

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta životního
prostředí**

**VYHODNOCENÍ PROVOZU ČISTÍRNY
ODPADNÍCH VOD KARLOVARSKÝCH
MINERÁLNÍCH VOD a.s. V ZÁVODĚ
MATTONI – KYSELKA (ZPRACOVÁNÍ
JIŽ EXISTUJÍCÍCH DAT)**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Diplomant: Bc. Jan Ježek

2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Marcely Synáčkové, CSc., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Karlových Varech dne 25. dubna 2012

Bc. Jan Ježek

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat paní Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za velmi kvalitní odborné vedení a mnoho dobrých rad a připomínek. Také děkuji své rodině za zázemí, které mi poskytli v době přípravy diplomové práce i celého studia.

Abstrakt

Cílem diplomové práce „Vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod Karlovarských minerálních vod a.s. v závodě Mattoni – Kyselka“ je zpracování existujících dat z přítoku a odtoku ČOV a vyhodnocení provozu v letech 2009 – 2011.

Součástí práce je uvedení historie čištění odpadních vod, platné legislativy z oblasti čištění odpadních vod, základního popisu procesů čištění především průmyslových odpadních vod a vyskytující se problémy při jejich čištění.

V další části diplomové práce jsou popsány technické údaje ČOV Mattoni – Kyselka, včetně grafických příloh a na základě měření průtoků a chemických rozborů je posouzeno plnění emisních limitů daných v integrovaném povolení, dále výpočet účinnosti čištění pro jednotlivé kvalitativní ukazatele a zhodnocení současného zatížení čistírny. Součástí práce je i návrh na optimalizaci provozu ČOV.

Klíčová slova:

Čištění odpadních vod, technologické procesy, účinnost čištění, ukazatele znečištění.

Resume

The purpose of this diploma thesis “The Evaluation of the Operation of the Karlovarské minerální vody, a.s. Company’s Waste Water Treatment Plant in its Mattoni – Kyselka Facility” is to process the existing data from the inflow and outflow of the treatment facility and the evaluation of its operation in 2009 – 2011.

An overview of the history of waste water treatment forms a part of the thesis, as well as an overview of the valid legislation related to waste water treatment, a basic description of the cleaning processes, especially for industrial waste water, and the problems occurring in its cleaning and treatment.

Technical data of the waste water treatment plant of Mattoni – Kyselka, including graphic appendices, is provided in the next part of the thesis; compliance with the emission limits stipulated in the integrated licence is evaluated on the basis of the measuring of flow-through and chemical analyses, along with a calculation of the effectiveness of cleaning for the individual qualitative indicators, and an evaluation of the current load of the treatment facility. A proposal for optimization of the treatment facility operation forms a part of the work as well.

Keywords:

Waste water treatment, technological processes, effectiveness of treatment, pollution indicators.

Zkratky:

BSK₅ – biochemická spotřeba kyslíku pětidenní,

CHSK_{Cr} – chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným,

ČIŽP – OOV – Česká inspekce životního prostředí oddělení ochrany vod,

ČOV – čistírna odpadních vod,

DN – průměr potrubí,

EO – ekvivalentní obyvatelé,

KMV a.s. – Karlovarské minerální vody a.s.,

MŽP – ministerstvo životního prostředí,

NL – nerozpuštěné látky,

PAL – povrchově aktivní látky,

PET – polyethylentereftalát, termoplast ze skupiny polyesterů

PVC – polyvinylchlorid; umělá hmota,

RAS – rozpuštěné anorganické soli,

SBR – Sequencing Batch Reactor, technologie vsádkového reaktoru

VaK Karlovy Vary – Vodárny a kanalizace Karlovy Vary,

Obsah:	1. Úvod.....	8
	2. Cíle práce a metodika.....	10
	2.1 Cíle práce.....	10
	2.2 Metodika.....	10
	3. Zpřehlednění problematiky čištění průmyslových odpadních vod.....	11
	3.1 Čištění odpadních vod v legislativě.....	11
	3.1.1 Legislativa ČR.....	11
	3.1.2 Legislativa EU.....	18
	3.2 Charakteristika čištění odpadních vod.....	18
	3.2.1 Historie čištění odpadních vod.....	19
	3.2.2 Co jsou to odpadní vody.....	21
	3.2.3 Dělení odpadních vod.....	22
	3.2.4 Průmyslové odpadní vody.....	22
	3.2.5 Proces čištění odpadních vod.....	24
	3.3 Problematika čištění odpadních vod.....	30
	4. Technické údaje ČOV Mattoni – Kyselka.....	32
	4.1 Historie ČOV	32
	4.2 Technické údaje ČOV.....	33
	4.2.1 Zpracování a využití kalu z ČOV.....	40
	4.3 Parametry ČOV.....	42
	4.4 Složení odpadních vod přitékajících do ČOV.....	44
	4.5 Povolení k vypouštění odpadních vod z ČOV.....	52
	4.6 Složení finálního odtoku z ČOV.....	55
	5. Vyhodnocení provozu ČOV Mattoni – Kyselka.....	59
	5.1 Koncentrace tenzidů.....	62
	5.1.1 Tenzidy.....	62
	5.1.2 Tenzidy v ČOV Mattoni - Kyselka.....	63
	5.2 Intenzifikace a optimalizace ČOV Mattoni – Kyselka.....	67

6. Diskuse.....	69
7. Závěr.....	72
8. Použitá literatura.....	73
9. Přílohy.....	75

1. Úvod

Už od pravěku člověk využívá přírodu ve svůj prospěch. Využívá její prostředí, zdroje a bohatství. Některé zdroje čerpáme nenávratně, jiné vracíme přírodě zpět. A voda je jedním z těchto zdrojů, který využijeme a z velké míry ho přírodě vrátíme. Nikdy jí ale nevracíme v takovém stavu, jakou jsme si ji vzali. Naštěstí se postupem času klade stále vyšší důraz na ochranu životního prostředí, zlepšuje se jak přístup člověka k přírodě, tak mechanické postupy, jimiž si můžeme pomáhat, a tak se kvalita vody, kterou vracíme zpět do přírody, stále zlepšuje.

Odpadní vody produkované průmyslovými závody a provozovnami představují největší zdroj znečištění přírodních vod, do nichž jsou vypouštěny buď přímo, nebo prostřednictvím veřejných kanalizací jako městské odpadní vody. Proto je potřebné věnovat jim pozornost přiměřenou jejich významu, neboť jsou nezanedbatelným faktorem, ovlivňujícím životní prostředí.

Průmyslové odpadní vody jsou charakterizované různorodým složením, protože existují rozmanité výrobní procesy, v jejichž průběhu jsou produkovány. Této různorodosti charakteru odpadních vod musí adekvátním způsobem odpovídat metody jejich čištění, zahrnující postupy fyzikální, chemické i biologické, od nichž je vyžadována nejen potřebná účinnost, ale i ekonomická přijatelnost.

Rozdíl v přístupu k čištění odpadních vod je vidět i v literatuře, v knize Čížek P., Herel F., Koníček Z. (1970), *Stokování a čištění odpadních vod* je uvedeno, že biologické čištění má hlavní význam v péči o čistotu vod v hustě zalidněných státech. Tam, kde odpadní voda ústí do velkých toků postačí jen hrubé předčištění, protože biologický stupeň čištění zvyšuje zbytečně investiční a provozní náklady a úlohu biologického čištění může převzít vodní tok nebo vodstvo oceánu. Již o 26 let později Hlavínek P., Novotný D. (1996) v knize *Intenzifikace čistíren odpadních vod* pojednává o následcích zvýšené přítomnosti celkového dusíku a fosforu ve vypouštěných vodách:

- toxicita amoniaku na vodní organismy, především na ryby,
- zvýšené náklady na úpravu znečištěné vody pro výrobu pitné vody a nebezpečí tvorby karcinogenních sloučenin,
- dusičnany v pitné vodě jsou pak nebezpečné zejména pro kojence,

- eutrofizace povrchových vod se všemi negativními jevy jako je především růst řas a sinic způsobují nadměrnou zrátu kyslíku a nežádoucí změny ve vodní populaci.

V posledních letech je tedy cílem dosáhnout postupného omezování ekologické zátěže vod na ekologicky přijatelnou úroveň s ohledem na zajištění udržitelného využívání povrchových vod pro výrobu pitné vody.

Pro svoji diplomovou práci jsem si vybral téma „Vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod Karlovarských minerálních vod a.s. v závodě Mattoni - Kyselka“. Jedná se o biologickou čistírnu odpadních vod střední velikosti, sloužící pro stáčírnu minerálních vod Mattoni.

2. Cíle práce a metodika

2.1 Cíle práce

Cílem DP práce je: „Vyhodnocení provozu ČOV v závodě Mattoni - Kyselka“. Provést popis funkce čistírny, posoudit zda stávající ČOV vyhovuje množství a kvalitě odpadních vod do ní přitékajících, zda vyhovuje normám pro čištění odpadních průmyslových vod a zhodnocení plnění emisních limitů daných integrovaným povolením.

2.2 Metodika

Při zpracovávání diplomové práce bylo postupováno tímto způsobem:

- kompletace odborné literatury zabývající se čištěním odpadních vod,
- návštěva podniku KMV a.s. a vyžádání potřebných podkladů a materiálů,
- návštěva ČOV Mattoni – Kyselka, za účelem osobní prohlídky, získání informací od technologa, vodohospodáře a obsluhy ČOV a pořízení fotodokumentace,
- zpracování obecných informací o procesu čištění odpadních vod na základě získané literatury,
- zpracování technických údajů o ČOV Mattoni – Kyselka na základě provozního řádu a dalších poskytnutých podkladů od provozovatele,
- zpracování průtoků na ČOV Mattoni - Kyselka,
- zhotovení tabulek a grafů na základě kopií laboratorních protokolů z akreditované laboratoře VaK Karlovy Vary z přítoku a odtoku do ČOV s posouzením plnění emisních limitů,
- posouzení účinnosti čištění jednotlivých ukazatelů podle ČSN 75 6401,
- zhotovení schématu ČOV Mattoni – Kyselka,
- vyhodnocení provozu a závěr.

3. Zpřehlednění problematiky čištění průmyslových odpadních vod

3.1 Čištění odpadních vod v legislativě

3.1.1 Legislativa ČR

Vodní zákon č.254/2001 Sb. v platném znění.

- Především hlava V díl 5 ochrana jakosti vod § 38 až § 42.

§ 38 – Odpadní vody

(1) Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.

(3) Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k **nejlepším dostupným technologiím** v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod. Kdo vypouští důlní vody do vod povrchových nebo podzemních podle zákona o ochraně a využití nerostného bohatství, může tak činit pouze způsobem a za podmínek, které stanoví vodoprávní úřad.

(4) Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit **objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění** a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu. Vodoprávní úřad tímto rozhodnutím stanoví místo a způsob měření objemu a znečištění vypouštěných odpadních vod a četnost předkládání výsledků těchto

měření. Odběry a rozbory ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání.

§ 39 – Závadné látky

(1) Závadné látky jsou látky, které nejsou odpadními ani důlními vodami a které mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Každý, kdo zachází se závadnými látkami, je povinen učinit přiměřená opatření, aby nevníkly do povrchových nebo podzemních vod a neohrozily jejich prostředí.

§ 40 – Havárie

(1) Havárií je mimořádné závažné zhoršení nebo mimořádné závažné ohrožení jakosti povrchových nebo podzemních vod.

- Hlava X díl 1 § 89 až § 92 poplatky za vypouštění odpadních vod, evidence, rozbory a kontrola znečištění odpadních vod.

§ 89 - Poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových

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

§ 91 – Sledování, měření a evidence znečištěných odpadních vod

(1) Pro účel stanovení výše poplatků je znečišťovatel, kterému vznikla poplatková povinnost podle tohoto zákona, povinen u každého zdroje a výpusti sledovat koncentraci znečištění ve vypouštěných odpadních vodách v příslušných ukazatelích, měřit objem vypouštěných odpadních vod a vést o tomto sledování a měření provozní evidenci podle jednotlivých ukazatelů znečištění. Znečišťovatel odpovídá za správnost zjištění zdrojů znečišťování vypouštěných odpadních vod, stanovení koncentrace znečištění podle příslušných ukazatelů znečištění, měření objemu vypouštěných odpadních vod a vedení provozní evidence. Veškeré podklady k vedení provozní evidence je znečišťovatel povinen uchovávat po dobu 5 let.

- **Příloha č. 2 – Sazba poplatku**

Poslední novela vodního zákona (150/2010 Sb.), účinná od 1. srpna 2010 přinesla zásadní změny v oblastech spadajících do kompetence Ministerstva

životního prostředí a Ministerstva zemědělství ČR. Pokusila se tak reagovat na potíže dlouhodobě avizované aplikační praxí a realizoval se jí další pokus o dokončení transpozice Rámcové směrnice o vodách a dalších souvisejících směrnic.

„Jedním z nejdůležitějších v novele je proces ohlašování, který by měl umožnit vypouštění odpadních vod do vod povrchových i do vod podzemních. Jde o proces, který by měl probíhat přiměřeně, podle stavebního zákona. I když základní náležitosti ohlášení stanoví vodní zákon, obecné náležitosti vyplývají právě z obecného zákona“, uvedla Veronika Vytejková z ministerstva životního prostředí.

(<http://www.tretiruka.cz/news/watenvi-novela-vodniho-zakona-upravuje-vypousteni-odpadnich-vod/>)

Vyhláška č. 293/2002 Sb. v platném znění o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových v platném znění.

Tato vyhláška především vymezuje zdroje znečišťování, postup pro určování znečištění obsaženého v odpadních vodách, metody měření ukazatelů znečištění, zjišťování průměrné koncentrace znečištění a ročního objemu vypouštěných odpadních vod. Definiuje i provádění odečtu množství znečištění podle § 90 odst. 6 vodního zákona a provádění měření objemu vypouštěných odpadních vod a náležitosti provozní evidence.

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod v platném znění.

Toto nařízení mimo jiné vymezuje:

- **Průmyslové odpadní vody** – jako odpadní vody uvedené v části B přílohy č. 1 k tomuto nařízení, jakož i odpadní vody v této části přílohy neuvedené, jsou-li vypouštěny z výrobních nebo jim obdobných zařízení.
- **Stanovení emisních limitů v § 6** – jako nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.

(1) Pokud jsou odpadní vody vypouštěny z jednoho zdroje znečištění více výpustmi, stanoví vodoprávní úřad emisní limity pro každou z nich.

(2) Vodoprávní úřad stanoví v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových emisní limity kombinovaným přístupem maximálně do výše emisních standardů uvedených v příloze č. 1 k tomuto nařízení. Zároveň je vodoprávní úřad vázán ukazateli vyjadřujícími stav vody ve vodním toku, normami environmentální kvality uvedenými v příloze č. 2 a 3 k tomuto nařízení a hodnocením výhledového stavu. Ovlivňují-li vypouštěné odpadní vody úsek lososových nebo kaprových vod, vodárenské nádrže nebo jiné zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody, nebo úsek povrchových vod využívaných ke koupání osob, použije vodoprávní úřad pro výpočet emisních limitů požadavky na užívání vod uvedené v tabulce 1a v příloze č. 3 k tomuto nařízení. V případě, že kombinovaným přístupem vypočtené emisní limity nemohou být dosaženy ani za použití nejlepších dostupných technologií v oblasti zneškodňování odpadních vod a z důvodu místních přírodních podmínek, stanoví vodoprávní úřad emisní limity ve výši nejpřísnějších limitů, kterých lze použitím nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod nebo v místních přírodních podmínkách dosáhnout.

(6) Při povolování vypouštění průmyslových odpadních vod do vod povrchových stanoví vodoprávní úřad emisní limity podle druhu výroby maximálně do výše emisních standardů uvedených v tabulkách 2 a 3 v příloze č. 1 k tomuto nařízení. Není-li v tabulce 2 přílohy č. 1 k tomuto nařízení uvedena hodnota emisního standardu ukazatele znečištění, může vodoprávní úřad stanovit v povolení k vypouštění průmyslových odpadních vod v odůvodněných případech pouze způsob a četnost sledování tohoto ukazatele znečištění.

(7) Vodoprávní úřad stanoví v povolení k vypouštění průmyslových odpadních vod pro jednotlivé ukazatele znečištění též jejich **nepřekročitelné hodnoty "m"**.

