



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**POSOUZENÍ ROČNÍHO PROVOZU ČOV DOLNÍ
VĚSTONICE**

ANNUAL ASSESSMENT THE WATER TREATMENT PLANT DOLNÍ VĚSTONICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
PRACOVISŤE	Ústav vodního hospodářství obcí

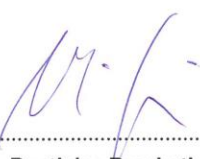
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Jan Kovář
NÁZEV	Posouzení ročního provozu ČOV Dolní Věstonice
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016


doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Úplné znění nařízení vlády č. 23/2011 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. Česká republika, 2011.
- [2] PYTL, Vladimír. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. 1. vyd. Líbeznice u Prahy: Medim pro SOVAK ČR, 2004, x, 209 s. ISBN 80-239-2528-8.
- [3] LIN, Shundar. Water and wastewater calculations manual. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, c2007, xi, 945 s. ISBN 00-714-7624-5.
- [4] HLAVÍNEK, Petr. Intenzifikace čistíren odpadních vod. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, 1996, 235 s. ISBN 80-860-2001-0.
- [5] MALÝ, Josef; Malá, Jitka. Chemie a technologie vody. 2., dopl. vyd. Brno: Ardec, 2006, xii, 331 s. ISBN 80-86020-50-9.
- [6] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing.
- [7] Periodika Vodní stavitelství, Sovak.

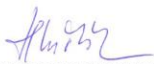
ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Student v rámci diplomové práce provede posouzení ročního provozu čistírny odpadních vod Dolní Věstonice nacházející se v Jihoomoravském kraji. Vyhodnotí zpracovaná data v několika kategoriích: zvolená technologie čištění odpadních vod, hydraulické i objemové zatížení čistírny, kvalita vody na přítoku a odtoku, roční provozní náklady čistírny, poruchové stavy objektů a strojního zařízení ČOV a další. Výsledkem práce bude doporučení k optimalizaci provozu ČOV s možností energetických úspor.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
Ing. Petr Hlušítký, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá posouzením ročního zkušebního provozu čistírny odpadních vod Dolní Věstonice. V teoretické části se zaměřuje na způsoby zneškodňování odpadních vod pro obce o velikosti 2001 – 10 000 EO. Dále jsou uvedeny nejčastější sledované ukazatele, které jsou uváděné v platné legislativě.

Praktická část je zaměřena na popis čistírny odpadních vod a hodnocení jejího stavu za dobu zkušebního provozu. Vypočtené parametry objemového a hydraulického zatížení jsou následně porovnány s původním návrhem v projektové dokumentaci. Hodnoty látkového zatížení jsou porovnány s aktuální legislativou o plnění odtokových poměrů. Dále jsou uvedeny vzniklé poruchy a problémy dosavadního provozu. A závěrem je stanovena energetická třída sledované čistírny z hlediska spotřeby elektrické energie.

KLÍČOVÁ SLOVA

Čistírna odpadních vod

Látkové znečištění

Provozní problémy

Úspora energie

Ukazatel

ABSTRACT

The thesis deals with the annual assessment of trial operation of the wastewater treatment plant in Dolní Věstonice. The theoretical part focuses on ways wastewater services for municipalities sizes 2001 - 10 000 EO. The following are the most frequently observed indicators which are reported in the current legislation.

The practical part is focused on describing the wastewater treatment plant and to assess its condition at the time of trial operation. Calculated parameters of volume and hydraulic loads are then compared with the original proposal in the project documentation. The values of substance loads are compared with current legislation on implementation of runoff. Below are caused failures and problems in the prior operation. A conclusion is determined by energy class watched cleaners in terms of energy consumption.

KEYWORDS

Wastewater treatment plant

Hydraulic load

Operating problems in WWTP

Energy saving

Indicator

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Jan Kovář *Posouzení ročního provozu ČOV Dolní Věstonice*. Brno, 2017. 92 s.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního
hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Jan Kovář
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petrovi Hlušíkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a za odbornou pomoc při vypracování diplomové práce.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Jan Kovář
autor práce

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	LEGISLATIVA	12
2.1	Zákon o vodách 254/2001 Sbírky	12
2.2	Zákon o vodovodech a kanalizacích 274/2001 Sbírky	13
2.3	Zákon o životním prostředí 17/1992 Sbírky	13
2.4	Zákon o odpadech 185/2001 Sbírky	14
2.5	Nařízení vlády číslo 401/2015 Sbírky	14
2.6	Směrnice 91/271/EHS o čištění odpadních vod	18
2.7	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60 ES	18
3	ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD	19
3.1	Kategorie čistíren odpadních vod	19
3.2	Čistírny odpadních vod v České republice	20
3.3	Látkové znečištění	22
3.4	Energetická třída ČOV	24
3.5	Části čistíren odpadních vod	25
3.6	Provozní evidence a dokumentace	25
3.6.1	Výkresová dokumentace ČOV	26
3.6.2	Plán kontrol míry znečištění odpadních vod	26
3.6.3	Provozní deník	26
3.6.4	Provozní řád	27
3.6.5	Manipulační řád	27
3.7	Zkušební provoz	28
3.8	Zneškodňování odpadních vod v obcích 2001 – 10 000 ekvivalentních obyvatel	28
3.8.1	Možnosti výstavby čistírny odpadních vod	29
3.8.2	Technologie čistírny odpadních vod	30
3.8.3	Aplikace chemického srážení fosforečnanů na městské ČOV	34
4	ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD VĚSTONICE	35

4.1	Dolní Věstonice	35
4.2	Horní Věstonice	35
4.3	Identifikační údaje	36
4.4	Financování ČOV Věstonice	37
4.5	Popis čistírny odpadních vod Věstonice	38
4.5.1	Provozní budova	38
4.5.2	Čerpací stanice čistírny odpadních vod	39
4.5.3	Lapák písku	40
4.5.4	Selektorová nádrž	41
4.5.5	Biologická jednotka	43
4.5.6	Kalozem	44
4.5.7	Objekt mikrosíta	45
4.5.8	Kanalizace čistírny odpadních vod	46
4.5.9	Měrný objekt.....	46
4.5.10	Výústní objekt.....	47
5	VYHODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU ČOV VĚSTONICE.....	49
5.1	Posouzení hydrotechnických údajů čistírny odpadních vod Věstonice	49
5.1.1	Přítoky od obyvatelstva	49
5.1.2	Přítoky z turistické sezóny	49
5.1.3	Přítoky z vinařství.....	50
5.1.4	Znečištění BSK ₅	51
5.1.5	Aktivační nádrž s vsazenou dosazovací nádrží.....	53
5.1.6	Kalozem	54
5.1.7	Shrnutí	55
5.2	Posouzení zkušebního provozu čistírny odpadních vod Věstonice	56
5.2.1	Látkové zatížení.....	56
5.2.2	Hydraulické zatížení	66
5.2.3	Shrnutí	68
5.3	Energetická náročnost ČOV Věstonice	68
5.3.1	Vyhodnocení energetické náročnosti ČOV Věstonice.....	68
5.3.2	Možnosti energetické optimalizace ČOV	69
5.4	Poruchové stavy na ČOV Věstonice	71
5.5	Provozní náklady ČOV Věstonice.....	76
5.5.1	Náklady během ročního zkušebního provozu	76
5.5.2	Shrnutí	77
6	ZÁVĚR.....	79

7	POUŽITÁ LITERATURA	81
	SEZNAM TABULEK	84
	SEZNAM GRAFŮ	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	88
	SUMMARY	92

1 ÚVOD

V dnešní době je stále aktuálnější téma v oboru nakládání a hospodaření s odpadními vodami. Do konce roku 2010 mělo být zajištěno zneškodňování odpadních vod v obcích nad 2000 ekvivalentních obyvatel. V mnoha případech ani dnes v roce 2017 nemá velká část obcí a měst zajištěné hospodárné nakládání s odpadními vodami. Důvod proč některé obce zatím nezajistili zneškodňování odpadních vod podle platné legislativy, je zcela evidentní. Problémem je nedostatek financí na vybudování systému zneškodňování odpadních vod. Pokud již finance jsou, je zde další problém a to velmi složitý proces v rámci přísně nastavené legislativy. Systém zneškodňování odpadních vod by měl být tedy přijatelný z hlediska vstupních a následně provozních investic, s požadovanou účinností čištění odpadních vod.

V malých obcích je třeba zvážit mnoho kritérií. Při výběru technologické linky je potřebné zohlednit zatěžovací parametry a charakter kanalizační soustavy. Tyto parametry výrazně ovlivňují velikost jednotlivých technologických objektů. Dalším výrazným parametrem pro návrh čistíren je volba specifické potřeby vody. Ta má dnes s rostoucím vývojem ceny vody klesající tendenci.

Správná volba technologie čištění odpadních vod a správný návrh jednotlivých objektů čistíren odpadních vod vede k hospodárnému nakládání s odpadními vodami s dobrým výsledkem účinnosti čištění. Návrh kapacity čistírny odpadních vod musí počítat s výhledem rozšiřujících se obcí. Proto je třeba dbát na volbu vstupních parametrů, které mohou ovlivnit celý proces nakládání s odpadními vodami v budoucnu.

V diplomové práci je posuzována čistírna odpadních vod pro dvě sdružené obce. Diplomová práce hodnotí období čistírny odpadních vod ve zkušebním provozu. Po ukončení zkušebního provozu je nutné provést posouzení v několika kategoriích: objemové a hydraulické zatížení, látkové zatížení na přítoku a odtoku z čistírny odpadních vod, dále poruchové stavy a zjištěné problémy během zkušebního provozu. Následně je v práci uvedena energetická náročnost z hlediska spotřeby elektrické energie na samotný provoz ČOV a její zařazení do energetické třídy s možnými řešeními pro úsporu elektrické energie.

2 LEGISLATIVA

Problematika čištění odpadních vod se v České republice řídí právními předpisy státu, také je nutné dodržovat právní předpisy Evropské unie. Mezi základní právní předpisy státu patří:

- zákon č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů;
- zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu ve znění pozdějších předpisů;
- zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí ve znění pozdějších předpisů;
- zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů;
- 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.

Právní předpisy Evropské unie vztahující se na problematiku čištění odpadních vod jsou především Směrnice ES/91/271/EHS a Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60 ES.

Problematicou čistíren odpadních vod se zabývají i české technické normy. Mezi normy související s touto diplomovou prací patří především ČSN 75 6401 pro navrhování ČOV s počtem EO větším než 500 a ČSN 75 6403 Čistírny odpadních vod – Část 4: Primární čištění.

2.1 ZÁKON O VODÁCH 254/2001 SBÍRKY

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Dále je účelem tohoto zákona přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů. [1]

Podle tohoto zákona jsou čistírny odpadních vod a stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizací vodní díla. [1]

Čistírny odpadních vod jsou stavby, ve kterých dochází k čištění a následnému vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních podléhá povolení nakládání s vodami. [1]

Právnícká nebo fyzická osoba, která vypouští odpadní vody do vod povrchových je za podmínek stanovených v tomto zákoně povinna platit poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod a poplatek z objemu vypouštěných odpadních vod. [1]

Poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod je znečišťovatel povinen platit, jestliže jím vypouštěné odpadní vody překročí v příslušném ukazateli znečištění zároveň hmotnostní a koncentrační limit zpoplatnění. Ukazatele znečištění, hmotnostní a koncentrační limity zpoplatnění a sazby poplatku členěné podle jednotlivých ukazatelů znečištění jsou uvedeny v příloze č. 2 tohoto zákona. [1]

Právnícká nebo fyzická osoba, která vypouští odpadní vody do vod povrchových, je za podmínek stanovených v tomto zákoně povinna platit poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod a poplatek z objemu vypouštěných odpadních vod. Poplatky se platí za jednotlivé zdroje znečišťování. [1]

2.2 ZÁKON O VODOVODECH A KANALIZACÍCH 274/2001 SBÍRKY

Zákon o vodovodech a kanalizacích upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě, přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku. Zákon se vztahuje na vodovody a kanalizace, pokud je trvale využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud průměrná denní produkce z ročního průměru pitné nebo odpadní vody za den je 10 m³ a více. [2]

V úvodní části zákona jsou vymezeny některé základní pojmy např. vodovod, kanalizace, provozování vodovodů a kanalizací, provozovatel vodovodů a kanalizací. [2]

Pro účely tohoto zákona je kanalizace provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem. [2]

2.3 ZÁKON O ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ 17/1992 SBÍRKY

Zákon o životním prostředí vymezuje základní pojmy a stanovuje základní zásady ochrany životního prostředí a povinnosti právnických a fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů. [3]

Voda jako přírodní zdroj je ta část neživé přírody, kterou člověk využívá k uspokojování svých potřeb. Tento přírodní zdroj má schopnost se při postupném

spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to jen za přispění člověka. Znečišťování vodního prostředí je vnášení takových fyzikálních, chemických nebo biologických činitelů do vody v důsledku lidské činnosti, které jsou svou podstatou nebo množstvím pro vodu cizorodé. Ochrana vodního prostředí zahrnuje činnosti, jimiž se předchází znečišťování vody, nebo se toto znečišťování omezuje a odstraňuje. [4]

Zákon stanoví, že každý je povinen opatřeními předcházet znečišťování nebo poškozování zdrojů vody a minimalizovat nepříznivé důsledky své činnosti na kvalitu vod. Je povinností každého, kdo využívá území a k tomu příslušné zdroje vody, projektovat a provádět stavby k zamezování znečišťování vod a k obnově těchto zdrojů. Tato povinnost je plněna především výstavbou a provozováním před čistícími zařízení, stokových sítí a čistíren odpadních vod. [4]

2.4 ZÁKON O ODPADECH 185/2001 SBÍRKY

Při provozu čistíren odpadních vod vznikají odpady (kaly). Z hierarchie nakládání s odpady, která je dána tímto zákonem, vyplývá především předcházení vzniku odpadu. Pokud vzniku odpadu nelze zabránit je původce odpadů povinen minimalizovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti. [5]

Pro účely tohoto zákona je kalem:

- Kal z čistíren odpadních vod zpracovávající městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností;
- Kal ze septiků a jiných podobných zařízení;
- Kal z čistíren odpadních vod výše neuvedených. [5]

2.5 NAŘÍZENÍ VLÁDY ČÍSLO 401/2015 SBÍRKY

Toto nařízení stanovuje ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech, náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizace, nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod a podmínek jejich použití a také seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek. [6]

Následující tabulky zobrazují emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod dané přílohou č. 1 k Nařízením vlády č. 401/2015 Sb..

Tab. 2.1 Emisní standardy: přípustné hodnoty (p)³⁾, maximální hodnoty (m)⁴⁾ a hodnoty průměru⁵⁾ koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg·l⁻¹ [6]

Kategorie ČOV (EO) ^{1) 7)}	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N - NH ₄ ⁺ *		N _{celk} ^{2), 8) *}		P _{celk}	
	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	průměr ⁵⁾	m ⁴⁾ , 6)	průměr ⁵⁾	m ⁴⁾ , 6)	průměr ⁵⁾	m ⁴⁾
< 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	25	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2001 - 10 000	20	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

* Neexistence konkrétního emisního standardu nevylučuje možnost stanovení emisního limitu pro daný ukazatel při postupu podle § 5 odst. 2 a 3.

1) Rozumí se kategorie čistírny odpadních vod vyjádřená v počtu ekvivalentních obyvatel. Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. Počet ekvivalentních obyvatel se pro účel zařazení čistírny odpadních vod do velikostní kategorie vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do čistírny odpadních vod během roku s výjimkou neobvyklých situací, přívalových dešťů a povodní. Pro určení velikosti aglomerace se použije stejný postup pro všechny odpadní vody odváděné kanalizací pro veřejnou potřebu. Pro účely stanovení limitů se použije vyšší z obou hodnot. U kategorií ČOV pod 2000 EO lze použít pro účel zařazení čistírny do velikostní kategorie (v tabulce 1a nebo 1b v příloze č. 1 a tabulce 1 v příloze č. 4 k tomuto nařízení) výpočet z bilance v ukazateli BSK₅ v kg za kalendářní rok na přítoku do čistírny vydělený koeficientem 18,7. U nových ČOV se pro zařazení do velikostní kategorie v prvním roce po výstavbě (zkušební provoz) použije návrhový parametr v zatížení BSK₅. Po prvotním provedení kategorizace je v případě změny zatížení další kategorizace prováděna až s ukončením platnosti povolení k vypouštění odpadních vod.

2) Celkový dusík je ukazatel, který zahrnuje všechny formy dusíku.

3) Uváděné přípustné koncentrace „p“ nejsou aritmetické průměry za kalendářní rok a mohou být překročeny v povolené míře podle hodnot uvedených v příloze č. 5 k tomuto nařízení. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k tomuto nařízení.

4) Uváděné maximální koncentrace „m“ jsou nepřekročitelné. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku uvedený v tabulce 1 přílohy č. 4 k tomuto nařízení v souladu se stanovením hodnoty „p“.

5) Uváděné hodnoty jsou aritmetické průměry koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročeny. Počet vzorků odpovídá ročnímu počtu vzorků stanovenému vodoprávním úřadem. Vodoprávní úřad stanoví typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k tomuto nařízení.

6) Hodnota platí pro období, ve kterém je teplota odpadní vody na odtoku z biologického stupně vyšší než 12 °C. Teplota odpadní vody se pro tento účel považuje za vyšší než 12 °C, pokud z pěti měření provedených v průběhu dne byla tři měření vyšší než 12 °C. V případě odběru vzorku A nebo prostého vzorku se stanovení teploty provedou v době odběru vzorku.

7) Rozbory odtoků z biologických dočišťovacích nádrží zkolaudovaných do 3. 3. 2011 se provádějí ve filtrovaných vzorcích, koncentrace celkových nerozpuštěných látek však nesmí přesáhnout hodnotu $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

8) Požadavky na dusík je možno kontrolovat pomocí denních průměrů, jestliže se prokáže, že je takto zajištěna stejná úroveň ochrany vod. V tomto případě denní průměr nesmí přesáhnout hodnotu $20 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ celkového dusíku pro všechny vzorky, jestliže teplota na odtoku biologického stupně čistírny odpadních vod je vyšší nebo rovná 12°C . Zohlednění požadavků na funkci biologického odstranění dusíku a plnění limitů při teplotách na odtoku nižších než 12°C může být nahrazeno zohledněním pro časově určené zimní období podle oblastních klimatických podmínek, které stanoví vodoprávní úřad tohoto ukazatele znečištění.

Tab. 2.2 Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) ^{1), 2)} v procentech [6]

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	-	-
2001 - 10 000	75	85	60	-	70
10 001 - 100 000	75	85	-	70	80
> 100 000	75	85	-	70	80

* Neexistence konkrétního emisního standardu nevylučuje možnost stanovení emisního limitu pro daný ukazatel při postupu podle § 5 odst. 2 a 3.

1) Účinnost čištění vztažená k zátěži na přítoku do čistírny odpadních vod.

2) Uváděné přípustné hodnoty účinností čištění mají charakter „p“ hodnot a mohou být v povoleném počtu jednotlivých stanovení nedosaženy podle hodnot v příloze č. 5 k tomuto nařízení. Pro stanovení hodnot minimálních účinností čištění použije vodoprávní úřad typ vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 v příloze č. 4 k tomuto nařízení.

3) Celkový dusík je ukazatel, který zahrnuje všechny formy dusíku.

Tab. 2.3 Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod [6]

Kategorie ČOV [EO]	Nejlepší dostupná technologie	CHSK _{Cr}			BSK ₅			NL			N-NH ₄ ⁺			N _{celk}			P _{celk}		
		koncentrace		účinnost	koncentrace		účinnost	koncentrace			koncentrace		účinnost	koncentrace		účinnost	koncentrace		účinnost
		p	m	[%]	p	m	[%]	p	m	[%]	p	m	[%]	p	m	[%]	p	m	[%]
		[mg.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]		[mg.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]		[mg.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]		[mg.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]		[mg.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]		[mg.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]	
< 500	Nizko až středně zatěžovaná aktivace nebo biofilmové reaktory	110	170	75	30	50	85	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500 - 2000	Nizko zatěžovaná aktivace se stabilizací nitrifikací	75	140	75	22	30	85	25	30	-	12	20	75	-	-	-	-	-	-
2001 - 10 000	Nizko zatěžovaná aktivace se stabilizací nitrifikací a se simultánním srážením fosforu + mikrosíta či jiná filtrace	70	120	80	18	25	90	20	30	-	8	15	80	-	-	-	2	5	75
10 001 - 100 000	Nizko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrientů + terciální stupeň včetně srážení fosforu eventuelně dávkování externího substrátu	60	100	80	14	20	90	18	25	-	-	-	-	14	25	70	1,5	3	80
> 100 000	Nizko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrientů + terciální stupeň včetně srážení fosforu eventuelně dávkování externího substrátu	55	90	85	10	15	95	14	20	-	-	-	-	10	16	75	0,7	2	85

2.6 SMĚRNICE 91/271/EHS O ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Směrnice 91/271/EHS se týká odvádění, čištění a vypouštění městských odpadních vod a čištění a vypouštění odpadních vod z určitých průmyslových odvětví. Cílem směrnice je ochrana životního prostředí před nepříznivými účinky vypouštění výše uvedených odpadních vod. [7]

2.7 SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60 ES

Účelem směrnice 2000/60 ES je stanovit rámec pro ochranu vnitrozemských povrchových vod, braktických vod, pobřežních vod a podzemních vod, který:

- a) Zabráni dalšímu zhoršování a ochrání stav vodních ekosystémů;
- b) Podpoří trvale udržitelné užívání vod založené na dlouhodobé ochraně vodních zdrojů;
- c) Povede ke zvýšené ochraně a zlepšení vodního prostředí;
- d) Zajistí snížení znečištění podzemních vod a zabráni jejich dalšímu znečišťování;
- e) Přispěje k zajištění dostatečných zásob povrchových a podzemních vod dobré jakosti. [8]

3 ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Čistírny odpadních vod (ČOV) jsou zařízení sloužící k čištění odpadních vod na úroveň, která umožňuje jejich bezpečné vypouštění do vod povrchových. [9]

Čistírny odpadních vod lze rozdělit do několika úrovní:

- Centrální čistírny;
- Městské čistírny;
- Malé domovní čistírny;
- Čistírny průmyslových odpadních vod. [10]

Podle § 55 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon) jsou stavby čistíren odpadních vod a stavby určené k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizací zvláštní kategorií vodních děl. [1]

Hlavním účelem čistíren odpadních vod je vyčištění přitékající odpadní vody na úroveň stanovenou vodoprávním úřadem. Požadovaného efektu je dosahováno několika základními postupy, mezi které patří:

- Primární čištění odpadních vod v prvním stupni – fyzikální nebo chemický postup, zahrnující sedimentaci nerozpuštěných látek nebo dalšími postupy, při kterých se organické biologicky odbouratelné zatížení s pětidenní biochemickou spotřebou kyslíku vstupující vody snižuje před vypouštěním nejméně o 20 % a obsah suspendovaných látek vstupující vody se snižuje nejméně o 50 %;
- Sekundární čištění odpadních vod ve druhém stupni – patří mezi ně postupy zahrnující biologické procesy jako aktivace, čištění biologickými filtry nebo jiné rovnocenné procesy;
- Další stupně čištění – dodatečné způsoby čištění odpadní vody umožňující vyšší stupeň čištění, kterého nelze dosáhnout primárním a sekundárním způsobem čištění. [10]

3.1 KATEGORIE ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD

Čistírny odpadních vod můžeme dle počtu napojených obyvatel rozdělit do následujících skupin:

- Kategorie ČOV do 50 EO (tzv. domovní, DČOV): u této kategorie je v řadě zemí aplikován tzv. výrobní přístup. Tento přístup vychází z toho, že zdroje odpadních vod jsou si podobné, proto jsou obdobná i řešení. Výrobky této kategorie se používají k čištění odpadních vod z jednotlivých staveb nebo skupin staveb;
- Kategorie ČOV 50 – 500 EO (tzv. malé ČOV): výrobky z této kategorie se používají pro čištění odpadních vod z obcí, větších průmyslových podniků a ubytovacích zařízení. Obvykle jsou řešeny jako balené ČOV tvořené plastovou

nebo kovovou nádrží vystrojené technologií. Větší ČOV této kategorie se řeší jako betonové nádrže s dodatečně montovanou technologií;

- Kategorie ČOV 500 – 2000 EO: jedná se o klasické např. kompaktní komunální mechanicko - biologické ČOV. Výrobky této kategorie jsou řešeny jako kombinace stavební části – betonové nádrže, budovy, nadzemní nádrže a technologické části. Po technologické stránce se předpokládá, že pro ČOV této velikosti je standardem technologie, která zaručí podstatné snížení znečištění v parametru $N - NH_4^+$;
- Kategorie ČOV 2001 – 10 000 EO;
- Kategorie ČOV 10 001 – 100 000 EO;
- Kategorie ČOV nad 100 000 EO. [9]

Kategorie ČOV 2001 – 10 000 EO, ČOV 10 001 – 100 000 EO a nad 100 000 EO zajišťují čištění odpadních vod z velkých územních celků (okresní a krajská sídla). [9]

3.2 ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD V ČESKÉ REPUBLICE

Podíl obyvatel, kteří žijí v domech napojených na veřejnou kanalizaci, následně na čistírnu odpadních vod indikuje především vývoj čištění odpadních vod. Na rozvoji odvádění a čištění odpadních vod měl největší vliv vstup ČR do Evropské unie a následná nutnost plnění evropské legislativy a možnost čerpání evropských finančních prostředků. Podíl obyvatel napojených na veřejnou kanalizaci stoupl mezi lety 2003 – 2015 ze 77,7 % na 84,2 %. Zvyšování počtu obyvatel napojovaných na veřejnou kanalizaci se zpomaluje. Je to zapříčiněno především tím, že ve větších městských aglomeracích jsou již ve většině případů vybudovány veřejné kanalizace a ČOV a menším obcím chybí finanční zdroje. [11, 12]

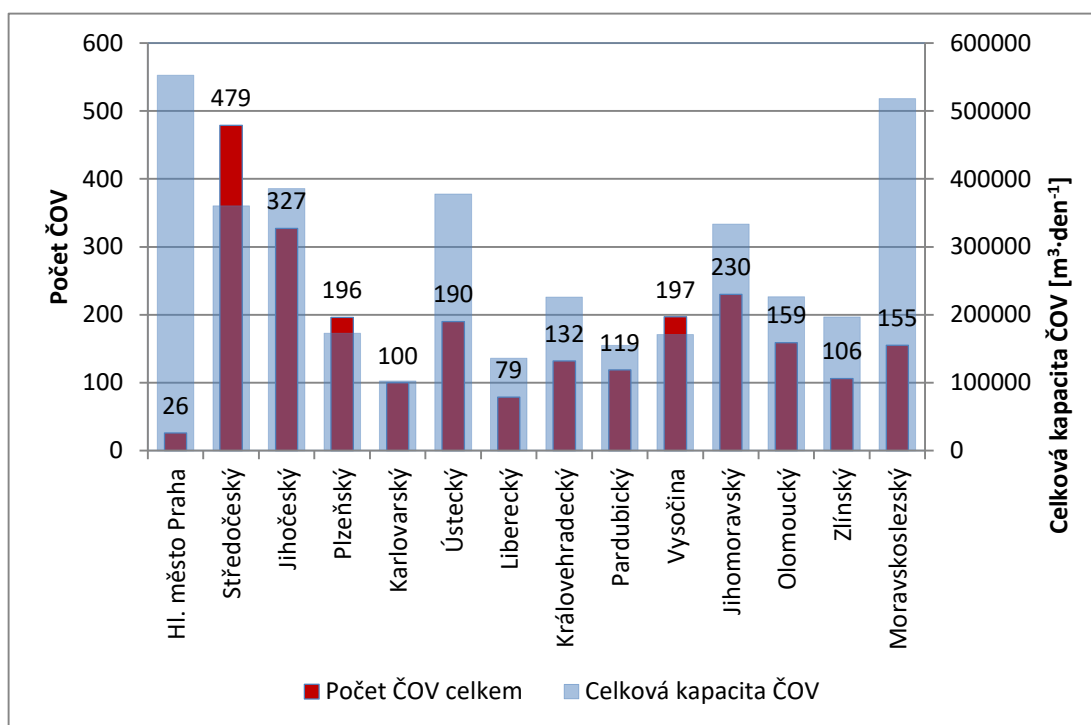
V tabulce 3.1 je zobrazen počet ČOV v celé České republice a v jednotlivých krajích. Ve velkých aglomeracích došlo vlivem výstavby a rekonstrukcí ČOV k nárůstu počtu ČOV s odstraňováním dusíku a fosforu. Na rozdíl od toho klesá počet čistíren odpadních vod se základním mechanicko - biologickým nebo mechanickým čištěním.

