Method

Phosphates present in condensed inorganic forms (meta-, pyro-, or other polyphosphates) must be converted to reactive orthophosphate before analysis. Pretreating the sample with acid and heat hydrolyzes the condensed inorganic forms to orthophosphate.

Orthophosphate reacts with molybdate in an acid medium to produce a Phosphomolybdate complex. Ascorbic acid then reduces the complex, giving an intense molybdenum blue color.

Safety

Good safety habits and laboratory techniques should be used throughout the procedure. Consult the *Material Safety Data Sheet* for information specific to the reagents used. For additional information, refer to *Section 1*.

Pollution Prevention and Waste Management

Final samples will contain molybdenum. In addition, final samples will have a pH less than 2 and are considered corrosive (D002) by the Federal RCRA. Please see *Section 1* for more information on proper disposal of these materials.

PHOSPHORUS, Acid Hydrolyzable, continued

REQUIRED REAGENTS AND STANDARDS

Description	Quantity Required		Cat. No
	Per Test	Unit	
Total and Acid Hydrolyzable Phosphorus Reagent Set.....	50 tests.....		27427-45
Includes:			
PhosVer 3 Phosphate Reagent Powder Pillows.....	1 pillow	50/pkg.....	21060-46
Potassium Persulfate Powder Pillows	1	50/pkg.....	20847-66
Sodium Hydroxide Standard Solution, 1.00 N.....	2 mL	100 mL	1045-42
Total and Acid Hydrolyzable Test Vials.....	1 vial	50/pkg.....	*

REQUIRED EQUIPMENT AND SUPPLIES

COD Reactor, 115/230 VAC, North American plug	1	each.....	45600-00
COD Reactor, 115/230 VAC, European plug.....	1	each.....	45600-02
DR/4000 Test Tube Adapter.....	1	each.....	48189-00
Funnel, micro	1	each.....	25843-35
Pipet, volumetric, Class A, 2.00-mL	1	each.....	14515-36
Pipet, volumetric, Class A, 5.00-mL	1	each.....	14515-37
Pipet Filler, safety bulb.....	1	each.....	14651-00
Pipet, TenSette, 1 to 10 mL	1	each.....	19700-10
Pipet Tips, for 19700-10 TenSette Pipet	1	1000/pkg.....	21997-28
Safety Shield, laboratory bench	1	each.....	23810-00
Test Tube Rack.....	1-3.....	each.....	18641-00

OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS

Bromine Water, 30-g/L.....	29 mL.....		2211-20
Hydrochloric Acid Standard Solution, 6.0 N (1:1)	500 mL.....		884-49
Phosphate Standard Solution, 1-mg/L as PO ₄ ³⁻	500 mL.....		2569-49
Phosphate Standard Solution, 50-mg/L.....	500 mL.....		171-49
Phosphate Standard Solution, 2-mL PourRite Ampule, 50-mg/L as PO ₄	20/pkg.....		171-20H
Sodium Hydroxide Standard Solution, 5.0 N.....	1 L.....		2450-53
Water, deionized	4 liters.....		272-56

OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES

pH Paper, pH 1.0 to 11.0	5 rolls/pkg.....		391-33
pH Meter, <i>sensio</i> TM 1, portable	each.....		51700-00
Pipet, volumetric, Class A, 2.00-mL	each.....		14515-36
Pipet, volumetric, Class A, 4.00-mL	each.....		14515-04
Pipet, volumetric, Class A, 6.00-mL	each.....		14515-06
Pipet, volumetric, Class A, 8.00-mL	each.....		14515-08
Pipet, volumetric, Class A, 10.00-mL.....	each.....		14515-38
PourRite TM Ampule Breaker	each.....		24846-00
Pipet, TenSette, 0.1 to 1 mL	each.....		19700-01
Pipet Tips, for 19700-01 TenSette Pipet	50/pkg.....		21856-96

* Not sold separately.



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:
 In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
 Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
 On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
 WORLD HEADQUARTERS
 Telephone: (970) 669-3050
 FAX: (970) 669-2932

Orthofosforečnany– zdroj návody HACH



DR/4000 PROCEDURE

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate)

✓ Method 8048

PhosVer 3 (Ascorbic Acid) Method*

Powder Pillows or AccuVac® Ampuls

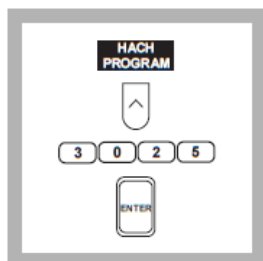
(0 to 2.500 mg/L PO₄³⁻)

Scope and Application: For water, wastewater, seawater; USEPA Accepted for reporting for wastewater analyses**. The estimated detection limits for program numbers 3025 and numbered 3030 are 0.045 and 0.031 mg/L PO₄³⁻ respectively.

* Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

** Procedure is equivalent to USEPA method 365.2 and Standard Method 4500-P-E for wastewater.

Using Powder Pillows



1. Press the soft key under **HACH PROGRAM**.

Select the stored program number for phosphorus, ascorbic acid method by pressing **3025** with the numeric keys.

Press: **ENTER**

Note: If samples cannot be analyzed immediately, see *Sample Collection, Storage and Preservation* following these steps.

Note: The Flow Cell and Sipper Modules can be used with this procedure. Use a 25-mL sample and reagents with the Flow Cell Module.



2. The display will show: **HACH PROGRAM: 3025 P React. As. LR**

The wavelength (λ), **890 nm**, is automatically selected.

Note: For best results, determine a reagent blank for each new lot of reagent as follows. Prepare a reagent blank by repeating steps 3 through 8, using deionized water as the sample. Zero the instrument on deionized water by pressing the soft key under **ZERO**. Insert the reagent blank and the blank value will be displayed. Correct for the reagent blank by pressing the soft keys under **OPTIONS, (MORE)**, and then **BLANK-OFF**. Enter the reagent blank value and press **ENTER**. Repeat for each new lot of reagent.



3. Fill a sample cell with 10-mL of sample.

Note: For proof of accuracy, use a 1.0 mg/L Phosphate (0.33 mg/L P) Standard Solution listed under **OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS** in place of the sample.



4. Add the contents of one PhosVer 3 phosphate Powder Pillow to the cell (the prepared sample). Swirl immediately to mix.

Note: A blue color will form if phosphate is present.

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate), continued



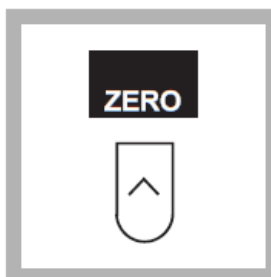
5. Press the soft key under **START TIMER**.

A 2-minute reaction period will begin.

Note: If the sample has been digested using the Acid Persulfate digestion in this manual, this step requires 10 minutes.



6. Fill another sample cell (the blank) with 10 mL of sample. Place it into the cell holder.



7. When the timer beeps press the soft key under **ZERO**.

The display will show:

0.000 mg/L PO₄³⁻

Note: If you are using a reagent blank correction, the display will show the correction.

*Note: For alternate concentration units press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.*

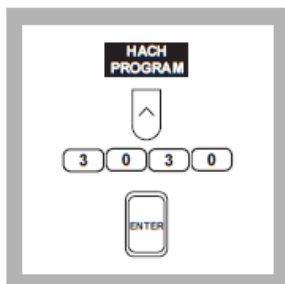


8. Place the prepared sample into the cell holder. Close the light shield. Results in mg/L PO₄³⁻ (or chosen units) will be displayed.

*Note: The results can be expressed as PO₄³⁻, P or P₂O₅. Press the soft keys under **OPTIONS**, and then **FORM** to scroll through the available options.*

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate), continued

Using AccuVac Ampuls



1. Press the soft key under **HACH PROGRAM**.

Select the stored program number for phosphorus, ascorbic acid method by pressing **3030** with the numeric keys.

Press: **ENTER**

Note: If samples cannot be analyzed immediately, see *Sample Collection, Storage and Preservation* following these steps.

Note: The Flow Cell and Sipper Modules can be used with this procedure.



2. The display will show:
HACH PROGRAM: 3030
P React. As. LR AV

The wavelength (λ), **890 nm**, is automatically selected.

Note: For best results, determine a reagent blank for each new lot of reagent as follows. Prepare a reagent blank by repeating steps 3 through 10, using deionized water as the sample. Zero the instrument on deionized water by pressing the soft key under **ZERO**. Insert the reagent blank and the blank value will be displayed. Correct for the reagent blank by pressing the soft keys under **OPTIONS, (MORE)**, and then **BLANK:OFF**. Enter the reagent blank value and press **ENTER**. Repeat for each new lot of reagent.



3. Fill a zeroing vial (the blank) with at least 10 mL of sample. Collect at least 40 mL of sample in a 50-mL beaker.



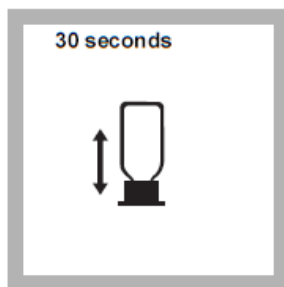
4. Insert the AccuVac Ampul Adapter into the sample cell module by sliding it under the thumb screw and into the alignment grooves. Fasten with the thumb screw.

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate), continued



5. Fill a PhosVer 3 Phosphate AccuVac Ampul with sample.

Note: Keep the tip immersed while the ampul fills completely.



6. Place an ampul cap securely over the tip of the ampul. Shake the ampul for approximately 30 seconds. Wipe off any liquid and fingerprints.

Note: A blue color will form if phosphate is present.

Note: Accuracy is unaffected by undissolved powder.



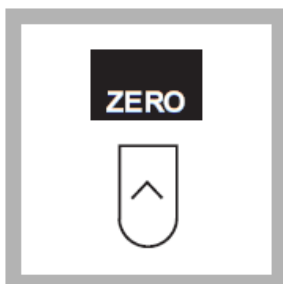
7. Press the soft key under **START TIMER**.

A 2-minute reaction period will begin.

Note: If the sample has been digested using the Acid Persulfate digestion in this manual, this step requires 10 minutes.



8. When the timer beeps, place the zeroing vial into the cell holder. Close the light shield.



9. Press the soft key under **ZERO**.

The display will show:

0.000 mg/L PO₄³⁻

Note: If you are using a reagent blank correction, the display will show the correction.

Note: For alternate concentration units press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.



10. Place the AccuVac Ampul into the cell holder. Close the light shield. Results in mg/L PO₄³⁻ (or chosen units) will be displayed.

Note: The results can be expressed as PO₄³⁻, P or P₂O₅. Press the soft keys under **OPTIONS**, and then **FORM**: to scroll through the available options.

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate), continued

Interferences

Interfering Substance	Interference Levels and Treatments
Aluminum	Greater than 200 mg/L
Arsenate	Interferes at any level
Chromium	Greater than 100 mg/L
Copper	Greater than 10 mg/L
Hydrogen Sulfide	Interferes at any level
Iron	Greater than 100 mg/L
Nickel	Greater than 300 mg/L
pH, excess buffering	Highly buffered samples or extreme sample pH may exceed the buffering capacity of the reagents and require sample pretreatment. pH 2–10 is recommended.
Silica	Greater than 50 mg/L
Silicate	Greater than 10 mg/L
Turbidity (large amounts) or color	May cause inconsistent results because the acid in the powder pillow may dissolve some of the suspended particles and because of variable desorption of orthophosphate from the particles. For highly turbid or colored samples, add the contents of one Phosphate Pretreatment Powder Pillow to 25 mL of sample. Mix well. Use this solution to zero the instrument.
Zinc	Greater than 80 mg/L

Store the PhosVer 3 Phosphate Reagent Powder Pillows and AccuVac Ampuls in a cool, dry environment.

Sample Collection, Storage and Preservation

Collect sample in plastic or glass bottles that have been cleaned with 1:1 Hydrochloric Acid Solution and rinsed with deionized water. Do not use commercial detergents containing phosphate for cleaning glassware used in phosphate analysis.

