

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIROMENTÁLNÍHO  
MODELOVÁNÍ**



**VYHODNOCENÍ PROVOZU ČOV BYSTRĀNY**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.**

**Autor: Daniela Kleinerová**

**2020**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniela Kleinerová

Krajinářství  
Vodní hospodářství

Název práce

Vyhodnocení provozu ČOV Bystřany

Název anglicky

Evaluace the operation of WWTP Bystřany

---

Cíle práce

Cílem práce je popis čištění odpadních vod a vyhodnocení provozu ČOV s případnými návrhy na zlepšení.

Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis obce
6. Technické údaje ČOV Bystřany
7. Vyhodnocení provozu, zhodnocení vývoje
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

40 stran textu

**Klíčová slova**

parametry znečištění, čištění odpadních vod, účinnost ČOV

---

**Doporučené zdroje informací**

HENZE M., HARREMOËS P., ARVIN E. (2002): Wastewater treatment. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg- New York, 433 s.

HENZE M., LOOSDRECHT M., EKANA G., BRDJANOVIC D. (2003): Biological wastewater treatment. Principles, modelling and design. IWA Publishing , Cambridge University Press , 517 s.

HLAVÍNEK P., HLAVÁČEK J., 1996 : Čištění odpadních vod Praktické příklady výpočtů. NOEL 2000 s.r.o, Brno 196 s.

HLAVÍNEK P., MIČÍN J., PRAX P., 2001 : Příručka stokování a čištění. NOEL 2000, s.r.o., Brno, 251 s.

PYTLI V. a kol., 2004 : Příručka provozovatele čistírny odpadních vod.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 16. 12. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 12. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2020

---

## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

*Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vyhodnocení provozu ČOV Bystřany vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.*

*Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.*

*Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.*

*Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.*

V Praze dne 20.05.2020

.....

Daniela Kleinerová

## **PODĚKOVÁNÍ**

V první řadě děkuji své vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za cennou pomoc a trpělivost při zpracování práce, dále také Ing. Petře Aschenbrennerové, Ph.D. za vstřícnost a poskytnutí dat a Janu Plašilovi za cenné informace o ČOV Bystřany a za pomoc při zpracování práce.

V neposlední řadě bych chtěla také poděkovat své rodině, svému příteli Luděkovi Talpovi a jeho rodičům za pomoc a podporu při psaní této práce.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou čištění odpadních vod a vyhodnocením provozu čistírny odpadních vod Bystřany. Problematika čištění odpadních vod je aktuálním tématem. V rámci teoretické části této bakalářské práce je detailně popsáno dělení, odvádění a čištění odpadních vod.

Část praktická je věnována přímo čistírně odpadních vod Bystřany a vyhodnocení jejího provozu. Čistírna odpadních vod Bystřany se nachází v Ústeckém Kraji nedaleko města Teplice. Do této čistírny jsou přiváděny odpadní vody především oddílnou stokovou soustavou z Teplic i nedalekých obcí. Do provozu byla uvedena v roce 1975 s kapacitou 60 000 EO. Po rozsáhlé rekonstrukci, která proběhla v letech 2000-2003 došlo k modernizaci technologie a byla navýšena kapacita ČOV na 110 000 EO. ČOV Bystřany pracuje na principu mechanicko-biologického čištění s biologickým odstraňováním dusíku ( $N^-$ ) a chemickým odstraňováním fosforu ( $P^+$ ). Recipientem je vodní tok Bystřice.

Vyhodnocenými parametry znečištění jsou CHSK, BSK<sub>5</sub>, NL,  $N_{celk.}$ ,  $P_{celk.}$ . Porovnávaná data jsou výčtem měsíčních průměrných, maximálních a minimálních hodnot sledovaných parametrů znečištění z let 2017, 2018 a 2019 a jejich následné porovnávání s přípustnými limity pro vypouštěné odpadní vody.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Parametry znečištění, čištění odpadních vod, účinnost ČOV.

## **ABSTRACT**

Treatment of the sewage waters and assessment of the efficiency of sewage treatment plant in Bystřany city is studied in this bachelor thesis. Theoretical part of this thesis is focused on the classification, drainage and treatment of sewage.

Operation of the sewage treatment plant in Bystřany is described and assessed in the practical part. This plant is placed close to the city Teplice in the Ústecký region. Sewage from Teplice city and some other villages is piped into this plant. Rainwater and sewage are channeled in separated pipes. The operation has started in 1975 and the capacity is 60 000 population equivalent. This wastewater treatment plant has been reconstructed between 2000 and 2003 and the capacity has been increased to the 110 000 population equivalent. The wastewater is cleaned by using the combined mechanical and biological technology. The nitrogen is released biologically and phosphorus chemically. Recipient is the Bystřice river.

Chemical oxygen demand, biological oxygen demand for 5 days, suspended solids, total nitrogen and total phosphorus are studied (minimum, maximum and monthly average values from the years 2017 – 2019). Studied characteristics are compared to the legislative limits for the cleaned sewage and evaluated.

## **KEY WORDS**

Contamination parameters, wastewater treatment plant, efficiency of wastewater treatment plant.

## Obsah

1. ÚVOD .....	1
2. CÍLE PRÁCE .....	2
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	3
3.1. Odpadní vody .....	3
3.1.1. Dělení odpadních vod .....	3
3.2. Odvádění odpadních vod .....	5
3.2.1. Dělení stokových soustav .....	5
3.2.2. Systém stok dle typu proudění .....	6
3.2.3. Systémy stokových sítí dle prostorového uspořádání .....	6
3.3. Čištění odpadních vod .....	8
3.3.1. Ukazatele znečištění odpadních vod .....	8
3.3.2. Skladba technologické linky čistírny odpadních vod .....	10
3.3.3. Objekty na ČOV .....	18
4. METODIKA .....	25
5. POPIS ODVODŇOVANÉHO ÚZEMÍ .....	26
6. TECHNICKÉ ÚDAJE ČOV BYSTRĀNY .....	28
6.1. Historie ČOV Bystřany .....	29
6.2. Technologická linka ČOV Bystřany .....	30
7. VYHODNOCENÍ PROVOZU .....	38
8. DISKUZE .....	45
9. ZÁVĚR .....	48
10. ZDROJE .....	49
10.1. Odborné publikace .....	49
10.2. Internetové zdroje .....	51
10.3. Legislativní zdroje .....	51



10.4.	Ostatní zdroje .....	51
11.	PŘÍLOHY .....	54

## SEZNAM POUŽITÝCH SKRATEK

BSK <sub>5</sub>	Biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní
ČOV	Čistírna odpadních vod
D	Denitrifikace
D <sub>s</sub>	Denitrifikační sektor
EO	Ekvivalentní obyvatel
CHSK <sub>Cr</sub>	Chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným
N	Nitrifikace
N <sub>celk.</sub>	Celkový dusík
NL	Nerozpuštěné látky
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amoniakální dusík
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Dusičnanový dusík
NV	Nářízení vlády
OV	Odpadní vody
P <sub>celk.</sub>	Celkový dusík
Q <sub>355</sub>	Průtok, který je dosažen nebo překročen 355 dní v roce
R	Regenerace

# 1. ÚVOD

Díky rostoucí populaci na planetě Zemi rostou v současné době i nároky na ochranu životního prostředí. Mimo jiné se tyto nároky vztahují i na ochranu vody, která tvoří jednu z nejdůležitějších podmínek pro život na Zemi, proto by měla být dostatečně chráněna. Zdroje vody totiž nejsou nekonečné. Již v dnešní době se celosvětově hladina podzemní vody snižuje, vlivem rostoucí populace a rozvojem zemědělství. Dále jsou tyto zdroje vody znečišťované rozvíjející se dopravou, průmyslem, samotnou populací a zemědělstvím.

Přesto, že si lidé již dlouho uvědomují, jak významná je voda pro život, stále ji nedostatečně chrání a plýtvají s ní. V některých zemích mají lidé přístup k pitné, čisté vodě složitější. Buď je jí velice málo a nebo je velmi těžko přístupná. Ve vyspělých zemích je přístup k pitné vodě jednodušší, ale je i dovoleno s ní plýtvat. Pitná voda se používá k napouštění bazénů, zalévání apod. Přitom se nedostatek vody může projevit i ve vyspělých státech. Již nyní se například Česká republika potýká s ubývajícím zásobami podzemní vody. Tento problém však bude jen narůstat, jestliže se s vodními zdroji bude nadále špatně nakládat. Při šetrnějším využívání vodních zdrojů nebudou hladiny podzemních vod tak klesat a při důsledném čištění odpadních vod selepší kvalita povrchových vod.

Avšak ne všechny odpadní vody jsou čištěny. Velká část území stále není odkanalizována, tím pádem jsou v těchto místech využívány septiky či žumpy, ze kterých není odpadní voda odváděna na čistírny odpadních vod.

Odvádění a čištění odpadních vod je základem civilizované společnosti. V dnešní době je na ní kladen větší důraz. Z toho vyplývají i zpřísnující se požadavky na vypouštění vody z čistíren odpadních vod do recipientu. Těmto požadavkům však některé starší čistírny a malé čistírny odpadních vod u malých zdrojů znečištění nevyhovují a jejich rekonstrukce či inovace jsou nezbytné k dodržení limitů nařízenými vládou a příslušnými úřady. Řešením tohoto problému je aplikace nových technologií, která bude limity dodržovat.

## **2. CÍLE PRÁCE**

Cílem první části této bakalářské práce je rozbor problematiky odvádění odpadních vod a jejich následného čištění.

Cílem druhé části bakalářské práce na téma „Vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod Bystřany“ je detailní popis technologie čištění odpadních vod a dále vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod Bystřany s možnými návrhy na zlepšení jejího provozu.

### **3. LITERÁRNÍ REŠERŠE**

#### **3.1. Odpadní vody**

Odpadní vodou je myšlena každá voda, jejíž chemické či fyzikální vlastnosti se změnila jejím použitím a již se nedá použít znovu k danému účelu (např. jako pitnou vodu) (Chudoba a kol. 1991).

Odpadní vody obsahují znečišťující látky různého charakteru. Tyto látky se mohou dělit do několika kategorií podle toho, zda jsou organické či anorganické, rozpustné nebo nerozpustné a ty dále na usazené, neusazené a plovoucí. Avšak ne všechny látky se mohou umístit v této klasifikaci, proto je důležité zmínit se také o specifických typech znečištění, které může způsobovat např.: radioaktivita, tepelné znečištění, zbytky léčiv a kosmetických prostředků (Hlavínek a kol 2001; Chudoba 1991).

Povolení k vypouštění odpadních vod do povrchových vod a kanalizace uděluje vodoprávní orgán. Vodoprávní orgán se řídí nařízením vlády České republiky č. 401/2015 Sb. O ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod. O náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací. A o náležitostech a povoleních v citlivých oblastech.

##### **3.1.1. Dělení odpadních vod**

Dle ČSN 75 6101 jsou odpadní vody rozlišovány na vody splaškové, průmyslové, zemědělské, povrchové srážkové, infekční a ostatní.

##### **Splaškové odpadní vody**

Jsou odpadní vody z domácností, ubytoven, škol, úřadů a ze sociálních zařízení například toalety, koupelny a prádelny. Dále jsou to odpadní vody odvedené z restaurací, jídelen a kuchyní přes odlučovače tuků do kanalizace (Binzar a kol. 2016; Groda a kol. 2007).

##### **Průmyslové odpadní vody a zemědělské odpadní vody**

Průmyslové a zemědělské vody mají podobný charakter. Na rozdíl od odpadních vod splaškových jsou tyto odpadní vody mnohem rozmanitější. Jejich znečištění charakterizuje výrobní proces, ze kterého odpadní vody pochází (Binzar a kol. 2016).

### **Srážkové povrchové vody**

Jsou tvořeny atmosférickými srážkami. Tyto vody jsou odváděny do stokového systému kanalizačními vpustmi. Dělí se na neznečištěné a znečištěné podle lokality. Jejich množství je určeno intenzitou dešťových srážek, dobou trvání, povrchovou retencí, součinitelem odtoku a plochou odvodňovaného území (Čížek a kol. 1970).

### **Infekční vody**

Dle ČSN 75 6406 mohou infekční vody obsahovat choroboplodné zárodky, proto vyžadují zvláštní předčištění před vypouštěním do veřejné stokové sítě. Mezi infekční vody jsou řazeny vody odvedené z nemocničních zařízení, mikrobiologických laboratoří, výroben očkovacích látek nebo z TBC sanatorií (Čížek a kol. 1970).

### **Ostatní odpadní vody**

Jsou to vody, které se neřadí ani do jedné z výše uvedených skupin odpadních vod. Řadíme mezi ně například neznečištěné vody chladicí, kondenzované, podzemní, dešťové a pramenité (Nypl a Synáčková 2002).

### **Oplachové vody**

Jsou vody používané k oplachu komunikací, parkovišť, chodníků a dalších zpevněných ploch. Jsou znečištěny stejně jako odpadní vody dešťové (Nypl a Synáčková 2002).

## **3.2. Odvádění odpadních vod**

V současné době se v České republice vyprodukuje téměř jedna miliarda m<sup>3</sup> odpadních vod ročně. Odpadní voda je většinou odváděna přímo do stokových sítí. V místech, kde stoka není vybudovaná, je odpadní voda odváděna do žumpy, septiku nebo do domácí čistírny odpadních vod. Z povrchu komunikací může být voda odváděna přímo nebo přes lapoly ropných látek do toků (Binzar a kol. 2016).

Provoz čistíren odpadních vod je úzce spojen se správnou funkcí stokové sítě. Správný provoz a stav stokové sítě přímo ovlivňuje množství i složení odpadních vod (Bábíček a kol. 2018; Henze a Comeau 2008).

### **3.2.1. Dělení stokových soustav**

#### **Jednotná soustava**

Společně odvádí všechny druhy odpadních vod v jedné stokové síti, dochází zde k jejich promísení. Jelikož se jednotnou stokovou sítí dopravují i splaškové vody, musí být stoka zatrubněna. Výhodou je menší finanční náročnost. Jednotná soustava je nevýhodná z důvodu umístění odlehčovacích komor. Při zvýšených průtocích voda v odlehčovacích komorách přepadá do odlehčovací stoky a je odvedena do recipientu nebo do dešťové nádrže. I když jsou splaškové vody naředěné vodu dešťovou, dochází ke kontaminaci recipientu fekáliemi (Bábíček a kol. 2018; Synáčková 2014; Malý a Malá 2006).

#### **Oddílná soustava**

U oddílné stokové soustavy se odpadní vody odvádějí odděleně pomocí dvou a více stokových sítí. Splaškové odpadní vody jsou odváděny přímo na čistírny odpadních vod, zatím co dešťové vody míří do recipientu či do dešťových nádrží. Finanční náročnost je v tomto případě vyšší, avšak fekální znečištění nekontaminuje recipient a dešťové odpadní vody hydraulicky nezatěžují čistírny odpadních vod (Bábíček a kol. 2018; Synáčková 2014).

#### **Modifikovaná soustava**

Jinak také polooddílná soustava je kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy. Dešťové vody jsou odváděny mělce uloženým potrubím a splaškové, případně i průmyslové, vody hlouběji uloženým potrubím. V České republice se využívá jiná modifikace, která se aplikuje především k odvodnění menších obcí. Stokami pro dešťové vody je odváděna jen neznečištěná voda (ze střech, chodníků, komunikací s nízkým dopravním provozem apod.) přímo do recipientu. Splaškové vody s ostatními znečištěnými dešťovými vodami (z komunikací s hustým dopravním

provozem, parkovišť apod.) jsou odváděny do čistíren odpadních vod (Bábíček a kol. 2018).

### **3.2.2. Systém stok dle typu proudění**

#### **Gravitační doprava**

Tento druh dopravy je nejsnazším a nejběžnějším způsobem dopravy odpadních vod kanalizací. Kanalizace je vybudována ve vhodném sklonu tak, aby se odpadní voda gravitačním pohybem sama dopravila na čistírnu odpadních vod.

Jestliže je v rozptýlené zástavbě, v rovinatém terénu, vysoká hladina podzemní vody nebo jsou nepříznivé geologické podmínky, můžou se místo obvyklých gravitačních (beztlakových) stok oddílné splaškové kanalizace navrhovat tzv. tlakové nebo podtlakové kanalizace (Bábíček a kol. 2018; Synáčková 2014).

#### **Tlaková kanalizace**

Používá se při nedostatečném sklonu v rovinném terénu, kdy není možné splašky dopravovat gravitačně a vyžaduje se umístění čerpacích stanic na přečerpávání odpadní vody (Synáčková 2014).

#### **Podtlaková kanalizace**

Jinak také vakuová kanalizace. V systému se nachází vakuová stanice, ve které se pomocí vakuových čerpadel vytvoří podtlak ve sběrné tlakové nádobě. Do sběrné tlakové nádoby se při otevření sacího ventilu, který je umístěný v akumulární šachtě na domovní přípojce, nasávají splašky. Z vakuové stanice se odpadní vody dopravují, gravitačně nebo častěji čerpáním, do čistírny odpadních vod (Nypl a Synáčková 2002).

#### **Pneumatická doprava splašků**

Jde o alternativní způsob přepravy splašků tlakovým vzduchem z místa akumulace i na dlouhé vzdálenosti (Nypl a Synáčková 2002).

### **3.2.3. Systémy stokových sítí dle prostorového uspořádání**

Systémy stokových sítí jsou navrhovány tak, aby jimi byly svedeny odpadní vody do nejnižšího místa, na čistírnu odpadních vod, a to co nejvýhodněji. Záleží při tom na terénu, zástavbě a na recipientu. Výsledkem návrhu tvaru stokové sítě pro určité území je systém stokových sítí, který je přizpůsobený charakteru odvodňovaného území.

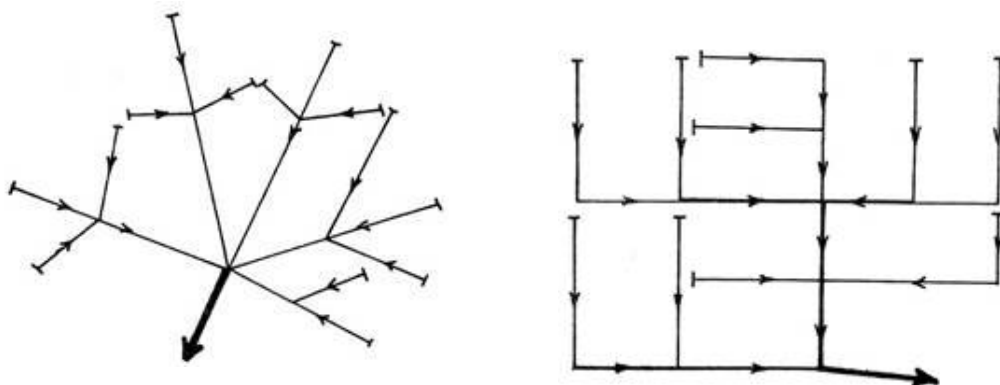


**Radiální systém** – je vhodný při odvodnění kotlin, odpadní voda je sváděna do jednoho centrálního místa, odkud je odváděna na ČOV gravitačně nebo čerpáním (Nypl a Synáčková 2002).

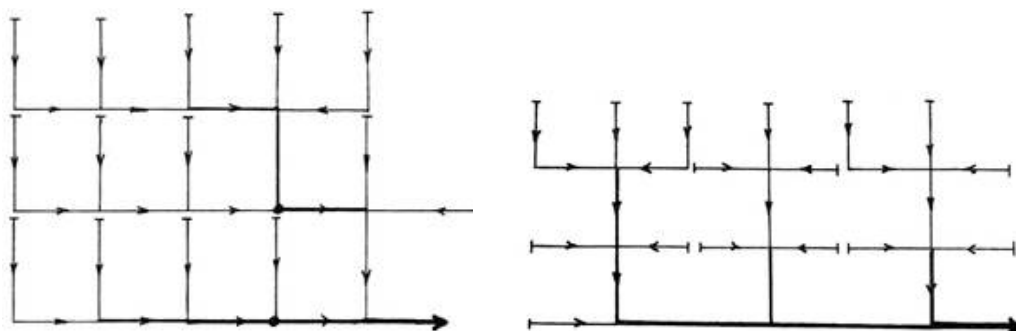
**Větvový systém** – používá se v členitém terénu, vede odpadní vodu co nejkratší trasou do sběrné stokové sítě (Šenkapoulová a kol. 2018).

**Úchytný systém** – je často používán v táhlých údolích podél koryt toků, kde je jedna hlavní stoka, vedena v nejnižším místě daného území podél vodního toku, do které jsou ostatní stoky napojovány (Šenkapoulová a kol. 2018).

**Pásmový systém** – je vhodný při navrhování několika výškových pásem stok. Jednotlivá pásma mohou být tvořena z jakýchkoliv z výše uvedených systémů stokových sítí. Z nejvyššího pásma bývá voda nejčastěji dopravována gravitačně, z pásma středního není přesně daný způsob dopravy, jelikož závisí přímo na umístění lokality a z nejnižšího bývá zpravidla voda čerpána (Nypl a Synáčková 2002).



Obr. 3.1 a 3.2 - Na levém obrázku je schéma radiálního systému a na pravém schéma větvového systému ([http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6\\_gravitacni\\_stokove\\_site.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html))



Obr. 3.3 a 3.4 - Na levém obrázku je schéma úchytného systému a na pravém schéma pásmového systému ([http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6\\_gravitacni\\_stokove\\_site.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html))

### 3.3. Čištění odpadních vod

Aby odpadní vody mohly být vypuštěny do toku, musí projít zdlouhavými procesy čištění na čistírnách odpadních vod. Čistírny odpadních vod jsou průtočné objekty, ve kterých dochází k odstranění přivedeného znečištění odpadní vodou pomocí vhodné sestavy čistících procesů. Výběr jednotlivých procesů záleží na charakteru znečištění. Procesy musí být účinné a měly by být finančně i energeticky nenáročné. Dále by také neměly vnášet do čištěné vody další znečišťující látky (Dohányos a kol. 2007; Švehla a kol. 2005). Procesy dělíme na mechanické, biologické, chemické a fyzikálně-chemické.