- **Emisními standardy v § 7** – jako nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod uvedené v příloze č. 1 k tomuto nařízení.

(1) **Emisní standardy "p"** uvedené v tabulce 1a v příloze č. 1 k tomuto nařízení, emisní standardy uvedené v tabulkách 2 a 3 v příloze č. 1 k tomuto nařízení a emisní limity podle nich stanovené vodoprávním úřadem v povolení k vypouštění odpadních vod se považují za dodržené, jestliže míra jejich překročení nepřesáhne hodnoty uvedené v příloze č. 5 k tomuto nařízení.

(2) Emisní standardy "m" uvedené v tabulce 1a v příloze č. 1 k tomuto nařízení a emisní limity "m" stanovené vodoprávním úřadem v povolení k vypouštění odpadních vod jsou nepřekročitelnými hodnotami.

(3) Emisní standardy stanovené jako roční poměrná množství vypouštěného znečištění v jednotkách hmotnosti na jednotku hmotnosti látky nebo suroviny použité při výrobě nebo výrobku, uvedené v tabulce 2 v příloze č. 1 k tomuto nařízení, a emisní limity podle nich stanovené vodoprávním úřadem v povolení k vypouštění odpadních vod jsou nepřekročitelnými hodnotami.

- **Citlivé oblasti v § 10.**

(1) Všechny útvary povrchových vod na území České republiky se vymezují jako citlivé oblasti.

(2) Emisní standardy pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech v ukazatelích znečištění celkový dusík a sloučeniny dusíku a celkový fosfor odpovídají hodnotám těchto ukazatelů znečištění uvedeným v tabulkách 1a a 1b v příloze č. 1 k tomuto nařízení.

- **Imisní standardy** jako nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění povrchových vod.

Příloha č. 3 k nařízení sestává z jedné tabulky o pěti sloupcích různých požadavků na imisní standardy. Ve sloupci "obecné požadavky" jsou uvedeny obecné imisní standardy pro různé skupiny znečišťujících látek. Ve sloupcích "kaprové vody" a "lososové vody" jsou uvedeny imisní standardy pro povrchové vody, které jsou vhodné pro život ryb a dalších vodních živočichů, ve sloupci "koupání" jsou uvedeny imisní standardy povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá využití ke koupání a ve sloupci "vodárenské účely" jsou uvedeny imisní standardy povrchových vod, které jsou nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody.

Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb. kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 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.

Rámcová směrnice 2000/60/ES v čl. 10(1) požaduje, aby všechna vypouštění odpadních vod do vod povrchových byla regulována podle tzv. **kombinovaného přístupu**. Kombinovaný přístup ke zdrojům znečištění znamená podle čl. 10 (2) uvedené směrnice zejména požadavek zavedení regulování emisí na základě nejlepších dostupných technologií nebo odpovídajících hodnot emisních limitů pro bodové zdroje znečištění a v případě difúzních zdrojů znečištění, regulování znečištění zahrnující nejlepší environmentální postupy a to nejpozději do 22.12.2012. Tam, kde dosažení imisních standardů kterékoliv směrnice vyžaduje uplatnění přísnějších podmínek, než které by vyplývaly z čl. 10 (2), musí být podle čl. 10(3) stanoveno přísnější regulování emisí. Ukazatele a hodnoty emisních a imisních standardů požadované směrnicemi ES a relevantní pro ČR byly transponovány do nařízení (viz. příloha č. 1 a příloha č. 3 k nařízení).

K dosažení hodnot imisních standardů, uvedených v tabulce 1 přílohy č. 3 k nařízení použije vodoprávní úřad podle § 6 odst. 11 nařízení od 1.1.2010 kombinovaný přístup stanovení cílových emisních limitů (viz Čl. III nařízení). Doporučený postup stanovení emisních limitů kombinovaným způsobem je podrobně popsán v samostatné metodice (příloha III k tomuto pokynu). Návrhy cílových emisních limitů stanovených kombinovaným způsobem pro určité vodní útvary mohou být součástí programů opatření nebo plánů oblastí povodí, zpracovávaných podle § 25 a 26 vodního zákona.

Zákon 76/2002 Sb. o integrované prevenci v platném znění.

Karlovarské minerální vody a.s. spadají pod působnost zákona, protože splňují objemem výroby daný přílohou 1 bod 6.4 b) a mají výrobní kapacitu větší než 300 t hotových výrobků denně (v průměru za čtvrtletí). Emisní limity pro čistírnu odpadních vod mají tedy stanovené integrovaným povolením.

Vyhláška č. 450/2005 Sb. o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků v platném znění.

Vyhláška se zabývá povinnostmi uživatelů závadných látek s cílem, aby nevnikly do povrchových nebo podzemních vod a neohrožily jejich prostředí.

Zákon 185/2001 Sb. o odpadech v platném znění.

Definuje v § 32 a 33 co je upravený kal a definuje použití kalu a povinnosti při jeho použití, smí se používat pouze upravené kaly s ohledem na nutriční potřeby rostlin, za podmínek stanovených tímto zákonem a prováděcím právním předpisem a v souladu s programem použití kalů stanoveným původcem kalů tak, aby použitím kalů nebyla zhoršena kvalita půdy a kvalita povrchových a podzemních vod.

ČSN 756401 - Čistírny odpadních vod pro více než 500 EO.

Norma platí pro navrhování čistíren odpadních vod z malých sídlišť, čistíren městských odpadních vod a odpadních vod obdobného charakteru, kde velikost zdroje celkového znečištění vyjádřeného biochemickou spotřebou kyslíku je větší než 30 kg za den.

ČSN EN 12255 (75 6403) Čistírny odpadních vod.

Norma se skládá z jednotlivých dílů, které se zabývají konkrétní problematikou čištění odpadních vod:

- díl 1 – Všeobecné konstrukční zásady,
- díl 3 – Předčištění,
- díl 4 – Primární čištění,
- díl 5 – Čištění odpadních vod v biologických nádržích,
- díl 6 – Aktivace,
- díl 7 – Biofilmové reaktory,
- díl 8 – Kalové hospodářství,
- díl 9 – Kontrola pachů a odvětrání,
- díl 10 – Zásady bezpečnosti,
- díl 11 – Všeobecné návrhové údaje,
- díl 12 – Automatizovaný způsob řízení,

- díl 13 – Čištění odpadních vod chemickým srážením,
- díl 14 – Dezinfekce,
- díl 15 – Měření standardní oxygenační kapacity v aktivační nádrži,
- díl 16 – Filtrace odpadních vod.

3.1.2 Legislativa EU

Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Tato směrnice ve svém úvodu říká že:

(1) Voda není běžný obchodní produkt, ale spíše dědictví, které je třeba chránit, střežit a podle toho s ním nakládat.

A proto mají dle článku (45) členské státy přijmout opatření k odstranění znečištění povrchových vod prioritními látkami a k postupnému snižování znečišťování dalšími látkami, což by jinak znemožnilo členským státům dosáhnout příslušných cílů pro útvary povrchových vod.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky.

Politika Společenství v oblasti životního prostředí je založena na zásadách obezřetnosti a prevence, odvracení ohrožení životního prostředí především u zdroje a na zásadě „znečišťovatel platí“.

Směrnice Rady 91/271/EHS ze dne 21.5.1991 o čištění městských odpadních vod.

Tato směrnice se týká odvádění, čištění a vypouštění městských odpadních vod a čištění a vypouštění odpadních vod z určitých průmyslových odvětví.

Cílem této směrnice je ochrana životního prostředí před nepříznivými účinky vypouštění výše uvedených odpadních vod.

3.2 Charakteristika čištění odpadních vod

Čistírny odpadních vod (ČOV) jsou zařízení, ve kterých dochází k čištění odpadních vod. Setkat se s nimi můžeme v blízkosti průmyslových a zemědělských areálů, a dále u měst a obcí, kde slouží pro úpravu vod komunálních a smíšených

(komunální s průmyslovými). Čistírny odpadních vod jsou několika typů, zvolení správného typu závisí na velikosti a typu čistírenského procesu. Velké čistírny většinou kombinují několik čistících procesů dohromady.

Základními čistícími procesy jsou:

- mechanické procesy,
- biochemické procesy,
- chemické procesy.

(http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cist%C3%ADrna_odpadn%C3%ADch_vod)

3.2.1 Historie čištění odpadních vod

První náznaky kanalizace a odvádění splaškové vody najdeme už za časů Mezopotámie. Většina větších měst starověkého Řecka a Říma byla vybavena velmi propracovanou stokovou sítí. Neznámější je Cloaca Maxima v Římě, starý kanalizační systém který sloužil k odvádění odpadní vody z města a k vysoušení mokřin. V Knóssosu byla objeveny koupelny, splachovací záchody a dokonce trojitá oddílná kanalizace.



Obr. 3.1 – Odpadní kanály na Krétě – Knóssos

(zdroj:http://img2.rajce.idnes.cz/d0203/0/823/823106_690651acca05f3eb0d5790edc50493e8/images/knossos_kanalizace.jpg)

U nás se ve středověku za dob hradů a zámků používalo k odvádění fekálií zařízení, po francouzsku zvané prevét. Jednalo se o suchý záchod, z něhož fekálie vypadávaly přímo na hradby.

Zápach a mor šířící se z otevřených koryt vedoucích splašky centry měst vedl k výstavbě uzavřených zděných kanalizací. Velký rozvoj vodovodů a stokových sítí u nás nastal se vznikem republiky.

Všechna odpadní voda (splašková i průmyslová) byla vypouštěna bez jakékoliv úpravy do vodních toků a to mělo za následek zhoršení kvality vody v řekách a vodních nádržích.

(Marshalek, 1986)

V roce 1906 je u nás v Praze v Bubenci vybudována první čistírna odpadních vod s parní strojovnou. Strojní zařízení této čistírny je dodnes funkční.

Naše republika však investovala do průmyslu a do obrany a na životní prostředí zapoměla. Po druhé světové válce u nás bylo 51 čistíren, avšak potřeba byla vyčíslena na 912 čistíren. Toto vedlo k zřízení Komise pro péči o čistotu vody, která vznikla roku 1948 a začala pracovat na prvním Státním vodohospodářském plánu.



Obr. 3.2 – ČOV Praha Bubeneč

(zdroj: http://www.railman.cz/obrazky/foto/vystavy/kanaly2010/kanaly2010_097.jpg)

Výsledkem bylo napojení více obyvatelů na stokovou síť a výstavba nových čistíren odpadních vod. V roce 1970 u nás je postaveno již okolo 800 čistíren.

Dříve, než byla v Karlových Varech vybudována stoková síť, byly odpadní vody shromažďovány v jímkách u domů, nebo se vypouštěly do řeky Teplé. V osmdesátých letech 19. století se začali v centru budovat kanalizační sběrače, které

měli snížit přímé odtékání splašků do řeky Teplé, a zlepšit tak hygienu v centru města. V devadesátých letech začalo město s výstavbou oddílné kanalizace, která byla budována s využitím všech tehdy dostupných poznatků. Splaškové vody byly z centra odváděny do kmenové stoky, která vedla podél řeky Ohře a ústila do ní v Drahovicích, v místě kde dnes stojí Karlovarská čistírna odpadních vod. (Broncová, 2002)

Ta byla vystavěna v letech 1961 až 1967. Do roku 1982 bylo na tuto čistírnu napojeno 80 tisíc EO, odpadní vody z lázní, mlékárny, pivovaru a porcelánky ve Staré Roli. Na toto množství ovšem čistírna nebyla vybudována a musela být přestavěna a rekonstruována. (Broncová, 2002)

Obec Kyselka, v níž se nachází závod Mattoni, začala budovat kanalizaci v roce 1965, v roce 1990 byla kanalizace rozšířena a postavila se čistírna odpadních vod. Následně byla ještě kanalizační síť v roce 1997 rekonstruována.

3.2.2 Co jsou to odpadní vody

Odpadní vody jsou vody, jejichž kvalita byla zhoršena lidskou činností, jsou to 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 nich 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. (Zákon č. 254/2001 Sb., Vodní zákon)

Tab. 3.1 - Látky znečišťující vodu

rozpuštěné	organické	biologicky rozložitelné (cukry, mastné kyseliny)
		biologicky nerozložitelné (azobarviva)
	anorganické	těžké kovy, sulfidy
nerozpuštěné	organické	biologicky rozložitelné (škrob, bakterie)
		biologicky nerozložitelné (papír, plasty)
		usaditelné (celulosová vlákna)
		neusaditelné (bakterie, papír)
	anorganické	usaditelné (písek, hlína)
		neusaditelné (brusný prach)

3.2.3 Dělení odpadních vod

- Odpadní vody splaškové – produkuje obyvatelstvo, je to cca 90 l/den na osobu, jsou to odpadní vody z domácností a sociálních zařízení – kuchyně, závody, umývárny. Mají obvykle šedé až šedohnědé zakalení a jejich teplota se většinou v našich podmínkách pohybuje od 5 °C do 20°C.
- Odpadní vody městské – jsou vody splaškové smíchané s průmyslovými odpadními vodami (pivovarské, mlékárenské odpadní cody atd.).
- Odpadní vody průmyslové – odpadní vody produkované různými průmyslovými závody.

3.2.4 Průmyslové odpadní vody

Odpadní vody produkované jednotlivými průmyslovými závody představují největší zdroj znečištění přírodních vod do nichž jsou vypouštěny ať už přímo nebo prostřednictvím veřejných kanalizací.

Tak jak je mnoho oborů průmyslové výroby, tak je rozmanité složení průmyslových odpadních vod. S vývojem technologie se nám mění i složení průmyslových odpadních vod, některé složky se přestanou vyskytovat, jiné se objeví. Látky obsažené v průmyslových vodách jsou na rozdíl od splaškových vod ve výrazně odlišných koncentracích. Čistírny odpadních vod se tak musí přizpůsobit nejen kolísání koncentrace ale množství vody přitékající odpadní vody. Podle charakteru znečišťujících látek se průmyslové vody dělí na převážně anorganicky znečištěné a převážně organicky znečištěné. (Čížek & kol., 1970)

Ve většině průmyslových odvětví se vyskytuje několik druhů vod, které se významně liší svými vlastnostmi.

Nejčastěji se vyskytující jsou:

- technologické odpadní vody,
- chladicí se vody,
- splaškové vody,
- srážkové vody ze znečištěných ploch,
- srážkové vody z neznečištěných ploch,
- podzemní vody z hydrologických systémů ochrany.

Nejvíce znečištění většinou obsahují technologické odpadní vody, kde se voda dostává do styku s výrobky v průběhu výrobního procesu.

Technologické vody mohou obsahovat v různých kombinacích:

- organické látky biologicky rozložitelné,
- organické látky biologicky nerozložitelné, přitom netoxické,
- toxické organické a anorganické sloučeniny,
- ropné látky,
- anorganické rozpuštěné soli (neutrální),
- anorganické rozpuštěné látky s kyselým nebo zásaditým chováním (kyseliny nebo louhy a obdobně reagující soli),
- vyšší koncentrace anorganických živin (rozpuštěné sloučeniny dusíku nebo fosforu),
- nerozpuštěné látky organické a anorganické,
- radioaktivní látky,
- tepelné znečištění,
- mikrobiologické znečištění.

(Fadrus & Sojka, 1996)

Průmyslové odpadní vody vypouštěné do stokových soustav a čistíren městských odpadních vod musí být podrobeny předčištění, které je vyžadováno za účelem:

- ochrany zdraví obsluhy stokových soustav a čistíren,
- zajištění, že stokové soustavy, čistírny odpadních vod a související zařízení nebudou poškozeny,
- zajištění, že nebude ohrožen provoz čistíren odpadních vod a zneškodňování kalů,
- zajištění, že vypouštění z čistíren nebude nepříznivě ovlivňovat životní prostředí, nebo za účelem předcházení tomu, že recipienty nebudou vyhovovat jiným směrnici Společenství,
- zajištění, že kaly lze bezpečně zneškodňovat způsobem pro životní prostředí přijatelným.