Tab. 3.1 Počet čistíren odpadních vod v roce 2015 [13]

Území, kraj	Počet ČOV celkem	Celková kapacita ČOV [m ³ ·den ⁻¹]	Počet ČOV				
			Mechanické	mechanicko-biologické			
				celkem	odstraňováním		
					N	P	N + P
Česká republika	2495	3 915 844	39	2456	573	57	674
Hl. město Praha	26	552619	0	26	3	1	18
Středočeský	479	360615	8	471	143	17	159
Jihočeský	327	385689	7	320	60	7	33
Plzeňský	196	172861	0	196	38	2	38
Karlovarský	100	102762	4	96	37	3	15
Ústecký	190	377971	7	183	46	1	30
Liberecký	79	135999	2	7	10	2	17
Královehradecký	132	226115	2	130	36	3	33
Pardubický	119	154773	1	118	33	7	34
Vysočina	197	171136	1	196	24	4	65
Jihomoravský	230	333672	0	230	52	1	114
Olomoucký	159	226468	1	158	31	5	37
Zlínský	106	196790	0	106	8	3	45
Moravskoslezský	155	518374	6	149	52	1	36

Na grafu 3.1 je znázorněno porovnání počtu čistíren odpadních vod a jejich kapacity v jednotlivých krajích republiky v roce 2015.

Graf. 3.1 Počet ČOV a jejich kapacita v roce 2015 [13]



3.3 LÁTKOVÉ ZNEČIŠTĚNÍ

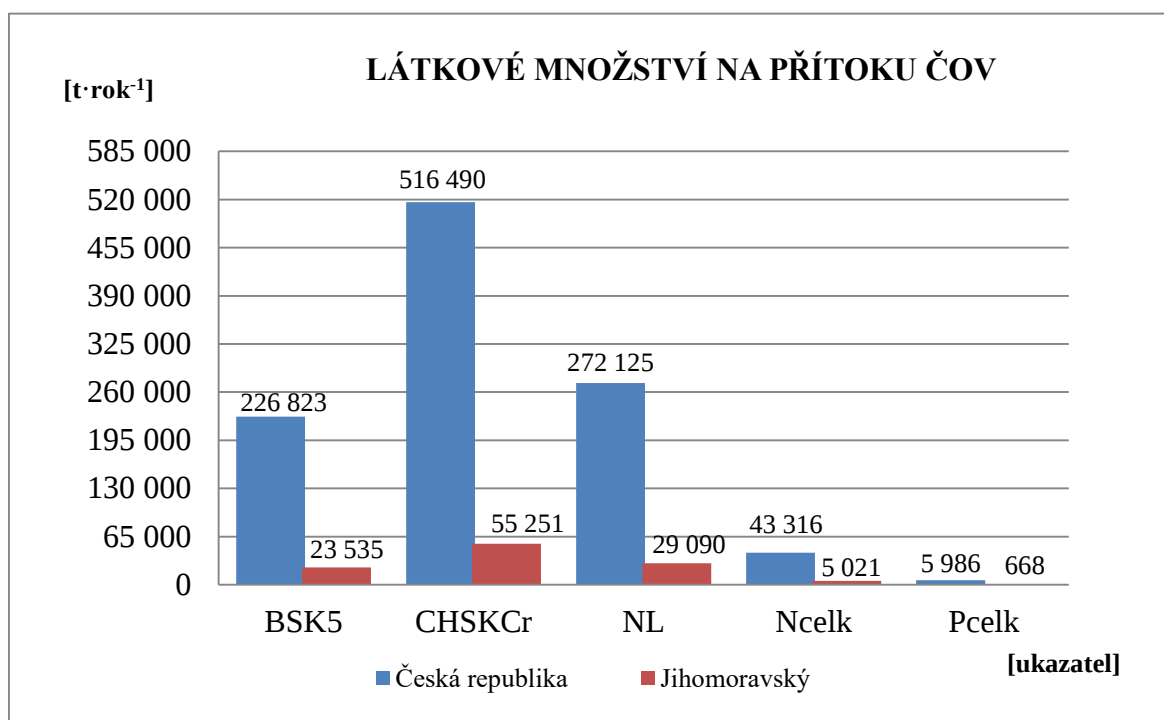
V České republice jsou dosahovány velmi vysoké průměrné účinnosti čištění odpadních vod. V roce 2014 byly dosaženy průměrné hodnoty u BSK₅ 98,2 %, u CHSK_{Cr} 94,9 %, u NL 97,7 %, u N_{celk} 76,9 % a u P_{celk} 84,2 %. [12, 14]

V následující tabulce 3.2 je vyobrazeno látkové množství v jednotlivých krajích v roce 2015. V grafech 3.2 a 3.3 jsou zobrazeny hodnoty látkového znečištění v Jihomoravském kraji a celé České republice v roce 2015.

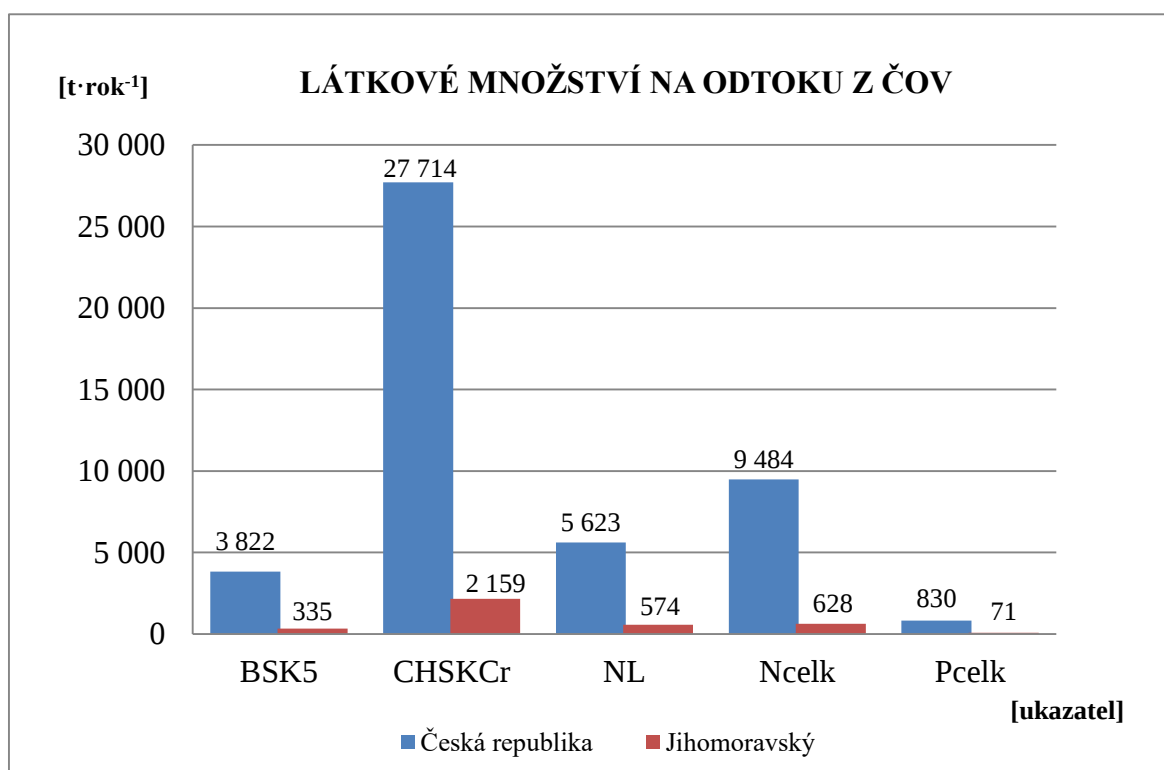
Tab. 3.2 . Znečištění na ČOV [t·rok⁻¹] [14]

Území, kraj	Znečištění na ČOV [t·rok ⁻¹]									
	BSK ₅		CHSK _{Cr}		NL		N _{celk}		P _{celk}	
	přítok	odtok	přítok	odtok	přítok	odtok	přítok	odtok	přítok	odtok
Česká republika	226 823	3 822	516 490	27 714	272 125	5 623	43 316	9 484	5 986	830
Hl. město Praha	35 446	578	81 788	4 126	43 885	922	7 416	2 443	891	88
Středočeský	23 260	381	49 318	23 331	22 644	492	4 477	870	673	102
Jihočeský	14 234	641	29 608	2 140	14 088	751	2 043	586	355	60
Plzeňský	15 897	172	35 721	1 386	15 009	225	2 368	485	385	46
Karlovarský	5 301	126	12 090	868	5 440	149	1 249	340	175	32
Ústecký	20 002	297	47 978	4 994	39 875	652	3 309	712	438	70
Liberecký	7 022	130	17 819	964	7 281	153	1 587	357	206	31
Královéhradecký	9 664	178	24 949	1 185	12 215	250	1 831	525	287	62
Pardubický	9 250	149	23 823	1 603	9 562	279	2 420	480	262	37
Vysočina	11 720	159	23 837	1 004	10 566	205	2 256	398	342	39
Jihomoravský	23 535	335	55 251	2 159	29 090	574	5 021	628	668	71
Olomoucký	13 386	183	31 978	1 217	19 272	249	2 353	413	362	41
Zlínský	13 667	182	34 495	1 134	19 586	200	2 333	456	310	49
Moravskoslezský	24 439	311	47 835	2 601	23 611	521	4 653	791	633	104

Graf. 3.2 Látkové množství na přítoku ČOV (ČR a Jihomoravský kraj); 2015 [14]



Graf. 3.3 Látkové množství na odtoku z ČOV (ČR a Jihomoravský kraj); 2015 [14]



3.4 ENERGETICKÁ TŘÍDA ČOV

Energetickou náročnost ČOV je možné hodnotit pomocí vhodných metod benchmartingu. Při porovnávání energetické náročnosti je proto nutné postupovat od benchmartingu lokalit k benchmartingu jednotlivých technologických stupňů (procesů) až k jednotlivým technologickým prvkům (strojům). [19]

Zařazení energetické třídy čistírny odpadních vod vychází z provedeného benchmartingu velkých čistíren odpadních vod provozovaných společnostmi Veolia s porovnáním stejných ukazatelů benchmartingu u 243 ČOV v rámci skupiny Energie AG Bohemia. [19]

Z provedených benchmartingů se vyjadřuje energetický ukazatel čistírny, tj. spotřebu elektrické energie nejčastěji poměrem:

- $\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$ BSK;
- $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-3}$ odpadní vody;
- $\text{kWh} \cdot \text{EO}^{-1}$. [19]

Pro vyjádření spotřeby elektrické energie na ČOV je vhodné použít přepočtení na zatížení BSK. V případě využití přepočtu na m^3 odpadní vody nebo EO se vlastník/provozovatel může dopustit chyby (př. nežádoucí přítok v kanalizace: lokální přítok, balastní vody, napojení nebo odpojení na kanalizaci pro obytné či průmyslové subjekty a další). [19]

Zařazení ČOV do energetické třídy je uvedeno v následující tabulce 3.3.

Tab. 3.3 Zařazení ČOV do energetické třídy [19]

Energetická náročnost ČOV	I	II	III	IV
Spotřeba el. energie [$\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$ BSK]	< 1	1 - 1,5	1,5 - 2	> 2
	ČOV je v pořádku	Jsou možná částečná opatření pro snížení spotřeby el. energie	ČOV nevyhovuje, je potřebné provést technicko - energetický audit ČOV	

Významných úspor elektrické energie na ČOV lze obecně dosáhnout trvalou součinností vlastníka a provozovatele ČOV s vědomím společné vazby na cenu pro stočné; důkladnou projektovou přípravu staveb; podrobnou analýzou všech vazeb mezi kanalizačním systémem a ČOV; snížením podílu balastních i srážkových vod v kanalizaci. [19]

Spotřeba elektrické energie na ČOV závisí na její velikosti (množství přiváděných vod), množství znečištění, typu použité technologie a konfiguraci terénu. Pro hrubé ekonomické odhady je možné použít níže uvedenou tabulku 3.4 spotřeb elektrické energie. [30]

Tab. 3.4 Roční spotřeba elektrické energie na ČOV v závislosti na počtu připojených EO [30]

Velikost ČOV [EO]	Roční spotřeba elektrické energie	
	kWh·rok ⁻¹	kWh·EO ⁻¹ ·rok ⁻¹
7000	270 000 až 350 000	38 - 50
18 000	550 000 až 900 000	30 - 50
25 000	1 000 000 až 1 250 000	40 - 50
40 000	1 100 000 až 1 500 000	28 - 38
360 000	11 700 000 až 14 000 000	32 - 39

Z tabulky 3.4 je možné odvodit spotřebu elektrické energie na EO, a ta se pohybuje v rozmezí 30 – 50 kWh·EO⁻¹·rok⁻¹, kde vyšší hodnota představuje spotřebu před rekonstrukcí a nižší po energetické optimalizaci v rámci rekonstrukce ČOV. [30]

3.5 ČÁSTI ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD

Čistírny do 10 000 EO jsou obvykle nerovnoměrně látkově a hydraulicky zatěžovány. Nerovnoměrné zatížení musí respektovat technologický návrh ČOV, z důvodu zajištění relativně neměnné jakosti vyčištěné odpadní vody. Technologická skladba čistírenské linky by měla odpovídat nerovnoměrnému zatížení, obecně se skládá z:

- Ochranná část ČOV a hrubé předčištění: tato část slouží k odstranění hrubých nečistot, k ochraně strojního zařízení ČOV před mechanickým poškozením;
- Mechanický stupeň čištění: zajišťuje separaci jemnějšího podílu nerozpuštěného znečištění odpadní vody sazením ve formě kalů;
- Biologický stupeň: tento stupeň zajišťuje odstranění rozpuštěného organického znečištění, případně i nutrietů biologickou cestou s následným oddělením biomasy v dosazovacích nádržích od vyčištěné vody;
- Kalové hospodářství: zajišťuje aerobní nebo anaerobní stabilizaci kalů vyprodukovaných včetně jejich zahuštění nebo odvodnění. [4]

3.6 PROVOZNÍ EVIDENCE A DOKUMENTACE

Průběžné vedení provozní evidence ukládá vlastníkově zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích v § 5 odst. 2. Zákon vyjmenovává jednotlivé druhy dokumentace, které považuje za provozní evidenci, a pro ČOV se to zejména týká:

- Výkresová dokumentace ČOV;
- Plán kontrol míry znečištění odpadních vod;
- Provozního deníku;
- Provozního řádu. [2]

3.6.1 Výkresová dokumentace ČOV

Výkresová dokumentace pro potřebu provozní evidence je zjednodušená dokumentace skutečného provedení ČOV určená pro potřeby obsluhy, údržby, oprav a pro zpracování provozního řádu. Měla by obsahovat základní údaje o ČOV a dále:

- Technický popis stavby a jejího vybavení;
- Situační výkresy a zjednodušené výkresy skutečného provedení stavby;
- Základní technické parametry. [4]

Vyhláška MZ č. 428/2001 Sb., v § 10 upřesňuje obsah a formu zpracování výkresové dokumentace kanalizace i ČOV, jako součást provozní evidence kanalizace. [4]

3.6.2 Plán kontrol míry znečištění odpadních vod

Plán kontrol míry znečištění odpadních vod a kalů je podrobně popsán v příloze č. 10 k vyhlášce MZ č. 428/2001 Sb.. Vyhláška také určuje i rozsah a četnost provozních rozborů. Obsahuje tyto části:

- Místa odběrů vzorků v kontrolních profilech technologické linky čistírny odpadních vod a vyústí odpadních vod bez čištění;
- Rozsah prováděných rozborů podle sledovaných ukazatelů jakosti v kontrolních profilech technologické linky čistírny odpadních vod a vyústí odpadních vod bez čištění;
- Četnost rozborů v jednotlivých kontrolních profilech technologické linky čistírny odpadních vod a vyústí odpadních vod bez čištění;
- Postupy odběrů, úpravy vzorků a metody rozborů vzorků vod a kalů;
- Způsob zpracování výsledků kontrol míry znečištění odpadních vod a jejich evidence. [4]

3.6.3 Provozní deník

Provozní deník je nejnížší základní forma zjišťování provozních údajů pro kontrolu stavu provozu, pro potřebu průběžného řízení provozu a jako podklad pro další sběr dat sloužící k sumarizaci potřebné pro vykazování výsledků celé firmy a konečně i pro přípravu dalšího rozvoje provozu. Nedílnou součástí provozního deníku jsou výsledky provozních rozborů odpadních vod a rozborů odpadních vod prováděných obsluhou na místě. [4]

Provozní deník a provozní záznamy slouží vlastníkovvi a provozovateli jako podklad pro operativní rozhodování a doklad o způsobu provozování vodohospodářského zařízení, proto je potřeba vést předepsané záznamy důsledně. [4]

Příklad sledovaných provozních údajů přímo na ČOV pro mechanicko - biologickou ČOV s kalovým hospodářstvím:

- Počasí, srážky, teplota vzduchu;
- Množství odpadní vody;
- Teplota odpadní vody;
- Objem vytěžených hmot z technologických stupňů;
- Množství recirkulované vody;
- Množství recirkulovaného kalu, přebytečného kalu;
- Dávky a koncentrace využívaných chemikálií;
- Množství kyslíku v aktivaci a v jiných částech provozu;
- Množství kalu;
- Produkce a spotřeba kalového plynu;
- Chemické rozbory ze všech stupňů čištění. [4]

3.6.4 Provozní řád

Provozní řád kanalizace a čistíren odpadních vod je souhrn předpisů, pokynů a dokumentace potřebných pro obsluhu, údržbu a kontrolu všech zařízení včetně pokynů pro uvedení do provozu, řízení a zastavení provozu. [9]

Provozní řád čistírny odpadních vod by měl obsahovat:

- Požadavky na hlavní úkony provozní, kontrolní, obslužné a udržovací;
- Popis manipulace s hmotami zachycenými při čištění odpadních vod, včetně způsobu a podmínek jejich zneškodňování;
- Popis provozu v zimním období;
- Popis provozu při mimořádných událostech (při povodni, požáru, havárii, apod.);
- Pokyny pro bezpečnost a hygienu práce. [9]

3.6.5 Manipulační řád

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 195/2002 Sb., o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl, definuje manipulační řád jako soubor zásad a pokynů pro manipulaci s vodou k jejímu účelnému a hospodárnému využití podle povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami a stavebního povolení k vodnímu dílu, k ochraně a zlepšení jakosti vody. Povinnost vlastníka vodního díla mít schválený manipulační řád vyplývá ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů. [9]

3.7 ZKUŠEBNÍ PROVOZ

Zkušebním provozem stavby se ověřuje funkčnost a vlastnosti provedené stavby podle projektové dokumentace. Pokud nebylo provedení zkušebního provozu uloženo stavebním povolením, může stavební úřad na podkladě požadavku dotčeného orgánu nebo žádosti stavebníka anebo v jiném odůvodněném případě stanovit rozhodnutím, které je prvním úkonem v řízení, že kolaudační souhlas lze vydat jen po provedení zkušebního provozu. V rozhodnutí úřad uvede zejména délku trvání zkušebního provozu stavby, a je-li to nutné, stanoví pro něj podmínky nebo i podmínky pro plynulý přechod zkušebního provozu do užívání stavby. Vyhodnocení výsledků zkušebního provozu stavebník připojí k žádosti o vydání kolaudačního souhlasu. [15]

3.8 ZNEŠKODŇOVÁNÍ ODPADNÍCH VOD V OBCÍCH 2001 – 10 000 EKVIVALENTNÍCH OBYVATEL

Každé město nebo obec nad 2000 EO musí mít vlastní čistírnu odpadních vod nebo odpadní vody odvádět na ústřední čistírnu odpadních vod. Smyslem a cílem daného požadavku legislativy je zlepšení současného stavu povrchových vod v České republice a dodržení mezinárodních závazků ke zlepšení kvality evropských vod. Základním předpokladem zlepšení kvality povrchových vod, zejména při současném snižování průtokového množství vod v recipientech, je optimálně navržená a provozovaná čistírna odpadních vod. [10]

Pro návrh skladby jednotlivých objektů a technologického vybavení ČOV jsou důležité především tyto výchozí podklady:

- Požadavky na jakost vyčištěných odpadních vod v souladu s požadavky vodoprávního úřadu;
- Množství, složení a znečištění odpadních vod s uvedením průměrných maximálních a minimálních hodnot přítoků, koncentrace znečištění a minimální a maximální teploty odpadních vod;
- Druh, stav a hydraulické poměry stokové sítě;
- Možnosti konečného zneškodnění nebo využití odpadních produktů z čištění odpadních vod (shrabky, písek, tuky, kal, sedimenty z biologických nádrží);
- Požadavky na způsob čištění odpadních vod;
- Polohopisné, výškopisné, komunikační, inženýrsko-geologické, hydrologické, hydrogeologické a klimatické poměry v oblasti ČOV;
- Všechny v přípravné a projektové dokumentaci uvedené, vybudované a plánované, vodohospodářsky významné provozy a průmyslové závody umístěné v oblasti připojené stokovou sítí na ČOV. Samostatně se uvedou provozy a průmyslové závody, které nesmějí vypouštět odpadní vody do kanalizace pro veřejnou potřebu vůbec, nebo jen po předchozím předčištění, a samostatně ty, kde by mohlo dojít k havárii s negativním dopadem na životní prostředí. [9]

Při návrhu čistírny odpadních vod nelze vycházet jen z podkladů uvedených v normách, legislativních předpisech, směrnících a literárních zdrojů. Odpadní vody je výhodnější čistit v centrální čistírně odpadních vod než v několika menších čistírnách. Je to z hlediska jak provozních nákladů, tak i z hlediska funkce ČOV. Jedná se především o kvalifikovanou obsluhu, se kterou nelze u menších čistíren odpadních vod příliš počítat. Proto je třeba u rozptýlených zástav hledat a využívat možnosti sdružení investičních prostředků na odvedení a případně i přečerpání odpadních vod ke společnému čištění. Po celkovém zhodnocení dané lokality existují různé varianty řešení výstavby čistírny odpadních vod. [9, 16, 18]

3.8.1 Možnosti výstavby čistírny odpadních vod

V následujících odstavcích jsou popsány možnosti výstavby čistírny odpadních vod pro malé obce.

