

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



Vliv Čistírny odpadních vod - letiště Sever na jakost vody
v Únětickém potoce

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Kristýna Číperová

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

© 2018/2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kristýna Číperová

Územní technická a správní služba

Název práce

Vliv čistírny odpadních vod – sever letiště Praha na jakost vody v Únětickém potoce

Název anglicky

The impact of waste water treatment plant – "North Airport Prague" on the water quality of "Unetice brook"

Cíle práce

Bakalářská práce se zabývá problematikou odpadních vod v areálu letiště Praha. V úvodní části popisuje odpadní vody vznikající provozováním letiště, a to splaškové odpadní vody, kontaminované srážkové vody a odpadní vody z odmrazování letadel. V následující části se Bakalářská práce zaměřuje na technologie čištění těchto odpadních vod na ČKV + ČOV Sever a následné vypouštění do Únětického potoka. Cílem práce je analýza jakosti vody v Únětickém potoce s ohledem na provoz čistírny odpadních vod.

Metodika

Bakalářská práce musí svým zpracováním odpovídat "metodickým pokynům pro zpracování bakalářské práce" na FŽP na ČZU.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

odpadní vody, letiště Praha, ČKV + ČOV Sever, Únětický potok, jakost vody

Doporučené zdroje informací

BINDZAR, J. – VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Základy úpravy a čištění vod*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-729-3.

ČESKO. VODNÍ ZÁKON (2001, NOVELA 2006), – STRNAD, Z. – POKORNÝ, D. *Vzory vodoprávních rozhodnutí : podle zákona č. 254/2001 Sb. s komentářem. Díl třetí*. Praha: Sondy, 2009. ISBN 978-80-86846-27-9.

SLÁDEČKOVÁ, A. – SLÁDEČEK, V. – VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. ÚSTAV TECHNOLOGIE VODY A PROSTŘEDÍ, – ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST. *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírný odpadních vod. Díl 1, Destruenti a producenti*. Praha: Agrospoj, 1996. ISBN 80-02-01080-9.

STRNADOVÁ, N. – VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. FAKULTA TECHNOLOGIE OCHRANY PROSTŘEDÍ, – JANDA, V. *Technologie vody I*. Praha: VŠCHT, 1999. ISBN 80-7080-348-7.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2019

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci "Vliv Čistírny odpadních vod - letiště Sever na jakost vody v Únětickém potoce" vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 13. 4. 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce doc. Mgr. Markovi Vachovi, Ph.D. za cenné rady a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Soně Hykyšové a Ing. Ireně Novákové za vstřícnost a pomoc s poskytnutím potřebných informací a podkladů pro vypracování bakalářské práce.

Vliv Čistírny odpadních vod - letiště Sever na jakost vody v Únětickém potoce

Abstrakt

Bakalářská práce má za cíl seznámit čtenáře se stavem jakosti povrchové vody v Únětickém potoce. Metodikou práce je vytvoření teoretické části z dostupné odborné literatury, provozního řádu ČKV+ČOV Sever a odborné konzultace s kompetentními pracovníky letiště Praha, a. s. Bakalářská práce se zabývá problematikou čištění odpadních vod v areálu Sever letiště Praha- Ruzyně. V teoretické části popisuje odpadní vody vznikající provozováním letiště, splaškové odpadní vody, kontaminované srážkové vody a odpadní vody z odmrazování letadel. V následující části se bakalářská práce zaměřuje na technologie čištění těchto odpadních vod na ČKV + ČOV Sever a následné vypouštění do Únětického potoka. Cílem práce je analýza jakosti vody v Únětickém potoce s ohledem na provoz čistírny odpadních vod. V závěrečné části se zabývá porovnáním výsledků biologického stavu toku a chemického stavu toku na předepsaných odběrových místech.

Klíčová slova: odpadní vody, Letiště Praha - Ruzyně, ČKV + ČOV Sever, Únětický potok, jakost vody, technologie ČOV, Vodní zákon, znečištění vod

The impact of waste water treatment plant – ”North Airport Prague” on the water quality of ”Unetice brook”

Abstract

The aim of the bachelor thesis is to acquaint the readers with the condition of the surface water's quality in Únětický brook. The work methodology is establishing a theoretical part using available scientific literature, operating regulations of ČKV+ČOV Sever and expert consultations with authorized employees of Prague airport, a. s. The bachelor thesis tackles an issue of waste water treatment in the north area of the Prague-Ruzyně Airport. In the theoretical part are described the waste waters arising from the operation of the airport, sewage wastewaters, contaminated rainfall waters and waste waters from deicing of the aircraft. In the part the bachelor thesis focuses on the clearing technologies of these waste waters in ČKV+ČOV Sever and the following discharging into the Únětický brook. The aim of the thesis is an analysis of water quality in Únětický brook with regard to the operation of the waste water treatment plant. In the final part the thesis compares the outcomes of the biological and chemical status of the flow at mentioned sampling points.

Keywords: sewage water, Prague airport -Ruzyně, ČKV+ ČOV Sever, Únětický brook, water quality, technology sewage disposal plant, Water law, water pollution

Obsah

1	Úvod	10
1.1	Evropská vodní charta	10
1.2	Historie	10
1.3	Novodobá historie rozvoje ČKV+ČOV SEVER	11
1.4	Vodní zákon č. 254/2001 Sb.	12
1.5	Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES	13
1.6	Řecká filozofie	13
2	Cíle práce	14
3	Literární řešerše	15
3.1	Povrchové vody	15
3.2	Odpadní vody	16
3.3	Druhy odpadních vod - ČOV letiště Sever	16
3.3.1	Splaškové odpadní vody	16
3.3.2	Anorganické látky.....	17
3.3.3	Kontaminované srážkové vody	18
3.3.4	Odpadní voda z odmrazování letadel.....	18
3.4	Čistírna odpadních vod letiště Praha - Ruzyně	18
3.4.1	Areál Sever	18
3.5	Technologie ČKV+ČOV SEVER	20
3.5.1	Přítok srážkových vod.....	21
3.5.2	Čistírna kontaminovaných vod (ČKV)	22
3.5.3	Kaly.....	24
3.5.4	ČKV 3 – Akumulační nádrže na odmrazovací kapalinu	25
3.6	Odmrazovací prostředky	25
3.6.1	Rozmrazovací směsi a jejich vliv na okolí letišť	25
3.6.2	Rozmrazování a mrazuvzdornost.....	26
3.6.3	Aditiva kapalin	26
3.6.4	Prostředky na letištní plochy	26
3.6.5	Vliv na prostředí letišť	27
3.7	Letištní odmrazování v USA	27
3.7.1	Dayton International.....	27
3.7.2	Denver Internacional.....	28
3.7.3	Salt Lake City.....	28
3.7.4	Pittsburgh International	28
3.7.5	Infračervené technologie	28
3.7.6	Osvědčené postupy řízení pro letištní odmrazovací dešťové vody USA.....	28
3.8	Čistírna splaškových vod (ČOV)	30
3.9	Kalové hospodářství	31
3.9.1	Mechanický anorganický kal z retencí.....	31
3.9.2	Primární kal ze šterbinové nádrže.....	32
3.9.3	Přebytečný biologický kal z 1. linky splaškových vod	32

3.9.4	Přebytečný biologický kal z 2. a 3. linky srážkových vod	32
3.9.5	Celková produkce kalu	32
3.9.6	Odvodněný kal.....	32
3.9.7	Hlavní možné způsoby z nakládání z kaly:	33
3.10	Povolení k vypouštění odpadních vod – emisní limity ČKV+ČOV Sever.....	33
3.11	Čistírna Domodedovo na letišti v Moskvě	33
3.11.1	Základní principy.....	34
3.11.2	Řeka Montour Run	35
4	<i>Metodika</i>	37
5	<i>Charakteristika zájmového území.....</i>	38
6	<i>Výsledky.....</i>	39
6.1	Bodové zdroje znečištění.....	39
6.2	Další bodové zdroje znečištění	39
6.3	Provozní monitoring – legislativní rámec	40
6.4	Biologický stav vodních toků	41
6.4.1	Saprobni index.....	41
6.5	Chemický stav Únětického potoka	45
6.5.1	Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod.....	45
7	<i>Diskuze.....</i>	58
8	<i>Závěr a přínos práce</i>	61
9	<i>Citovaná literatura</i>	62
10	<i>Přílohy.....</i>	65

1 Úvod

Voda je látka nezbytná pro zajištění života na naší planetě a zároveň důležitá hospodářská surovina. Proto je důležité zabývat se její kvalitou v tocích i nádržích, a uvědomit si, že vše, co projde potrubím našich domácností, může jednou ve vodním toku skončit. (Cenia ©2009)]

1.1 Evropská vodní charta

- I. Bez vody není života. Je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná.
- II. Zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné. Je proto nezbytné tyto zásoby udržovat, chránit a podle možnosti rozhojňovat.
- III. Znečištění vody způsobuje škody člověku a ostatním živým organismům, závislým na vodě.
- IV. Jakost vody musí odpovídat požadavkům na různé způsoby jejího využití, zejména musí odpovídat hodnotám lidského zdraví.
- V. Po vrácení použité vody do zdroje nesmí tato voda zabránit dalšímu použití zdroje pro veřejné i soukromé účely.
- VI. Pro zachování vodních zdrojů má zásadní význam rostlinstvo, především les.
- VII. Vodní zdroje musí být zachovány.
- VIII. Příslušné orgány musí plánovat účelné hospodaření s vodními zdroji.
- IX. Ochrana vody vyžaduje zintenzivnění vědeckého výzkumu, výchovu odborníků a informování veřejnosti.
- X. Voda je společným majetkem, jehož hodnota musí být všemi uznávána. Povinností každého je užívat vodu účelně a ekonomicky.
- XI. Hospodaření s vodními zdroji by se mělo provádět v rámci přirozených povodí a ne v rámci politických a správních hranic.
- XII. Voda nezná hranic, jako společný zdroj vyžaduje mezinárodní spolupráci.
(Arnika ©2004)

1.2 Historie

Konstantní množství vody na Zemi a vzrůstající počet obyvatel musí vést zákonitě k otázce šetrného způsobu využívání tohoto zdroje. (Sojka, 2004)

Odvádění a čištění odpadních vod často vypovídá o kulturním, technickém a ekonomickém stupni rozvoje dané společnosti. (Sojka, 2004)

Prvním pokrokem v oblasti nakládání s odpadními vodami historii lidstva

bylo uvědomění si souvislosti odpadní voda = možnost rozšiřování epidemií, které vedlo k pokusům o centrální odvádění odpadních vod do vod povrchových. (Sojka, 2004)

Rozvoj průmyslu a zvýšené nároky na spotřebu pitné vody vedly k nutnosti se systematicky zabývat kvalitou a využíváním povrchové vody a dále ovlivňováním podzemní vody vodou povrchovou. (Sojka, 2004)

Druhým významným krokem bylo hledání, jak odpadní vody čistit a poté je vracet zpět do přírody. (Sojka, 2004)

V roce 1869 byl vydán Říšský vodní zákon č. 93/1869 (rámcový zákon). (ČSVTS ©2007)

Za zlom ve vývoji čistírenských technologií lze považovat objevení principu biologického čištění odpadní vody pány Lockettem a Ardenrem a stanovení emisních standardů pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových v roce 1914. Ani Praha nechtěla zůstat pozadu v řešení odpadních vod za velkými evropskými městy. (Sojka, 2004)

V letech 1965 -1967 je postavena a uvedena do provozu největší aktivační čistírna odpadních vod na Císařském ostrově v Praze.

Impulsem pro další rozvoj bylo vytvoření legislativy a přijetí zákona o vodách v roce 1973 a následná novelizace tohoto zákona v roce 2001. (Sojka, 2004)

1.3 Novodobá historie rozvoje ČKV+ČOV SEVER

V roce 1996 bylo zahájení zkušebního provozu “čistírny kontaminovaných vod a čistírny splaškových vod SEVER (usazovací a retenční nádrže, stabilizační nádrž, mechanické předčištění, šterbinová nádrž, aktivační nádrže, dmychárna, filtrační a čerpací stanice, usazovací kruhová nádrž, zahušťovací a kalová nádrž)

V roce 1999 bylo uvedení do trvalého provozu. (Šinták & Šorm, 2012)

V roce 2000 byla optimalizace ČKV+ČOV SEVER – zavedení systému biologické nitrifikace a denitrifikace a dotace organického uhlíku do aktivačních nádrží ČOV. (Šinták & Šorm, 2012)

Roku 2002 došlo ke zvýšení kapacity kalového hospodářství instalací odstředivky

Roku 2003 byla dokončena II. etapa Rozšíření ČOV+ČKV SEVER – „Oddělené biologické čištění srážkových kontaminovaných vod s technologií na dostupné technické úrovni“ vybudováním dvou samostatných linek biologického čištění kontaminovaných srážkových vod v bývalé stabilizační nádrži srážkových vod, v lednu 2004 uvedeny do zkušebního provozu (Šinták & Šorm, 2012)

V roce 2004 došlo k dokončení stavby „Rozšíření ČOV+ČKV SEVER“ III. etapou – výstavbou nové retenční nádrže o objemu 9500 m³. V roce 2004 také proběhla výměna aeračních elementů aktivační linky 1 a byla provedena oprava mechanického předčištění, v rámci, které byly instalovány nové česle, současně byla rekonstruována provozní budova. (Šinták& Šorm, 2012)

Od roku 2004–2006 byl zahájen zkušební provoz „Rozšíření ČKV+ČOV SEVER“.

V roce 2006 proběhla kolaudace – povolení trvalého užívání stavby „ČKV+ČOV SEVER – II. a III. etapa včetně doplnění technologie“ (Šinták& Šorm, 2012)

V roce 2010 proběhla kolaudace rekonstrukce mechanického předčištění splaškových vod ČKV+ČOV SEVER“ Dále proběhla kolaudace tříkomorové retenční nádrže na ČKV SEVER na koncentrované kapaliny z odmrazování letadel a akumulacních jímek u 2 odmrazovacích stání v areálu sever pro zachycení koncentrovaných odtoků z odmrazovacích stání. Byl vydán souhlas s II. etapou oprav žulového koryta dešťové kanalizace Nová 4. retenční nádrž na ČOV+ČKV Sever, letiště Praha – vyhledávací studie, signalizace povodňové vlny v Únětickém potoce. (Šinták& Šorm, 2012)

V roce 2011 došlo ke kolaudaci poslední akumulacní jímky u 3. odmrazovacího stání v areálu sever pro zachycení koncentrovaných odtoků z odmrazovacích stání a potrubí výtlačku do tříkomorové retenční nádrže, Ropná nádrž ČKV Sever a proběhla oprava koryta dešťové kanalizace 1. etapa (Šinták& Šorm, 2012)

V roce 2013 proběhla intenzifikace kalového hospodářství ČOV+ČKV SEVER

V roce 2014 došlo k aerační v biologických linkách L2 a L3 a zpomalení nárazového odtoku srážkových vod v Únětickém potoce. (Šinták& Šorm, 2012)

V roce 2016 proběhla dodávka a montáž zábradlí na dosazovací nádrž

Roku 2017 došlo k výměně osvětlení v areálu ČOV Sever, Výměna izolace potrubí na ČKV 3 Sever. (Šinták& Šorm, 2012)

1.4 Vodní zákon č. 254/2001 Sb.

Je základním právním předpisem v oblasti vod. Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost

vodních děl v souladu s právem Evropských společenství dle § zákona č. 254/2001 Sb.

1.5 **Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES**

Hlavním cílem směrnice 2000/60/ES (Water Framework Directive) je zvýšená a komplexní ochrana kvality i kvantity vod. Hlavním cílem je zabránit jakémukoli zhoršení stavu vodních útvarů, chránit a zlepšit stav vodních ekosystémů a přilehlých mokřadů. Podporuje udržitelné užívání vod a přispívá ke zmírnění následků záplav a sucha. Rámcová směrnice se vztahuje na veškeré vodstvo. Tato směrnice o vodě požaduje u rizikových vodních útvarů dosažení dobrého ekologického stavu, provádění provozního monitoringu s cílem zjistit stávající stav, ale zejména změny ve stavu vodního útvaru. (MZE ©2009)

1.6 **Řecká filozofie**

„Jest to voda, která v různých formách tvoří zemi, atmosféru, nebe, hory a lidi, zvířata a ptáky, trávu a stromy a živočichy až k červům, mouchám a mravencům. Všichni jsou jen různé formy vody. Přemýšlejte o vodě!“ (Zelinka & Formánek, 2005)(*Tháles Milétský, jeden ze zakladatelů řecké filozofie*)

2 Cíle práce

Cílem práce je analýza jakosti vody v Únětickém potoce s ohledem na provoz čistírny odpadních vod letiště Praha - Sever. Porovnáním jakosti vyčištěné odpadní vody z ČKV+ČOV Sever s jakostí vody v Únětickém potoce na předepsaných odběrových místech. Jedná se o ekologický (biologický) stav i o chemický stav vodního toku. Závěrem práce je souhrnné zhodnocení jakosti vody v Únětickém potoce. Porovnání výsledků se zahraničními autory.

3 Literární rešerše

Úvodem bych ráda vysvětlila druhy odpadních vod na ČOV letiště Sever. Dále bych popsala Čistírnu Sever a její technologický proces. Závěrem bych ráda podrobně rozebrala odmrazovací prostředky, které končí v odpadních vodách z odmrazování letadel a jejich následné čištění.

3.1 Povrchové vody

Povrchové vody představují z hlediska množství hlavní část využitelných vodních zdrojů v ČR. (Binzar, 2009:)

Podíl povrchové vody na zásobování obyvatelstva, průmyslu a zemědělství se neustále zvyšuje. Předpokládá se, že povrchová voda bude reprezentovat až 80 % veškeré vyrobené vody. (Strnadová & Janda, 1999)

Povrchové vody, které se přirozeně vyskytují na zemském povrchu: tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních. (dle §2 zákona č. 254/2001 Sb., zákon o vodách a změně některých předpisů v platném znění).

Dělíme je na stojaté (lentické) a tekoucí (lotické). Útvar povrchové vody je vymezené soustředění povrchové vody v určitém prostředí, například v jezeru, ve vodní nádrži, v korytě vodního toku. (Multimediální ročenka ŽP ©2008)

Vodní tok je definován v §43 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodním zákonu), ve znění pozdějších předpisů následovně: „Vodní toky jsou povrchové vody tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo o převažující část roku, a to včetně vod v nich uměle vzdutých. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem neb zakrytými úseky.“ (ČSVTS ©2007)

Základním prvkem ochrany povrchových vod jsou čistírny kontaminovaných srážkových vod a odpadních splaškových vod. Letiště Praha, a. s., provozuje 2 čistírny odpadních vod, jednu pro areál Sever, druhou pro areál Jih. Moje bakalářská práce se především zabývá areálem ČKV+ČOV Sever, která vypouští vyčištěnou odpadní vodu v souladu s předepsanou legislativou do Únětického potoka. (Letiště Praha ©2018)

3.2 Odpadní vody

Bakalářská práce se zabývá Čistírnou odpadních vod – letiště Sever, která čistí odpadní vody vznikající v areálu Sever mezi které patří kontaminované srážkové, splaškové a odpadní vody z odmrazování letadel.