<b>Mechanické</b>	Cezení, usazování, centrifugace, flotace, filtrace
<b>Chemické a fyzikálně-chemické</b>	Čiření, neutralizace, oxidace a redukce, sorpční procesy
<b>Biologické - aerobní</b>	Biologické filtry, aktivační proces, stabilizační nádrže, odpařování, spalování, atd.
<b>- anaerobní</b>	Methanizace

Tab. 3.1- Procesy čištění (Dohányos a kol. 2007)

#### 3.3.1. Ukazatele znečištění odpadních vod

Sledováno je několik základních ukazatelů znečištění. Přičemž je jejich množství v odpadní vodě pro daná místa charakteristické. Měření jednotlivých ukazatelů je prováděno na přítoku a odtoku z čistírny odpadních vod. Díky němu máme přesnou představu o koncentraci znečištění (Bábiček a kol. 2018).

##### Chemická spotřeba kyslíku (CHSK<sub>Cr</sub>)

Je definována jako množství kyslíku, které je spotřebováno za určitých podmínek na oxidaci organických látek ve vodě oxidačními činidly jako je například dichroman draselný (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) nebo manganistan draselný (KMnO<sub>4</sub>) (Pitter 2009).

##### Biochemická spotřeba kyslíku (BSK<sub>5</sub>)

BSK<sub>5</sub> je nejvýznamnějším ukazatelem pro posouzení odpadní vody. Jedná se spotřebování rozpuštěného kyslíku za určitých podmínek a pomoci aerobních organismů, biochemickou oxidací organických látek v odpadní vodě za 5 dní (Kopp a kol. 2015; Pošta 2005).

## Nerozpuštěné látky (NL)

Jsou významným indikátorem jakosti surových vod i vyčištěných vod. V přírodních a užitkových vodách jsou ve formě zooplanktonu, fytoplanktonu, hydratovaných oxidů kovů (mangan, železo apod.), tuků a dalších. Dělí se na usaditelné, neusaditelné a vzplývavé. Dále se také mohou dělit na splaveniny a plaveniny. Splaveniny jsou nerozpuštěné látky unášené vodou, zatím co plaveniny jsou vznášející se tuhé částice na hladině a po usazení se nazývají sedimenty (Pitter 2009).

## Dusík ( $N_{\text{celk.}}$ )

Celkový dusík, který je na čistírnách pozorován, je součtem organického i anorganického dusíku. Anorganickými formami dusíku jsou dusitany, dusičnany a amoniakální dusík, které jsou odstraňovány z odpadní vody na čistírnách nitrifikací (oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany) a denitrifikací (redukci dusitanů a dusičnanů na oxid dusný). Organické formy dusíku jsou přítomny například v močovině. Dusík se do vody dostává především z atmosférických srážek, které dusík obsahují, dále také ze zemědělské produkce (Pitter 2009; UPOL 2015; Henze a Harremoës 1992).

## Fosfor ( $P_{\text{celk.}}$ )

Fosfor je ve vodách kontrolován především kvůli eutrofizaci vod. Celkový fosfor, který je na čistírnách měřen, je součtem rozpuštěného i nerozpuštěného fosforu. Největšími zdroji fosforu jsou fekálie, fosforečná hnojiva používaná v zemědělství a prací, mycí a čisticí prostředky. Zdrojem organického fosforu v přírodě je úhyn nižších i vyšších živočichů, kteří za svůj život přeměnili fosfor na organicky vázaný fosfor, dále je zdrojem i rozklad biomasy zooplanktonu a fytoplanktonu (Pitter 2009; Lellák a Kubíček 1992).

## Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění městské odpadní vody

Přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru (prům.) vypouštěných odpadních vod v mg/l. EO - ekvivalentní obyvatel je definovaný dle NV č. 401/2015 produkcí znečištění 60 g BSK<sub>5</sub> za den.

Kategorie ČOV (EO)	CHSK <sub>Cr</sub>		BSK <sub>5</sub>		NL		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		N <sub>celk.</sub>		P <sub>celk.</sub>	
	p	m	p	m	p	m	p	m	prům.	m	prům.	m
<500	150	220	40	80	50	80	-	-		-	-	-
500 – 2 000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2 001 – 10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10001 – 100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
>100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Tab. 3.2 - Emisní standardy (příloha č. 1 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

### Přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (Minimální procento úbytku)

Kategorie ČOV (EO)	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sub>celk.</sub>	P <sub>celk.</sub>
< 500	70	80	-	-	-
500 – 2000	70	80	50	-	-
2 001 – 10 000	75	85	60	-	70
10 001 – 100 000	75	85	-	70	80
> 100 000	75	85	-	70	80

Tab. 3.3 - Emisní standardy (příloha č. 1 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

### Minimální roční četnosti odběrů vypouštěných městských odpadních vod

Kategorie ČOV (EO)	Typ vzorku	Četnost odběru
<500	A	4
500 – 2 000	A	12
2 001 – 10 000	B	12
10 001 – 100 000	C	26
>100 000	C	52

Tab. 3.4 - Minimální roční četnosti odběrů vypouštěných městských odpadních vod (příloha č. 4 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

Typ A – jedná se o dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků o stejném objemu v intervalu 15 min.

Typ B – je 24 hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebraných v dvouhodinovém intervalu.

Typ C – jedná se 24 hodinový vzorek získaný sléváním 12 dílčích vzorků odebíraných v dvouhodinovém intervalu o objemu úměrném aktuální hodnotě průtoku v době odběru dílčího vzorku (příloha č. 4 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

### 3.3.2. Skladba technologické linky čistírny odpadních vod

Skladba technologické linky čistírny závisí na místní skladbě odpadních vod, na množství přitékající odpadní vody a na typu kanalizace, zdali je jednotná či oddělená. Obecně se technologická linka čistírny odpadních vod skládá z několika částí (Bábíček a kol. 2018).

## **Hrubé předčištění**

První fáze čištění probíhá v tzv. ochranné části čistírny, kde je odpadní voda zbavována hrubých nerozpuštěných látek, které by mohly poškodit strojní zařízení na čistírně. Objekty, které se používají za tímto účelem, jsou lapáky šterku, česle a lapáky písku. K hrubému předčištění se mohou také počítat lapáky tuků, které se umisťují za lapáky písku (Švehla a kol. 2005).

## **Mechanický stupeň čištění**

U primární sedimentace dochází k separaci jemných usaditelných látek z odpadní vody ve formě primárního kalu. Probíhá v usazovacích nádržích (Bábíček a kol. 2018).

## **Biologický stupeň čištění**

Odpadní voda, která byla zbavena hrubých nečistot a většiny usaditelných látek a tuků, se dále přivádí na biologické čištění. Odpadní vody také obsahují velké množství organického znečištění. Tento biologický odpad tvoří sloučeniny obsahující biogenní prvky, jako jsou například dusík, fosfor nebo uhlík. Na eliminaci těchto biogenních prvků je při čištění odpadních vod kladena pozornost (Komínková a kol. 2014).

V přírodě dochází k přirozenému koloběhu sloučenin dusíku a uhlíku. Biologické čištění odpadních vod zintenzivňuje a napodobuje část přírodního cyklu redukce sloučenin dusíku a uhlíku. Fosfor se v odpadních vodách vyskytuje především kvůli čím dál častějšímu používání pracích prostředků, které sloučeniny fosforu obsahují. Sloučeniny fosforu se z odpadní vody mohou odstraňovat biologickou nebo chemickou cestou (Langhammer 2002).

Cílem biologického čištění je odstranění organického znečištění a jeho negativních dopadů na recipient. Základem tohoto čištění jsou aerobní biochemické pochody, při kterých se rozmnožují heterotrofní bakterie i jiné mikroorganismy, které rozkládají organické látky z odpadních vod k získávání energie (Diner a Sárka 2020; Kaevska a kol. 2016).

Z ekonomického a ekologického hlediska jsou biologické čistírenské procesy nejvhodnějšími procesy pro zpracovávání a likvidaci organických odpadů (Švehla a kol. 2005).

V biologickém čištění jsou veškeré procesy navzájem propojené. Pomocí aktivovaného kalu se odstraňují z odpadní vody rozpuštěné organické látky v několika oblastech. V každé oblasti probíhá čištění za jiných podmínek (Komínková a kol. 2014).

- **Oxická oblast** jinak také kyslíkatá. V této části dochází k oxidaci organických látek za procesu nitrifikace, vyžadující nezbytně přítomnost kyslíku. Kyslík je do aktivační nádrže uměle přiváděný provzdušňováním.
- **Anoxická oblast** tedy sekce bez přítomnosti kyslíku. V této části dochází k redukci dusíku za procesu denitrifikace.
- **Anaerobní oblastí** je nazývána oblast, ve které není přítomen kyslík ani dusíkaté sloučeniny (Groda a kol. 2007).

### Odstraňování dusíku

Ve splaškových vodách se dusík vyskytuje ve dvou základních formách jako anorganický a organický. Z anorganických forem dusíku je především zastoupen dusík amoniakální disociovaný  $\text{NH}_4^+$  a amoniakální nedisociovaný  $\text{NH}_3$ . Podíl výskytu  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NH}_3$  zejména závisí na teplotě a na hodnotě pH. V charakteristických podmínkách pro městské odpadní vody se teplota odpadní vody pohybuje v rozmezí mezi 10-20 °C a hodnota pH v rozmezí 7 – 8,5. Za těchto podmínek je v odpadní vodě přítomno přibližně 95 % amoniakálního dusíku ve formě  $\text{NH}_4^+$ . Organický dusík ( $\text{N}_{\text{ORG}}$ ) se v odpadní vodě obvykle vyskytuje v redukované formě  $\text{N}^{\text{III}}$  (Binzar a kol. 2016).

Cílem biologického odstraňování anorganického dusíku je biochemická oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany (nitrifikace) a následně jejich biochemická redukce na plynný dusík (denitrifikace) (Dohányos a kol. 2007).

### Nitrifikace

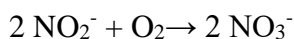
Nitrifikace probíhá ve dvou stupních – nitritace a nitratace.

V nitritaci se amoniakální dusík oxiduje na dusitany. V tomto stupni se na reakci podílí celá řada bakterií nazývaných amoniak oxidující bakterie, mezi které patří například rod *Nitrosomonas* a *Nitrosococcus* (Chudoba a kol. 1991).



Rovnice 3.1  
(Bábíček a kol. 2018)

U nitratace jsou vzniklé dusitany oxidovány na dusičnany. Na této reakci se také podílí celá řada bakterií nazývaných dusitany oxidující bakterie, mezi které patří *Nitrobacter* a *Nitrocystis* (Bábíček a kol. 2018; Renou 2006).



Rovnice 3.2  
(Bábíček a kol. 2018)

Celková reakce:



Rovnice č. 3.3  
(Bábíček a kol. 2018)

Z rovnice o celkové reakci vyplývá, že se na úplnou oxidaci 1 g  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  spotřebuje 4,75 g kyslíku. U nitrítace je spotřeba kyslíku na 1 g  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  13,34 g a u nitrátace 1,14 g (Bábíček a kol. 2018).

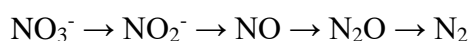
Vznikající kyseliny při reakci zvyšují kyselost vody a snižují tím kyselinovou neutralizační kapacitu vody. Jestliže je její hodnota nízká tak při vysoké koncentraci  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  může dojít ke snížení hodnoty pH a tím i ke zpomalení či úplnému zastavení nitrifikace, případně i jiných biochemických čistírenských procesů, v tomto případě je tedy potřeba dodávat neutralizační činidlo hydroxid vápenatý ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) (Švehla a kol. 2005).

Nitrifikační bakterie jsou aerobní pomalu rostoucí organismy, které jsou citlivé na změnu teploty, hodnoty pH, koncentraci kyslíku, na stáří a zatížení aktivovaným kalem i na celou řadu organických i anorganických látek. Vliv těchto parametrů může značně ovlivnit, zpomalit či zastavit nitrifikaci (Dohányos a kol. 2007).

### **Denitrifikace**

Při denitrifikaci dochází k biochemické redukci dusičnanů přes dusitany na plynný dusík ( $\text{N}_2$ ). V malém množství může vznikat i oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Denitrifikace probíhá za přítomnosti organotrofních bakterií například rodu *Denitrobacillus*, *Chromobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* aj. (Ambrožová 2008).

Schématické vyjádření postupu reakcí v denitrifikaci.



Rovnice 3.4  
(Bábíček a kol. 2018)

Denitrifikace je anoxický proces, probíhá tedy za nepřítomnosti kyslíku, avšak požaduje organické nebo anorganické donory (dárce) elektronů jako je například odpadní voda, metanol aj. (Slavičková a Slaviček 2013).

Proces denitrifikace je v porovnání s procesem nitrifikace méně problematický z důvodů méně citlivých bakterií, které jsou odolnější na výkyvy teplot a zvládají široké rozmezí pH 6 – 9 (Bábíček a kol. 2018).

Jestliže procesy nitrifikace a denitrifikace dobře fungují, dochází k odstranění 95 % dusíku z odpadní vody (Renou 2006).

Pro odstraňování dusíku je vyvinuta řada procesů, které se dělí na tři základní.

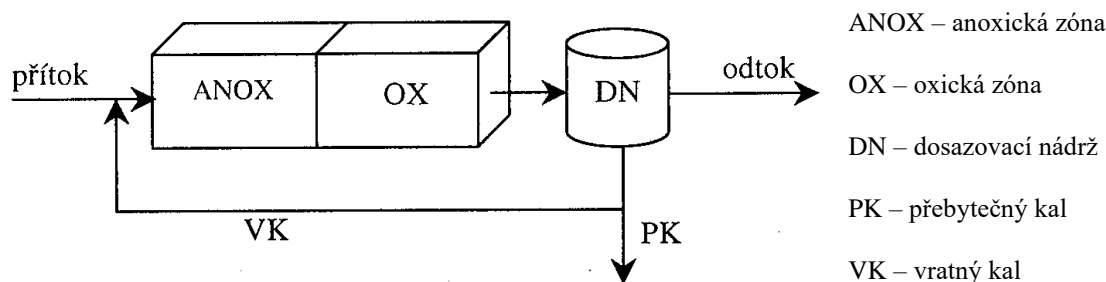
- Všechny nádrže na odstraňování organického znečištění jsou oddělené, to znamená, že v každé sekci jsou pouze ty organismy, které příslušnou látku odbourávají.
- V tomto systému jsou sloučené procesy na odbourání organického znečištění s nitrifikací, denitrifikace zůstává oddělená.

- Jedná se o systém slučující všechny procesy do jedné nádrže (Bábíček a kol. 2018).

Dále dělíme systémy podle počtu recyklů vratného kalu, které se odehrály v systému, na jednokalové, dvoukalové a tříkalové systémy. Všechny systémy na odstraňování dusíku biochemickou cestou potřebují kvalitní mechanické předčištění.

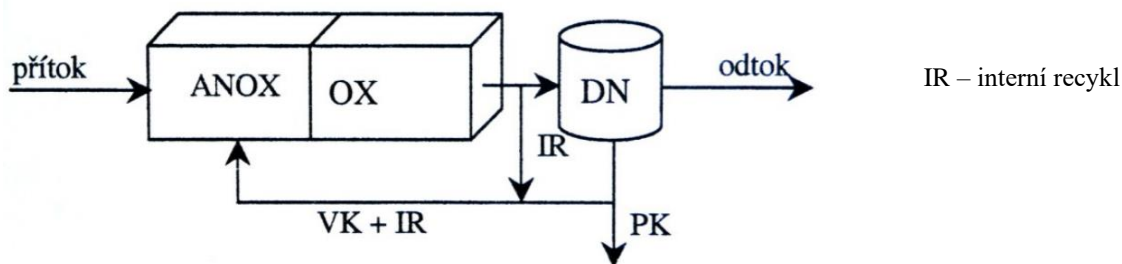
### **Jednokalové systémy**

Jednokalové systémy jsou především pro svou jednoduchost nejvíce používány. Příkladem jednokalového systému je **Wuhrmannův proces predenitrifikace**. U tohoto procesu je zbytková energetická hmota v kalu a endogenní respirace zdrojem energie pro denitrifikaci. Nevýhodou Wuhrmanova procesu je snadné přetížení dosazovací nádrže. Tomuto negativnímu dopadu lze zabránit hned na přítoku přidáním externího substrátu.



Obr. 3.5 - Schéma Wuhrmannova procesu (Hlavínek a kol. 2003)

Inovací Wuhrmannova procesu predenitrifikace je **Ludzack-Ettingerův proces**, který je odlišný kvůli zavedení interní recirkulace. Tento proces je klasickým systémem s denitrifikací a nitrifikací, označovaný jako D-N systém (Hlavínek a Novák 2000).



Obr. 3.6- Schéma Ludzack-Ettingerovo procesu (Hlavínek a kol. 2003)

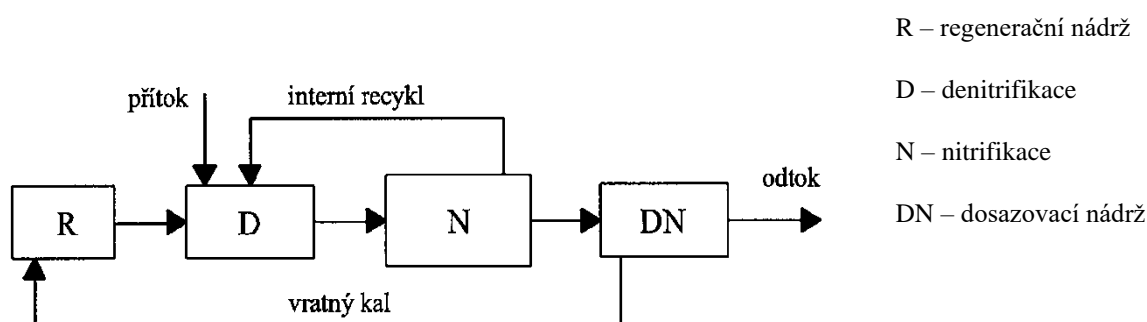


V ČR byl v minulosti velmi často D-N systém využíván v menších lokalitách. Používal se buď klasický systém D-N nebo systém oběhové aktivace, kde se v jedné nádrži střídají oxické a anoxické zóny, tedy dochází k nitrifikaci a denitrifikaci (Xiaolian a kol. 2006).

S postupným vývojem v čištění odpadních vod se zjistilo, že D-N systém je z hlediska provozních nákladů a z hlediska plnění emisních limitů neúnosný. Mimo to byla prokázána nižší účinnost čištění, což vedlo k vláknitému bytění aktivovaného kalu.

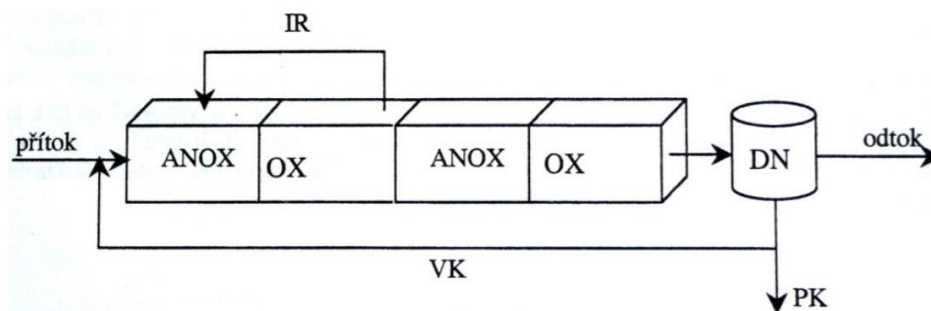
Problém s účinností vede ke zhoršení sedimentace aktivovaného kalu, k možnému úniku suspendovaných látek do odtoku a ke zhoršení odtokových parametrů.

**R-D-N** systém je jedním z procesů, který do jisté míry řeší tyto nedostatky. Jedná se o aktivační systém s regenerací vratného kalu, jinak také R-D-N systém (regenerace-denitrifikace-nitrifikace). Do systému byla tady zařazena regenerace kalu. Při regeneraci kalu se nechá „vyhladovět“ biomasa kalu, která je poté charakterističtější vyšší aktivitou. V procesu může být také na začátku aktivační nádrže umístěná anoxická kontaktní zóna z důvodů pozitivního vlivu na snížení nadměrného výskytu vláknitých mikroorganismů (Švehla a kol. 2005).



Obr. 3.7 - Schéma R-D-N systému (Hlavínek a kol. 2003)

**Bardenpho čtyřstupňový systém** je založen na střídání anoxických a oxických zón. Do anoxické nádrže přitéká odpadní voda a zároveň i interní recykl z oxické nádrže, dochází zde k denitrifikaci, při které je využíváno organických látek z přítoku k redukci dusičnanů z recyklu. Elementární dusík, který je produktem denitrifikace, je odvětráván v následné oxické zóně. V přitékající vodě je obsažen amoniakální dusík, který proteče první nádrží nezměněn a teprve až v anoxické zóně podléhá nitrifikaci, při které vznikají dusičnany, které se interním recyklem vrací do první nádrže k denitrifikaci. V druhé anoxické části je denitrifikace opakována a v poslední oxické části je plynný dusík odvětráván a probíhá zde nitrifikace (Hlavínek a kol. 2003; Švehla a kol. 2005).



Obr. 3.8 - Schéma Bardenpho procesu (Hlavínek a kol. 2003)

**Alpha proces** je proces složený z několika D-N procesů řazených za sebou. Vzhledem k tomu, že je tento proces uspořádán jako střídání anoxických a oxických zón, odpadáva interní recirkulace. Tímto dochází k úspoře energie, což je velká výhoda tohoto procesu. Nevýhodou jsou vysoké nároky kladené na odbornou obsluhu z důvodu optimalizace řízení provozu (Hlavínek a kol. 2001).

**Bio-denitro proces** funguje na principu recirkulace kalu mezi dvěma do série zapojenými aktivačními nádržemi, kde dochází ke střídavému přepojování přítoků. Dále je změněn i provoz nádrže. Po změně je nádrž se zavedeným přítokem odpadní vody i vratného kalu pouze promíchávána a ne provzdušňována. Poté je voda odvedena do druhé nádrže, která je po změně provzdušňována. Aby bylo dosaženo maximálního využití organického substrátu pro denitrifikaci a zároveň dosaženo nejnižších odtokových parametrů, je nutné střídavě měnit kultivační podmínky v nádržích (Hlavínek a kol. 2003).