Centrální čistírna odpadních vod na splaškové kanalizaci

Splašková kanalizace odvádí pouze fekální znečištění, čímž nedochází ke kontaminaci recipientu. Dešťové vody hydraulicky nezatěžují čistírnu odpadních vod. Splaškovou kanalizaci je možné řešit jako gravitační, tlakovou, podtlakovou nebo kombinovanou. [16]

Centrální čistírna odpadních vod na jednotné kanalizaci

Systém s jednotnou kanalizací je zpravidla technicky výhodný. Součástí je odlehčovací objekt, který odlehčí dešťové přívalové vody před ČOV přímo do toku, což je z hygienického hlediska velmi nevýhodné. Znečištění je možné eliminovat vložením dešťové zdrže před ČOV, kterou je možné následně přečerpávat do čistírny nebo dočišťovací nádrže s retenčním prostorem. Pro malé obce je toto řešení poměrně nákladné. [16]

Centrální čistírna odpadních vod bez kanalizace na svážené splaškové vody

Splaškové vody jsou akumulovány v jímkách jednotlivých domů a následně vyváženy do akumulační nádrže, z níž jsou čerpány na ČOV. V některých případech je nutné dávkování vápenného mléka do akumulační jímky. Navážené odpadní vody jsou vysoce organicky znečištěné. Jedná se zejména o parametry $CHSK_{Cr}$ a N_{celk} , které nevykazují tak vysokou únosnost čištění, jako u běžných způsobů čištění. Systém z tohoto důvodu není doporučován z dlouhodobého hlediska. [16]

Kombinovaný systém

Jedná se o kombinaci centrálního a skupinového řešení likvidace splaškových vod. V obci je jedna centrální čistírna, která pokrývá většinu území obce a jedna nebo více ČOV, které zajišťují části obce s nevhodnou konfigurací nebo oddělenou zástavbou.

System je navrhován až po ekonomické rozvaze, která stanoví tento systém jako výhodnější. [16]

Trvale obývané samoty, polosamoty, campiny a rekreační střediska

Jde o decentralizované nebo skupinové řešení likvidace odpadních vod. Malé objekty je možné řešit biologickými septiky nebo domovními ČOV, větší zdroje potom pomocí malé ČOV. Objekty je nutno řešit individuálně dle ekonomické rozvahy a požadavků na kvalitu vypouštěných odpadních vod. [16]

3.8.2 Technologie čistírny odpadních vod

Kategorie ČOV 2001 – 10 000 EO (městská čistírna odpadních vod) je tvořena v základním spektru následujícími technologickými a technickými částmi:

- Oddělovací komora nebo separátor – odděluje nadměrné průtoky naředěných odpadních a dešťových vod, před vtokem do čistírny;
- Lapák písku a šterku;
- Hrubé a jemné česle – k zachycení a odstranění plovoucích látek;
- Usazovací nádrž – nádrž, kde dochází k oddělení sedimentujících částic;
- Aktivační nádrž – biologické čištění odpadních vod;
- Dosazovací nádrž – zařízení k dosazení pevných látek před vypouštěním vyčištěné odpadní vody do recipientů;
- Měřicí zařízení vypouštěného množství vody z čistírny odpadních vod;
- Plynové a kalové hospodářství. [10]

Mechanické čištění

Jedná se o nejjednodušší způsob čištění odpadních vod pomocí separace znečišťujících látek prováděný obvykle ve dvou stupních. V prvním stupni dochází k oddělení hrubšího materiálu na česlích a v lapácích písku. Ve druhém stupni dochází k odstranění ostatních usaditelných látek sedimentací v usazovacích nádržích. Tímto postupem lze dosáhnout snížení obsahu organických látek v odpadních vodách o 30 %. [15]

Mechanické předčištění je obvykle tvořeno hrubými, jemnými česlemi a lapákem písku. Je nutné pravidelně odstraňovat z ručně stíraných česlí zachycené shrabky, aby nedocházelo ke vzdouvání vody před česlemi a zahánění shrabků na česlích. Také je nutná pravidelná kontrola dna žlabu pod česlemi. Z důvodu vzdouvání hladiny před česlemi může tento prostor nechtěně sloužit jako šterkový lapák. U strojně stíraných česlí je třeba zajistit pečlivou údržbu strojního zařízení a seřizování mechanismu na seškrabování tak, aby část shrabků nezůstávala viset na horní hraně česlí nebo seškrabovacího štítu. Lapák písku podstatně zlepšuje čistící proces, jelikož zabraňuje vniknutí písku do strojních součástí ČOV a nedochází ke znehodnocení písku a kalu (písek s kalem zvláště po delší době usazování vytváří poměrně pevnou a plastickou hmotu). U gravitačních čistíren

odpadních vod se lapák písku umísťuje před čistírenskými objekty vybavenými čerpadly. [4]

Primární čištění zařazené za objekty předčištění se u kategorie ČOV 500 – 2000 EO nenavrhuje. Usazovací nádrže se navrhují pro separaci a částečné zahuštění primárního nebo směsného kalu, to znamená další prostor pro vyhnívání. Malé ČOV si nemohou dovolit zábor dalšího místa. [4]

Biologické čištění

Objekty biologického čištění odpadních vod se zařazují v ČOV za objekty předčištění, nebo za primární usazovací nádrže. Mezi objekty biologického čištění řadíme:

- Biofilmové reaktory: biologické filtry, rotační biofilmové reaktory, biofilmové reaktory s ponořenou náplní;
- Rotační biofilmové reaktory;
- Aktivační nádrže. [9]

Biologické filtry jsou nádrže vyplněné kusovým materiálem, který je zkrápěn mechanicky předčištěnou odpadní vodou. Po určité době zpracování se na náplni vytvoří slizovitý povlak mikroorganismů. Princip čištění je biologický, nejedná se tedy v pravém slova smyslu o filtraci. Ke skrápění se nejčastěji používá tzv. Segnerovo kolo. Náplň filtru může být jakýkoliv materiál, který dostatečně vzdoruje mechanickému otírání, vlivu vlhkosti, chemickým vlivům a má drsný povrch. Jako náplň se nejčastěji používá šterk, vápenec, struska a v dnešní době především umělé hmoty. Umělohmotné náplně mají speciální úpravu s co největším povrchem a s co nejsnazší manipulací (obvykle se jedná o desky mřížovitého tvaru, bloky s definovanou velikostí otvorů). Náplně z umělých hmot mají přednosti spočívající zejména v jejich nízké hmotnosti, ve velkém specifickém povrchu, který umožňuje vyšší hydraulické zatížení v bezporuchovém provozu, jelikož nedochází k ucpávání náplně a také k úspoře elektrické energie. [34]

Biologické disky se skládají z kotoučů osazených v několika centimetrových vzdálenostech na pomalu se otáčející hřídeli. Kotouče jsou z plastických hmot. Při otáčení zasahují přibližně jednou polovinou do odpadní vody. Na biologickém povlaku vytvořeném na povrchu kotoučů dochází ke stejným pochodům, jako na náplni biologických filtrů. Za biologické disky musí být vždy zařazena dosazovací nádrž, v níž se oddělí biologický povlak uvolněný z disků od vyčištěné vody. Biologické disky se používají k čištění odpadních vod z malých aglomerací, max. do 5 000 obyvatel. [34]

Odpadní vody přiváděné k čištění v rotačním biofilmovém reaktoru musejí být mechanicky předčištěny. Konstrukční provedení reaktoru musí zabezpečit trvalé otáčení reaktoru. Rychlost otáčení nesmí způsobovat nedostatečné nebo nadměrné promývání tělesa reaktoru a nedostatečné nebo nadměrné odstranění přisedlé biomasy. Nesmí docházet k sedimentaci oddělené biomasy v prostoru biozóny. [9]

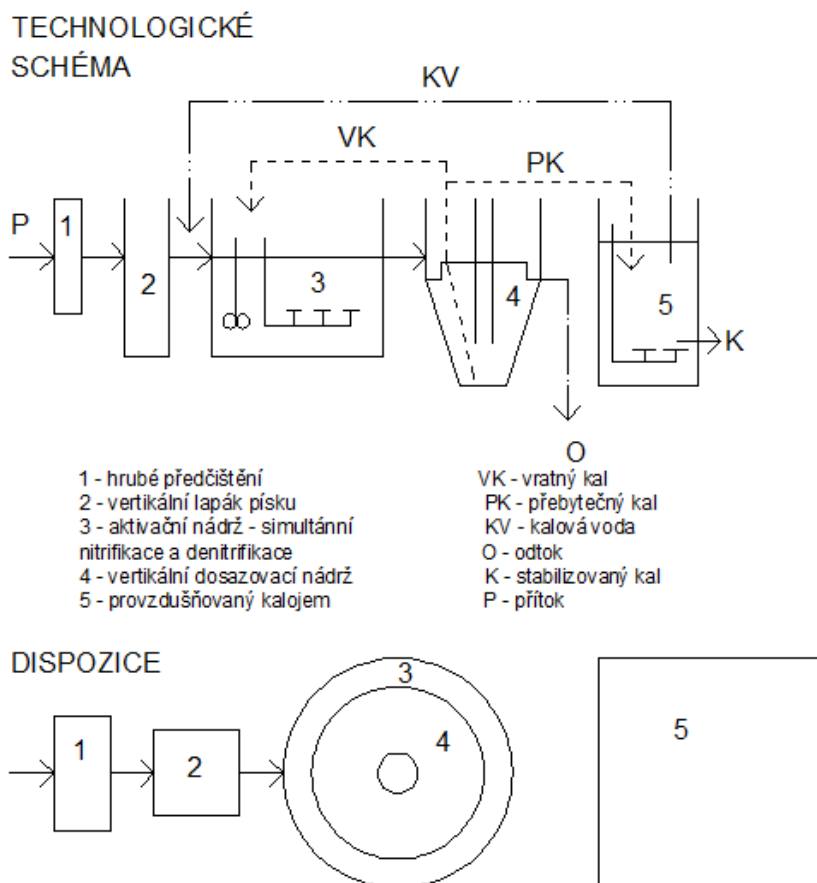
Aktivační nádrže se navrhují na základě požadované účinnosti odstranění organického znečištění, znečištění dusíkem a fosforem. Základními návrhovými parametry jsou stáří kalu a minimální teplota odpadních vod. Jednou z mnoha modifikací aktivačních nádrží je tzv. oběhová aktivace. Pro separaci aktivovaného kalu od vyčištěné vody jsou zařazeny dosazovací nádrže. [9]

Čistírna typu OMS Walter

Jedná se o modifikaci nízkozatěžované aktivace s aerobní stabilizací kalu, simultánní denitrifikací a biologickým odstraňováním fosforu. K provzdušňování aktivace je použita jemnobublinná aerace, pro usměrnění proudění je použito pomaluběžné míchadlo. Součástí technologické linky je i hrubé předčištění, které podle potřeby tvoří:

- Česlicový koš (do 1 000 EO);
- Strojně stírané česle (od 1 000 EO);
- Lapák písku a plovoucích nečistot. [16]

Kalové hospodářství je tvořeno kalojemem (od velikosti 1 500 EO provzdušňovaný) a podle požadavků i zahušťováním kalu. Po hrubém předčištění natéká odpadní voda do aktivační nádrže. Provoz aktivace je řízen kyslíkovou sondou. Po průchodu aktivací natéká aktivační směs do vertikální kruhové dosazovací nádrže, umístěné ve středu aktivační nádrže. Vyčištěná odpadní voda přepadá přes odtokové žlábký do odtoku. Kal usazený na dně dosazovací nádrže je čerpán zpět do kalojemu, kalová voda se odvádí do aktivace. Předností tohoto typu čistírny odpadních vod je krátká doba výstavby, vysoká provozní spolehlivost a schopnost pracovat při minimálním a maximálním zatížení. [16]



Obr. 3.1 Technologické schéma a dispozice čistíren OMS Walter [16]

Kalové hospodářství

Kal zachycený při čištění odpadních vod se zpracovává hygienicky nezávadným způsobem zahušťováním, aerobní stabilizací, anaerobní stabilizací, odvodňováním, na kalových polích, na kalových lagunách, vysoušením, chemickou úpravou, flokulací, kompostováním nebo jiným způsobem. Zahušťování kalu má následovat bezprostředně po jeho separaci. Doba potřebná pro zahuštění kalu sedimentací v uskladňovací nádrži pro oddělenou aerobní stabilizaci je od 3 do 4 hodin. Vyprodukovaný kal se stabilizuje aerobní nebo anaerobní stabilizací. Aerobní stabilizace kalu může probíhat jako součást čistícího procesu simultánně nebo odděleně. U ČOV do 10 000 EO se dává přednost aerobní stabilizaci. Způsob odvodňování kalu se volí podle velikosti čistírny odpadních vod. Výkon odvodňovacího zařízení musí být přizpůsoben objemu vyprodukovaného kalu tak, aby použitý způsob odvodňování byl účinný. Pokud jakost kalů odpovídá stanoveným požadavkům, doporučuje se přednostně jejich využívání v zemědělství jako kompostovaného substrátu nebo k přímému hnojení zemědělské půdy v souladu s příslušnými právními předpisy a technickými normami. [9]

3.8.3 Aplikace chemického srážení fosforečnanů na městské ČOV

Při čištění městských odpadních vod je fosfor odstraňován jako součást usaditelných suspendovaných látek v primárním kalu i jako součást biomasy v přebytečném biologickém kalu. V průběhu biologického čištění jsou polyfosforečnany hydrolyzovány na ortofosforečnany. Současně dochází k rozkladu organických sloučenin obsahujících fosfor a k jeho uvolnění ve formě fosforečnanů. Zbytkové koncentrace fosforu v organicky a biologicky čištěné vodě bývají kolem $0,1$ až $0,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. S výjimkou této nízké koncentrace tvoří hlavní podíl z celkového fosforu v odtoku z ČOV ortofosforečnany. Pro snížení jejich koncentrace se používají srážecí postupy. Pro srážení fosforečnanů z městských odpadních vod přicházejí v úvahu železité nebo hlinité soli (síran, chlorid), síran železnatý a vápno. [17]

Dávkování srážedel je možné do těchto míst průtočného profilu ČOV:

- Do lapáku písku (před - srážení) – vzniklá sraženina je odstraněna spolu s primárním kalem v usazovací nádrži;
- Do aktivací nádrže (simultánní srážení) – obvykle do poslední třetiny jejího koridoru. Tento způsob vede k lepší separovatelnosti aktivovaného kalu v dosazovací nádrži, a tím někdy k docílení lepších čistících účinků i v odstranění organického znečištění;
- Dávkování do biologicky vyčištěné odpadní vody (do - srážení) – je nejúčinnější a nejlépe regulovatelné, vyžaduje však koagulační nádrž a nádrž pro separaci vysráženého kalu nebo místo ní pískový filtr. Při dávkování je třeba především důkladného promísení srážedla s vodou, čehož se dosáhne intenzivním mícháním a následující flokulací, během níž se při pozvolném pohybu suspenze docílí vytvoření dobře separovatelných vloček. [17]

4 ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD VĚSTONICE

Čistírna odpadních vod Věstonice se nachází v katastrálním území obce Dolní Věstonice. Tato ČOV čistí odpadní vody z obcí Dolní Věstonice a Horní Věstonice. Zájmová oblast leží v oblasti významných archeologických a přírodních hodnot, v bezprostřední blízkosti lokálního biocentra Vysoká zahrada. Toto území spadá do ochranného pásma nadregionálního biokoridoru. [21]

Z hlediska produkce odpadních vod tvoří významnou skupinu producentů vinařské sklepy, které v sezóně zvýší hydraulické i látkové zatížení ČOV, a to i přesto, že kanalizační řád nedovoluje vypouštění odpadních vod z vinařství. Další produkce vzniká sezónním využíváním ubytovacích kapacit v soukromí i v penzionech. [21]

4.1 DOLNÍ VĚSTONICE

Obec Dolní Věstonice leží severně od Pálavských vrchů na jižním břehu Novomlýnských nádrží. Katastrální výměra obce je 8,76 km² v nadmořské výšce 174 m n. m. V obci žije 313 obyvatel (1. 1. 2016). V obci je rozšířeno vinařství již s tisíciletou tradicí. [25]

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1312. V 16. století se zde usadili novokřtění – habáni. Území obce bylo osídleno již od pravěku, tuto skutečnost dokazují četné archeologické nálezy zejména z doby lovců mamutů. Nejvýznamnějším archeologickým nálezem je plastika Věstonické Venuše, která byla nalezena v roce 1925. Naleziště Věstonické Venuše je od července 2008 zapsáno mezi Národní kulturní památky ČR. [25]

4.2 HORNÍ VĚSTONICE

Obec Horní Věstonice se nachází v okrese Břeclav na úpatí Pálavských vrchů. Katastr obce zaujímá rozlohu 7,86 km², do něj zasahuje i chráněná krajinná oblast Pálava, přírodní rezervace Věstonická nádrž a část národní přírodní rezervace Děvín. Obec se nachází v nadmořské výšce 210 m n. m., kde v současné době žije 433 obyvatel (1. 1. 2016). [26]



Obr. 4.1 Poloha obcí Horní Věstonice a Dolní Věstonice [zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?x=16.6234564&y=48.8846554&z=13&q=Doln%C3%AD%20v%C4%9Bstonice>
[ice\]](#)

4.3 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Místo:	Dolní Věstonice
OÚ:	Dolní Věstonice
Kraj:	Jihomoravský
Stavba:	ČOV Věstonice
Provozovatel vodního díla:	DSO Věstonice – likvidace odpadních vod, Dolní Věstonice
Generální projektant:	VH ateliér, spol. s. r. o., Lidická 960/81, Brno
Generální dodavatel:	METROSTAV, a. s., Koželužská 2246/5, Praha, divize 1, Brno
Dodavatel technologie:	ENVITES, spol. s. r. o., Vídeňská 117b, Brno [21]

V následující tabulce 4.1 je uvedena charakteristika ČOV Věstonice.

Tab. 4.1 Hydrotechnické údaje ČOV Věstonice [20]

Počet ekvivalentních obyvatel	1166 (dimenzování ČOV 2012 EO celkem dle látkového zatížení)	
Specifická potřeba vody	$0,14 \text{ m}^3 \cdot \text{EO}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ (vč. občan. vybavenosti)	
Specifická produkce znečištění	$60 \text{ g BSK}_5 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	
Denní přítok OV - Q_{24} (Q_p)	$195,43 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	
Denní přítok OV - Q_{24} (Q_p)	$2,26 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$	
Max. denní přítok OV - Q_d	$273,60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	
Max. denní přítok OV - Q_d	$3,17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$	
Max. hod. přítok OV - Q_h	$27,93 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	
Max. hod. přítok OV - Q_h	$7,76 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$	
Roční produkce odpadních vod Q_r	$32\,770 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ ($71\,332 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ max. vč. rekreace)	
Látkové zatížení celkové	$120,7 \text{ kg BSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$	
Celkové zatížení v BSK_5	$120,8 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$44,1 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$
Celkové zatížení v CHSK_{Cr}	$241,6 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$88,2 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$
Celkové zatížení v NL	$110,7 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$40,4 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$
Celkové zatížení v N – NH_4^+	$13,3 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$4,9 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$
Celkové zatížení v N_{celk}	$22,2 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$8,1 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$
Celkové zatížení v P_{celk}	$4,9 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$1,8 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$
Předpokládaná produkce kalu po odvodnění (suš. 20%)	$223 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$	
	$10 \text{ t} \cdot \text{rok}^{-1}$	
Recipient	slepé rameno řeky Dyje	
Číslo hydrologického pořadí	4-17-01-001	

4.4 FINANCOVÁNÍ ČOV VĚSTONICE

Celková cena areálu čistírny činí 51 586 033,06 Kč bez DPH. Financování stavby ČOV Věstonice se skládá z několika částí. Na stavbu byly čerpány dotace z fondů Evropské unie určených na životní prostředí. Tato dotace činila 85 % z celkové částky stavby. Ze státního rozpočtu České republiky dostaly obce dotaci ve výši 5 % a zbývajících 10 % si hradily obce z vlastních zdrojů. Těchto 10 % bylo poměrem rozděleno 41,86 % pro Dolní Věstonice a 58,14 % pro Horní Věstonice. [27]

Vzhledem k tomu, že stavba ČOV Věstonice byla spolufinancována fondy EU, je zde závazek obcí na 10-ti letou udržitelnost provozování. Dotace od EU ve výši 85 % z celkové ceny ČOV vychází v přepočtu na jednoho obyvatele 69 150,18 Kč. [27]

Předpokladem pro získání finančních prostředků na splacení provozu ČOV je výběr stočného od obyvatelstva. Zastupitelstvo obce rozhodlo o růstu stočného po dobu 10-ti let každé 2 roky v závislosti na inflaci. [27]

Pro přehlednější náhled na strukturu financování stavby ČOV Věstonice slouží následující tabulka 4.2.

Tab. 4.2 Struktura financování ČOV Věstonice [27]

85%	EU	43 848 128,10 Kč	→	41,86 %	→	2 159 391,34 Kč
5%	ČR	2 579 301,65 Kč		58,14 %	→	2 999 211,96 Kč
10%	obce H.V. + D.V.	5 158 603,31 Kč				
100%	CELKEM	51 586 033,06 Kč				

4.5 POPIS ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD VĚSTONICE

Objekt čistírny odpadních vod pro obce Dolní a Horní Věstonice se nachází cca 500 m od hlavní komunikace vedoucí do obce Dolní Věstonice. V následujících podkapitolách jsou popsány objekty ČOV včetně technologického zařízení.

4.5.1 Provozní budova

Jedná se o zděnou novostavbu s obdélníkovým tvarem, která je jednopodlažní a nepodsklepená. [21]

Slouží k řízení chodu čistírny, umístění dmychadel a pro mechanické předčištění kalových vod. V objektu se nachází místnost kalového hospodářství, dmyhárna, česlovna, velín, místo pro kontejner na odstředěný kal, šatna a sociální zařízení pro obsluhu ČOV. [21]



Obr. 4.2 Provozní budova ČOV [zdroj: Kovář]

Zařízení vzduchotechniky

Větrání dmýchárny je provedeno jako podtlakové s nuceným odvodem vzduchu. Přívod o celkovém množství vzduchu v objemu $6\,160\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ je zajištěn pod tlakem přes tlumiče hluku osazené za protidešťovou žaluzií. Odvod ohřátého vzduchu je zajištěn ventilátorem s krycí ochrannou mřížkou na sání. [21]

Systém ochrany před bleskem

Systém ochrany před bleskem je v areálu ČOV tvořen 2 systémy. Jedná se o vnější ochranu před bleskem a vnitřní ochranu před bleskem. [21]

Strojní předčištění

Odpadní voda z čerpací stanice je čerpána na strojní česle, které jsou umístěny v místnosti česlovny (místnost mechanického předčištění). Strojní česle jsou umístěny ve žlabu v budově čistírny odpadních vod. Šířka česlí je 400 mm, průlina česlic 3 mm a o parametrech 400 V, 50 Hz, 0,3 kW. Obtok je zajištěn žlabem o šířce 400 mm. Do žlabu česlí jsou přivedeny 3 výtlačná potrubí, dvě z čerpací stanice v areálu ČOV a jedno z Dolních Věstonic. [22]

Dmýchárna

Součástí budovy ČOV je dmýchárna, ve které jsou osazena dmýchadla Kubiček, pro selektor o výkonu $130\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$, pro aktivací nádrž dvě každé o výkonu $225\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ o parametrech 400 V, 50 Hz, o výkonu 3 kW a 11 kW, dále je zde umístěno dmyhadlo Kubiček o výkonu $50\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ pro kalojemy. [22]

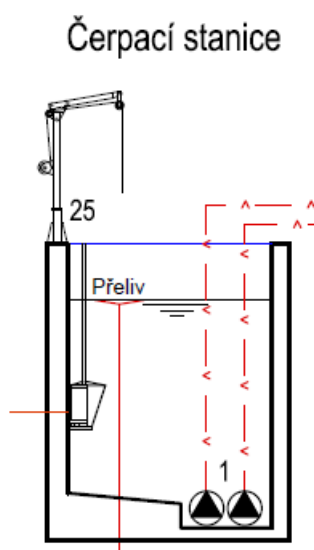
4.5.2 Čerpací stanice čistírny odpadních vod

Objekt čerpací stanice je navržen jako spouštěná studna o vnitřním průměru 3,0 m a konstrukční hloubky 7030 mm s tloušťkou stěny 500 mm. V jímce jsou osazena dvě kalová ponorná čerpadla o parametrech 400 V, 4,3 A, 50 Hz a 1,8 kW se spouštěcím zařízením pro čerpání splaškových vod a česlicový koš, na zákrytové desce je osazeno zvedací zařízení. Do čerpací stanice ústí přítokové potrubí PVC DN 300, z čerpací stanice je veden přepad DN 250. [21, 22]

Zastropení čerpací stanice je železobetonovou stropní deskou tl. 180 mm, ve které jsou provedeny vstupní a montážní otvory, opatřené poklopy z kompozitu do kompozitového rámu. [21]



Obr. 4.3 Čerpací stanice na ČOV [zdroj: Kovář]



Obr. 4.4 Výřez z technologického schéma - čerpací stanice na ČOV [23]

4.5.3 Lapák písku

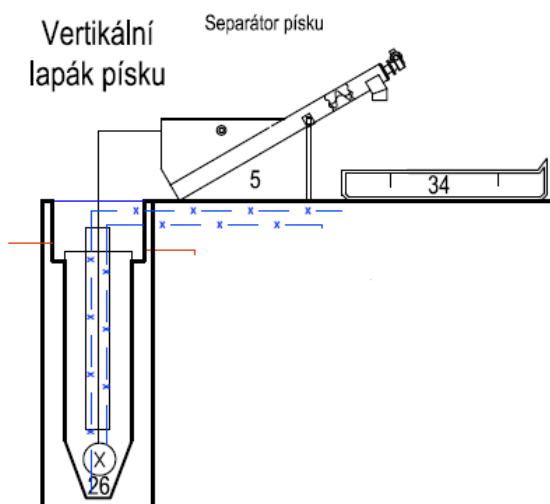
Lapák písku je koncipován jako kompaktní zařízení. Základ je tvořen vodotěsnou plastovou nádrží s technologickou vestavbou o průměru 600 mm. Nádrž je rozdělena na prostor uklidňovacího vtokového válce, prostor sedimentace, v jehož horní části je osazena mamutka, prostor akumulace, v jejíž spodní části je pneumatické rozplavovací zařízení.