Podle zákona se jedná o vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu. (dle §38 odst. zákon č. 254/ 2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů)

Znečištění vody je tvořeno rozpuštěnými a nerozpuštěnými látkami. Ve většině případů musí být odpadní voda čištěna na požadovanou kvalitu před vypuštěním do

vodního toku. Rozpuštěné organické látky mohou být biologicky rozložitelné nebo biologicky nerozložitelné. V odpadní vodě se vyskytují i rozpuštěné anorganické látky, jako jsou anorganické soli. (Hellstein ©2018)

3.3 Druhy odpadních vod - ČOV letiště Sever

- Splaškové odpadní vody
- Kontaminované srážkové vody
- Odpadní voda z odmrazování letadel (charakterem patří mezi průmyslové odpadní vody)

3.3.1 Splaškové odpadní vody

jsou odpadní vody vypouštěné do veřejné kanalizace z bytů, rodinných domů a sociálních zařízení. Teplota se pohybuje v rozmezí od 5 do 20 °C v závislosti na ročním období a pH je mezi 6,8 – 7,5.(Bindzar, 2009)

Znečištění vody je především lidským problémem již od nepaměti. Podle organizace pro ochranu životního prostředí znečištění toxickými chemikáliemi ohrožuje život na planetě. Každý oceán a každý kontinent, od tropů až po nedotčené polární oblasti, jsou kontaminovány. (Woodford, 2006)

Můžeme si je rozdělit podle původu na organické a anorganické. Skupina organických látek je v odpadní vodě obvykle tvořena z jedné třetiny rozpuštěnými látkami, látkami koloidními a suspendovanými. Anorganické látky jsou obvykle přítomny především ve formě rozpuštěné. (Sojka, 2004)

3.3.1.1 Organické znečištění

Koncentrace znečišťujících látek v odpadních vodách se vyjadřuje jako jejich celkové množství v jednotkovém objemu (mg/l) vody nebo množství za čas (kg/den, g/s). (Sojka, 2004)

Množství organických látek se vyjadřuje jako:

- biochemická spotřeba kyslíku (BSK)
- chemická spotřeba kyslíku (CHSK)
- veškeré látky - ztráta žiháním (VL_{zz})
- celkový organický uhlík (TOC)

3.3.1.2 Biochemická spotřeba kyslíku

vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Provádí se za časový interval 5 x 24 hodin, a proto se setkáváme s označením BSK₅. Vyjadřuje se v mg/l nebo kg/den. (Sojka, 2004)

3.3.1.3 Chemická spotřeba kyslíku

Je mírou obsahu látek schopných chemické oxidace. Stanovení slouží především k informaci o sumární koncentraci látek organických, vliv oxidace určitých anorganických látek lze vhodně voleným postupem vyloučit. Výsledek stanovení se udává v množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě použitého oxidačního činidla a vyjadřuje se převážně v mg/l. Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Nízké hodnoty poměru ukazují přítomnost snadno rozložitelných látek, zatímco vysoké hodnoty znamenají přítomnost látek rozložitelných velmi obtížně. (Sojka, 2004)

3.3.2 Anorganické látky

Jsou v odpadní vodě obsaženy většinou v rozpuštěné formě, obvykle se stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Přítomnost těchto látek není důležitá, dokud nepřekročí 10 g/l. Současné čištění odpadních vod je zaměřené na snížení obsahu dusíků, o fosforu a těžkých kovů v odpadních vodách. (Sojka, 2004)

3.3.3 **Kontaminované srážkové vody**

Děšť a další atmosférické srážky, (ke kterým patří také déšť se sněhem, sníh, mrholení, kroupy, zmrzlý déšť aj.) vy-padávající z oblaků jsou přírodní jevy, na nichž se ve všech případech podílí voda v různých skupenstvích a podobách. (Kovář, 2008)

Druh srážek je určován hlavně teplotou ve vrstvě vzduchu pod spodní základnou oblačnosti. Další roli při vzniku srážek hraje výška oblačnosti a struktura oblaků. (Kovář, 2008)

Kontaminované srážkové vody jsou tedy vody, které dopadnou na zpevněné plochy areálu letiště a jsou znečištěné zejména odmrazovacími látkami (tj. chemické prostředky k odmrazení letadel a údržbě ploch), nerozpuštěnými látkami a ropnými látkami.

3.3.4 **Odpadní voda z odmrazování letadel**

Odpadní voda vznikající při odmrazování letadel, která obsahuje směs sloučenin propandiolu a zimních srážkových vod.

3.4 **Čistírna odpadních vod letiště Praha - Ruzyně**

Z hlediska odvádění a čištění odpadních vod je letiště Praha – Ruzyně rozděleno na dva areály Sever a Jih, z nichž každý má samostatnou kanalizační síť zakončenou čistírnou odpadních vod. Čistírna odpadních vod Sever vypouští vyčištěnou odpadní vodu do Únětického potoka a čistírna Jih do Kopaninského potoka. Obě kanalizační sítě jsou tvořeny oddílnou splaškovou kanalizací a kanalizací pro odvádění srážkových vod. (Nováková, 2018)

Areál letiště Praha Ruzyně je odvodněn do velmi málo vodných toků Kopaninského a Únětického potoka. Z tohoto důvodu jsou na kvalitu vypouštěných vod kladeny vysoké nároky. (Nováková, 2018)

Během výstavby letiště byly v minulosti vybudovány poldry k zachycení přívalových srážek, snížení kulminačních průtoků a ochraně obcí na tocích před negativními účinky velkých průtoků. (Nováková, 2018)

Pro areál Jih slouží Kopaninský poldr o kapacitě 68 250 m³, pro areál Sever Tuchoměřický poldr o kapacitě cca 50 000 m³. (Letiště Praha, 2018)

3.4.1 **Areál Sever**

Splaškové odpadní vody přitékající z areálu Sever a jsou čištěny na mechanicko-

biologické čistírně s kaskádovou nitrifikací a denitrifikací, chemickým srážením fosforu a jsou čerpány přes mikrosíťový filtr do vodního toku. (Nováková, 2016)

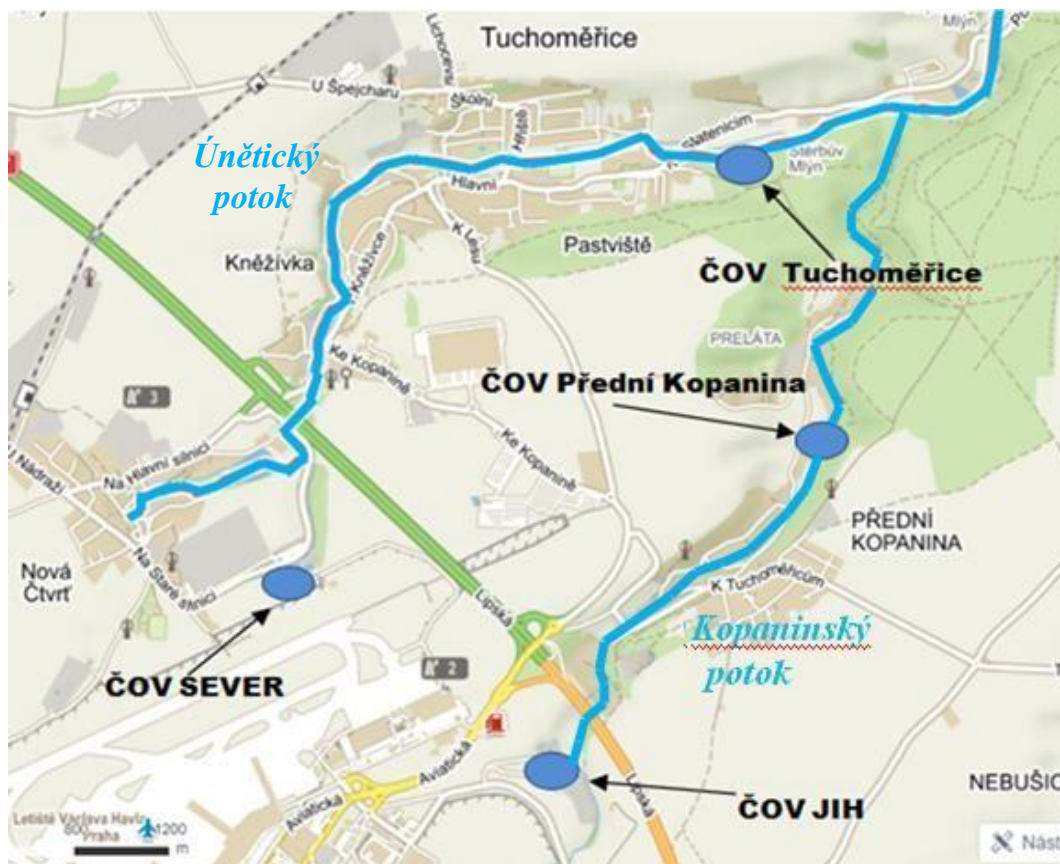
Srážkové odpadní vody jsou zachycovány v retenčních nádržích a čištěny na kvalitu, při níž je lze vypustit do vodního toku. V letním období se jedná především o snížení obsahu nerozpuštěných látek sedimentací a odloučení ropných látek, a proto se vody mechanicky čistí v usazovací nádrži a zbytky ropných látek se zachycují v sorpčních filtrech. (Nováková, 2016)

V zimním období srážkové vody obsahují v závislosti na počasí proměnlivé množství odmrazovacích prostředků na bázi acetátů používaných k odmrazování ploch a odmrazovacích prostředků na bázi propandiolů používaných k odmrazování letadel. Srážkové vody jsou zachyceny v retenčních nádržích a čerpány na biologické čištění. Na ČKV za retenčními nádržemi jsou vybudovány dvě linky biologického čištění kontaminovaných vod, které se skládají z nádrže regenerace kalu, oxického selektoru, alternativní denitrifikační/aerační nádrže, aerační nádrže a dosazovací nádrže. (Nováková, 2016)

Na ČKV+ČOV Sever se zneškodňují také svážené odpadní vody z areálu letiště z míst, která nejsou napojena na kanalizaci a koncentrované odtoky odmrazovacích kapalin z letištních odmrazovacích stání zachycené v akumulacích jímkách na letištní ploše. (Nováková, 2016)

Z areálu Sever jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěny do vodního toku Únětického potoka.

Obr. č. 1: Čistírny odpadních vod v povodí Únětického potoka a Kopaninského potoka (www.mapy.cz upravila Čiperová, 2018)



3.5 Technologie ČKV+ČOV SEVER

Technologie čištění odpadních vod spočívá v odděleném biologickém čištění splaškových a srážkových vod. Biologická linka 1 je určena pro likvidaci splaškových odpadních vod. Biologická linka 1 je provozována po celý rok.

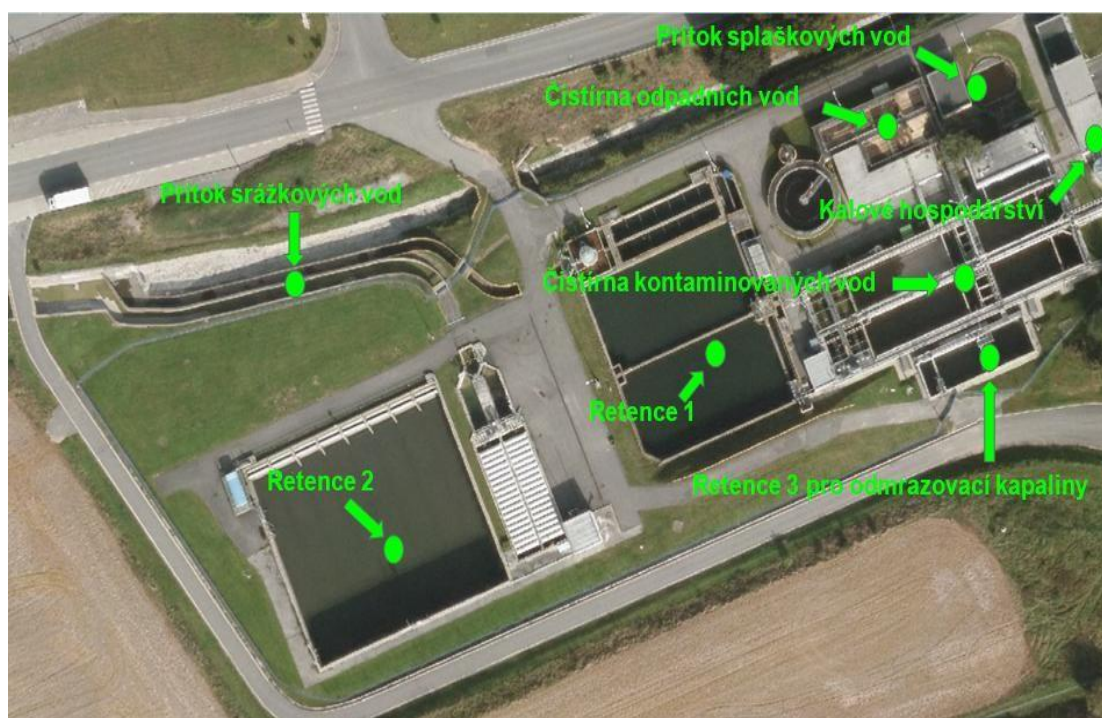
V biologických linkách 2 a 3 jsou v zimním období čištěny kontaminované srážkové vody. V letním období nejsou provozovány. Výjimku může činit odstávka linky 1 pro účel oprav či revizí. V takovém případě by biologická linka 2 nebo 3 sloužila pro nezbytně nutnou dobu k čištění splaškových vod. (Nováková, 2016)

Obě biologické linky jsou dimenzovány pro provoz jako oddělené kalové systémy, čímž lze v lince 1 kultivovat aktivovaný kal s nitrifikační populací, která vyžaduje zcela odlišné kultivační podmínky od populace heterotrofní převažující v případě odstraňování prostého organického znečištění. (Nováková, 2016)

V biologických linkách 2 a 3, které jsou určeny pro separátní čištění srážkových vod je nutno zajistit dostatečný vnos nutrietů (živin) pro dosažení potřebné vyváženosti systému (srážkové vody mají nedostatek obsahu N a P). Je tedy potřeba do biologických linek 2 a 3 zajistit nátok splaškových vod bohatých na živiny N a P. Proto musíme zahájit řízené čerpání části splaškových vod do biologických linek 2 a 3, kde jsou čištěny srážkové vody. Množství čerpaných splašků je řízeno na základě výpočtu pomocí matematického modelu. Současně je možno nedostatek N a P vyrovnávat dávkováním kyseliny fosforečné a močoviny. (Nováková, 2016)

Řízené čerpání srážkových a splaškových vod do jednotlivých biologických linek v zimním období je vysoce propracovanou a promyšlenou činností, která vyžaduje pravidelnou analytickou a výpočtovou kontrolu. (Nováková, 2016)

Obr. č. 2: Situační schéma areálu ČKV + ČOV Sever (www.mapy.cz upravil Čipera)



3.5.1 Přítok srážkových vod

Srážkové vody přitékají stokou A, která odvádí vody z povodí areálu letiště Sever. Zatrubnění této stoky končí cca 500 m před ČKV a dále jsou srážkové vody vedeny otevřeným odpadem. (Nováková, 2016)

Srážkové vody mohou být kontaminovány v první přívalové vlně zejména ropnými látkami a nerozpuštěnými látkami. V zimním období i odmrázovacími prostředky.

Kontaminované vody v maximálním množství 10,6 m³/s přitékají otevřeným korytem do prvního rozdělovacího a odlehčovacího objektu dešťového odlehčovače (DO) 1, ze kterého jsou srážkové vody do průtoku 5,3 m³/s vedeny do technologické linky ČKV 2. Srážkové vody nad hodnotu průtoku 5,3 m³/s odtékají z objektu DO 1 do odlehčovacího objektu DO 2. Z odlehčovacího objektu DO 2 jsou srážkové vody do hodnoty průtoku 3,8 m³/s vedeny do technologické linky ČKV 1. Srážkové vody nad hodnotu průtoku 3,8 m³/s přepadají v objektu DO 2 do odtokového koryta ČKV + ČOV. (Nováková, 2016)

Srážkové vody jsou přednostně vedeny do technologické linky nové ČKV 2. Při překročení okamžité hodnoty průtoků 5,3 m³/s v odlehčovacím objektu DO 1 nebo po naplnění retenční nádrže nové linky ČKV 2 jsou srážkové vody vedeny do původní linky ČKV 1. (Nováková, 2016)

U odmrazovacích stání 1, 2 a 3 v areálu SEVER jsou vybudovány akumulční jímky o objemu 60 m³ na zachycení koncentrovaných odtoků odmrazovacích kapalin z letištních odmrazovacích stání. Výtlačky z čerpacích a akumulčních jímek u odmrazovacích stání jsou provedeny pro každou jímku. V místech spojení tras výtlačků jsou armaturní šachty s čistícími kusy. Výtlačný řad je ukončen v ČOV + ČKV SEVER v retenční nádrži OK 2x 250 m³ + 60 m³. (Nováková, 2016)

Ve tříkomorové retenční nádrži na OK 2x 250 m³ s předřazenou nádrží 60 m³ na ČOV+ČKV SEVER jsou zachycené OK akumulovány a využívány k jejich vyrovnanému, celoročnímu využití spojenému s jejich vyčištěním na stávající ČOV. (Nováková, 2016)

3.5.2 Čistírna kontaminovaných vod (ČKV)

Cílem ČKV je zadržení kontaminovaných vod a jejich postupné dočištění na kvalitu, při níž je lze vypustit do Únětického potoka. Předčištění se týká snížením obsahu nerozpuštěných látek a ropných látek. Ropné látky a nerozpuštěné látky jsou odstraněny sedimentací a odloučením v usazovacích nádržích. V případě vyšších průtoků pak dochází k předčištění v retenčních nádržích. V zimním období se kontaminované srážkové vody dočišťují v biologických linkách 2 a 3 a částečně v původní biologické lince 1. (Nováková, 2016)

Biologické linky 2. a 3. jsou navrženy na systému s regenerací, oxickým selektorem a dvěma reaktory, z nichž první lze provozovat v anoxických podmínkách.