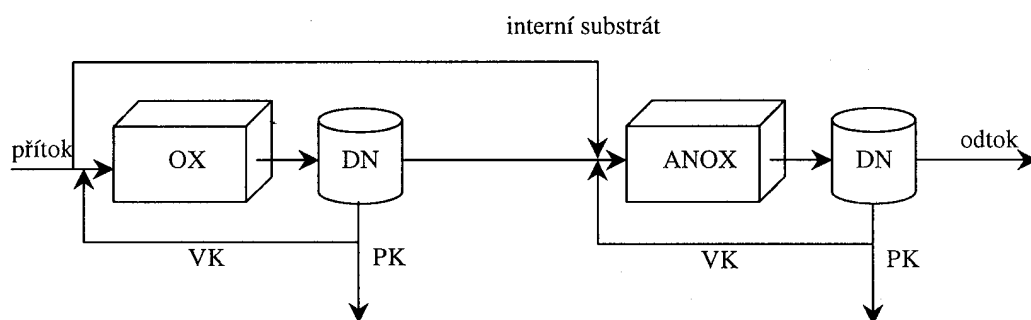
**SBR (SEQUENCING BATCH REACTOR) proces** probíhá nepřetržitě v jedné nádrži. Do reaktoru je za stálého míchání přiváděna odpadní voda, po naplnění dochází ke střídání oxických a anoxických podmínek. Tyto fáze jsou několikrát opakovány, až se nakonec nechá kal sedimentovat a odbírá se ze dna a vyčištěná voda se odpouští z povrch nádrže (Wanner 2001; Hlavínek a kol. 2003).



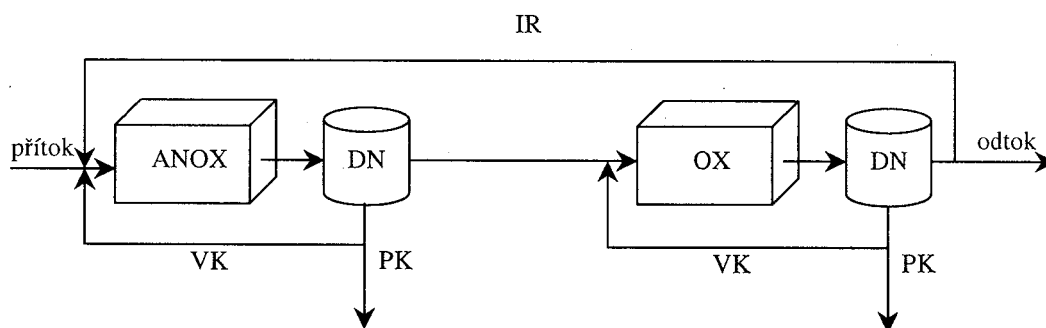
Obr. 3.9 - Schéma SBR procesu (Hlavínek a kol. 2003)

## Dvoukalové a tříkalové systémy

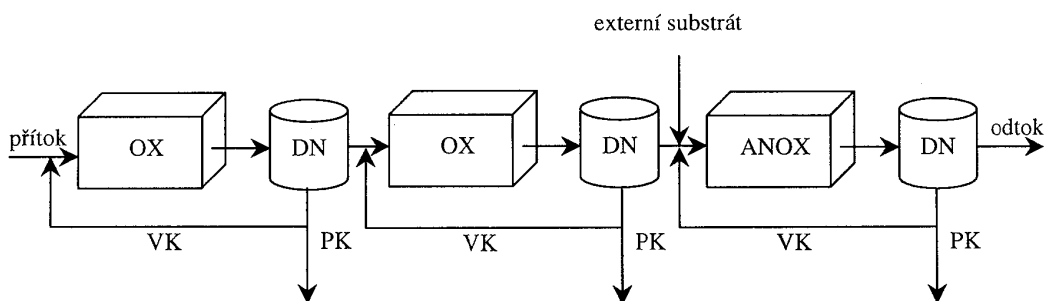
V České republice se mnohdy nevyskytují z hlediska jejich náročnosti na prostor a jejich vysoké ceně (Hlavínek a kol. 2003).



Obr. 3.10 - Schéma dvoukalového systému s postdenitrifikací (Slavičková a Slaviček 2013)



Obr. 3.11 - Schéma dvoukalového systému s predenitrifikací (Slavičková a Slaviček 2013)



Obr. 3.12 - Schéma tříkalového systému s postdenitrifikací (Slavičková a Slaviček 2013)

## Biologické odstraňování fosforu

V odpadních vodách se fosfor nevyskytuje v takové míře jako dusík, ale je nutné ho také z vody odstranit z důvodů eutrofizace. Fosfor může být z odpadních vod odstraňován buď biologickou cestou či chemickým srážením (Xiaolian a kol. 2006).

Biologickou cestou je fosfor z odpadní vody odstraňován schopností určitých druhů mikroorganismů (převážně z rodu *Acinetobacter*) zpracovat fosfor za určitých podmínek ve formě polyfosfátů. Určitými podmínkami je myšleno střídání oxických

a anoxických podmínek. Při biologickém odstraňování fosforu nejsou používány žádné chemické látky (Hlavínek a kol. 2003).

### **Chemické odstraňování fosforu**

Při chemickém odstraňování fosforu se využívají koagulační činidla jako je například hydroxid vápenatý nebo hlinité a železité soli (síran železitý, síran hlinitý, síran železnatý, hlinitan sodný). Přidáním koagulačního činidla do odpadní vody začne tvorba vloček, které se následně spojí do agregátů. Agregáty jsou poté v dalším stupni snadněji odstraňovány (Slavíčková a Slavíček 2013).

### **Terciální čištění**

Tento stupeň čištění se nachází většinou na žádost vodoprávního úřadu v oblastech, kde je kladen vyšší nárok na kvalitu vody odtékající do recipientu než u mechanicko-biologické čistírny odpadních vod. Jedná se tedy o dočišťování. Terciální stupeň čištění dočišťuje biologicky vyčištěnou vodu od zbytků nerozpuštěných látek a zbytků fosforu. Terciální čištění může být řešeno mnoha způsoby. Nejčastěji se však vyskytují různé typy filtrace například písková filtrace, membránová filtrace, filtrace přes aktivní uhlí nebo mikrosíta. Další možností může být i dezinfekce chlorem, UV zářením nebo ozonizací (Komínková a kol. 2014, Alonso a kol. 2001).

### **Kalové hospodářství**

Zajišťuje stabilizaci kalů, které čistírna odpadních vod vyprodukuje, zahuštěním či odvodněním. Náhradním řešením je pravidelný odvoz nahromaděného kalu ke stabilizaci, likvidaci či jinému využití mimo čistírnu odpadních vod (Bábíček a kol. 2018).

### **Plynové hospodářství**

Bioplyn, který vznikl na čistírně, je v tomto komplexu zařízení jímán, uskladněn a následně využíván (Bábíček a kol. 2018).

## **3.3.3. Objekty na ČOV**

### **Lapáky šterku**

Jsou významné především v době přivalových dešťů. Odstraňují se zde velké a těžké předměty. Lapák šterku je jímka, na jejíž dno klesají těžké předměty (šterk, kusy betonu, kusy cihel apod.), umístěná v těsné blízkosti před čistírnou na nátoky odpadních vod. Šterk a ostatní nečistoty se poté z jímky vytěží (např. drapákem umístěným na řetězové konstrukci) a odvezou na skládku (Komínková a kol. 2014).

## Česle

Jedná se o nedílnou součást hrubého předčištění městských odpadních vod. Zachycují nejen větší plovoucí předměty (větvě, hadry, kusy trávy, igelitové tašky apod.), ale i drobnější nečistoty (zbytky od zeleniny a ovoce, papíry, hygienické potřeby, cigaretové filtry, vlasy, apod.). Tyto nečistoty se nazývají shrabky, které jsou buď mechanicky stírané z česlí, nebo strojně. Shrabky se shromažďují v kontejneru, který se pravidelně vyváží k likvidaci (pálení nebo skladování po zavápnění) (Dohányos a kol. 2007).

Česle tvoří ocelové česlice. Podle velikosti mezer mezi česlicemi (průliny) dělíme česle na hrubé, jemné a velmi jemné.

- Hrubé česle mají velikost průlin 60 mm a více. Používají se především na větších čistírnách. Jestliže není na čistírně lapák štěrku, mohou hrubé česle zachytávat i nečistoty – štěrk, kusy betonu a cihel apod.
- Jemné česle mají 20 – 40 mm široké průliny. Na čistírně se nacházejí až za hrubými česlemi a zároveň před lapákem písku.
- Velmi jemné česle mají průliny zpravidla 3 – 6 mm široké a jsou strojně stírané.

Střední a velké čistírny odpadních vod mají běžně všechny česle strojně stírané a jsou osazovány postupně za sebou hrubé, jemné a velmi jemné. U středních a velkých čistíren se vždy osazuje dvojice shodných zařízení, tzv. 100% rezerva, na které se může při náhlých intenzivních deštích rozdělit nátok. V případě poruchy jednoho zařízení se nebude muset provoz čistírny zastavit.

Na malých čistírnách odpadních vod se běžně instalují ručně stírané hrubé česle ve tvaru koše případně česlicové mříže. Na hrubé česle dále navazují již strojně stírané jemné česle (Bábíček a kol. 2018).

## Lapáky písku

Lapáky písku zachycují písek splavený z cest, parků a vozovek, který se přes kanalizaci dostal až do čistírny. Pro správnou funkčnost čistírny je nutné odstranit písek, aby nepoškodil čerpadla u dalších objektů čistírny a nehromadil se ve vyhnívacích nádržích a neznehodnotil kal (Binzar a kol. 2016).

Odpadní voda v lapáku písku protéká ideální průtočnou rychlostí  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , aby se oddělila anorganická složka od organické. Lapáky písku bývají také často provzdušňované. Při provzdušňování dochází k promývání písku a dále také k oddělování anorganické složky od organické. Lapák písku by měl zachytit písek do průměru zrna nad 0,2 mm. Písek se dále pravidelně těží, zatím co organická část s vodou pokračuje dál do usazovací nádrže.

Lapáky se dělí podle směru průtoku na horizontální, vertikální a podle konstrukce na vírové, podélné (Bábíček a kol. 2018).

### **Lapáky tuků**

Lapáky tuků slouží k zachycení a odstranění tuků a olejů v odpadních vodách. Lapáky tuků se jako samostatný objekt na čistírnách vyskytují velmi zřídka. Většinou bývají u jednotlivých zdrojů znečištění nebo jsou na čistírnách spojeny s lapákem písku (Bábíček a kol. 2018; Švehla a kol. 2005).

Tuky v odpadních vodách způsobují potíže jak ve stokách, tak i na čistírnách odpadních vod. Ve stokách se tuk lepí na stěny a při jeho rozkladu zhoršuje jakost odpadní vody. Na čistírnách tuk zalepuje čerpadla a tím snižuje jejich výkon (Bábíček a kol. 2018).

### **Usazovací nádrže**

V usazovacích nádržích dochází k oddělení tuhých částic od kapaliny. Dále jsou zde odstraněny usaditelné i plovoucí látky.

Nerozpuštěné, usaditelné částice v odpadní vodě lze rozdělit na zrnité a vločkovité. Zrnitým částicím se při usazování nemění tvar, hmotnost ani velikost a usazují se konstantní rychlostí na dno do kalového prostoru. Vločkovité částičky mají schopnost shlukování, při kterém dochází ke změně tvaru a velikosti. Shluky tedy sedimentují rychleji než jednotlivé částičky.

Plovoucí látky, které se vznášejí na hladině nádrže, odstraňuje stírací zařízení (otáčivé rameno) (Bábíček a kol. 2018).

Kal ze dna nádrže a kal setřený z hladiny se nazývá primární kal. Primární kal obsahuje snadno rozložitelné organické látky a je proto cennou energetickou surovinou. Ve velkých čistírnách odpadních vod se používá na výrobu bioplynu (Hlavínek a Hlaváček 1996).

#### Základní typy usazovacích nádrží:

- pravoúhlé s horizontálním průtokem,
- kruhové s horizontálním průtokem,
- vertikálně protékané usazovací nádrže.

### **Aktivační nádrže**

Biologické čištění aktivací spočívá ve vytvoření aktivovaného kalu v aktivačních nádržích. Tento proces je nejrozšířenějším způsobem čištění odpadních vod, zahrnuje nitrifikaci i denitrifikaci. Při základním uspořádání čistírny přitéká surová odpadní voda, tím je myšlena voda přímo z mechanického přečištění, do

aktivační nádrže. V aktivační nádrži se surová voda mísí s vratným kalem, který se vrací do aktivační nádrže z dosazovacích nádrží. V dosazovacích nádržích se kal separuje od vyčištěné vody, která je dále vypouštěna přímo do recipientu nebo dočišťována v terciálním stupni čištění. Zahuštěný kal je vrácen do aktivační nádrže, kde je znovu smíchán s odpadní vodou, aby došlo k dosažení potřebné koncentrace mikroorganismů v nádrži. Vzhledem k tomu, že se v samotné aktivaci množí mikroorganismy, je nutné přebytečnou biomasu ze systému odvádět jako přebytečný biologický kal (Bábíček a kol. 2018; Švehla a kol. 2005; Slavíčková a Slavíček 2013).

#### Základní typy aktivačních procesů:

- Aktivace s postupným tokem – aktivační směs protéká nádrží o tvaru dlouhého žlabu s malým průtočným profilem. Na začátku nádrže se odpadní voda mísí s vratným kalem a na konci ji opouští.
- Směšovací aktivace – probíhá ve čtvercové nádrži za stálého promíchávání a provzdušňování. Výhodou nádrže je odolnost proti náhlému přítoku znečištění či v určité míře přítoku toxických látek díky okamžitému naředění koncentrace při v toku do nádrže (Pošta a kol. 2008).
- Aktivace s cirkulací aktivační směsi – probíhá v uzavřeném korytě díky aeračnímu zařízení. Při vhodném dimenzování se v nádrži střídají oxické a anoxické zóny.
- Aktivace s oddělenou regenerací – odpadní voda se v nádrži provzdušňuje s aktivovaným kalem celkem krátkou dobu 30 minut až 1 hodinu. Vratný kal se z dosazovací nádrže převádí do nádrže regenerační, kde je provzdušňován 2 až 4 hodiny. Látky zachycené v kalu se oxidují, zásobní látky se odčerpávají a kal odtéká do aerační aktivační nádrže (Bábíček a kol. 2018).

Mimo uvedené základní typy aktivačních procesů existuje i řada dalších modifikací systému. Tyto modifikace se liší především svými zatěžovacími parametry, mezi ně patří například stáří kalu, zatížení kalu znečištěním, koncentrace aktivovaného kalu a doba zadržení odpadní vody v aktivaci. Aktivační procesy mohou být také dále ovlivněny několika faktory: teplotou, pH, složením odpadních vod a koncentrací kyslíku (Bábíček a kol. 2018).

Jedním z nejdůležitějších úkolů při provozování aktivačního procesu je dodávání potřebného množství kyslíku do aktivační nádrže. Dostatek kyslíku je důležitý pro aerobní organismy, které zajišťují uspokojivý chod aktivace. Do aktivačních nádrží se kyslík přivádí nejčastěji ze vzduchu nebo jako čistý plyn (Pošta a kol. 2005).

### Nádrže jsou provzdušňovány následujícími způsoby:

- Pneumatická aerace – kyslík je do aktivační nádrže přiváděn různými aeračními elementy, jako jsou například děrované trubky, porézní materiály ve tvaru hadic, trubek a disků (Pošta J. a kol., 2008). Podle velikosti bublin se rozlišuje na jemnobublinnou aeraci s velikostí bublinek 1 – 4 mm a přestup kyslíku ze vzduchu je cca 15 – 30 %, středněbublinnou aeraci s velikostí bublinek 4 – 10 mm a přestup kyslíku ze vzduchu je 5 – 10 % a na hrubobublinnou aeraci, která má bublinky větší než 10 mm a přestupem kyslíku ze vzduchu 4 – 6 % (Henze a kol. 2008).
- Mechanická aerace – vzduch je do nádrží vháněn aerátory s vertikální nebo horizontální osou.
- Kombinovaná aerace – kombinace pneumatické a mechanické aerace
- Hydropneumatická aerace – je energeticky náročnější než ostatní aerace. Čerpadlem je čerpána aktivační směs do ejektoru, kde v jeho zúžené části nastává podtlak a tím i nasávání vzduchu (Švehla a kol. 2005).

### **Dosazovací nádrže**

V dosazovacích nádržích je aktivní kal separován od vyčištěné vody. Další funkcí dosazovacích nádrží je zhušťování již zmiňovaného aktivovaného kalu na takovou koncentraci, aby bylo možné jej vracet do aktivace jako vratný kal nebo odčerpávat jako přebytečný kal (Groda a kol. 2007; Dignac a kol. 2000).

### Dosazovací nádrže jsou rozděleny na:

- pravoúhlé s horizontálním průtokem,
- kruhové s radiálním průtokem,
- nádrže s vertikálním průtokem,
- nádrže s instalovaným membránovým systémem.

### **Kalové hospodářství**

Nezbytnou součástí každé čistírny odpadních vod je kalové hospodářství, ve kterém se zpracovávají veškeré vyprodukované kaly. Vzhledem k provozu, současné legislativě a obecným ekologickým požadavkům je kalové hospodářství velmi důležitým provozním souborem na čistírnách.

Z ekonomického pohledu je zpracování kalů velmi finančně nákladné. V současné době tvoří zpracování kalů až polovinu provozních nákladů čistírny, proto je důležité, aby kalová koncovka byla vyhovující pro parametry čistírny (Bábíček a kol. 2018).



## Dělení kalů

Čistírenské kaly lze obecně rozdělit podle způsobu jejich vzniku na kaly primární, přebytečné biologické (sekundární) a chemické (Bábíček a kol. 2018).

- Primární kal vzniká již v primární sedimentaci v usazovacích nádržích. Jeho množství přímo závisí na množství nerozpuštěných látek přitékajících v odpadní vodě na čistírnu a v účinnosti primární sedimentace. Obsah sušiny v primárním kalu je 2 – 5 % a jeho struktura je zrnitá s vysokým obsahem organických látek (Komínková a kol. 2014).
- Přebytečný biologický (sekundární) kal vzniká v aktivačních nádržích a od vyčištěné vody se odděluje v dosazovacích nádržích. Biologický kal je směs nerozpuštěných látek přivedených do aktivace a vytvořené biomasy, který má vločkovitou strukturu a obsah sušiny je 0,15 – 1,5 % (Slavíčková a Slavíček 2013; Malý a Malá 2006).
- Chemický kal vzniká na čistírnách, které mají buď terciální stupeň čištění, nebo využívají chemické srážení fosforu (Bábíček a kol. 2018).

## Zpracování kalů

Při zpracovávání kalů je velmi důležité dodržet určitou sestavu po sobě jdoucích procesů zpracování, a to zahuštění kalu, stabilizace kalu, odvodňování kalu, dále je také možno dodat sušení kalu a hygienizaci kalu (Bábíček a kol. 2018).

- Zahuštění kalu je velmi důležitý proces při zpracování kalů a vzhledem k tomu, že je jako první v pořadí, ovlivňuje přímo další nakládání s kaly. Z kalu se odstraňuje voda a tím se snižuje hydraulické zatížení kalového hospodářství. Voda se však neodstraňuje úplně, aby zůstala zachována tekutá konzistence kalu pro jednodušší následnou manipulaci. Kal může být zahušťován dvěma způsoby: gravitačně nebo strojně (Eckenfelder a Grau 1998).

Zahušťování kalu probíhá v zahušťovacích nádržích, které jsou konstrukčně shodné s usazovacími nádržemi, jen jejich návrh vychází z rozdílnosti procesů usazování a zahušťování. Při navrhování zahušťovacích nádrží je potřeba větší plocha nádrže (Dohányos a kol. 2007).

- Stabilizace kalu by měla být prováděna s ohledem na to, jakým stylem se bude dál s kalem nakládat. Vyprodukovaný kal by měl být stabilizován aerobně nebo anaerobně. Stabilizovaný kal je takový kal, který neškodí životnímu prostředí, intenzivně nepodléhá samovolnému rozkladu a není obtížný na manipulaci (Pošta a kol. 2005).
- Odvodňování kalu znamená snížit obsah vody v kalu, odvodněním kalu, do pevného stavu. Tento stupeň se řadí většinou za stabilizaci kalu, jen u malých

čistíren se může odvodňovat již surový kal. Nejrozšířenějším zařízením pro odvodnění kalu jsou odstředivky, kalolisy nebo vakuové filtry (Čížek a kol. 1970).

- Sušení kalu není rozšířenou metodou zpracování kalů, ale je plně využitelná pro hygienizaci a pasterizaci kalu.
- Hygienizace kalu je praktikována z důvodu snížení patogenních mikroorganismů na požadované hodnoty. Hygienizace kalu probíhá buď úpravou kalu vápněním nebo termofilní aerobní stabilizací kalu (Bábíček a kol. 2018).

### Využití kalů

Následné využití či likvidace kalu z čistíren se dá rozdělit na způsob využití v zemědělství nebo termické využití (Campbell 2000).

V zemědělství se jedná přímo o hnojení zemědělských pozemků jako takové nebo o kompostování. Z důvodů možné přítomnosti patogenních organismů v kalech, které mají negativní vliv na živočichy, rostliny i člověka, dochází k omezení využití kalů v zemědělství, i když je tento způsob zpracování kalů nejlevnější (Pošta a kol. 2005; Kaevska a kol. 2016).

Termické metody jsou nákladnější z hlediska potřeby dosáhnout vysokého podílu sušiny ve výstupním kalu. I přes to je termické využití kalů v dnešní době nejvíce podporované v rozvíjení (Panepinto 2016). Důvodem je například zákaz skládkování čistírenských kalů kvůli patogenním organismům. Při termickém zpracování kalů jsou tyto patogenní organismy spáleny a popel, který při něm vzniká, může být bez problémů odvážen na skládku. V ČR je tímto způsobem likvidováno zhruba 1 – 3 % čistírenských kalů (Bábíček a kol. 2018; Tay a Show 1997).