Nádrž je kruhového průřezu s kónickým dnem. Rozplavovací zařízení, mamutka, přívod vzduchu i propojovací potrubí bude dodávkou technologie. [21]

Vedle lapáku písku je vybudován železobetonový žlab o vnitřních půdorysných rozměrech 2700 x 1200 mm s tloušťkou stěny 200 mm pro umístění separátoru písku. [21]



Obr. 4.5 Lapák písku [zdroj: Kovář]



Obr. 4.6 Výřez z technologického schéma - lapák písku [23]

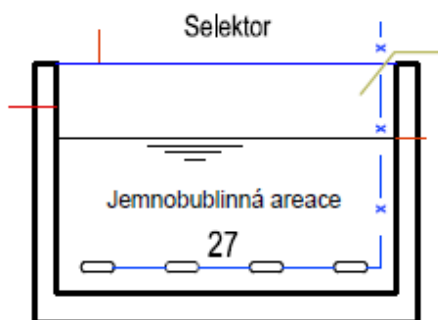
4.5.4 Selektorová nádrž

Selektorová nádrž je umístěna za lapákem písku před nátokem do aktivační nádrže. V selektoru mají probíhat biologické pochody pro nabuzení aktivovaného kalu. [21]

Jedná se o monolitickou železobetonovou obdélníkovou nádrž, ve které je osazeno technologické zařízení pro provzdušňování nádrže. Vnitřní půdorysné rozměry jsou 4000 x 1500 mm. Maximální hladina vody v objektu je 3,0 m pod hranou přítokového potrubí. Vtokové potrubí do nádrže je PVC DN 200. Odtokové potrubí je PVC DN 200, před kterým je osazeno vřetenové šoupátko pro obtok biologické jednotky přepadovým potrubím PVC DN 200 umístěným na boku selektoru. V rámci dodávky technologie je řešeno potrubí vzduchu a aerátory na dně nádrže. [21]



Obr. 4.7 Selektorová nádrž [zdroj: Kovář]



Obr. 4.8 Výřez z technologického schéma – selektor [23]

4.5.5 Biologická jednotka

Biologická jednotka BA je kompaktní zařízení, ve kterém jsou aktivace a dosazování sdružené do jediného stavebního objektu. [21]

Jedná se o monolitickou železobetonovou kruhovou nádrž, ve které je osazeno technologické zařízení pro aktivaci a dosazování. Vnitřní průměr nádrže je 12,4 m a světlá výška ode dna je 7,12 m. Objem aktivační nádrže je 620 m³. Objem dosazovací nádrže je 80 m³. Maximální hladina vody v objektu je 1,32 m pod horní hranou betonové konstrukce. Vtokové potrubí nádrže je PVC DN 200, odtokové potrubí je AL DN 200, které je součástí dodávky technologie. Dále v rámci dodávky technologie jsou umístěny potrubí vzduchu, přebytečného sekundárního kalu, kalové vody a prací vody z mikrosíta. [21]

Vzhledem k vysoké hladině podzemní vody na kótě cca 167,60 m n. m. je dno nádrže rozšířeno o 1,2 m. [21]

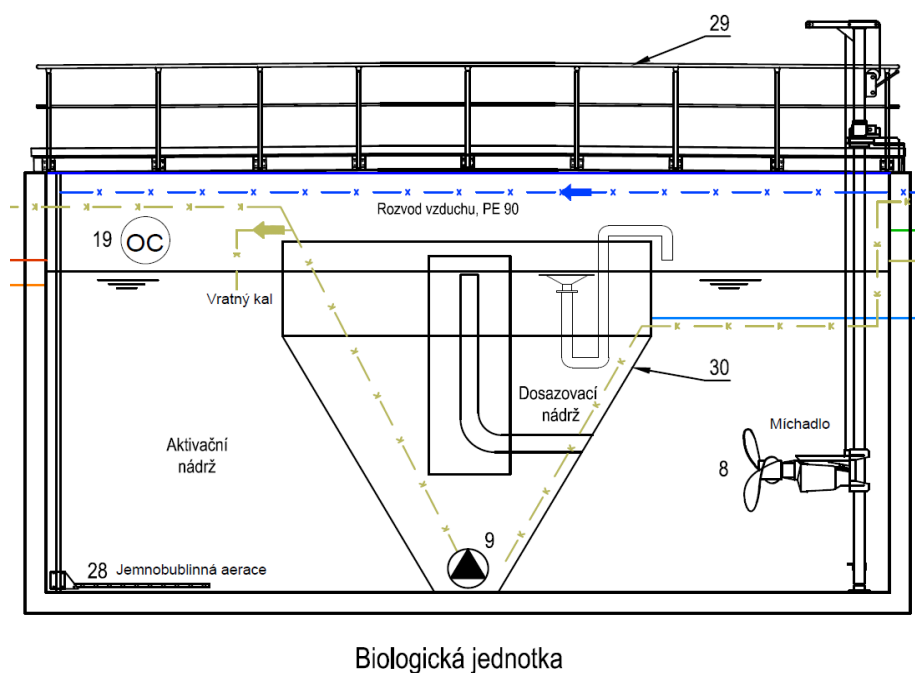
Horizontální promíchávání nádrže zajišťují dvě míchadla KSB o parametrech 400 V, 50 Hz, 0,8 kW a 1,6 kW. Vrtulová míchadla jsou umístěna v aktivační nádrži biologické jednotky. [22]



Obr. 4.9 Aktivační nádrž s dosazovací nádrží [zdroj: Kovář]

Chemické srážení fosforu

Pro dosažení požadované hodnoty celkového fosforu na odtoku je biologické čištění doplněno o chemické srážení. Toto chemické hospodářství je umístěno ve venkovním prostředí v sousedství biologické linky. Skládá se z temperované dávkovací stanice, ve které je osazeno dávkovací čerpadlo Grundfos. Součástí dodávky je i multifunkční pojistný a obtokový ventil, propoje, výtlak PE hadičkou a vstřikovací protilátkový ventil. Dávkovací stanice je vybavena samostatným rozvaděčem. Dále se skládá z dvouplášťové skladovací nádrže chemikálie o objemu 5 m³. Dávkování je prováděno do aktivační nádrže. [22]



Obr. 4.10 Výřez z technologického schéma - AN s vestavěnou DN [23]

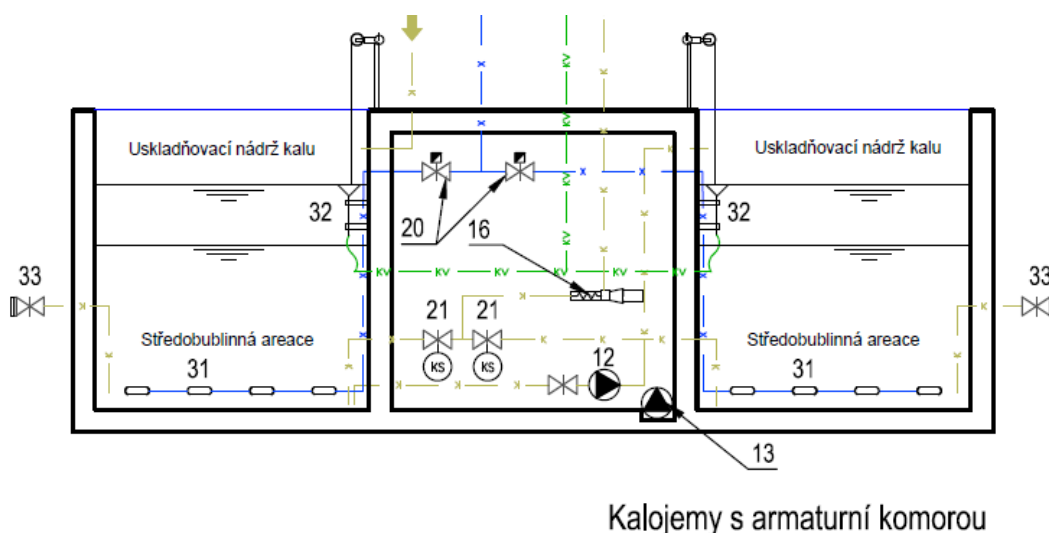
4.5.6 Kalojem

Součástí čistírny odpadních vod je kalojem, ve kterém dochází k zahuštění a stabilizaci kalu aerobní cestou. Jedná se o dvě monolitické železobetonové kruhové nádrže. Do kalojemu je přečerpáván kal z dosazovací nádrže objektu biologické jednotky BA. Kalová voda se vpouští zpět do biologické jednotky BA potrubím PE DN 90. Obsah kalojemu je promícháván vzduchem, dodávaným dmychadlem. [21]

Objekt kalojemu tvoří zdvojená železobetonová kruhová nádrž o vnitřním průměru 2 x 5,0 m a o síle stěn 0,35 m. Objem jednoho kalojemu je 70 m³. Mezi kruhovými nádržemi je umístěna armaturní komora s technologickým zařízením. Hloubka prostoru nádrže kalojemu je 4,45 m. Rozdíl hladiny od líce nádrže je 0,6 m. [21]



Obr. 4.11 Kalojem [zdroj: Kovář]

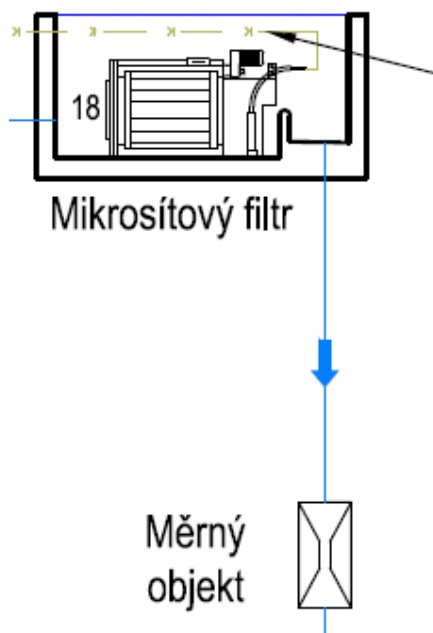


Obr. 4.12 Výřez z technologického schéma – kalojem [23]

4.5.7 Objekt mikrosíta

Objekt mikrosíta tvoří třetí stupeň čištění. Je tvořen bubnovým mikrosítovým filtrem umístěným za biologickou jednotkou BA v samostatném objektu. Objekt mikrosíta je tvořen železobetonovým žlabem. Umožňuje dosáhnout přísnějších parametrů na odtoku z čistírny, které jsou nutné vzhledem k recipientu slepého ramene řeky Dyje. [21]

Jedná se o monolitický železobetonový žlab o obdélníkovém vnitřním půdorysném rozměru 2550 x 710 mm, ve které je osazeno technologické zařízení mikrosíta. Maximální hladina vody před mikrosítem je v úrovni 0,5 m od dna nádrže, maximální hladinu při normální činnosti nalezneme ve výšce 0,44 m a minimální hladinu ve výšce 0,23 m ode dna. Přítokové a odtokové potrubí je v profilu PVC DN 250. V rámci dodávky technologie je umístěn objekt mikrosíta a potrubí prací vody z mikrosíta do biologické jednotky. [21]



Obrázek 4.13 Výřez z technologického schéma - mikrosítový filtr [23]

4.5.8 Kanalizace čistírny odpadních vod

Kanalizace v areálu čistírny odpadních vod zajišťuje trubní propojení jednotlivých objektů ČOV a vyústění vyčištěné odpadní vody do slepého ramene řeky Dyje. Veškeré splaškové vody z Horních Věstonic a Dolních Věstonic jsou přiváděny na čerpací stanici ČS ČOV. V rámci kanalizace ČOV je zhotoveno výtlačné potrubí z ČS ČOV od čerpadel ČS na objekt hrubého předčištění v budově čistírny. Mechanicky předčištěná odpadní voda je vedena z primárního stupně z provozní budovy do lapáku písku, který je sdružený s betonovým žlabem pro umístění separátoru písku. Z lapáku písku odpadní voda zbavená zrn a primárního kalu natéká potrubím do selektorové nádrže pro nabuzení aktivačních procesů. Následně propojovacím potrubím přitéká do biologické jednotky BA. Z dosazovacího prostoru vyčištěná voda proudí hliníkovým technologickým potrubím na objekt mikrosíta. Odkud vyčištěná odpadní voda teče potrubím PVC DN 250 do Parshallova žlabu. Dále je vyčištěná voda vedena kameninovým potrubím DN 400 až k výústnímu objektu. [21]

4.5.9 Měrný objekt

Měrná šachta s osazeným Parschallovým žlabem slouží k měření množství odtékající odpadní vody z celé ČOV. Samotné měření je prováděno ultrazvukovým senzorem Prosonic S FDU 90 Endress + Hauser jehož převodník je umístěn ve velínu. [22]



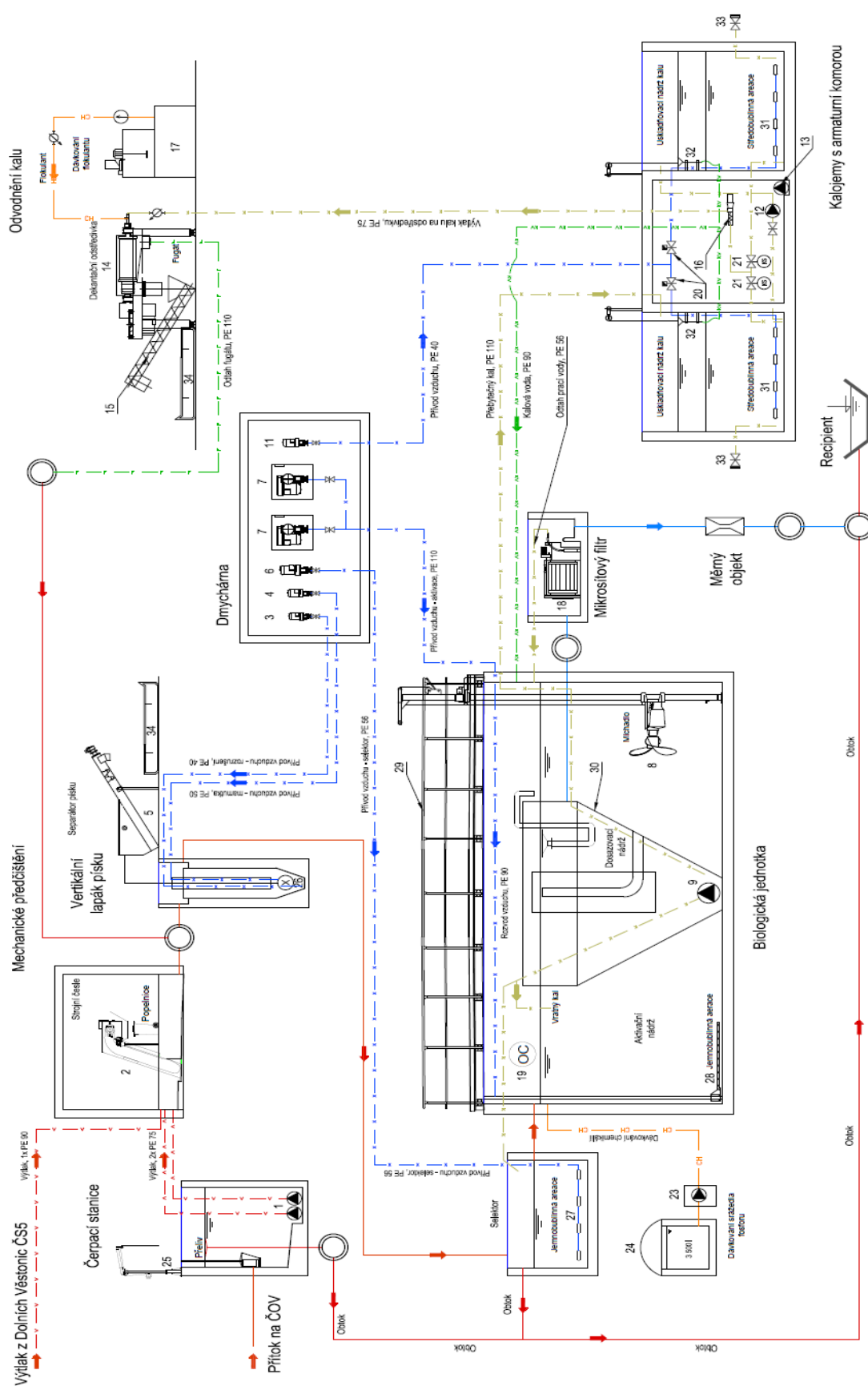
Obr. 4.13 Měrný objekt [zdroj: Kovář]

4.5.10 Výústní objekt

Jedná se o objekt monolitické konstrukce se šikmými bočními čely. Do výústního objektu je přivedeno odtokové potrubí z ČOV. [22]



Obr. 4.14 Výústní objekt [zdroj: Kovář]



Obr. 4.14 Technologické schéma ČOV Věstonice [23]

5 VYHODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU ČOV VĚSTONICE

V následující kapitole jsou posouzeny hydrotechnické údaje z projektové dokumentace s vypočtenými hodnotami dle aktuálních informací.

5.1 POSOUZENÍ HYDROTECHNICKÝCH ÚDAJŮ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD VĚSTONICE

Pro posouzení provozu čistírny odpadních vod pro sdružené obce Dolní a Horní Věstonice byly provedeny následující hydrotechnické výpočty. Jedná se o výpočet vstupních parametrů na základě, kterých jsou následně ověřeny výpočty objemů hlavních technologických částí ČOV Věstonice.

5.1.1 Přítoky od obyvatelstva

Pro vlastní výpočet bylo vycházeno z aktuálního počtu obyvatel k 1. 1. 2016 pro obě obce, pro které je ČOV Věstonice určena. Oproti projektové dokumentaci byla zvýšena specifická potřeba vody pro obyvatelstvo ze $110 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ na $120 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Zde se vycházelo z požadavku pro malé obce, kde se pohybuje specifická potřeba vody v rozmezí $50 - 120 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Hodnota byla zvolena, tak aby byl splněn požadavek celkové specifické denní potřeby $150 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$. Hodnoty přítoků z obou obcí jsou uvedeny v tabulce 5.1.

Tab. 5.1 Přítoky od obyvatelstva

DOLNÍ VĚSTONICE	PO =	313	osob
	$q_{\text{sp,obyt.}} =$	120	$\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
	$q_{\text{sp,vybav.}} =$	30	$\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
	$Q_{\text{d,1}} =$	47,0	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
HORNÍ VĚSTONICE	PO =	433	osob
	$q_{\text{sp,obyt.}} =$	120	$\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
	$q_{\text{sp,vybav.}} =$	30	$\text{l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
	$Q_{\text{d,2}} =$	65,0	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
$Q_{\text{d,1+2}} =$		111,9	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$

5.1.2 Přítoky z turistické sezóny

Při výpočtu přítoků na ČOV z turistické sezóny bylo vycházeno z údajů z obecního úřadu o počtu ubytovacích zařízení a jejich kapacitách. Dále se v obci nachází chatová oblast, ve které většina majitelů pobývá celý rok i přes skutečnost, že nejsou hlášeni k trvalému pobytu v obcích Dolní Věstonice nebo Horní Věstonice. Proto byla tato skutečnost zohledněna ve výpočtu. Hodnoty vypočtených přítoků jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Tab. 5.2 Přítoky z turistické sezóny

DOLNÍ VĚSTONICE	$P_{\text{lůžek}} =$	270	-
	$P_{\text{osob}} =$	190	osob
	$q_{\text{sp,penziony}} =$	180	$l \cdot \text{lůž.}^{-1} \cdot d^{-1}$
	$q_{\text{sp,chaty}} =$	80	$l \cdot \text{os}^{-1} \cdot d^{-1}$
	$k_{\text{obsazenost}} =$	0,7	-
	$Q_{d,3} =$	44,66	$m^3 \cdot d^{-1}$
HORNÍ VĚSTONICE	$P_{\text{lůžek}} =$	116	-
	$P_{\text{osob}} =$	100	osob
	$q_{\text{sp,penziony}} =$	180	$l \cdot \text{lůž.}^{-1} \cdot d^{-1}$
	$q_{\text{sp,chaty}} =$	80	$l \cdot \text{os}^{-1} \cdot d^{-1}$
	$k_{\text{obsazenost}} =$	0,7	-
	$Q_{d,4} =$	20,2	$m^3 \cdot d^{-1}$
$Q_{d,3+4} =$		64,9	$m^3 \cdot d^{-1}$

5.1.3 Přítoky z vinařství

ČOV Věstonice se nachází v Jihomoravském kraji, jak již bylo zmíněno, který patří k významným vinařským oblastem v České republice. Je tedy potřeba zohlednit i přítoky během vinařské sezóny. V katastrálním území Dolních Věstonic se nachází 90 ha vinařských ploch a do katastrálního území Horních Věstonic spadá 150 ha vinařských ploch. Další parametry byly voleny po konzultaci s projektantem na základě metodiky pro vinařské vody. Hodnoty přítoků během vinařské sezóny jsou znázorněny v tabulce 5.3.

Tab. 5.3 Přítoky z vinařství

DOLNÍ VĚSTONICE	$P_{\text{vinic}} =$	90	ha
	$k_{\text{vinař.plocha}} =$	0,3	-
	$q_{\text{sp,hektar}} =$	450	$l \cdot \text{ha}^{-1}$
	$Q_{d,5} =$	12,15	$m^3 \cdot d^{-1}$
HORNÍ VĚSTONICE	$P_{\text{vinic}} =$	150	ha
	$k_{\text{vinař.plocha}} =$	0,3	-
	$q_{\text{sp,hektar}} =$	450	$l \cdot \text{ha}^{-1}$
	$Q_{d,6} =$	20,25	$m^3 \cdot d^{-1}$
$Q_{d,5+6} =$		32,4	$m^3 \cdot d^{-1}$

5.1.4 Znečištění BSK₅

V tabulce 5.4 je výpočet znečištění biochemické spotřeby kyslíku pro jednotlivé skupiny znečišťovatelů. Při výpočtu byla zvolena legislativou určená hodnota pro specifické znečištění $BSK_5 = 60 \text{ g} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

Tab. 5.4 Znečištění pro ukazatel BSK₅

DOLNÍ VĚSTONICE	$\text{spd}_{\text{obyvatelstvo}} =$	18,8	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
	$\text{spd}_{\text{turistika}} =$	19,3	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
	$\text{spd}_{\text{vinařství}} =$	25,9	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
HORNÍ VĚSTONICE	$\text{spd}_{\text{obyvatelstvo}} =$	26,0	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
	$\text{spd}_{\text{turistika}} =$	9,1	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
	$\text{spd}_{\text{vinařství}} =$	43,2	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
$\sum \text{spd}_{\text{obyvatelstvo}} =$		44,8	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
$\sum \text{spd}_{\text{turistika}} =$		28,4	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
$\sum \text{spd}_{\text{vinařství}} =$		69,1	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$

Tabulka 5.5 ukazuje kombinace látkového a hydraulického znečištění, následně stanovení počet ekvivalentních obyvatel. Látkové zatížení nastane při kombinaci od obyvatelstva a vinařské sezony. Hydraulické zatížení pak nastane při kombinaci od obyvatelstva a turistické sezony. Látkové zatížení je srovnatelné s návrhovou hodnotou z projektové dokumentace. Počet ekvivalentních obyvatel je nižší v porovnání s návrhovými hodnotami dle projektové dokumentace, které jsou uvedeny v tabulce 5.5. Podle EO dle projektové dokumentace se řadí ČOV Věstonice do kategorie 2001 – 10 000 EO. Vlastní výpočet i přes zvýšenou specifickou potřebu vody pro obyvatelstvo řadí tuto čistírnu do kategorie 500 – 2000 EO. Tuto skutečnost lze vysvětlit žádanou turistickou destinací, kde je obtížné stanovit přesný počet turistů a stejně tak není jednoduché dopředu odhadnout vinařskou kampaň. Výpočet je proveden na přesný počet obyvatel, který je aktuální k datu 1. 1. 2016. Sledované ukazatele na odtoku jsou dány legislativou pro ČOV v kategorii 2001 – 10 000 EO, zároveň tato kategorie je přísnější i kvůli oblasti, kde se ČOV nachází. Odtok vyčištěné OV je do slepého ramene řeky Dyje v blízkosti vodní nádrže Nové Mlýny.