Vyčištěné srážkové odpadní vody jsou vedeny přes bubnový filtr do společného odtokového žlabu z areálu do vodního toku. (Nováková, 2016)

V technologické lince ČKV 2 jsou srážkové vody přiváděny přes lapák štěrku a hrubé strojně stírané česle do usazovacích nádrží s funkcí odolejovače. Stálým průtokem přes usazovací nádrže jsou tyto vody předčištěny od nerozpuštěných látek a ropných látek. Usazovací nádrže jsou vybaveny shrabovacím zařízením. Výtlačky z čerpacích a akumulčních jímek u odmrazovacích stání jsou provedeny pro každou jímku (každé odmrazovací stání) samostatným výtlačným potrubím. Výtlačný řad je ukončen v ČOV + ČKV Sever v retenční nádrži OK 2x 250 m³ + 60 m³. (Nováková, 2016)

Ve stávajícím objektu hrubého předčištění - ve vstupním objektu ČKV 2 – je osazeno čerpání zachycených OK. Čerpací stanice pro čerpání z hrubého předčištění je osazena v lapáku štěrku, který lze příslušným stavidlem uzavřít, vyčerpá zbytek srážkových vod do usazovací nádrže a přivést dešťovou kanalizací zachycené OK, které jsou čerpadly a výtlakem dopravovány do retenční nádrže. V objektu lapáku štěrku je osazena dvojice čerpadel na spouštěcím zařízení. Na výtlačky je provedena odbočka do usazovací nádrže s uzávěrem pro vyčerpání a přípravu lapáku štěrku.

V technologické lince ČKV 1 jsou srážkové vody vedeny do usazovacích nádrží s funkcí odolejovače. Tyto vody jsou předčištěny od nerozpuštěných látek a ropných látek. Usazovací nádrže jsou vybaveny řetězovým shrabovacím zařízením. V letním období jsou v obou technologických linkách provozovány dvě usazovací nádrže, v zimním období je u technologické linky ČKV 1 provozována pouze jedna usazovací nádrž. (Nováková, 2016)

V technologické lince ČKV 2 natéká předčištěná srážková voda z usazovacích nádrží do retenční nádrže. V letním období je srážková voda zachycená v retenční nádrži vypouštěna do vodního toku na základě výsledků analytické kontroly dvěma způsoby. V případě vyhovuje-li kvalita platnému vodohospodářskému rozhodnutí je z celkového retenčního objemu 9 500 m³ možno 5 600 m³ vypustit gravitačně, zbytek je nutno přečerpávat přes sorpční filtr. V případě nevyhovuje-li kvalita v ukazatelích ropných a nerozpuštěných látek, je veškerý objem čerpán přes sorpční filtr. V zimním období je zachycená srážková voda řízeně čerpána do nově

vybudovaných biologických linek 2. a 3. a částečně do původní biologické linky 1. (Nováková, 2016)

V technologické lince ČKV 1 odtéká předčištěná srážková voda z usazovacích nádrží do čerpací jímky. Z čerpací jímky je v zimním období zachycená srážková voda řízeně čerpána čerpadly do nově vybudovaných biologických linek 2. a 3 a částečně do původní biologické linky 1. Při vyšším průtoku přes usazovací nádrže je voda odváděna do retenčních nádrží propojených s čerpací jímkou. V letním období jsou srážkové vody zachycené v retenčních nádržích čerpány čerpadly na plováku přes pojistný sorpční filtr do vodního toku. (Nováková, 2016)

Biologické linky 2 a 3 realizované pro separátní čištění kontaminovaných srážkových vod v zimním období shodně sestávají z nádrže regenerace vratného kalu, oxického selektoru, alternativní denitrifikační/aerační nádrže, aerační nádrže a dosazovací nádrže. Součástí každé biologické linky je nádrž stabilizace přebytečného aktivovaného kalu. (Nováková, 2016)

3.5.3 Kaly

Kaly z usazovacích nádrží ČKV 1 jsou shrabovány do kalového prostoru a z něj jsou vypouštěny do kalové jímky. Zachycené ropné látky jsou odtahovány do jímky a z ní čerpány čerpadlem do sběrné nádrže ropných látek. (Nováková, 2016)

Kaly o koncentraci cca 4 % jsou z jímky odčerpávány dle potřeby kalovým čerpadlem do zahušťovací nádrže kalového hospodářství. (Nováková, 2016)

Kaly z usazovacích nádrží ČKV 2 jsou shrabovány do kalového prostoru a z něj jsou pomocí čerpadel čerpány do objektu separace kalů. Do separátoru jsou čerpány i kaly z nové retence po jejím čištění mechanickým oplachem dna. Čerpání kalu z retence zajišťuje čerpadlo. Hrubé částice kalů jsou ze separačního zařízení vyhrnovány šnekovým dopravníkem do kontejneru a kalová voda odtéká do kalové jímky, z níž je buď čerpadlem čerpána na linky 2 a 3 nebo přepadá gravitačně do areálové kanalizace a následně do nátoky splaškových vod linky č. 1. (Nováková, 2016)

Zachycené ropné látky jsou z hladiny usazovacích nádrží odtahovány naklápěcími žlaby do jímky ropných látek a přečerpávány čerpadlem do sběrné nádrže.

Veškeré zachycené ropné látky jsou akumulovány ve sběrné nádrži ropných látek. ČKV slouží k zachycení ropných látek i v případě jejich havarijního úniku. Počítá se s max. únikem 50 m³ ropných látek. Zachycení se provádí v systému usazovacích

a retenčních nádrží. Pro havarijní únik je rezervován objem 25 m³ ve sběrné nádrži ropných látek. Nádrž je možné využít také k přechodnému uskladnění ropných látek z havarijního úniku v areálu letiště. (Nováková, 2016)

Přebytečný aktivovaný kal produkovaný v biologických linkách 2 a 3 je uskladňován v kalových silech a je podrobován aerobní stabilizaci. Zahuštěný aerobně stabilizovaný kal je z kalových sil veden do kalové nádrže a následně do objektu kalového hospodářství k odvodnění. Alternativně lze kal z kalových nádrží čerpat na zahušťovací nádrž. (Nováková, 2016)

3.5.4 ČKV 3 – Akumulační nádrže na odmrazovací kapalinu

Nádrže slouží k zachycení odmrazovacích kapalin z letištních odmrazovacích stání, k následné retenci v nádrži a k jejich pozdějšímu využití. (Nováková, 2016)

Řešení využívá spádového oddělení jednotlivých odmrazovacích stání odvodňovacími žlaby, které odvádí srážkové vody z okolních zpevněných ploch do letištní dešťové kanalizace. Dalšími stávajícími žlaby a samostatnou přípojkou je provedeno odkanalizování odmrazovacích stání do letištní dešťové kanalizace. To umožňuje osazení rozdělovací šachty a odvádění odmrazovacích kapalin (OK) do akumulčních nádrží. Po oddělení části dešťových vod jsou odtoky z OS zachycené v akumulčních nádržích přečerpávány do centrální retenční nádrže 2x 250 m³ s předřazenou nádrží 60 m³ na ČOV+ČKV Sever, k jejich vyrovnanému, celoročnímu využití spojenému s jejich vyčištěním na stávající ČOV. (Nováková, 2016)

Areál ČOV + ČKV Sever se skládá z:

- Retenční nádrž tříkomorová 2x 250 m³ a 60 m³
- Čerpací stanice v hrubém předčištění včetně propojovacího potrubí
- Stanice dávkovacích čerpadel odpadních vod z odmrazování letadel

3.6 Odmrazovací prostředky

3.6.1 Rozmrazovací směsi a jejich vliv na okolí letišť

Prostředky pro rozmrazení obsahují směsi chemických látek, které ovlivňují materiály i životní prostředí v okolí letišť. Používané chemické prostředky obsahují složky snižující teplotu tání ledu a aditiva. Bez aditiv, které tvoří 2 % obsahu, by žádný z prostředků neprošel náročným certifikačním řízením. Negativní stránkou aditiv je zvýšená toxicita, prodloužení doby biologické rozložitelnosti směsí a

zvětšení spektra látek, které se tak dostávají do půdy a odpadních vod. Výsledkem je regulace na letištích, které prosazují stále vyšší restriktce na skladování, kvalitu a použití rozmrazovacích prostředků a dále množství vypouštěním vod. (Jiríček & kol. 2007)

3.6.2 **Rozmrazování a mrazuvzdornost**

Mechanické odstraňování sněhu je mnohem efektivnější při současném použití chemických přípravků. Rozmrazovací prostředky se používají na odstranění již existující vrstvy sněhu a ledu, Výhodnější způsob, který šetří dávku, je zabránění vzniku vazby načasováním aplikace prostředku na čistý povrch ještě před vznikem námrazy. V praxi se však čistě mrazuvzdorné kapaliny používají pouze na letadla. Chemické prostředky na dráhy se proto aplikují současně s mechanickým odstraňováním sněhu až po prvním spadu sněhu a výrobci deklarují, že jejich prostředky mají integrovanou funkci: rozmrazovací i mrazuvzdornou. (Jiríček & kol. 2007)

3.6.3 **Aditiva kapalin**

Aditiva mohou tvořit smáčedla, pufry, barviva, inhibitory koroze a zahušťovadla. Smáčedla snižují povrchové napětí kapalin a pomáhají přilnutí k povrchu. Pufry udržují konstantní reakci kapalin, úpravu na hodnotu $\text{pH} > 9$ zabezpečují hydroxidy, fosforečnany a křemičitany alkalických kovů. Obecně jsou kapaliny typu I barveny oranžové a kapaliny typu II/IV zeleně. Vývoj v ČR prokázal, že pro alkalizované roztoky propylenglykolu může být výhodné použití inhibitorů na bázi alkyldikarboxylových kyselin, jejich solí či amidů. (Jiríček & kol. 2007)

3.6.4 **Prostředky na letištní plochy**

Prostředky povolené pro údržbu letištních ploch jsou ethylenglykol, propylenglykol, izopropylalkohol, močovina. Octan hořečnato-vápenatý, octan sodný, mravenčan sodný a octan draselný. Posyp inertním materiálem (pískem, šterkovou drtí) ani solemi na bázi chloridů nejsou povoleny pro použití v oblasti letiště, kde jsou provozována letadla. Použití kapalin čistě na bázi glykolů na plochy je výjimečné vzhledem k ceně, vysoké hodnotě biologické spotřeby kyslíku BSK a negativnímu vlivu na brzdny účinek přistávací dráhy.

Mnohem většího využití dosáhly prostředky na bázi močoviny, ať už se jedná o směs s ethylenglykolem nebo močovinu v čisté formě. Z důvodů vlivu na ŽP se od granulované močoviny upouští, přestože znamenala pro malá letiště levný a snadno skladovatelný prostředek. Octan hořečnato-vápenatý je sám inhibitor koroze. Má ale pomalý rozmrazovací účinek a vyšší cenu. Nepoškozuje beton, a proto je používán

čistý nebo jako antikoroziční přísada do solných směsí na rozmrazování dálnic a mostů. (Jiríček & kol., 2007)

Mravenčan sodný je většinou používán ve formě peletů nebo granulí s aditivou. Od roku 1991 jsou aditivované roztoky octanu draselného nejpoužívanějším prostředkem na letištní plochy. (Jiríček & kol. 2007)

Moderní rozmrazovací prostředky na bázi kapalných roztoků mravenčanů mají vyšší rozmrazovací účinek, avšak i vyšší agresivitu vůči leteckým materiálům. Aditiva mohou tvořit pufry, zahuš'ovadla, látky proti spékání granulí a inhibitory koroze. (Jiríček & kol. 2007)

3.6.5 Vliv na prostředí letišť

Rozmrazení velkého letadla vyžaduje 1000-2000 litrů kapaliny. Použití prostředků na bázi propylenglykolu a ethylenglykolu nelimituje ani tolik jejich rozklad je spotřebováno velké množství rozpuštěného kyslíku. Thylenglykol a propylenglykol jsou relativně snadno biologicky rozložitelné látky a biologické čištění odpadních vod principálně není problém. Problémem je velká nevyrovnanost v množství i kvalitě těchto odpadních vod. (Jiríček & kol. 2007)

U prostředků na plochy je patrný odklon od užívání močoviny. Může být toxická k vodním organismům. (Jiríček & kol. 2007)

Dusíkaté látky se podílejí na zvyšování eutrofizace vod, která se může projevat nežádoucími bujeními řas a sinic. Kapaliny na bázi octanu a mravenčanu draselného představují zřejmě nejmenší zátěž pro životní prostředí z důvodu jejich dobré biologické rozložitelnosti. (Jiríček & kol. 2007)

3.7 Letištní odmrazování v USA

K zajištění zimní letové bezpečnosti se používá velké množství propylenglykolu (PG) a ethylenglykolu (EG) - výrobky se používají k odmrazení a k zamezení tvorbě námrazy na letadlech. Dodatečně močovinou a typem octanu nebo mravenčanu se používají k odmrazování a proti mrznutí drah. Většina těchto sloučenin, si žádá mít významný podíl kyslíku, když je zavádí do přírodních toků. Například naměřená BSK₅ dosahuje 245, 000 mg/l na letištním odtoku. Nicméně existují rizika, které jsou spojena s toxicitou. (Switzenbaum & kol. 2000)

3.7.1 Dayton International

Mezinárodní letiště Dayton zakázalo používání ethylenglykolu na letadlech a dále již nepoužívá močovinu na dráze. Výhradně používají propylenglykol (typu I a II) na

letadlech a octan draselný na rampě na přistávací dráze. "Abychom snížili množství znečišťujících látek v dešťové vodě, používáme mechanické prostředky a pískujeme co nejvíce na dráze. (Bremer, 2003)

3.7.2 Denver Internacional

Prvním americkým letištem, které zahájilo recyklaci glykolu bylo roku 1995. Pro odmrazování letadel se používá pouze propylenglykol. Recyklovaný glykol končí mnoha různými způsoby: pryskyřice, automobilová chladicí kapalina, barva, vlákno. (Bremer, 2003)

3.7.3 Salt Lake City

Systém recyklace glykolů je zhruba na 75 procentech. Tento systém shromažďuje a odvádí odmrazené odtékající dešťové vody do zařízení na recyklaci glykolu. Technologie recyklace využívá dvoustupňový proces. V prvním kroku se používá vysoce efektivní odpařovač, aby se roztok dostal na koncentraci 80 až 85 %. Tato tekutina je pak přiváděna do vakuového destilátoru. Tímto způsobem nespotřebujeme hodně energie, ale jen energii na odvzdušnění vody. Doufáme, že návratnost, kterou získáme z prodeje glykolu, bude kompenzovat náklady na systém. (Bremer, 2003)

3.7.4 Pittsburgh International

Mezinárodní letiště v Pittsburghu recykluje glykol po dobu dvou let se smíšenými výsledky. Pouze propylenglykol se používá v Pittsburghu. (Bremer, 2003)

3.7.5 Infračervené technologie

První instalace odmrazovacího systému, který využívá infračervenou energii namísto glykolu k odstranění ledu a sněhu z letadel, byl uveden do provozu od prosince 1997 společností „Prior Aviation Services“, provozovatele pevné základny na mezinárodním letišti Buffalo (New York). Používá se jen zlomek glykolu. Každý materiál: sníh, led a voda – mají afinitu k nějaké infračervené energii. Pomocí cílené elektronické vlnové délky "vymezujeme energii přesně tam, kde je potřeba. (Bremer, 2003)

3.7.6 Osvědčené postupy řízení pro letištní odmrazovací dešťové vody USA

Prvořadý požadavek leteckého průmyslu je zejména bezpečnost lidí. Letiště a aerolinky se snaží najít prakticky nákladově efektivní řešení pro dosažení stálého a environmentálního vyhovění. (Switzenbaum & kol. 2000)

Led a sníh jsou typicky odstraňovány z letadel pomocí zahřáté směsi Typu I ADF a

horké vody aplikované pod tlakem. Nezřaděný Typ I. ADF musí obsahovat 80% ethylen a propylen zatížení s rovnováhou složené z vody, pufrů, smáčedel a inhibitorů koroze. (Switzenbaum & kol. 2000)

Proti-mrznoucí směsi mají za úkol preventivně chránit hromadění sněhu a ledu na povrchu letadel. Používá se Typ IV AAF k čištění povrchu letadel. Typ IV. AAF se skládá z ethylenu a propylenu společně se zahušťovadly, která přilnou k letadlu a chrání ho. (Switzenbaum & kol. 2000)

FAA (Federal Aviation Administration) schvaluje dlažební odmrazování materiálů v kapalné a pevné formě. (Switzenbaum & kol. 2000)

Příležitostí ke snížení zdrojů je optimální tekutá směs, což znamená pravidelný monitoring teploty vzduchu umožňuje použití odmrazovacích směsí s méně než typickou koncentrací 50 % glykolu, čímž sníží celkové množství odmrazovacích kapalin (Switzenbaum & kol. 2000)

Hybridní odmrazovací systém je využití sil horkého vzduchu. Zařízení mají turbínový kompresor, který poskytuje vysokorychlostní proud vzduchu. Hybridní odmrazovací systém snižuje až 80 % použití tekutin. (Switzenbaum & kol. 2000)

Další rozvinuté odmrazovací metody zahrnují infračervené záření, teplotu vzdornost, portálový počítač, rozmrazovací systém a odmrazení horkým vzduchem. (Switzenbaum & kol. 2000)

Letadla jsou postříkována směsí horké vody a typem I odmrazovacích kapalin. Odmrazovací kapaliny obsahují ethylen, diethylen nebo propylen glykol. Používá se typ IV nebo méně běžný typ II. Typ IV obsahuje zahušťovadla, které přilnou k letadlu a poskytují dlouhotrvající ochranu. Typ IV se užívá zejména pro větší letadla. (Mericas, 1992)

Schválené rozmrazovací prostředky agenturou FAA jsou glykoly, močovina, formiáty a acetáty. (Mericas, 1992)

Odmrazovací prostředky mohou být široce rozptýlené v přírodě. Závisí na klimatických podmínkách a množství sněhu a ledu. Hlavní koncern se týká ekologického vlivu odmrazovacích aktivit související se spotřebou kyslíku během rozkladu odmrazovacích prostředků, zejména glykolů a močoviny, které jsou obsaženy v dešťových vodách. Ethylen a propyleneglykol mají relativně vysoké BSK₅.