(Dohányos & kol., 2004)

3.2.5 Proces čištění odpadních vod

Tab. 3.2 - Čisticí procesy

mechanické procesy	cezení (česle)
	usazování (usazovací nádrže)
	centrifugace (centrifugy)
	flotace (flotační nádrže)
	filtrace (pískové filtry, síta)
chemické a fyzikálně chemické procesy	čiření (koagulace a srážení)
	neutralizace, oxidace a redukce
	sorpční procesy (aktivní uhlí)
	extrakce (fenol)
	odpařování, spalování (silně konc. odpadní vody)
	vyvážení (např. NH ₃)
	procesy založené na výměně iontů
biologické procesy aerobní	biologické filtry
	aktivační proces
	stabilizační nádrže a laguny
biologické procesy anaerobní	metanizace (vyhňívání)

Před zvolením způsobu čištění nutné provést podrobnou rozvahu a analýzu celého výrobního procesu proto jsou nutné diagramy výroby, látkového a hydraulického zatížení a musíme vzít do úvahy i budoucí rozvoj dané výroby.

Až poté následuje zpracování technické a ekonomické analýzy a výběr technologie a až nakonec zpracování vlastní projektové dokumentace (výpočty množství vody a znečištění, dimenzování ČOV, výpočty pro jednotlivé části čistírny jako jsou česle, lapáky písku, homogenizační nádrže, neutralizační nádrže, aktivační nádrže atd.). (Henze & kol., 2002)

Mechanické procesy

Cezení

Cezení se používá v procesu předčištění k odstranění hrubých látek a nečistot z čištěné odpadní vody. Nejčastěji jsou k tomu používány česle a síta, pracující na systému prolévání vody skrze různé průliny, či otvory, ve kterých se zachytávají nečistoty.

Základní dělení:

- hrubé cezení – zde se zachytávají nečistoty o velikosti 5 – 20 cm, zde jsou nejvíce uplatňované česle,
- jemné cezení - síta a mikrosíta slouží pro zachycení menších nečistot, které nezachytí hrubé cezení.

Cezení dále můžeme rozdělit dle mechanizace:

- automaticky shrabovaná česle a síta – z těchto zařízení jsou nečistoty odstraňovány automaticky,
- ručně shrabovaná česle a síta - z těchto zařízení se nečistoty odstraňují ručně.

Nečistoty zachycené na česlech nebo sítích se nazývají shrabky. Jsou hygienicky velmi závadné. Tyto shrabky jsou pak pomocí kontejnerů vyváženy většinou na skládku, nebo jsou spalovány či kompostovány.

Usazování

Usazování probíhá v usazovacích, neboli sedimentačních nádržích. Jsou to většinou betonové, výjimečně kovové nádrže ve tvaru písmene U. V zakalené vodě, která je do nádrže přiváděna, sedimentuje kal na dno, odkud je pomocí čerpadel čerpán, nebo stírán ze dna a následně využíván v kalovém hospodářství čistírny odpadních vod. Odkalené voda poté přepadem odtéká do dalšího čistícího procesu nebo do recipientu.

Velmi důležitou roli v projektování usazovací nádrže hraje umístění přítoku a odtoku, tak aby se ve vodě netvořily víry a zkratové proudy.

Centrifugace

Centrifugace probíhá v centrifugách, a slouží k oddělení pevných látek pomocí odstředivé síly. Využívá se v případech, kdy částice ve vodě mají dlouhou dobu sedimentace, nebo nesedimentují téměř vůbec.

Flotace

Proces, v němž se pevné látky spojují s mikrobublinami plynu za pomoci flotačního činidla, vznikají flotační komplexy, které jsou vynášeny k hladině. Odtud jsou ve formě pěny jímány, sušeny a dále zpracovány.

Filtrace

Zde se používají nádrže či nádoby, ve kterých je umístěn filtrující materiál, skrz který protéká čištěná voda, a nečistoty se zachycují v celé vrstvě materiálu.

Filtraci můžeme rozdělit na:

- beztlakovou – pískové nádrže, jimiž volně protéká voda
- tlakovou - uzavřené nádoby, skrze něž je pod tlakem proháněna voda

Filtrační materiál jen jednou začas propírán a zbavován zachycených nečistot. Filtrace většinou slouží jako poslední čistící proces před vypouštěním do recipientu.

(Hammer & Hammer, 2012)

Chemické a fyzikálně chemické procesy

Číření

Čistící proces, v němž dochází k odstraňování jemných suspenzí tím, že se za pomoci koagulace a flokulace spojují ve větší částice. Vzniká hrubá disperze, kterou můžeme odstranit mechanickými způsoby (usazování, filtrace).

Čířením pomocí síranu železnatého, síranu hlinitého, chloridu železitého a dalších organických flokulantů odstraňujeme z vody především zbarvující složky nečistot.

Neutralizace, oxidace a redukce

U průmyslových odpadních vod se většinou střídá kyselý a zásaditý charakter. K vyrovnání pH vhodného pro následující čistící procesy slouží především homogenizační nádrž, kde se veškerá přitékající voda smíchává a je provzdušňována vzduchem, tak aby se vytvořila jednotná emulze. Voda je následně přečerpávána do takzvané neutralizační nádrže, kde je měřeno její pH a dle těchto rozborů je do této nádrže dávkován chemický přípravek pro vyrovnání pH. Jedná se většinou o kyselinu sírovou nebo louh.

Extrakce

Extrakce je chemický proces, při němž z vody dostáváme látku, která je v ní hůře rozpustitelná tím, že do ní přidáme jinou kapalinu, která se s vodou nesmísí a

v níž je rozpustnost látky větší než ve vodě. Tímto způsobem rozpustíme látku v přidané kapalině, kterou následně od vody opět oddělíme.

Odpařování, spalování

Odpařování se provádí většinou ve vakuových nádobách, při sníženém tlaku a nižší teplotě. Výsledkem je čistý destilát.

Spalování probíhá většinou v pecích, nastříkovaní čištěných vod smíchaných s palivem na spaliny o vysoké teplotě.

Procesy založené na výměně iontů

Proces fungující na základě výměny iontů pomocí iontoměníčů.

Měníče iontů (ionexy) jsou vysokomolekulární látky, nesoucí na svém skeletu funkční skupiny, které jsou disociovatelné. Při disociaci těchto funkčních skupin se uvolňují jednoduché ionty, zvané protiionty, kdežto funkční skupiny jsou pak nabitý nábojem opačným. Protiionty jsou ke zbytku ionexu, nesoucího funkční skupiny, vázány nepříliš pevnými vazbami opačných elektrických nábojů a jsou za vhodných podmínek vyměnitelné za jiné ionty, obsažené ve vodném roztoku, s nímž je ionex ve styku.

Ionexy se dělí na:

- a) katexy, u nichž je protiiontem kation (nabitý kladně)
- b) anexy, u nichž je protiiontem anion (nabitý záporně)

(Malý & Hlavínek, 1996)

Biologické procesy aerobní

Biologické filtry

Zařízení s porézním povrchem, na němž se vytváří vrstva mikroorganismů, která na sebe váže nečistoty. Jde o jeden z nejpomalejších čistících procesů.

Aktivační proces

Aktivace probíhá v provzdušňované (aerované) nádrži (tzv. reaktoru), v níž dochází k procesu čištění odpadní vody za současné produkce aktivovaného kalu.

Aktivovaný kal je směsná kultura mikroorganismů (konkrétně bakterií, hub, plísní, prvoků, kvasinek, červů) v podobě suspenze. Z aktivační nádrže odtéká směs vyčištěné odpadní vody a kalu do dosazovací nádrže, v níž se oddělí vyčištěná voda od kalu. Takto vyčištěná voda jde buď do recipientu, nebo na další stupeň čištění. Část zahuštěného aktivovaného kalu je z dosazovací nádrže vracena zpět do aktivační nádrže (recirkuluje). Je tak udržována provozní koncentrace aktivovaného kalu v nádrži ($2\text{--}5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). (Olsen & Newell, 1999)

Pro vzdušňováním se do aktivačních nádrží neustále přivádí kyslík. Nejčastěji se provzdušňuje stlačeným vzduchem (jemnobublinná aerace). Někdy se používají povrchové aerátory – kesenery, oběžná kola. Aerací je současně obsah nádrže promícháván a dochází k dokonalému kontaktu aktivního kalu a odpadní vody. Podrobnosti jsou v ČSN 75 6401 a ČSN 75 6402.

Ve vstupních prostorech ČOV určitý druh bakterií provádí denitrifikaci, což je přeměna dusíkatých látek na N_2 . V aktivačním prostoru dochází k oxidaci amoniakových iontů (NH_4^+) na dusičnanové (NH_3) za přispění jiného druhu mikroorganismů a hovoříme o nitrifikaci. Pokud do aktivačních nádrží přitékají odpadní vody v přiměřeném množství a s nepříliš vysokou hodnotou BSK_5 , vzniká v aktivačních nádržích tzv. stabilizovaný kal. Stabilizovaný kal nepodléhá dalším biologickým procesům a lze jej bez problémů odvážet na skládky. Pokud tomu tak není, musí se kal stabilizovat ve vyhnívacích nebo stabilizačních nádržích. Přetěžování aktivačních nádrží vede k technologickým problémům (až zhroucení systému). Aktivační systémy mají řadu variant. Společnou vlastností je nízké zatížení kalu a vysoké stáří kalu. Za moderní jsou považovány systémy s dělením biologického stupně na více částí (denitrifikace, regenerace kalu, selektor). Aktivační systémy mohou pracovat kontinuálně (průtočně) nebo diskontinuálně (systémy SBR). Aktivace se stává nejpoužívanějším způsobem čištění odpadních vod pro nízkou pořizovací cenu a vysokou účinnost čištění 90 až 95 %. Hodí se pro objekty trvale obydlené. Aktivace je citlivá na nárazové zatížení. (Mueller, 2002)

Odpadní voda teče přes separaci hrubých látek (česlicový koš, denitrifikační nádrž) do provzdušňované aktivační nádrže, kde je biologicky čištěna aktivovaným kalem. Čistící schopnost aktivovaného kalu je podmíněna jemnobublinnou aerací (provzdušňováním) dmychadlem. Z aktivace voda natéká přes uklidňovací válec do dosazovací nádrže, kde aktivovaný kal klesá na dno a vyčištěná voda přepadá do

odtokového žlábků. Aktivovaný kal je vrácen (obvykle pomocí mamutky) zpět do separace hrubých látek nebo do aktivační nádrže. Do čistírny nesmějí být přiváděny dešťové a drenážní vody, neboť snižují účinnost čištění tím, že odpadní vody ochlazují a ředí. Provoz ČOV je řízen automaticky řídicím systémem. Řídicí systém spíná podle vloženého programu chod agregátů čistírny a signalizuje případnou poruchu. Program lze upravit podle skutečného zatížení čistírny. Na přání lze čistírnu vybavit několika volitelnými režimy provozu. Dmychadla bývají membránová nebo lopatková. Přerušování nátoku odpadních vod na čistírnu na dobu kratší než čtyři týdny neohrožuje její provoz (pokud provzdušňování zůstane zapnuté). Při přerušování na delší dobu je nutné čistírnu odstavit. (Chudoba & kol., 1991)

Stabilizační nádrže

Proces sloužící ke stabilizaci kalů, což je velmi důležité pro další nakládání s kalem (zpracování, využití, skládkování). Pomocí stabilizace odstraňujeme z kalu obsah organických látek, zápach a u anaerobní stabilizace se získává cenný bioplyn.

Stabilizaci můžeme rozdělit na:

- Biologickou anaerobní – probíhá v methanizačních, neboli vyhnívacích nádržích. Přitékající kal je většinou ohříván na mesofilní teplotu (27 – 45°C), při které pak probíhá vyhnívací proces. Vedlejším produktem vyhnívání je bioplyn.
- Biologickou aerobní – zde pomocí oxidačních procesů dochází k rozkladu organické hmoty obsažené v kalu.
- Chemickou – do kalu se přidává zásada (oxid vápenatý), dochází k velkému nárůstu pH a umírání patogenů.
- Termickou – jedná se většinou o vysoušení kalu.

(Hlavínek & Hlaváček, 1996)

Biologické procesy anaerobní

Metanizace

Proces vyhnívání ve stabilizačních nádržích při teplotě 27 – 45 °C. Vedlejším produktem je energeticky cenný bioplyn.

3.3 Problematika čištění odpadních vod

V procesech čištění odpadních vod vzniká mnoho problémů. Jsou způsobené složením vody přitékající do ČOV, změnami počasí, „citlivostí“ aktivačního procesu a nutností ekologicky a ekonomicky nakládat s odpady z ČOV (shrabky, kal) nebo technickou závadou.

Vody přitékající do ČOV nejsou vždy stejného složení. Můžou se zde střídát vody více zakalené, méně zakalené, kyselé a zásadité, splaškové a průmyslové. Tato problematika je v ČOV vyřešena umístěním homogenizační nádrže, kde se všechny přitékající vody za pomoci míchání a provzdušňování smíchají. Následně je voda přečerpána do neutralizační jímky, kde se změní její pH a následně je pomocí chemických přísad (kyselina sírová, močovina, louh) upravena pro další čistící procesy.

Aktivační proces je velmi citlivým problémem v čištění odpadních vod. Základ aktivačního procesu tvoří vločkotvorné organismy, které v příznivém prostředí za přidávání vzduchu vytvářejí vločky kalu, který se následně usazuje a je separován od znečištěné vody. Kvalita aktivačního procesu je dána technickou kvalitou zařízení, vlastnostmi přitékajících odpadních vod, podmínkami a také úrovní údržby ze strany obslužného personálu.

Hlavními problémy při aktivaci jsou:

- disperzní růst - bakterie aktivovaného kalu nemají možnost tvořit usaditelné vločky, může být způsoben nízkým věkem kalu, nebo složením přitékajících odpadních vod,
- tvorba neusaditelných mikrovloček – v odtokové vodě z dosazovací nádrže se vyskytuje mnoho neusaditelných částic, které pak zvyšují hodnoty BSK₅ a CHSK, důvodem bývá vysoké stáří aktivačního kalu, působení toxických látek či vysoká turbulence v aktivační nádrži,
- viskózní bytnění – aktivovaný kal se špatně zahušťuje a odvodňuje, při provzdušnění silně pění, tento problém je způsoben nedostatkem některých nutrií, působením toxických látek nebo příliš vysokým koncentračním gradientem v aktivačním systému,

- vzplývání aktivovaného kalu – dosazovací nádrže bývá pokryta vrstvou plovoucí biomasy, která zhoršuje kvalitu odtoku, příčinou je příliš vysoká koncentrace dusičnanů na odtoku z aktivace (nedostatečná denitrifikace),
- biologická tvorba pěn – vynášení biomasy z aktivační směsi směrem k hladině, pokud se pěna dostane až do dosazovací nádrže, může zhoršit kvalitu odtoku, příčinou tvorby pěny jsou povrchově aktivní látky (PAL), případně tuky nebo oleje.

(Santini & kol., 1996)

Likvidace kalu je jedním z dalších velkých problémů ČOV. Část kalu se přidává zpět do čistícího procesu, ostatní kal se lisuje a vyváží. Kalová sušina obsahuje především látky minerálního původu, písčité i hlinité, a v malé míře i látky organického původu (zbytky organismů, řasy). Jde především o látky odstraněné z upravované vody. Možnosti likvidace kalů jsou značně omezené, právě z důvodu nevhodného složení kalu. Likvidace by měla být ekologicky šetrná a co nejméně ekonomicky nákladná.

(Ambrožová, 2004)

Možnosti nakládání s kalem z ČOV jsou:

- dávkování zpět do čistícího procesu – zlepšení aktivačního procesu a usazování kalu,
- vyhnívací nádrže – anaerobní reaktory, slouží k výrobě kalového plynu – metanu, který následně slouží k vytápění, nebo výrobě elektrické energie,
- lisování, odvodnění a skladování kalu – kal je v ČOV pomocí speciálního kalového lisu slisován, vysušen a následně odvezen na skladovací místo (sklárky, staré doły a jámy, rekultivační plochy).

(Grady, 2011)

4. Technické údaje ČOV Mattoni – Kyselka

Obec Kyselka, v níž se ČOV nachází, leží v Karlovarském kraji, na levém břehu řeky Ohře, ve vzdálenosti 14 km od města Karlovy Vary.



Obr. 4.1 Umístění ČOV na mapě (zdroj: www.mapy.cz)

4.1 Historie ČOV

Provozovatelem zařízení závodu Mattoni Kyselka včetně čistírny odpadních vod jsou Karlovarské minerální vody a.s. se sídlem Horova 3, 360 21 Karlovy Vary

V roce 1995 závod Mattoni v Kyselce vyprodukoval cca 150 tisíc m³/rok odpadních alkalických vod, které byly přímo v závodě v Kyselce neutralizovány a čerpány na městskou biologickou čistírnu odpadních vod v Radošově. Tato malá čistírna však byla přetížena a tehdejší provozovatel VaK Karlovy Vary nepočítal s jejím rozšířením.