### **Plynové hospodářství**

Může být součástí větších čistíren odpadních vod. Jedná se o komplex zařízení, která zajišťují jímání, uskladnění a využití bioplynu vznikajícího na čistírnách. Bioplyn je produktem anaerobního rozkladu organických látek, ke kterému dochází při anaerobní stabilizaci kalu. Vzhledem k tomu, že bioplyn obsahuje vysoké množství metanu, je cennou energetickou surovinou (Bábíček a kol. 2018; Chen a Chen 2013).

Aby mohl být bioplyn využitý, odvádí se do plynojemu, který slouží ke krátkodobému uskladnění, odkud se poté rozvádí dále k dalšímu zpracování. Bioplyn je běžně spalován a teplo, které vzniká, je využíváno například k vyhřívání vyhnívacích nádrží nebo k vytápění provozních budov čistírny. Dalším využitím bioplynu může být výroba elektřiny, kterou zajišťují kogenerační jednotky. Vzniklá elektřina se používá pro chod čistírny. Optimalizací se dá dosáhnout naprosté soběstačnosti ve spotřebě tepla a elektrické energie. Přebytný bioplyn může být bez užitku spalován ve speciálních hořácích (Bábíček a kol. 2018; Groda a kol. 2007).

## 4. METODIKA

Prvním krokem pro vypracování této práce bylo požádání firmy Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. o možnost zpracování bakalářské práce na téma: Vyhodnocení provozu ČOV Bystřany. Po udělení souhlasu o zpracování mi Ing. Petra Aschenbrennerová, Ph.D., poskytla provozní data ČOV Bystřany za roky 2017, 2018 a 2019.

Dalším krokem bylo absolvování exkurze na čistírně odpadních vod Bystřany s odborným výkladem od vedoucího ČOV Jana Plášila. Během prohlídky jsem si vše pečlivě zaznamenávala a vytvořila jsem si fotodokumentaci čistírny.

Dále jsem si zapůjčila odbornou literaturu, která mi pomohla nahlédnout do problematiky odvádění a čištění odpadních. Zjištěné informace jsem zpracovala do literární rešerše. Součástí práce je dále popis odvodňovaného území získaný z kanalizačního řádu Teplic, technické údaje a historie ČOV Bystřany získaná od vedoucího ČOV Bystřany Jana Plášila a v neposlední řadě samotné vyhodnocení provozu z dat poskytnutých Ing. Petrou Aschenbrennerovou, Ph.D. Tato data jsem později zpracovala v programu Excel do přehledných grafů a tabulek a následně zhodnotila v diskuzi.

## 5. POPIS ODVODŇOVANÉHO ÚZEMÍ

Odvodňovaným územím je myšleno okolí města Teplice i samotné město, které se nachází v Ústeckém kraji přibližně 15 km západně od krajského města Ústí nad Labem. Teplice i nejbližší okolí Teplic se rozkládá mezi Krušnými horami a Českým středohořím nedaleko od hranic s Německem.

Město Teplice i okolní obce jsou tvořeny z jednotlivých městských či obecních částí. Přehled odkanalizovaných obcí a jejich částí (KŘ Teplice 2017).

- **Teplice** – Hudcov, Nová Ves, Prosetice, Řetenice, Sobědruhy, Teplice, Trnovany
- **Dubí** – Běhánky, Bystřice, Drahůnky, Mstišov, Pozorka
- **Krupka** – Bohosudov, Krupka, Maršov, Nové Modlany, Uncín, Vrchoslav
- **Košťany** – Košťany, Střelná
- **Bystřany** – Bystřany, Světice, Úpořiny
- **Proboštov** – Proboštov, Přítkov
- **Novosedlice** – Novosedlice
- **Újezdeček** – Újezdeček
- **Jeníkov** – Oldřichov
- **Modlany** – Drahkov
- **Zabrušany** – Straky, Zabrušany

Na tomto území žije přibližně 83 tisíc obyvatel. Jedná se o odkanalizované území na centrální čistírnu odpadních vod v Bystřanech.

Název obce	Počet trvale bydlících obyvatel k roku 2017	Počet obyvatel připojených na veřejnou kanalizaci zakončenou ČOV Bystřany	Množství fakturovaných odpadních vod (m <sup>3</sup> )
<b>Teplice</b>	49 959	48 008	2 339 648
<b>Krupka</b>	12 955	12 839	444 517
<b>Dubí</b>	7 979	6 239	419 578
<b>Košťany</b>	3 146	2 724	100 228
<b>Proboštov</b>	2 657	2 315	106 397
<b>Novosedlice</b>	2 142	1 962	97 272
<b>Bystřany</b>	1 898	1 336	72 269
<b>Újezdeček</b>	899	804	32 070
<b>Jeníkov-Oldřichov</b>	518	89	15 478
<b>Hrob</b>	368	113	6 794
<b>Modlany-Drahkov</b>	227	213	10 222
<b>Zabrušany-Straky</b>	114	34	1 274
<b>Celkem</b>	<b>82 862</b>	<b>74 531</b>	<b>3 185 752</b>

Tab. 5.1 - Statistické údaje z roku 2017 (KŘ Teplice 2017)

V tabulce 5.1 je uvedený počet trvale bydlících obyvatel v jednotlivých obcích, kolik jich je napojeno na veřejnou kanalizaci zakončenou ČOV Bystřany a množství fakturované odpadní vody z jednotlivých obcí v m<sup>3</sup> v roce 2017 (KŘ Teplice 2017).

Na tomto území žije přibližně 83 tisíc obyvatel. Jedná se o odkanalizované území na centrální čistírnu odpadních vod v Bystřanech. Z toho je na čistírnu napojeno téměř 90 % obyvatel. Nenapojení obyvatelé musí odpadní vody likvidovat individuálně pomocí septiků či domovních ČOV. Množství fakturované odpadní vody odvedené kanalizací je celkem 3 185 752 m<sup>3</sup> (KŘ Teplice 2017).

### **Kanalizační systém na Teplicku**

Teplický kanalizační systém je tvořen ze sběračů „A, B, C, D, E, a F“. V uzlových bodech jsou vzájemně propojeny a svedeny na ČOV Bystřany. Kanalizace je na většině území jednotná. Oddílná kanalizace je vybudována v Teplické části Trnovany, Krupské části Maršov a ve středu Košťan, z důvodu vyšší koncentrace lidí (sídliště) (KŘ Teplice 2017).

- Sběrač A – odvádí odpadní vody z oblasti Teplice-centrum, Teplice-Řetenice, Újezdeček, Střelná, Oldřichov přímo na ČOV Bystřany.
- Sběrač B – odvádí odpadní vody z oblasti Teplice-Šanov, Teplice-Trnovany, Novosedlice, Dubí, Dubí-Bystřice a napojuje se na sběrač A.
- Sběrač C – odvádí odpadní vody z oblasti Teplice-Lázeňská část, Teplice-Letná, sídliště Bílá cesta a napojuje se na sběrač A.
- Sběrač D – odvádí odpadní vody z oblasti Krupka, Krupka průmyslová zóna, Proboštov, Teplice Sobědruhy a napojuje se na sběrač B.
- Sběrač E se napojuje na sběrač A
- Sběrač F – odvádí odpadní vody z oblasti sídliště Teplice-Prosetice a sídliště Nová Ves a napojuje se na sběrač A (KŘ Teplice 2017).

Celková délka kanalizace na Teplicku je přibližně 299 km, z toho je cca 289 km gravitační a cca 10 km tlakové. Dále délka jednotné kanalizace je cca 275 km a oddílné splaškové kanalizace cca 42 km. Výústní stoka je dlouhá 15,33 m (KŘ Teplice, 2017).

Na kanalizačním systému se nachází celkem 16 čerpacích stanic, které jsou vybudovány na místech, odkud není možné dopravit odpadní vody gravitačně na čistírnu: ČSOV Bystřany, ČSOV Úpořiny – U kapličky, Lesní, ČSOV Oldřichov u Duchcova – Barbora, ČSOV Dubí – Pozorka, ČSOV Mstišov – nám. Svobody, ČSOV Sobědruhy, Sobědruhy Pod Kopcem, ČSOV Vrchoslav, ČSOV Krupka – průmyslová zóna I., průmyslová zóna II., Nové Modlany, ČSOV Soběchleby, ČSOV Dražkov, ČSOV Uncín – Potoční, ČSOV Hrob – Verneřice (KŘ Teplice 2017).

## 6. TECHNICKÉ ÚDAJE ČOV BYSTRĀNY

Čistírna odpadních vod Bystřany se nachází v ulici Novohradská při výjezdu z Bystřan, na kruhové křižovatce Teplice-Praha-Ústí nad Labem v obci Bystřany, která leží 2 km jihovýchodně od města Teplice na úpatí hory Doubravka. Majitelem je Severočeská vodárenská společnost a.s. a provozovatelem jsou Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Čistírna stejně jako většina stokového systému se nachází v přirozené odtokové oblasti vodního toku Bystřice. Bystřice je recipientem čistírny odpadních vod Bystřany.

Čistírna odpadních vod Bystřany je mechanicko-biologická čistírna s biologickým odstraňováním dusíku a chemickým odstraňováním fosforu. Průtok odpadní vody je gravitační celou čistírnou (KŘ Teplice 2017). Schéma ČOV Bystřany je obsahem přílohy 8.

**Projektovaná kapacita čistírny: 104 185 EO dle BSK<sub>5</sub>**

**Počet připojených obyvatel na ČOV: 74 531 obyvatel**

**Počet připojených EO: 64 186 EO**

V současné době je sice na čistírnu napojeno 74 531 v obcích trvale bydlících fyzických obyvatel, ale znečištění na přítoku reprezentuje 64 186 EO.

### **Množství odpadních vod:**

- Průměrný denní tok: 1 329 m<sup>3</sup>/hod                      31 890,0 m<sup>3</sup>/den

### **Maximální znečištění na přítoku dle projektovaných parametrů:**

- BSK<sub>5</sub>:                      200 mg/l                      6 230,7 kg/den
- CHSK:                      451 mg/l                      14 019,1 kg/den
- NL:                      200 mg/l                      6 227,3 kg/den
- N<sub>celk.</sub>:                      29 mg/l                      896,8 kg/den
- P<sub>celk.</sub>:                      5 mg/l                      155,8 kg/den

Podrobnější údaje o povolených hodnotách vypouštěného znečištění v jednotlivých ukazatelích, které jsou stanovené rozhodnutím vodoprávního úřadu k nahlédnutí v příloze 1 (KŘ Teplice 2017).

## Kapacita hlavních nádrží na ČOV Bystřany:

- Usazovací nádrž 2 160 m<sup>3</sup>
- Dešťová nádrž 2 160 m<sup>3</sup>
- Denitrifikační sektor 53 m<sup>3</sup>
- Denitrifikační nádrž 3 120 m<sup>3</sup> a 630 m<sup>3</sup>
- Nitrifikační nádrž 8 300 m<sup>3</sup>
- Regenerační nádrž 1 900 m<sup>3</sup>
- Dosazovací nádrž 3 x 1 840 m<sup>3</sup>
- Zhušťovací 3 x 60 m<sup>3</sup>
- Vyhnívací nádrže I. 3 300 m<sup>3</sup>
- II. 2 900 m<sup>3</sup>

## Recipient

Ve vodoprávním smyslu je recipientem potok (KŘ Teplice 2017).

Název recipientu:	Bystřice
Kategorie podle vyhlášky č. 178/2012 Sb.	je významným tokem
Číslo hydrologického pořadí	1-14-01-077
Říční kilometr	1,8
Q <sub>355</sub>	0,54 m <sup>3</sup> /s
Kvalita toku při Q <sub>355</sub>	BSK <sub>5</sub> = 8,9 mg/l CHSK <sub>Cr</sub> = 38,10 mg/l NL = 9,90 mg/l N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = 10,96 mg/l
Správce toku	Povodí Ohře, státní podnik

Tab. 6.1 - Informace o recipientu (KŘ Teplice 2017)

## 6.1. Historie ČOV Bystřany

V roce 1967 byla čistírna naprojektována Ing. Dadákem. Dodavatelem byly Vodní stavby Teplice a Královopolské strojírny Brno. Do provozu byla čistírna uvedena v roce 1975 s kapacitou 60 000 EO a zpracovávala převážně splaškové odpadní vody z Teplic, Krupky a Dubí. Technologická linka čistírny již od začátku pracovala na principu mechanicko-biologickém čištění s primární sedimentací

a středně zatěžovanou aktivací s anaerobním zpracováním kalu. Její nevýhodou bylo nedostatečné odbourávání nutrientů z odpadní vody (Plášil 2019).

V roce 1991 byla uskutečněna výměna aeračního systému za jemnobublinovou aeraci, dále v roce 1995 byly nainstalovány nové velmi jemné česle, v roce 1997 byla osazena odvodňovací odstředivka. V roce 1998 byla zrekonstruována vyhnívací nádrž, osazené 2 kogenerační jednotky a odstaveny 2 plynové kotle z původních 5. Rekonstrukce plynojemu byla dokončena v roce 1999 (Plášil 2019).

V letech 2000 až 2003 došlo na čistírně k rozsáhlé rekonstrukci, při níž došlo především k úpravě části biologického čištění a zvýšení kapacity na 110 000 EO. Úpravou biologického čištění bylo dosaženo zlepšení funkce odstraňování dusíkatého znečištění a fosforu z odpadní vody, aby mohla čistírna trvale plnit předepsané limity. Tato rekonstrukce byla dotovaná především Spolkovou republikou Německou z důvodu zlepšení kvality vody v řece Labi, do které se na straně České republiky vlévá řeka Bílina, do které ústí recipient ČOV Bystřany – Bystřice (Plášil 2019).

V letech 2006-2007 proběhla rekonstrukce mechanického předčištění. Tato rekonstrukce nyní umožňuje i při přívalových deštích, tedy při maximálních průtocích na ČOV, kvalitní mechanické předčištění. Za pomoci vhodného uspořádání nádrží tak, aby odpadní voda při běžném průtoku protékala systémem čistírny, ale při přívalových deštích přepadala do dešťové nádrže. Pokud je extrémní průtok, přepadá voda z dešťové nádrže havarijním přepadem do obtoku čistírny a dále teče do Bystřice (Plášil 2019).

## **6.2. Technologická linka ČOV Bystřany**

### **Hrubé předčištění**

Splaškové a dešťové odpadní vody přitékají na čistírnu hlavním přítokovým žlabem. V tomto žlabu se ve dně nachází prohlubeň tzv. lapák šterku. Do lapáku šterku se usazují hrubší pevné částice (šterky, kameny, kousky betonu...), které odpadní vody přinesou na čistírnu. Ty jsou poté pravidelně těženy drapákem a nakládány do kontejneru. Dále se tyto nečistoty odvázejí na skládku (Plášil 2019).





*Obr. 6.1 - Přítok na ČOV Bystřany a lapák štěrku s drapákem (vlastní 2019)*

Za lapačem štěrku se žlab rozděluje do dvou paralelních žlabů, ve kterých se nacházejí česle. Hrubé česle s 6 cm průlinami zachycují větší nečistoty (větve, hadry, igelitové tašky apod.) a jemné česle s 6 mm průlinami mají za úkol odstranit jemnější nečistoty, zbytky od zeleniny a ovoce, papíry, hygienické potřeby, cigaretové filtry, vlasy apod.). Veškeré tyto nečistoty se nazývají shrabky, které jsou z česlí mechanicky stírány a pomocí dopravníku s lisem dopraveny do kontejneru. Dále jsou odváženy na skládku (Plášil 2019).



*Obr. 6.2 a 6.3 - Na levém obrázku hrubé česle a na pravém jemné česle (vlastní 2019)*

Dalším objektem na čistírně je provzdušňovaný podélný lapák písku, který zachycuje písek splavený z ulic, parků a vozovek. Písek je v lapáku trvale provzdušňován a tím dochází k promývání. Při tomto procesu se oddělí anorganická složka od organické. Písek se dále dostává do pračky písku, kde se od písku oddělí přebytečná voda. Z pračky písku je písek pomocí dopravníku dopravován do kontejneru. Kontejner je pravidelně vyvážen na skládku. Organická část s vodou dále pokračuje do usazovací nádrže. (Plášil 2019).



Obr. 6.4 a 6.5 - Na levém obrázku je lapák písku a na pravém pračka písku (vlastní 2019)

### Mechanické čištění

Z lapače písku voda odtéká přes potrubí do kruhové usazovací nádrže s horizontálním průtokem. Vedle usazovací nádrže je ještě druhá nádrž s horizontálním průtokem, a to dešťová nádrž, se stejnou konstrukcí. Obě nádrže jsou tedy zaměnitelné. V usazovacích nádržích probíhá primární sedimentace. Odstraňují se zde nerozpuštěné látky, které se usazují u dna ve formě kalů, který se ze dna nádrže přepouští do jímek, odkud se čerpá k dalšímu zpracování do kalového hospodářství. Voda v nádrži protéká od středového válce k obvodové přepadové hraně, přes kterou přepadá do odtokového žlabu. U přepadové hrany je nainstalována tzv. norná stěna, která znemožňuje únik plovoucích látek do odtoku. Tyto plovoucí látky hromadí se na hladině se stahují do sběrné jímky a odtud se s kalem čerpají do vyhnívací nádrže (PP ČOV Bystřany 2005).



Obr. 6.6 a 6.7- Na levém obrázku je dešťová nádrž, která může sloužit i jako usazovací nádrž a na pravém usazovací nádrž (vlastní 2019)

### **Biologické čištění**

Biologické čištění probíhá v systému D-R-Ds-D-N, který odstraňuje z odpadní vody dusík biologickou cestou a maximálně hospodář se zdrojem energie. Voda z mechanického předčištění je přibližně z 10 % čerpána přímo do proudu vratného kalu a do regenerační nádrže. Zde se mísí s kalem z regenerace do společného žlabu je také vmísen interní recykl. Tato směs odpadní vody a aktivovaného kalu je dále dopravována do dvou denitrifikačních nádrží, ve kterých je směs promíchávána pomaluběžnými míchadly. Na odtoku z nádrží je umístěna sonda na měření hodnoty dusičnanového dusíku. Poté je zas rozdělena do dvou nitrifikačních nádrží, kdy je na přítoku dávkován koagulant (síran železitý) na srážení fosforu. Nitrifikační nádrže jsou provzdušňovány jednobublinným aeračním systémem (PP ČOV Bystřany 2005).

Odtok z nádrží je veden s interní recirkulací v jednom žlabu do první sekce denitrifikace. Zde je také umístěn analyzátor amoniakálního dusíku a fosforu, měření probíhá každých 15 minut. Poté následuje rozdělovací objekt, který vodu odvádí do tří dosazovacích nádrží. V tomto rozdělovacím žlabu je ještě možné do vody přidávat podle potřeby koagulát (PP ČOV Bystřany 2005).



*Obr. 6.8 a 6.9 - Na levém obrázku je regenerační nádrž a na pravém denitrifikační nádrž (vlastní 2019)*



*Obr. 6.10 - Nitrifikační nádrž (vlastní 2019)*

V dosazovacích nádržích je aktivovaný kal z hladiny a ze dna stírán pojezdovým mostem, dále je odváděn zpět do regeneračních nádrží, kde se zase míchá se surovou vodou obsahující vysokou koncentraci amoniakálního dusíku. Vyčištěná voda odtéká přes ponořené žlaby s nastavitelným přelivem do recipientu (Bystřice). Všechny tři nádrže mají společný odtok měrným objektem Parshallovým žlabem. Parshallův žlab měří průtoky na ČOV (KŘ Teplice 2017; Plášil 2019).



*Obr. 6.11 a 6.12- Na levém obrázku je dosazovací nádrž a na pravém měrný objekt Parshallův žlab (vlastní 2019)*

### **Kalové hospodářství**

Kalové hospodářství na čistírně odpadních vod v Bystřanech tvoří strojní zahušťování přebytečného aktivovaného kalu na odstředivce, 2 aerobní reaktory, dále homogenizace a akumulace stabilizovaného kalu a následné odstředění na odvodňovací odstředivce. Primární kal z usazovací nádrže a přebytečný aktivovaný kal z nádrže dosazovací, který obsahuje 0,9 % sušiny, je odvodňován v odstředivce na 3 až 5 % sušiny. Z odstředivky je kal odčerpáván do vyhnívacích nádrží, kde po dobu 35 dní probíhá mezofilní vyhnívání při 34 °C a 40 °C. Ve vyhnívacích nádržích je redukováno 0,6 t/den organické hmoty, která je přeměňována na bioplyn. Tento vzniklý bioplyn stoupá a je dále jímán do plynojemu. Zbýlý kal z vyhnívacích nádrží je odveden do odstředivky, kde je odstředován na 25-28 % sušiny a poté odvážen na rekultivaci nebo kompostování. Fugát je dále zpracováván v regeneraci (Plášil 2019).



Obr. 6.13 a 6.14 - Na levém obrázku je kalové hospodářství a na pravém zhušťovací odstředivka (vlastní 2019)



Obr. 6.15 - Vyhnivací nádrž (vlastní 2019)

### Chemické hospodářství

Na čistírně odpadních vod Bystřany je fosfor z odpadní vody odstraňován chemickým srážením za pomoci síranu železitého, který je skladován v zásobní nádrži nedaleko nitrifikační nádrže. Síran železitý je dávkován na nátok do nitrifikační nádrže podle potřeby, kterou hlásí analyzátor, nebo v rozdělovacím žlabu na nátok do dosazovacích nádrží (Plášil, 2019).



Obr. 6.16 a 6.17 - Na levém obrázku je dávkovač síranu železitého a na pravém zásobní nádrž na síran železitý (vlastní 2019)

### Plynové hospodářství

Bioplyn je jímán z vyhnívacích nádrží a veden do membránového plynojemu, který slouží k akumulaci bioplynu. Plyn je dále zpracováván v plynové kotelně přímo na čistírně odpadních vod, kde jsou umístěné dva kotle na bioplyn, jeden kotel na zemní plyn a dvě kogenerační elektrické jednotky. Přednostně ČOV Bystřany využívá kogenerace k výrobě elektrické energie a vzniklé teplo je využíváno k vytápění budov. Kotel na zemní plyn je pouze záložní v případě havárie (Plášil, 2019).