Most reliable results are obtained when samples are analyzed as soon as possible after collection. If prompt analysis is impossible, preserve samples up to 24 hours by storing at or below 4 °C.

Accuracy Check

Standard Additions Method

- Leave the unspiked sample in the sample compartment. Verify that the units displayed are in mg/L. Select standard additions mode by pressing the soft keys under **OPTIONS**, (**MORE**) and then **STD ADD**.
- Press **ENTER** to accept the default sample volume (mL), 25.
- Press **ENTER** to accept the default standard concentration (mg/L) 50.
- Press the soft key under **ENTRY DONE**.
- Snap the neck off a Phosphate 2-mL Ampule Standard, 50-mg/L PO_4^{3-} .
- Use the TenSette Pipet to add 0.1, 0.2 mL and 0.3 mL of standard, respectively to three 25-mL samples and mix each thoroughly (for AccuVac Ampuls, use 50-mL beakers).

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate), continued

- g. Analyze each standard addition sample as described above (use 10-mL aliquots of the standard addition samples for the powder pillow method). Accept the standard additions reading by pressing the soft key under **READ** each time. Each addition should reflect approximately 100% recovery.
- h. After completing the sequence, the display will show the extrapolated concentration value and the “best-fit” line through the standard additions data points, accounting for matrix interferences.
- i. See Section 1.4.1 *Standard Additions* for more information.

Method Performance

Precision

Standard: 1.000 mg/L PO₄³⁻

Program	95% Confidence Limits
3025	0.979–1.021 mg/L PO ₄ ³⁻
3030	0.985–1.014 mg/L PO ₄ ³⁻

For more information on determining precision data and method detection limits, refer to Section 1.5.

Estimated Detection Limit

Program	EDL
3025	0.045 mg/L PO ₄ ³⁻
3030	0.031 mg/L PO ₄ ³⁻

For more information on derivation and use of Hach’s estimated detection limit, see Section 1.5.2. To determine a method detection limit (MDL) as defined by the 40 CFR part 136, appendix B, see Section 1.5.1.

Sensitivity

Program Number: 3025

Portion of Curve	ΔAbs	ΔConcentration
0.010 Abs	0.010	0.0168 mg/L
1.25 mg/L	0.010	0.0177 mg/L
2.25 mg/L	0.010	0.0185 mg/L

Program Number: 3030

Portion of Curve:	ΔAbs	ΔConcentration
0.010 Abs	0.010	0.0160 mg/L
1.1 mg/L	0.010	0.0193 mg/L
1.98 mg/L	0.010	0.0184 mg/L

See Section 1.5.3 *Sensitivity Explained* for more information.

PHOSPHORUS, Reactive (Orthophosphate), continued

Calibration Standard Preparation

To perform a phosphate calibration using the ascorbic acid method, use a 10-mg/L Phosphate Standard Solution (Cat. No. 14204-16).

Prepare calibration standards containing 0.300, 1.500, and 2.400 mg/L Phosphate as follows:

- a. Into three different 100-mL Class A volumetric flasks, pipet 3, 15, and 24 mL of the 10-mg/L Phosphate Standard Solution using Class A glassware.
- b. Dilute to the mark with deionized water. Mix thoroughly.
- c. Using the ascorbic acid method and the calibration procedure described in the *User-Entered Programs* section of the *DR/4000 Spectrophotometer Instrument Manual*, generate a calibration curve from the standards prepared above.

Summary of Method

Orthophosphate reacts with molybdate in an acid medium to produce a Phosphomolybdate complex. Ascorbic acid then reduces the complex, giving an intense molybdenum blue color.

Safety

Good safety habits and laboratory techniques should be used throughout the procedure. Consult the *Material Safety Data Sheet* for information specific to the reagents used. For additional information, refer to *Section 1*.

Pollution Prevention and Waste Management

Please see *Section 1* for more information on proper disposal of these materials.

Celkový dusík – zdroj návody HACH



DR/4000 PROCEDURE

NITROGEN, Total

Method 10071

Persulfate Digestion Method

Test ⁴N Tube™ Vials

(0.0 to 25.0 mg/L N)

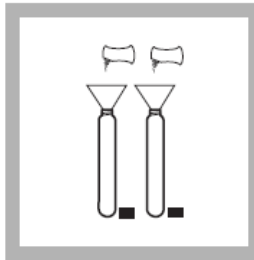
Scope and Application: For water and wastewater; digestion is required for determining total nitrogen. Digestion procedure included in method.



1. Turn on the COD Reactor. Heat to 103–106 °C (best temperature is 105 °C). Place the plastic shield in front of the reactor.

Note: Ensure safety devices are in place to protect the analyst from splattering due to leakage.

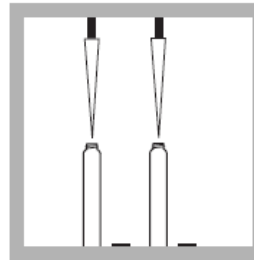
Note: For proof of accuracy, run a 20-mg/L NH₃-N standard through digestion and analysis.



2. Using a funnel, add the contents of one Total Nitrogen Persulfate Reagent Powder Pillow to each of two Total Nitrogen Hydroxide Reagent vials.

Note: Wipe reagent from the lid and the tube threads.

Note: One reagent blank is sufficient for each set of samples.

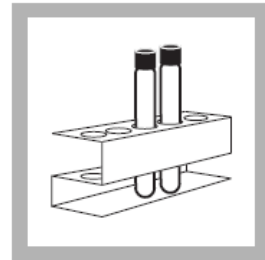


3. Add 2 mL of sample to a vial. This is the prepared sample. Add 2 mL of the deionized water included in the kit to a second vial. This is the reagent blank.

Cap both vials, shake vigorously to mix (more than 30 seconds), and place the vials in the COD Reactor. Heat for 30 minutes.

Note: Use only water that is free of all nitrogen-containing species as a substitute for the deionized water provided.

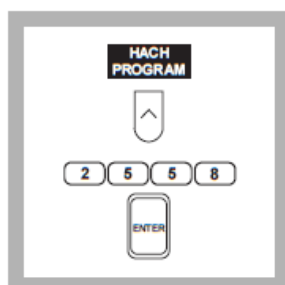
Note: The persulfate reagent may not dissolve completely after shaking. This will not affect accuracy.



4. Using finger cots or gloves, remove the hot vials from the reactor and allow to cool to room temperature.

Note: It is important to remove the vials from the COD Reactor after exactly 30 minutes.

NITROGEN, Total, continued



5. Press the soft key under **HACH PROGRAM**.

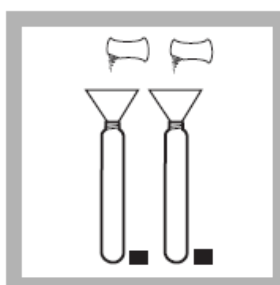
Select the stored program for Test 'N Tube Total Nitrogen by pressing **2558** with the numeric keys.

Press: **ENTER**



6. The display will show:
**HACH PROGRAM:2558
N, Total, TNT**

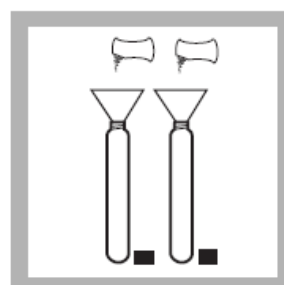
The wavelength (λ), **410 nm**, is automatically selected.



7. Remove the caps from the digested vials and add the contents of one TN Reagent A Powder Pillow to each vial. Cap tubes and shake for 15 seconds.

Press the soft key under **START TIMER** after shaking.

A 3-minute reaction period will begin.

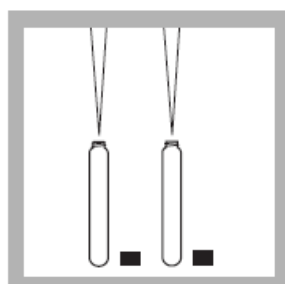


8. After the timer beeps, remove the caps from the vials and add one TN Reagent B Powder Pillow to each vial. Cap the tubes and shake for 15 seconds.

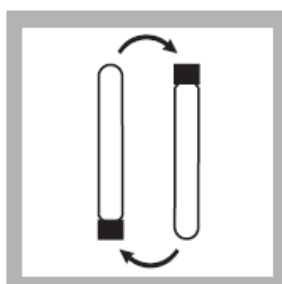
Press the soft key under **START TIMER** after shaking.

A 2-minute reaction period will begin.

Note: The reagent will not completely dissolve. The solution will begin to turn yellow.

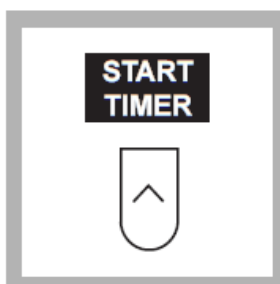


9. After the timer beeps, remove the caps from two TN Reagent C Vials and add 2 mL of digested, treated sample to one vial. Add 2 mL of the digested, treated reagent blank to the second TN Reagent C Vial.



10. Cap and invert 10 times to mix. Use slow, deliberate inversions for complete recovery. The tubes will be warm.

Note: Hold the tube vertical with the cap up. Invert the vial and wait for all of the solution to flow to the cap end. Return the vial to the upright position and wait for all of the solution to flow to the vial bottom. This is one inversion (10 inversions = 30 seconds).



11. Press the soft key under **START TIMER**.

A 5-minute reaction period will begin.

Note: The yellow color will intensify.



12. Insert the Test 'N Tube Adapter into the sample cell module by sliding it under the thumb screw and into the alignment grooves. Fasten with the thumb screw.

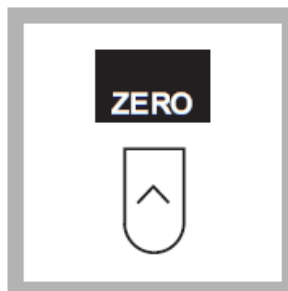
NITROGEN, Total, continued



13. When the timer beeps, clean the outside of the TN Reagent C Vial containing the reagent blank. Place the vial in the adapter and close the light shield.

Note: Wiping with a damp towel followed by a dry one will remove fingerprints or other marks.

Note: The reagent blank is stable when stored in the dark; see *Blanks For Colorimetric Measurement* following these steps.



14. Press the soft key under **ZERO**.

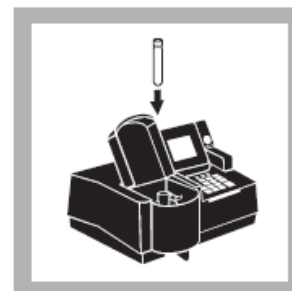
The display will show:

0.0 mg/L N

Note: For alternate concentration units, press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.



15. Wipe the TN Reagent C Vial containing the sample.



16. Place the prepared sample into the cell holder and close the light shield. The result in mg/L total nitrogen will be displayed.

Note: Multiple samples may be read after zeroing on one reagent blank.

Note: Results may be expressed as N, NH₃ or NO₃⁻. Press the soft keys under **OPTIONS** and then **FORM**: to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.

Note: If the test overranges, repeat the digestion and measurement with diluted sample. The digestion must be repeated for accurate results.

Interferences

The substances in the following table have been tested and found **not** to interfere up to the indicated levels (in mg/L):

Substance	Maximum Level Tested (mg/L)
Barium	2.6
Calcium	300
Chromium (3+)	0.5
Iron	2
Lead	6.6 ppb
Magnesium	500
Organic Carbon	150
pH	13 pH units
Phosphorus	100
Silica	150
Silver	0.9
Tin	1.5

NITROGEN, Total, continued

Interfering substances that resulted in a concentration change of $\pm 10\%$:

Substance	Level and Effect
Bromide	>60ppm; positive interference
Chloride	>1000 ppm; positive interference

Hach chemists tested this chemistry on standard nitrogen solutions prepared from the following compounds and obtained 95% recovery:

- Ammonium chloride
- Ammonium sulfate
- Ammonium acetate
- Urea
- Glycine

Ammonium chloride or nicotinic-PTSA spikes in domestic influent, effluent and the ASTM standard specification for substitute wastewater (D 5905-96) also resulted in $\geq 95\%$ recovery.