Každý úspěšný kontrolní odmrazovací systém se skládá z redukce zdrojů,

souboru kontrol a nakládání/recyklace zdrojů přizpůsobených k podmínkám a specifickým potřebám pro letiště. (Mericas, 1992)

Redukce zdrojů představují nové technologie velkého snížení množství glykolu. Některé linky používají horký vzduch v kombinaci s minimálním průtokem odmrazovacích tekutin. Zušlechťování za použití infračerveného vytápění odmrazování letadel. (Mericas, 1992)

Čištění a pískování letištní dlažby může významně snížit kapacitu odmrazovacích požadavků. Soubory kontrol snižují požadavky na skladování a transport, a podporují recyklaci, kdy dochází ke snížení nákladů. (Mericas, 1992)

3.8 Čistírna splaškových vod (ČOV)

Splaškové vody svedené stávající splaškovou kanalizací z oblasti areálu letiště Sever jsou přivedeny do objektu ČOV, zbavovány hrubých nečistot na automatických strojně stíraných česlích s lisem a pračkou shrabků a vedeny do šterbinové usazovací nádrže. Na ČOV mohou být také sváženy odpadní vody z areálu letiště z míst, která nejsou napojena na kanalizaci. (Nováková, 2016)

Biologická linka 1, pro čištění splaškových vod, je systémem s regenerací kalu a střídáním anoxických a oxických reaktorů s interní recirkulací N II-DN I s nátokem odpadních vod do reaktoru DN I. Z čerpací jímky jsou splaškové vody zdvihány do denitrifikačního reaktoru DN 1 aktivačního procesu. Z posledního nitrifikačního reaktoru N 2 je aktivační směs vedena přes flokulační nádrž do dosazovací nádrže. Z hladiny dosazovací nádrže je vyčištěná odpadní voda vedena přes mikro síťový bubnový filtr, jímku vyčištěných vod a měřící Venturiho žlab do otevřeného odpadu Sever a následně do recipientu Únětického potoka. (Nováková, 2016)

Mechanické předčištění tvoří automatické strojně stírané česle s lisem a pračkou shrabků umístěné v budově česlovny. Pro případnou manipulaci s česlemi je pod stropem česlovny osazen I profil č. 280 se zdvihacím zařízením. Před nátoky k stávajícím i novým česlím jsou osazena nová stavítka s elektromotorem. Shrabky z česlí se pytlují a dopravují do kontejneru. (Nováková, 2016)

Po hrubém předčištění jsou splaškové vody odsazeny v rekonstruované šterbinové nádrži, která slouží pro separaci usaditelných nerozpuštěných látek. Šterbinová nádrž je vybavena hrubobublinnými provzdušňovacími elementy a zařízením na stahování plovoucích nečistot. Zachycený primární kal je pravidelně

odtahován do nádrží kalového hospodářství. (Nováková, 2016)

Odsazené vody natékají do čerpací jímky, ze které jsou čerpány čerpadly do biologické linky 1. Biologická linka 1 sestává z aktivačního systému se střídáním anoxických a oxických reaktorů a kruhové dosazovací nádrže. První reaktor aktivačního systému zajišťuje regeneraci vratného kalu (R), druhý reaktor je koncipován jako anoxický pro zajištění procesu denitrifikace (reaktor DN I) následuje nitrifikace I 1,2 (N I-1, N I-2), denitrifikace II (DN II), poslední stupeň tvoří reaktor nitrifikace II (N II), ze kterého biologicky vyčištěná voda odtéká přes flokulační nádrž do kruhové dosazovací nádrže. Z dosazovací nádrže voda gravitačně odtéká přes přelivnou hranu na mikro síťový filtr, který slouží jako terciální stupeň a následně do jímky vyčištěné vody. Z této jímky je odebírána voda pro ATS (automatická tlaková stanice), která slouží jako zdroj provozní tlakové vody. (Nováková, 2016)

V letním období je do aktivačního systému nezbytně řízeně dávkovat externí zdroj substrátu pro dosažení požadovaného stupně denitrifikace, železitou sůl pro účely snížení odtokové koncentrace celkového fosforu a alkalizační činidlo pro zvýšení hodnoty pH. V zimním období lze dávkování externího substrátu a alkalizačního činidla nahradit řízeným připouštěním srážkových vod. Dávkování železité soli je nutné i v zimním období. (Nováková, 2016)

Vyčištěná voda odtéká z jímky vyčištěné vody přes měrný Venturiho žlab do otevřeného odpadu Sever a dále do recipientu.

Přebytečný kal z dosazovací nádrže je odtahován čerpadly do zahušťovací nádrže. (Nováková, 2016)

3.9 Kalové hospodářství

3.9.1 Mechanický anorganický kal z retencí

Produkce je jednorázová v průběhu ročního čištění.

Roční produkce tohoto kalu lze odhadnout dle zkušeností:

Sušina: 15 t/rok

Kal 5 % sušiny:

300 t/rok

Kal je čerpán přímo do kalové nádrže. Ve vztahu k bilancím biologického kalu je podíl dobře odvoditelného kalu z retencí nepodstatný. (Nováková, 2016)

3.9.2 Primární kal ze štěrbinové nádrže

Jedná se o anaerobně stabilizovaný kal z mechanického předčištění splaškových vod.

Sušina: 122 kg/d (průměrně)

Kal 2 % sušiny: 6,1 t/d (průměrně)

2225 t/rok

(Nováková, 2016)

3.9.3 Přebytečný biologický kal z 1. linky splaškových vod

Sušina: 185 kg/d (průměrně)

Kal 0,8% sušiny: 23,1 t/d (průměrně)

8440 t/rok

Přebytečný kal z 1. linky je čerpadly čerpán do zahušťovací nádrže.

(Nováková, 2016)

3.9.4 Přebytečný biologický kal z 2. a 3. linky srážkových vod

Sušina: 1088 kg/d (průměrně, zimní období)

Kal 3 % sušiny: 36,26 t/d (průměrně)

6528 t/rok

(Nováková, 2016)

3.9.5 Celková produkce kalu

Sušina: 1436 kg/d (průměrně, zimní období) 323 t/rok

Kal 3 % sušiny: 47,9 t/d (průměrně, zimní období) 10766,7 t/rok

Primární kal ze štěrbinové nádrže a přebytečný kal z dosazovací nádrže splaškové ČOV a v případě potřeby i přebytečný kal z linky 2 a 3 je čerpán do zahušťovací nádrže. Po zahuštění je kal přečerpáván do kalové nádrže. Výpočtová sušina zahuštěného kalu je stanovena na 3 %, přestože ve stávající zahušťovací nádrži je dosahováno cca 4 % sušiny. Hodnota 3 % je tedy hodnotou minimální zaručenou a poskytuje určitou rezervu ve výkonu odstředivky či počtu jejích provozních hodin.

Z kalové nádrže je kal čerpán na odstředivku. (Nováková, 2016)

3.9.6 Odvodněný kal

Produkce kalu o sušině 25 %:

5,74 t/d a 10 t/d (nová odstředivka) - průměrně, zimní období

1 292 t/rok a 2690 t/rok (nová odstředivka)

Odvodněný kal je odvážen ve spolupráci s odpadovým hospodářem kontejnery oprávněnou externí firmou. (Nováková, 2016)

3.9.7 Hlavní možné způsoby z nakládání z kaly:

- 1) využití v zemědělství s přímou aplikací a kompostováním
- 2) kompostování pro rekultivaci
- 3) termické zpracování (energetické využití, sušení, spalování)
- 4) skládkování

(Wanner, 1996)

3.10 Povolení k vypouštění odpadních vod – emisní limity ČKV+ČOV Sever

Povolení k nakládání s vodami vydal Krajský úřad Středočeského kraje, Odbor životního prostředí a zemědělství čj. 104034/2014/KUSK dne 29. 8. 2014, opravné rozhodnutí o opravě zřejmých nesprávností v písemném vyhotovení rozhodnutí čj.133174/2014/KUSK ze dne 10. 9. 2014. Pro trvalý provoz ČOV + ČKV Sever byly Krajským úřadem Středočeského kraje povoleny následující limity.

Množství odpadních vod vypouštěných z ČOV: 17,2 l/s

max. 35 l/s

90 600 m³/měs.

400 000 m³/rok

Tab. č. 1: Limity přípustného znečištění ve vodách (Cenia ©2009)
(ph: 5-9)

Ukazatel	Zimní období		Letní období		t/rok
	p	m	p	m	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
CHSK _{Cr}	120	180	90	130	48
BSK ₅	20	35	50	25	8
NL	25	50	20	30	10
N _{celk.}	15*	25	15*	25	6
P _{celk.}	1,5*	4	1,5*	3	0,8

p – přípustné hodnoty m – maximální hodnoty

* – roční průměr

Zimní období: listopad–duben Letní období: květen–říjen

3.11 Čistírna Domodedovo na letišti v Moskvě

Čistírna je navrhována pro zpracování 8,800 m³ odpadních vod, což znamená že odpadní voda může být upravena bez potřeby připojení přídatné akumulací nádrže před provozem. Toto množství zahrnuje přídatné bezpečnostní funkce a nabízí

garanci oproti průtokům odpadních vod s vysokými koncentracemi uhlovodíků v půdě nebo ve vodním recipientu prostřednictvím proti proudové nádrži přeplnění. Celkový úložný, shromažďovací objem pro první příval vody je 10,600 m³. (Awas ©2018)

Tab. č. 2: Množství a složení odpadních vod na přítoku (Awas ©2018)

Přítok		
Množství	m ³ /h	8.800 (příval)
Usazovací látky	mg/l	1.000
Uhlovodíky	mg/l	40
Ethylenglykol	mg/l	20-30
Amoniakální dusík	mg/l	18-20

Tab č. 3: Množství a složení odpadních vod na odtoku (Awas ©2018)

Odtok		
Množství	m ³ /h	250 (filtrovat)
Usazovací látky	mg/l	3
Uhlovodíky	mg/l	0,5
Ethylenglykol	mg/l	3,0
Amoniakální dusík	mg/l	3,0

Čistírna používá separátor oleje Galaxii 2002. Separátor je účinným řešením pro separaci lehkých olejů a pevných látek. Provoz odlučovače olejů je založen na interakci fyzikálních sil zejména dostředivých, odstředivých a pulzujících. V odlučovači dostředivé a pulzující síly vhání volné oleje/uhlovodíky do středu a zároveň nahoru. Díky pomalému kruhovému proudění se oleje hromadí uprostřed povrchu. Současně odstředivé síly vytlačují pevné látky směrem ven a dolů do lapače kalu. Princip separace oleje v našem odlučovači oleje spočívá v tom, že 99,9 % lehkých kapalin je odebíráno přímo z povrchu a následně je shromažďováno v olejové nádrži. (Awas ©2019)

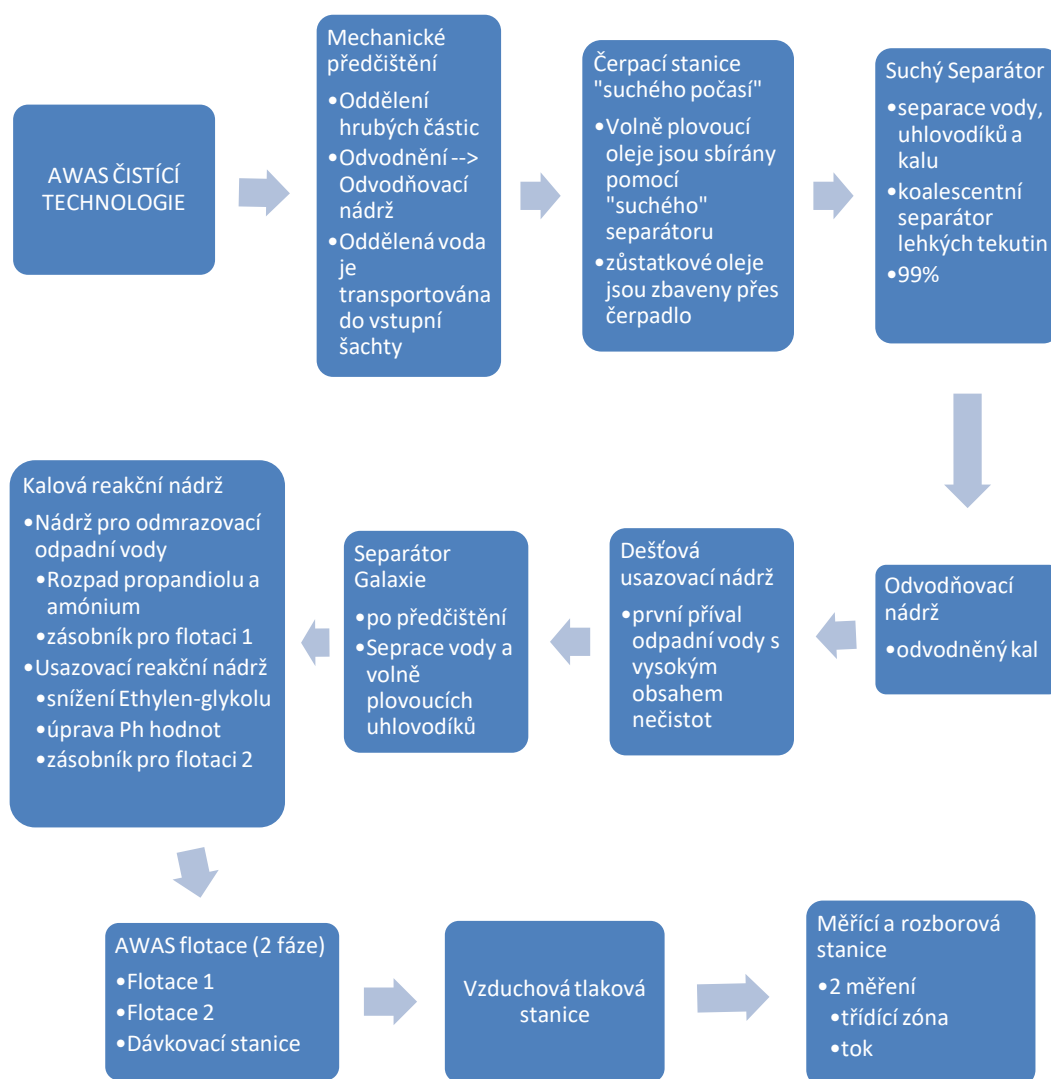
Výhody systému jsou úspora místa, energie a nákladů. Bezpečnost a šetrnost k životnímu prostředí, což znamená nízké odplynění, žádné emise a zabraňuje v tvorbě ropných kalů. Vysoká míra regenerace ropy pro další využití. (Awas ©2019)

3.11.1 Základní principy

- Dodržení průtokových hodnot
- Automatická kontrola čištění a průtokový proces
- Bezporuchovost a jednoduchost
- Technologie s extrémně nízkými servisními požadavky
- Ohled na vydatné srážkové události

- Možnost vrácení odpadních vod, když průtokové hodnoty nebudou dosaženy
 - Preventivní bezpečnostní systém průsaku oleje do půdy nebo do vody, ŽP
 - Filtr koalescentního separátoru s nechemickou a energetickou spotřebou
 - Měřicí vybavení pro online měření ve všech základních čistících etapách
 - Zobrazení a uskladnění měřících výsledků
 - Možnost uchování měřících dat z kontrolního systému do odběratelského kontrolního systému
- (Awas ©2018)

Obr. č. 3: AWAS - technologie čištění odpadních vod (Awas ©2018)



3.11.2 Řeka Montour Run

Letiště běžně užívají velké množství na odmrazování propylenglykolu a etylenglykolu. Směs etylenglykolu a močoviny je často používaná k odmrazení letových drah.

Řeka „Montour Run se nachází v západní Pensylvánii v USA. (Koryak & kol.1998)

Tab. č. 4: Souhrn příslušných chemických dat sesbíraných v „Montour Run“

(Koryak & kol.1998)

Montour Run	Sběr	pH	Zásaditost	Tvrdość	Ca	SO ₄	Fe	Mn	Al	NH ₃ -N	BSK ₅
			CaCO ₃	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Ústí	Září	7.7	102	414	134	279	0,236	0,365	0,037	0,02	1,1
4.5 km	Září	8.0	10	465	138	302	0,204	0,070	0,074	0,02	0,3
10.6 km	Září	7.7	112	525	154	371	0,307	0,192	0,122	0,04	0,3
18.9 km	Září	7.2	76	880	249	692	0,069	0,440	0,070	0,02	0,6

Vody Montour Run jsou charakterizovány jako vody mineralizované, tvrdé a zásadité. Provádělo se zde měření chemických parametrů. Vody vypouštěné ze západní části povodí byli znehodnocené kovy (železem, manganem, hliníkem) díky původním uhelným dolům. Vody vypouštěné z hlavní části povodí byli znehodnoceny vysokým BSK₅ a zvýšeným obsahem amoniakálních koncentrací díky odmrazovacím operacím. Vody vypouštěné z východní části povodí Montour Run měly relativně vysokou kvalitu. (Koryak & kol.1998)

4 Metodika

V první části mé bakalářské práce jsem použila k získávání informací odbornou, vědeckou a zahraniční literaturu, provozní řád ČOV+ČKV Sever a odbornou konzultaci s pracovníky Letiště Praha, a. s. Ing. Soňou Hykyšovou, Ing. Irenou Novákovou a Ing. Martinem Čiperou. Ve druhé části jsem posuzovala výsledky kvality vody vypouštěné z ČOV +ČKV Sever a následně její vliv na jakost vody v Únětickém potoce. Dále jsem zanalyzovala a vyhodnotila výsledky jakosti vody na předepsaných odběrových profilech. Výběr vhodných monitorovacích profilů byl převzat od firmy AQUA-CONTACT Praha v.o.s. Výsledky mé práce jsem posuzovala z ekologického (biologického) i chemického hlediska. Uvedené podklady a data mi poskytlo Letiště Praha, a. s.

Chemické analýzy byly provedeny v akreditované laboratoři ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic, s.r.o., a dále laboratoři AQUA-CONTACT Praha v.o.s., která je držitelem osvědčení ASLAB.

Hodnocení ekologického stavu toku bylo odebrání vzorku fyto bentosu z vhodného podkladu (kameny) dle stanovené národní metodiky: Metodika odběru a zpracování vzorků fyto bentosu tekoucích vod (Marvan P. & Heteša J., 2006). Vzorky vodních bezobratlých byly odebrány dle stanovené národní metodiky: Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou Perla (Kokeš J. & Němejcová D., 2006), která je v souladu s požadavky Rámcové směrnice (WFD 2000). Porovnání české ČOV Sever s jinými zahraničními čistírnami odpadních vod. Rozdíly mezi odmrazovacími prostředky v České republice a v zahraničí.

5 Charakteristika zájmového území

Studovaným územím je areál ČKV+ ČOV Sever, který se nachází v obci Kněžves ve Středočeském kraji. Ráda bych uvedla základní údaje o Únětickém potoce, do kterého je vypuštěna vyčištěná odpadní voda z čistírny ČKV+ ČOV Sever. Základní údaje jsou převzaty z informačních cedulí chráněného území Roztocký Háj. Únětický potok je zhruba 15 km dlouhý. Svůj název si získal podle obce Únětice, kudy protéká. Únětický potok pramení v Kněževsi u studánky Ouvalka a vlévá se do Vltavy severně od Prahy (Roztoky u Prahy). Část potoka patří do přírodní rezervace Údolí Únětického potoka a přírodní rezervace Roztocký Háj-Tiché Údolí. Jeho povodí zaujímá rozlohu téměř 45 km² a průměrný průtok je 0,10 m³/s. Při stoleté vodě však může korytem potoka protékat údajně až 22 m³/s. (Město Roztoky ©2019)

6 Výsledky

V závěrečné části bych ráda zhodnotila chemický a biologický stav vodního toku pomocí provozního monitoringu na vybraných lokalitách P0, P2, P3 a P4.