Obr. 6.18 a 6.19 - Na levém obrázku je membránový plynojem a na pravém plynový kotel-VIADRU G700 (vlastní 2019)

## 7. VYHODNOCENÍ PROVOZU

Na vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod Bystřany jsem použila data poskytnutá Severočeskými vodovody a kanalizacemi, a.s. Tato data obsahují naměřené hodnoty z přítoku a odtoku z ČOV za roky 2017, 2018 a 2019. V tomto časovém rozmezí budou pro tuto práci zpracována data naměřených hodnot znečištění, které jsou vyjádřené veličinami CHSK, BSK<sub>5</sub>, NL, N<sub>celk.</sub> a P<sub>celk.</sub>. Tabulky s naměřenými hodnotami jsou uvedeny v přílohách.

### Výsledky naměřených průtoků na čistírně odpadních vod Bystřany

V tabulce 7.1 jsou uvedené hodnoty naměřených měsíčních průtoků na čistírně za roky 2017, 2018 a 2019. Hodnoty jsou uváděné v m<sup>3</sup>/měsíc.

Rok	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
2017	732 296	746 184	984375	674160	1 001 289	585039	591 710	684 931	600 982	648 242	715 609	792 248
2018	1 087 720	674 576	694 199	731 880	549 070	559 980	536 863	539 778	514 244	485 583	474 940	642 244
2019	1 038 091	732 937	805 873	506 686	662 066	565 264	554 210	487 991	409 117	578 473	552 691	591 235

Tab. 7.1 - Průtoky na ČOV Bystřany za roky 2017, 2018 a 2019

V roce 2017 byla naměřena nejvyšší hodnota průtoku 1 001 289 m<sup>3</sup> v květnu a nejnižší v červnu 585 039 m<sup>3</sup>, v roce 2018 byl nejvyšší průtok 1 087 720 m<sup>3</sup> v lednu a nejnižší 474 940 m<sup>3</sup> v listopadu a v roce 2019 byla naměřena nejvyšší měsíční hodnota průtoku 1 038 091 m<sup>3</sup> v lednu a nejnižší 409 117 m<sup>3</sup> v září.

V průběhu let 2017-2019 byl nejvyšší průtok zaznamenán v lednu roku 2018 a to 1 087 720 m<sup>3</sup>. Zatímco nejnižší 409 117 m<sup>3</sup> byl naměřen v září roku 2019.

V tabulce 7.2 jsou přehledně uvedené celkové roční průtoky na ČOV Bystřany za roky 2017-2019 v m<sup>3</sup>.

	Roční průtok na ČOV Bystřany (m <sup>3</sup> )	Průměrný měsíční průtok (m <sup>3</sup> )
2017	8 757 065	718 874
2018	7 491 077	582 123,4
2019	7 484 634	570 443,6

Tab. 7.2 - Přehled ročních průtoků na ČOV

Celkový průtok v roce 2017 byl 8 757 065 m<sup>3</sup>. Průměrnou měsíční hodnotou průtoku v tomto roce bylo 718 874 m<sup>3</sup>. V roce 2018 byl celkový průtok 7 491 077 m<sup>3</sup> a měsíční průměr byl 582 123,4 m<sup>3</sup>. Rok 2019 měl nejnižší celkový průtok 7 484 634 m<sup>3</sup> ze všech tří let a průměrný měsíční průtok 570 443,6 m<sup>3</sup>.



## Zhodnocení parametrů znečištění na čistírně odpadních vod Bystřany

V tabulce č. 7.3 jsou uvedené průměrné roční hodnoty znečištění v mg/l na přítoku a odtoku z ČOV.

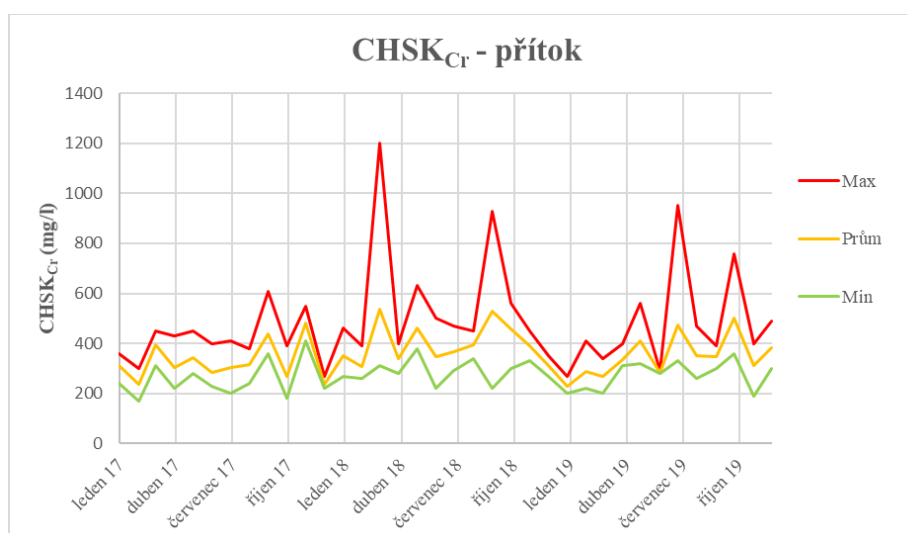
	Místo měření	CHSK <sub>Cr</sub> (prům. mg/l)	BSK <sub>5</sub> (prům. mg/l)	NL (prům. mg/l)	N <sub>celk.</sub> (prům. mg/l)	P <sub>celk.</sub> (prům. mg/l)
2017	Přítok	321	161	147	39	3,67
	Odtok	11,5	2,06	1,39	10,4	0,92
2018	Přítok	410	218	211	43	4,71
	Odtok	12	2,47	2,90	10,9	1,32
2019	Přítok	355	184	168	38	4,03
	Odtok	13,4	2,27	2,6	9,56	1

Tab. 7.3 - Přehled průměrných ročních hodnot znečištění

Dále jsem data z let 2017, 2018 a 2019, zpracovala po měsících, vyhledala jsem minima, maxima a průměry jednotlivých parametrů znečištění - CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub>, NL, N<sub>celk.</sub> a P<sub>celk.</sub> na přítoku i odtoku z ČOV Bystřany, která jsem graficky vyjádřila.

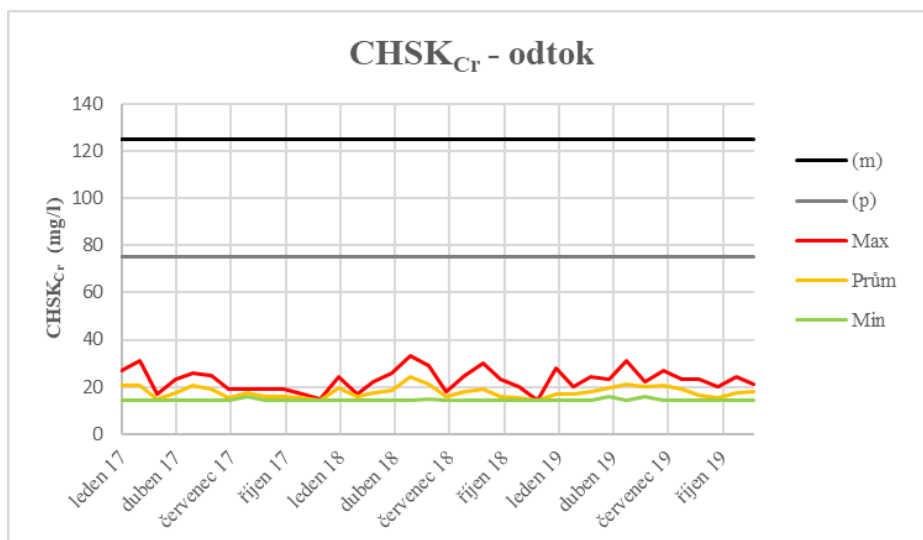
### Chemická spotřeba kyslíku

CHSK<sub>Cr</sub> je chemická spotřeba kyslíku dichromanem draselným. V obrázku 7.1 jsou zaznamenány minimální, maximální a průměrné měsíční hodnoty CHSK<sub>Cr</sub> na přítoku do ČOV Bystřany za roky 2017-2019. Z obrázku zřejmé, že nejvyšší hodnota CHSK<sub>Cr</sub> byla naměřena v březnu 2018- 1 200 mg/l a nejnižší 170 mg/l v únoru 2017.



Obr. 7.1 - Měsíční max, prům a min hodnoty CHSK<sub>Cr</sub> na přítoku za 2017-2019

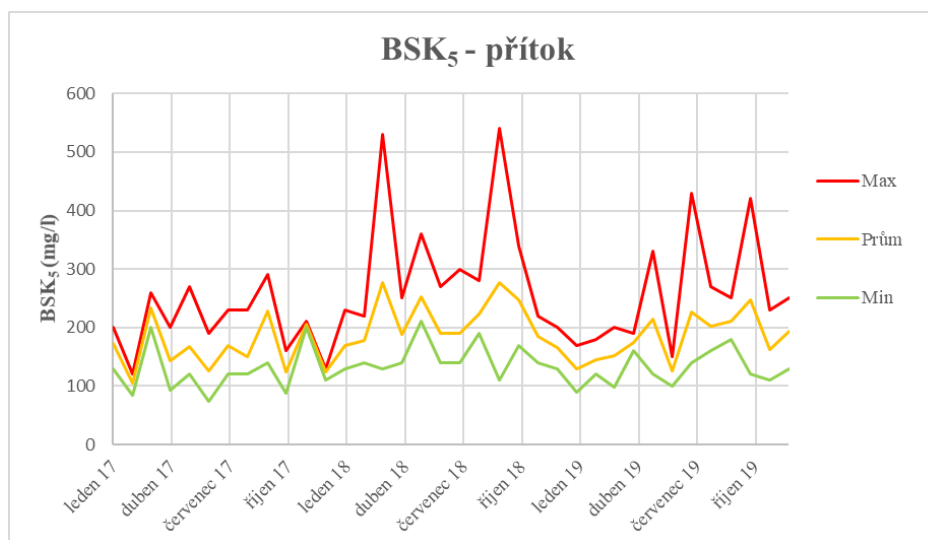
V obrázku 7.2 jsou zaznamenány maximální, průměrné a minimální měsíční hodnoty  $CHSK_{Cr}$  na odtoku z ČOV Bystřany z let 2017 - 2019. Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o odpadních vodách vypouštěných z komunálních čistíren odpadních vod jsou přípustné hodnoty (p)= 75 mg/l a maximální hodnoty (m)= 125 mg/l určeny pro kategorii čistírny odpadních vod nad 100 000 EO. Účinnost odstranění  $CHSK$  na ČOV se pohybuje kolem 96,6 %.



Obr. 7.2 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $CHSK_{Cr}$  na odtoku za 2017-2019, přípustné a maximální hodnoty  $CHSK_{Cr}$  dle NV č. 401/2015 Sb.

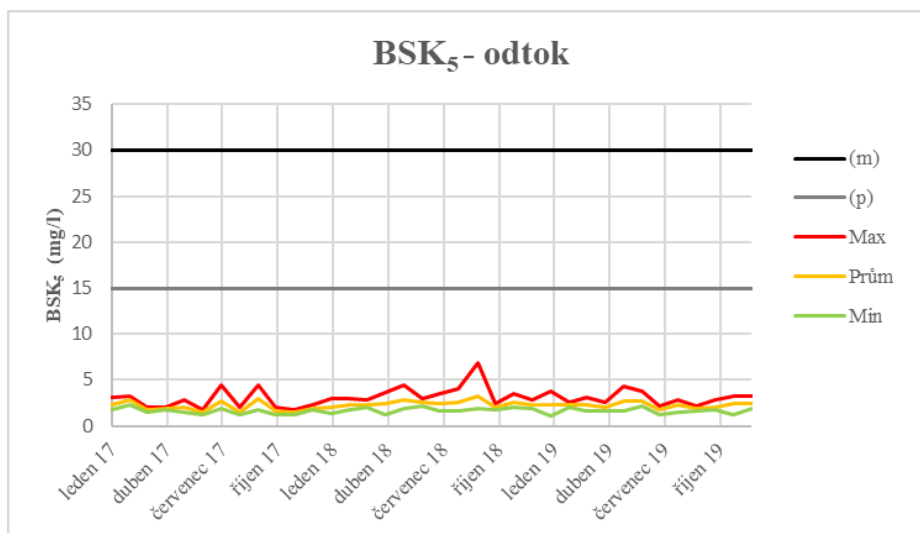
### Biochemická spotřeba kyslíku

$BSK_5$  udává množství kyslíku spotřebovaného k biochemické oxidaci látek ve vodě za 5 dní při teplotě cca 20 °C (Pitter 1990). Na obrázku č. 7.3 jsou vyobrazené měsíční maximální, průměrné a minimální hodnoty  $BSK_5$  na přítoku za roky 2017-2019. Z obrázku je vyčíst, že nejvyšší hodnota 540 mg/l  $BSK_5$  byla naměřena v září 2018 a nejnižší 73 mg/l v červnu 2017.



Obr. 7.3 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $BSK_5$  na přítoku za 2017-2019

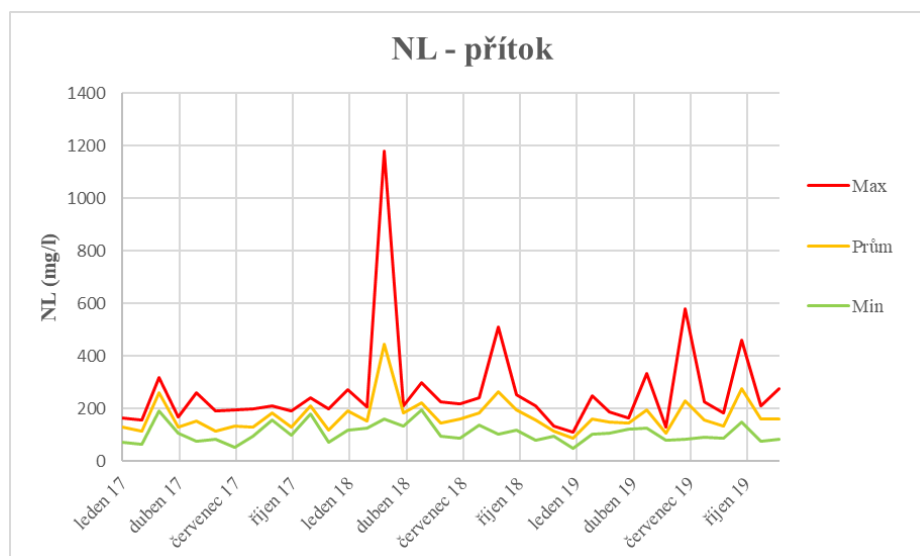
Na obrázku 7.4 jsou uvedeny maximální, průměrné a minimální měsíční hodnoty BSK<sub>5</sub> na odtoku z ČOV Bystřany z let 2017 - 2019. Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o odpadních vodách vypouštěných z komunálních čistíren odpadních vod jsou přípustné hodnoty (p) = 15 mg/l a maximální hodnoty (m) = 30 mg/l určeny pro kategorii čistírny odpadních vod nad 100 000 EO. Účinnost odbourávání BSK<sub>5</sub> na ČOV je 98,8 %.



Obr. 7.4 - Měsíční max, prům a min hodnoty BSK<sub>5</sub> na odtoku za 2017-2019, přípustné a maximální hodnoty BSK<sub>5</sub> dle NV č. 401/2015 Sb.

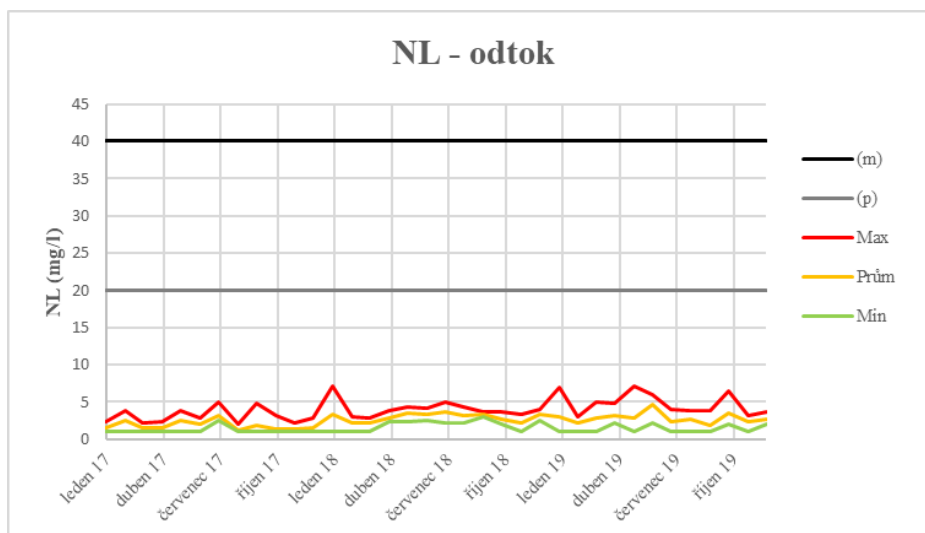
### Nerozpuštěné látky

NL jsou definovány jako tuhé látky, které lze za určitých podmínek odstranit filtrací nebo odstředěním. Dělí se na usaditelné, neusaditelné a vzplývavé. Na obrázku č. 7.5 jsou vyobrazené měsíční maximální, průměrné a minimální hodnoty NL na přítoku z let 2017-2019. Na obrázku je jasně vidět maximum 1 200 mg/l naměřené v březnu 2018, a ne tak jasné minimum naměřené v lednu 2019 – 48 mg/l.



Obr. 7.5 - Měsíční max, prům a min hodnoty NL na přítoku za 2017-2019

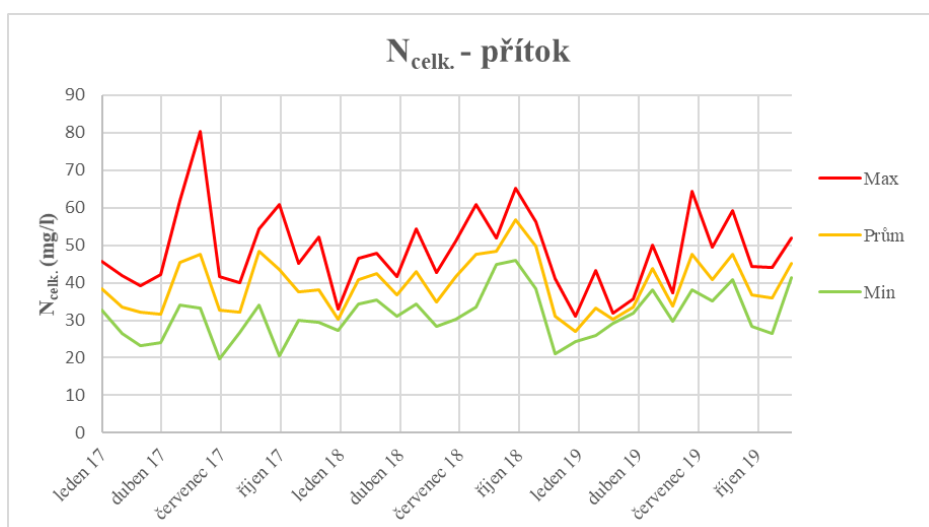
Na obrázku 7.6 jsou zaznamenány maximální, průměrné a minimální měsíční hodnoty NL na odtoku z ČOV Bystřany z let 2017 - 2019. Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o odpadních vodách vypouštěných z komunálních čistíren odpadních vod jsou přípustné hodnoty (p) = 20 mg/l a maximální hodnoty (m) = 40 mg/l určeny pro kategorii čistírny odpadních vod nad 100 000 EO. Účinnost odstranění nerozpuštěných látek na ČOV je 89,7 %.



Obr. 7.6 - Měsíční max, prům a min hodnoty NL na odtoku za 2017-2019, přípustné a maximální hodnoty NL dle NV č. 401/2015 Sb.

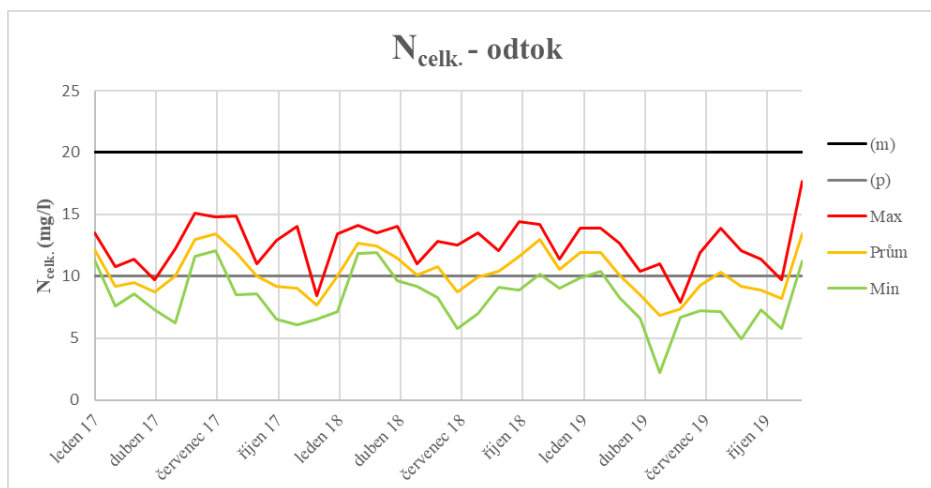
### Dusík celkový

$N_{\text{celk}}$  je součtem anorganického a organického dusíku. Jeho zvýšená hodnota ve vodě může způsobit eutrofizaci. Na obrázku č. 7.7 jsou vyobrazené měsíční maximální, průměrné a minimální hodnoty  $N_{\text{celk}}$  na přítoku z let 2017-2019. Z obrázku je zřejmé maximum 80 mg/l naměřené v červnu 2017, minimum 20 mg/l naměřené v červenci 2017.