The large amounts of nitrogen-free organic compounds in some samples may decrease digestion efficiency by consuming some of the persulfate present. Samples known to contain high levels of organics should be diluted and re-run to verify digestion efficiency.

Sample Collection, Storage and Preservation

Collect samples in clean plastic or glass bottles. Best results are obtained with immediate analysis.

Preserve the sample by reducing the pH to 2 or less with concentrated sulfuric acid (at least 2 mL). Store at 4 °C (39 °F) or less. Preserved samples may be stored up to 28 days. Warm samples to room temperature and neutralize with 5 N sodium hydroxide before analysis. Correct the test result for volume additions; see Section 1.2.2 *Correcting for Volume Additions*.

Method Performance

Precision

Hach analysis of two independent nutrient standards shows the lowest average percent recovery at 95% with a standard deviation of $\pm 2\%$.

Precision

Standard: 15 mg/L NH₃-N

Program	95% Confidence Limits
2558	14.2–15.8 mg/L N

For more information on determining precision data and method detection limits, refer to Section 1.5.

NITROGEN, Total, continued

Estimated Detection Limit

Program	EDL
2558	2 mg/L N

For more information on derivation and use of Hach's estimated detection limit, see Section 1.5.2. To determine a method detection limit (MDL) as defined by 40 CFR part 136, appendix B, see Section 1.5.1.

Sensitivity

Program Number: 2558

Program	ΔAbs	ΔConcentration
Entire Range	0.010	0.52 mg/L N

See Section 1.5.3 *Sensitivity Explained* for more information.

Accuracy Check

This method generally yields 95–100% recovery on organic nitrogen standards. For proof of accuracy Hach offers a set of 3 Primary Standards for Kjeldahl Nitrogen.

1. Prepare one or more of the following 3 solutions. Each preparation is for an equivalent 25-mg/L N standard. Use the deionized water included in the kit or water that is free of all organic and nitrogen-containing species.
 - a. Weigh 0.3379 g of Ammonium p-Toluenesulfonate (PTSA). Dissolve in a 1000-mL volumetric flask with deionized water. Add deionized water to the 1000-mL mark.
 - b. Weigh 0.4416 g of Glycine p-Toluenesulfonate. Dissolve in a 1000-mL volumetric flask with deionized water. Add deionized water to the 1000-mL mark.
 - c. Weigh 0.5274 g of Nicotinic p-Toluenesulfonate. Dissolve in a 1000-mL volumetric flask with deionized water. Add deionized water to the 1000-mL mark.
2. Analyze each of these solutions using the test procedure above. Calculate the percent recovery for each using this formula:

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{measured concentration}}{25} \times 100$$

The percent recovery should be:

Compound	Lowest Expected % Recovery
Ammonia-PTSA	95%
Glycine-PTSA	95%
Nicotinic-PTSA	95%

Hach analysts have found Ammonia-PTSA to be the most difficult to digest.

Other compounds may yield different percent recoveries.

NITROGEN, Total, continued

Standard Solution Method

For proof of accuracy, substitute 2 mL of a 20-mg/L ammonia nitrogen standard solution for the sample in the procedure*. A single analyst should obtain less than 5% variation on replicates.

To adjust the calibration curve using the reading obtained with the 20-mg/L N standard solution, press the soft keys under **OPTIONS, (MORE)** then **STD: (OFF)**. Press **ENTER** to accept the default concentration. If an alternate concentration is used, enter the actual concentration and press **ENTER** to return to the “read” screen. See Section 1.5.5 *Adjusting the Standard Curve*, for more information.

Standard Additions Method

- a. Fill three 25-mL graduated mixing cylinders with 25 mL of sample.
- b. Snap the neck off an Ammonia Nitrogen Voluette® Ampule Standard Solution, 160-mg/L as NH₃-N
- c. Use the TenSette® Pipet to add 0.3, 0.6, and 0.9 mL of standard, respectively, to the three mixing cylinders.
- d. Stopper each cylinder and mix thoroughly.
- e. Add 2 mL of each prepared solution, respectively, to three Total Nitrogen Hydroxide Reagent Vials.
- f. Analyze each standard addition sample as described in the procedure. The nitrogen concentration should increase by approximately 1.9, 3.8, and 5.6 mg/L N, respectively.
- g. If these increases do not occur, see Section 1.4.1 *Standard Additions* for troubleshooting information.

Blanks For Colorimetric Measurement

The reagent blank may be used up to seven days for measurements using the same lots of reagents. Store it in the dark at room temperature (18–25 °C). If a small amount of white floc appears prior to the end of one week, discard the reagent blank and prepare a new one.

Calibration Standard Preparation

To perform a total nitrogen calibration using the Test ‘N Tube Persulfate Digestion method, prepare calibration standards containing 5.00, 10.00, 15.00, and 20 mg/L nitrogen (NH₃-N) as follows:

- a. Into three different 100-mL Class A volumetric flasks, pipet 5.00, 10.00, 15.00, and 20 mL of a 100-mg/L Ammonia Nitrogen Standard Solution using Class A glassware.
- b. Using the Basic Persulfate Digestion method and the calibration procedure described in the *User-Entered Programs* section of the *DR/4000*

* To prepare a 20-mg/L ammonia nitrogen standard, use a 20-mL Class A pipet to transfer 20 mL of a 100-mg/L Ammonia Nitrogen Standard Solution (see *OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS*) to a 100-mL Class A volumetric flask. Dilute to the line with deionized water.

NITROGEN, Total, continued

Spectrophotometer Instrument Manual, generate a calibration curve from the standards prepared above.

Summary of Method

An alkaline persulfate digestion converts all forms of nitrogen to nitrate. Sodium metabisulfite is added after the digestion to eliminate halogen oxide interferences. Nitrate then reacts with chromotropic acid under strongly acidic conditions to form a yellow complex with an absorbance maximum at 410 nm.

Safety

Good safety habits and laboratory techniques should be used throughout the procedure. Consult the *Material Safety Data Sheet* for information specific to the reagents used. For additional information, refer to Section I.

Pollution Prevention and Waste Management

For information on pollution prevention and waste management, refer to Section I.

REQUIRED REAGENTS AND STANDARDS

Test 'N Tube Total Nitrogen Reagent Set (50 sets of vials).....26722-45
Includes: (50) Total Nitrogen Hydroxide Reagent Vials*, (50) TN Reagent C Vials*, (1) 26718-46, (1) 26719-46, (1) 26720-46, (1) 272-42

Description	Quantity Required		Unit	Cat. No.
	Per Test			
Total Nitrogen Hydroxide Reagent Vials, 0.1 N	2 vials	50/pkg.....	*	
Total Nitrogen Persulfate Reagent Powder Pillows	2 pillows	50/pkg.....	26718-46	
TN Reagent A Powder Pillows	2 pillows	50/pkg.....	26719-46	
TN Reagent B Powder Pillows.....	2 pillows	50/pkg.....	26720-49	
TN Reagent C Vials.....	2 vials	50/pkg.....	*	
Water, deionized.....	4 mL	100 mL.....	272-42f	

REQUIRED EQUIPMENT AND SUPPLIES

COD Reactor, 115/230 VAC, North American Plug	1	each.....	45600-00
COD Reactor, 230 VAC, European Plug.....	1	each.....	45600-02
DR/4000 Test Tube Adapter.....	1	each.....	48189-00
Funnel, micro	1	each.....	25843-35
Safety Shield, laboratory bench, 38 x 40 cm.....	1	each.....	23810-00
Test Tube Cooling Rack	1-3	each.....	18641-00

OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS

Description	Unit	Cat. No.
Ammonia Nitrogen Standard Solution as N, 100-mg/L.....	500 mL.....	24065-49
Ammonia Nitrogen Standard Solution, 10-mg/L NH ₃ -N.....	500 mL.....	153-49
Ammonia Nitrogen Standard Solution, 100-mg/L NH ₃ -N.....	500 mL.....	24065-49
Ammonia Nitrogen Standard Solution, 10-mL Voluette Ampule, 160-mg/L NH ₃ -N	16/pkg.....	21091-10
Primary Standard Set, for Kjeldahl Nitrogen	set of 3	22778-00
Sodium Hydroxide Standard Solution, 5.0 N.....	59 mL SCDB.....	2450-26
Sulfuric Acid, ACS, concentrated	500 mL.....	979-49
Water, organic-free	500 mL.....	26415-49

* These items are not sold separately. Please reorder the complete set (Cat. No. 26722-45).

NITROGEN, Total, continued

OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES

Balance, analytical, 110 VAC.....	each.....	26103-00
Balance, analytical, 220 VAC.....	each.....	26103-02
Cylinder, mixing, graduated, 25-mL (3 required).....	each.....	20886-40
Flask, volumetric, Class A, 100-mL.....	each.....	14574-42
Flask, volumetric, Class A, 1000-mL (3 required).....	each.....	14574-53
pH Paper, pH 1.0 to 11.0.....	5 rolls/pkg.....	391-33
Pipet, volumetric, Class A, 20-mL.....	each.....	14515-20
Pipet, TenSette, 1.0- to 10.0-mL.....	each.....	19700-10
Pipet Tips, for 19700-10 TenSette Pipet.....	50/pkg.....	21997-96
Pipet, TenSette, 0.1- to 1.0-mL.....	each.....	19700-01
Pipet Tips, for 19700-01 TenSette Pipet.....	50/pkg.....	21856-96



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:
In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 689-3050
FAX: (970) 689-2932

Dusičnanový dusík– zdroj návody HACH



DR/4000 PROCEDURE

NITRATE

Method 8039

Cadmium Reduction Method

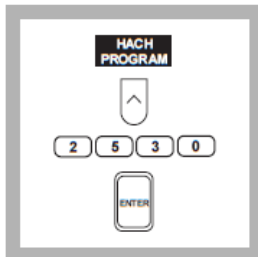
Powder Pillows or AccuVac® Ampuls

HR (0 to 30.0 mg/L NO₃⁻-N)

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

The estimated detection limits for program numbers 2530 and 2535 are 0.5 and 0.3 mg/L NO₃⁻-N, respectively.

Using Powder Pillows



1. Press the soft key under **HACH PROGRAM**.

Select the stored program number for high range nitrate by pressing 2530 with the numeric keys.

Press: **ENTER**

Note: If samples cannot be analyzed immediately, see Sample Collection, Storage and Preservation following these steps. Adjust the pH of preserved samples before analysis.



2. The display will show: **HACH PROGRAM: 2530 N, Nitrate HR**

The wavelength (λ), **500 nm**, is automatically selected.

*Note: For best results, determine a reagent blank for each new lot of reagent as follows. Prepare a reagent blank by repeating steps 3 through 9, using deionized water as the sample. Zero the instrument on deionized water by pressing the soft key under **ZERO**. Insert the reagent blank and the blank value will be displayed. Correct for the reagent blank by pressing the soft keys under **OPTIONS, (MORE)**, and then **BLANK:OFF**. Enter the reagent blank value and press **ENTER**. Repeat for each new lot of reagent.*



3. Fill a sample cell with 10 mL of sample.



4. Add the contents of one NitraVer 5 Nitrate Reagent Powder Pillow (the prepared sample). Stopper.

NITRATE, continued



5. Press the soft key under **START TIMER**.

Shake the cell vigorously until the timer beeps in one minute.

Note: A deposit of unoxidized metal will remain after the NitraVer 5 dissolves. The deposit will not affect results.

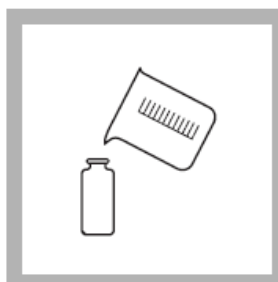
Note: Shaking time and technique influence color development. For most accurate results, make successive tests on a 10-mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution listed under **OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS**. Adjust shaking times to obtain the correct result.



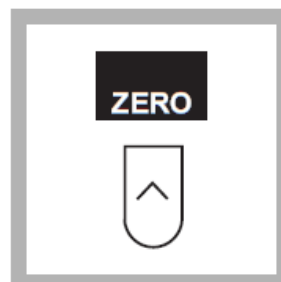
6. When the timer beeps, press the soft key under **START TIMER**.