6.1 Bodové zdroje znečištění

V povodí Kopaninského potoka a v horní části povodí Únětického potoka se nachází několik bodových zdrojů znečištění, které mají vliv na výslednou jakost povrchových vod v zájmovém území. Jsou to čistírny odpadních vod letiště Praha – Ruzyně ČKV+ČOV Sever ČKV+ČOV Jih, dále ČOV Tuchoměřice ČOV Přední Kopanina.

Z letiště Praha – Ruzyně jsou do části Únětického potoka vypouštěny odpadní vody z ČOV Tuchoměřice. Dále v horní části Únětického potoka dochází k soutoku s Kopaninským potokem (ČKV+ČOV Jih a ČOV Přední Kopanina)

6.2 Další bodové zdroje znečištění

Kromě již zmíněných odpadních vod z letiště Sever je do Únětického potoka vypouštěna vyčištěná odpadní voda z ČOV Tuchoměřice na říčním kilometru 9,20.

Tabulka č. 5: Jakost vyčištěné vody z ČOV Tuchoměřice – roční průměrné hodnoty z roku 2013 (AF-CITYPLAN, 2013)

ukazatel/jednotka	mg/l	kg/d	g/s
BSK ₅	4,20	302	0,0349
CHSK	23,80	17,11	0,1980
NL	5,50	3,95	0,0458
N-NH ₄	0,30	0,22	0,0025
P _{celk.}	1,80	1,29	0,0150
průměrný roční průtok	8,321 l/s		

6.3 Provozní monitoring – legislativní rámec

a) Provozní monitoring je prováděn za účelem:

1. zjištění stavu těch útvarů povrchových vod, které byly identifikovány z hlediska dosažitelnosti environmentálních cílů jako rizikové ve vyhlášce č. 98/2011 Sb.
2. vyhodnocení všech změn stavu těchto vodních útvarů vyplývajících z programů opatření ve vyhlášce č. 98/2011 Sb.

b) V období platnosti plánu povodí lze program upravit podle získaných informací tak, aby se umožnilo snížení četnosti monitoringu tam, kde bylo zhodnocení dopadů na stav povrchových vod posouzeno jako nevýznamné ve vyhlášce č. 98/2011 Sb.

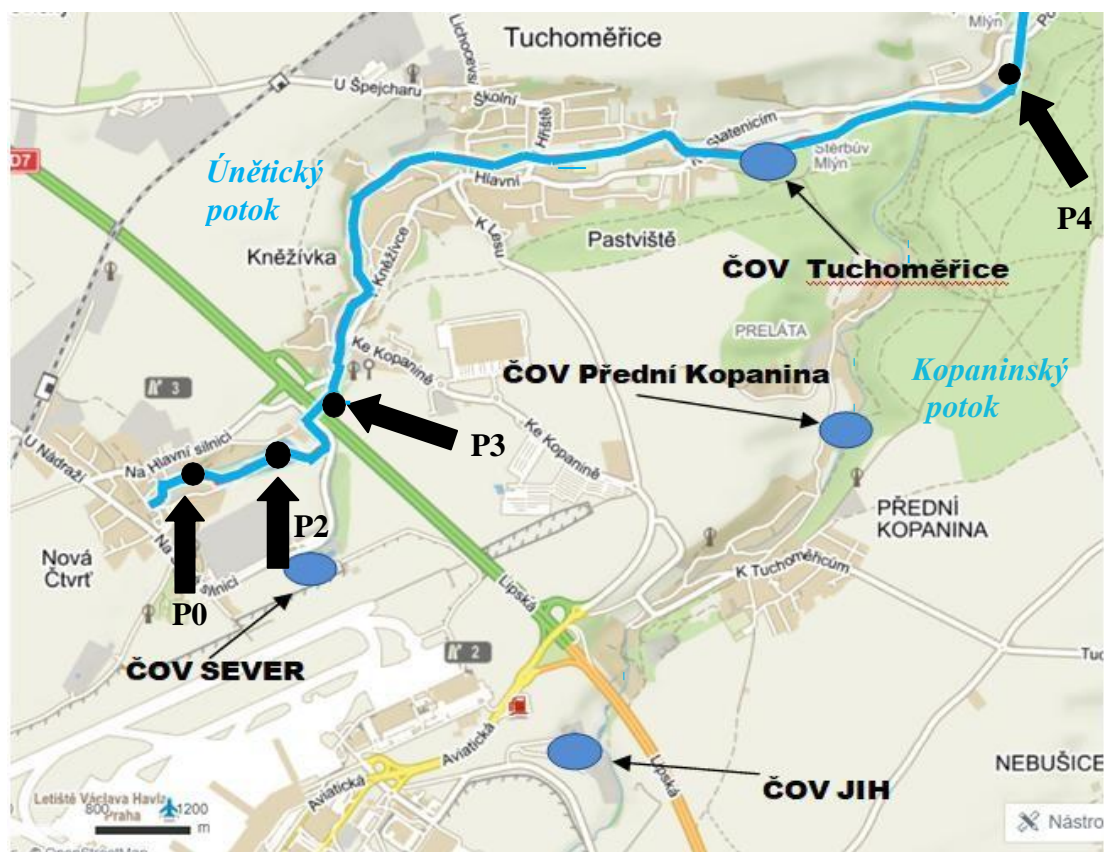
c) Provozní monitoring je prováděn pro všechny útvary povrchových vod, které byly na základě buď provedené analýzy všeobecných a vodohospodářských charakteristik dílčích povodí a zhodnocení dopadů na stav povrchových vod nebo situačního monitoringu identifikovány jako rizikové z hlediska možnosti dosažení jejich environmentálních cílů stanovených v souladu s požadavky § 23a vodního zákona, a pro ty útvary povrchových vod, do kterých se vypouštějí látky uvedené v příloze č. 8 této vyhlášky. Pro prioritní látky jsou profily sledování stavu povrchových vod zvoleny s ohledem na příslušné normy environmentální kvality ve vyhlášce č. 98/2011 Sb.

Tab. č. 6: Seznam odběrových míst (AF-CITYPLAN ©2013)

Tok	Lokalita	Říční km	Popis odběrové místa	Hlavní antropogenní vlivy
Únětický potok	P0	13,0	prameniště "Ouvalka"	povrchový splach ze zpevněných ploch
	P2	11,9	pod Čermákovým rybníkem, koryto přirozené	hospodaření s rybníkem, splach ze zemědělské půdy
	P3	11,6	vybetonované koryto pod ČOV+ČKV Sever	ČOV+ČKV Sever
	P4	7,6	přirozené koryto pod soutokem	splach ze zemědělských ploch, nelegální zaústění odpadních vod z drobných sídel

* - profily a jejich označení sledované spol. AF-CITYPLAN

Obr. č. 4: Seznam odběrových míst (www.mapy.cz upravila Čiperová)



Vyčištěná odpadní voda z ČKV+ČOV Sever odtéká do Únětického potoka, kde je na předem určených odběrových místech odebrán vzorek vody za účelem zjištění biologického a chemického stavu toku. Prvním odběrovým místem je profil P0, což je prameniště v Kněževsi „Ouvalka“. Druhým odběrovým místem je profil P2, který se nachází pod Čermákovským rybníkem v přirozeném korytu. Třetím odběrovým místem je profil P3, kde se odebrá vzorek vody z vybetonovaného koryta pod ČKV+ČOV Sever. Posledním čtvrtým místem je profil P4, který se nachází pod soutokem s Kopaninským potokem v přirozeném korytu. Odběrové místo P4 závisí i na provozu ČOV Tuchoměřice a ČOV Přední Kopanina, které také vypouští vyčištěnou odpadní vodu do profilu P4.

6.4 Biologický stav vodních toků

6.4.1 Saprobni index

V České republice patří mezi používané vyjádření saprobity a tzv. saprobního indexu. Saprobity udává organické znečištění povrchových vod v dané lokalitě. Základem stanovení stupně znečištění vod je biologický rozbor, kterým se stanoví tzv. saprobní

index. Saprobni index vyjadřuje saprobitu celého společenstva na základě saprobni indexů jednotlivých druhů a jejich abundance. Saprobni index se vypočítá podle vzorce: (AF-CITYPLAN ©2013)

$$S = (\sum h \cdot s) / (\sum h),$$

S=saprobni index společenstva

h =abundance podle odhadni stupnice,

s=saprobni index druhu.

Stanovení saprobniho indexu lze provést pro různé typy organismů. Metodika stanovení saprobni indexů je uvedena ČSN 75 7716 Jakost vod – Biologický rozbor - Stanovení saprobniho indexu. (AF-CITYPLAN ©2013)

Tab. č. 7: Stupnice hodnocení čistoty vody dle normy ČSN 75 7221

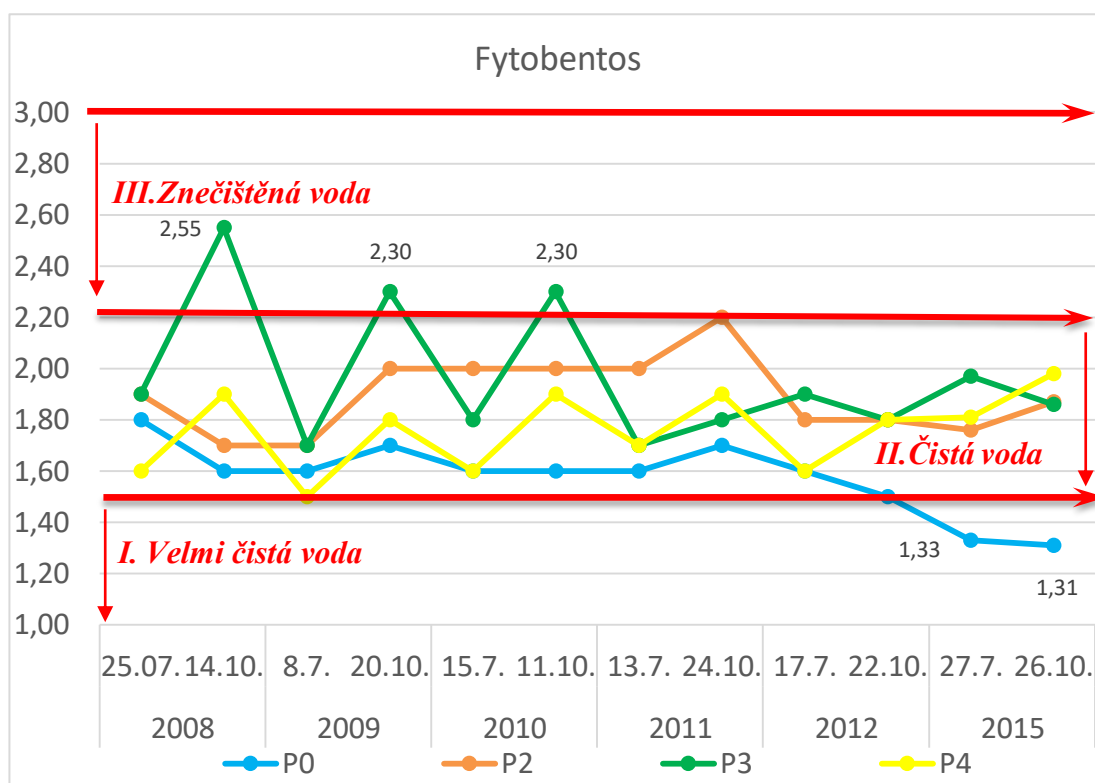
Třída čistoty	Hodnota Si	Komentář
I.	Méně než 1,5	Velmi čistá voda
II.	1,5 – 2,19	Čistá voda
III.	2,2 – 2,99	Znečištěná voda
IV.	3,0 – 3,49	Silně znečištěná voda
V.	3,5 a více	Velmi silně znečištěná voda

Tab. č. 8: Odběrová místa fyto bentosu (Komínková, 2008)

Lokalita	Fyto bentos											
	2008		2009		2010		2011		2012		2015	
	25.7	14.10	8.7	20.10	15.7	11.10	13.7	24.10	17.7	22.10	27.7	26.10
P0	1,80	1,60	1,60	1,70	1,60	1,60	1,60	1,70	1,60	1,50	1,33	1,31
P2	1,90	1,70	1,70	2,00	2,00	2,00	2,00	2,20	1,80	1,80	1,76	1,87
P3	1,90	*2,55	1,70	2,30	1,80	2,30	1,70	1,80	1,90	1,80	1,97	1,86
P4	1,60	1,90	1,50	1,80	1,60	1,90	1,70	1,90	1,60	1,80	1,81	1,98

* na lokalitě P3 roku 2008 byly odebrány dva vzorky z důvodů nesmíšeného proudu vody, hodnota v tabulce je aritmetickým průměrem.

Graf č. 1: Vývoj saprobních indexů fytoENTOSU v odběrových profilech ve vztahu k požadavkům ČSN 757221 v období 2008 - 2012, 2015

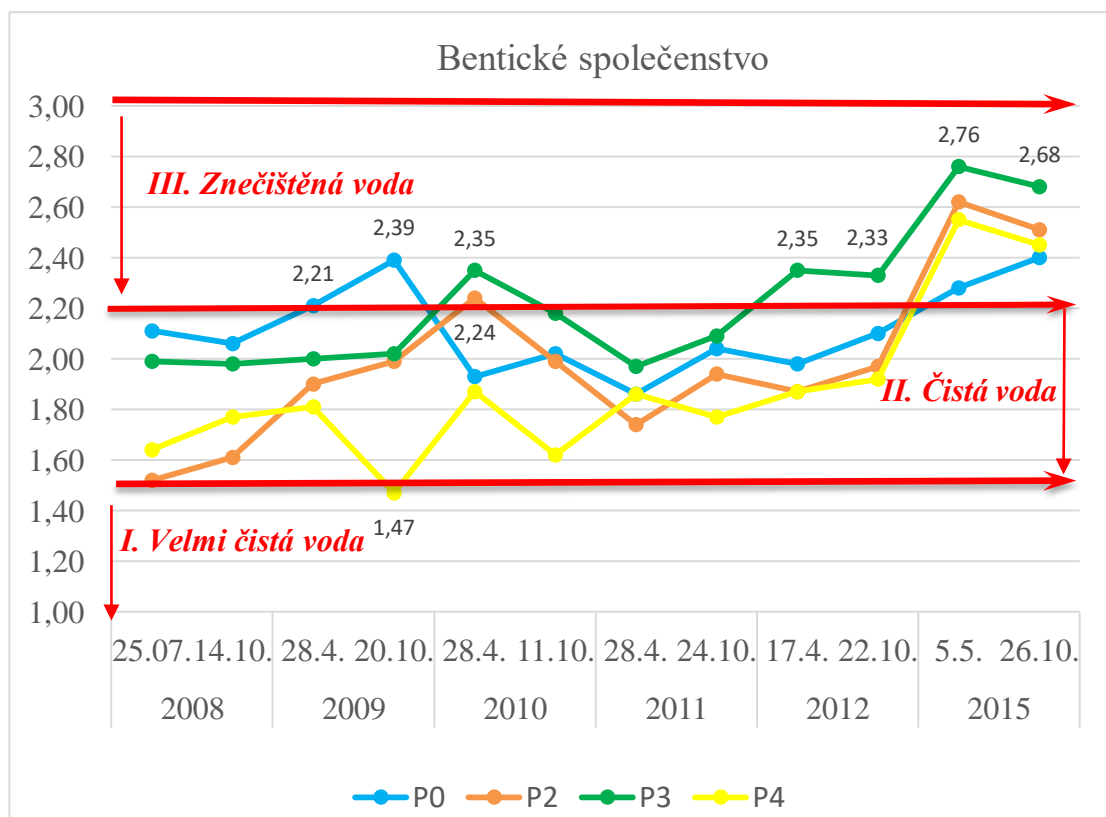


Vzorky na analýzu fytoENTOSU se odebíraly ve dvou sériích, a to v letním období a podzimním období od roku 2008–2012 a 2015. U profilu P3 byla v roce 2008, 2009 a 2010 v podzimním období indikována znečištěná voda podle ČSN 75 7221. Důvodem znečištění vody byl únik kalu z ČOV. Profil P0 roku 2015 indikuje I. třídu čistoty vody (velmi čistá voda), jak v letním, tak i podzimním období. Ostatní hodnoty saprobních indexů od roku 2008–2012 a 2015 indikují II. třídu čistoty vody (čistá voda). (Komínková, 2008)

Tab. č. 9: Odběrová místa bentického společenstva (Komínková, 2008)

Lokalita	Bentické společenstvo											
	2008		2009		2010		2011		2012		2015	
	25.7	14.10	28.4	20.10	28.4	11.10	28.4	24.10	17.4	22.10	5.5	26.10
P0	2,11	2,06	2,21	2,39	1,93	2,02	1,86	2,04	1,98	2,10	2,28	2,40
P2	1,52	1,61	1,90	1,99	2,24	1,99	1,74	1,94	1,87	1,97	2,62	2,51
P3	1,99	1,98	2,00	2,02	2,35	2,18	1,97	2,09	2,35	2,33	2,76	2,68
P4	1,64	1,77	1,81	1,47	1,87	1,62	1,86	1,77	1,87	1,92	2,55	2,45

Graf č. 2: Vývoj saprobních indexů bentického společenstva v odběrových profilech ve vztahu k požadavkům ČSN 757221 v období 2008 - 2012,2015



Vzorky se odebíraly ve dvou sériích, a to v jarním období a v podzimním období roku 2009-2012 a 2015. Pouze v roce 2008 se odebíraly vzorky v letním a podzimním období. U profilu P0 byla v roce 2009 a 2015 v obou obdobích indikována znečištěná voda. U profilu P2 dne 28.4 2010 a roku 2015 byla indikována znečištěná voda. U profilu P3 je dne 28.4.2010 a v roce 2012 i 2015 v obou obdobích podle normy indikovaná znečištěná voda. U profilu P4 je indikována 20. 10. 2009 velmi čistá voda, ale roku 2015 byla indikována opět znečištěná voda. Ostatní hodnoty saprobního indexu indikují čistou vodu dle normy ČSN 72 7221.

6.5 Chemický stav Únětického potoka

Tab. č. 10: Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod (příloha č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

CHSK_{Cr} chemická spotřeba kyslíku	26
BSK₅: biochemická spotřeba kyslíku	3,8
N-NH₄ amoniakální dusík	0,23
N-NO₃ dusičnanový dusík	5,4
N_{celk.} celkový dusík	6
P_{celk.} celkový fosfor	0,15
NL nerozpuštěné látky	20

6.5.1 Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod

Při tvorbě novely nařízení se přistoupilo k využití institutu nejlepších dostupných technologií BAT.