Obr. 7.7 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $N_{\text{celk}}$  na přítoku za 2017-2019

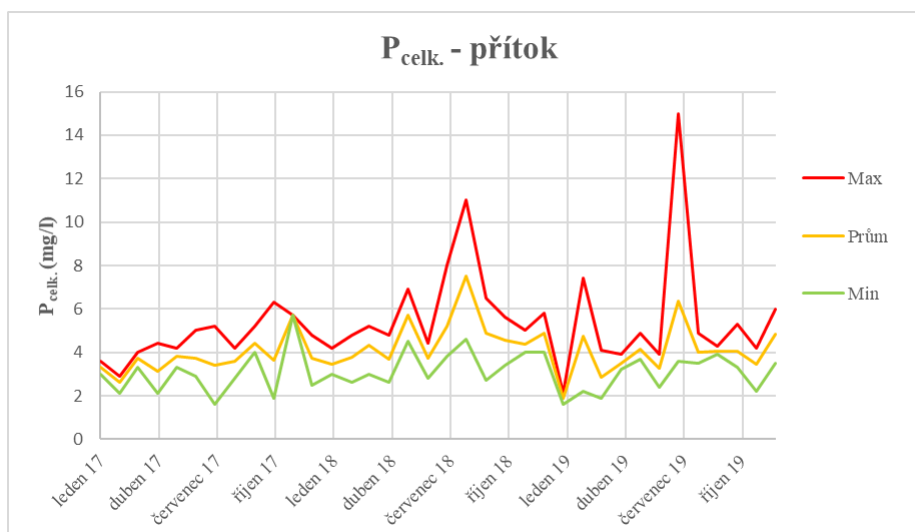
Na obrázku 7.8 jsou uvedeny maximální, průměrné a minimální měsíční hodnoty  $N_{\text{celk.}}$  na odtoku z ČOV Bystřany z let 2017 - 2019. Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o odpadních vodách vypouštěných z komunálních čistíren odpadních vod jsou přípustné průměrné hodnoty (p) = 10 mg/l a maximální hodnoty (m) = 20 mg/l určeny pro kategorii čistírny odpadních vod nad 100 000 EO. Účinnost odstranění dusíku na ČOV je 74,3 %.



Obr. 7.8- Měsíční max, prům a min hodnoty  $N_{\text{celk.}}$  na odtoku za 2017-2019, přípustné průměrné a maximální hodnoty  $N_{\text{celk.}}$  dle NV č. 401/2015 Sb.

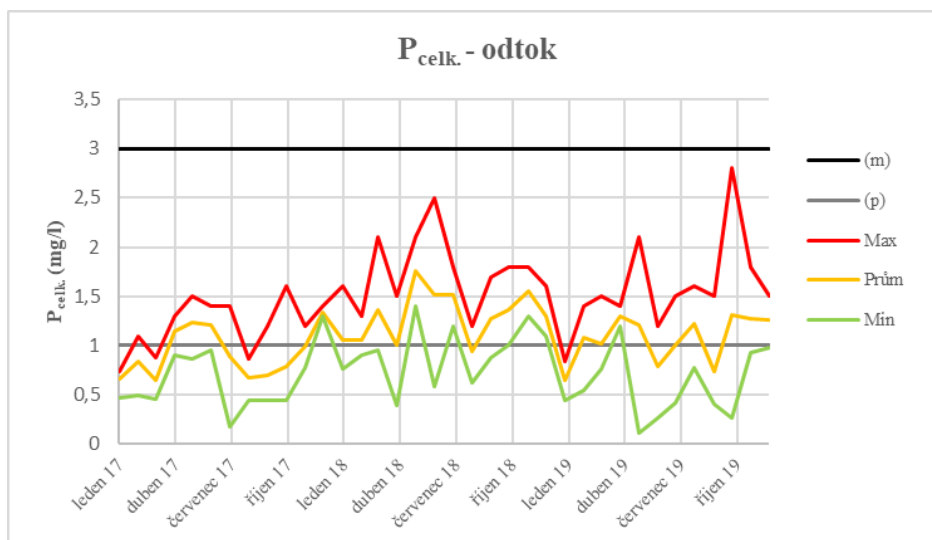
### Fosfor celkový

$P_{\text{celk.}}$  je součtem rozpuštěného i nerozpuštěného fosforu. Zvýšená hodnota fosforu ve vodě způsobuje eutrofizaci povrchových vod. Na obrázku č. 7.9 jsou vyobrazené měsíční maximální, průměrné a minimální hodnoty  $P_{\text{celk.}}$  na přítoku z let 2017-2019. Z obrázku vyplývá, že maximum 15 mg/l bylo naměřeno v červenci 2019 a minimum 1,6 mg/l bylo naměřeno v červnu 2017 a v lednu 2019.



Obr. 7.9 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $P_{\text{celk.}}$  na přítoku za 2017-2019

Na obrázku 7.10 jsou zaznamenány maximální, průměrné a minimální měsíční hodnoty  $P_{\text{celk.}}$  na odtoku z ČOV Bystrány z let 2017 - 2019. Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o odpadních vodách vypouštěných z komunálních čistíren odpadních vod jsou průměrné přípustné hodnoty (p)= 1 mg/l a maximální hodnoty (m)= 3 mg/l určeny pro kategorii čistírny odpadních vod nad 100 000 EO. Účinnost odstranění fosforu na ČOV je téměř 73,9 %.



Obr. 7.10 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $P_{\text{celk.}}$  na odtoku za 2017-2019, přípustné průměrné a maximální hodnoty  $P_{\text{celk.}}$  dle NV č. 401/2015 Sb.

## 8. DISKUZE

V bakalářské práci byl vyhodnocen provoz a účinnost odbourávání sledovaných parametrů znečištění na čistírně odpadních vod Bystřany v letech 2017-2019. Poskytnutá data jsou zpracována v přehledných grafech a tabulkách.

Pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových jsou stanoveny určité limity. Obecné limity o přípustných hodnotách znečištění povrchových a odpadních vod a o povolení vypouštění odpadních vod do vod povrchových jsou uvedeny v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. V tabulce č. 8.1 emisních standardů jsou zvýrazněné emisní standardy pro kategorii ČOV > 100 000, kde jsou uvedené přípustné hodnoty (p) pro  $CHSK_{Cr}$ ,  $BSK_5$ , NL, hodnoty přípustného průměru v mg/l pro  $N_{celk.}$  a  $P_{celk.}$  a pro všechny ukazatele maximální hodnoty (m) které nesmí být překročeny.

Kategorie ČOV (EO)	$CHSK_{Cr}$		$BSK_5$		NL		$N-NH_4^+$		$N_{celk.}$		$P_{celk.}$	
	p	m	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m
<500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500-2 000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2 001-10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10 001-100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
>100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Tab. 8.1 - Emisní standardy (příloha č. 1 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

Dále má každá čistírna odpadních vod své vlastní stanovené limity určené příslušným úřadem. Pro ČOV Bystřany jsou tyto limity stanovené Krajským vodohospodářským úřadem v Ústí nad Labem. Limity vodoprávního povolení jsou přizpůsobené technologii čistírny a recipientu.

V tabulce č. 8.1 jsou uvedené přípustné hodnoty „p“ u  $CHSK$ ,  $BSK_5$ , NL. Pro  $N_{celk.}$  a  $P_{celk.}$  jsou uvedeny průměrné hodnoty (průměr), které mohou být stejně jako přípustné hodnoty během roku překročeny v závislosti na počtu odebíraných vzorků. Dále jsou uvedené pro všechny parametry maximální hodnoty „m“, které nesmí být překročeny ani jednou. Stanovena je také hodnota maximálního vypouštěného znečištění v tunách za rok.

	Limity vodoprávního povolení ČOV Bystřany		
	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)	t/rok
<b>CHSK</b>	50	100	300
<b>BSK<sub>5</sub></b>	12	20	80
<b>NL</b>	15	25	100
$N_{celk.}$	14 (průměr)	25	112
$P_{celk.}$	1,5 (průměr)	3	13

Tab. 8.2 - Povolené limity vypouštěných odpadních vod pro ČOV Bystřany (KŘ Teplice 2017)

## **Chemická spotřeba kyslíku**

Hodnoty  $CHSK_{Cr}$  jsou posuzovány podle limitů vodoprávního povolení ČOV Bystřany. Přípustná hodnota je „p“ 50 mg/l, maximální hodnota „m“ 100 mg/l a maximální množství 300 tun za rok. Ve sledovaném období nebyl žádný z limitů ani dosažen ani překročen jelikož maximální naměřená hodnota  $CHSK_{Cr}$  na odtoku je 33 mg/l.

Dále jsou posuzovány podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o odpadních vodách vypouštěných z komunálních čistíren odpadních vod jsou přípustné hodnoty (p) 75 mg/l a maximální hodnoty (m) 125 mg/l určeny pro kategorii čistírny odpadních vod nad 100 000 EO. Během let 2017-2019 nedošlo ani jednou k překročení limitních hodnot (p) a (m), čímž bylo NV dodrženo. Dle NV je také stanovena 75 % účinnost odstranění CHSK. Skutečná účinnost odstranění za sledované období na ČOV Bystřany se pohybuje kolem 96,6 %. Tento výsledek je více než uspokojivý.

## **Biochemická spotřeba kyslíku**

Hodnoty  $BSK_5$  jsou také posuzovány podle limitů vodoprávního povolení ČOV Bystřany, kde „p“ je 12 mg/l, „m“ = 20 mg/l a max. množství je 80 t/rok. Podle NV č. 401/2015 Sb., kde (p) je 15 mg/l a (m) je 30 mg/l. V tomto případě nebyl překročen ani dosažen žádný z limitů, jelikož nejvyšší naměřená hodnota  $BSK_5$  na odtoku ve sledovaném období je 6,9 mg/l. Dle NV č. 401/2015 je minimální účinnost odstranění  $BSK_5$  85 % a skutečná průměrná účinnost ve sledovaném období je 98,8 %. ČOV Bystřany tedy splňuje jak limity vodoprávního povolení pro ČOV Bystřany, tak i NV č. 401/2015 Sb.

## **Nerozpuštěné látky**

Pro hodnoty NL je dle limitů vodoprávního povolení ČOV Bystřany je přípustná hodnota 15 mg/l a maximální hodnota 25 mg/l. Maximální povolené roční množství je 100 t/rok. NV č. 401/2015 Sb. stanovuje pro NL přípustnou hodnotu 20 mg/l a maximální hodnotu 40 mg/l. Všechny limity jsou splněny, naměřené hodnoty je nepřesáhly. Nejvyšší naměřená hodnota NL ve sledovaném období je 7,2 mg/l. Účinnost odstranění NL na ČOV Bystřany je 89,7 %.

## **Celkový dusík**

Průměrná hodnota celkového dusíku je dle limitů vodoprávního povolení ČOV Bystřany stanovena na 14 mg/l a maximální na 25 mg/l. Maximální množství je 112 t/rok. Vzhledem k tomu, že nejvyšší hodnota celkového dusíku naměřené na odtoku ve sledovaném období je 17,7 mg/l došlo tedy jen k překročení pouze průměrných hodnot, maximální hodnota povoleného množství vypouštění není překročena ani



jednou. Ke stejnému výsledku došlo i při porovnání s průměrnými i maximálními hodnotami, které jsou určeny NV č. 401/2015 Sb. Průměrná účinnost odstranění  $N_{\text{celk.}}$  za sledované období na ČOV Bystřany je 74,3 % čímž je limit uvedený v NV č. 401/2015 Sb. 70 % splněn.

### **Celkový fosfor**

Celkový fosfor je též posuzován podle limitů vodoprávního povolení ČOV Bystřany, kde je stanoven průměr 1,5 mg/l a „m“ 3 mg/l i podle NV č. 401/2015 Sb., kde je stanovený průměr 1 mg/l a hodnota (m) 3 mg/l. Nejvyšší naměřenou hodnotou  $P_{\text{celk.}}$  ve sledovaném období na odtoku je 2,8 mg/l. Tato hodnota sice překračuje stanovené průměrné hodnoty, ale maximální hodnoty překročeny nebyly ani jednou. Maximální množství  $P_{\text{celk.}}$  13 t/rok, které také překročeno nebylo. Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je pro celkový fosfor stanovena minimální přípustná účinnost vypouštěných odpadních vod 80 %. Tento stanovený limit ČOV Bystřany nesplňuje, jelikož průměrná účinnost odstranění  $P_{\text{celk.}}$  ve sledovaném období je 73,9 %. Na ČOV Bystřany je fosfor odstraňován síranem železitým, který je dávkován na přítoku do nitrifikační nádrže a dále dle potřeby v rozdělovacím žlabu u dosazovacích nádrží. Hodnoty celkového fosforu by snad mohly být ještě sníženy přidáním terciálního stupně čištění pro odstranění dusíku a fosforu.

## 9. ZÁVĚR

Čistírna odpadních vod Bystřany se nachází nedaleko města Teplice v Ústeckém kraji a odpaní voda je na ni přiváděna z Teplíc a okolních obcí. Tato čistírna funguje na principu mechanicko-biologického čištění s biologickým odstraňováním dusíku a chemickým strážčením fosforu. Projektovaná kapacita ČOV dle BSK<sub>5</sub> je 104 185 EO, v současné době je připojeno 64 186 EO z čehož vyplývá, že je čistírna využívána z 61,6 %. Zajímavým přínosem této práce je fakt, že se postupně snižuje celkové množství přitékající odpadní vody, z důvodů šetření vodou a zároveň se navyšuje koncentrace znečištění v OV. Tento poznatek je podložen tabulkami a grafy z kapitoly 7, ve které jsou v grafech vyobrazené hodnoty znečištění na přítoku i na odtoku. Zajímavé jsou hodnoty CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub> a NL na přítoku v březnu roku 2018, kdy vystoupaly velice vysoko především kvůli nízkému průtoku.

Dále byl vyhodnocen provoz čistírny odpadních vod Bystřany z let 2017-2019. Posuzovanými parametry znečištění na odtoku byly CHSK<sub>Cr</sub>, BSK<sub>5</sub>, NL, celkový N a celkový P. Tyto parametry byly důkladně porovnané s limity, pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových, určenými nařízením vlády č. 401/2015 Sb. a limity stanovené krajským vodohospodářským úřadem v Ústí nad Labem, pod který ČOV Bystřany spadá. Výsledným porovnáním naměřených hodnot se prokázalo, že ČOV Bystřany je provozována dle platných předpisů a splňuje předepsané limity pro vypouštění odpadních vod.

Jediné, co by mohlo být na čistírně odpadních vod Bystřany vylepšeno je odbourávání fosforu. Fosfor je zde odstraňován pouze dávkováním síranu železitého. Přidáním terciálního stupně čištění pro odstraňování zbytku nerozpuštěných látek a fosforu, by mohlo dojít ke snížení množství vypouštěného fosforu do recipientu, což by bylo pro vodní tok příznivější. Při rozsáhlé rekonstrukci, která probíhala v letech 2000-2003 nebyl tento stupeň dočištění požadován, nicméně provozovatel čistírny výhledově uvažuje o jeho vybudování.

Cílem čištění odpadních vod je zlepšení životního prostředí a celkové zkvalitnění životní úrovně na planetě. Kdyby odpadní vody nebyly čištěny, došlo by k závažnému znečištění povrchových vod a následnému zhoršení životního prostředí. Čistírny odpadních vod nám s tímto problémem pomáhají, a proto by měla být jejich modernizace či výstavba podporována a dotována.

## 10. ZDROJE

### 10.1. Odborné publikace

Alonso E., Santos A., Solis G. J., Riesco P., 2001: ON the feasibility of urban wastewater tertiary treatment by membranes: a comparative assessment. *Desalination*, 141 (1), 39-51.

Ambrožová J., 2004: *Mikrobiologie v technologii vod* 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technická v Praze, Praha, 244 s., ISBN 80-7080-534-X.

Bábíček R., Bernard J., Harciník F., Hošek V., Král P., Kučera J., Mlejnská E., Polák Z., Procházka J., Procházková L., Strnad Z., Sýkora P., Tebichová K., Vilímeček J., Wanner F., Zelený Z., 2018: *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod* 3. vyd. Medim, spol. s.r.o., Libeznice, 280 s., ISBN 978-80-87140-55-0.

Binzar J., Janda V., Jeníček P., Růžičková I., Strnadová N., 2009: *Základy úpravy a čištění vod*. Vysoká škola chemicko-technická v Praze, Praha, 251 s., ISBN 978-80-7080-729-3.

Campbell H. W., 2000: Sludge management – future issues and trends. *Water science and technology*, 41 (8): 1-8.

Čížek P., Herel F., Koníček Z., 1970: *Stokování a čištění odpadních vod*. Nakladatelství technické literatury, Praha, 400 s.

Dignac M. F., Ginestet P., Rybacki D., Bruchet A., Urbain V., Scribe P., 2000: Fate of wastewater organic pollution during activated sludge treatment: nature of residual organic matter. *Water Research*, 34 (17), 4185-4194.

Dohányos M., Koller J., Strnadová N., 2004: *Čištění odpadních vod*. Vysoká škola chemicko-technická v Praze, Praha, 177 s., ISBN 978-80-7080-619-7

Eckenfelder W., Grau P., 1998: *Activated sludge process design and control, theory and practice*. Technomic Publishing Company, Inc., USA, 334 s., ISBN 87762-889-0.

Henze M., Comeau Y., 2008: *Wastewater characterization. Biological wastewater treatment: Principles modelling and design*, 33-52.

Henze M., Harremoës P., 1992: Characterization of wastewater: the effect of chemical precipitation on the wastewater composition and its consequences for biological denitrification. In: *Chemical water and wastewater treatment II*. Springer, Berlin, Heidelberg, 299-311.

Henze M., Loosdrecht M., Ekana G., Brdjanovic D., 2008: *Biological Wastewater Treatment, Principles, Modelling and Design*. IWA Publishing, Cambridge University Press, 517 s.

Hlavínek P., Hlaváček J., 1996: *Čištění odpadních vod – Praktické příklady výpočtů*. NOEL 2000 s.r.o., Brno, 196 s.

Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001: *Příručka stokování a čištění*. NOEL 2000, s.r.o., Brno, 251 s., ISBN 80-86020-30-4.

Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2003: *Stokování a čištění odpadních vod*. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 283 s., ISBN 80-214-2535-0.

- Chen S., Chen B., 2013: Net energy production and emissions mitigation of domestic wastewater treatment system: A comparison of different biogas–sludge use alternatives. *Bioresource technology*, 144, 296-303.
- Chudoba J., Dohányos M., Wanner J., 1991: *Biologické čištění odpadních vod*. SNTL, Praha, 465 s.
- Kaevska M., Videnska P., Vasickova P., 2016: Changes in microbial composition of wastewater during treatment in a full-scale plant. *Current microbiology*, 72 (2), 128-132.
- Komínková D., Benešová L., Šťastná G., 2014: *Úprava pitných a čištění odpadních vod*. České zemědělská univerzita v Praze, Praha, 231 s.
- Kopp R., Hilscherová K., Poštulkoná E., 2015: *Základní vodní ekotoxikologie*. Mendelova Univerzita, Brno, 152 s., ISBN 978-80-7509-334-9.
- Langhammer J., 2002: *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*. Univerzita Karlova, Praha, 225 s.
- Lellák J., Kubiček F., 1992: *Hydrobiologie*. Univerzita Karlova, Praha, 257 s., ISBN 80-7066-530-0.
- Malý J., Malá J., 1996: *Chemie a technologie vody*. NOEL 2000, s.r.o., Brno, 200 s. ISBN 80-86020-13-4.
- Šenkapoulová J. Helcelet M., Lukeš M., Mádr T., Polák Z., Sýkora P., Šejnoha J., Tlodka J., Tomanec L., 2018: *Příručka provozovatele stokové sítě*. Medim, spol. s.r.o., Libeznice, 199 s., ISBN 978-80-87140-52-9.
- Nypl V., Synáček M., 2002: *Zdravotně inženýrské stavby 30*. České vysoké učení technické v Praze. Praha, 149 s., ISBN 80-01-01729-X.
- Panepinto D., Fiore S., Genon G., Acri M. 2016: Thermal valorization of sewer sludge: Perspectives for large wastewater treatment plants. *Journal of Cleaner Production*, 137: 1323-1329.
- Pitter P. 1990: *Hydrochemie*. SNTL, Praha, 565 s. ISBN 80-03-00525-6.
- Pošta J. a kol., 2008: *Čištění odpadních vod*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 211 s.
- Slavičková K., Slaviček M., 2013: *Vodní hospodářství obcí 1, úprava a čištění vody*. České vysoké učení technické v Praze. Praha, 199 s., ISBN 978-80-01-05390-4.
- Synáček M., 2014: *Základy vodního hospodářství*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 96 s.
- Švehla P., Tlustoš P., Balík J., 2007: *Odpadní vody*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 107 s., ISBN 80-213-1169-X.
- Tay J. H., Show K. Y., 1997: Tay, J. H., & Show, K. Y. (1997). Resource recovery of sludge as a building and construction material-A future trend in sludge management. *Water Science and Technology*, sv. 36, č. 11: 259-266.
- Wanner J., 2001: *Technologie vody II*. Vysoká škola chemicko-technická v Praze, Praha, 101 s.

Xiaolian W., Yongzhen P., Shuying W., Jie F., Xuemei C., 2006: Influence of wastewater composition on nitrogen and phosphorus removal and process control in A 2 O process. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 28 (6), 397-404.