A 5-minute reaction period will begin.

Note: An amber color will develop if nitrate nitrogen is present.



7. When the timer beeps, fill a second sample cell with 10 mL of sample (the blank). Place the blank into the cell holder.



8. Press the soft key under **ZERO**.

The display will show:

0.0 mg/L NO₃⁻-N

Note: If you are using a reagent blank correction, the display will show the correction.

Note: For alternate concentration units, press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.



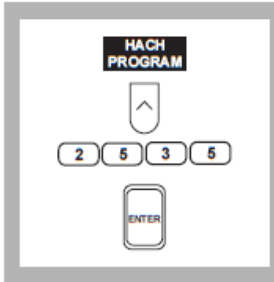
9. Place the prepared sample into the cell holder. Close the light shield. The result in mg/L nitrate nitrogen (NO₃⁻-N) will be displayed.

Note: Measure sample within one minute after timer beeps.

Note: The result can be expressed as mg/L nitrate (NO₃⁻). Press the soft keys under **OPTIONS** and then **FORM**: to scroll through the available options.

Note: Rinse the sample cell immediately after use to remove all cadmium particles. Retain the spent sample for proper hazardous waste disposal for cadmium.

Using AccuVac Ampuls



1. Press the soft key under **HACH PROGRAM**.

Select the stored program number for high range nitrate by pressing **2535** with the numeric keys.

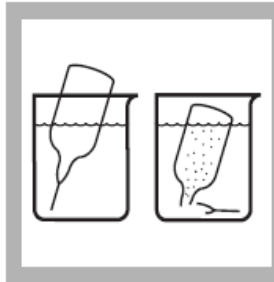
Press: **ENTER**

Note: If samples cannot be analyzed immediately, see *Sample Collection, Storage and Preservation* following these steps. Adjust the pH of preserved samples before analysis.



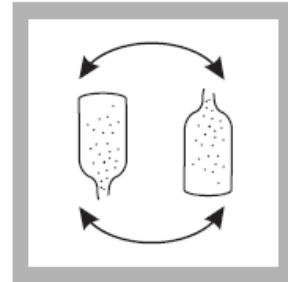
2. The display will show: **HACH PROGRAM: 2535 N, Nitrate HR AV**
The wavelength (λ), **500 nm**, is automatically selected.

Note: For best results, determine a reagent blank for each new lot of reagent as follows. Prepare a reagent blank by repeating steps 3 through 10, using deionized water as the sample. Zero the instrument on deionized water by pressing the soft key under **ZERO**. Insert the reagent blank and the blank value will be displayed. Correct for the reagent blank by pressing the soft keys under **OPTIONS, (MORE)**, and then **BLANK:OFF**. Enter the reagent blank value and press **ENTER**. Repeat for each new lot of reagent.



3. Collect at least 40 mL of sample in a 50-mL beaker. Fill a NitraVer 5 Nitrate AccuVac Ampul with sample. Place a stopper over the tip of the ampul.

Note: Keep the tip immersed while the ampul fills.



4. Press the soft key under **START TIMER**. Invert the ampul repeatedly until the timer beeps in one minute. Wipe off any liquid or fingerprints.

Note: Inversion rate can influence color development. For most accurate results, make successive tests on a 10-mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution listed under **OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS**. Adjust inversion rate to obtain the correct result.

NITRATE, continued

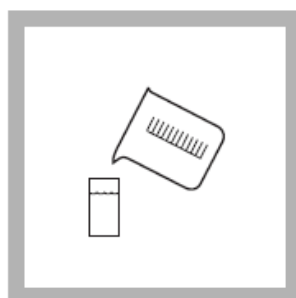


5. When the timer beeps, press the soft key under **START TIMER**.

A 5-minute reaction period will begin.

Note: A deposit of unoxidized metal will remain after the NitraVer 5 dissolves. The deposit will not affect results.

Note: An amber color will develop if nitrate nitrogen is present.



6. When the timer beeps, fill a zeroing vial (the blank) with at least 10 mL of sample.



7. Insert the AccuVac Ampul Adapter into the sample cell module by sliding it under the thumb screw and into the alignment grooves. Fasten with the thumb screw.



8. Place the blank into the cell holder. Close the light shield.



9. Press the soft key under **ZERO**.

The display will show:

0.0 mg/LNO₃⁻-N

Note: If you have entered a reagent blank correction, the display will show the correction.

*Note: For alternate concentration units, press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.*



10. Place the AccuVac Ampul into the cell holder. Close the light shield. Results in mg/L nitrate expressed as nitrogen (NO₃⁻-N) will be displayed.

Note: Measure sample within 1 minute after timer beeps.

*Note: The results can be expressed as mg/L nitrate (NO₃⁻). Press the soft keys under **OPTIONS**, then **FORM**: to scroll through the available options.*

Interferences

Table 1 Interfering Substances and Suggested Treatments

Interfering Substance	Interference Level and Treatment
Chloride	Chloride concentrations above 100 mg/L will cause low results. The test may be used at high chloride concentrations (seawater) but a calibration must be done using standards spiked to the same chloride concentration.
Ferric iron	All levels
Nitrite	All levels Compensate for nitrite interference as follows: 1. Add 30-g/L Bromine Water dropwise to the sample in Step 3 until a yellow color remains. 2. Add one drop of 30-g/L Phenol Solution to destroy the color. 3. Proceed with Step 4. Report the results as total nitrate and nitrite.
pH	Highly buffered samples or extreme sample pH may exceed the buffering capacity of the reagents and require sample pretreatment.
Strong oxidizing and reducing substances	Interfere at all levels

Sample Collection, Storage and Preservation

Most reliable results are obtained when samples are analyzed as soon as possible after collection. If prompt analysis is impossible, store samples in clean plastic or glass bottles for up to 24 hours at 4 °C. To preserve samples for longer periods, add 2 mL of concentrated sulfuric acid (H₂SO₄) per liter and store at 4 °C.

Before analysis, warm the sample to room temperature and adjust the pH to 7 with 5.0 N Sodium Hydroxide Standard Solution. Do not use mercury compounds as preservatives. Correct the test result for volume additions by dividing the total volume (acid + base + sample) by the original sample volume and multiplying the test result by this factor.

Accuracy Check

Standard Solution Method

To test accuracy, use a 10.0 mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution in place of the sample and perform the procedure as described.

To adjust the calibration curve using the reading obtained with the 10.0 mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution, press the soft keys under **OPTIONS, (MORE)** then **STD: OFF**. Press **ENTER** to accept the default concentration, 10.0-mg/L NO₃⁻-N. If an alternate concentration is used, enter the actual concentration and press **ENTER** to return to the read screen. See Section 1.5.5 *Adjusting the Standard Curve* for more information.

Standard Additions Method

- a. Leave the unspiked sample in the sample compartment. Verify that the units displayed are in mg/L. Select standard additions mode by pressing the soft keys under **OPTIONS, (MORE)** and then **STD ADD**.
- b. Press **ENTER** to accept the default sample volume (mL), 25. (This is the volume to which standard addition aliquots are added.)
- c. Press **ENTER** to accept the default standard concentration (mg/L), 500.

NITRATE, continued

- d. Press the soft key under *ENTRY DONE*.
- e. Fill three 25-mL graduated mixing cylinders with 25 mL of sample.
- f. Snap the neck off a Nitrate Nitrogen PourRite Ampule Standard, 500-mg/L NO_3^- -N.
- g. Use the TenSette Pipet to add 0.1, 0.2 and 0.3 mL of standard, respectively, to the three mixing cylinders. Stopper each and mix thoroughly.
- h. For analysis with AccuVac Ampuls, transfer solutions to dry, clean 50-mL beakers to facilitate filling of the ampules. For analysis with powder pillows, transfer only 10 mL of solution to the 10-mL sample cells.
- i. Analyze each standard addition sample as described above. Accept the standard additions readings by pressing the soft key under *READ* each time. Each addition should reflect approximately 100% recovery.
- j. After completing the sequence, the display will show the extrapolated concentration value and the “best-fit” line through the standard additions data points, accounting for matrix interferences.
- k. See Section 1.4.1 *Standard Additions* for more information.

Method Performance

Precision

Standard: 20.0 mg/L NO_3^- -N₂

Program	95% Confidence Limits
2530	19.5–20.5 mg/L NO_3^- -N
2535	19.6–20.4 mg/L NO_3^- -N

For more information on determining precision data and method detection limits, refer to Section 1.5.

Estimated Detection Limit

Program	EDL
2530	0.5 mg/L NO_3^- -N
2535	0.3 mg/L NO_3^- -N

For more information on derivation and use of Hach’s estimated detection limit, see Section 1.5.2. To determine a method detection limit (MDL) as defined by the 40 CFR part 136, Appendix B, see Section 1.5.1.

Sensitivity

Program Number: 2530

Portion of Curve	Δ Abs	Δ Concentration
0.4 mg/L NO_3^- -N	0.010	0.35 mg/L NO_3^- -N
15.0 mg/L NO_3^- -N	0.010	0.59 mg/L NO_3^- -N
27.0 mg/L NO_3^- -N	0.010	0.72 mg/L NO_3^- -N

Program Number: 2535

Portion of Curve	Δ Abs	Δ Concentration
0.3 mg/L NO ₃ ⁻ -N	0.010	0.35 mg/L NO ₃ ⁻ -N
15.0 mg/L NO ₃ ⁻ -N	0.010	0.56 mg/L NO ₃ ⁻ -N
27.0 mg/L NO ₃ ⁻ -N	0.010	0.68 mg/L NO ₃ ⁻ -N

See Section 1.5.3 *Sensitivity Explained* for more information.

Calibration Standard Preparation

To perform a nitrate calibration using the NitraVer 5 method, prepare calibration standards containing 4, 14, and 30 mg/L NO₃⁻-N as follows:

- a. Into three different 500-mL Class A volumetric flasks, pipet 2.00, 7.00, and 15.00 mL of a 1000-mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution using Class A glassware.
- b. Dilute to the mark with deionized water. Mix thoroughly.
- c. Using the NitraVer 5 Powder Pillow or AccuVac method and the calibration procedure described in the *User-Entered Programs* section of the *DR/4000 Spectrophotometer Instrument Manual*, generate a calibration curve from the standards prepared above.

Summary of Method

Cadmium metal reduces nitrates in the sample to nitrite. The nitrite ion reacts in an acidic medium with sulfanilic acid to form an intermediate diazonium salt. The salt couples with gentisic acid to form an amber colored solution.

Safety

Good safety habits and laboratory techniques should be used throughout the procedure. Consult the *Material Safety Data Sheet* for information specific to the reagents used. For additional information, refer to Section 1.

Pollution Prevention and Waste Management

Prepared samples will contain cadmium and must be disposed of according to Federal, State and local hazardous waste regulations. For information on pollution prevention and waste management, refer to Section 1.