10.4.1996 Okresní úřad Karlovy Vary vydal povolení ke zřízení čistírny technologických odpadních vod v objemu 300 tisíc m³.rok⁻¹.

4.6.1998 Okresní úřad Karlovy Vary vydal souhlas ke zkušebnímu provozu ČOV.

10.2.1999 Okresní úřad Karlovy Vary vydal rozhodnutí o povolení užívání Vodohospodářského díla ČOV Mattoni v Kyselce u Karlových Varů.

4.2 Technické údaje ČOV

Stávající technologická linka ČOV je koncipována a realizována pro čištění průmyslových odpadních vod vznikajících v areálu stáčírny podzemních vod. Závod Mattoni Kyselka je potravinářským provozem zabývajícím se výrobou balených přírodních minerálních a pramenitých vod a nealkoholických nápojů s přísadou ovocných sirupů a šťáv.

Technologická linka zahrnuje stupeň hrubého předčištění přiváděných vod, egalizační nádrž, plně oxický aktivační proces, pravoúhlou podélně protékanou dosazovací nádrž a kalového hospodářství pro uskladnění, stabilizaci a odvodnění vyprodukovaného kalu. Vzhledem k povaze přiváděných odpadních vod charakterizovaných výkyvy v ukazateli pH a deficitu makronutrientů oproti organickému znečištění vod zahrnuje technologická linka stupeň neutralizace dávkováním kyseliny sírové a dávkování sloučenin dusíku a fosforu.

Je vybudována jako mechanicko – biologická čistírna pro čištění průmyslových odpadních vod.

Mechanický stupeň sestává z hrubého předčištění v čerpací jímce (sítový koš) a rotačního mikrosíta. Biologický stupeň sestává z akumulací nádrže, neutralizace, aktivace a dosazovací nádrže. Vyprodukovaný nadbytečný aktivovaný kal je uskladněn v zásobní jímce a potom je odvodňován na kalolisu. Odvodněný kal je odvážen na skládku. Vyčištěná voda je vypouštěna do recipientu Ohře v 160,1 km.

Jednotlivé objekty ČOV(viz Příloha č. 11 – Technologické schéma):

- jemné předčištění,
- akumulací nádrž,
- čerpací a neutralizační jímka,
- aktivační nádrž,
- dosazovací nádrž,
- pískový filtr,
- výpustní objekt,
- kalové hospodářství,

- ostatní objekty čistírny.

Hrubé předčištění – není součástí ČOV

Odpadní vody jsou vnitropodnikovou kanalizací přiváděny přes česlicový koš pro zachycení hrubých nečistot do čerpací jímky, umístěné v areálu výrobního závodu v Kyselce. Čerpací jímka je osazena dvojicí čerpadel o výkonu $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ jednoho stroje.

Z čerpací jímky jsou odpadní vody výtlačným potrubím PVC DN 150 přiváděny do areálu ČOV na jemné předčištění.

Jemné předčištění

Přítok odpadních vod ze závodu je zaústěn do rotačního mikrosíta síta TB 800. Světlost otvorů síta je 50 – 100 mikronů. Otvory síta jsou čištěny tlakovou vodou osmi tryskami.

Zachycené nečistoty jsou vnitřním šnekem vynášeny z prostoru vnitřního válce síta na dopravník, který je dopravuje do přistavěného kontejneru o objemu cca 200 litrů. Výkon rotačního síta je $100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, příkon motoru je 0,5 kW.



Obr. 4.1 - Rotační mikrosíto TB 800 (zdroj: vlastní foto)

Akumulační nádrž

Odpadní vody čerpané ze závodu a předčištěné na rotačním sítu přepadají do akumulární (homogenizační) nádrže o objemu 1 200 m³ a s výškou hladiny 4,5 m. Tato nádrž slouží k vyrovnání průtoku a kvality odpadních vod před jejich čerpáním přes neutralizační jímku do aktivační nádrže.

Obsah akumulární nádrže se míchá míchadlem o počtu otáček 750 za minutu, průměr vrtule je 390 mm, váha míchadla je 64 kg a příkon je 2,5 kW. Míchadlo je umístěno v místě přítoku odpadních vod do akumulární nádrže (pod rotačním sítem) na ocelové konstrukci s ručním vrátkem s lankem z antikorozi oceli umožňující jeho vytažení a nastavení směru proudění míchané kapaliny.

Dále je akumulární nádrž vybavena dvěma ponornými míchacími čerpadly FLO-JET s přísáváním vzduchu a s výtlačným difusérem o průměru trysky 63 mm.

Oxigenační kapacita každého míchacího čerpadla je 4,49 kg kyslíku za hodinu při výtlačné výšce 5 m. Příkon motoru čerpadla je 3,1 kW.

Míchací čerpadla zajišťují s míchadlem nepřetržité míchání obsahu akumulární nádrže a dodávku vzdušného kyslíku, který zabraňuje anaerobním procesům v nádrži před vstupem odpadních vod do aktivace. Dokonalá homogenizace navíc usnadňuje proces neutralizace, neboť vlivem míchání dochází k vyrovnávání kvality odpadních vod (vytváří se „průměrný“ vzorek).



Obr. 4.2 – Akumulační nádrž (zdroj: vlastní foto)

Čerpací a neutralizační jímka

Tato jímka je propojena s akumulací nádrží a slouží k neutralizaci odpadních vod a dále k jejich čerpání do aktivace. Je intenzivně míchána vzduchem (zavedena odbočka z aktivace) a hladina je snímána plovákovými spínači ovládajícími čerpadla. Neutralizační kyselina je přiváděna plastovým potrubím na hladinu vody. Neutralizace je kontrolována pH metrem a je prováděna překročí-li hodnota pH hodnotu 8,5 (hodnota pH je udržována v rozmezí 6,0 – 8,5.) Zneutralizovaná voda je čerpána jedním nebo dvěma čerpadly do mísící jímky propojené s aktivací.

Čerpání je zajištěno dvěma ponornými čerpadly o výkonu 40 m³/h při výtlačné výšce 6 m a příkonu 2 kW.



Obr. 4.3 - Čerpací a neutralizační jímka (zdroj: vlastní foto)

Aktivační nádrž

Přítok do aktivační nádrže je přes směšovací jímku, do níž jsou čerpány odpadní vody z neutralizační jímky. Dále je do ní čerpán vratný kal z dosazovací nádrže, prací voda z pískového filtru a kalová voda z kalolisu. Jsou sem též dávkovány chemikálie – odpěňovací přípravek, síran amonný a kyselina fosforečná. Jímka je intenzivně míchána vzduchem.

Vlastní aktivační nádrž je obdélníkového průřezu o délce 32 m, šířce 16 m a střední hloubce 4,625 m. V nádrži nejsou nainstalována žádná míchadla.

Na přívodní nerezové vzduchové potrubí od kompresoru k aktivační nádrži je připojeno potrubí z PVC a polyetylenu, které je rozvedeno po dně aktivační nádrže a jsou na něm nainstalovány provzdušovací elementy v množství 400 ks. Průměr elementů je 250 mm a jsou instalovány na výkon $2 - 5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ dmychaného vzduchu. Tlak dodávaného vzduchu je 6 m vodního sloupce (maximálně 12 m vodního sloupce = 10^4 Pa). Membrána provzdušovacího elementu je vyrobena z polyuretanu s vysokou hustotou a s jádrem ze skleněných vláken. Velikost bublinek vzduchu je 20 – 30 mikronů.

Jednotlivé elementy jsou umístěny na dně aktivační nádrže v 16 řadách po 25 elementech.

Obsah kyslíku v aktivační nádrži je měřen kyslíkovou sondou.

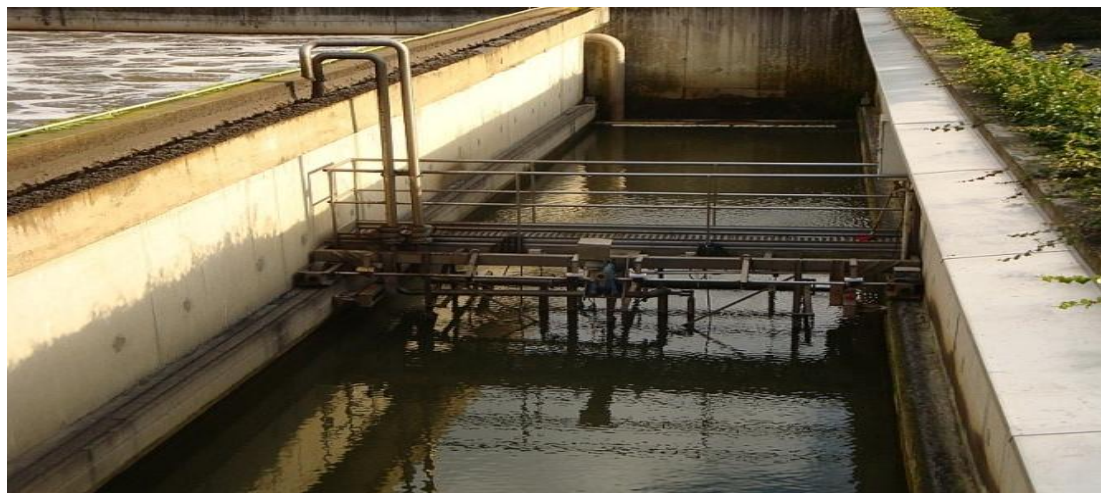


Obr. 4.4 - Aktivační nádrž (zdroj: vlastní foto)

Dosazovací nádrž

Z aktivační nádrže přepadá směs vyčištěné odpadní vody a aktivovaného kalu do podélné dosazovací nádrže. Usazený kalu je stírán pojezdovým mostem a odčerpáván ze dna dosazovací nádrže dvěma čerpadly o výkonu $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ při výtlačné výšce 6 m. Vratný kal je čerpán do postranního žlabu nádrže a samospádem odtéká do míchací jímky před aktivací. Na žlabu je odbočka pro odpouštění nadbytečného aktivovaného kalu do uskladňovací kalové jímky. V provozu je vždy jedno čerpadlo, přepínání je řízeno směrem pohybu mostu.

Vyčištěná odpadní voda odtéká z hladiny dosazovací nádrže přes přepadové hrany odtokového žlabu do vyrovnávací jímky čisté vody. Odtud odtéká buď přímo do řeky. Je zde možnost čerpání i na pískový tlakový filtr přes jímku, která je míchána vzduchem.



Obr. 4.5 - Dosazovací nádrž (zdroj: vlastní foto)

Pískový filtr

Pískový filtr byl navržen pro dočištění odpadní vody před jejím vypuštěním do recipientu. Vyčištěná odpadní voda z dosazovací nádrže se čerpá ze zásobní jímky v případě potřeby (nízká účinnost zařízení, zhoršení efektu apod.) na pískový tlakový filtr. Přefiltrovaná voda se akumuluje v jímce filtrované vody, odkud se vypouští do řeky nebo se čerpá k praní filtru. Jímka je míchána vzduchem.

Tlakový pískový filtr tvoří uzavřená válcová nádoba z pozinkované uhlíkaté oceli o průměru 2 300 mm a výšce pláště 2 600 mm. Objem tělesa nádrže je 11 m³, objem pískové náplně je 10 m³. Nádrž je vystrojena armaturou pro provoz filtru a pro jeho praní. Dále je vystrojena průlezovým otvorem a pojistným ventilem. Pro praní pískové náplně se používá přefiltrovaná voda a vzduch z okruhu aktivace.

Filtr je vybaven dvěma čerpadly o výkonu 50 m³.h⁻¹ při výtlačné výšce 27 m. Příkon čerpadla je 3,7 kW.

Dle sdělení provozovatele není pískový filtr vzhledem k malé kapacitě využíván

Měření

Měření průtoku je zajištěno pomocí indukčního průtokoměru MAG 5 000 DN 100, který je osazen na výtlačném potrubí z přečerpávací stanice odpadních vod v šachtě na přítoku vody na ČOV. Indukční průtokoměr MAG 5 000 DN 100 je stanovené měřidlo a podléhá kalibraci 1krát za 6 let.

Vzorky pro odtok jsou odebírány jako vzorek B - slévány 24 hodin po 2 hodinách pomocí přenosného vzorkovače Morava s chladícím boxem, který je nainstalován do revizní šachty před výpustním objektem a vzorky na přítoku jsou odebírány z akumulární nádrže.

Výpustní objekt

Vyčištěné odpadní vody odtékají z akumulární jímky nebo přes revizní šachtu do řeky Ohře. Výpustní objekt je vybudován na levém břehu řeky a je upraven tak, aby vytékající vody byly promíchány s vodou říční.

Kalové hospodářství

Nadbytečný aktivovaný kal je odpouštěn do zásobní kalové jímky o rozměrech 4,0 x 3,0 m a užitečné hloubce 5,0 m. Maximální objem jímky je 60 m³. Do jímky je zaveden vzduch pro míchání obsahu, dále je sem zavedeno potrubí pro dávkování flokulantu.

Po naplnění jímky kalem se dosáhne zahuštění kalu na 1,5 až 2,0 % sušiny. Dávka flokulantu se počítá cca 5 g flokulantu (kationaktivního) na 1 kg sušiny kalu. Roztok flokulantu se připravuje o maximální koncentraci 0,1 %, potřebné množství flokulantu se rozpustí v cca 500 litrech vody den před použitím. Při rozpouštění flokulantu je nutno dodržet základní pravidlo přípravy roztoku – práškový flokulant se pomalu vsypává za stálého míchání do vody tak, aby došlo k dokonalému smočení všech částic flokulantu. K dokonalému rozpuštění dojde za občasného míchání cca za 24 hodin. Úprava kalu se provede jednorázovým nadávkováním roztoku potřebného množství flokulantu a intenzivním zamícháním vzduchem po dobu cca 30 min. Po této době je možno kal zahustit v nádrži sedimentací a potom zahájit odvodňování.



Obr. 4.6 – Kalolis (zdroj: vlastní foto)

K odvodňování kalu s potřebnou dávkou flokulantu slouží automatický tlakový filtr (kalolis). Rozměry desek kalolisu – 800 mm x 800 mm, objem filtračních komor 1280 litrů, filtrační plocha 90 m². Odvodněný kal je odvážen v kontejneru na veřejnou skládku na základě uzavřené smlouvy.

4.2.1 Zpracování a využití kalu z ČOV Mattoni - Kyselka

Tab. 4. 1 – Produkce kalu

Katalogové číslo odpadu	Název druhu odpadu	Kategorie odpadu	Produkce t.rok ⁻¹		
			2009	2010	2011
190805	Kaly z ČOV	O	351,620	651,510	1058,320

Kal je předáván firmě ECO-F a.s., která ho odváží na skládku Činov. Velký nárůst meziročních tun kalů je dle vyjádření provozovatele způsoben i odvážením neodvodněného kalu cisternami do městské čistírny odpadních vod v Karlových Varech. Proto byl v roce 2011 vyměněn kalolis za kalolis s vyšší účinností.

Tab. 4.2 – Výpočet odstraněného BSK₅

BSK ₅					
Rok	Přítok		Odtok		Odstraněné t.rok ⁻¹
	mg.l ⁻¹	t.rok ⁻¹	mg.l ⁻¹	t.rok ⁻¹	
2009	1031,7	299,2	5,36	1,55	297,65
2010	1601,1	434,2	5,01	1,36	432,84
2011	943,3	267	6,08	1,72	265,28

Produkce biologického kalu činí obvykle 0,6 kg sušiny na 1 kg odstraněného BSK₅

Tab. 4.3 – Výpočet sušiny v kalu z ČOV

Výpočet sušiny			
Datum	60 % odstr. BSK₅	Produkce kalu	Obsah sušiny v kalu
	t.rok ⁻¹	t.rok ⁻¹	%
2009	178,59	351,62	50,8
2010	259,70	651,51	39,9
2011	159,17	1058,32	15,0

Sušina kalu se obvykle pohybuje od 20 do 50%. Z tabulek vyplývá, že sušina kalu v ČOV se v roce 2011 velmi snížila až na 15 %. Tomu odpovídá i zvýšená produkce kalu v roce 2011. Otázkou je, zda výměna kalolisu za větší bude stačit na zlepšení odvodnění kalu a nebude nutné změnit i zahušťování kalu nebo nebude nutná výměna typu stroje na odvodnění kalu.