## 10.2. Internetové zdroje

Diner V., Sárka T. 2020: Modul 4: Ochrana vod. Výukový program: Environmentální vzdělávání, 42 s. (online) [cit. 2020.03.06], dostupné z <<https://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/546/.content/galerie-souboru/Studijni-materialy/EV-modul4.pdf>>

Groda B., Vítěz T., Machala M., Foller J., Surýnek D., Musil J., 2007: Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově. Ministerstvo zemědělství (online) [cit. 2020.02.28], dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení\\_odpadních\\_vod.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadních_vod.pdf)>

KŘ Teplice, 2017: Kanalizační řád jednotný kanalizační systém obcí Teplice, Bystřany, Dubí, Hrob, Jeníkov, Košťany, Krupka včetně PZ Krupka, Novosedlice, Proboštov, Újezdeček a místních částí straky a Dražkov zakončený čistírnou odpadních vod Bystřany (online) [cit. 2020.02.28], dostupné z <<https://www.scvk.cz/res/sewerage/Teplice.pdf>>

Renou S., 2006: Analyse se cycle se vieappliqué eaux systèmes de traitement des eaux usées (online) [cit. 2020.02.28], dostupné z <<https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752508/document>>

UPOL, 2015: Stanovení obsahu sloučenin dusíku ve vodách (online) [cit. 2020.03.06], dostupné z <[http://hydrobiologie.upol.cz/uploads/files/03\\_metody\\_stanoveni\\_obsahu\\_%20dusiku.pdf](http://hydrobiologie.upol.cz/uploads/files/03_metody_stanoveni_obsahu_%20dusiku.pdf)>

## 10.3. Legislativní zdroje

ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN 75 0161 – Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod

ČSN 75 6406 – Nakládání s odpadními vodami ze zdravotnických zařízení, vypouštěnými do veřejné stokové sítě.

ČSN 75 640 – Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500

ČSN 75 6402 – Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel

ČSN EN 12 255 (75 6403) – Čistírny odpadních vod – Část 1 - 16

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

Vyhláška č. 178/2012 Sb. - Stanovuje seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

## 10.4. Ostatní zdroje

PP ČOV Bystřany, 2005: Provozní předpis ČOV Bystřany. SČVK Teplice, 170 s.

Plášil J., 2019: Manažer provozu kanalizací a ČOV Bystřany, slovně.  
SČVK - Severočeské vodovody a kanalizace a.s., poskytnutí dat.

### **Seznam obrázků**

- Obr. 3.1 - Schéma radiálního systému
- Obr. 3.2 - Schéma větvového systému
- Obr. 3.3 - Schéma úchytného systému
- Obr. 3.4 - Schéma pásmového systému
- Obr. 3.5 - Schéma Wuhrmannova procesu
- Obr. 3.6 - Schéma Ludzack-Ettingerovo procesu
- Obr. 3.7 - Schéma R-D-N systému
- Obr. 3.8 - Schéma Bardenpho procesu
- Obr. 3.9 - Schéma SBR procesu
- Obr. 3.10 - Schéma dvoukalového systému s postdenitrifikací
- Obr. 3.11 - Schéma dvoukalového systému s predenitrifikací
- Obr. 3.12 - Schéma tříkalového systému s postdenitrifikací
- Obr. 6.1 - Prítok na ČOV Bystřany a drapák
- Obr. 6.2 - Hrubé česle
- Obr. 6.3 - Jemné česle
- Obr. 6.4 - Lapák písku
- Obr. 6.5 - Pračka písku
- Obr. 6.6 - Dešťová nádrž
- Obr. 6.7 - Usazovací nádrž
- Obr. 6.8 - Regenerační nádrž
- Obr. 6.9 - Denitrifikační nádrž
- Obr. 6.10 - Nitrifikační nádrž
- Obr. 6.11 - Dosazovací nádrž
- Obr. 6.12 - Měrný objekt Parshallův žlab
- Obr. 6.13 - Kalové hospodářství
- Obr. 6.14 - Zhušřovací odstředivka
- Obr. 6.15 - Vyhnivací nádrž
- Obr. 6.16 - Dávkovač síranu železitého
- Obr. 6.17 - Zásobní nádrž na síran železitý
- Obr. 6.18 - Membránový plynojem
- Obr. 6.19 - Plynový kotel-VIADRU G700

- Obr. 7.1 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $CHSK_{Cr}$  na přítoku za 2017-2019
- Obr. 7.2 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $CHSK_{Cr}$  na odtoku za 2017-2019, přípustné a maximální hodnoty  $CHSK_{Cr}$  dle NV č. 401/2015 Sb.
- Obr. 7.3 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $BSK_5$  na přítoku za 2017-2019
- Obr. 7.4 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $BSK_5$  na odtoku za 2017-2019, přípustné a maximální hodnoty  $BSK_5$  dle NV č. 401/2015 Sb.
- Obr. 7.5 - Měsíční max, prům a min hodnoty NL na přítoku za 2017-2019
- Obr. 7.6 - Měsíční max, prům a min hodnoty NL na odtoku za 2017-2019, přípustné a maximální hodnoty NL dle NV č. 401/2015 Sb.
- Obr. 7.7 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $N_{celk.}$  na přítoku za 2017-2019
- Obr. 7.8 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $N_{celk.}$  na odtoku za 2017-2019, přípustné průměrné a maximální hodnoty  $N_{celk.}$  dle NV č. 401/2015 Sb.
- Obr. 7.9 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $P_{celk.}$  na přítoku za 2017-2019
- Obr. 7.10 - Měsíční max, prům a min hodnoty  $P_{celk.}$  na odtoku za 2017-2019, přípustné průměrné a maximální hodnoty  $P_{celk.}$  dle NV č. 401/2015 Sb.

### **Seznam tabulek**

- Tab. 3.1 - Procesy čištění
- Tab. 3.2 - Emisní standardy
- Tab. 3.3 - Emisní standardy
- Tab. 3.4 - Minimální roční četnosti odběrů vypouštěných městských odpadních vod
- Tab. 5.1 - Statistické údaje z roku 2017
- Tab. 6.1 - Informace o recipientu
- Tab. 7.1 - Průtoky na ČOV Bystřany za roky 2017, 2018 a 2019.
- Tab. 7.2 - Přehled ročních průtoků na ČOV
- Tab. 7.3 - Přehled průměrných ročních hodnot znečištění
- Tab. 8.1 - Emisní standardy
- Tab. 8.2 - Povolené limity vypouštěných odpadních vod pro ČOV Bystřany

## **11. PŘÍLOHY**

Příloha 1 - Projektové parametry ČOV Bystřany

Příloha 2 - ČOV Bystřany - přítok OV 2017

Příloha 3 - ČOV Bystřany - přítok OV 2018

Příloha 4 - ČOV Bystřany - přítok OV 2019

Příloha 5 - ČOV Bystřany - odtok OV 2017

Příloha 6 - ČOV Bystřany - odtok OV 2018

Příloha 7 - ČOV Bystřany - odtok OV 2019

Příloha 8 - Schéma ČOV Bystřany (SčVK)



Příloha 1 - Projektové parametry ČOV Bystřany

ČOV Bystřany		projektové parametry čistírny odpadních vod					limity
		max. přítok		garantovaný odtok			vodopráv. povolení
		celkem	Do biol.	z. mech.	z. biol.	celkem	
		1	2	3	4	5	6
Q24	m <sup>3</sup> /d	31220					
Q24	l/s						
Qd	m <sup>3</sup> /d	37325					
Qd	l/s		600				
Qh	m <sup>3</sup> /h	2073					
Qsrážkový	l/s	2620					
BSK <sub>5</sub>	t/r	2274,2	1485,6				80
BSK <sub>5</sub>	kg/d	6230,7	4070,4				
Ekv. obyv. (60g/EO.d)	počet	104185					
BSK <sub>5</sub> (průměr)	mg/l	200	130				12 "p"
BSK <sub>5</sub> (max.)	mg/l						20
CHSK	t/r	5116,9	3349,3				300
CHSK	kg/d	14019,1	9176,3				
CHSK (průměr)	mg/l	451	293				50 "p"
CHSK (max.)	mg/l						100
BSK <sub>5</sub> /CHSK	-						
NL	t/r	2272,9	1148,3				100
NL	kg/d	6227,3	3146,0				
NL (průměr)	mg/l	200	100				15 "p"
NL (max.)	mg/l						25
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	t/r						
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	kg/d						
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (průměr)	mg/l						
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (max.)	mg/l						
Nc	t/r	327,3	328,5				112
Nc	kg/d	896,8	900,1				
Nc (průměr)	mg/l	29	26,2				14
Nc (max.)	mg/l						25
Pc	t/r	56,8	54,7				13
Pc	kg/d	155,8	150,0				
Pc (průměr)	mg/l	5	4,6				15
Pc (max.)	mg/l						3
EL	t/r						
EL	kg/d						
EL (průměr)	mg/l						
EL (max.)	mg/l						

Příloha 2 - ČOV Bystřany - přítok OV 2017

SUMÁŘ			pH	CHSK-Cr	BSK5-n	NL	N-NH4	N-NO2	N-NO3	N-anorg	N-celk	Pcelk	
počet			46	46	46	46	46	24	24	24	46	46	
	průměr		7,41	321	161	147	27,9	0,115	0,193	27,1	39,0	3,67	
		minimum		7,00	170	73,0	52,0	12,7	0,013	<0,200	14,6	19,6	1,60
		maximum		7,80	610	290	318	56,1	1,22	1,37	56,1	80,4	6,30
datum	důvod	typ	pH	CHSK-Cr	BSK5-n	NL	N-NH4	N-NO2	N-NO3	N-anorg	N-celk	Pcelk	
odběru	odběru	vz.		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
02.01.2017	PV	c	7,4	350	170	154	24,2	0,013	<0,200	24,2	36,0	3,6	
10.01.2017	PR	c	7,4	360	200	166	35,9				45,6	3,6	
16.01.2017	PV	c	7,6	310	190	146	20,0	0,043	0,346	20,4	32,8	3,1	
24.01.2017	PR	c	7,2	300	170	107	32,3				44,4	3,0	
30.01.2017	PV	c	7,0	240	130	74,0	27,3	0,075	0,426	27,8	32,8	3,3	
07.02.2017	PR	c	7,0	300	120	120	22,6				32,0	2,8	
13.02.2017	PV	c	7,3	170	84	66,0	24,8	<0,030	<0,23	24,8	42,0	2,9	
27.02.2017	PV	c	7,3	240	110	158	16,3	0,733	1,37	18,4	26,4	2,1	
06.03.2017	PR	c	7,8	420	260	278	19,6				39,2	4,0	
13.03.2017	PV	c	7,5	310	200	318	12,9	1,22	0,45	14,6	23,2	3,3	
27.03.2017	PV	c	7,6	450	240	192	19,9	<0,030	0,32	20,2	34,0	3,9	
04.04.2017	PR	c	7,1	220	130	168	14,6				24,0	2,1	
10.04.2017	PV	c	7,5	250	93	106	21,4	0,042	<0,200	21,4	42,1	2,5	
18.04.2017	PR	c	7,5	310	150	136	20,0				26,0	3,6	
24.04.2017	PV	c	7,3	430	200	118	21,2	0,061	<0,200	21,3	34,3	4,4	
02.05.2017	PR	c	7,4	310	120	146	21,8				46,6	3,3	
08.05.2017	PV	c	7,3	320	170	134	30,5	0,057	<0,200	30,6	41,2	3,8	
16.05.2017	PR	c	7,3	350	160	150	37,1				43,1	4,2	
22.05.2017	PV	c	7,6	280	120	78,0	30,8	0,066	0,277	31,1	34,0	3,6	
30.05.2017	PR	c	7,4	450	270	262	49,8				62,0	4,1	
05.06.2017	PV	c	7,3	230	73	86,0	26,2	0,066	0,206	26,5	33,2	3,6	
13.06.2017	PR	c	7,7	240	110	94,0	33,6				80,4	2,9	
19.06.2017	PV	c	7,4	270	130	84,0	30,1	0,016	<0,200	30,1	39,3	3,5	
27.06.2017	PR	c	7,4	400	190	190	25,5				38,0	5,0	
11.07.2017	PR	c	7,7	220	120	100	12,7				19,6	1,6	
17.07.2017	PV	c	7,2	200	120	52,0	25,4	0,047	<0,200	25,4	31,6	3,0	
25.07.2017	PR	c	7,3	410	230	194	28,6				41,6	5,2	
31.07.2017	PV	c	7,1	380	210	196	24,8	0,052	0,243	25,1	38,0	3,9	
08.08.2017	PR	c	7,4	240	120	96,0	22,7				26,8	2,8	
14.08.2017	PV	c	7,3	380	230	198	22,7	0,038	0,281	23,0	31,6	4,2	
22.08.2017	PR	c	7,6	350	120	122	28,7				40,0	4,2	
28.08.2017	PV	c	7,5	290	130	106	27,5	0,053	0,235	27,8	30,4	3,1	
05.09.2017	PR	c	7,6	360	140	188	26,0				34,0	4,0	
11.09.2017	PV	c	7,5	370	210	158	32,7	0,069	0,244	33,0	52,0	4,1	
19.09.2017	PR	c	7,6	420	270	176	44,0				54,4	4,4	
24.09.2017	PV	c	7,4	610	290	212	49,6	0,022	<0,200	49,6	53,0	5,2	
03.10.2017	PR	c	7,3	180	96	100	13,6				20,4	1,9	
09.10.2017	PV	c	7,5	240	130	100	56,1	<0,030	<0,23	56,1	60,8	6,3	
17.10.2017	PR	c	7,5	390	150	190	45,7				51,0	4,5	
23.10.2017	PV	c	7,5	270	160	126	31,0	<0,030	<0,23	31,0	33,8	2,8	
31.10.2017	PR	c	7,4	270	88	128	42,0				52,0	2,8	
06.11.2017	PV	c	7,4	410	210	180	23,8	0,019	0,241	24,1	30,0	5,7	
13.11.2017	PR	c	7,3	550	200	242	25,4				45,2	5,7	
04.12.2017	PV	c	7,4	270	130	200	17,0	0,036	<0,200	17,0	32,8	3,9	
12.12.2017	PR	c	7,4	220	110	72,0	39,8				52,2	4,8	
18.12.2017	PV	c	7,6	220	130	90,0	26,5	0,023	<0,200	26,5	29,6	2,5	

Příloha 3 - ČOV Bystřany - přítok OV 2018

<b>SUMÁŘ</b>			pH	CHSK-Cr	BSK5-n	NL	N-NH4	N-NO2	N-NO3	N-anorg	N-celk	Pcelk
počet			48	48	48	48	48	25	25	25	48	48
průměr			7,48	410	218	211	31,2	0,050	0,162	31,1	43,0	4,71
minimum			7,20	220	110	82,0	12,9	0,008	<0,200	12,9	21,0	2,60
maximum			7,90	1200	540	1180	57,3	0,337	2,09	44,8	65,2	11,0
datum odběru	důvod odběru	typ vz.	pH	CHSK-Cr mg/l	BSK5-n mg/l	NL mg/l	N-NH4 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NO3 mg/l	N-anorg mg/l	N-celk mg/l	Pcelk mg/l
01.01.2018	PV	c	7,5	270	130	118	20,9	0,035	0,315	21,3	27,2	3,0
09.01.2018	PR	c	7,4	460	230	272	22,8				31,0	4,2
15.01.2018	PV	c	7,6	320	150	182	21,2	0,048	0,256	21,5	32,9	3,1
06.02.2018	PR	c	7,6	300	170	128	21,8				34,4	2,6
12.02.2018	PV	c	7,5	260	140	144	23,3	0,031	<0,200	23,3	39,6	4,8
20.02.2018	PR	c	7,4	280	180	130	23,1				43,2	3,6
26.02.2018	PV	c	7,4	390	220	206	42,2	0,040	<0,200	42,2	46,4	4,1
06.03.2018	PR	c	7,3	400	240	288	23,1				35,4	4,1
12.03.2018	PV	c	7,4	360	190	336	18,8	0,337	2,09	21,2	38,8	3,0
15.03.2018	TECH	ps	7,2	1200	530	1180	24,5				48,0	4,5
20.03.2018	PR	c	7,4	310	130	162	31,0				42,4	5,2
26.03.2018	PV	c	7,3	420	290	256	41,7	0,058	0,221	42,0	47,7	4,9
03.04.2018	PR	c	7,7	360	180	194	27,3				35,1	4,8
09.04.2018	PV	c	7,3	400	250	204	34,8	0,050	0,274	35,1	41,6	3,9
17.04.2018	PR	c	7,5	280	140	134	29,4				39,2	2,6
23.04.2018	PV	c	7,6	320	180	210	22,5	0,008	<0,200	22,5	31,2	3,5
01.05.2018	PR	c	7,4	380	210	196	28,8				40,0	6,7
08.05.2018	PR	c	7,7	410	250	198	32,5				39,2	4,5
15.05.2018	PV	c	7,2	630	360	300	28,7	0,033	<0,200	28,7	54,4	5,1
21.05.2018	PV	c	7,4	490	230	224	36,1	0,069	<0,200	36,2	46,4	6,9
29.05.2018	PR	c	7,4	400	210	200	32,0				34,4	5,4
04.06.2018	PV	c	7,4	350	200	160	23,4	0,014	<0,200	23,4	31,6	3,6
12.06.2018	PR	c	7,5	220	150	96,0	20,3				28,4	2,8
18.06.2018	PV	c	7,6	500	270	226	35,4	0,014	<0,200	35,4	42,8	4,1
26.06.2018	PR	c	7,4	320	140	96,0	36,1				37,2	4,4
10.07.2018	PV	c	7,4	290	140	176	24,1	0,046	0,310	24,5	30,4	4,2
16.07.2018	PV	c	7,4	290	140	90,0	34,3	0,012	<0,200	34,3	44,2	3,8
24.07.2018	PR	c	7,6	470	300	218	45,7				51,2	4,9
30.07.2018	PV	c	7,4	420	180	166	33,7	0,015	<0,200	33,7	41,2	8,0
07.08.2018	PR	c	7,4	340	200	138	29,7				43,2	8,0
13.08.2018	PV	c	7,4	360	190	182	31,9	0,045	0,280	32,2	33,5	4,6
21.08.2018	PV	c	7,6	450	280	240	36,2	0,027	0,296	36,5	52,4	6,4
27.08.2018	PV	c	7,4	430	220	176	44,7	0,057	<0,200	44,8	61,0	11
04.09.2018	PV	c	7,5	620	290	340	40,1	0,015	<0,200	40,1	51,2	6,5
10.09.2018	PV	c	7,9	340	170	102	33,0	0,059	<0,200	33,1	45,6	4,8
18.09.2018	PV	c	7,3	930	540	512	32,8	0,072	<0,200	32,9	44,8	5,6
23.09.2018	PR	c	7,9	220	110	104	22,0				52,0	2,7
02.10.2018	PR	c	7,5	380	200	156	40,0				61,1	4,4
08.10.2018	PV	c	7,8	560	340	222	32,4	0,065	<0,200	32,5	46,0	4,4
16.10.2018	PR	c	7,6	510	230	222	57,3				65,2	5,1
22.10.2018	PV	c	7,5	540	300	254	37,5	0,058	<0,200	37,6	58,8	5,6
30.10.2018	PR	c	7,3	300	170	118	37,7				52,4	3,4
05.11.2018	PV	c	7,5	370	210	210	30,0	0,013	<0,200	30,0	38,4	4,2
13.11.2018	PR	c	7,4	330	140	82,0	36,6				56,4	4,0
19.11.2018	PR	c	7,4	450	170	192	33,4				51,2	4,3
27.11.2018	PR	c	7,5	410	220	152	39,0				53,1	5,0
03.12.2018	PV	c	7,6	270	130	134	12,9	0,036	<0,200	12,9	21,0	5,8
17.12.2018	PR	c	7,5	350	200	96,0	32,2				41,2	4,0