6.5.1.1 Kategorie ČOV 2 001 – 10 000 EO – letní období

Je vyžadováno odstraňování uhlíkatého znečištění, sloučenin dusíku, i když pouze v ukazateli N-NH₄⁺ a nově i fosforu (P_{celk.}).

Za nejlepší technologie se považuje: nízko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací a simultánním srážením fosforu solemi Fe nebo Al₃⁺ doplněná terciálním dočištěním stávajících odtoků (mikrosíta či jiná filtrace).

V ČR se uplatňují 2 hlavní typy technologií, založené na aktivačním procesu:

- D-N proces (nitrifikace s pre – denitrifikací)
- Oběhová aktivace se simultánní nitrifikací a denitrifikací

6.5.1.2 Kategorie ČOV 10 001-100 000 EO – zimní období

Za typickou technologii se považuje nízko zatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrientů doplněné o terciální stupeň čištění včetně srážení fosforu, eventuelně o o dávkování externího substrátu pro denitrifikaci.

S ohledem na vysoké hodnoty používaného staří aktivovaného kalu klesá podíl původně přítomných organických látek na zbytkovou hodnotu CHSK_{Cr}, naopak se začínají projevovat produkty buněčného metabolismu. Tyto látky lze odstranit koagulací s hlinitými či železitými solemi, které se používají pro srážení fosforu.

Tab. č.11: Dosažitelné hodnoty koncentrací a účinnosti pro jednotlivé ukazatele znečištění za použití nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování městských odpadních vod. (Wanner, 1996)

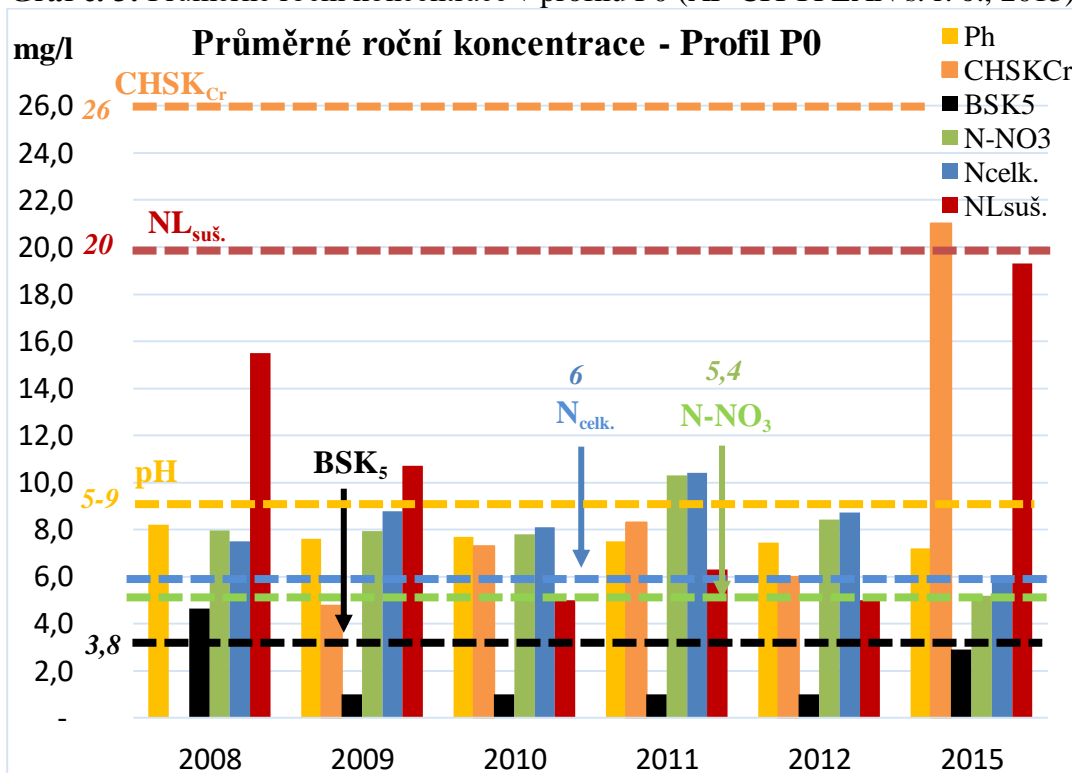
EO	Nejlepší dostupná technologie	CHSK _{Cr}		BSK ₅		N-NH ₄		Ncelk.		Pcelk.	
		průměr mg/l	Účinnost (%)	průměr mg/l	Účinnost (%)	průměr mg/l	Účinnost (%)	průměr mg/l	Účinnost (%)	průměr mg/l	Účinnost (%)
2001–10 000 (letní období)	Nízko zatěžovaná aktivace se stabilní nitrifikací a se simultánním srážením fosforu + mikrosíta či jiná filtrace	70	80	18	90	8	80	-	-	2	75
10 001 – 100 000 (zimní období)	Nízkozatěžovaná aktivace s odstraňováním nutrientů + terciální stupeň včetně srážení fosforu eventuelně dávkování substrátu	60	80	14	90	-	-	14	70	1,5	80

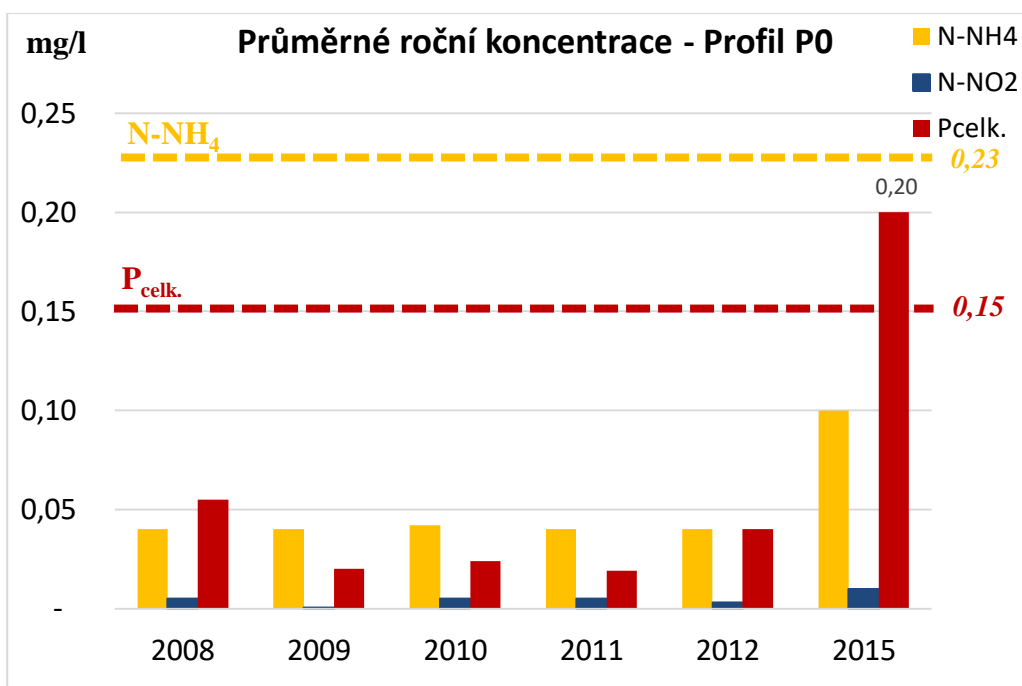
Tab. č. 12: Průměrné roční koncentrace v profilu P0 – říční km 13,0
(AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)

Rok	pH	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N _{celk.}	P _{celk.}	NL _{suš.}
	[—]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2008	8,20	-	4,65	0,04	0,005	7,96	7,50	0,055	15,50
2009	7,61	4,77	1,00	0,04	0,001	7,94	8,78	0,020	10,70
2010	7,70	7,30	1,00	0,042	0,005	7,80	8,10	0,024	5,00
2011	7,50	8,30	1,00	0,04	0,005	10,30	10,40	0,019	6,30
2012	7,46	6,00	1,00	0,04	0,003	8,43	8,73	0,04	5,00
2015	7,20	21,00	2,90	0,10	0,010	5,20	6,00	0,20	19,3

2008 - hodnoty jsou z července a prosince

Graf č. 3: Průměrné roční koncentrace v profilu P0 (AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)



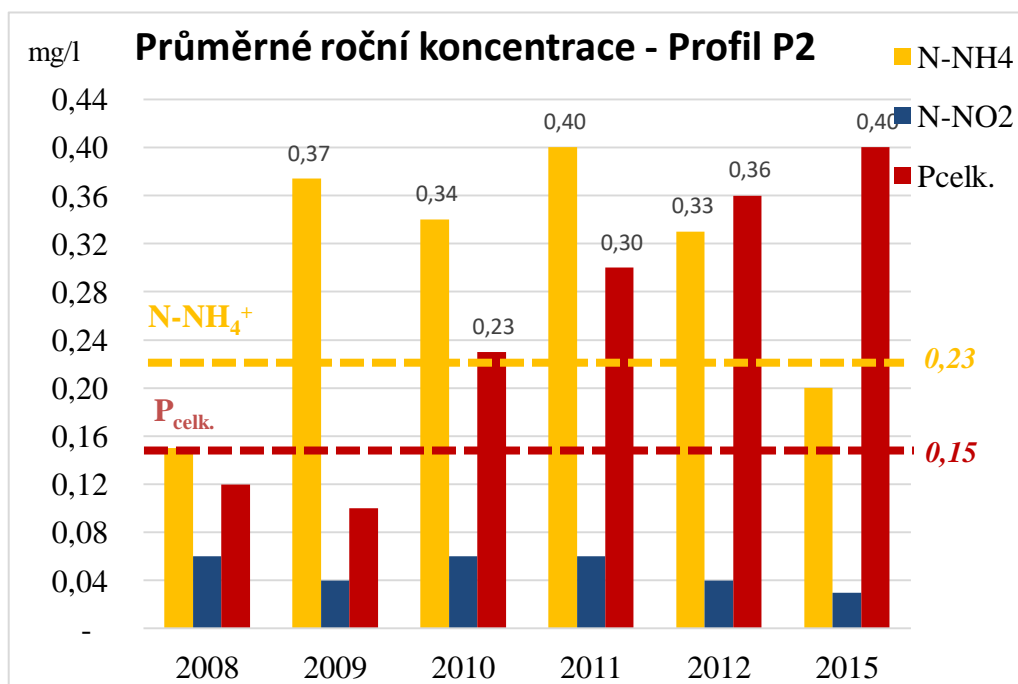
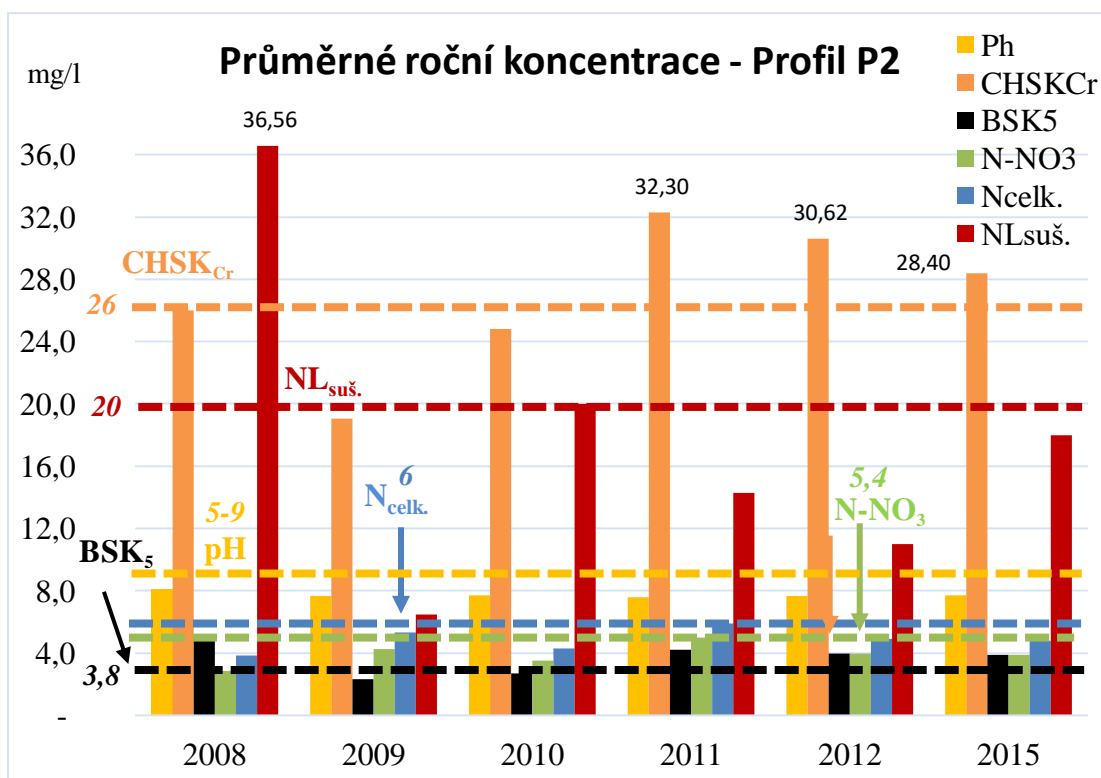


Profil P0 se nachází v prameništi Únětického potoka v Kněževsi. Roku 2008 byla překročena hodnota BSK₅. Od roku 2008-2012 byly překročeny hodnoty dusičnanů. V roce 2009-2012 byly splněny požadavky na pro ukazatele pH, BSK₅, CHSK_{Cr}, N-NH₄⁺, celkový fosfor a nerozpuštěné látky. V roce 2015 došlo k mírnému překročení fosforu a nerozpuštěných látek. Ostatní ukazatelé jsou v normě. Profil P0 je ze všech odběrných profilů nejčistší.

Tab. č. 13: Průměrné roční koncentrace v profilu P2 – říční km 11,9

Rok	pH	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N _{celk.}	P _{celk.}	NL _{suš.}
	[—]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2008	8,07	26,00	4,80	0,15	0,06	2,86	3,83	0,12	36,56
2009	7,68	19,07	2,31	0,37	0,04	4,25	5,31	0,10	6,49
2010	7,70	24,80	2,70	0,34	0,06	3,50	4,30	0,23	20,00
2011	7,60	32,30	4,20	0,40	0,06	5,00	5,90	0,30	14,30
2012	7,66	30,62	3,99	0,33	0,04	3,96	4,90	0,36	10,99
2015	7,70	28,40	3,90	0,20	0,03	3,90	4,80	0,40	18,00

Graf č. 4: Průměrné roční koncentrace v profilu P2 (AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)



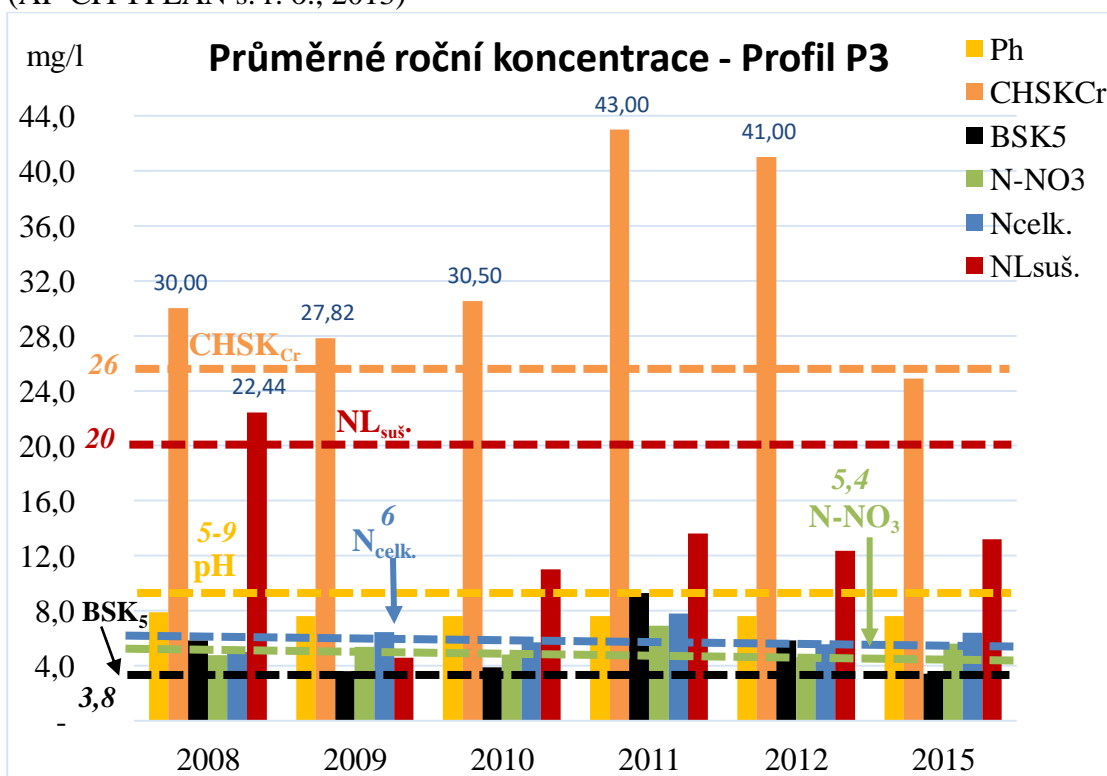
Profil P2 reprezentuje jakost vody v Únětickém potoce před zaústěním odtoku z ČKV + ČOV Sever. V roce 2008 byla překročena hodnota BSK₅, a hodnota NL_{suš} byla překročena o skoro dvojnásobek hodnoty přípustného znečištění. Od roku 2009–2012 byla překročena hodnota N-NH₄. Od roku 2010–2012, 2015 narůstala v průběhu let překračovaná hodnota celkového fosforu. V letech 2011, 2012 a 2015

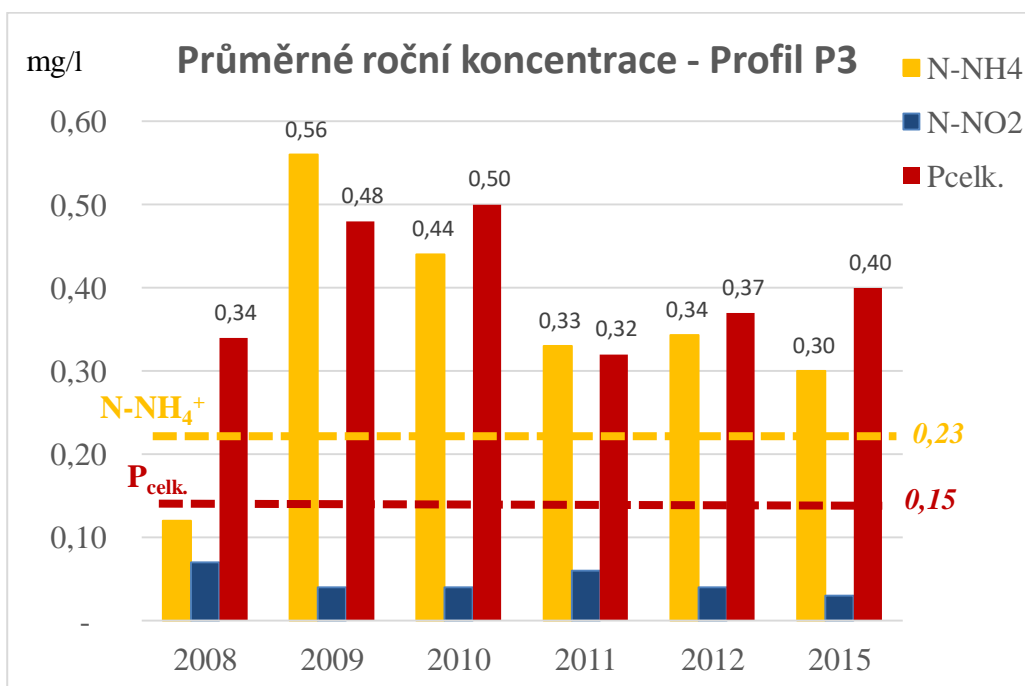
byla překročena hodnota $CHSK_{Cr}$. Roku 2008, 2011 a 2015 byla překročena hodnota BSK_5 . V roce 2012 došlo ke zvýšení hodnoty u $CHSK_{Cr}$, BSK_5 , $N-NH_4$ a $P_{celk.}$. V roce 2015 došlo k mírnému překročení pro $CHSK_{Cr}$, BSK_5 a $P_{celk.}$. Od roku 2010 si můžeme všimnout, že stoupá koncentrace fosforu, a to o skoro trojnásobek hodnoty. Myslím si, že rok 2009 byl nejvíce ustálený v hodnotách ukazatelů základní fyzikálně chemické kvality vody u profilu P2.