Finální etapy zpracování kalu.

- Skládkování kalu – je používáno pro kal z ČOV Mattoni, podmínkou pro skládkování kalu na řízené skládce je jeho stabilizace a odvodnění. U nás není stanovený obsah sušiny, jako je například v SRN, kde je stanovena spodní hranice sušiny pro skládkování 45 %. (Malý & Hlavínek, 1996)
- Kompostování – do kompostů lze využít i kaly z průmyslových ČOV, pokud obsahují dostatečné množství organické hmoty a nízký obsah nežádoucích látek. Doba kompostování se pohybuje kolem 45 dnů s následnou 30 denní stabilizací.
- Použití k hnojivým účelům – přítomnost hnojivých látek organické hmoty a nutriety N a P umožňuje využít kalu pro hnojivé účely, podmínky jsou upraveny vyhláškou
- Spalování kalu – je vhodné pro likvidaci odpadů s vysokým podílem organické hmoty, která snadno shoří, spalování obvykle předchází sušení nebo další odvodnění kalu.
- Zakomponování kalu do stavebních materiálů - např. při výrobě cihel.

(Thomé – Kozmiensky & Pelloni, 2011)



Obr. 4.6 - Vylisovaný a vysušený kal (zdroj: vlastní foto)

4.3 Parametry ČOV Mattoni - Kyselka

Navržené parametry ČOV

Tab. 4. 4 – Navržené parametry ČOV

Denní průtok Q prům.	1200 m³.den⁻¹
Denní přítok maximální	1500 m³.den⁻¹
Celková denní produkce BSK ₅	180 kg.den⁻¹
Celková denní produkce BSK ₅ max. při Q prům.	450 kg.den⁻¹
Celková denní produkce CHSK _{Cr}	600 kg.den⁻¹
Celková denní produkce CHSK _{Cr} max. při Q prům.	1200 kg.den⁻¹
Koncentrace odpadních vod BSK ₅	150 mg.l⁻¹
Koncentrace odpadních vod BSK ₅ max.	300 mg.l⁻¹
Koncentrace odpadních vod CHSK _{Cr}	500 mg.l⁻¹
Koncentrace odpadních vod CHSK _{Cr} max.	800 mg.l⁻¹

(zdroj: Provozní řád ČOV)

Technologické parametry aktivace

Tab. 4.5 – Technologické parametry aktivace

Celkový denní přítok	1200 m³.den⁻¹
Hodinový přítok	50 m³.h⁻¹
Průměrný okamžitý přítok	13,9 l.s⁻¹
Celkový denní přítok BSK ₅	180 kg.den⁻¹
Celkový denní přítok CHSK _{Cr}	600 kg.den⁻¹
Celkový objem aktivační nádrže	1200 m³
Celkový objem aktivace	2368 m³
Objemové látkové zatížení aktivace BSK ₅	0,076 kg.m⁻³.den⁻¹
Látkové zatížení aktivovaného kalu	0,05 kg.m⁻³.den⁻¹
Optimální koncentrace aktivovaného kalu	1520 ml.l⁻¹
Množství kalu v aktivační nádrži	3600 kg
Sediment při kalovém indexu = 100	150 ml.l⁻¹
Doba zdržení v akumulární nádrži při Q prům.	24 h
Doba zdržení v aktivační nádrži při Q prům.	47,4 h

(zdroj:Provozní řád ČOV)

Tab. 4.6 – Parametry dosazovací nádrže

Plocha dosazovací nádrže	160 m²
Objem usazovací nádrže	640 m³
Hloubka usazovacího prostoru	4 m
Objem kalového prostoru	160 m³
Výška kalové zóny	1 m
Denní maximální množství Q _{max}	62,5 m³.h⁻¹
Denní průměrné množství Q ₂₄	50 m³.h⁻¹
Maximální recirkulované množství Q _{rec}	40 m³.h⁻¹
Doba zdržení při Q prům.	12,8 h
Doba zdržení při Q max.	10,2 h
Plošné zatížení DN při Q prům.	0,313 m³.m⁻².h⁻¹
Plošné zatížení DN při Q max.	0,391 m³.m⁻².h⁻¹

(zdroj:Provozní řád ČOV)

4.4 Složení odpadních vod přitékajících do ČOV

Provádí se denní kontrola činnosti jednotlivých přístrojů a zařízení – chod a činnost mikrosíta, čerpadel, míchadla v akumulární nádrži, chod kompresoru, rovnoměrnost provzdušování v aktivaci, chod dávkovacích čerpadel.

- Denně se zapisuje stav vodoměru, který je umístěn ve vodoměrné šachtě na přítoku odpadní vody na čistírnu. V diplomové práci byly zpracovány měsíční průtoky.
- Denně se kontroluje stav chemikálií v zásobních nádržích.
- Denně se provádí se čištění dopravníku shrabků z mikrosíta a odtokových žlabů vyčištěné vody.
- Denně provede obsluhovatel záznam dat do předepsaných tabulek v provozním deníku.

Kontinuálně je sledováno:

- měření pH odpadních vod se provádí sondou umístěnou v neutralizační jímce - seřizování a údržba pH metru se provádí podle originálního návodu výrobce a provádí ji odborný pracovník a.s. – metrolog,
- měření rozpuštěného kyslíku kyslíkovou sondou v aktivační nádrži a automatická regulace kyslíku pomocí otáček kompresoru mezi 1,0 až 2 mg.l⁻¹. Seřizování a údržba kyslíkové sondy se provádí podle originálního návodu výrobce a provádí ji odborný pracovník a.s. – metrolog.

Diskontinuálně je sledováno:

- na přítoku a odtoku: teplota vzduchu, teplota vzorku, počasí,
- CHSK_{Cr}, BSK₅, NL_{suš.}, P_{celk.}, pH, RAS a N_{celk.},
- v aktivovaném kalu: kalový index, rozpuštěný kyslík,
- odvážený kal: sušina.

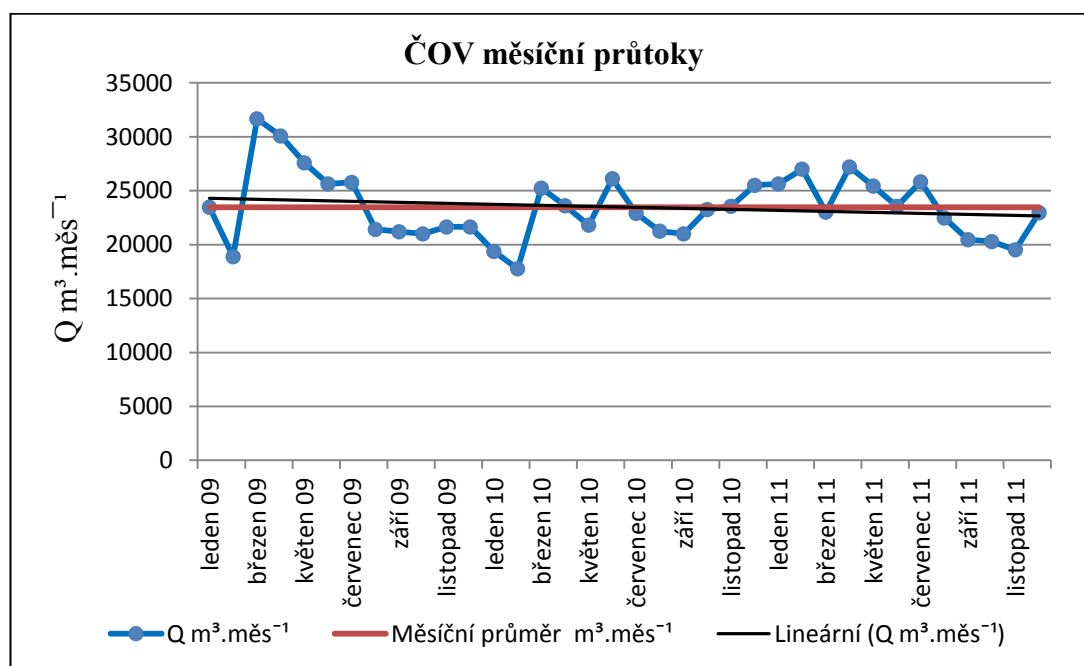
Vzorky pro odtok jsou odebírány jako vzorek B - slévány 24 hodin po 2 hodinách pomocí přenosného vzorkovače Morava s chladicím boxem, který je nainstalován do šachty před výpustním objektem, a vzorky na přítoku jsou odebírány z akumulární nádrže. Odběry i analýzy jsou akreditované a provádí je zkušební laboratoř 1443 Vodárny a kanalizace Karlovy Vary a.s..

Kontrolní vzorky pro Státní fond životního prostředí České republiky zajišťuje zkušební laboratoř 1010 Bioanalytika CZ s.r.o.

Aktivovaný kal je zkoušen jako bodový vzorek v provozní laboratoři KMV a.s.

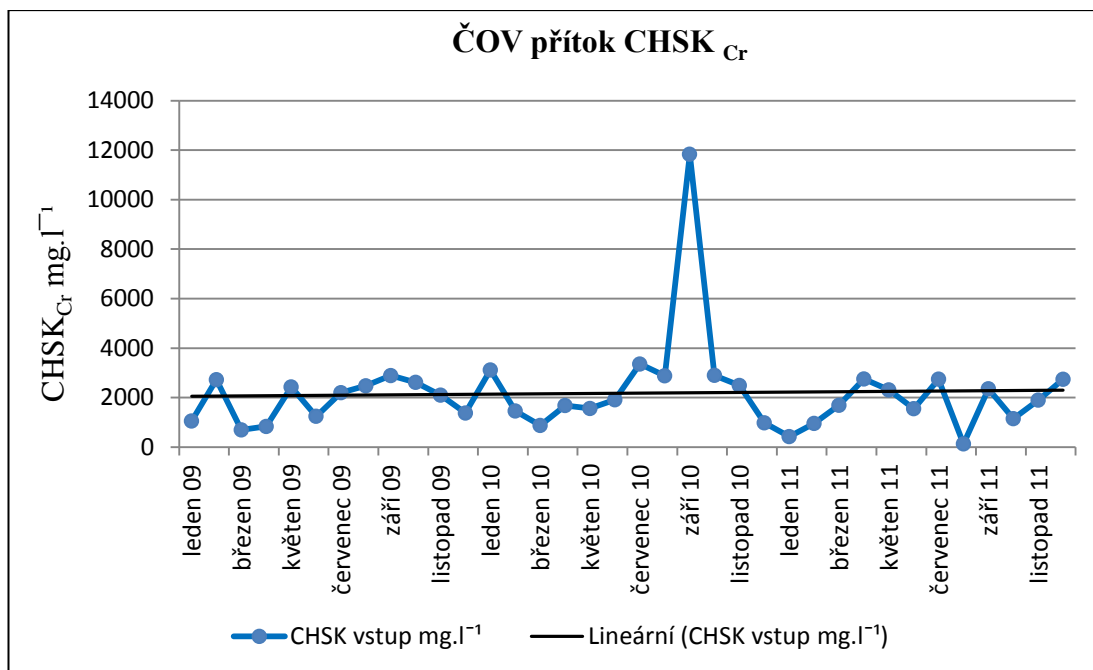
Pro vyhodnocení provozu ČOV byly zvoleny roky od poslední změny integrovaného povolení, ve kterém byly změněny emisní limity, to jsou roky 2009 až 2011.

Vyhodnocovány byly údaje získané z laboratorních protokolů ze zkušební laboratoře Vodáren a kanalizací Karlovy Vary a.s.

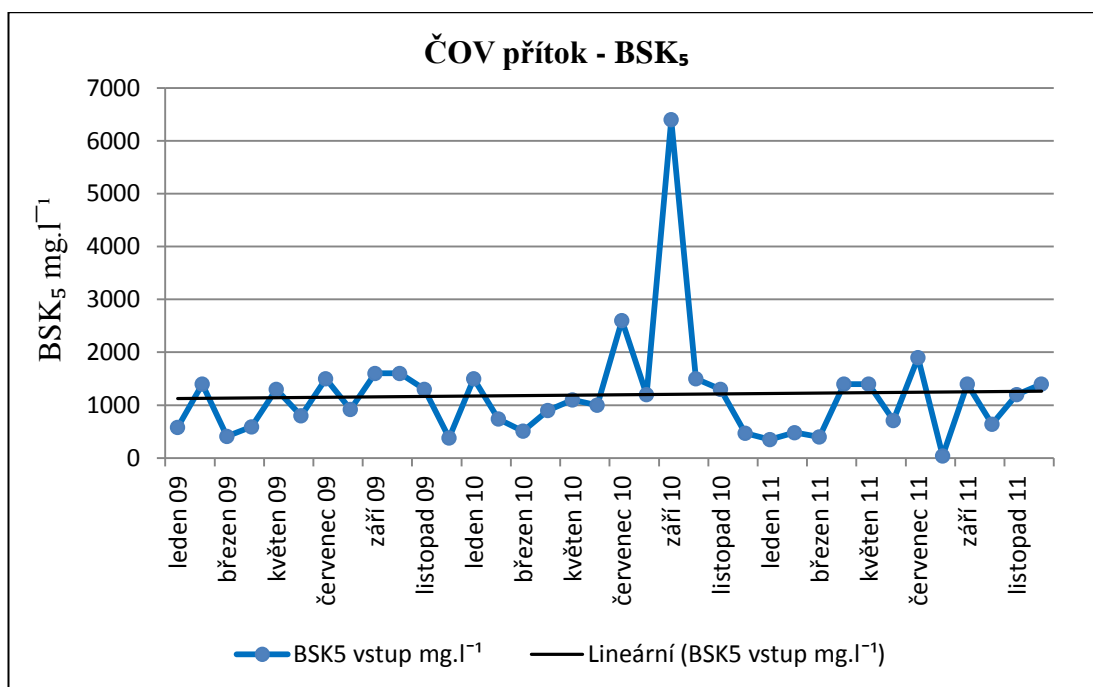


Obr. 4.7 – ČOV - graf měsíčních průtoků v letech 2009 – 2011

Z grafu je patrné, že maximální měsíční povolené množství, které je dle integrovaného povolení $29\,000\ m^3 \cdot \text{měs}^{-1}$ bylo překročeno v březnu 2009, kdy dle vyjádření provozovatele došlo k porušení izolace v přečerpávací jímce odpadních vod v závodě a vlivem toho k průniku balastních vod do jímky a zvýšení přítoku na ČOV. Tabulka měsíčních průtoků je uvedena v příloze č. 1.