Tab. 5.5 Kombinace látkového a hydraulického zatížení a stanovení počet EO

$\sum \text{spd}_{\text{obyv.}+\text{vinař.}} =$	113,9	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
$\sum \text{spd}_{\text{obyv.}+\text{turist.}} =$	73,2	$\text{kgBSK}_5 \cdot \text{d}^{-1}$
$\text{EO}_{\text{obyv.}+\text{vinař.}} =$	1898	EO
$\text{EO}_{\text{obyv.}+\text{turist.}} =$	1219	EO

Pro obě obce bylo vypočteno množství odpadních vod za rok. V tabulce 5.6 jsou vypočteny množství OV bez uvažování balastních vod. Tabulka 5.7 stanovuje množství přitékajících odpadních vod na ČOV s uvažováním balastních vod. Balastní vody byly uvažovány 5 % z Q_{24} . Výpočet stanovuje předpoklad, že na ČOV bude přitékat z obou obcí dohromady 67 749 m³ odpadních vod. Projektová dokumentace předpokládá, že bude přitékat 71 332 m³ odpadní vody včetně turistické sezóny.

Tab. 5.6 Stanovení přítoků pro jednotlivé obce (bez balastních vod)

DOLNÍ VĚSTONICE			HORNÍ VĚSTONICE		
$Q_{24} =$	91,6	m³·d⁻¹	$Q_{24} =$	85,2	m³·d⁻¹
$Q_{24} =$	1,06	l·s ⁻¹	$Q_{24} =$	0,99	l·s ⁻¹
$k_d =$	1,4	-	$k_d =$	1,4	-
$k_h =$	2,4	-	$k_h =$	2,5	-
$Q_d =$	128,3	m ³ ·d ⁻¹	$Q_d =$	119,2	m ³ ·d ⁻¹
$Q_d =$	1,48	l·s ⁻¹	$Q_d =$	1,38	l·s ⁻¹
$Q_h =$	9,2	m ³ ·h ⁻¹	$Q_h =$	8,9	m ³ ·h ⁻¹
$Q_h =$	2,5	l·s ⁻¹	$Q_h =$	2,5	l·s ⁻¹
$P_{dn\ddot{u},ob\ddot{y}v.} =$	365	d	$P_{dn\ddot{u},ob\ddot{y}v.} =$	365	d
$P_{dn\ddot{u},l\acute{e}to} =$	120	d	$P_{dn\ddot{u},l\acute{e}to} =$	120	d
$P_{dn\ddot{u},vina\ddot{r}.} =$	60	d	$P_{dn\ddot{u},vina\ddot{r}.} =$	60	d
$Q_{rok} =$	33 438	m³·rok⁻¹	$Q_{rok} =$	31 086	m³·rok⁻¹

Tab. 5.7 Přítoky na ČOV s balastními vodami

$Q_{24} =$	176,8	m³·d⁻¹
$Q_{24} =$	2,0	l·s ⁻¹
BAL	5	%
$Q_{BAL} =$	8,8	m ³ ·d ⁻¹
$Q_{24} =$	185,6	m ³ ·d ⁻¹
$Q_{24} =$	2,1	l·s ⁻¹
$Q_d =$	259,9	m ³ ·d ⁻¹
$Q_h =$	26,5	m ³ ·h ⁻¹
$Q_{rok} =$	67 749	m³·rok⁻¹

5.1.5 Aktivační nádrž s vsazenou dosazovací nádrží

Návrh aktivační nádrže je proveden na 24 hodinový přítok $Q_{24} = 176,78 \text{ m}^3$. Ve výpočtu objemu nádrže je uvažováno 40 % snížení látkového zatížení a koncentrace BSK₅. V tabulce 5.8 je patrné velmi vysoké procento účinnosti čistícího procesu, které splňuje podmínky dané legislativou.

Tab. 5.8 Výpočet účinnosti ČOV Věstonice

$Q_{24 N} =$	176,78	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
$V_{\text{potř.}} =$	790,83	m^3
$B_x =$	0,06	$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
$B_v =$	0,18	$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
$B_v =$	0,144	$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
$f_o =$	0,8	-
$X =$	3	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
$\Theta =$	24	h
$\text{COBSK}_5(60\%) =$	387	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$
$\Sigma \text{Sdp}_{(60\%)} =$	68,33	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$
$W_s =$	1138,8	kg
$\Theta_x =$	27,52	d
$V_{\text{kal}} =$	41,37	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$
$E_{\text{CAN}} =$	96,38	%

Vypočtený objem aktivační nádrže $618,07 \text{ m}^3$ je téměř srovnatelný s projektovou dokumentací, kde je objem 620 m^3 . Jedná se o objem bez vsazené dosazovací nádrže, která má vypočtený objem 79 m^3 , oproti projektové dokumentaci, kde je její objem 80 m^3 . Výpočty objemů biologické jednotky (aktivační nádrže s vsazenou dosazovací nádrží) jsou uvedeny v tabulkách 5.9, 5.10 a 5.11.

Tab. 5.9 Výpočet obejmu AN

$h =$	5,8	m
$D =$	12,4	m
$n =$	1	ks
$S =$	120,8	m^2
$V_{\text{AN+DN}} =$	700,4	m^3
$V_{\text{AN}} =$	618,07	m^3

Tab. 5.10 Vstupní údaje pro návrh rozměrů DN

$Q_{hN} =$	26,5	$m^3 \cdot h^{-1}$
NL=	5	$kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$
X1=	1	%
T=	18	$^{\circ}C$
X=	4	$kg \cdot m^{-3}$
R=	0,66	-
KI=	120	$ml \cdot g^{-1}$
u=	1,6	$m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$
$\Theta =$	1,8	h

Tab. 5.11 Výpočet výšky a objemu DN

$h_1 =$	0,5	m
$h_2 =$	1,95	m
$h_3 =$	0,86	m
$h_4 =$	0,94	m
D =	4,7	m
d =	0,5	m
h =	4,55	m
$S_{DNSK} =$	17,3	m^2
$V_{DN} =$	79,0	m^3

5.1.6 Kalojem

V tabulkách 5.12 a 5.13 jsou uvedeny údaje pro návrh rozměru a objemu kalojenu. Výpočty bylo dosaženo objemu $69,8 m^3$, což je téměř srovnatelné s projektem skutečného provedení stavby. Na ČOV Věstonice jsou dva totožné kalojemy spojené armaturní komorou. Dle projektové dokumentace je objem jednoho kalojenu $70 m^3$.

Tab. 5.12 Vstupní údaje pro návrh kalojenu

$Sdp_{BSK5} =$	73,15	$kg \cdot d^{-1}$
$NL_{AN} =$	104,4	$kg \cdot d^{-1}$
$\Sigma Sdp_{AN} =$	68,3	$kg \cdot d^{-1}$
$S_{dp1} =$	5,9	$kg \cdot d^{-1}$
$\Theta_x =$	20	d
F =	1,35	-

Tab. 5.13 Výpočet objemu kalojemu

$\Delta S_{dpAN} =$	62,4	$\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$
$Y_{OBS} =$	1,09	$\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$
$X =$	3,50	%
$P_{BK} =$	67,87	$\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$
$V_{BK} =$	1,94	$\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$
$V =$	38,79	m^3
$D =$	4,60	m
$H =$	4,20	m
$V_{KJ} =$	69,80	m^3

5.1.7 Shrnutí

Objemy jednotlivých technologických částí na ČOV Věstonice vychází ve vlastním výpočtu vzhledem k podobnému množství odpadních vod obdobně jako v projektové dokumentaci. Ve vlastním výpočtu byla zvolena vyšší specifická potřeba na obyvatele za den. Vlastní výpočet vychází z aktuálních dat a získaných informací v době zkušebního provozu oproti vstupním hodnotám při tvorbě projektu před 6 lety. V následující tabulce 5.14 jsou znázorněny objemy aktivací a dosazovací nádrže a kalojemu.

U přítoků na ČOV je rozdíl ve vlastním výpočtu oproti projektové dokumentaci menší. Zde také bylo vycházeno z aktuálních vstupních údajů a informací pro porovnání s projektem. V tabulce 5.14 jsou uvedeny hodnoty přítoků z projektové dokumentace a vlastního výpočtu.

Oba porovnávané údaje jsou akceptovatelné s původním návrhem ČOV z projektové dokumentace a provozního řádu.

Tab. 5.14 Porovnání vypočtených údajů s projektem

	ČOV - projekt	ČOV - vlastní výpočet
objemové zatížení	$V_{AN} = 620 \text{ m}^3$	$V_{AN} = 618,07 \text{ m}^3$
	$V_{DN} = 80 \text{ m}^3$	$V_{DN} = 79,0 \text{ m}^3$
	$V_{KJ} = 70 \text{ m}^3$	$V_{KJ} = 69,8 \text{ m}^3$
hydraulické zatížení	$Q_{24} = 195,43 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$	$Q_{24} = 176,8 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$
	$Q_d = 273,6 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$	$Q_d = 259,9 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$
	$Q_h = 27,73 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$	$Q_h = 26,5 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

5.2 POSOUZENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD VĚSTONICE

V této kapitole je popsán a vyhodnocen zkušební provoz čistírny odpadních vod pro sdružené obce Dolní Věstonice a Horní Věstonice. Zkušební provoz odpovídá ročnímu provozu, který byl zahájen v měsíci srpnu v roce 2015 a byl ukončen v měsíci červenci v roce 2016.

Vzhledem k zahájení provozu ČOV Věstonice v období, kdy se teprve začalo s napojováním obyvatel na splaškovou kanalizaci, dochází z tohoto důvodu k postupnému růstu látkového i hydraulického zatížení. Hodnoty látkového i hydraulického zatížení jsou vyjádřeny průměrnou hodnotou za celé období ročního zkušebního provozu, tak, aby se co nejlépe přiblížily budoucímu plnohodnotnému provozu, na který je čistírna projektována.

5.2.1 Látkové zatížení

V období ročního zkušebního provozu byly sledovány a vyhodnoceny jednotlivé ukazatele látkového zatížení na přítoku a odtoku. V každém měsíci probíhal odběr vzorků odpadní vody ve dvou profilech. Prvním profilem pro odběr vzorku na přítoku na ČOV byl žlab strojních česlí. Druhým profilem byl měrný objekt na odtoku z ČOV.

V následujících tabulkách 5.15 a 5.16 jsou uvedeny množství odpadních vod na odtoku z ČOV Věstonice v období zkušebního provozu. Dále jsou zde uvedeny koncentrace požadovaných ukazatelů, které byly ve zkušebním provozu laboratorně vyhodnoceny a sledovány, jak na přítoku, tak i na odtoku z ČOV.

Tab. 5.15 Látkové znečištění na přítoku na ČOV Věstonice [24]

DATUM	odtok z ČOV	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	N-NH ₄	N - celk.	P - celk.
	m ³ ·d ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹
srpen 15	37,1	306	74	1390	29,5	53,2	7,4
září 15	47,0	768	282	412	97,5	119,0	10,7
říjen 15	43,1	606	281	368	31,7	47,1	7,5
listopad 15	71,7	384	203	235	38,2	45,5	6,7
prosinec 15	62,9	1120	632	368	63,5	99,3	10,9
leden 16	66,2	1040	545	396	67,3	97,4	10,6
únor 16	70,6	684	375	186	78,6	88,0	14,3
březen 16	124,7	1240	582	630	82,7	108,0	14,7
duben 16	173,4	1220	532	595	81,9	124,0	16,6
květen 16	191,8	1250	765	545	137,0	190,0	21,6
červen 16	176,1	1530	806	408	69,0	107,0	12,5
červenec 16	186,0	1630	974	396	67,9	101,0	13,0
PRŮMĚR	104,2	981,5	504,3	494,1	70,4	98,3	12,2
MIN	37,1	306,0	74,0	186,0	29,5	45,5	6,7
MAX	191,8	1630,0	974,0	1390,0	137,0	190,0	21,6

Tab. 5.16 Látkové znečištění na odtoku na ČOV Věstonice [24]

DATUM	odtok z ČOV	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	N-NH ₄	N - celk.	P - celk.
	m ³ ·d ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹	mg·l ⁻¹
srpen 15	37,1	31,3	1,7	2,0	0,14	44,20	3,94
září 15	47,0	42,9	1,5	4,0	0,24	38,20	3,66
říjen 15	43,1	21,8	7,1	2,0	0,27	3,09	6,30*
listopad 15	71,7	12,5	6,2	2,0	1,83	9,83	2,70
prosinec 15	62,9	29,3	3,3	4,0	0,16	7,22	1,24
leden 16	66,2	29,1	2,5	4,0	0,46	5,68	1,61
únor 16	70,6	33,8	1,8	4,0	0,33	5,82	2,30
březen 16	124,7	21,6	2,9	2,0	0,10	10,40	0,28
duben 16	173,4	25,8	3,4	4,0	0,94	36,90	1,03
květen 16	191,8	11,1	2,6	2,0	0,0	17,50	0,58
červen 16	176,1	23,8	4,2	4,0	0,7	22,50	1,08
červenec 16	186,0	31,8	2,7	4,0	0,61	2,91	3,10
PRŮMĚR	104,2	26,2	3,3	3,2	0,5	17,0	2,0
MIN	37,1	11,1	1,5	2,0	0,0	2,9	0,3
MAX	191,8	42,9	7,1	4,0	1,8	44,2	3,9

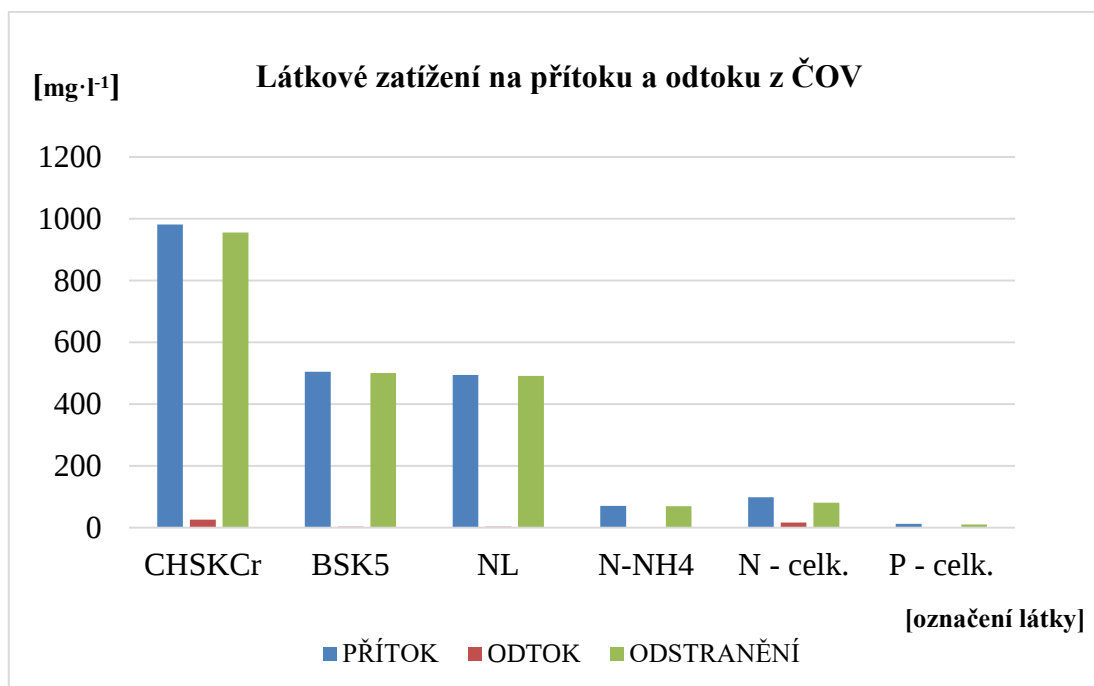
* porucha zařízení

Na grafu 5.1 je porovnání látkového zatížení na přítoku a odtoku a je zde patrná vysoká účinnost čistícího procesu. V tabulce 5.17 jsou uvedeny limity sledovaných ukazatelů znečištění dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., které jsou splňovány.

Tab. 5.17 Limity pro vypouštění znečištění do povrchových vod dle NV č. 401/2015 Sb. [6]

ukazatel znečištění	p [$\text{m}\cdot\text{l}^{-1}$]	m [$\text{m}\cdot\text{l}^{-1}$]
CHSK _{Cr}	120	170
BSK ₅	25	50
NL	30	60
N - NH ₄ ⁺	15	30
P _{celk}	3	8

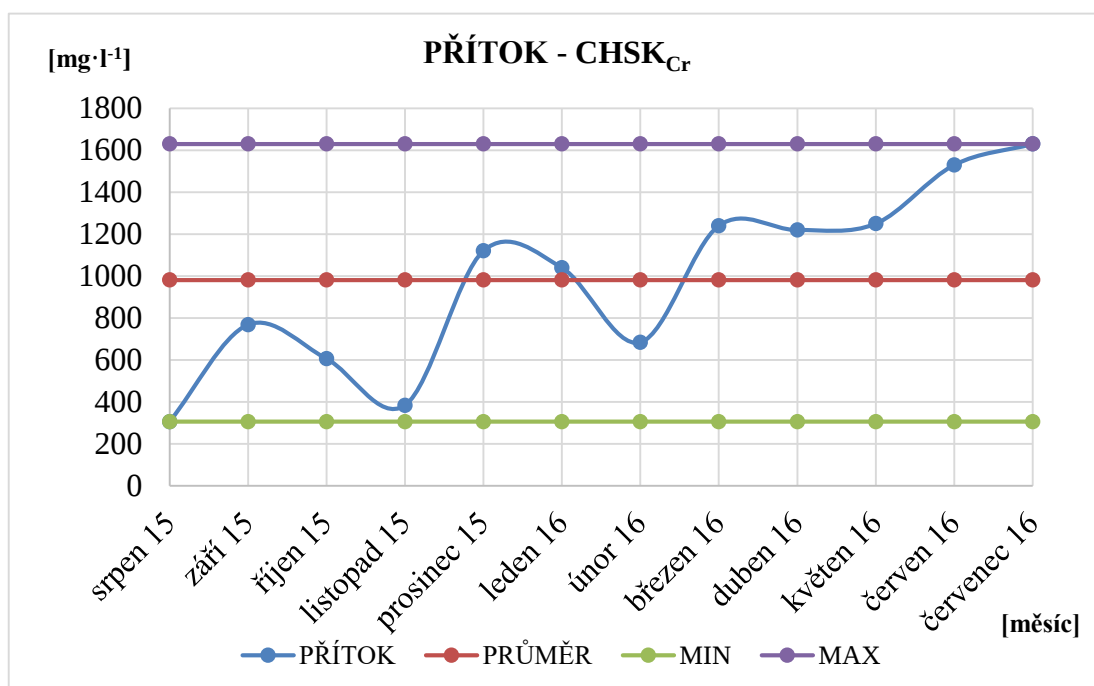
Graf. 5.1 Porovnání látkového znečištění na přítoku a odtoku z ČOV



Sledovaná čistírna odpadních vod Věstonice, jak již bylo uvedeno, spadá dle platné legislativy do kategorie čistíren odpadních vod pro 2 001 - 10 000 ekvivalentních obyvatel. Na následujících grafech jsou vyhodnoceny hodnoty látkového zatížení pro parametry, které ukládá Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. pro tuto kategorii ČOV.

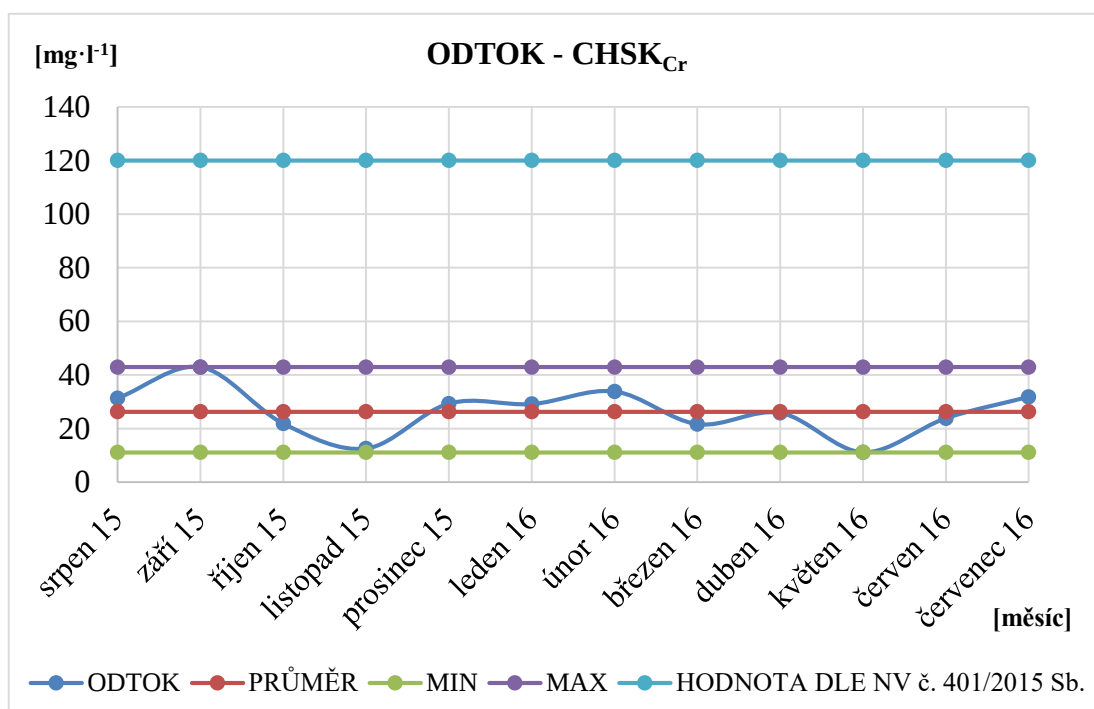
Návrhová hodnota chemické spotřeby kyslíku je $241,6 \text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$. Průměrná hodnota látkového zatížení ze zkušebního provozu je $981,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ z průměrného denního množství odpadní vody $104,2 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$, což odpovídá $122,2 \text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$, resp. 24,62 % z projektované kapacity.

Graf. 5.2 CHSK_{Cr} na přítoku ČOV



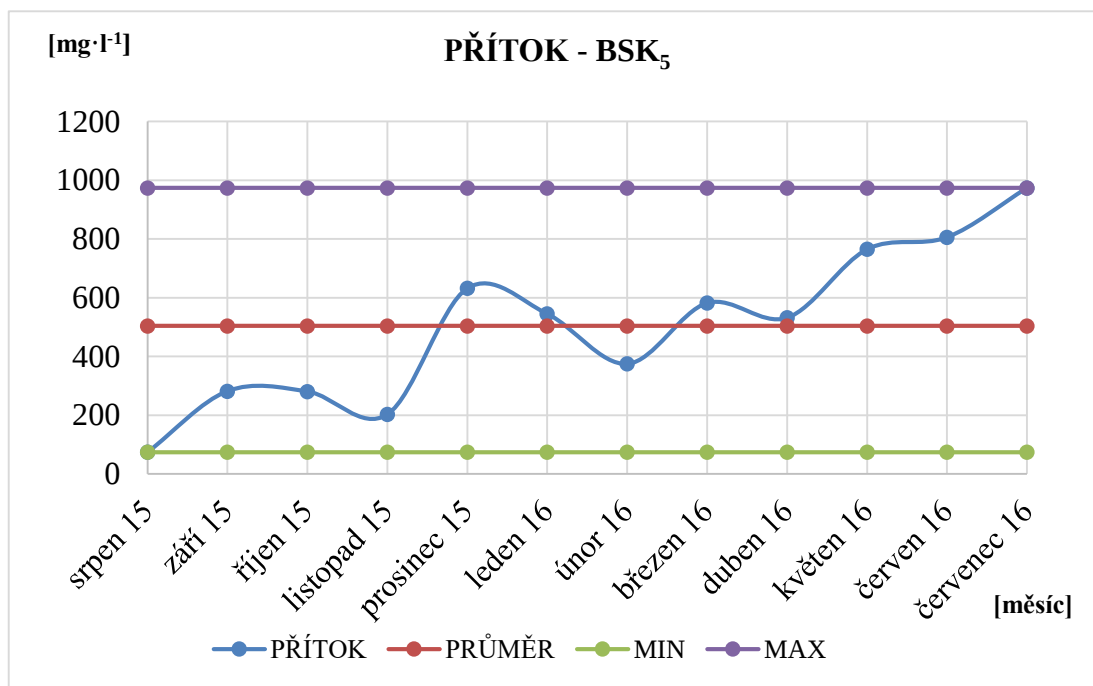
Průměrná hodnota CHSK_{Cr} na odtoku činí 26,2 mg·l⁻¹, max. = 42,9 mg·l⁻¹, přípustná hodnota dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je 120 mg·l⁻¹ (max. = 180 mg·l⁻¹). Hodnoty na odtoku z ČOV nebyly překročeny. Je zde značná rezerva mezi skutečným odtokem a přípustnou hodnotou. A také je patrná vysoká účinnost čistícího procesu ČOV.