Tab. č. 14: Průměrné roční koncentrace v profilu P3 – říční km 11,6 (AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)

Rok	pH	$CHSK_{Cr}$	BSK_5	$N-NH_4$	$N-NO_2$	$N-NO_3$	$N_{celk.}$	$P_{celk.}$	$NL_{suš.}$
	[—]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2008	7,87	30,00	5,85	0,12	0,07	4,76	5,00	0,34	22,44
2009	7,62	27,82	3,59	0,56	0,04	5,38	6,43	0,48	4,60
2010	7,60	30,50	3,90	0,44	0,04	4,80	5,70	0,50	11,01
2011	7,60	43,00	9,30	0,33	0,06	6,90	7,80	0,32	13,60
2012	7,60	41,00	5,80	0,30	0,04	4,60	5,60	0,40	12,30
2015	7,60	24,90	3,40	0,30	0,03	5,60	6,40	0,40	13,20

Graf č. 5: Průměrné roční koncentrace v profilu P3 (AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)



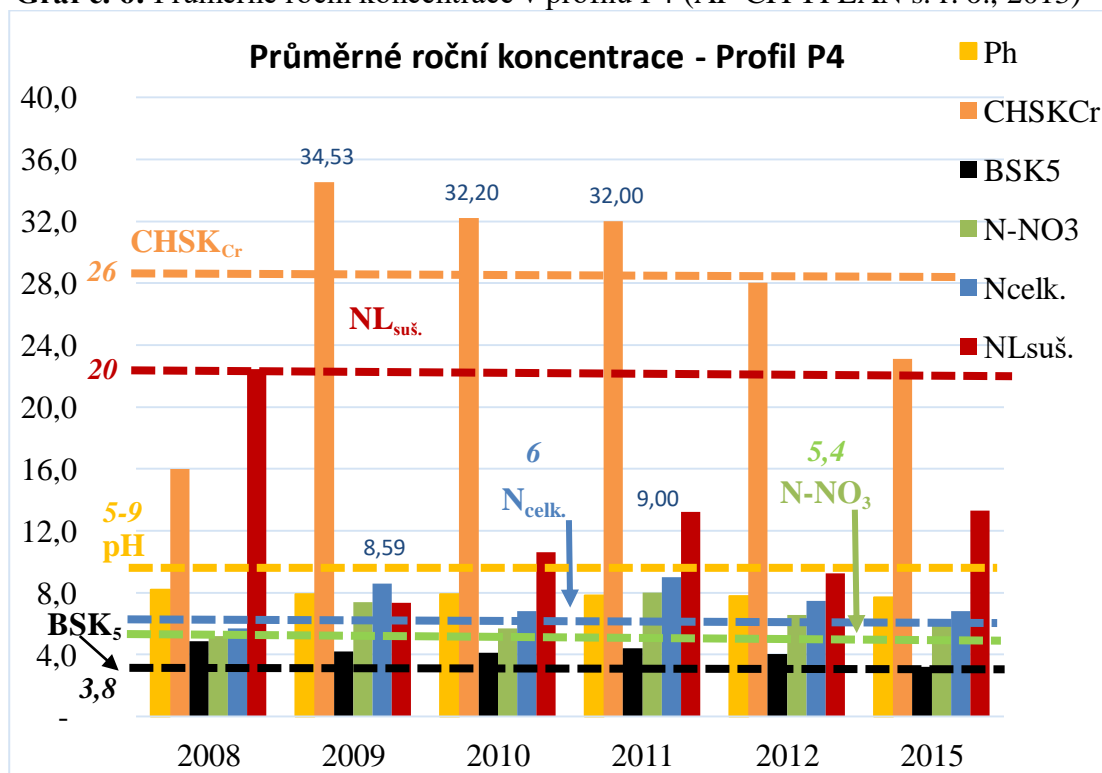


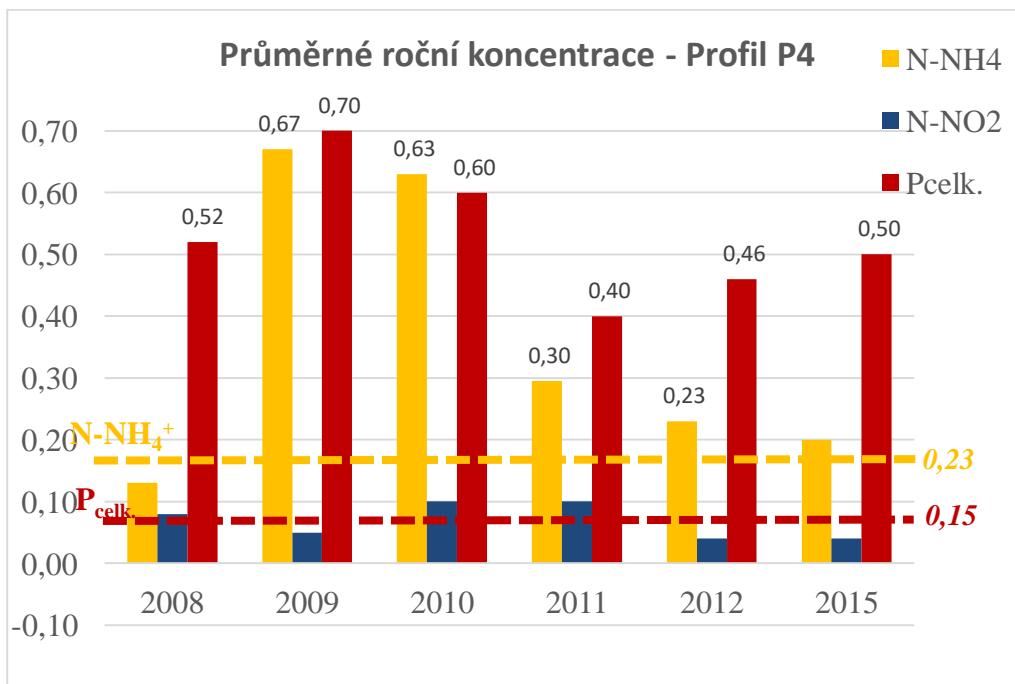
Profil P3 reprezentuje jakost vody v Únětickém potoce, která je již ovlivněna ČKV+ČOV Sever. V roce 2008 byla překročena hodnota NL. Roku 2008, 2010-2012 nebyly splněny požadavky pro BSK₅. V letech 2011 a 2015 nebyly splněny požadavky pro ukazatel N-NO₃. Celkový dusík byl překročen v roce 2009, 2011 a 2015. Od roku 2008-2012 byl překročen ukazatel CHSK_{Cr}. V roce 2009-2012,15 došlo k překročení hodnoty u N-NH₄. Ve všech letech byla překročena koncentrace celkového fosforu. V roce 2015 došlo k významnému poklesu koncentrace CHSK_{Cr}. Nejvýznamnějším překročení hodnoty je celkový fosfor, jehož koncentrace přesahuje hodnotu trojnásobek.

Tab. č. 15: Průměrné roční koncentrace v profilu P4 – říční km 7,6 (AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)

Rok	pH	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N _{celk.}	P _{celk.}	NL _{suš.}
	[—]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2008	8,17	16,00	4,85	0,13	0,08	5,17	5,67	0,52	22,44
2009	7,88	34,53	4,18	0,67	0,05	7,38	8,59	0,70	7,33
2010	7,90	32,20	4,10	0,63	0,10	5,70	6,80	0,60	10,60
2011	7,80	32,00	4,40	0,295	0,10	8,00	9,00	0,40	13,20
2012	7,80	28,10	4,00	0,20	0,04	6,60	7,50	0,30	9,30
2015	7,70	23,10	3,20	0,20	0,04	5,90	6,80	0,50	13,30

Graf č. 6: Průměrné roční koncentrace v profilu P4 (AF-CITYPLAN s. r. o., 2013)

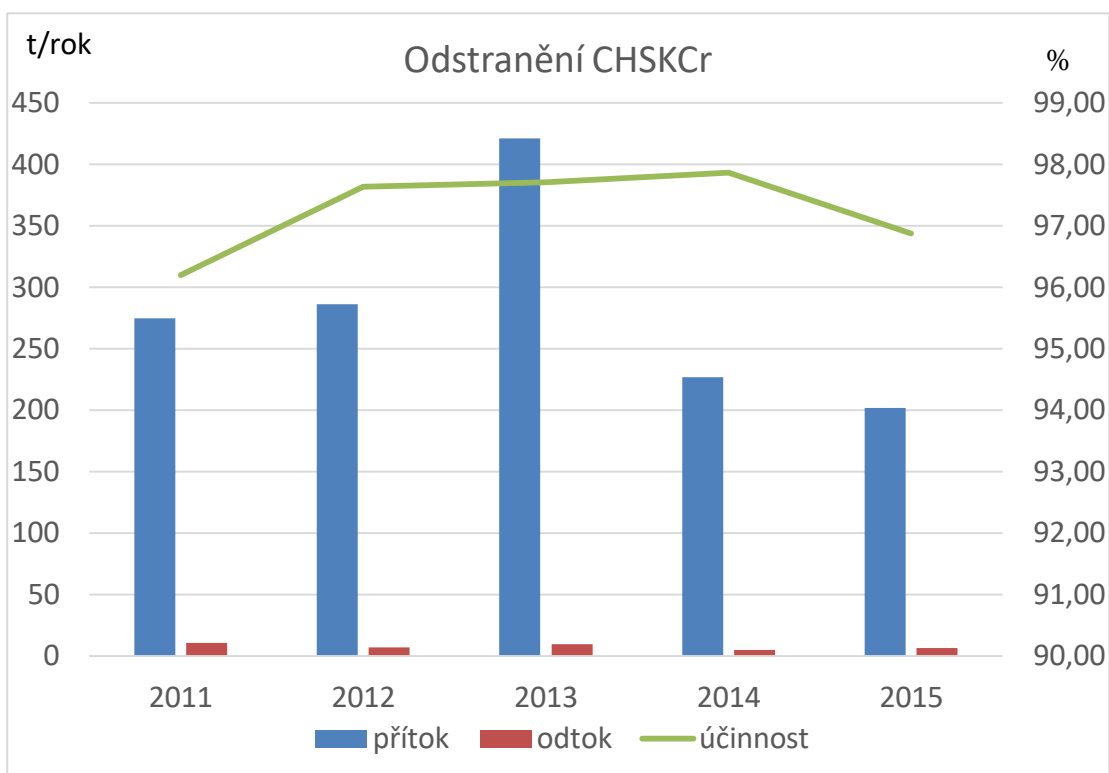




Profil P4 představuje uzávěrný profil, kde se projevují všechny bodové zdroje znečištění. V horní části Únětického potoka se nachází ČOV Tuchoměřice. ČKV+ČOV Jih čistí odpadní vody, které pak následně vypouští do Kopaninského potoka. V horní části Kopaninského potoka se nachází ČOV Přední Kopanina. Dále zde dochází k soutoku Kopaninského potoka (ČKV+ČOV Jih, ČOV Přední Kopanina) s Únětickým potokem (ČKV+ČOV Sever, ČOV Tuchoměřice) V letech 2009-2012 došlo k překročení hodnoty $CHSK_{Cr}$. Od roku 2008-2012 byla překročena koncentrace BSK_5 . V letech 2009 až 2011 docházelo k překročení ukazatele $N-NH_4$. od roku 2009 až po rok 2015 byla překročena hodnota přípustného znečištění u dusičnanů. Ve všech letech byla překročena koncentrace celkového fosforu. V roce 2015 je patrný pokles koncentrací prakticky u všech problematických ukazatelů. Za významné, lze znovu považovat překročení celkového fosforu, jehož koncentrace dosahuje trojnásobku. Jakost vody je rovněž ovlivněna vypouštěním vyčištěných odpadních vod z ČOV Tuchoměřice a ČOV Přední Kopanina.

Tab. č. 16: Vývoj odstraňování CHSK_{Cr} na ČKV +ČOV Sever

Rok	CHSK _{Cr}		Účinnost
	přítok	odtok	
2011	274,424	10,453	96,19
2012	286,084	6,785	97,63
2013	420,702	9,667	97,70
2014	226,412	4,835	97,87
2015	201,642	6,299	96,88

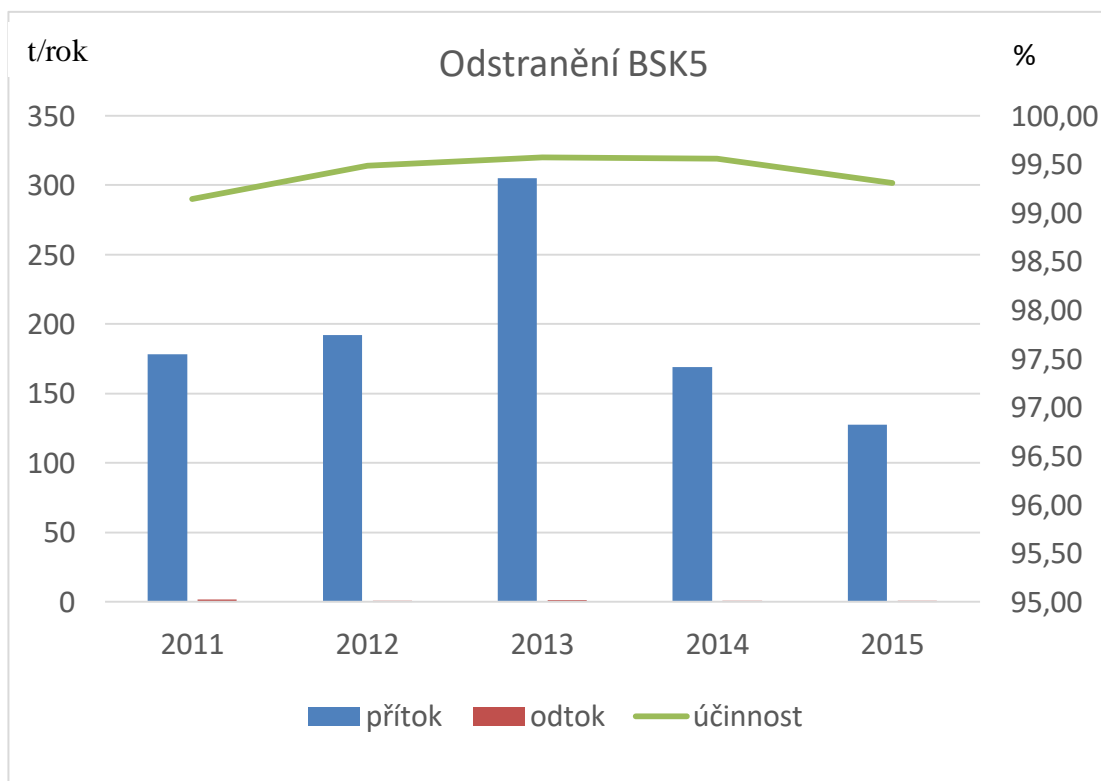
Graf č.5 Odstranění CHSK_{Cr}

Účinnost odstraňování CHSK_{Cr} je na vysokém stupni účinnosti čištění. Od roku 2011 se pohybovala mezi od 96 % do skoro 98 %. Nejvyšší účinnost čištění je v roce 2014 a to 97,87 %. U ukazatele CHSK_{Cr} je minimální přípustná účinnost čištění na 75 %.

Tab. č. 17: Vývoj odstraňování BSK_{Cr} na ČKV +ČOV Sever

Rok	BSK ₅		Účinnost
	přítok	odtok	
2011	178,239	1,523	99,15
2012	192,268	0,984	99,49
2013	304,845	1,311	99,57
2014	168,870	0,745	99,56
2015	127,508	0,882	99,31

Graf č.5 Odstranění BSK₅

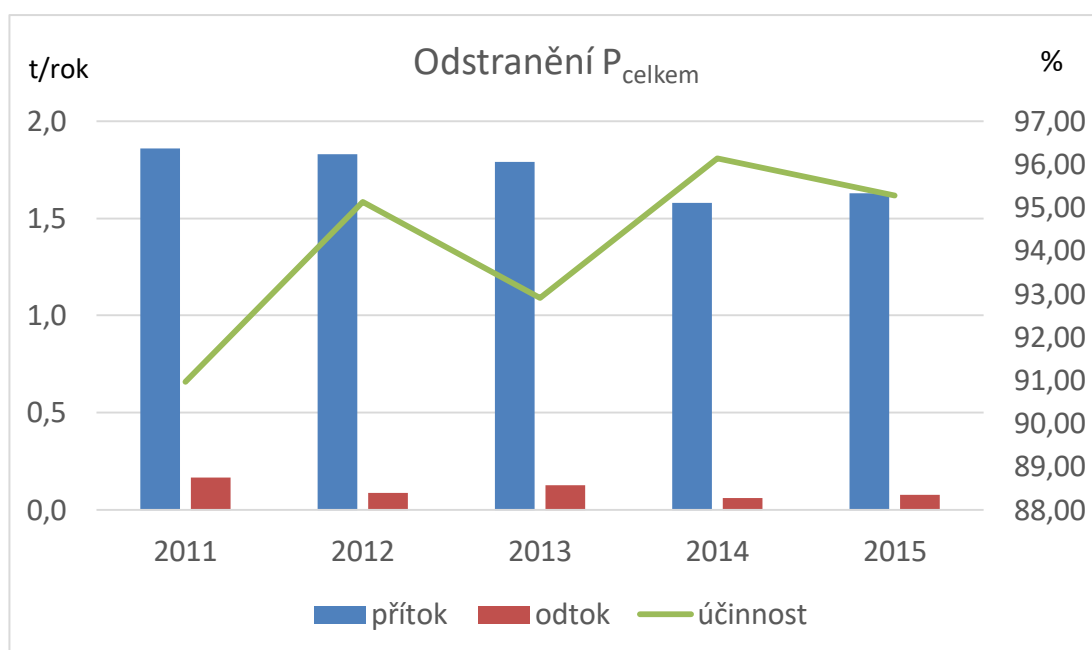


Účinnost odstranění BSK₅ je na vysokém stupni účinnosti čištění. Od roku 2011 se pohybovala mezi 99 %. U ukazatele BSK₅ je minimální přípustná účinnost čištění na 85 %.