NITRATE, continued

REQUIRED REAGENTS AND STANDARDS (Using Powder Pillows)

Description	Quantity Required per test	Unit	Cat. No.
NitraVer 5 Nitrate Reagent Powder Pillows for 10 mL sample	1 pillow	100/pkg	21061-69

REQUIRED REAGENTS AND STANDARDS (Using AccuVac Ampuls)

NitraVer 5 Nitrate Reagent AccuVac Ampul	1 ampul	25/pkg	25110-25
--	---------	--------	----------

REQUIRED EQUIPMENT AND SUPPLIES (Using Powder Pillows)

DR/4000 1-Inch Cell Adapter	1	each	48190-00
Sample Cells, matched pair, 1-inch, glass, with stoppers	2	pair	26126-02

REQUIRED EQUIPMENT AND SUPPLIES (Using AccuVac Ampuls)

Beaker, 50-mL	1	each	500-41
DR/4000 AccuVac Ampul Adapter	1	each	48187-00
Sample Cell, 10-mL with cap (zeroing vial)	1	each	21228-00
Stopper	1	6/pkg	1731-06

OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS

Bromine Water, 30-g/L	29 mL*		2211-20
Nitrate Nitrogen Standard Solution, 10.0-mg/L NO ₃ ⁻ -N	500 mL		307-49
Nitrate Nitrogen Standard Solution, 1000-mg/L NO ₃ ⁻ -N	500 mL		12792-49
Nitrate Nitrogen Standard Solution, PourRite Ampule, 500-mg/L NO ₃ ⁻ -N, 2 mL	20/pkg		14260-20
Phenol Solution, 30-g/L	29 mL*		2112-20
Sodium Hydroxide Standard Solution, 5.0 N	1 liter		2450-53
Sulfuric Acid, ACS	500 mL*		979-49
Water, deionized	4 liters		272-56

OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES

AccuVac Snapper		each	24052-00
Cylinder, graduated, mixing, 25 mL		each	20886-40
Dropper, for 29-mL bottle		each	2258-00
DR/4000 Carousel Module Kit		each	48070-02
Flask, volumetric, 500-mL, Class A		each	14574-49
Pipet, serological, 2 mL		each	532-36
Pipet, TenSette, 0.1 to 1.0 mL		each	19700-01
Pipet Tips for 19700-01 TenSette Pipet	50/pkg		21856-96
Pipet, volumetric, Class A, 2.00-mL		each	14515-36
Pipet, volumetric, Class A, 7.00-mL		each	14515-07
Pipet, volumetric, Class A, 15.00-mL		each	14515-39
Pipet Filler, safety bulb		each	14651-00
pH Paper, pH 1.0 to 11.0		5/pkg	391-33
PourRite Ampule Breaker		each	24846-00

* Larger sizes available



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:
 In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
 Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
 On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
 WORLD HEADQUARTERS
 Telephone: (970) 669-3050
 FAX: (970) 669-2932

Amoniakální dusík– zdroj návody HACH



DR/4000 PROCEDURE

NITROGEN, Ammonia

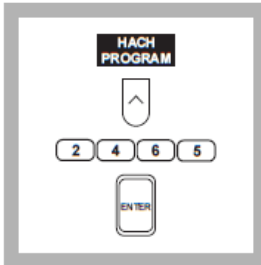
Method 10031

Salicylate Method

Test 'N Tube™ Vials

HR (0 to 50.0 mg/L NH₃-N)

Scope and Application: For water, wastewater, and seawater.
The estimated detection limit for program number 2465 is 0.6 mg/L NH₃-N.



1. Press the soft key under **HACH PROGRAM**.

Select the stored program number for the High Range Nitrogen Ammonia Test 'N Tube method by pressing **2465** with the numeric keys.

Press: **ENTER**

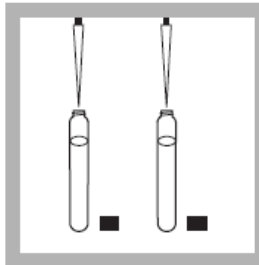
Note: If samples cannot be analyzed immediately, see *Sample Collection, Storage and Preservation* following these steps. Adjust the pH of preserved samples before analysis.

Note: The Flow Cell and Sipper Modules cannot be used with this method.



2. The display will show: **HACH PROGRAM: 2465 N, Ammonia HR TNT**
The wavelength (λ), 655 nm, is automatically selected.

Note: For proof of accuracy, use a 10-mg/L Nitrogen Ammonia standard in place of the sample.

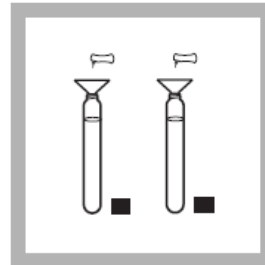


3. Remove the caps from two Am Ver Diluent Reagent High Range vials. Add 0.1 mL of ammonia-free water to the other vial (the blank).

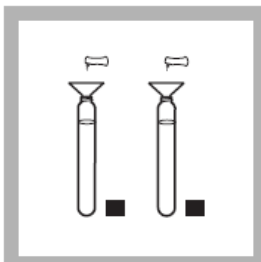
Add 0.1 mL of sample to one vial (the sample).

Note: For non-preserved samples with extreme pH, see the *Interferences* section.

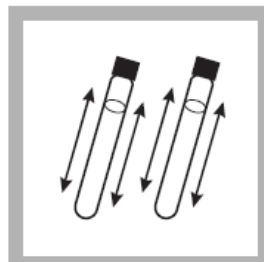
Note: Small sample sizes may not be representative of the entire sample. Mix the sample well before testing or repeat the test, sampling from different portions of the sample.



4. Add the contents of one Ammonia Salicylate Reagent Powder Pillow (for 5-mL sample) to each vial.

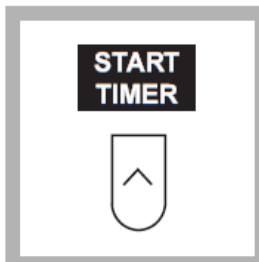


5. Add the contents of one Ammonia Cyanurate Reagent Powder Pillow (for 5-mL sample) to each vial.



6. Cap the vials tightly and shake thoroughly to dissolve the powder.

Note: A green color will develop if ammonia is present.



7. Press the soft key under **START TIMER**. A 20-minute reaction period will begin.



8. Insert the Test Tube Adapter into the sample cell module by sliding it under the thumb screw and into the alignment grooves. Fasten with the thumb screw.

NITROGEN, Ammonia, continued



9. When the timer beeps, clean the outside of the vial with a towel, and place the blank into the cell holder. Close the light shield.

Note: Wiping with a damp cloth followed by a dry one removes fingerprints and other marks.



10. Press the soft key under **ZERO**.

The display will show:

0.0 mg/L NH₃-N

*Note: For alternate concentration units, press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.*



11. Place the prepared sample into the cell holder and close the light shield. The result in mg/L ammonia nitrogen (or chosen units) will be displayed.

*Note: The results can be expressed as ammonia (NH₃). Press the soft keys under **METHOD OPTIONS**, then **FORM**: to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.*

Interferences

In some lab environments, airborne cross contamination of the blank is possible. Complete preparation of the blank before opening or handling any samples or standards to avoid transfer of ammonia. If sample or standard containers have already been open, move to a separate area of the lab to prepare the blank.

Substance	Concentration and Suggested Treatments
Acidic or basic samples	Adjust to approximately pH 7. Use 1 N Sodium Hydroxide Standard Solution for acidic samples and 1 N Hydrochloric Acid Standard Solution for basic samples.
Calcium	50,000 mg/L as CaCO ₃
Glycine, hydrazine	Will cause intensified colors in the prepared sample.
Magnesium	300,000 mg/L as CaCO ₃
Iron	Eliminate iron interference as follows: <ol style="list-style-type: none"> Determine the amount of iron present in the sample using one of the total iron procedures. Add the same iron concentration to the deionized water in step 4. The interference will then be successfully blanked out.
Nitrite	600 mg/L as NO ₂ ⁻ -N
Nitrate	5,000 mg/L as NO ₃ ⁻ -N
Orthophosphate	5,000 mg/L as PO ₄ ³⁻ -P
Sulfate	6,000 mg/L as SO ₄ ²⁻

NITROGEN, Ammonia, continued

Substance	Concentration and Suggested Treatments
Sulfide	Sulfide will intensify the color. Eliminate sulfide interference as follows: 1. Measure about 350 mL of sample in a 500 mL erlenmeyer flask. 2. Add the contents of one Sulfide Inhibitor Reagent Powder Pillow. Swirl to mix. 3. Filter the sample through folded filter paper. Use the solution in step 4.
Turbidity and color	Give erroneous high values. Samples with severe interferences require distillation. Hach recommends the distillation procedure using the Hach General Purpose Distillation Set.

Sample Collection, Storage and Preservation

Collect samples in clean plastic or glass bottles. Best results are obtained with immediate analysis. If chlorine is known to be present, add one drop of 0.1 N Sodium Thiosulfate for each 0.3 mg/L Cl_2 in a one liter sample. Preserve the sample by reducing the pH to 2 or less with hydrochloric acid (at least 2 mL). Store at 4 °C (39 °F) or less. Preserved samples may be stored up to 28 days. Warm samples to room temperature. Neutralize with 5.0 N Sodium Hydroxide before analysis. Correct the test result for volume additions.

Accuracy Check

Standard Additions Method

- a. Leave the unspiked sample in the sample compartment. Verify that the units displayed are in mg/L. Select standard additions mode by pressing the soft keys under *OPTIONS*, (*MORE*) and then *STD ADD*.
- b. Press **ENTER** to accept the default sample volume (mL), 25.0.
- c. Press **ENTER** to accept the default standard concentration (mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$), 150.0.
- d. Press the soft key under *ENTRY DONE*.
- e. Snap the neck off a Nitrogen, Ammonia Voluette Ampule Standard, 150-mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$.
- f. Use the TenSette Pipet to add 0.2, 0.4 mL and 0.6 mL of standard, respectively to three 25-mL samples and mix each thoroughly.
- g. Analyze each standard addition sample as described above. Accept the standard additions reading by pressing the soft key under *READ* each time. Each addition should reflect approximately 100% recovery.
- h. After completing the sequence, the display will show the extrapolated concentration value and the “best-fit” line through the standard additions data points, accounting for matrix interferences.
- i. See Section 1.4.1 *Standard Additions* for more information.

Standard Solution Method

To check accuracy, use the 10-mg/L Nitrogen, Ammonia Standard Solution or a 50-mg/L Nitrogen, Ammonia Voluette Ampule Standard listed under *OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS*.

NITROGEN, Ammonia, continued

Alternatively, prepare a 40.0-mg/L ammonia nitrogen standard solution by pipetting 4.00 mL of 100-mg/L Ammonia Nitrogen standard into a 100-mL, Class A volumetric flask. Dilute to the mark with deionized water.

To adjust the calibration curve using the reading obtained with the 40.0 mg/L nitrogen ammonia standard solution, press the soft keys under **OPTIONS, MORE**, then **STD: OFF**. Press **ENTER** to accept the displayed concentration, the value of which depends on the selected units. If an alternate concentration is used, enter the actual concentration and press **ENTER** to return to the read screen. See *Section 1.5.5 Adjusting the Standard Curve* for more information.

Method Performance

Precision

Standard: 10.0 mg/L NH₃-N

Program	95% Confidence Limits
2465	9.6–10.4 mg/L NH ₃ -N

For more information on determining precision data and method detection limits, refer to Section 1.5.

Estimated Detection Limit

Program	EDL
2465	0.6 mg/L NH ₃ -N

For more information on derivation and use of Hach's estimated detection limit, see Section 1.5.2. To determine a method detection limit (MDL) as defined by the 40 CFR part 136, appendix B, see Section 1.5.1.

Sensitivity

Program Number: 2465

Portion of Curve	ΔAbs	ΔConcentration
Entire Range	0.010	0.38 mg/L

See Section 1.5.3 *Sensitivity Explained* for more information.

Calibration Standard Preparation

To perform an ammonia calibration using the Test 'N Tube HR Salicylate method, prepare calibration standards containing 10.0, 30.0, and 50.0 mg/L NH₃-N as follows:

- a. Into three different 50-mL Class A volumetric flasks, pipet 5.00, 15.00, and 25.00 mL of a 100-mg/L Nitrogen Ammonia Standard Solution (Cat. No. 24065-49) using Class A glassware.
- b. Dilute to the mark with deionized water. Mix thoroughly.
- c. Using the Test 'N Tube HR salicylate method and the calibration procedure described in the *User-Entered Programs* section of the *DR/4000 Spectrophotometer Instrument Manual*, generate a calibration curve from the standards prepared above.

NITROGEN, Ammonia, continued

Summary of Method

Ammonia compounds combine with chlorine to form monochloramine. Monochloramine reacts with salicylate to form 5-aminosalicylate. The 5-aminosalicylate is oxidized in the presence of a sodium nitroprusside catalyst to form a blue colored compound. The blue color is masked by the yellow color from the excess reagent present to give a green-colored solution.