Graf. 5.3 CHSK_{Cr} na odtoku z ČOV



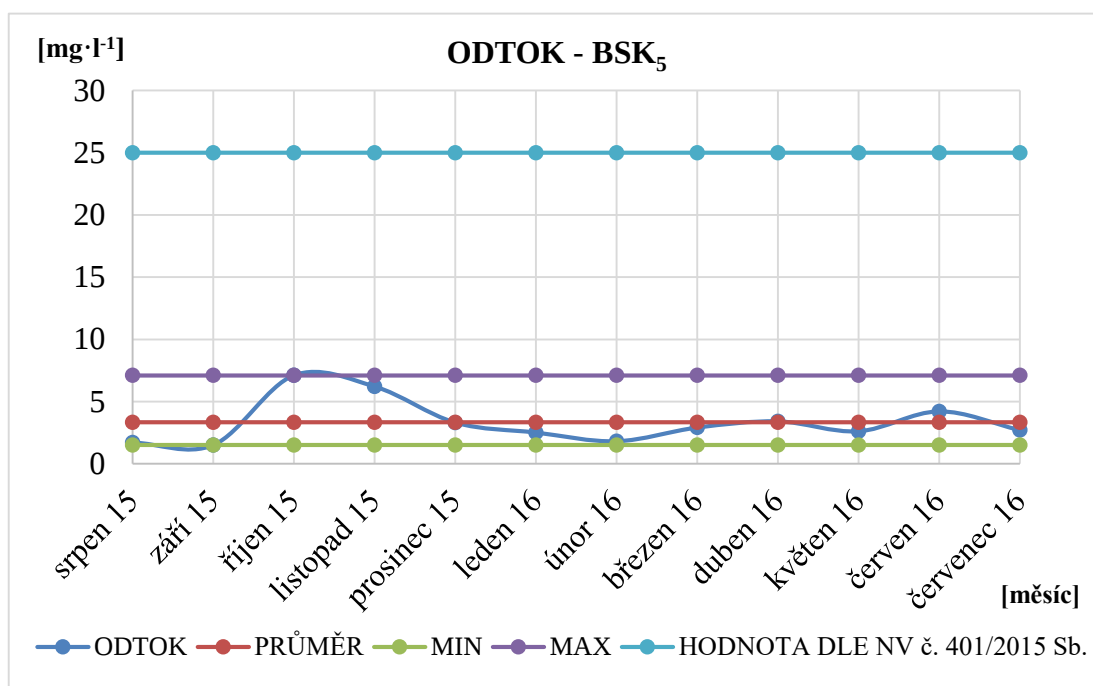
Návrhová hodnota biochemické spotřeby kyslíku je $120,8 \text{ kg} \cdot \text{den}^{-1}$. Následující grafy 5.4 a 5.5 znázorňují koncentraci ukazatele BSK_5 na přítoku a odtoku z ČOV, kde je vidět, že v období zkušebního provozu na přítoku narůstá a na odtoku naopak klesá. Průměrná hodnota na přítoku činí $504,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ z průměrného množství odpadní vody $104,2 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, to odpovídá $64,9 \text{ kg} \cdot \text{den}^{-1}$, resp. 53,73 % z projektované kapacity.

Graf. 5.4 BSK_5 na přítoku ČOV



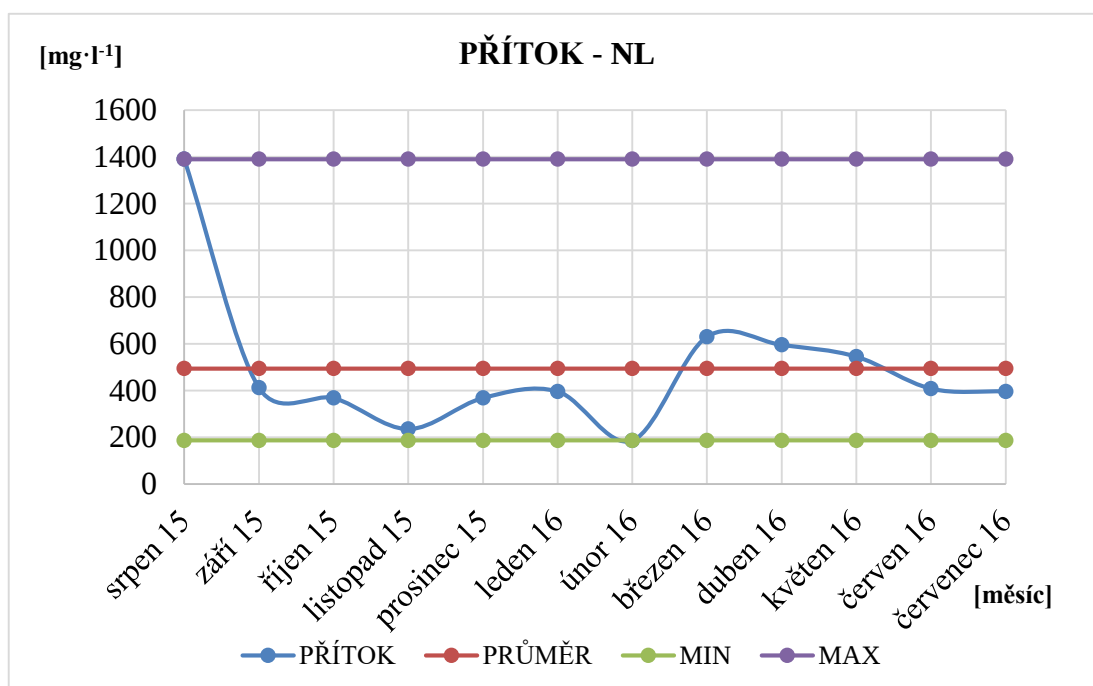
Na odtoku je vidět výrazná rezerva oproti hodnotě stanovené vodoprávním úřadem dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.. Průměrná hodnota na odtoku činí $3,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, maximální hodnota $7,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Přípustná hodnota dle legislativy je $25 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a maximálně přípustná hodnota je $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. I v tomto případě nebyly hodnoty BSK_5 překročeny. Opět je patrná značně vysoká účinnost ČOV.

Graf. 5.5 BSK₅ na odtoku z ČOV



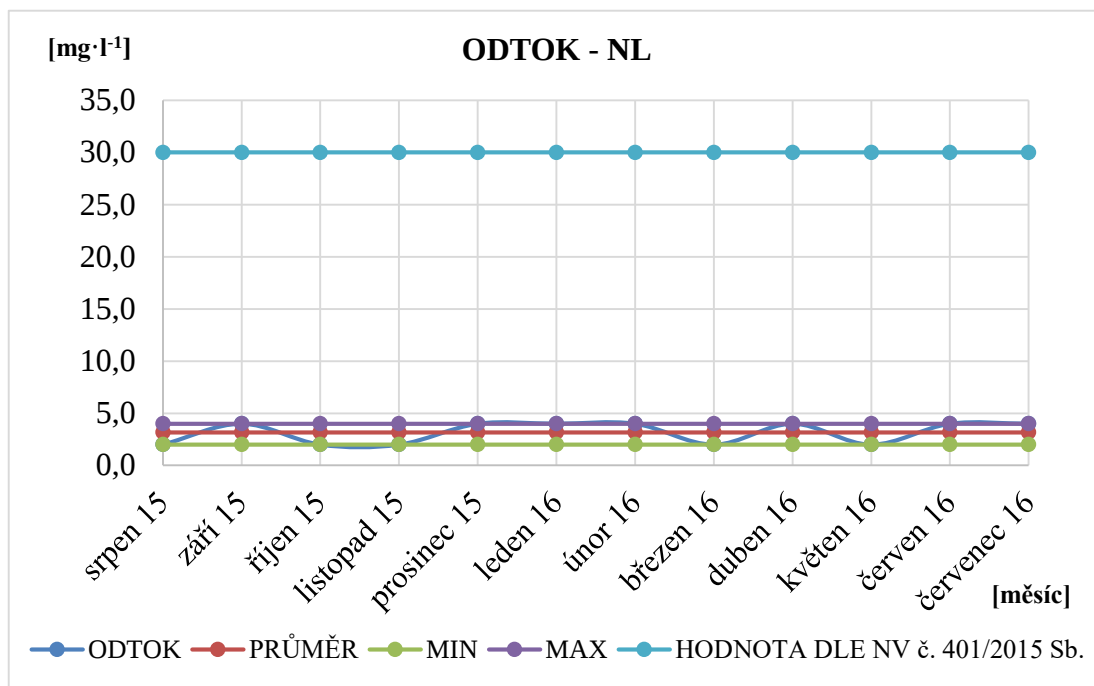
Návrhová hodnota nerozpuštěných látek byla 110,7 kg·den⁻¹. Ve zkušebním provozu dosahují nerozpuštěné látky průměrné hodnoty na přítoku 494,1 mg·l⁻¹ z průměrného denního množství odpadní vody 104,2 m³·d⁻¹, to odpovídá 49,8 kg·den⁻¹, resp. 44,99 % z projektované kapacity ČOV.

Graf. 5.6 NL na přítoku ČOV



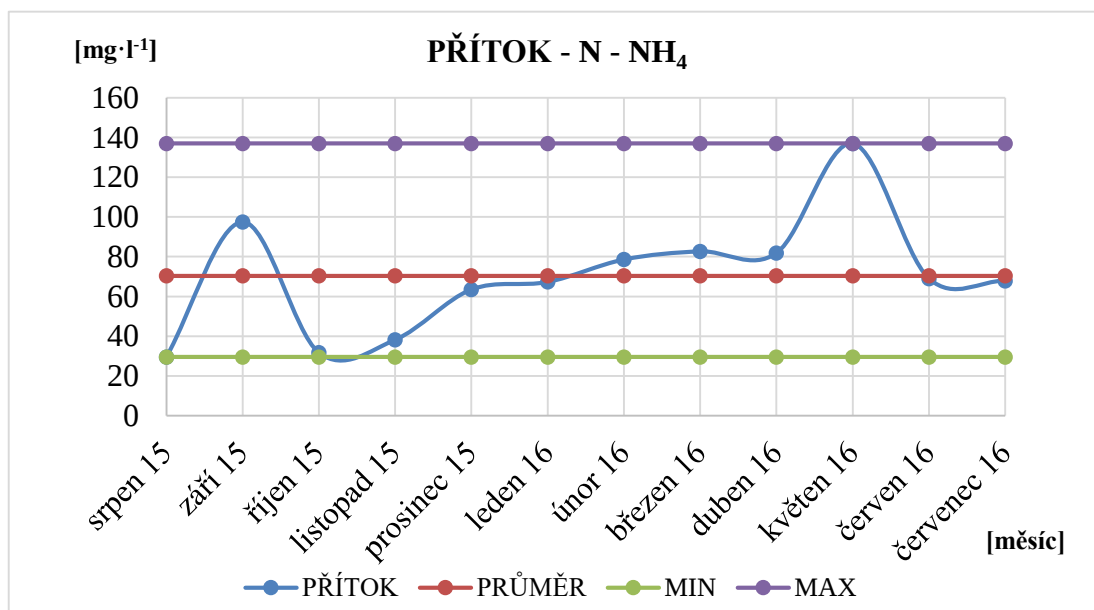
V době zkušebního provozu byla průměrná hodnota NL na odtoku $3,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, max. = $4,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, přípustná hodnota dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je $30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (max. = $60 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). V tomto sledovaném parametru nebyly překročeny přípustné hodnoty. I zde je patrná vysoká účinnost při odstranění nerozpuštěných látek.

Graf. 5.7 NL na odtoku z ČOV



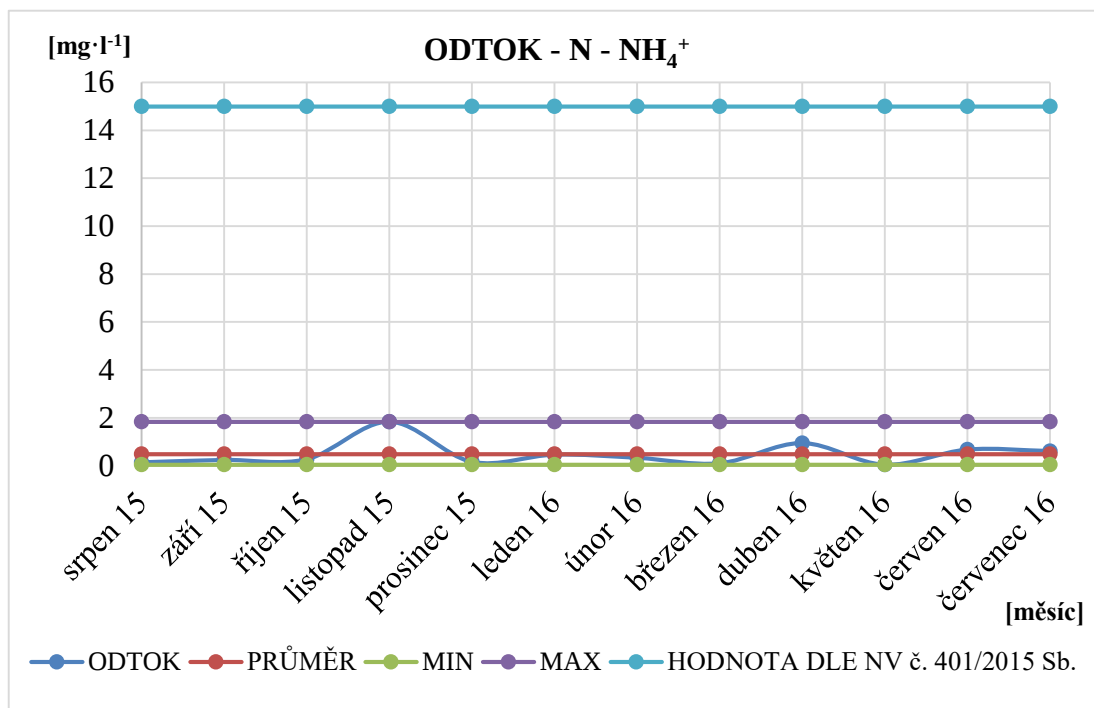
Hodnota návrhu amoniakálního dusíku byla $13,3 \text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$. Průměrná hodnota na přítoku ČOV činí $70,4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ z průměrného denního přítoku odpadní vody $104,2 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$, to odpovídá $8,3 \text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$, resp. 62,41 % z projektové dokumentace.

Graf. 5.8 N - NH_4^+ na přítoku ČOV



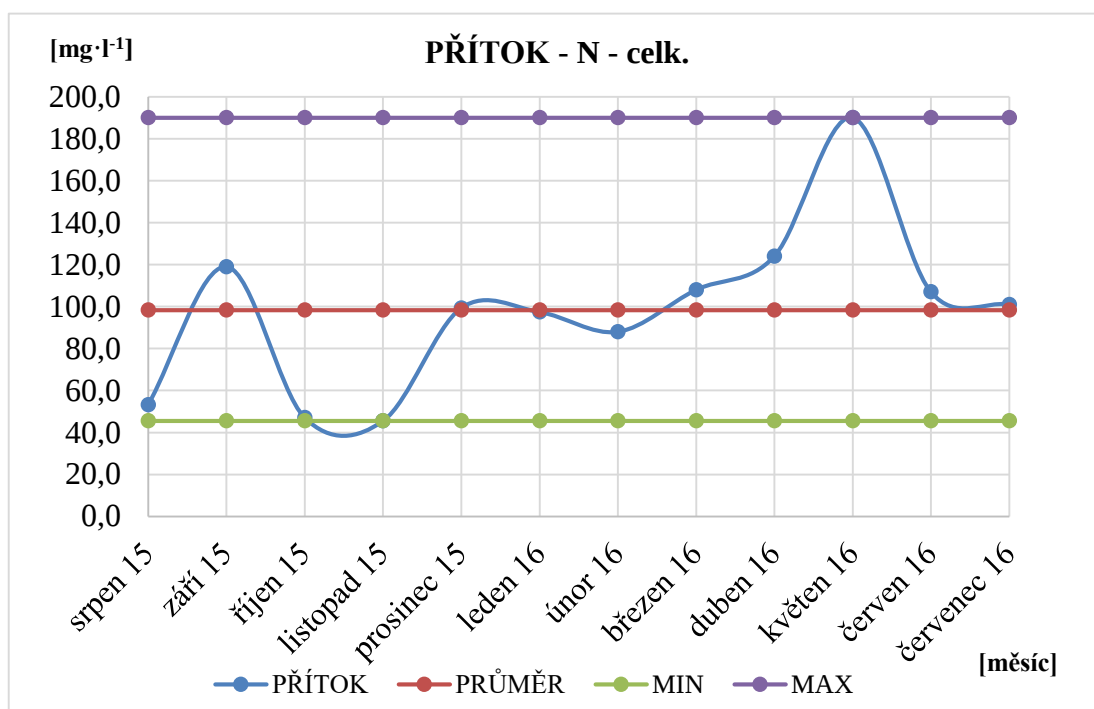
Na odtoku činí průměrná hodnota amoniakálního dusíku $0,5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, max. $1,8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Přípustná hodnota dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je $15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a maximální přípustná hodnota je $30 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Tedy i v tomto případě nebyly hodnoty na odtoku z ČOV překročeny. I zde je patrná velká rezerva mezi skutečným odtokem a hodnotou danou legislativou.

Graf. 5.9 N - NH_4^+ na odtoku z ČOV



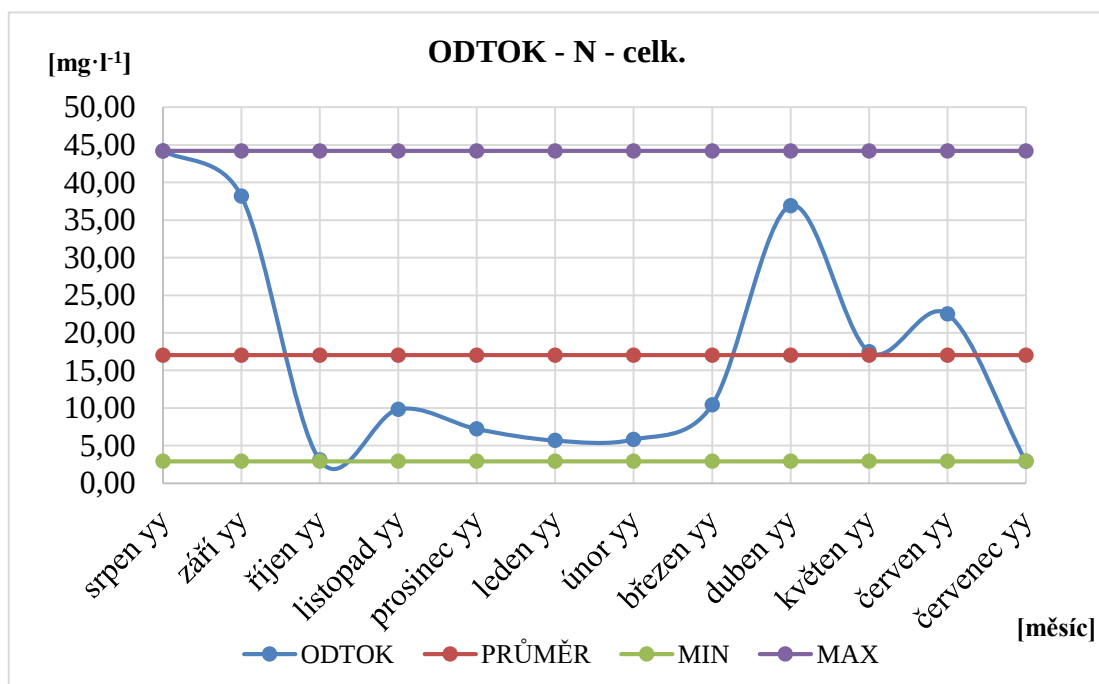
Návrhová hodnota celkového dusíku dle projektové dokumentace je $22,2 \text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$. Průměrná hodnota na přítoku je $98,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ z celkového denního množství odpadní vody $104,2 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$, to odpovídá $11,7 \text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$, resp. 52,70 % z projektované kapacity.

Graf. 5.10 N – celk. na přítoku ČOV



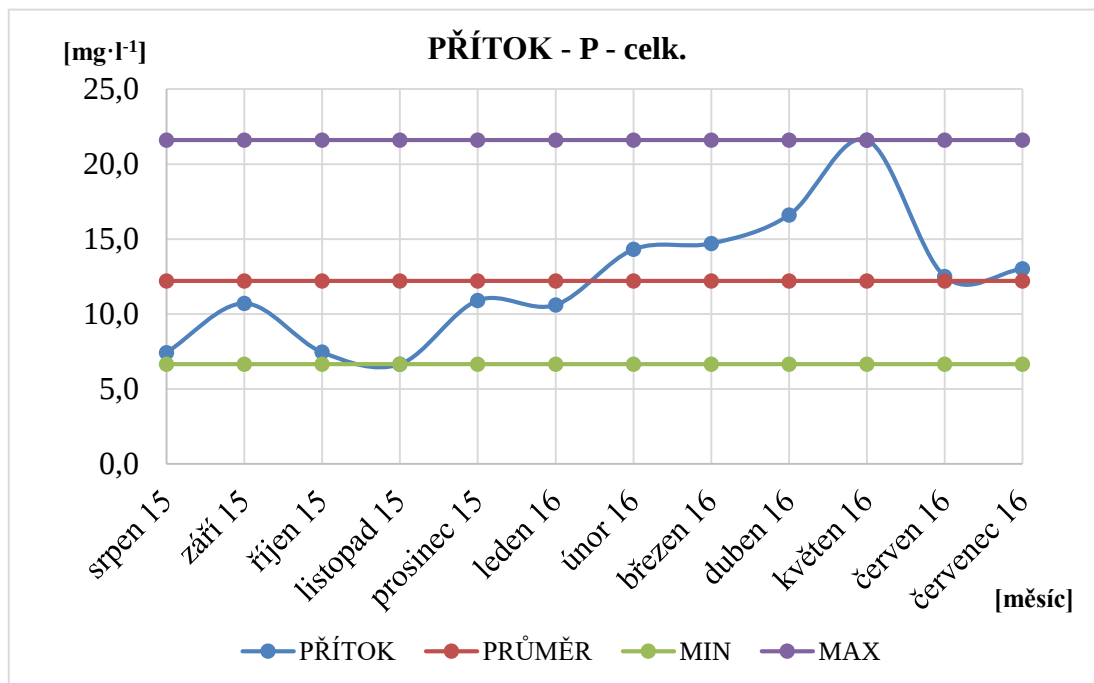
Průměrná hodnota celkového dusíku na odtoku byla $17 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, to svědčí o fungujícím procesu nitrifikace – denitrifikace. Ukazatel celkového dusíku není pro kategorii ČOV 2001 – 10 000 EO dle legislativy stanoven.

Graf. 5.11 N - celk. na odtoku z ČOV



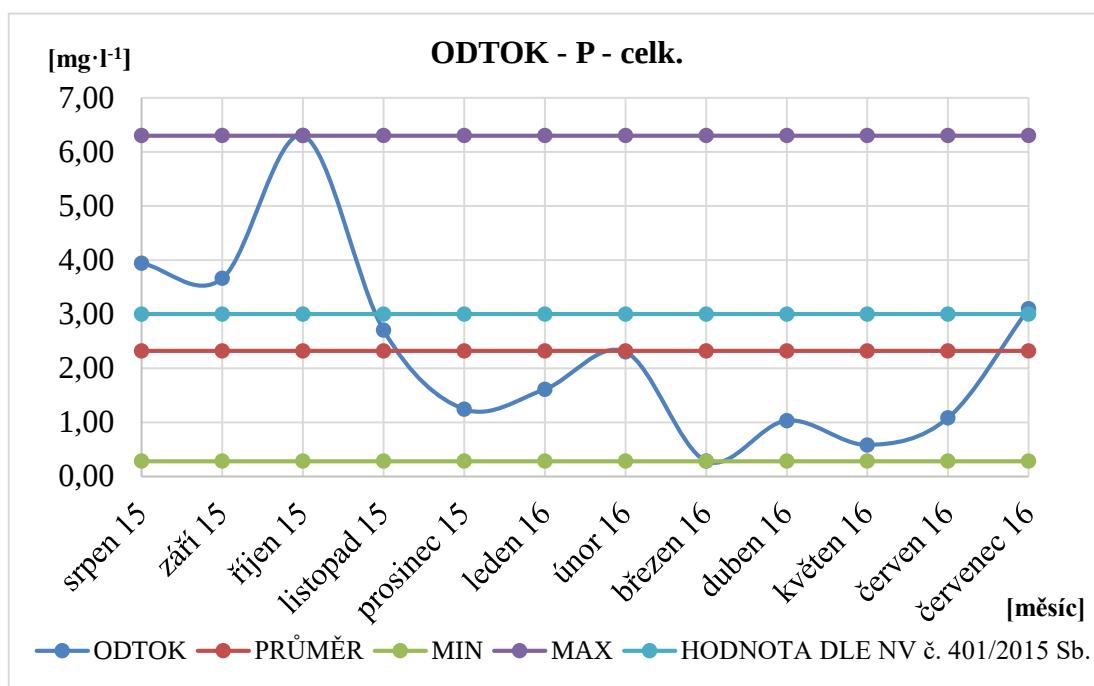
Hodnota návrhu pro fosfor je $4,9 \text{ kg} \cdot \text{den}^{-1}$. Na přítoku ČOV je průměrná hodnota $P_{\text{celk.}} = 12,2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ z celkového množství odpadních vod $104,2 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$, to představuje $1,5 \text{ kg} \cdot \text{den}^{-1}$, resp. 30,61 % z projektované kapacity.