Tab. č. 18: Vývoj odstraňování P_{celkem} .

Rok	P_{celkem}		Účinnost
	přítok	odtok	
2011	1,860	0,168	90,97
2012	1,829	0,089	95,13
2013	1,791	0,127	92,91
2014	1,579	0,061	96,14
2015	1,628	0,077	95,27

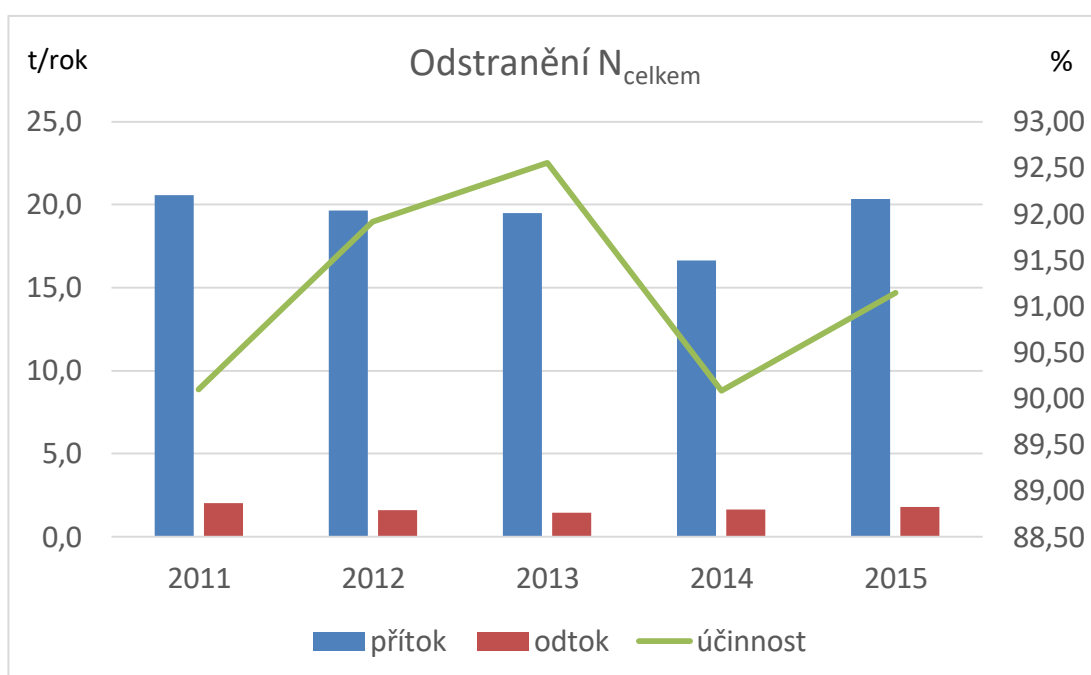
Graf č. 6: Odstraňování P_{celkem}



Účinnost odstranění P_{celkem} je na vysokém stupni účinnosti čištění. Nejvyšší účinnost čištění byla dosažena v letech 2012 a 2015 okolo 95 %. U ukazatele P_{celkem} je minimální přípustná účinnost čištění na 80 %.

Tab. č. 19: Vývoj odstraňování N_{celkem}

Rok	N_{celkem}		Účinnost
	přítok	odtok	
2011	20,582	2,038	90,10
2012	19,659	1,590	91,91
2013	19,509	1,453	92,55
2014	16,634	1,650	90,08
2015	20,323	1,800	91,14

Graf č. 7: Odstraňování N_{celkem} 

7 Diskuze

Ve vodním hospodářství jsou kladeny vysoké nároky na čištění odpadních vod a jejich následné vypouštění do vodního toku (recipientu). Za zdravý vodní tok lze považovat koryto, které se svým stavem blíží stavu přirozenému. Myslím si, že ČKV+ČOV Sever se potýká s obrovskými koncentracemi znečišťujících látek, zejména v ukazatelích $CHSK_{Cr}$, BSK_5 , $N_{celk.}$ a $P_{celk.}$, které dokáže vyčistit s vysokou účinností. Bakalářská práce se zabývá vlivem vypouštěných vyčištěných odpadních vod z ČKV+ČOV Sever na jakost povrchových vod v Únětickém potoce. Posouzení kvality vody bylo prováděno společnostmi AQUA-CONTACT Praha, v. o. s. a AF-CITYPLAN a. s.

Snaha o snížení spotřeby rozmrazovacích kapalin na letištích jsou v rozporu s bezpečností letecké dopravy, která je prvořadá. Cílem je tedy hledání kompromisů. Vývoj u rozmrazovacích kapalin směřuje k optimalizaci dávky a recyklaci aktivovaných glykolů.

Regulace u kapalin na letištích, dokázala vytlačit některé dříve používané rozmrazovací směsi na bázi močoviny, z důvodů vlivu na ŽP, která bývá toxická k vodním organismům. Na druhou stranu byla pro malá letiště levný a snadno skladovatelný prostředek. Výsledkem regulace jsou vyšší restriktce na skladování, kvalitu, použití prostředků a množství odpadních vod.

Došlo k posunu k účinnějším směsným či čistě mravenčanovým prostředkům, které však vyžadují vyšší aditivaci. Prostředky bez aditiv by neprošly náročným certifikačním řízením. Vývoj v ČR ukázal, že pro alkalizované roztoky propylenglykolu může být výhodné použití inhibitorů.

Aditivované roztoky octanu draselného jsou nepoužívanějším prostředkem na letištní plochy. Moderní rozmrazovací prostředky na bázi mravenčanů mají vyšší účinek, avšak vyšší agresivitu vůči materiálu. Propylenglykol a etylenglykol spotřebují velké množství rozpuštěného kyslíku. Kapaliny na bázi octanu a mravenčanu draselného představují nejmenší zátěž pro ŽP, z důvodů dobré biologické rozložitelnosti.

Někteří výrobci sázejí na nízký účinek aditiv na ŽP. Jiní však prohlašují, že středně toxická aditiva vykonávají několik funkcí najednou a v případě náhrady vícero látkami méně toxickými by kombinovaná toxicita byla vyšší. (Jiríček, Ivo & kol. 2007, in litt.)

V USA se používá k odmrazování propylenglykol, etylenglykol, případně

močovina a typ octanu nebo mravenčanu. Letiště Dayton zakázalo etylenglykol a močovinu. Dayton, Denver, Pittsburg používají výhradně propylenglykol. výhradě užívá propylenglykol. Letiště Denver Salt Lake City, Pittsburg zahájili recyklaci glykolu, z důvodů návratnosti investice.

Každý úspěšný kontrolní odmrazovací systém by se měl skládat z redukce zdrojů, souboru kontrol a nakládání/recyklace zdrojů.

Biologický stav toku závisí zejména na ročním obdobím. Zpracované výsledky se odebíraly v letním a podzimním obdobím u fytoentosu. Výsledky u bentického společenstva se odebíraly v jarním a podzimním období, výjimkou je pouze rok 2008 kdy jarní období bylo nahrazeno letním obdobím. Výsledků se porovnávaly se stupnicí hodnocení čistoty vody dle normy ČSN 75 7221.

Fytoentos od roku 2008-2010 v profilu P3 indikoval Znečištěnou vodu třídy III. U profilu P2 roku 2011 byla také indikována Znečištěná voda třídy III. V profilu P0 byla indikována Velmi čistá voda třídy I.

Bentické společenstvo indikuje Znečištěnou vodu třídy III. u profilu P0 v roce 2009 a 2015. U profilu P0 je indikována v roce 2010 a 2015 Znečištěná voda třídy III. U profilu P3 v roce 2010,2012 a 2015 je opět indikována Znečištěná voda třídy III. U profilu P4 je pouze v roce 2015 indikována Znečištěná voda třídy III. Roku 2009 je dokonce indikována Velmi čistá voda v podzimním období. Ostatní hodnoty přípustného znečištění u fytoentosu a bentického společenstva indikují Čistou vodu třídy II.

V profilu P0 byly překročeny koncentrace celkového dusíku, dusičnanového dusíku, celkového fosforu a BSK₅. V profilu P2 byly překročeny hodnoty CHSK_{Cr}, BSK₅, amoniakální dusík a celkový fosfor. V profilu P3 byly překročeny hodnoty ukazatelů CHSK_{Cr}, BSK₅, amoniakálního dusíku, dusičnanového dusíku, celkové dusíku, celkového fosforu a nerozpuštěných látek. V profilu P4 byly překročeny ukazatele u CHSK_{Cr}, BSK₅, celkového dusíku a fosforu a amoniakálního dusíku.

Odstraňování v ukazatelích CHSK_{Cr}, BSK₅, celkového fosforu a dusíku je na vysokém stupni účinnosti čištění. Od roku 2011-2015 u CHSK_{Cr} se pohybuje mezi 96-97 %. U BSK₅ je účinnost na 99 %. U P_{celkem} se pohybuje od 90-95 %. U N_{celkem} je účinnost odstraňování mezi 90-92 %. Účinnost čištění vypouštěných odpadních vod je nadprůměrná.

Vody Montour Run jsou mineralizované, tvrdé a zásadité. Vody byly

znehodnocené kovy jako je železo, mangan a hliník. Dále došlo k znehodnocení vysokými koncentracemi BSK₅ a zvýšeným obsahem amoniakálních koncentrací díky odmrazovacím operacím. U Únětického potoka v roce 2008 došlo k překročení imisních limitů u kovů jako jsou Kadmium = 0,003, Kobalt = 0,010 a Rtuť = 0,0003 dle nařízení vlády nařízení vlády 61/2003 Sb. ve znění n. v. 23/2011 Sb.

8 Závěr a přínos práce

V mnoha zemích je čistá voda považována za samozřejmost a často se s ní plýtvá, proto je důležité si uvědomit její rostoucí význam, správné využívání a její ochranu. Od roku 2015 se ČR neustále potýká s problémy sucha, které mají zásadní vliv na ČOV. Proto je důležité podporovat opětovné využívání vyčištěných odpadních vod.

Technologie čištění odpadních vod na ČKV+ČOV SEVER je na vysoké úrovni. Vzhledem ke kvalitě vody před zaústěním ČOV SEVER a vodnatosti Únětického potoka, je obtížné splnění požadavků na vyšší koncentrací některých ukazatelů, např. dusíku a celkového fosforu.

Na základě výsledků provozního monitoringu jakosti vody v Únětickém potoce lze konstatovat, že plnění hodnot od roku 2008-2015 jsou nejvíce problematické v ukazatelích celkového fosforu a dusíku v celém povodí. V Únětickém potoce lze vyzorovat postupné zhoršení jakosti vody nad místem vypouštění vod z ČKV+ČOV Sever, (mezi profilem P0 A P2) což naznačuje možný vliv plošných a bodových zdrojů znečištění nad profilem P2. U profilu P4 je kvalita vody ovlivněna především ČOV Tuchoměřice, která se nachází na Únětickém potoce, ale i ČOV Přední Kopanina, která leží na Kopaninském potoce.

Ve své práci jsem se zaměřila na porovnávání odmrazovacích prostředků se zahraničními autory. Zhodnocení chemické stavu toku na profilu P3 se zahraničním Montour tokem v Pensylvánii.

Zásadní změnou v technologii biologického čištění je stále se rozšiřující okruh použití membránové technologie k separaci kalu místo klasických dosazováků. (Radoslav Šorm, 2019, in litt.)

Na ČOV Sever jsou použity nejlepší dostupné technologie v oblasti kvality vody.

9 Citovaná literatura

- (1) AF-CITYPLAN, 2013: Celkové zhodnocení provozního monitoringu Únětického a Kopaninského potoka za období 2009–2012, Posouzení vlivu Letiště Praha – Ruzyně na ekologické stav vodních toků, Praha, 50 s. „nepublikováno“. Dep.: Letiště Praha a. s.
- (2) Arnika, ©2004: Evropská vodní charta (online) [cit. 2018.05.04], dostupné z <<https://arnika.org/evropska-vodni-charta>>.
- (3) AWAS International GmbH, ©2019: Oil Separator for industrial applications - AWAS Galaxie Tower (online) [cit. 2019.08.04], dostupné z <<https://www.awas.de/en/products/oil-and-fuel-separator/>>.
- (4) AWAS, 2018: *De-Icing Wastewater Treatment Process description: Awas-Wastewater Treatment Plant*. Awas, Germany, 20 s.
- (5) Bindzar, J., 2009: Základy úpravy a čištění vod. VŠCHT, Praha, 251 s.
- (6) Bremer, K., 2003: The three RS Reduce, Recover and Recycle. Airport Magazine., P. -1-7.
- (7) Cenia, ©2009: Kvalita povrchových vod v České republice a jejich vývoj (online) [cit. 2018.07.12], dostupné z <<http://cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/%24pid/MZPMSFT33PSN/%24FILE/vody.pdf>>
- (8) Český svaz vědeckotechnických společností, 2007: Vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací, Klub techniků, Praha, 50 s., ISBN 978-80-02-01975-6.
- (9) Hellstein, ©2018: Co jste možná nevěděli o odpadních vodách, její rizika i přínos pro člověka (online) [cit. 2018.10.19], dostupné z <<https://www.hellstein.cz/jak-vznika-odpadni-voda-a-jeji-slozeni>>.
- (10) Jiříček, I., Macák, J., Janda V., Pazderová M., & Malý P., 2007: Deicing Agents and Their Impact at Airports. Chemical Lists 101., P. 391-396.
- (11) Komínková, D., 2008: Provozní monitoring Únětického a Kopaninského potoka v období červenec - prosinec 2008. Letiště Praha a. s., Sýkořice, 103 s. "nepublikováno". Dep. Letiště Praha a. s.
- (12) Koryak, M., Stafford, L., Reilly, R., Hoskin, R. & Haberman, M., 1998: The Impact of Airport Deicing Runoff on Water Quality and Aquatic Life in a Pennsylvania Stream (online) [cit. 2019.01.12], dostupné z

<<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02705060.1998.9663621>>.

- (13) Kovář, L., 2008: Tajemství vody. H & H, Jinočany, 192 s., ISBN 978-80-7319-079-8
- (14) Letiště Praha, ©2018: Životní prostředí ochrana vod (online) [cit. 2018.06.04.], dostupné z < <https://www.prg.aero/ochrana-vod>>
- (15) Letiště Praha, 2018: Koncepce rozvoje ČKV + ČOV Sever a Jih. Letiště Praha, Praha, 12 s.. "nepublikováno". Dep.: Letiště Praha a. s.
- (16) Mericas, D., 1992: The Deicing Dilemma: Balancing Safety, Environmental Impact, and Regulatory Compliance at Airports, Limno-Tech, Inc., Michigan, 8 s. "nepublikováno". Dep.: Limno- Tech, Inc.
- (17) Město Roztoky, ©2019: Únětický potok (online) [cit. 2018.10.04.], dostupné z < <https://www.roztoky.cz/uneticky-potok>>
- (18) Multimediální ročenka životního prostředí, ©2008: Povrchové vody (online) [cit. 2018.06.04.], dostupné z < <http://www.vitejtenazemi.cz/slovník/index.php?article=147>>
- (19) MZE, © 2009-2019: Vodní rámcová směrnice 2000/60/ES (online) [cit. 2018.05.04], dostupné z < <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/>>
- (20) Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. In: Zákony pro lidi.cz (online). © AION CS 2010-2019 [cit. 1. 4. 2019]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401#f5732943>>
- (21) Nováková, I., 2016: Provozní řád ČKV + ČOV Sever pro trvalý provoz. Letiště Praha, Praha, 171 s. "nepublikováno". Dep.: Intranet Letiště Praha a. s.
- (22) Obr. č. 1: Čistírny odpadních vod v povodí Únětického potoka a Kopaninského potoka (www.mapy.cz upravila Číperová, 2018)
Obr. č. 2: Situační schéma areálu ČKV + ČOV Sever (www.mapy.cz upravil Čípera, 2018)
Obr. č. 3: AWAS - Technologie čištění odpadních vod (AWAS, 2018)
Obr. č. 4: Seznam odběrových míst (www.mapy.cz upravila Číperová)
- (23) Poradme.se, ©2018: Saprobita (online) [cit. 2018.04.18], dostupné

z < <http://poradme.se/index.php/Saprobita>>

- (24) Sojka, J., 2004: Malé čistírny odpadních vod. ERA, Brno, 98 s., ISBN 80-86517-80-2.
- (25) Strnadová, N., & Janda, V., 1999: Technologie vody I., Fakulta technologie a ochrany prostředí, Praha, 226 s. ISBN 80-7080-348-7.
- (26) Switzenbaum, M., Veltman, S., Mericas, D., Wagoner, B., & Schoenberg, T., 2000: Best management practices for airport deicing stormwater. Chemosphere 43, P. 1051-1062.
- (27) Šinták, J., Šorm, R., 2012: Nová retenční nádrž na ČOV + ČKV Sever, letiště Praha Ruzyně. Český Aeroholding, Karlovy Vary, 60 s. "nepublikováno". Dep.: AQUA-CONTACT Praha.
- (28) Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod. In: Zákony pro lidi.cz (online). © AION CS 2010-2019 [cit. 2018. 10.04.]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-98#f4196184>
- (29) Wanner, J., 1996: Terciální čištění odpadních vod v návaznosti na použití BAT. In: Pečenka, M., XIII. ročník semináře Nové metody a postupy při provozování Čistíren odpadních vod.: NOEL, Moravská Třebová, S. 34 - 36. ISBN 80-860-2056-8.
- (30) Woodford, C., 2006: Water pollution An introduction to cause m effects, solution(online) [cit. 2018.11.04.], dostupné z <<https://www.explainthatstuff.com/waterpollution.html>>
- (31) Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) In: Zákony pro lidi.cz (online). © AION CS 2010-2019 [cit. 1. 4. 2019]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254#f2214205>>
- (32) Zelinka, Z., & Formánek, Z. 2005: Úpravny vody. ERA group, Brno, 68 s. ISBN 80-7366-036-9.