Safety

Good safety habits and laboratory techniques should be used throughout the procedure. Consult the *Material Safety Data Sheet* for information specific to the reagents used. For additional information, refer to Section 1.

Pollution Prevention and Waste Management

The ammonia salicylate reagent contains sodium nitroferricyanide. Cyanide solutions are regulated as hazardous wastes by the Federal RCRA. Collect cyanide solutions for disposal as reactive (D001) waste. Be sure cyanide solutions are stored in a caustic solution with pH >11 to prevent release of hydrogen cyanide gas. See Section 1 for further information in proper disposal of these materials.

REQUIRED REAGENTS AND STANDARDS

	Cat. No.
High Range Test ^o N Tube AmVer Nitrogen Ammonia Reagent Set (50 tests).....	26069-45
Includes: (50) HR TNT AmVer Diluent Vials*, (1) 23952-66, (1) 23954-66, (1) 272-42	

Description	Quantity Required per test	Unit	Cat. No.
AmVer Reagent HR TNT Vials.....	2 vials	50/pkg	*
Ammonia Salicylate Reagent Powder Pillows.....	2 pillows	50/pkg	23952-66
Ammonia Cyanurate Reagent Powder Pillows.....	2 pillows	50/pkg	23954-66

REQUIRED EQUIPMENT AND SUPPLIES

DR/4000 Test Tube Adapter.....	1	each	48189-00
Funnel, micro (for adding reagent).....	1	each	25843-35
Test Tube Rack.....	1	each	18641-00
Pipet, TenSette, 0.1 to 1.0 mL.....	1	each	19700-01
Pipet Tips, for TenSette Pipet 19700-01.....	varies	50/pkg	21856-96

OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS

Hydrochloric Acid, ACS.....	500 mL		134-49
Nitrogen Ammonia Standard Solution, 10-mg/L NH ₃ -N.....	500 mL		153-49
Nitrogen Ammonia Standard Solution, 100-mg/L NH ₃ -N.....	500 mL		24065-49
Nitrogen Ammonia Standard Solution, 150-mg/L NH ₃ -N, 10-mL Voluette Ampules.....	16/pkg		21284-10
Sodium Hydroxide Standard Solution, 5.0 N.....	50 mL		2450-26
Sodium Thiosulfate Standard Solution, 0.1 N.....	100 mL		323-32
Sulfide Inhibitor Powder Pillows.....	100/pkg		2418-99
Water, deionized.....	4 L		272-56

* Item not sold separately

NITROGEN, Ammonia, continued

OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES

Description	Unit	Cat. No.
Distillation Apparatus Set, general purpose	each.....	22653-00
Distillation Heater & Support Apparatus Set, 115 VAC	each.....	22744-00
Distillation Heater & Support Apparatus Set, 230 VAC	each.....	22744-02
Filter Paper, folded, 12.5-cm dia.	100/pkg.....	692-57
Flask, Erlenmeyer, 500-mL	each.....	505-49
Flask, volumetric, Class A, 100-mL	each.....	14574-42
Funnel, analytical, plastic, for filtering	each.....	1083-67
pH Paper, 1.0 to 11.0 pH units	5 rolls/pkg.....	391-33
Pipet, serological, 2.00-mL	each.....	532-36
Pipet, volumetric, Class A, 4.00-mL	each.....	14515-04
Pipet, volumetric, Class A, 5.00-mL	each.....	14515-37
Pipet, volumetric, Class A, 10.00-mL.....	each.....	14515-38
Pipet, volumetric, Class A, 15.00-mL.....	each.....	14515-39
Pipet, volumetric, Class A, 25.00-mL.....	each.....	14515-40
Pipet Filler.....	each.....	12189-00
Pipet, TenSette, 1.0 to 10.0 mL	each.....	19700-10
Pipet Tips, for TenSette Pipet 19700-10	50/pkg.....	21997-96
Thermometer, pocket, -10 to 110 °C.....	each.....	1877-01



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:
In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 669-3050
FAX: (970) 669-2932

CHSK_{Cr} – zdroj návody HACH



DR/4000 PROCEDURE

OXYGEN DEMAND, Chemical

✓ Method 8000

Reactor Digestion Method*

(0 to 150.0 mg/L COD)

*Scope and Application: For water, wastewater and seawater; digestion is required; USEPA Approved** for wastewater analyses. The estimated detection limit for program number 2710 is 1.1 mg/L COD.*

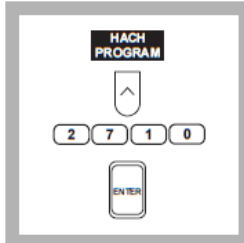
* Jirka, A.M.; Carter, M.J., *Analytical Chemistry*, 1975, 47(8), 1397

** *Federal Register*, April 21, 1980, 45(78), 26811–26812

Colorimetric Measurement



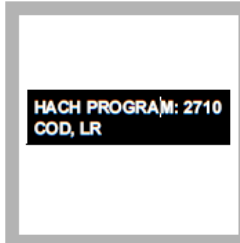
1. Perform the digestion for this method as described in “Oxygen Demand, Chemical, Digestion Procedure” which precedes the COD colorimetric procedures.



2. Press the soft key under **HACH PROGRAM**. Select the stored program number for low range COD by pressing **2710** with the numeric keys.

Press: **ENTER**

Note: If samples cannot be digested immediately, see Sample Collection, Preservation and Storage following these steps.



3. The display will show: **HACH PROGRAM: 2710 COD, LR**

The wavelength (λ), **420 nm**, is automatically selected.



4. Insert the Test ‘N Tube Adapter into the sample cell module by sliding it under the thumb screw and into the alignment grooves. Fasten with the thumb screw.

Note: The Test Tube Adapter is NOT designed to allow readings on hot vials (150 °C).



5. Clean the outside of the blank with a towel.

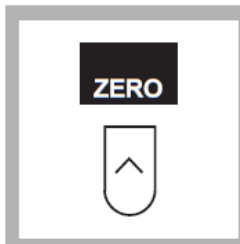
Note: Wiping with a damp towel, followed by a dry one, will remove fingerprints or other marks.



6. Place the blank into the adapter with the Hach logo facing the front of the instrument. Close the light shield.

Note: Preparation of the blank is described in the digestion procedure.

Note: The blank is stable when stored in the dark; see Blanks For Colorimetric Measurement following these procedures.



7. Press the soft key under **ZERO**.

The display will show: **0.0 mg/L COD**

*Note: For alternate concentration units press the soft key under **OPTIONS**. Then press the soft key under **UNITS** to scroll through the available options. Press **ENTER** to return to the read screen.*



8. Clean the outside of the adapter with a towel.

OXYGEN DEMAND, Chemical, continued



9. Place the sample vial into the adapter with the Hach logo facing the front of the instrument. Close the light shield. Results in mg/L COD (or chosen units) will be displayed.

Note: Results may be expressed as mg/L COD or mg/L O₂. Press the soft keys under **OPTIONS** and then **FORM**: to scroll through the available choices.

Note: For most accurate results with samples near 150 mg/L COD, repeat the analysis with a diluted sample. If the display shows 165.0 mg/L COD and an **OVER!** warning, the working range has been exceeded. Repeat analysis with a diluted sample or the High Range reagent vials.

Interferences

Chloride

Chloride is the primary interference when determining COD concentration. Each COD vial contains mercuric sulfate that will eliminate chloride interference up to the level specified in column 2. Samples with higher chloride concentrations should be diluted. Dilute the sample enough to reduce the chloride concentration to the level given in column 3.

Table 1 Interfering Substances and Suggested Treatments

Vial Type Used	Maximum Cl ⁻ concentration in sample (mg/L)	Suggested Cl ⁻ concentration of diluted sample (mg/L)	Maximum Cl ⁻ concentration in sample with 0.5 g HgSO ₄ Added (mg/L)
Ultra Low Range	2000	1000	NA
Low Range	2000	1000	8000
High Range	2000	1000	4000
Ultra High Range	20,000	10,000	40,000

If sample dilution will cause the COD concentration to be too low for accurate measurement, add 0.50 g of Mercuric Sulfate (HgSO₄) to each COD vial before the sample is added. The additional mercuric sulfate will raise the maximum chloride concentration allowable to the level given in column 4.

Bromide

Bromide interference will not be controlled by Mercuric Sulfate.

OXYGEN DEMAND, Chemical, continued

Sample Collection, Preservation and Storage

Collect samples in glass bottles. Use plastic bottles only if they are known to be free of organic contamination. Test biologically active samples as soon as possible. Homogenize samples containing solids to assure representative samples. Samples treated with sulfuric acid to a pH of less than 2 (about 2 mL per liter) and refrigerated at 4 °C can be stored up to 28 days. Correct results for volume additions; see Section 1.2.2 *Correcting for Volume Additions*.

Accuracy Check

Standard Solution Method

Check the accuracy of the 0 to 150 mg/L range with a 100-mg/L KHP standard. Prepare by dissolving 85 mg of dried (120 °C, overnight) Potassium Acid Phthalate (KHP) in 1 liter of deionized water. Use 2 mL as the sample volume or, alternatively, dilute 10 mL of 1000-mg/L COD Standard Solution to 100 mL to produce a 100-mg/L standard.

To adjust the calibration curve using the reading obtained with the 100-mg/L standard solution, press the soft keys under **OPTIONS, MORE** then **STD: OFF**. Press **ENTER** to accept the displayed concentration, the value of which depends on the selected units. If an alternate concentration is used, enter the actual concentration and press **ENTER** to return to the read screen. See Section 1.5.5 *Adjusting the Standard Curve* for more information.

Method Performance

Precision

Standard: 100.0 mg/L COD

Program	95% Confidence Limits
2710	99.4–100.6 mg/L O ₂

For more information on determining precision data and method detection limits, refer to Section 1.5.

Estimated Detection Limit

Program	EDL
2710	1.1 mg/L COD

For more information on derivation and use of Hach's estimated detection limit, see Section 1.5.2. To determine a method detection limit (MDL) as defined by the 40 CFR part 136, appendix B, see Section 1.5.1.

Sensitivity

Program Number: 2710

Portion of Curve	ΔAbs	ΔConcentration
Entire Range	0.010	-3.45 mg/L

See Section 1.5.3 *Sensitivity Explained* for more information.

OXYGEN DEMAND, Chemical, continued

Blanks For Colorimetric Measurement

The blank may be used repeatedly for measurements using the same lot of vials. Store it in the dark. Monitor decomposition by measuring the absorbance at 420 nm. Zero the instrument in the absorbance mode, using a culture tube (see *OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES*) containing 5 mL of deionized water. Measure the absorbance of the blank and record the value. Prepare a blank when the absorbance has changed by about 0.010 absorbance units.

Calibration Standard Preparation

To perform a low range (0–150 mg/L) calibration using the reactor digestion method, use a 1000-mg/L COD Standard Solution (Cat. No. 22539-29).

Prepare calibration standards containing 20, 60, 100, 140 and 160 mg/L COD as follows:

- a. Into five different 100-mL volumetric flasks, pipet 2, 6, 10, 14 and 16 mL of the 1000-mg/L COD Standard Solution using Class A glassware.
- b. Dilute to the mark with deionized water. Stopper and invert 10 times to mix.
- c. Using the low range reactor digestion method and the calibration procedure described in the *User-Entered Programs* section of the *DR/4000 Spectrophotometer Instrument Manual*, generate a calibration curve from the standards prepared above.

Alternate Reagents—COD2 Reagent Vials

For non-reporting purposes, COD2 Reagent can provide a mercury-free testing option, eliminating mercury waste and saving on disposal costs.

COD2 Reagent Vials use the same COD procedures and the same COD calibration curves programmed into the DR/4000.

COD2 Reagent is not acceptable for USEPA reporting purposes. Request Literature Code 1356 for applications where COD 2 Reagent Vials may be suitable.