Graf. 5.12 P - celk. na přítoku ČOV



Na odtoku je průměrná hodnota $2,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, max. = $3,9 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Přípustná hodnota dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je $3,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a maximální přípustná $8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. V období ročního zkušebního provozu byla překročena přípustná hodnota v měsíci říjnu roku 2015. Toto překročení bylo způsobeno nefunkčním dávkovacím zařízením na srážení fosforu. Tato zjištěná hodnota $6,3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ neodpovídá ostatním vzorkům v řadě a proto nebyla zohledněna do průměrných hodnot vyhodnocení. Maximální přípustná hodnota dle NV č. 401/2015 Sb. nebyla překročena.

Graf. 5.13 P - celk. na odtoku z ČOV



5.2.2 Hydraulické zatížení

ČOV Věstonice byla navržena na hydraulické zatížení $195,43 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Ročním zkušebním provozem byla zjištěna průměrná hodnota $104,2 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ na přítoku na čistírnu odpadních vod. Tato průměrná hodnota přítoku OV odpovídá 53,32 % dle projektovaného hydraulického zatížení.

V následující tabulce 5.18 jsou uvedeny hodnoty o povoleném množství vypouštěných odpadních vod.

Tab. 5.18 Hodnoty o povoleném množství vypouštěných OV

Denní přítok OV - Q_{24} (Q_p)	$195,43 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
Denní přítok OV - Q_{24} (Q_p)	$2,26 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Max. denní přítok OV - Q_d	$273,60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
Max. denní přítok OV - Q_d	$3,17 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Max. hod. přítok OV - Q_h	$27,93 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$
Max. hod. přítok OV - Q_h	$7,76 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Roční produkce odpadních vod Q_r	$32\,770 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ ($71\,332 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$ max. vč. rekreace)

Následující tabulky 5.19 a 5.20 ukazují konkrétní množství odpadních vod, které přitékají na ČOV za měsíc a den. Tento průběh přitékajících OV je lépe znázorněn na grafu 5.14. Na grafu 5.15 je znázorněn průběh průměrných denních přítoků na ČOV

v jednotlivých měsících zkušebního provozu. Je zde evidentní, že ČOV splňuje hodnoty pro vypouštění odpadních vod dle povolených limitů z tabulky 5.18. V tabulkách je znázorněn pravděpodobný přepočít na EO v jednotlivých měsících. Největší počet ekvivalentních obyvatel je v době začátku turistické sezóny v květnu 2016. Průměr za dobu zkušebního provozu činil 744 EO z hodnot přitékajícího znečištění BSK₅.

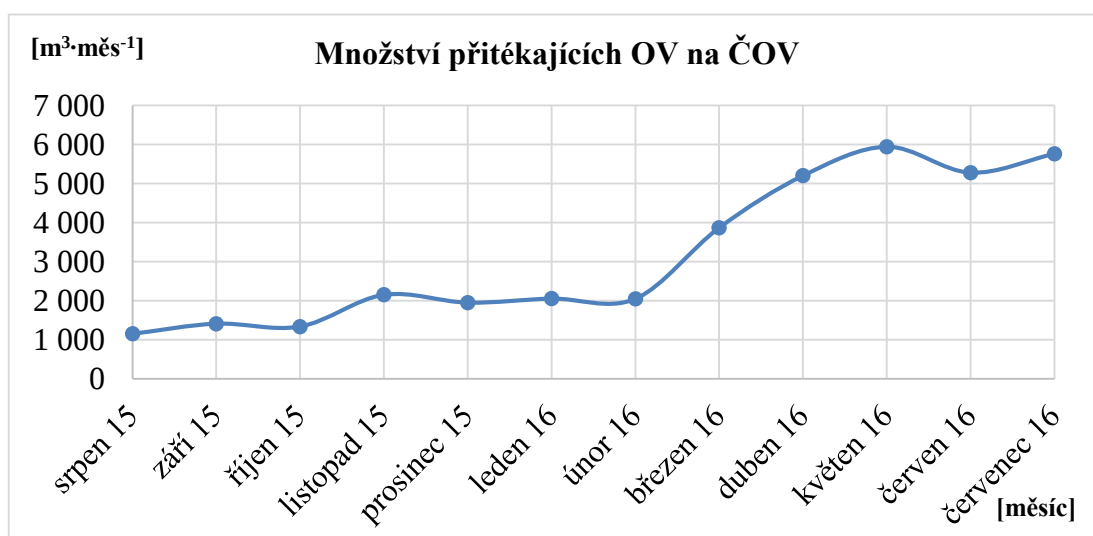
Tab. 5.19 Množství přitékajících OV na ČOV (období 8 – 12 měsíc roku 2015) [24]

měsíc	srpen 15	září 15	říjen 15	listopad 15	prosinec 15
$\text{m}^3 \cdot \text{měs}^{-1}$	1 150	1 410	1 336	2 150	1 950
$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	37,1	47,0	43,1	71,7	62,9
EO	265	336	308	512	449

Tab. 5.20 Množství přitékajících OV na ČOV (období 1 – 7 měsíc roku 2016) [24]

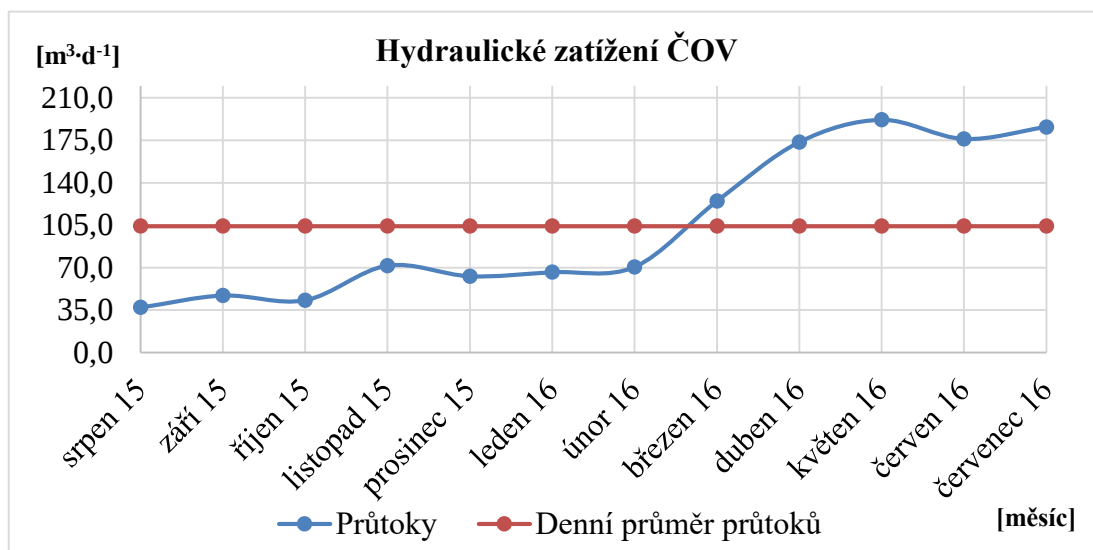
leden 16	únor 16	březen 16	duben 16	květen 16	červen 16	červenec 16
2 053	2 047	3 867	5 203	5 946	5 282	5 765
66,2	70,6	124,7	173,4	191,8	176,1	186,0
473	504	891	1239	1370	1258	1328

Graf. 5.14 Přitoky OV na ČOV za období zkušebního provozu



Z grafu 5.14. je patrné postupné napojování obyvatel obcí na kanalizační síť v průběhu zkušebního provozu ČOV. Od května 2016 je nárůst přítoku odpadní vody na čistírnu odpadních vod způsoben i začátkem turistické sezóny.

Graf. 5.15 Srovnání množství OV s průměrnou hodnotou



Tab. 5.21 Množství OV za den, měsíc a rok [m³]

Průměr	Průměr	Celkem
den	měsíc	rok
104,2	1 251	38 159

5.2.3 Shrnutí

Na základě vyhodnocení zkušebního provozu čistírny odpadních vod Věstonice v předcházejících kapitolách lze říct, že čistírna splnila požadované parametry látkového i hydraulického zatížení dle návrhových a povolených limitů.

U látkového zatížení nevyhověl pouze jeden parametr. Jednalo se o fosfor na odtoku z ČOV v měsíci říjnu roku 2015. Toto překročení bylo způsobeno poruchou dávkovacího čerpadla pro srážení fosforu. V ostatních ukazatelích ČOV vyhověla. Zároveň v porovnání s hodnotami požadovaných ukazatelů z NV č. 401/2015 Sb. byl prokázán vysoký účinek čištění, a proto bylo možné ČOV Věstonice 25. 8. 2016 udělit kladné kolaudační rozhodnutí a uvést, tak čistírnu do řádného provozu.

U hydraulického zatížení bylo vyhodnocením zkušebního provozu prokázáno, že ČOV vyhověla ve všech parametrech dle návrhových a povolených limitů.

5.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST ČOV VĚSTONICE

V této kapitole je posouzena energetická náročnost ČOV Věstonice a uvedení několika možných řešení jak lze snížit spotřebu elektrické energie spotřebované na provoz čistírny.

5.3.1 Vyhodnocení energetické náročnosti ČOV Věstonice

V rámci zhodnocení zkušebního provozu čistírny odpadních vod Věstonice byl proveden výpočet nejvíce exponovaných elektrických zařízení. Jednalo se o strojní

zařízení: čerpadlo ve vstupní čerpací stanici na ČOV, dmychadlo a míchadlo v aktivační nádrži a čerpadlo vratného kalu.

Spotřeby jednotlivých výše zmíněných strojních zařízení jsou uvedeny v tabulce 5.22. Dále je v tabulce 5.22 uvedena odhadovaná doba jejich provozu během dne a následně vypočtena jejich spotřeba elektrické energie za jeden den.

Tab. 5.22 Spotřeba elektrické energie na ČOV Věstonice za den

	doba provozu	výkon	spotřeba	celkem	zatížení BSK₅	spotřeba
	h·d⁻¹	kW	kWh	kWh	kg·d⁻¹	kWh·kg⁻¹ BSK₅
čerpadlo v ČS	4,5	1,8	8,1	151,2	120,8	1,25
dmychadlo	11	11	121			
míchadlo	11	1,6	17,6			
čerpadlo vratného kalu	3	1,5	4,5			

Současně byla ČOV Věstonice na základě této spotřeby elektrické energie a zatížení BSK₅ zařazena do energetické třídy dle certifikované metodiky pro vyhodnocení energetické náročnosti kanalizačních sítí, která je podrobněji popsána v kapitole 3.3.

Výše uvedený výpočet ukázal, že ČOV Věstonice byla po dobu ročního zkušebního provozu zařazena do energetické třídy II. Tato třída dle metodiky doporučuje částečná opatření pro snížení spotřeby elektrické energie. Vzhledem k tomu, že se jedná o nízkou hodnotu 1,25 kWh·kg⁻¹ BSK je třeba se zaměřit na hledání optimální součinnosti strojního zařízení na ČOV Věstonice.

Je nutné říct, že ČOV po dobu ročního provozu nebyla plně zatížena a po celou dobu se napojovali obyvatelé obou obcí, pro které je čistírna odpadních vod určena. V průběhu zkušebního provozu dochází k postupnému zapojování všech strojních zařízení ČOV (strojní odvodňování kalu), které má vliv na spotřebu elektrické energie.

Po zapracování čistírny lze snížit dobu denitrifikace, dojde tedy ke snížení doby provozu dmychadel a tedy i k mírné úspoře elektrické energie. V tomto ohledu také záleží na ročním období, které má vliv na dobu denitrifikace a také na množství dusíku v odpadní vodě na přítoku na čistírnu.

5.3.2 Možnosti energetické optimalizace ČOV

V následující kapitole je popsáno několik možných řešení na snížení spotřeby elektrické energie v rámci provozu ČOV, které by vedly k energetickým úsporám. Je nutné zmínit i velké finanční náklady na pořízení řídicích softwarů. Proto je nutné udělat si analýzu, jaká by byla návratnost při pořízení regulujících systémů provozu čistírny. Je také nutné

hledat největší spotřebiče elektrické energie na ČOV, které mají velký vliv na celkovou spotřebu energie.

AQUALOGIC – řídicí systém pro ČOV

U posuzované čistírny odpadních vod lze na základě výpočtu, ale hlavně lokality, kde se čistírna nachází předpokládat výkyvy v přítoku odpadních vod během turistické sezóny nebo vinařské kampaně. Během těchto období dochází ke kolísání zatížení přitékajícího na ČOV.

V tomto případě by bylo možné použití regulačního systému AQUALOGIC na principu Fuzzy – Logic, který vyvinula společnost Passavant – Intech speciálně pro plnění vysokých požadavků kladených na čištění odpadních vod. Tento řídicí systém dokáže velmi dobře popsat vysoce komplexní biologické procesy, které se vyskytují při čištění odpadních vod. Řídicí systém reguluje provzdušňování dynamicky v závislosti na zatížení. [31]

Standartní verze provádí výpočty na základě měření redox potenciálu a kyslíku. AQUALOGIC může pro optimalizaci využít i přímo měřené veličiny, kterými jsou dusičnany a amoniak. V tomto případě lze nastavit na rozdíl od jednoduché regulace limitní hodnoty – ideální biologické podmínky pro všechny denitrifikační procesy. Měřením amoniaku a dusičnanů se navíc současně kontroluje celkové zatížení a spotřeba biologické části a je tedy zaručeno i optimální odbourání uhlíkového podílu. [31]

Dále řídicí systém kompenzuje automatickou regulaci teploty nejrůznějších podmínek vnosu kyslíku při různých teplotách OV. Potřebné provzdušňovací agregáty tak lze provozovat podle potřeby v návaznosti na teplotu. Proto již nejsou potřebné manuální zásahy do regulace v případě kolísavých teplot. Klesá i spotřeba energie. Výsledkem jsou stabilní nízké hodnoty na odtoku. [31]

Řídicí systém HACH – LANGE - RTC - N

Na ČOV Věstonice jsou nastaveny meze obsahu kyslíku v optimálním režimu od 0,5 do 2,5 mg·l⁻¹. Tyto hodnoty jsou udržovány kontinuálně. Je tedy možné níže zmíněným systémem optimalizovat obsah kyslíku dle aktuálního zatížení přitékajícího na ČOV. Regulací obsahu kyslíku, lze dosáhnout také energetických úspor.

Systém RTC - N optimalizuje nitrifikaci přizpůsobením koncentrace rozpuštěného kyslíku v reálném čase s využitím kontinuálního měření zatížení amonnými ionty. Může udržovat konzistentní hodnoty amonných iontů na odtoku a zlepšit systém řízení rozpuštěného kyslíku pro dosažení překvapivé úspory energie. [33]

Systém RTC - N je určen speciálně pro kontinuálně provzdušňované biologické čistírny odpadní vody. Systém používá kontrolér pro dopředné a zpětnovazebné řízení optimálního provzdušňování podle nastavené požadované hodnoty amonných iontů na odtoku. [33]

Dmychadlo s frekvenčním měničem

Největším spotřebištěm na ČOV jsou dmychadla. Jejich vhodným řízením lze také snížit spotřebu elektrické energie. Potřeba vzduchu se mění v závislosti na přítoku. Je tedy možné osadit dmychadla frekvenčním měničem, kdy dojde ke stavu, že dmychadlo dodává pouze potřebné množství vzduchu. Úspora takto řešeného provzdušňování se pohybuje v řádu 30 % na spotřebu elektrické energie. [32]

5.4 PORUCHOVÉ STAVY NA ČOV VĚSTONICE

Během návštěvy areálu ČOV Věstonice byla provedena kontrola funkčnosti veškerých zařízení a staveb. Tato návštěva proběhla dne 18. 4. 2016, kdy bylo zjištěno několik závad. V následující tabulce 5.23 jsou popsány zjištěné závady a zároveň možné doporučení k řešení k nápravě těchto závad. V některých případech došlo do doby kolaudačního řízení dne 25. 8. 2016 k nápravě. U jiných závad nedošlo k provedení nápravy. Většina závad na objektech ČOV byla v rozporu s projektovou dokumentací.

Tab. 5.23 Identifikace problémů a jejich možná řešení

Problém	Pravděpodobná příčina	Řešení problému	Výsledek
Prostupy ve vstupní ČS (vytěsněny tmelící pěnou):	změna oproti projektové dokumentaci;	odstranění tmelící pěny a provedení dobetonování;	nedochází k nežádoucím průsakům.
Ucpávání výtláčného potrubí na vstupní ČS:	změna oproti projektové dokumentaci (dodavatel osadil potrubí zpětnou klapou - nebyla v projektu);	odstranění zpětné klapy;	vstupní ČS funguje bez problému.
Rezavějící mřížka pro odsávání místnosti mechanického předčištění:	změna oproti projektové dokumentaci (záměna nerezové mřížky za plastovou);	výměna plechové mřížky za plastovou;	nedochází k dalšímu poškození omítky provozní budovy.
Nerovnoměrné sedání zeminy v okolí vnitřní kanalizace v areálu ČOV:	nesprávné hutnění při provádění zásypu;	opětovné provedení hutnění a zásypu;	nedochází k nerovnoměrnému sedání zeminy.
Praskání betonové stropní desky ČS:	špatný technologický postup při provádění betonáže nebo nesprávná betonová směs;	špatný technologický postup při provádění betonáže nebo nesprávná betonová směs;	nedošlo k nápravě.
Provedení odtokového objektu z ČOV:	změna oproti projektové dokumentaci (změna tvaru betonové konstrukce);	odstranění špatně provedené konstrukce a provedení dle projektové dokumentace;	nedošlo k nápravě.
Překročená přípustná hodnota fosforu na odtoku z ČOV:	nefunkční dávkovací čerpadlo srážecí chemikálie;	výměna dávkovacího čerpadla srážecí chemikálie;	přípustná hodnota fosforu na odtoku z ČOV.
Protipožární ochrana nebyla upevněna na určeném místě:	zanedbání povinnosti provozovatele umístění na správné a bezpečné místo dle protipožární ochrany;	upevnění na určeném místě dle požadavku protipožární ochrany;	náprava byla provedena do dne kolaudace.

Na níže uvedených obrázcích 5.1 až 5.6 jsou znázorněny závady na čistírně odpadních vod a jejich následné odstranění do doby ukončení ročního zkušebního provozu, který byl ukončen dnem kolaudace. Od poslední návštěvy dne 25. 8. 2016, kdy proběhlo kolaudační řízení, již nenastaly žádné poruchy ani větší problémy v rámci provozu ČOV.



Obr. 5.1 Nežádoucí sedání zeminy vnitřní kanalizace [zdroj: Kovář]



Obr. 5.2 Nesprávné sedání zeminy v okolí šachet [zdroj: Kovář]



Obr. 5.3 Rezavá ochranná mřížka [zdroj: Kovář]



Obr. 5.4 Výměna ochranné mřížky [zdroj: Kovář]



Obr. 5.5 Rozdílné provedení betonových stěn odtokového objektu [zdroj: Kovář]



Obr. 5.6 Popraskaný betonový poklop vstupní ČS na ČOV [zdroj: Kovář]

5.5 PROVOZNÍ NÁKLADY ČOV VĚSTONICE

V rámci zkušebního provozu během roku byly náklady na provoz ČOV Věstonice rozděleny do dvou období. Poměr financování na výstavbu ČOV byl již zmíněn v předcházející kapitole 4.4. Stejný poměr zůstává i pro financování nákladů na samotný provoz ČOV, tedy jedná se o poměr 41,86 % za obec Dolní Věstonice a 58,14 % za obec Horní Věstonice.

5.5.1 Náklady během ročního zkušebního provozu

Napojování obyvatel na kanalizační síť začalo v červenci 2015. V tomto měsíci začal zkušební provoz a tedy i první náklady na provozování čistírny odpadních vod. V následujících tabulkách 5.24 a 5.25 jsou přehledně znázorněny náklady na samotný provoz ČOV.

V měsíci září 2015 byl schválen záměr výběru stočného od 1. 9. 2015 ve výši $40 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$ s DPH ($34 \text{ Kč} \cdot \text{m}^{-3}$ bez DPH) za každého odběratele. Výběr stočného bude po dobu udržitelnosti provozování růst v závislosti na inflaci každé dva roky.

Roční provozní náklady za období zkušebního provozu byly 1 184 061,35 Kč bez DPH.

Tab. 5.24 Náklady na provoz ČOV v období 8 - 12 měsíce roku 2015 [28]

Mzdové náklady	205 200,00 Kč
Drobný majetek	18 100,00 Kč
Spotřební materiál	43 300,00 Kč
Studená voda	100,00 Kč
Elektrická energie	112 000,00 Kč
Služby	55 000,00 Kč
Celkem	433 700,00 Kč

Tab. 5.25 Náklady na provoz ČOV v období 1 - 7 měsíce roku 2016 [29]

Platy zaměstnanců v prac. poměru vyjma zaměst. na služ. místech	70 000,00 Kč
Ostatní osobní výdaje	133 525,00 Kč
Povinné pojistné na soc. zabez. a příspěvek na st. politiku zaměst.	17 500,00 Kč
Povinné pojistné na veřejné zdravotní pojištění	6 300,00 Kč
Povinné pojistné na úrazové pojištění	378,00 Kč
Prádlo, oděv a obuv	- Kč
Drobný hmotný dlouhodobý majetek	8 944,00 Kč
Nákup materiálu jinde nezařazený (PREFLOC PIX 113)	47 569,10 Kč
Úroky vlastní	174 361,25 Kč
Studená voda	5 800,00 Kč
Elektrická energie	136 004,00 Kč
Poštovní služby	961,00 Kč
Služby telekomunikací a radiokomunikací	1 283,57 Kč
Služby peněžních ústavů	5 863,20 Kč
Zprac. dat a služby souvis. s inform. s komunik. technologiemi	6 643,00 Kč
Nákup ostatních služeb	134 482,95 Kč
Cestovné (tuzemské i zahraniční)	557,28 Kč
Platby daní a poplatků státnímu rozpočtu	189,00 Kč
Odvádění a čištění odpadních vod a nakládání s kaly	750 361,35 Kč

5.5.2 Shrnutí

Na základě výše uvedených hodnot lze porovnat náklady na samotný provoz čistírny odpadních vod a příjmy z výběru stočného v obcích. V období zkušebního provozu přiteklo na ČOV 38 159 m³ odpadní vody. Při dané výši stočného byly porovnány zisky z výběru stočného za období zkušebního provozu s provozními náklady.

V období ročního zkušebního provozu čistírny odpadních vod byly pokryty náklady na samotný provoz. Za předpokladu tohoto vývoje bude splněn závazek na 10-ti letou udržitelnost provozování ČOV.

Tab. 5.26 Porovnání výdajů na provoz s výběrem stočného v období zkušebního provozu

	období zkušebního provozu
výdaje na provoz ČOV ve ZP	- 1 184 061,4 Kč
stočné za období 9/2015 - 7/2016	+ 1 297 406,0 Kč
rozdíl	113 344,7 Kč

Vlastník vodovodu nebo kanalizace je povinen zajistit jejich plynulé a bezpečné provozování, vytvářet rezervu finančních prostředků na jejich obnovu a dokládat jejich použití pro tyto účely. [2]

Vlastník vodovodu nebo kanalizace je povinen zpracovat a realizovat plán financování obnovy vodovodů a kanalizací, a to na dobu nejméně 10 kalendářních let. Obsah plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací včetně pravidel pro jeho zpracování stanoví prováděcí právní předpis. [2]

S finanční rezervou na obnovu vodohospodářské infrastruktury se obvykle uvažuje s částkou mezi 2 – 3 % z celkového majetku (pořizovací ceny stavby). Pokud by se u sledované čistírny uvažovalo se spodní hranicí, tj. s 2 % z celkové ceny areálu ČOV na 10 kalendářních let, tak částka na obnovu je 103 172,07 Kč. Tuto finanční částku pokryjí příjmy z výběru stočného, pokud se bude předpokládat stejný vývoj jako v tabulce 5.26.