Obr. 4.8 – Graf koncentrace CHSK_{Cr} na přítoku do ČOV v letech 2009 – 2011



Obr. 4.9 – Graf koncentrace BSK₅ na přítoku do ČOV v letech 2009 - 2011

Organické látky

Přírodní organické látky (lipidy, sacharidy, proteiny aj.) jsou vesměs biologicky rozložitelné a proto se jejich sumární koncentrace vyjadřuje jako

biochemická spotřeba kyslíku (BSK_5). Koncentrace organických látek je přitom vyjádřena množstvím kyslíku, který je spotřebován za definovaných podmínek v objemové jednotce vody biochemickými procesy, jimiž je organická hmota za aerobních podmínek rozložena. Takové vyjádření má význam v tom, že odpovídá úbytku rozpuštěného kyslíku ve vodním recipientu, do něhož je odpadní voda vypuštěna případně spotřebě kyslíku při biologickém čištění odpadní vody. Úbytek kyslíku je výsledkem mikrobiálního rozkladu a je jedním z nejzávažnějších negativních vlivů odpadní vody na recipient. (Malý & Hlavínek, 1996)

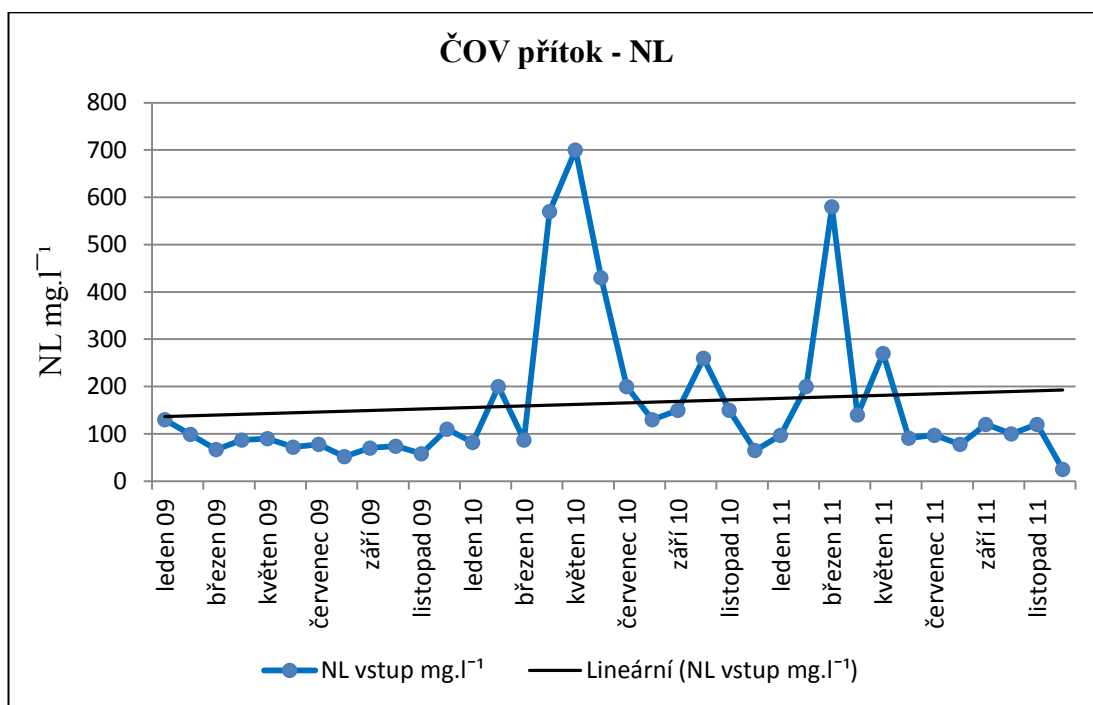
Jiným vyjádřením obsahu organických látek v odpadních vodách je chemická spotřeba kyslíku $CHSK$. Je odvozena z množství oxidující sloučeniny, která je rozložena redukcí organickými sloučeninami. Při analýze odpadních vod se používá především $CHSK_{Cr}$, která se blíží teoretické spotřebě, vyjadřující úplnou oxidaci sloučeniny na CO_2 a H_2O . (Hlavínek & Hlaváček, 1996)

Z poměru $CHSK_{Cr} : BSK_5$ lze usoudit na to, jaká část organického znečištění je biologicky rozložitelná. Vysoký poměr znamená buď přítomnost toxických látek inhibujících bakteriální činnost, nebo velký podíl biologicky nerozložitelných organických látek. Nízký poměr svědčí o vhodnosti biologického čištění odpadní vody.

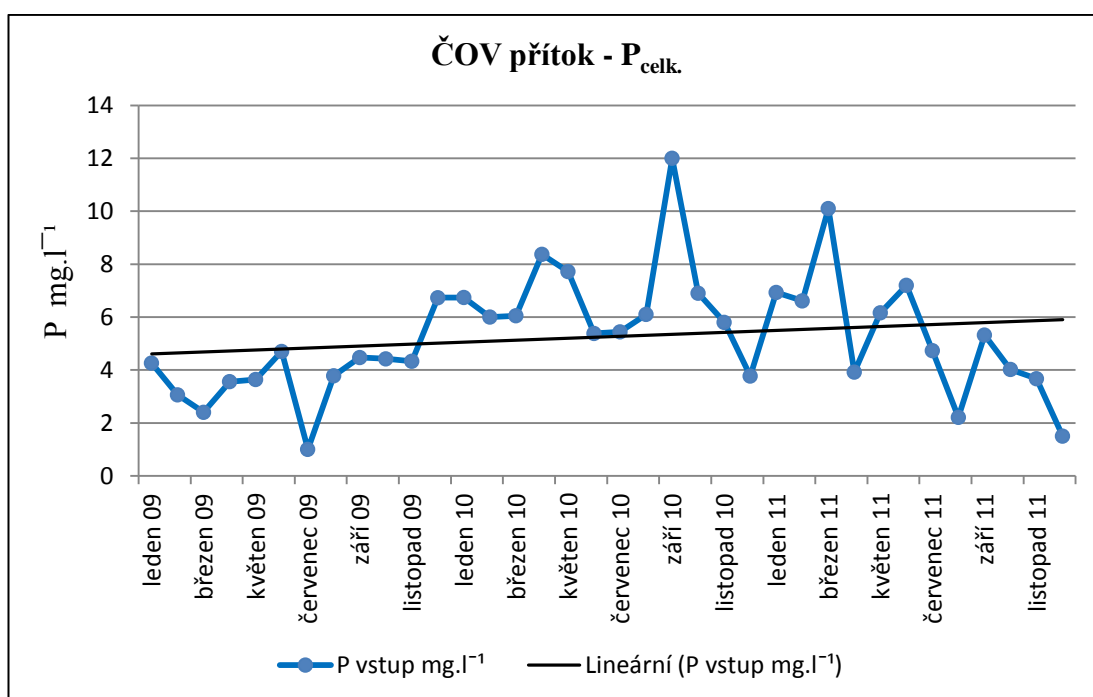
Tab. 4.7 – Parametry znečištění

Rok	$CHSK_{Cr}$	BSK_5	$CHSK_{Cr} : BSK_5$
	$mg.l^{-1}$	$mg.l^{-1}$	
2009	1885,9	1031,7	1,8
2010	2919,9	1601,7	1,8
2011	1724,8	943,3	1,8

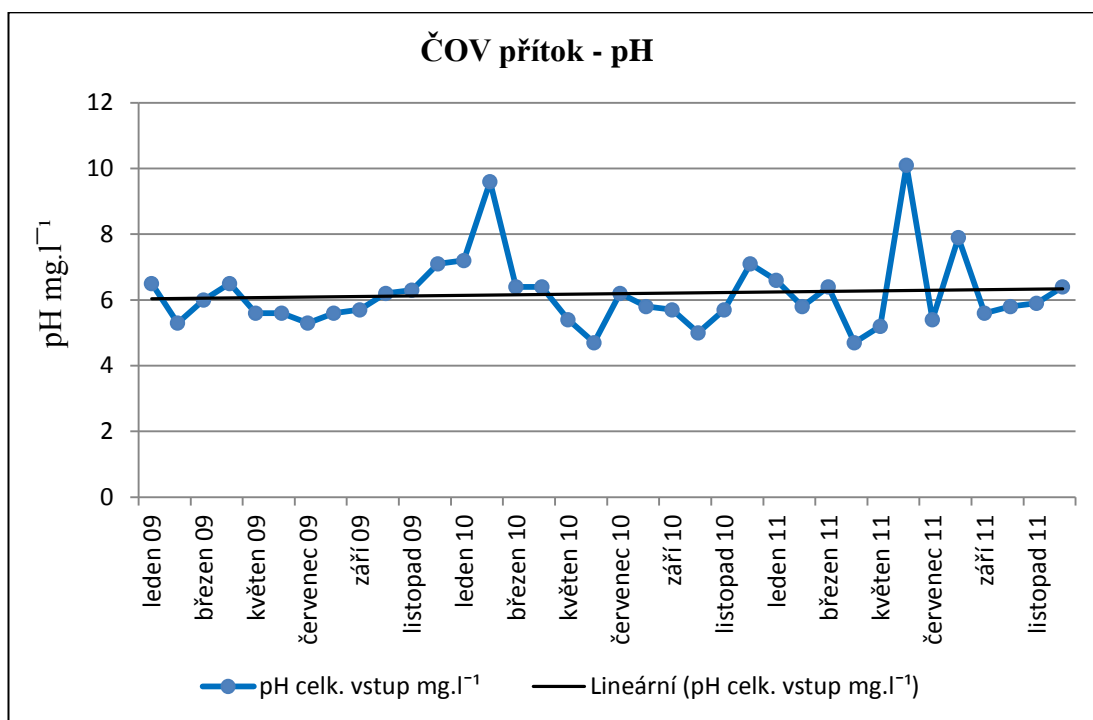
Z výše uvedené tabulky je patrné, že pro odpadní vodu ze stáčírny KMV je vhodné biologické čištění a že se nezměnil druh odpadních vod během posledních 3 let.



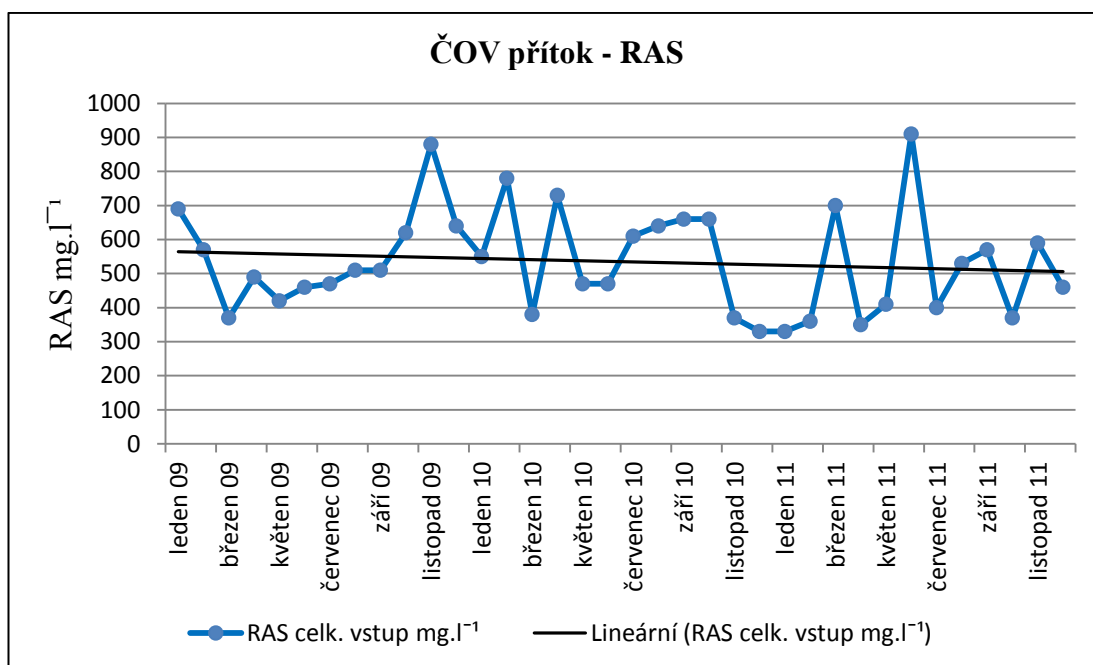
Obr. 4.10 – Graf koncentrace NL na přítoku do ČOV v letech 2009 - 2011



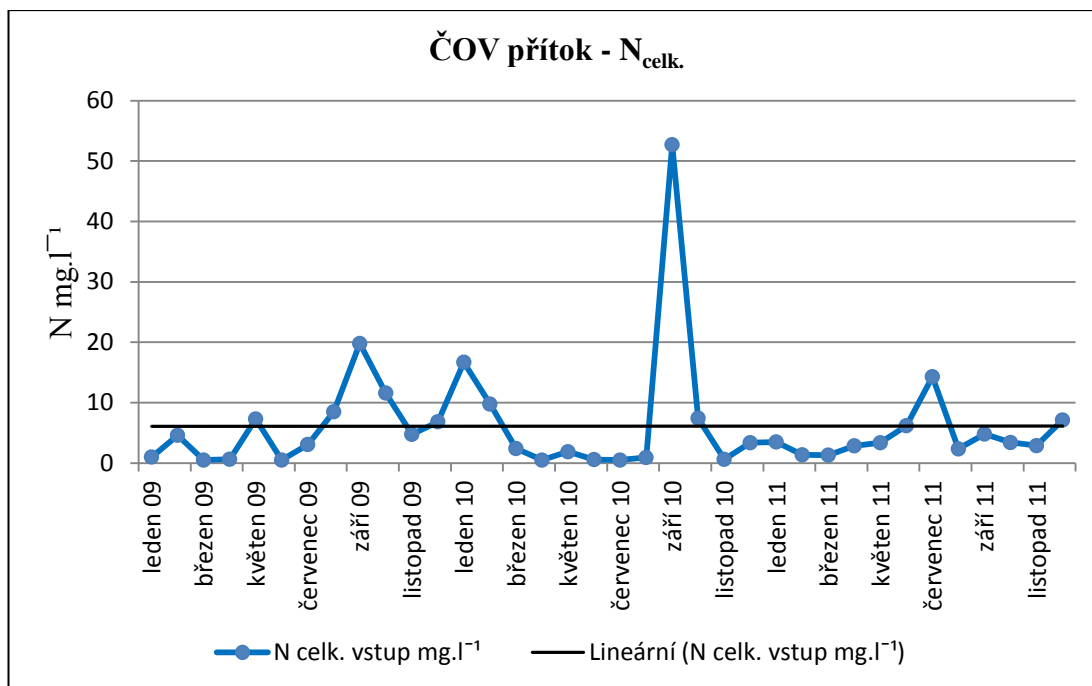
Obr. 4.11 – Graf koncentrace P na přítoku do ČOV v letech 2009 - 2011



Obr. 4.12 – Graf pH na přítoku do ČOV v letech 2009 - 2011



Obr. 4.13 – Graf koncentrace RAS na přítoku do ČOV v letech 2009 - 2011



Obr. 4.14 – Graf koncentrace N na přítoku do ČOV v letech 2009 - 2011

V tabulkách tab. 4.8, 4.9 a 4.10 jsou vypočteny zatěžovací parametry biologického stupně ČOV a je vypočteno odpovídající zatížení vztažené na ekvivalentní obyvatele vzhledem ke specifické produkci znečištění dle ČSN 75 6401.

Pro sledované roky 2009, 2010 a 2011:

1 ekvivalentní obyvatel EO = dle BSK₅ 60 g.d⁻¹,

1 ekvivalentní obyvatel EO = dle NL 90 g.d⁻¹,

1 ekvivalentní obyvatel EO = dle CHSK_{Cr} 120 g.d⁻¹,

1 ekvivalentní obyvatel EO = dle N_{celk.} 11 g.d⁻¹,

1 ekvivalentní obyvatel EO = dle P_{celk.} 2,5 g.d⁻¹.

Tab. 4.8 – Zatěžovací parametry ČOV v roce 2009

Zatěžovací parametry ČOV v roce 2009			
Ukazatel	Hodnota	Hodnota	EO dle ČSN 75 6401
Průtok	9,1 l.s ⁻¹	794 m ³ .den ⁻¹	
	mg.l ⁻¹	kg.den ⁻¹	
BSK ₅	1031,7	819	13650
NL	82,3	67	744
CHSK _{Cr}	1885,9	1497	12475
N _{celk.}	3,9	3,1	1240
P _{celk.}	5,8	4,6	418

Tab. 4.9 – Zatěžovací parametry ČOV v roce 2010

Zatěžovací parametry ČOV v roce 2010			
Ukazatel	Hodnota	Hodnota	EO dle ČSN 75 6401
Průtok	8,5 l.s ⁻¹	743 m ³ .den ⁻¹	
	mg.l ⁻¹	kg.den ⁻¹	
BSK₅	1601,7	1190	19833
NL	252,0	187	2078
CHSK_{Cr}	2919,9	2169	18075
N_{celk}	6,7	5	2000
P_{celk.}	8,1	6	545

Tab. 4.10 – Zatěžovací parametry ČOV v roce 2011

Zatěžovací parametry ČOV v roce 2011			
Ukazatel	Hodnota	Hodnota	EO dle ČSN 75 6401
Průtok	9,0 l.s ⁻¹	776 m ³ .den ⁻¹	
	mg.l ⁻¹	kg.den ⁻¹	
BSK₅	943,3	732	12200
NL	159,8	124	1378
CHSK_{Cr}	1724,8	1338	11150
N_{celk}	5,2	4	1600
P_{celk.}	4,5	3,5	318

Z tabulek je patrné, že odpadní voda je charakteristická vysokým obsahem rozpuštěného organického znečištění, nízkým zastoupením nerozpuštěných látek a deficitem nutrietů. Charakter odpadní vody odpovídá potravinářskému typu průmyslu a většinový podíl organického znečištění je reprezentován cukernou složkou.