Summary of Method

The mg/L COD results are defined as the mg of O₂ consumed per liter of sample under conditions of this procedure. In this procedure, the sample is heated for two hours with a strong oxidizing agent, potassium dichromate. Oxidizable organic compounds react, reducing the dichromate ion (Cr₂O₇²⁻) to green chromic ion (Cr³⁺). When the 0–150 mg/L colorimetric is used, the amount of Cr⁶⁺ remaining is determined. When the 0–1,500 mg/L or 0–15,000 mg/L colorimetric method is used, the amount of Cr³⁺ produced is determined. The COD reagent also contains silver and mercury ions. Silver is a catalyst, and mercury is used to control chloride interferences.

Safety

Good safety habits and laboratory techniques should be used throughout the procedure. Consult the *Material Safety Data Sheet* for information specific to the reagents used. For additional information, refer to Section 1.

OXYGEN DEMAND, Chemical, continued

Pollution Prevention and Waste Management

Final samples will contain mercury (D009), silver (D011), and chromium (D007) at concentration levels regulated as hazardous waste by the Federal RCRA. Please see Section 1 for further information on proper disposal of these materials.

REQUIRED REAGENTS AND STANDARDS

Description	Quantity Required per test	Unit	Cat. No.
Low Range COD Digestion Vials, 0 to 150 mg/L COD	1 to 2 vials	25/pkg	21258-25
Water, deionized	varies	4 liters	272-56

REQUIRED EQUIPMENT AND SUPPLIES

COD Reactor, 115/230 VAC, North American plug	1	each	45600-00
COD Reactor, 230 VAC, 50 Hz, European plug	1	each	45600-02
Pipet, volumetric, Class A, 2.00-mL	1	each	14515-36
Pipet Filler, safety bulb	1	each	14651-00
Test Tube Rack	1 to 2 racks	each	18641-00
DR/4000 Test Tube Adapter	1	each	48189-00

OPTIONAL REAGENTS AND STANDARDS

Description	Unit	Cat. No.
COD Digestion Reagent Vials, 0 to 150 mg/L COD	150/pkg	21258-15
COD Digestion Reagent Vials, 0 to 1,500 mg/L COD	150/pkg	21259-15
COD Standard Solution, 300-mg/L	236 mL	12186-31
COD Standard Solution, 1000-mg/L	236 mL	22539-31
COD2 Reagent Vials, Low Range, 0–150 mg/L	25/pkg	25650-25
Mercuric Sulfate, ACS	28 g*	1915-20
Potassium Acid Phthalate, ACS	500 g	315-34
Sulfuric Acid, ACS, concentrated	500 mL *	979-49

OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES

Beaker, 250-mL	each	500-46H
Cylinder, graduated, 5-mL	each	508-37
Culture Tube, 16 x 100 mm, borosilicate glass	6/pkg	22758-06
Culture Tube Cap (for 22758-06)	6/pkg	22411-06
Flask, volumetric, Class A, 100-mL	each	14574-42
Flask, volumetric, Class A, 1000-mL	each	14574-53
pH Paper, pH 1.0 to 11.0	5 rolls/pkg	391-33
Pipet, serological, 5-mL	each	532-37
Pipet, volumetric, Class A, 2.00-mL	each	14515-36
Pipet, volumetric, Class A, 6.00-mL	each	14515-06
Pipet, volumetric, Class A, 7.00-mL	each	14515-07
Pipet, volumetric, Class A, 8.00-mL	each	14515-08
Safety shield, for COD reactor	each	50030-00
Spoon, measuring, 0.5-g	each	907-00

RELATED LITERATURE—Ask for your copy by literature code number.

Title	Literature Code No.
COD Disposal Information Brochure	4144
COD2 Reagent Vials Information Brochure	1356

* Contact Hach for larger sizes.

PŘÍLOHA 2 TABULKY

12.1 Tabulky obsahující data autora

Tabulka č. 13 – Rozpuštěný kyslík, data autora

Rozpuštěný kyslík													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l ⁻¹	4,28	3,26	3,26	0,92	1,64	1,20	1,30	2,11	2,80	3,84	4,82	5,48	2,91
odtok mg. l ⁻¹	2,29	1,82	1,52	1,41	1,88	1,42	1,32	1,77	1,96	2,65	3,39	3,00	2,04

Tabulka č. 14 – Konduktivita, data autora

Konduktivita													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mS.m ⁻¹	110,5	115,5	115,5	127,7	120,9	122,1	124,6	130,2	137,6	127,3	127,2	130,9	124,2
odtok mS.m ⁻¹	99,2	93,5	99,8	119,9	76,5	98,2	101,2	96,7	94,0	97,4	101,9	102,2	98,4

Tabulka č.15 – pH, data autora

pH													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok	8,01	7,29	7,90	7,61	7,76	7,82	7,84	8,07	8,37	8,27	8,41	8,60	7,80
odtok	7,05	6,71	7,08	7,00	6,97	6,99	6,99	6,98	7,04	7,23	7,25	7,28	7,05

Tabulka č. 16 – Teplota, data autora

Teplota													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok °C	9,07	11,30	11,60	17,80	17,80	18,40	18,80	15,87	12,50	11,00	7,50	7,50	13,26
odtok °C	9,67	12,93	12,90	18,80	18,00	20,37	20,97	15,47	12,27	7,40	6,80	5,73	13,44

Tabulka č. 17 – Ortofosforečnany, data autora

Ortofosforečnany													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l⁻¹	28,930	27,895	29,795	28,740	27,935	29,620	29,830	29,647	28,872	29,913	28,870	29,989	29,170
odtok mg. l⁻¹	0,534	1,010	0,680	1,064	0,156	0,732	0,745	0,574	0,607	0,556	0,764	1,310	0,728
účinnost %	98,15	96,38	97,72	96,3	99,44	97,53	97,5	98,06	97,9	98,14	97,35	95,63	97,51

Tabulka č. 18 – Dusičnanový dusík, data autora

Dusičnanový dusík													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l ⁻¹	22,800	24,500	23,800	21,900	21,900	22,900	22,600	26,500	21,800	23,500	24,700	23,700	23,383
odtok mg. l ⁻¹	2,100	1,300	1,500	0,900	1,500	1,300	2,300	1,400	2,100	3,700	3,100	2,600	1,983
účinnost %	90,79	94,69	93,70	95,89	93,15	94,32	89,82	94,72	90,37	84,26	87,45	89,03	91,52

Tabulka č. 19 – Amoniakální dusík, data autora

Amoniakální dusík													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l ⁻¹	77,800	76,800	79,600	89,700	80,900	78,300	77,900	78,900	78,600	83,900	76,200	78,600	79,767
odtok mg. l ⁻¹	p. d. h.	p. d. h.	1,300	6,000	1,200	0,900	1,500	p. d. h.	1,800	2,700	0,600	2,400	1,533
účinnost %	100,00	100,00	98,37	93,31	98,52	98,85	98,07	100,00	97,71	96,78	99,21	96,95	98,08

Tabulka č. 20 – Celkový fosfor, data autora

Celkový fosfor													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l ⁻¹	28,900	27,960	29,810	38,510	28,780	31,620	28,950	27,920	30,580	30,680	29,930	31,390	30,419
odtok mg. l ⁻¹	0,560	0,730	0,610	1,030	0,660	0,850	0,730	0,660	0,850	0,780	0,780	0,810	0,754
účinnost %	98,06	97,39	97,95	97,33	97,71	97,31	97,48	97,64	97,22	97,46	97,39	97,42	97,52

Tabulka č. 21 – Celkový dusík, data autora

Celkový dusík													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l ⁻¹	66,800	59,000	89,100	92,900	79,400	76,500	80,300	74,700	84,400	61,600	76,600	80,500	76,817
odtok mg. l ⁻¹	4,700	3,100	3,900	9,200	1,000	5,700	3,000	2,700	5,000	4,500	0,300	0,300	3,617
účinnost %	92,96	94,75	95,62	90,10	98,74	92,55	96,26	96,39	94,08	92,69	99,61	99,63	95,29

Tabulka č. 22 – CHSK_{Cr}, data autora

CHSK _{Cr}													
ukazatel/termín	18.3.16	16.4.16	14.5.16	18.6.16	16.7.16	20.8.16	17.9.16	15.10.16	12.11.16	9.12.16	14.1.17	11.2.17	Průměr
přítok mg. l ⁻¹	1095,600	897,000	986,100	1214,900	1197,900	998,500	1333,700	941,100	981,600	1268,000	986,100	1595,900	1124,700
odtok mg. l ⁻¹	9,800	8,300	10,500	8,500	9,200	10,100	9,800	8,200	8,300	8,600	8,300	9,400	9,083
účinnost %	99,11	99,07	98,94	99,30	99,23	98,99	99,27	99,13	99,15	99,32	99,16	99,41	99,19

12.2 Tabulky zpracované z dat z ČOV

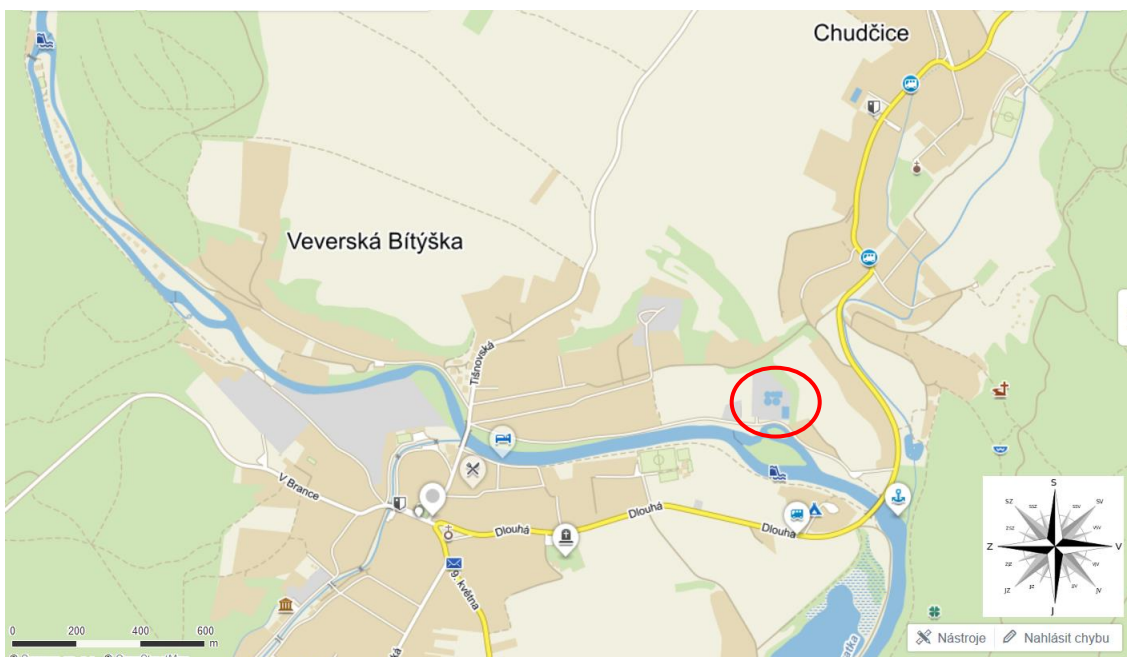
Tabulka č. 23 – Průměrné měsíční průtoky, data z ČOV

Průměrné měsíční průtoky, data z ČOV		
Měsíc	Průtok	Jednotky
březen	31470	m ³ . s ⁻¹
duben	26635	m ³ . s ⁻¹
květen	23039	m ³ . s ⁻¹
červen	23796	m ³ . s ⁻¹
červenec	25097	m ³ . s ⁻¹
srpen	21890	m ³ . s ⁻¹
září	18337	m ³ . s ⁻¹
říjen	21084	m ³ . s ⁻¹
listopad	20292	m ³ . s ⁻¹
prosinec	19617	m ³ . s ⁻¹
leden	19331	m ³ . s ⁻¹
únor	18996	m ³ . s ⁻¹
průměr	22465,33	m ³ . s ⁻¹