Příloha 4 - ČOV Bystřany - přítok OV 2019

<b>SUMÁŘ</b>			<b>pH</b>	<b>CHSK-Cr</b>	<b>BSK5-n</b>	<b>NL</b>	<b>N-NH4</b>	<b>N-NO2</b>	<b>N-NO3</b>	<b>N-anorg</b>	<b>N-celk</b>	<b>Pcelk</b>
<i>počet</i>			45	45	45	45	45	24	24	24	45	45
<i>průměr</i>			<b>7,484</b>	<b>354,889</b>	<b>183,956</b>	<b>167,667</b>	<b>28,514</b>	<b>0,066</b>	<b>0,315</b>	<b>27,949</b>	<b>38,244</b>	<b>4,031</b>
<i>minimum</i>			7	190	90	48	6,42	0,01	<0,2	8,47	24,2	1,6
<i>maximum</i>			7,9	950	430	580	53	0,595	3,9	47,1	64,4	15
<i>medián</i>			7,500	330,000	170,000	148,000	28,300	0,034	0	28,150	38,000	3,700
<b>datum odběru</b>	<b>důvod odběru</b>	<b>typ vz.</b>	<b>pH</b>	<b>CHSK-Cr mg/l</b>	<b>BSK5-n mg/l</b>	<b>NL mg/l</b>	<b>N-NH4 mg/l</b>	<b>N-NO2 mg/l</b>	<b>N-NO3 mg/l</b>	<b>N-anorg mg/l</b>	<b>N-celk mg/l</b>	<b>Pcelk mg/l</b>
08.01.2019	PV	c	7,3	210	90	98,0	6,42	0,150	1,90	8,47	24,2	1,6
22.01.2019	PR	c	7,8	200	130	48,0	26,6				31,2	2,1
28.01.2019	PVV	c	7,4	270	170	113	18,5	0,085	0,309	18,9	25,6	1,9
05.02.2019	PR	c	7,4	220	150	102	20,3				26,0	2,4
11.02.2019	PVV	c	7,7	250	130	136	22,5	0,015	<0,200	22,5	28,6	2,2
19.02.2019	PR	c	7,7	410	180	248	21,8				43,2	7,4
25.02.2019	PVV	c	7,6	270	120	158	23,7	0,082	0,360	24,1	35,6	6,9
05.03.2019	PVV	c	7,7	340	200	188	24,6	0,047	<0,200	24,6	30,0	4,1
19.03.2019	PVV	c	7,5	200	98	108	13,9	0,595	3,90	18,4	29,2	1,9
25.03.2019	PR	c	7,5	260	160	148	22,0				32,0	2,6
02.04.2019	PR	c	7,8	310	160	158	23,5				32,0	3,2
08.04.2019	PVV	c	7,1	320	180	130	24,7	0,039	0,239	25,0	32,0	3,3
16.04.2019	PR	c	7,4	400	190	164	27,5				35,6	3,6
22.04.2019	PVV	c	7,7	310	170	124	27,9	0,045	0,252	28,2	34,0	3,9
01.05.2019	PR	c	7,5	380	220	170	25,3				50,0	3,9
08.05.2019	PR	c	7,3	380	190	154	28,3				42,4	4,9
14.05.2019	PVV	c	7,5	320	120	126	30,7	0,095	<0,200	30,8	45,2	4,1
20.05.2019	PVV	c	7,1	560	330	334	23,5	0,017	<0,200	23,5	38,0	3,7
03.06.2019	PVV	c	7,5	290	150	132	25,1	0,015	<0,200	25,1	32,0	3,9
11.06.2019	PVV	c	7,4	290	130	92,0	28,9	0,012	<0,200	28,9	29,8	2,4
17.06.2019	PVV	c	7,5	280	120	120	31,4	0,024	0,219	31,6	37,2	3,3
25.06.2019	PR	c	7,3	280	100	80,0	27,8				36,4	3,5
01.07.2019	PR	c	7,6	370	180	136	33,4				38,0	4,3
09.07.2019	PVV	c	7,7	390	210	204	32,9	0,059	<0,200	33,0	43,2	5,1
15.07.2019	PVV	c	7,6	330	170	148	47,1	0,015	<0,200	47,1	41,2	3,6
23.07.2019	PR	c	7,8	330	140	84,0	30,0				64,4	3,7
29.07.2019	PVV	c	7,5	950	430	580	21,0	0,059	0,380	21,4	51,5	15
06.08.2019	PR	c	7,9	260	160	92,0	26,8				40,0	3,5
12.08.2019	PVV	c	7,6	390	220	228	39,5	0,014	<0,200	39,5	49,5	4,2
20.08.2019	PR	c	7,4	290	160	110	30,2				38,4	3,5
26.08.2019	PVV	c	7,6	470	270	202	31,7	0,019	<0,200	31,7	35,1	4,9
03.09.2019	PR	c	7,7	300	180	126	53,0				59,3	3,9
17.09.2019	PR	c	7,6	350	200	90,0	34,7				40,8	4,3
23.09.2019	PVV	c	7,2	390	250	186	36,1	0,062	<0,200	36,2	42,4	4,0
01.10.2019	PR	c	7,5	360	120	166	29,3				38,0	4,0
07.10.2019	PVV	c	7,5	360	190	148	28,0	0,057	<0,200	28,1	28,5	3,7
15.10.2019	PR	c	7,0	520	260	460	30,0				36,4	3,3
21.10.2019	PVV	c	7,3	760	420	324	35,3	0,020	<0,200	35,3	44,4	5,3
04.11.2019	PVV	c	7,4	190	110	78,0	20,0	0,028	<0,200	20,0	26,4	2,2
12.11.2019	PR	c	7,3	400	230	208	28,7				35,2	4,2
18.11.2019	PVV	c	7,4	360	180	212	34,0	0,010	<0,200	34,0	38,8	3,4
26.11.2019	PR	c	7,4	300	130	150	32,5				44,0	4,0
02.12.2019	PVV	c	7,4	490	200	276	34,4	0,020	<0,200	34,4	42,0	5,0
10.12.2019	PR	c	7,2	300	130	120	30,2				41,4	3,5
16.12.2019	PR	c	7,5	360	250	86,0	39,4				51,9	6,0

Příloha 5 - ČOV Bystřany - odtok OV 2017

<b>SUMÁŘ</b>			<b>pH</b>	<b>CHSK-Cr</b>	<b>BSK5-n</b>	<b>NL</b>	<b>N-NH4</b>	<b>N-NO2</b>	<b>N-NO3</b>	<b>N-anorg</b>	<b>N-celk</b>	<b>Pcelk</b>
<i>počet</i>			46	46	46	46	46	24	24	24	46	46
<i>průměr</i>			7,41	321	161	147	27,9	0,115	0,193	27,1	39,0	3,67
<i>minimum</i>			7,00	170	73,0	52,0	12,7	0,013	<0,200	14,6	19,6	1,60
<i>maximum</i>			7,80	610	290	318	56,1	1,22	1,37	56,1	80,4	6,30
<b>datum odběru</b>	<b>důvod odběru</b>	<b>typ vz.</b>	<b>pH</b>	<b>CHSK-Cr mg/l</b>	<b>BSK5-n mg/l</b>	<b>NL mg/l</b>	<b>N-NH4 mg/l</b>	<b>N-NO2 mg/l</b>	<b>N-NO3 mg/l</b>	<b>N-anorg mg/l</b>	<b>N-celk mg/l</b>	<b>Pcelk mg/l</b>
02.01.2017	PV	c	7,4	350	170	154	24,2	0,013	<0,200	24,2	36,0	3,6
10.01.2017	PR	c	7,4	360	200	166	35,9				45,6	3,6
16.01.2017	PV	c	7,6	310	190	146	20,0	0,043	0,346	20,4	32,8	3,1
24.01.2017	PR	c	7,2	300	170	107	32,3				44,4	3,0
30.01.2017	PV	c	7,0	240	130	74,0	27,3	0,075	0,426	27,8	32,8	3,3
07.02.2017	PR	c	7,0	300	120	120	22,6				32,0	2,8
13.02.2017	PV	c	7,3	170	84	66,0	24,8	<0,030	<0,23	24,8	42,0	2,9
27.02.2017	PV	c	7,3	240	110	158	16,3	0,733	1,37	18,4	26,4	2,1
06.03.2017	PR	c	7,8	420	260	278	19,6				39,2	4,0
13.03.2017	PV	c	7,5	310	200	318	12,9	1,22	0,45	14,6	23,2	3,3
27.03.2017	PV	c	7,6	450	240	192	19,9	<0,030	0,32	20,2	34,0	3,9
04.04.2017	PR	c	7,1	220	130	168	14,6				24,0	2,1
10.04.2017	PV	c	7,5	250	93	106	21,4	0,042	<0,200	21,4	42,1	2,5
18.04.2017	PR	c	7,5	310	150	136	20,0				26,0	3,6
24.04.2017	PV	c	7,3	430	200	118	21,2	0,061	<0,200	21,3	34,3	4,4
02.05.2017	PR	c	7,4	310	120	146	21,8				46,6	3,3
08.05.2017	PV	c	7,3	320	170	134	30,5	0,057	<0,200	30,6	41,2	3,8
16.05.2017	PR	c	7,3	350	160	150	37,1				43,1	4,2
22.05.2017	PV	c	7,6	280	120	78,0	30,8	0,066	0,277	31,1	34,0	3,6
30.05.2017	PR	c	7,4	450	270	262	49,8				62,0	4,1
05.06.2017	PV	c	7,3	230	73	86,0	26,2	0,066	0,206	26,5	33,2	3,6
13.06.2017	PR	c	7,7	240	110	94,0	33,6				80,4	2,9
19.06.2017	PV	c	7,4	270	130	84,0	30,1	0,016	<0,200	30,1	39,3	3,5
27.06.2017	PR	c	7,4	400	190	190	25,5				38,0	5,0
11.07.2017	PR	c	7,7	220	120	100	12,7				19,6	1,6
17.07.2017	PV	c	7,2	200	120	52,0	25,4	0,047	<0,200	25,4	31,6	3,0
25.07.2017	PR	c	7,3	410	230	194	28,6				41,6	5,2
31.07.2017	PV	c	7,1	380	210	196	24,8	0,052	0,243	25,1	38,0	3,9
08.08.2017	PR	c	7,4	240	120	96,0	22,7				26,8	2,8
14.08.2017	PV	c	7,3	380	230	198	22,7	0,038	0,281	23,0	31,6	4,2
22.08.2017	PR	c	7,6	350	120	122	28,7				40,0	4,2
28.08.2017	PV	c	7,5	290	130	106	27,5	0,053	0,235	27,8	30,4	3,1
05.09.2017	PR	c	7,6	360	140	188	26,0				34,0	4,0
11.09.2017	PV	c	7,5	370	210	158	32,7	0,069	0,244	33,0	52,0	4,1
19.09.2017	PR	c	7,6	420	270	176	44,0				54,4	4,4
24.09.2017	PV	c	7,4	610	290	212	49,6	0,022	<0,200	49,6	53,0	5,2
03.10.2017	PR	c	7,3	180	96	100	13,6				20,4	1,9
09.10.2017	PV	c	7,5	240	130	100	56,1	<0,030	<0,23	56,1	60,8	6,3
17.10.2017	PR	c	7,5	390	150	190	45,7				51,0	4,5
23.10.2017	PV	c	7,5	270	160	126	31,0	<0,030	<0,23	31,0	33,8	2,8
31.10.2017	PR	c	7,4	270	88	128	42,0				52,0	2,8
06.11.2017	PV	c	7,4	410	210	180	23,8	0,019	0,241	24,1	30,0	5,7
13.11.2017	PR	c	7,3	550	200	242	25,4				45,2	5,7
04.12.2017	PV	c	7,4	270	130	200	17,0	0,036	<0,200	17,0	32,8	3,9
12.12.2017	PR	c	7,4	220	110	72,0	39,8				52,2	4,8
18.12.2017	PV	c	7,6	220	130	90,0	26,5	0,023	<0,200	26,5	29,6	2,5

Příloha 6 - ČOV Bystřany - odtok OV 2018

<b>SUMÁŘ</b>			pH	CHSK-Cr	BSK5-n	NL	N-NH4	N-NO2	N-NO3	N-anorg	N-celk	Pcelk
počet			48	48	48	48	48	25	25	25	48	48
průměr			7,48	410	218	211	31,2	0,050	0,162	31,1	43,0	4,71
minimum			7,20	220	110	82,0	12,9	0,008	<0,200	12,9	21,0	2,60
maximum			7,90	1200	540	1180	57,3	0,337	2,09	44,8	65,2	11,0
datum odběru	důvod odběru	typ vz.	pH	CHSK-Cr mg/l	BSK5-n mg/l	NL mg/l	N-NH4 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NO3 mg/l	N-anorg mg/l	N-celk mg/l	Pcelk mg/l
01.01.2018	PV	c	7,5	270	130	118	20,9	0,035	0,315	21,3	27,2	3,0
09.01.2018	PR	c	7,4	460	230	272	22,8				31,0	4,2
15.01.2018	PV	c	7,6	320	150	182	21,2	0,048	0,256	21,5	32,9	3,1
06.02.2018	PR	c	7,6	300	170	128	21,8				34,4	2,6
12.02.2018	PV	c	7,5	260	140	144	23,3	0,031	<0,200	23,3	39,6	4,8
20.02.2018	PR	c	7,4	280	180	130	23,1				43,2	3,6
26.02.2018	PV	c	7,4	390	220	206	42,2	0,040	<0,200	42,2	46,4	4,1
06.03.2018	PR	c	7,3	400	240	288	23,1				35,4	4,1
12.03.2018	PV	c	7,4	360	190	336	18,8	0,337	2,09	21,2	38,8	3,0
15.03.2018	TECH	ps	7,2	1200	530	1180	24,5				48,0	4,5
20.03.2018	PR	c	7,4	310	130	162	31,0				42,4	5,2
26.03.2018	PV	c	7,3	420	290	256	41,7	0,058	0,221	42,0	47,7	4,9
03.04.2018	PR	c	7,7	360	180	194	27,3				35,1	4,8
09.04.2018	PV	c	7,3	400	250	204	34,8	0,050	0,274	35,1	41,6	3,9
17.04.2018	PR	c	7,5	280	140	134	29,4				39,2	2,6
23.04.2018	PV	c	7,6	320	180	210	22,5	0,008	<0,200	22,5	31,2	3,5
01.05.2018	PR	c	7,4	380	210	196	28,8				40,0	6,7
08.05.2018	PR	c	7,7	410	250	198	32,5				39,2	4,5
15.05.2018	PV	c	7,2	630	360	300	28,7	0,033	<0,200	28,7	54,4	5,1
21.05.2018	PV	c	7,4	490	230	224	36,1	0,069	<0,200	36,2	46,4	6,9
29.05.2018	PR	c	7,4	400	210	200	32,0				34,4	5,4
04.06.2018	PV	c	7,4	350	200	160	23,4	0,014	<0,200	23,4	31,6	3,6
12.06.2018	PR	c	7,5	220	150	96,0	20,3				28,4	2,8
18.06.2018	PV	c	7,6	500	270	226	35,4	0,014	<0,200	35,4	42,8	4,1
26.06.2018	PR	c	7,4	320	140	96,0	36,1				37,2	4,4
10.07.2018	PV	c	7,4	290	140	176	24,1	0,046	0,310	24,5	30,4	4,2
16.07.2018	PV	c	7,4	290	140	90,0	34,3	0,012	<0,200	34,3	44,2	3,8
24.07.2018	PR	c	7,6	470	300	218	45,7				51,2	4,9
30.07.2018	PV	c	7,4	420	180	166	33,7	0,015	<0,200	33,7	41,2	8,0
07.08.2018	PR	c	7,4	340	200	138	29,7				43,2	8,0
13.08.2018	PV	c	7,4	360	190	182	31,9	0,045	0,280	32,2	33,5	4,6
21.08.2018	PV	c	7,6	450	280	240	36,2	0,027	0,296	36,5	52,4	6,4
27.08.2018	PV	c	7,4	430	220	176	44,7	0,057	<0,200	44,8	61,0	11
04.09.2018	PV	c	7,5	620	290	340	40,1	0,015	<0,200	40,1	51,2	6,5
10.09.2018	PV	c	7,9	340	170	102	33,0	0,059	<0,200	33,1	45,6	4,8
18.09.2018	PV	c	7,3	930	540	512	32,8	0,072	<0,200	32,9	44,8	5,6
23.09.2018	PR	c	7,9	220	110	104	22,0				52,0	2,7
02.10.2018	PR	c	7,5	380	200	156	40,0				61,1	4,4
08.10.2018	PV	c	7,8	560	340	222	32,4	0,065	<0,200	32,5	46,0	4,4
16.10.2018	PR	c	7,6	510	230	222	57,3				65,2	5,1
22.10.2018	PV	c	7,5	540	300	254	37,5	0,058	<0,200	37,6	58,8	5,6
30.10.2018	PR	c	7,3	300	170	118	37,7				52,4	3,4
05.11.2018	PV	c	7,5	370	210	210	30,0	0,013	<0,200	30,0	38,4	4,2
13.11.2018	PR	c	7,4	330	140	82,0	36,6				56,4	4,0
19.11.2018	PR	c	7,4	450	170	192	33,4				51,2	4,3
27.11.2018	PR	c	7,5	410	220	152	39,0				53,1	5,0
03.12.2018	PV	c	7,6	270	130	134	12,9	0,036	<0,200	12,9	21,0	5,8
17.12.2018	PR	c	7,5	350	200	96,0	32,2				41,2	4,0

Příloha 7 - ČOV Bystřany - odtok OV 2019

<b>SUMÁŘ</b>			<b>pH</b>	<b>CHSK-Cr</b>	<b>BSK5-n</b>	<b>NL</b>	<b>N-NH4</b>	<b>N-NO2</b>	<b>N-NO3</b>	<b>N-anorg</b>	<b>N-celk</b>	<b>Pcelk</b>
<i>počet</i>			50	50	50	50	50	50	50	28	50	50
<i>průměr</i>			7,494	13,400	2,266	2,612	1,550	0,090	6,371	7,640	9,564	1,060
<i>minimum</i>			7	<15	1,1	<2	<1	0,013	1,04	1,17	2,2	0,11
<i>maximum</i>			8,3	31	4,3	7,2	10,2	0,282	10,5	12,6	17,7	2,8
<i>medián</i>			7,500	17,500	2,100	2,600	0	0,069	6,630	7,605	9,450	0,980
<b>datum odběru</b>	<b>důvod odběru</b>	<b>typ vz.</b>	<b>pH</b>	<b>CHSK-Cr mg/l</b>	<b>BSK5-n mg/l</b>	<b>NL mg/l</b>	<b>N-NH4 mg/l</b>	<b>N-NO2 mg/l</b>	<b>N-NO3 mg/l</b>	<b>N-anorg mg/l</b>	<b>N-celk mg/l</b>	<b>Pcelk mg/l</b>
01.01.2019	RO	c	7,7	<15	3,8	7,0	2,84	0,074	8,41		13,9	0,44
08.01.2019	RV	c	7,2	15	1,1	2,4	1,48	0,282	5,59	7,35	10,0	0,84
14.01.2019	TD	c	7,2	28	2,8	3,4	4,00	0,256	8,02	12,3	13,0	0,45
22.01.2019	RV1	c	7,7	<15	2,0	<2,0	3,58	0,184	6,39		12,9	0,79
28.01.2019	RV2	c	7,3	<15	1,7	<2,0	4,53	0,221	4,87	9,62	9,9	0,71
05.02.2019	RV1	c	7,3	20	2,5	<2,0	2,39	0,185	7,51		11,1	1,2
11.02.2019	TD	c	7,9	<15	2,6	2,2	3,07	0,248	6,83	10,1	13,9	0,54
19.02.2019	RV1	c	7,6	20	2,1	2,6	<1,00	0,143	8,06		12,3	1,2
25.02.2019	RV2	c	7,6	<15	2,0	3,0	1,45	0,169	8,26	9,88	10,4	1,4
05.03.2019	RV2	c	7,5	19	2,5	2,6	<1,00	0,106	10,2	10,3	11,1	1,5
11.03.2019	TD	c	7,7	<15	1,7	<2,0	2,26	0,157	5,08	7,50	8,3	0,76
19.03.2019	RV2	c	7,5	24	3,1	5,0	7,81	0,226	4,61	12,6	12,7	0,90
25.03.2019	RV1	c	7,5	<15	1,9	2,6	2,52	0,179	5,30		8,4	0,89
02.04.2019	RV1	c	7,5	16	1,8	4,8	<1,00	0,078	7,46		8,1	1,2
08.04.2019	TD	c	7,2	23	2,6	3,4	<1,00	0,054	7,66	7,71	8,8	1,2
16.04.2019	RV1	c	7,2	20	1,6	2,6	<1,00	0,021	5,62		6,6	1,4
22.04.2019	RV2	c	7,5	20	2,4	2,2	<1,00	0,072	8,77	8,84	10,4	1,4
01.05.2019	RV1	c	7,3	24	2,1	2,4	<1,00	0,019	6,15		9,0	0,97
08.05.2019	RV1	c	7,3	31	3,3	2,6	<1,00	0,058	8,42		11,0	1,5
14.05.2019	RV2	c	7,5	15	2,0	<2,0	<1,00	0,020	3,13	3,15	5,0	1,4
20.05.2019	TD	c	7,1	22	4,3	7,2	1,66	0,096	2,74	4,50	7,1	2,1
28.05.2019	RV2	c	7,3	<15	1,6	<2,0	<1,00	0,046	1,12	1,17	2,2	0,11
03.06.2019	RV2	c	7,5	22	2,3	2,2	<1,00	0,043	6,29	6,33	6,7	1,2
11.06.2019	RV2	c	7,6	16	3,8	6,0	<1,00	0,024	5,81	5,83	7,6	0,73
17.06.2019	TD	c	7,5	22	2,4	4,8	<1,00	0,035	6,78	6,82	7,9	0,27
25.06.2019	RV1	c	7,2	21	2,2	5,4	<1,00	0,040	5,76		7,3	0,94
01.07.2019	RV1	c	7,8	17	1,4	<2,0	<1,00	0,031	6,69		7,2	0,42
09.07.2019	RV2	c	7,8	20	1,9	3,4	<1,00	0,021	7,73	7,75	10,6	1,2
15.07.2019	TD	c	7,4	26	1,2	<2,0	<1,00	0,031	6,98	7,01	7,8	0,90
23.07.2019	RV1	c	7,9	<15	2,1	2,8	<1,00	0,067	6,57		11,9	1,5
29.07.2019	RV2	c	7,6	27	2,2	4,0	5,33	0,070	2,69	8,09	8,7	0,98
06.08.2019	RV1	c	8,0	22	2,9	3,8	1,89	0,038	5,85		10,2	1,4
12.08.2019	TD	c	8,3	17	1,5	<2,0	<1,00	0,046	5,69	5,74	7,1	1,1
20.08.2019	RV1	c	7,5	23	2,4	2,6	10,2	0,101	1,04		13,9	1,6
26.08.2019	RV2	c	7,7	<15	2,2	3,4	6,63	0,086	3,27	9,99	10,0	0,78
03.09.2019	RV1	c	7,9	15	2,2	<2,0	<1,00	0,043	7,11		7,9	0,41
09.09.2019	TD	c	8,1	<15	1,7	<2,0	<1,00	0,031	4,09	4,12	4,9	0,45
17.09.2019	RV1	c	7,7	<15	1,9	2,0	<1,00	0,047	10,5		11,8	1,5
23.09.2019	RV2	c	7,4	23	1,9	3,8	2,42	0,177	8,88	11,5	12,1	0,61
01.10.2019	RV1	c	7,5	<15	1,9	2,0	1,06	0,088	6,19		8,5	0,26
07.10.2019	TD	c	7,3	<15	1,8	2,8	<1,00	0,015	6,34	6,36	7,3	0,71
15.10.2019	RV1	c	7,2	20	2,9	6,4	<1,00	0,032	7,95		8,3	1,5
21.10.2019	RV2	c	7,5	<15	1,8	3,0	1,76	0,051	7,49	9,30	11,4	2,8
04.11.2019	TD	c	7,2	18	3,2	3,2	1,63	0,123	3,81	5,56	5,8	0,93
12.11.2019	RV1	c	7,3	24	2,2	2,4	1,59	0,039	6,83		9,2	1,4
18.11.2019	RV2	c	7,0	<15	1,3	<2,0	<1,00	0,083	4,47	4,55	8,0	0,94
26.11.2019	RV1	c	7,4	<15	3,2	2,6	<1,00	0,013	9,17		9,7	1,8
02.12.2019	TD	c	7,1	19	2,1	3,6	<1,00	0,093	9,87	9,96	11,4	1,5
10.12.2019	RV1	c	7,2	<15	1,9	2,0	<1,00	0,030	7,49		11,2	1,3
16.12.2019	RV1	c	7,5	21	3,3	2,4	7,41	0,128	7,02		17,7	0,98