V průmyslových vodách je vždy nutné zjistit obsah dusíku a fosforu, jejichž přítomnost je pro biologické čištění nezbytná. Potřebné množství těchto makronutrientů se udává poměrem BSK₅ : N : P = 100 : 5 : 1. Pro nápojový průmysl se uvádí poměr BSK₅ : N : P = 100 : 6 : 1. Důvodem je, že odpadní vody z těchto provozoven obsahují málo močoviny a více fosforu, z používaných chemikálií k čištění. (Dohányos & kol., 2004)

Tab. 4.11 – Ukazatele znečištění BSK₅, N, P a jejich poměr v letech 2009 - 2011

Rok	BSK₅	N	P	BSK₅ : N : P
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	
2009	1031,7	5,8	3,9	100 : 0,5 : 0,4
2010	1601,7	8,1	6,7	100 : 0,5 : 0,4
2011	943,3	4,5	5,2	100 : 0,5 : 0,6

Z výše uvedeného je patrné, že v ČOV je pro provoz aktivačního procesu nutné vyrovnání nutričního deficitu přidáváním močoviny i fosforu.

V době projektování ČOV závod Mattoni produkoval silně alkalické vody, protože na ČOV přitékaly odpadní vody s obsahem hydroxidu sodného, který se používal na mytí lahví. Neutralizace se prováděla kyselinou sírovou za současné kontroly hodnoty pH tak, aby bylo dosaženo hodnoty pH v rozmezí 6,0 – 8,5. V tomto rozmezí nebyl biologický proces nepříznivě ovlivněn. V současné době změnou výrobní technologie (minerální vodou se plní se převážně PET lahve a odpadlo mytí vratných skleněných lahví louhem) se hodnota pH většinou pohybuje v požadovaném rozmezí bez nutnosti neutralizace

4.5 Povolení k vypouštění odpadních vod z ČOV

Krajský úřad Karlovarského kraje vydal integrované povolení Karlovarským minerálním vodám pro zařízení Závod Mattoni – Kyselka dle zákona č. 76/2002 Sb. č.j. 1475/ZZ/07 ze dne 27.9.2007, ve kterém stanovil v souladu s Nařízením vlády 61/2003 Sb. emisní standardy. Příslušným vodohospodářským orgánem je Krajský úřad Karlovarského kraje, Odbor životního prostředí a zemědělství.

Dne 8.8.2009 Krajský úřad vydal Změnu č. 1 výše uvedeného rozhodnutí, která byla vydána z důvodu záměru změny technologie v provozu závodu Mattoni, protože provozovatel zařízení v rámci modernizace vlastní výroby přistoupil k rozhodnutí o změně zařízení nahrazením dvou stávajících starších výrobních linek na stáčení minerálních a pramenitých vod a nealkoholických nápojů jednou novou moderní výrobní linkou k produkci aseptických nápojů.

V souvislosti se shora popsány rozdíly v technologiích, které zejména s ohledem na vyšší nároky na hygienu, sterilizaci a častější sanitaci výrobní linky,

vyžadující vyšší spotřebu technologické vody, provozovatel požádal o navýšení limitů vypouštěných odpadních vod z čistírny odpadních vod do vod povrchových.

Provozovatel požádal o navýšení ročního povoleného množství z 300 tis.m³.rok⁻¹ na 380 tis. m³.rok⁻¹.

K tomuto požadavku provozovatele vydal souhlasné stanovisko správce vodního toku Ohře, státní podnik Povodí Ohře, dne 4.3.2009, v němž uvádí, že souhlasí s navrženými změnami a nemá námitek vůči zvýšení ročního povoleného množství vypouštěných odpadních vod při zachování stanovených podmínek. Ve shrnutí předmětu vyjádření Povodí Ohře, státní podnik, uvádí, že se jedná o navýšení maximálního množství vypouštěných vod z 1107 m³.den⁻¹ na 1500 m³.den⁻¹, a o navýšení maximálního ročního množství vypouštěných vod z 300 000 m³.rok⁻¹ na 380 m³.rok⁻¹ při změně bilančních hodnot ve vypouštěných vodách.

Vypouštění odpadních vod do vod povrchových (z integrovaného povolení)

Provozovateli se povoluje v souladu s ustanovením § 8 odst. 1 písm. c) zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ve znění pozdějších předpisů vypouštění průmyslových odpadních vod z čistírny odpadních vod Karlovarské minerální vody, a.s., závod Mattoni, Kyselka do vod povrchových, do vodního toku Ohře, č.h.p. 1-13-02-052, ř.km 160,1, HGR Krystalinikum v mezipovodí Ohře po Kadaň (612), na pozemku parc. č. 170/1, katastrální území Nová Kyselka, obec Kyselka, umístění jevu vůči břehu – levý břeh.

Pro vypouštění odpadních vod se stanovují následující limity:

- max. hodinové povolené: 14,5 l.s⁻¹;
- max. denní povolené: 1 500 m³.rok⁻¹;
- roční povolené: 380 tis. m³.rok⁻¹;
- počet měsíců v roce, ve kterých se vypouští: 12;
- počet dnů v roce, ve kterých se vypouští: 365.

Pro vypouštěné odpadní vody se v souladu s nařízením vlády č. 61/2003 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, v platném znění, stanovují **následující přípustné a maximální emisní limity.** (viz tab. 4.12)

Tab. 4.12 - Emisní limity z integrovaného povolení pro ČOV Mattoni - Kyselka

Ukazatele	přípustné mg.l ⁻¹ „p“	maximální mg.l ⁻¹ „m“	t.rok ⁻¹
BSK₅	18	22	5,5
NL	22	30	6,7
CHSK_{Cr}	80	100	24,3
P_{celk.}	2	3	0,6
pH		6 – 8,5	

(zdroj: Integrované povolení ČOV)

Tab. 4.13 - Přípustné hodnoty znečištění pro daný průmysl

Ukazatele	přípustné mg.l ⁻¹
BSK₅	25
CHSK_{Cr}	110
P_{celk.}	2
pH	6 – 8,5

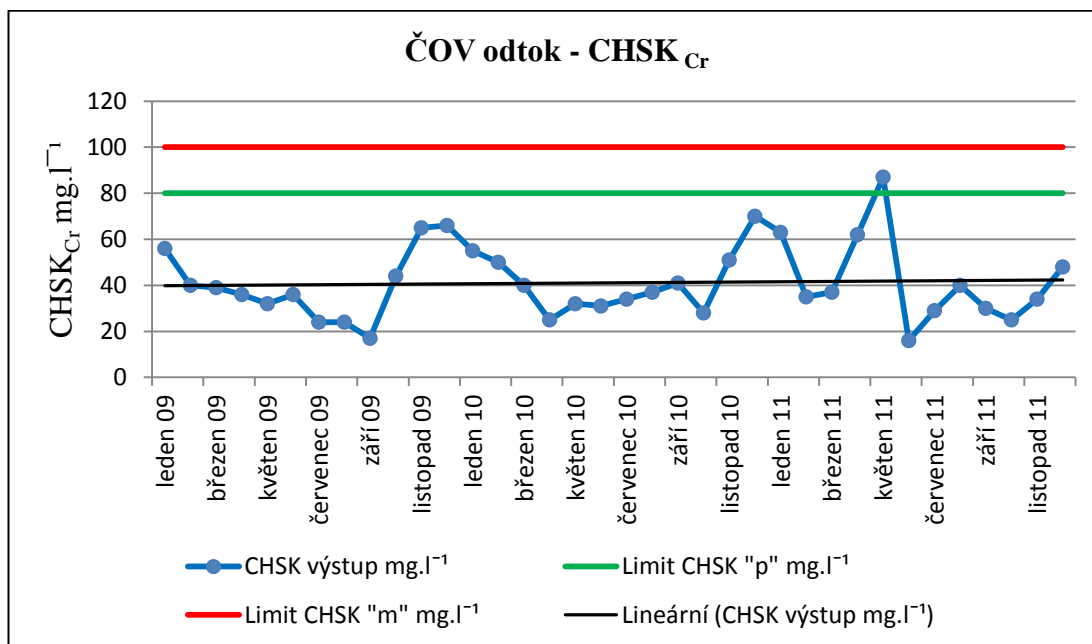
(Zdroj: Nařízení vlády 61/2003 Sb., příloha 1B, tabulka 2)

Z výše uvedeného je patrné, že přípustné emisní limity pro ČOV byly v ukazateli BSK₅ a CHSK_{Cr} v integrovaném povolení stanoveny přísněji než jsou emisní standardy pro tento obor průmyslu.

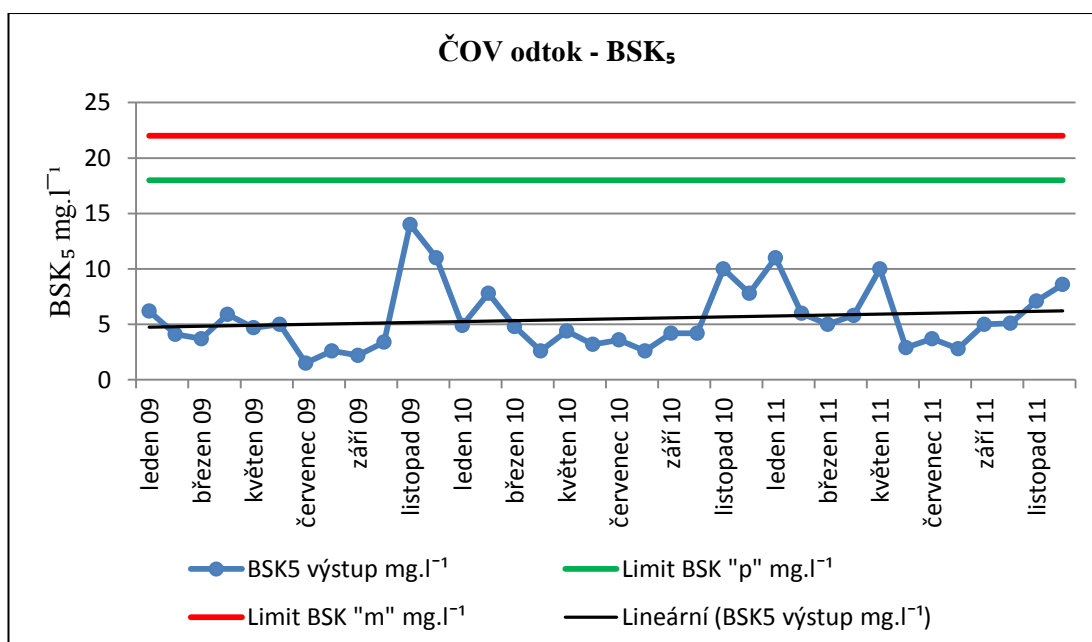
Dle nařízení 61/2003 se emisní limity „p“ pavažují za splněné pokud míra jejich překročení nepřesáhne hodnotu, která je určena podle přílohy 5 podle počtu odebraných vzorků. Při počtu vzorků odebíraných v ČOV jsou přípustné maximálně 2 vzorky za rok vyšší než emisní limit „p“, které však nepřesáhnou maximální limit „m“.

Emisní limity „m“ stanovené vodoprávním úřadem jsou nepřekročitelnými hodnotami.

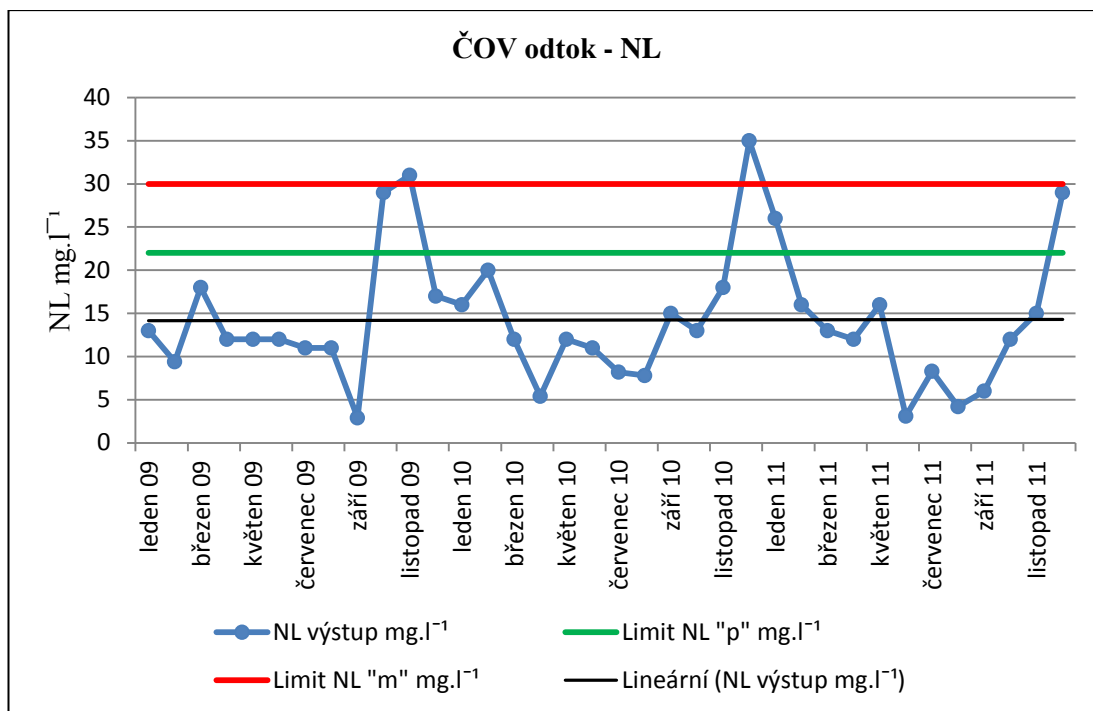
4.6 Složení finálního odtoku z ČOV



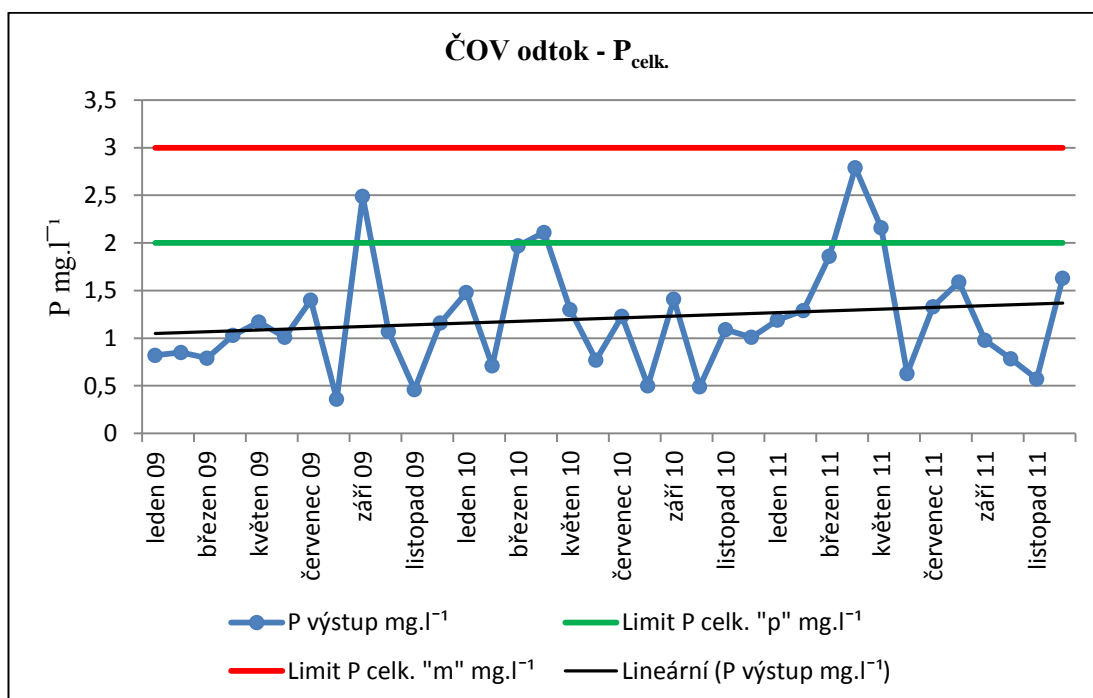
Obr. 4.15 – Graf koncentrace CHSK na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011