Tabulka č. 24 – Zpracovaná data z ČOV

Zpracovaná data z ČOV			
Ukazatel		Hodnoty	Jednotky
CHSK	přítok	40,89	t.rok ⁻¹
	odtok	0,27	t.rok ⁻¹
	průtok	22465,33	m ³ .s ⁻¹
	účinnost	99,35	%
Dusičnanový dusík	přítok	1,44	t.rok ⁻¹
	odtok	0,11	t.rok ⁻¹
	průtok	22465,33	m ³ .s ⁻¹
	účinnost	92,21	%
Amoniakální dusík	přítok	3,21	t.rok ⁻¹
	odtok	0,07	t.rok ⁻¹
	průtok	22465,33	m ³ .s ⁻¹
	účinnost	97,74	%
Celkový fosfor	přítok	0,47	t.rok ⁻¹
	odtok	0,01	t.rok ⁻¹
	průtok	22465,33	m ³ .s ⁻¹
	účinnost	98,71	%
Celkový dusík	přítok	5,26	t.rok ⁻¹
	odtok	0,22	t.rok ⁻¹
	průtok	22465,33	m ³ .s ⁻¹
	účinnost	95,80	%

PŘÍLOHA 3 MAPOVÉ PODKLADY

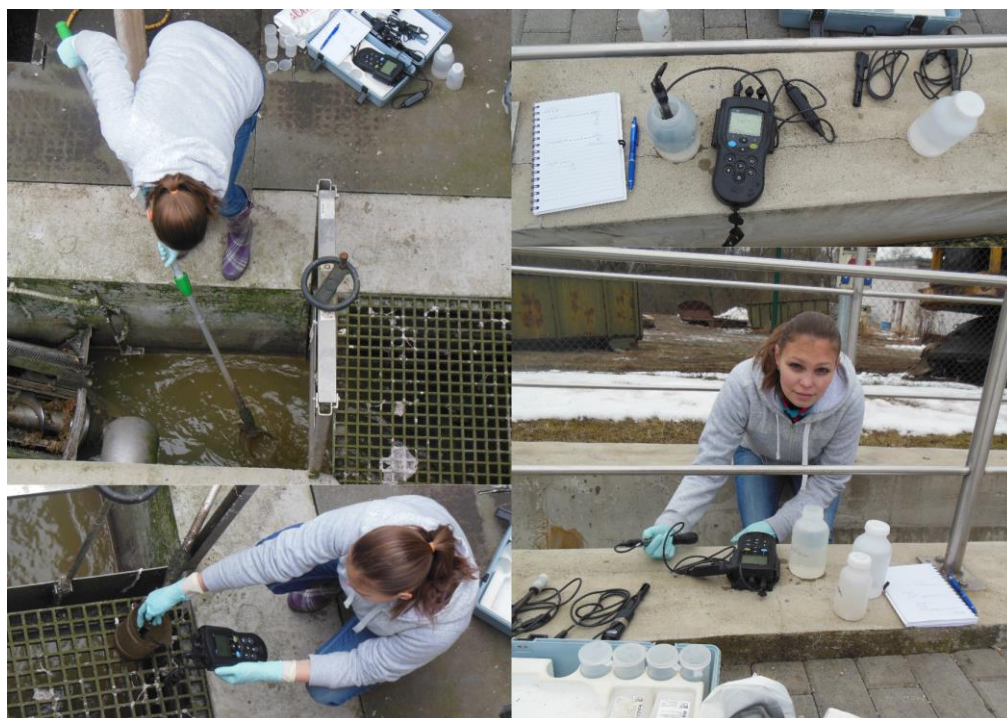


Mapa č. 1 – mapa okolí ČOV (zdroj: www.mapy.cz)



Mapa č. 2 – letecká mapa vybrané ČOV (zdroj: www.mapy.cz)

PŘÍLOHA 4 FOTODOKUMENTACE



Fotografie č. 1 – Odběry vzorků na ČOV (archiv autora)



Fotografie č. 2 – Stanovení v laboratoři (archiv autora)



Fotografie č. 3 – Provozní budova (archiv autora)



Fotografie č. 4 – Kalové hospodářství (archiv autora)



Fotografie č. 5 – Dezodorizační filtry (archiv autora)



Fotografie č. 6 – Aktivační nádrže (archiv autora)



Fotografie č. 7 – Dosazovací nádrže (archiv autora)

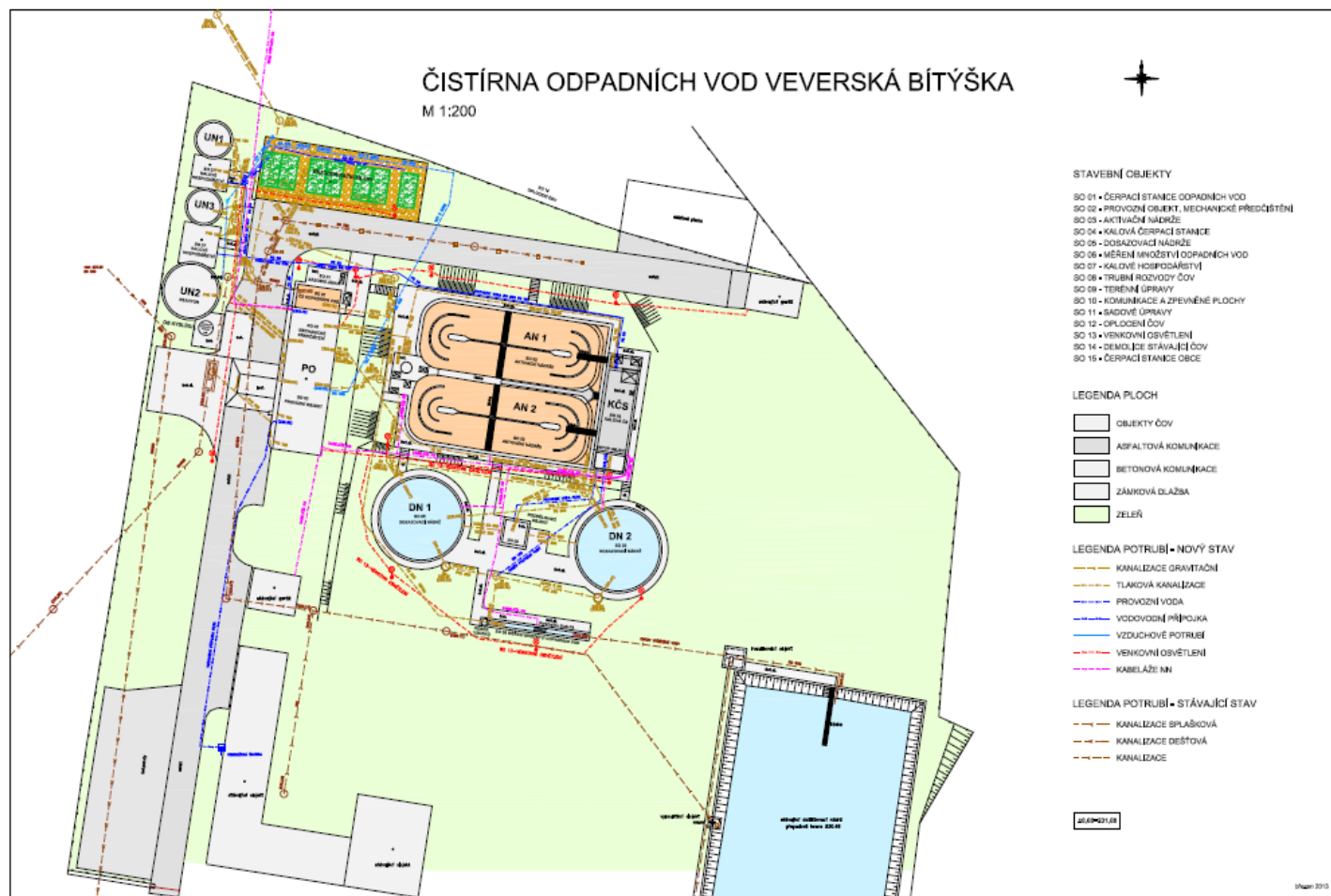


Fotografie č. 8 – Dočišťovací nádrž (archiv autora)

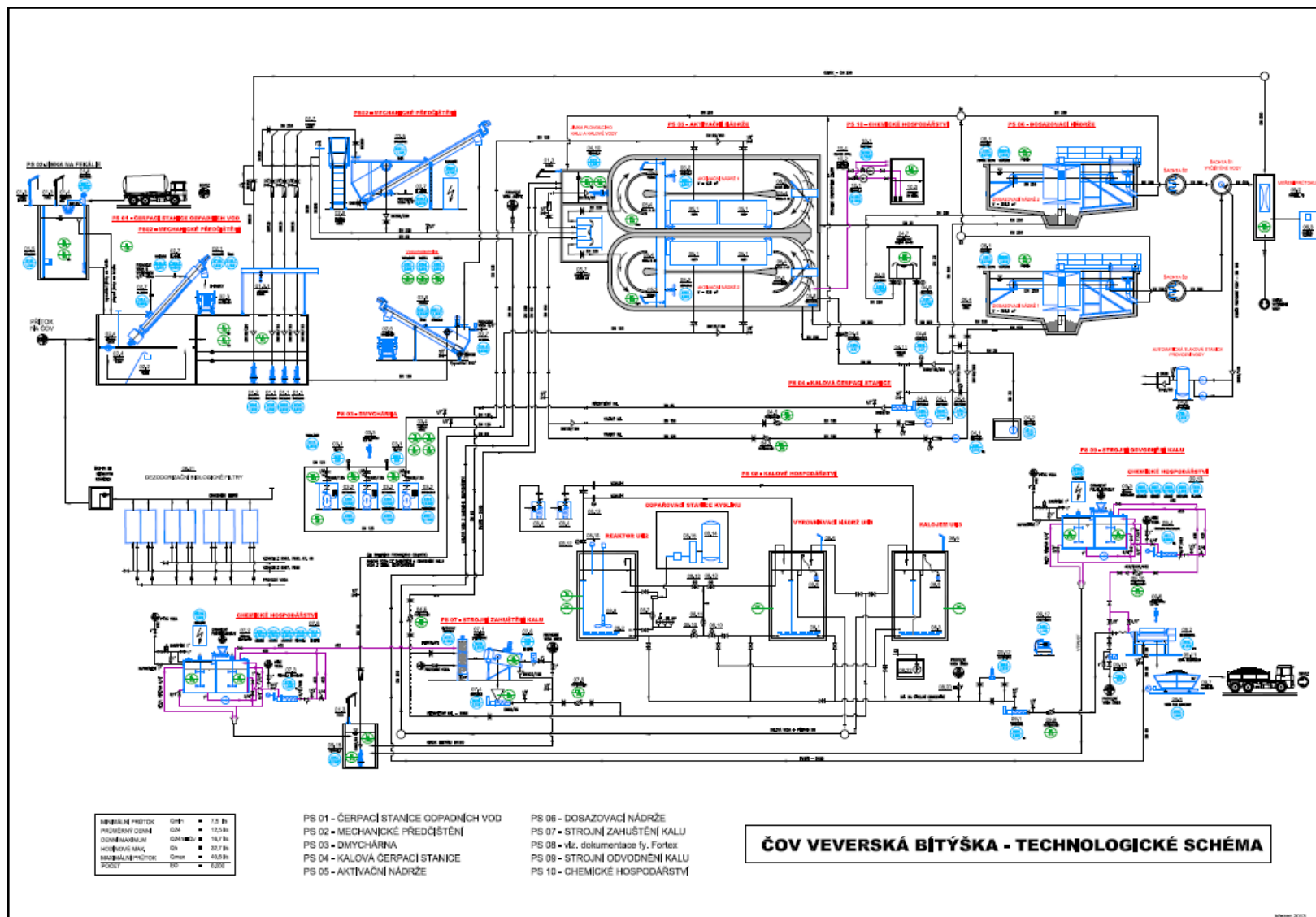


Fotografie č. 9 – Parshallův žlab (archiv autora)

PŘÍLOHA 5 TECHNICKÁ DOKUMENTACE



Fotografie č.10 – Situace ČOV (zdroj Pavel Novotný)



Fotografie č. 11 – Technologické schéma (Zdroj Pavel Novotný)