Na základě provedených propočtů lze konstatovat, že s vývojem růstu stočného v závislosti na inflaci, bude možné financovat jak úvěr po dobu udržitelnosti provozu, tak i obnovu provozu čistírny odpadních vod.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na posouzení ročního zkušebního provozu čistírny odpadních vod Dolní Věstonice nacházející se v Jihomoravském kraji.

Cílem práce bylo posoudit získaná data z období zkušebního provozu čistírny odpadních vod v několika kategoriích. Jednalo se především o hydraulické a objemové zatížení čistírny, kvalitu vody na přítoku a odtoku, roční provozní náklady čistírny, poruchy objektů a strojních zařízení ČOV. Při návštěvě čistírny byly zjištěny problémy a poruchy, které se v období zkušebního provozu vyskytly. Dále byla vyhodnocena energetická náročnost sledované čistírny odpadních vod.

V teoretické části popsána aktuální legislativa týkající se zneškodňování odpadních vod v obcích od 2001 – 10 000 EO. Součástí této části jsou zmíněny sledované ukazatele a jejich přípustné a maximální povolené limity pro vypouštění odpadních vod pro danou kategorii ČOV.

Součástí diplomové práce je vyhodnocení čistírny odpadních vod po ročním zkušebním provozu, která se nachází v Jihomoravském kraji, konkrétně v katastru obce Dolní Věstonice, ale jsou do ní přiváděny odpadní vody i z obce Horní Věstonice. ČOV Věstonice byla vybudována pro dvě sdružené obce, ve kterých byla provedena výstavba oddílné kanalizační sítě pro odvod odpadních vod.

V rámci práce je popsán areál čistírny odpadních vod Věstonice se všemi stavebními a technologickými částmi. Jsou zde uvedeny projektované parametry zmíněných technologických částí, a také předpokládané hydraulické a objemové zatížení, na které je ČOV Věstonice projektována.

Následně byl proveden výpočet hydraulického a objemového zatížení hlavních technologických částí, které již byly v době zkušebního provozu v činnosti. Na základě zvolených aktuálních vstupních hodnot pro výpočet bylo provedeno porovnání s hodnotami z projektové dokumentace skutečného provedení stavby ČOV Věstonice. Technologické objekty byly vypočítány s využitím snížených hodnot látkové zatížení o 40 %. Toto porovnání ukázalo, že mnou vypočtené objemy hlavních technologických částí jsou z 99 % shodné s projektovou dokumentací. U hydraulického zatížení byla shoda 90 % mezi mým vlastním výpočtem a projektovanou hodnotou.

Dále bylo provedeno srovnání látkového zatížení ČOV Věstonice, které je znázorněno na několika grafech 5.1 až 5.13 v požadovaných parametrech dle aktuální legislativy a zařazení čistírny do kategorie 2001 – 10 000 EO. U většiny požadovaných parametrů na přítoku

a odtoku byly hodnoty splněny dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.. Pouze u hodnoty fosforu došlo v jednom měsíci k překročení přípustné hodnoty, která byla způsobena poruchou strojního zařízení pro dávkování srážedla. Ze získaných údajů vyplývá, že stále

probíhá kontinuální napojování obyvatel sdružených obcí na kanalizaci. Tento průběh je také patrný na vývoji množství přitékající odpadní vody na ČOV. Výpočtem bylo ověřeno, že čistírna je zatížena po ročním provozu z 36,97 % látkově a 63,81 % hydraulicky, což ukazuje původní předimenzování návrhu.

V závěru práce jsou zmíněny provozní poruchy a problémy, které nastaly v průběhu zkušebního provozu čistírny. Konkrétně jsou tyto problémy a poruchy popsány v souhrnné tabulce 5.23, kde je uvedeno možné doporučení pro provozovatele k nápravě poruchových stavů. A také v některých případech doporučení do budoucna pro technický dozor investora, jelikož docházelo k modifikaci projektové dokumentace u některých stavebních objektů. Je tedy nutné pečlivě dohlížet na provádění stavebních prací, zda nejsou prováděny v rozporu s projektovou dokumentací.

V době zkušebního provozu je velice složité hodnotit energetickou náročnost ČOV Věstonice. Vzhledem k postupnému připojování obyvatel na kanalizační síť a postupnému spouštění všech zařízení v areálu čistírny, není možné doporučit možné úspory na spotřebě elektrické energie. Sledovaná čistírna byla zaříděna dle metodiky vyhodnocování energetické náročnosti kanalizačních sítí do kategorie II, kde se doporučují pouze částečná opatření na snížení spotřeby elektrické energie.

Z ekonomického hlediska lze vyhodnotit dosavadní provoz na základě nákladů na samotný provoz a příjmů z výběru stočného. Tento proces je nutné udržet po dobu 10-ti let. Tato doba byla vázána v souvislosti čerpání financí z fondů EU. Na základě vyhodnocení do budoucna s předpokládanými přítoky na ČOV a vývojem růstu stočného lze konstatovat, že vybrané finance budou určeny na financování úvěru a obnovu čistírny.

Na konci zkušebního provozu nebyla ČOV Věstonice plně zatížena. Na ČOV nebyly zaznamenány stavy většího zatížení než postupné napojování obyvatel na kanalizační síť. Intenzifikace čistíren odpadních vod z mého hlediska probíhá až po delší době provozování a následně vyhodnocení dat za delší časové úseky. Zkušební provoz je určen pouze k posouzení potřebných dat k vydání kolaudačního rozhodnutí. Následně začíná ostrý provoz, kdy lze po určitých zátěžových stavech doporučit optimalizační návrhy.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Česká republika. *Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).*
- [2] Česká republika. *Zákon č. 274/2001 Sb. ze dne 10. července 2001 o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).*
- [3] Česká a Slovenská Federativní Republiky. *Zákon č. 17/1992 Sb. ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí a o změně některých zákonů.*
- [4] PYTL, Vladimír. *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod.* 2. vyd. Libeznice: Medim pro SOVAK ČR, c2012. ISBN 978-80-87140-26-0
- [5] Česká republika. *Zákon č. 185/2001 Sb. ze dne 15. května 2001 o odpadech a o změně některých dalších zákonů.*
- [6] Česká republika. Nařízení vlády: 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. 2015. In: *Sbírka zákonů 401/2015.*
- [7] SMĚRNICE RADY: o čištění městských odpadních vod. 1991. In: *91/271/EHS.*
- [8] SMĚRNICE: ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. 2000. In: *2000/60/ES.*
- [9] KAŇKA, Jiří. *Provozování a bezpečnost stok a čistíren odpadních vod.* České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013, 111 s. ISBN 978-80-87472-52-1.
- [10] KROČOVÁ, Šárka. *Rizika provozování vodárenských a kanalizačních systémů.* V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2014. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-147-7.
- [11] ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD – vyhodnocení indikátoru: Kolik obyvatel ČR je připojeno na kanalizace a čistírny odpadních vod a jaký je podíl čištěných odpadních vod? *Čištění odpadních vod – ISSaR* [online]. 2015 [cit. 2016-12-05]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.pho?id=1575>
- [12] Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2015. Český statistický úřad [online]. 2016 [cit.2016-12-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2015>
- [13] Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2015. Český statistický úřad [online]. 2016 [cit.2016-12-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/32782512/2800211609.pdf/48c3e93a-bc73-49a6-b8ac-4ab0cb3a2d87?version=1.0>
- [14] Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2015. Český statistický úřad [online]. 2016 [cit. 2016-12-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/32782512/2800211610.pdf/7f2ef938-57ce-4756-bd0c-612d2f38666d?version=1.0>
- [15] SOJKA, Jan. *Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy.* 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 95 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4504-6.

- [16] PÍSAŘOVÁ, Miroslava, Marta MRÁZKOVÁ a Petr FUCHS. *Postup při volbě a schvalování způsobu zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2003. ISBN 80-85900-50-5.
- [17] MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. *Chemie a technologie vody*. 2., dopl. vyd. Brno: ARDEC, c2006, xii, 331 s. ISBN 80-86020-50-9.
- [18] TCHOBANOGLIOUS, George, Franklin L. BURTON a H. David STENSEL. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse* [online]. 2003 [cit.2017-01-08]. Dostupné z: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TCHOBANOGLIOUS%20et%20al.%202003%20Wastewater%20Engineering.pdf
- [19] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Petr HLUŠTÍK a Petr KAVALÍR. *Metodika pro vyhodnocování energetické náročnosti kanalizačních sítí*. 1. vysoké učení technické v Brně, FAST, Ústav vodního hospodářství obcí, Žižkova 17, 602 00 Brno, 2014
- [20] RAČEK, Jakub. VH-atelier, spol. s r.o., PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST, Kanalizace a ČOV Věstonice, obec Dolní Věstonice: Průvodní zpráva
- [21] RAČEK, Jakub. VH-atelier, spol. s r.o., PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST, Kanalizace a ČOV Věstonice, obec Dolní Věstonice: Dokumentace skutečného provedení stavby
- [22] *Provozní řád pro zkušební provoz*. 2015
- [23] POSPÍŠIL, Ivo. *ČOV Věstonice: TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA*. Brno, 2015
- [24] JEDLIČKA, Jaroslav. *VYHODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU ČOV DSO Věstonice*
- [25] *Dolní Věstonice* [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Doln%C3%AD_V%C4%9Bstonice
- [26] *Horní Věstonice* [online]. [cit. 2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.horni-vestonice.cz/>
- [27] *Zpráva o financování stavby kanalizace a ČOV Věstonice: Zpráva starosty obce*. Dolní Věstonice, 2015
- [28] *Zpráva o výši nákladů na provoz ČOV Věstonice za období 8/2015 – 12/2015 ČOV Věstonice: Zpráva starosty obce*. Dolní Věstonice, 2016.
- [29] *Zpráva o výši nákladů na provoz ČOV Věstonice za období 1/2016 – 7/2016 ČOV Věstonice: Zpráva starosty obce*. Dolní Věstonice, 2016.
- [30] RACLAVSKÝ, Jaroslav. Dopady stavu stokové sítě na energetickou náročnost ČOV. In: *Energetická náročnost ČOV*. Brno: Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, 2010
- [31] RACLAVSKÝ, Jaroslav a Reiner KRZYŻAK-ZELLER. *ŘÍDICÍ SYSTÉMY PRO ČOV NA PRINCIPU FUZZY-LOGIC*. AQUALOGIC® – řídicí systém pro ČOV na principu Fuzzy-Logic. 2011, s. 4.

- [32] Možné úspory energie na stávajících ČOV. In: *ASIO, spol. s. r. o.* [online]. 2012 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/59.mozne-uspory-energie-na-stavajicich-cov>
- [33] *Řízení v reálném čase (RTC)* [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://cz.hach.com/family-print.pdf.jsa?pageNumber=1&pageSize=10&sortBy=sequence&defaultSortBy=sequence&sortDirection=&sortDiscriminator>
- [34] *ÚPRAVA A ČIŠTĚNÍ VODY*: Biologické čištění odpadních vod. *VŠB TU Ostrava* [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/bio.html

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Emisní standardy: přípustné hodnoty (p) ³⁾ , maximální hodnoty (m) ⁴⁾ a hodnoty průměru ⁵⁾ koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg·l ⁻¹ [6]	15
Tab. 2.2 Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) ^{1), 2)} v procentech [6]	16
Tab. 2.3 Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinností pro jednotlivé ukazatele znečištění při použití dostupné technologie v oblasti zneškodňování městských odpadních vod [6]..	17
Tab. 3.1 Počet čistíren odpadních vod v roce 2015 [13]	21
Tab. 3.2 . Znečištění na ČOV [t·rok ⁻¹] [14]	22
Tab. 3.3 Zařazení ČOV do energetické třídy [19]	24
Tab. 3.4 Roční spotřeba elektrické energie na ČOV v závislosti na počtu připojených EO [30]	25
Tab. 4.1 Hydrotechnické údaje ČOV Věstonice [20].....	37
Tab. 4.2 Struktura financování ČOV Věstonice [27]	38
Tab. 5.1 Přitoky od obyvatelstva	49
Tab. 5.2 Přitoky z turistické sezóny	50
Tab. 5.3 Přitoky z vinařství	50
Tab. 5.4 Znečištění pro ukazatel BSK ₅	51
Tab. 5.5 Kombinace látkového a hydraulického zatížení a stanovení počet EO.....	51
Tab. 5.6 Stanovení přítoků pro jednotlivé obce (bez balastních vod)	52
Tab. 5.7 Přitoky na ČOV s balastními vodami.....	52
Tab. 5.8 Výpočet účinnosti ČOV Věstonice	53
Tab. 5.9 Výpočet objemu AN.....	53
Tab. 5.10 Vstupní údaje pro návrh rozměrů DN	54
Tab. 5.11 Výpočet výšky a objemu DN	54
Tab. 5.12 Vstupní údaje pro návrh kalojemu	54
Tab. 5.13 Výpočet objemu kalojemu.....	55
Tab. 5.14 Porovnání vypočtených údajů s projektem	55
Tab. 5.15 Látkové znečištění na přítoku na ČOV Věstonice [24].....	57
Tab. 5.16 Látkové znečištění na odtoku na ČOV Věstonice [24]	57

Tab. 5.17 Limity pro vypouštění znečištění do povrchových vod dle NV č. 401/2015 Sb. [6]	58
Tab. 5.18 Hodnoty o povoleném množství vypouštěných OV	66
Tab. 5.19 Množství přitékajících OV na ČOV (období 8 – 12 měsíc roku 2015) [24].....	67
Tab. 5.20 Množství přitékajících OV na ČOV (období 1 – 7 měsíc roku 2016) [24].....	67
Tab. 5.21 Množství OV za den, měsíc a rok [m ³]	68
Tab. 5.22 Spotřeba elektrické energie na ČOV Věstonice za den.....	69
Tab. 5.23 Identifikace problémů a jejich možná řešení.....	72
Tab. 5.24 Náklady na provoz ČOV v období 8 - 12 měsíce roku 2015 [28]	76
Tab. 5.25 Náklady na provoz ČOV v období 1 - 7 měsíce roku 2016 [29]	77
Tab. 5.26 Porovnání výdajů na provoz s výběrem stočného v období zkušebního provozu	77

SEZNAM GRAFŮ

Graf. 3.1 Počet ČOV a jejich kapacita v roce 2015 [13]	22
Graf. 3.2 Látkové množství na přítoku ČOV (ČR a Jihomoravský kraj); 2015 [14]	23
Graf. 3.3 Látkové množství na odtoku z ČOV (ČR a Jihomoravský kraj); 2015 [14]	23
Graf. 5.1 Porovnání látkového znečištění na přítoku a odtoku z ČOV	58
Graf. 5.2 CHSK _{Cr} na přítoku ČOV	59
Graf. 5.3 CHSK _{Cr} na odtoku z ČOV	59
Graf. 5.4 BSK ₅ na přítoku ČOV	60
Graf. 5.5 BSK ₅ na odtoku z ČOV	61
Graf. 5.6 NL na přítoku ČOV	61
Graf. 5.7 NL na odtoku z ČOV	62
Graf. 5.8 N - NH ₄ ⁺ na přítoku ČOV	62
Graf. 5.9 N - NH ₄ ⁺ na odtoku z ČOV	63
Graf. 5.10 N – celk. na přítoku ČOV	64
Graf. 5.11 N - celk. na odtoku z ČOV	64
Graf. 5.12 P - celk. na přítoku ČOV	65
Graf. 5.13 P - celk. na odtoku z ČOV	66
Graf. 5.14 Přítoky OV na ČOV za období zkušebního provozu	67
Graf. 5.15 Srovnání množství OV s průměrnou hodnotou	68

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 3.1 Technologické schéma a dispozice čistíren OMS Walter [16]	33
Obr. 4.1 Poloha obcí Horní Věstonice a Dolní Věstonice [zdroj: https://mapy.cz/zakladni?x=16.6234564&y=48.8846554&z=13&q=Doln%C3%AD%20v%C4%9Bstonice]	36
Obr. 4.2 Provozní budova ČOV [zdroj: Kovář]	38
Obr. 4.3 Čerpací stanice na ČOV [zdroj: Kovář]	40
Obr. 4.4 Výřez z technologického schéma - čerpací stanice na ČOV [23]	40
Obr. 4.5 Lapák písku [zdroj: Kovář]	41
Obr. 4.6 Výřez z technologického schéma - lapák písku [23]	41
Obr. 4.7 Selektorová nádrž [zdroj: Kovář]	42
Obr. 4.8 Výřez z technologického schéma – selektor [23]	42
Obr. 4.9 Aktivační nádrž s dosazovací nádrží [zdroj: Kovář]	43
Obr. 4.10 Výřez z technologického schéma - AN s vestavěnou DN [23]	44
Obr. 4.11 Kalojem [zdroj: Kovář]	45
Obr. 4.12 Výřez z technologického schéma – kalojem [23]	45
Obr. 4.13 Měrný objekt [zdroj: Kovář]	47
Obr. 4.14 Výústní objekt [zdroj: Kovář]	47
Obr. 5.1 Nežádoucí sedání zeminy vnitřní kanalizace [zdroj: Kovář]	73
Obr. 5.2 Nesprávné sedání zeminy v okolí šachet [zdroj: Kovář]	73
Obr. 5.3 Rezavá ochranná mřížka [zdroj: Kovář]	74
Obr. 5.4 Výměna ochranné mřížky [zdroj: Kovář]	74
Obr. 5.5 Rozdílné provedení betonových stěn odtokového objektu [zdroj: Kovář]	75
Obr. 5.6 Popraskaný betonový poklop vstupní ČS na ČOV [zdroj: Kovář]	75

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AL ... hliník

apod. ... a podobně

a.s. ... akciová společnost

BA ... biologická jednotka

BSK ... biochemická spotřeba kyslíku

BSK₅ ... biochemická spotřeba kyslíku po 5 dnech

č. ... číslo

ČOV ... čistírna odpadních vod

ČS ... čerpací stanice

ČSN ... česká technická norma

ČR ... Česká republika

DČOV ... domovní čistírna odpadních vod

DN ... profil potrubí

DPH ... daň z přidané hodnoty

D. V. ... Dolní Věstonice

EHS ... Evropské hospodářské společenství

EO ... ekvivalentní obyvatel

ES ... Evropské společenství

EU ... Evropská unie

H. V. ... Horní Věstonice

CHSK_{Cr} ... chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným

Kč ... Koruna česká

ks ... kus

MAX ... maximum

MIN ... minimum

m n. m. ... metr nad mořem

MZ ... Ministerstvo zemědělství

N ... dusík

N_{celk.} ... celkový dusík

např. ... například

NH_4^+ ... amoniakální dusík disociovaný

NL ... nerozpuštěné látky

NV ... Nařízení vlády

OÚ ... Obecní úřad

OV ... odpadní voda

P ... fosfor

$P_{\text{celk.}}$... celkový fosfor

PE ... polyetylén

PO ... počet obyvatel

PVC ... polyvinylchlorid

resp. ... respektive

Sb. ... sbírka zákonů

spol. s.r.o. ... společnost s ručením omezeným

tl. ... tloušťka

tzv. ... takzvaný

ZP ... zkušební provoz

B_x ... nízkozátěžový proces

B_v ... objemové zatížení kalu

D ... průměr kalojemu

E_{CAN} ... účinnost ČOV

$EO_{\text{obyv.}+\text{vinař.}}$... látkové zatížení při kombinaci od obyvatelstva a vinařské sezóny

$EO_{\text{obyv.}+\text{turist.}}$... hydraulické zatížení při kombinaci od obyvatelstva a turistické sezóny

f_o ... objem organických látek

h ... výška

h_1 ... zóna čisté vody

h_2 ... dělicí zóna

h_3 ... akumulární zóna

h_4 ... zahušťovací zóna

k_d ... koeficient denní nerovnoměrnosti

k_h ... koeficient hodinové nerovnoměrnosti

$k_{\text{obsazenost}}$... koeficient obsazenosti

$k_{\text{vinař.plocha}}$... koeficient vinařské plochy

KI ... kalový index

NL ... nerozpuštěné látky

NL_{AN} ... nerozpuštěné látky z aktivační nádrže

$P_{dnů,léto}$... počet dnů přítoku odpadních vod během letní sezóny

$P_{dnů,obyt.}$... počet dnů přítoku odpadních vod od obyvatelstva

$P_{dnů,vinař.}$... počet dnů přítoku odpadních vod během vinařské kampaně

$P_{lůžek}$... počet lůžek

P_{osob} ... počet osob

P_{vinic} ... plocha vinic

$q_{sp,obyt.}$... specifická potřeba vody pro obyvatelstvo

$q_{sp,vybav.}$... specifická potřeba vody občanskou vybavenost

$q_{sp,penziony}$... specifická potřeba vody pro penziony

$q_{sp,chaty}$... specifická potřeba vody pro chatovou oblast

$q_{sp,hektar}$... specifická potřeba vody na 1 ha

Q_{BAL} ... množství balastních vod

Q_d ... denní množství odpadních vod

$Q_{d,1}$... přítok od obyvatelstva z Dolních Věstonic

$Q_{d,2}$... přítok od obyvatelstva z Horních Věstonic

$Q_{d,1+2}$... přítok od obyvatelstva z Dolních a Horních Věstonic

$Q_{d,3}$... přítok během turistické sezóny z Dolních Věstonic

$Q_{d,4}$... přítok během turistické sezóny z Horních Věstonic

$Q_{d,3+4}$... přítok během turistické sezóny z Dolních a Horních Věstonic

$Q_{d,5}$... přítok během vinařské kampaně z Dolních Věstonic

$Q_{d,6}$... přítok během vinařské kampaně z Horních Věstonic

$Q_{d,5+6}$... přítok během vinařské kampaně z Dolních a Horních Věstonic

Q_{hN} ... návrhový hodinový přítok

Q_h ... maximální hodinový přítok

Q_p ... denní přítok

Q_r ... roční množství odpadních vod

Q_{24} ... denní přítok odpadních vod

$sp_{\text{obyvatelstvo}}$... látkové zatížení od obyvatelstva

$sp_{\text{turistika}}$... látkové zatížení z turistické sezóny

$sp_{\text{vinařství}}$... látkové zatížení z vinařství

S ... plocha

S_{DNSK} ... skutečná plocha dosazovací nádrže

T ... teplota

u ... hydraulické zatížení

V_{AN} ... objem aktivační nádrže

$V_{\text{AN+DN}}$... objem aktivační a dosazovací nádrže

V_{BK} ... objem přebytečného kalu

V_{DN} ... objem dosazovací nádrže

V_{KAL} ... objem kalu

V_{KJ} ... objem kalojemu

$V_{\text{potř.}}$... potřebný objem

W_s ... objem kalu v aktivační nádrži

X ... obsah sušiny kalu

X_1 ... sušina přebytečného kalu

§ ... paragraf

°C ... stupeň Celsia

% ... procento

$\theta_{\text{dní}}$... doba zdržení [d]

θ_{hod} ... doba zdržení [h]

$\Sigma sp_{\text{obyvatelstvo}}$... součet látkového zatížení od obyvatelstva

$\Sigma sp_{\text{turistika}}$... součet látkového zatížení z turistické sezóny

$\Sigma sp_{\text{vinařství}}$... součet látkového zatížení z vinařství

$\Sigma sp_{\text{obyv.+vinař.}}$... součet látkového zatížení od obyvatelstva a vinařství

$\Sigma sp_{\text{obyv.+turist.}}$... součet látkového zatížení od obyvatelstva a turistické sezóny

$\Sigma S_{\text{dp(60 \%)}}$... snížení látkového zatížení o 40 %

SUMMARY

The diploma thesis was focused on the annual trial operation of the wastewater treatment plant in Dolní Věstonice located in Jihomoravský region.

The aim of the study was to evaluate the data from the period of trial operation of sewage treatment plants in several categories. These were mainly hydraulic and volumetric loading wastewater, water quality in influent and effluent, annual operating costs cleaners, disorders buildings and machinery WWTP. Operational problems identified were evaluated, including possible causes and subsequent settlement. It was also evaluated the energy intensity of the monitored wastewater treatment plants.

Further comparisons were made fabric WWTP load Věstonice, which is shown in several tables in the required parameters according to the current legislation and the inclusion of wastewater into the category of 2001 to 10 000 EO. For most of the required parameters in influent and effluent values were fulfilled according to legislation.

In conclusion we are mentioned operational disturbances and problems that occurred during the trial operation of the plant. Specifically, these problems and disorders described in the summary table, where it is also possible recommendations for the operator to rectify fault conditions.

Followed plant was classified according to the methodology of evaluating the energy performance of sewerage systems in category II, which are recommended only partial measures to reduce energy consumption. Some options are described below. These are mainly the installation of control systems in the water treatment plant.

In economic terms we can evaluate the current operation on the cost of the operation and revenues from sewage. Based on the evaluation of the future with the expected inflows to the wastewater treatment plant growth and development of sewerage collection can be stated that the selected funds will be allocated to finance the loan and recovery plant.

At the end of the trial run was not WWTP Věstonice fully loaded, so you can, not optimize wastewater. Intensification of waste water from my perspective takes place after a long time of operation and evaluation of data for longer periods of time. Trial operation is intended to assess the data needed to issue a certificate of occupancy. Subsequently begins full operation, when it is possible for certain stressful conditions recommended optimization proposals.