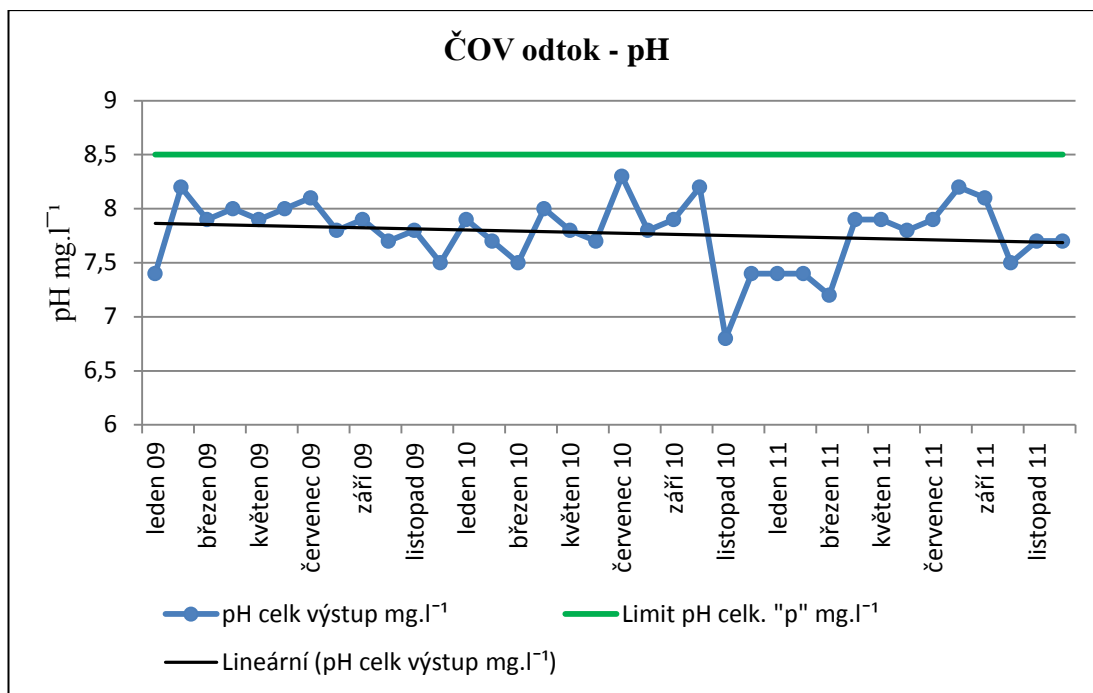
Obr. 4.16 – Graf koncentrace BSK₅ na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011



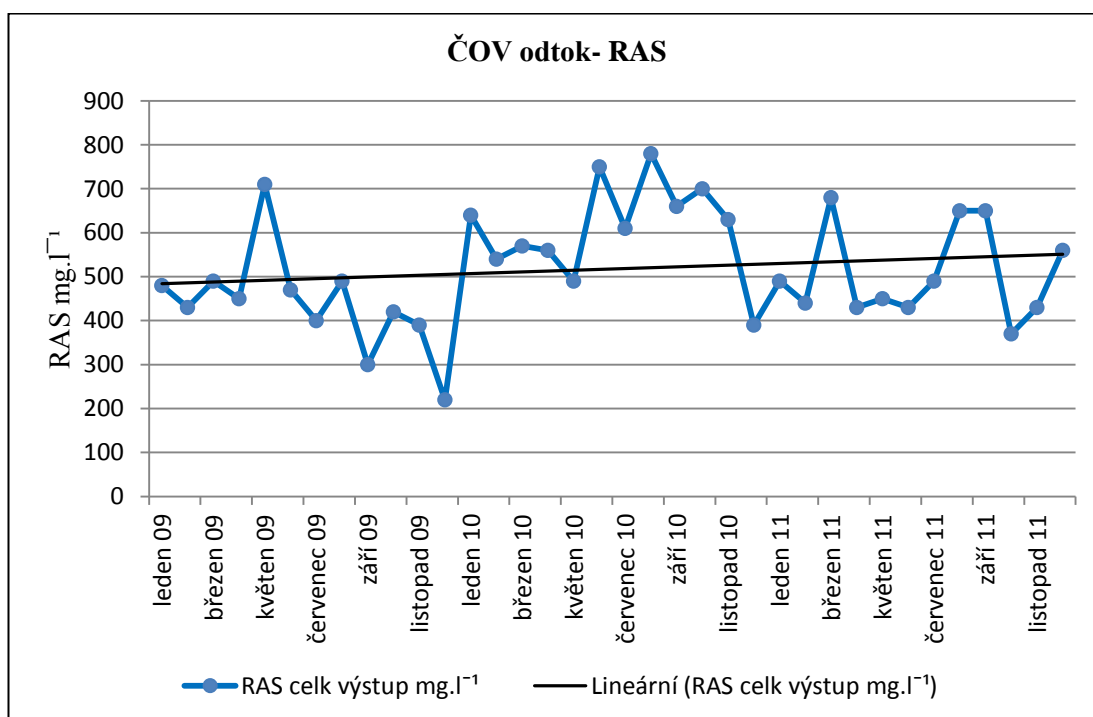
Obr. 4.17 – Graf koncentrace NL na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011



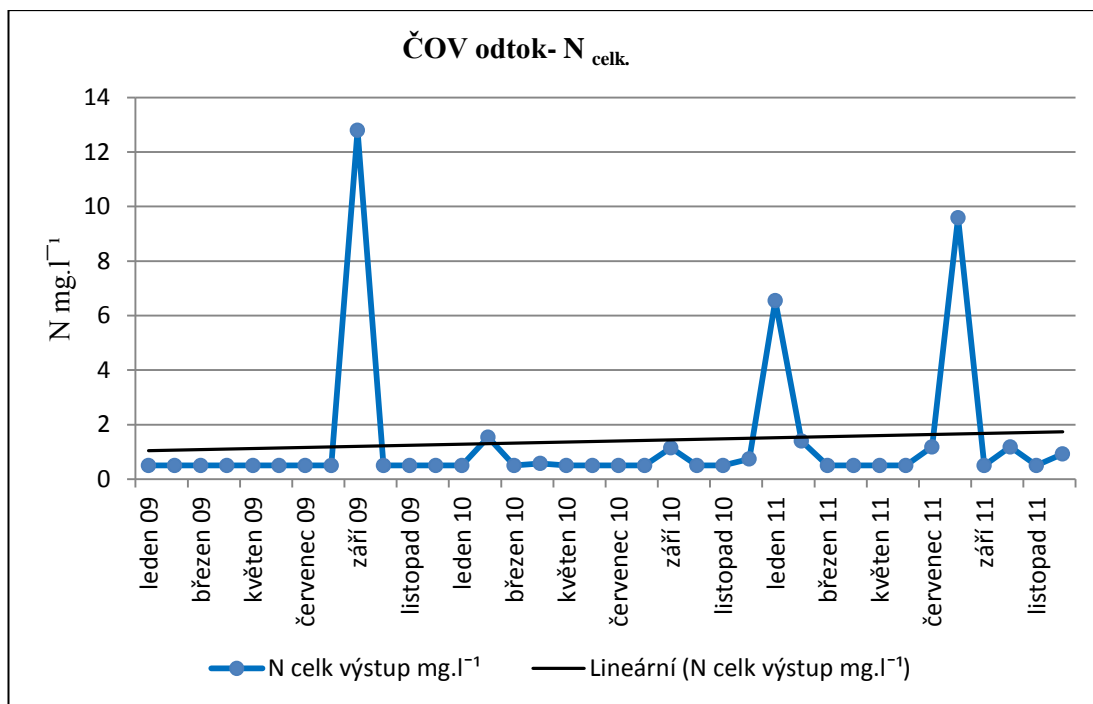
Obr. 4.18 – Graf koncentrace P na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011



Obr. 4.19 – Graf koncentrace pH na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011



Obr. 4.20 – Graf koncentrace RAS na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011



Obr. 4.21 – Graf koncentrace N na odtoku z ČOV v letech 2009 – 2011

U grafů jsou zakresleny hodnoty přípustných i maximálních emisních limitů. Vychází z nich, že za sledované období 2009 – 2011 byly splněny emisní limity dané integrovaným povolením pro ČOV v ukazateli BSK₅, CHSK_{Cr}, P_{celk.} a pH. Nebyla překročena četnost přípustných překročení limitu „p“ za rok.

U ukazatele nerozpuštěných látek byl však překročen maximální emisní limit „m“.

5. Vyhodnocení provozu ČOV Mattoni - Kyselka

I když se jedná o průmyslovou čistírnu, musí hlavní procesní parametry být v souladu s ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel.

Účinnost procesu v % je definována normou ČSN 75 6401 jako poměr mezi odstraněnou koncentrací znečišťující složky (= rozdíl mezi koncentrací na vstupu a výstupu ze systému) a koncentrací složky vstupující do systému. Obecně lze místo koncentrací používat i látkové toky. V každém případě je nutné jednoznačně definovat hranice systému.

účinnost čištění

Účinnost odstraňování složky A v systému X se pak vypočítá podle vzorce:

$$\eta = \frac{C_{A1} - C_{A2}}{C_{A1}} \cdot 100 \%$$

kde C_{A1} je hmotnostní koncentrace složky A na vstupu do systému v mg.l^{-1} a C_{A2} je hmotnostní koncentrace složky A na výstupu ze systému v mg.l^{-1} . Jako systém může být chápáno i jednotkové zařízení, pak hovoříme o účinnosti čištění např. v mechanickém stupni, na biologickém filtru, v samotné aktivaci apod.

Z hlediska rozhodování o povolení vypouštění odpadních vod je v poznámce 1) tabulky 1b přílohy č. 1 k nařízení 61/2003 Sb. jednoznačně řečeno, že účinnost čištění jako emisní standard se vztahuje k přítoku do čistírny odpadních vod, tzn. že koncentrace C_{A1} představuje koncentraci složky A v surové odpadní vodě. Aby měl výpočet účinnosti stejnou váhu jako emisní koncentrační standard, musí být hodnota koncentrace C_{A1} stanovena ze stejného typu vzorku, jako koncentrace na odtoku z čistírny odpadních vod C_A .

Z hlediska požadavku souvztažnosti koncentrací C_{A1} a C_{A2} nelze stanovit emisní limit stanovený jako účinnost čištění pro ukazatel nerozpuštěné látky (NL), neboť charakter NL na přítoku do biologické čistírny odpadních vod je zcela jiný než na odtoku (unikající biomasa).

Z uvedeného důvodu byl z tabulky 1b přílohy č. 1 k nařízení 61/2003 Sb. vypuštěn sloupec pro ukazatel NL.

(4. Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 61/2003 Sb.)

Tab. 5.1 - Emisní standardy – přípustná minimální účinnost čištění odpadních vod v procentech

Kategorie ČOV (EO)	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
<500	70	80	-	-	-
500 - 2000	70	80	50	-	-
2001 - 10000	75	85	60	-	70
10001 - 100000	75	85	-	70	80
>100000	75	85	-	70	80

(zdroj: Nařízení vlády 61/2003 Sb. příloha 1, tabulka 1b).

Tab. 5.2 - Účinnost čištění CHSK_{Cr}

CHSK _{Cr} – účinnost čištění 2009 - 2011							
Datum	Přítok mg.l ⁻¹		Odtok mg.l ⁻¹		Účinnost čištění %		Průměrná účinnost čištění
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
2009	694	2889	17	65	94,38	99,41	97,2
2010	874	11834	28	70	92,86	99,65	97,7
2011	129	2752	25	87	68,99	98,97	94,4

Účinnost čištění CHSK_{Cr} za sledované období byla mimo jiné hodnoty vždy vysoce nad emisním standardem pro přípustnou minimální účinnost čištění, který činí 75 %. Měsíční hodnoty ukazatele CHSK_{Cr} v roce 2009 – 2011, včetně limitů a výpočtu účinnosti čištění jsou uvedeny v příloze č. 2.

Tab. 5.3 - Účinnost čištění BSK₅

BSK ₅ – účinnost čištění 2009 - 2011							
Datum	Přítok mg.l ⁻¹		Odtok mg.l ⁻¹		Účinnost čištění %		Průměrná účinnost čištění
	min	max	min	max	min	max	
2009	380	1600	1,5	14	97,11	99,93	99,25
2010	470	6400	4,2	7,8	98,34	99,93	99,46
2011	40	1900	2,8	11	93	99,81	98,61

Účinnost čištění BSK₅ za sledované období byla vždy vysoce nad emisním standardem pro přípustnou minimální účinnost čištění, který činí 85 %. Měsíční hodnoty ukazatele BSK₅ v roce 2009 – 2011, včetně limitů a výpočtu účinnosti čištění jsou uvedeny v příloze č. 3.

Tab. 5.4 - Ukazatel NL

NL – účinnost čištění 2009 - 9011				
Datum	Přítok mg.l⁻¹		Odtok mg.l⁻¹	
	min	max	min	max
2009	52	130	2,9	31
2010	65	700	5,4	35
2011	25	580	3,1	29

Emisní standard pro nerozpuštěné látky nelze stanovit, neboť charakter nerozpuštěných látek na přítoku je zcela odlišný. Měsíční hodnoty ukazatele NL v roce 2009 – 2011, včetně limitů a výpočtu účinnosti čištění, které je pouze informativní, jsou uvedeny v příloze č. 4.

Tab. 5.5 - Ukazatel P_{celk.}

P_{celk.} - účinnost čištění 2009 - 9011				
Datum	Přítok mg.l⁻¹		Odtok mg.l⁻¹	
	min	max	min	max
2009	1	6,73	0,46	2,49
2010	3,77	12	0,49	2,11
2011	1,5	10,1	0,57	2,79

Emisní standard pro celkový fosfor u těchto průmyslových vod nelze použít, protože tento nutriet je do procesu dávkován a proto dochází i k záporným hodnotám. Měsíční hodnoty ukazatele P_{celk.} v roce 2009 – 2011, včetně limitů a výpočtu účinnosti čištění, které je pouze informativní, jsou uvedeny v příloze č. 5.

Tab. 5.6 – Ukazatel RAS

RAS – účinnost čištění 2009 - 9011				
Datum	Přítok mg.l⁻¹		Odtok mg.l⁻¹	
	min	max	min	max
2009	370	880	220	710
2010	330	780	390	780
2011	330	910	370	680

Účinnost čištění pro rozpuštěné anorganické soli RAS se nestanovuje, protože je lze totiž běžnou chemickou úpravou odpadní vody ovlivnit minimálně, naopak samotným procesem neutralizace dochází k jejich tvorbě a tím ke zvýšení koncentrace RAS ve vyčištěné odpadní vodě a k záporným hodnotám účinnosti čištění. (Nesměrák, 2010)

Měsíční hodnoty ukazatele RAS v roce 2009 – 2011, včetně limitů a výpočtu účinnosti čištění, které je pouze informativní, jsou uvedeny v příloze č. 6.

Tab. 5.7 - Ukazatel $N_{\text{celk.}}$

$N_{\text{celk.}}$ – účinnost čištění 2009 - 2011				
Datum	Přítok mg.l^{-1}		Odtok mg.l^{-1}	
	min	max	min	max
2009	0,5	19,8	0,5	12,8
2010	0,5	52,7	0,5	1,54
2011	1,32	14,3	0,5	9,59

Emisní standard pro celkový dusík u těchto průmyslových vod nelze použít, protože tento nutriet je do procesu dávkován a proto dochází i k záporným hodnotám. Měsíční hodnoty ukazatele $N_{\text{celk.}}$ v roce 2009 – 2011, včetně limitů a výpočtu účinnosti čištění, které je pouze informativní, jsou uvedeny v příloze č. 7

Tab. 5. 8 - Roční koncentrace vypouštěného znečištění do toku z ČOV Kyselka

Datum	2009	2010	2011	Povolení
Ukazatele	t.rok⁻¹	t.rok⁻¹	t.rok⁻¹	t.rok⁻¹
BSK₅	1,55	1,36	1,72	5,50
CHSK_{Cr}	11,57	11,17	12,66	24,30
NL	4,31	3,92	3,79	6,70
$P_{\text{celk.}}$	0,30	0,32	0,40	0,60

Roční koncentrace vypouštěného znečištění v jednotlivých ukazatelích v tunách za rok nepřekročila limity dané povolením.

5.1 Koncentrace tenzidů

5.1.1 Tenzidy

Velmi významnou skupinou v čištění odpadních vod jsou látky povrchově aktivní (PAL), což jsou sloučeniny, které přidány i v malém množství do vody, způsobují výrazný pokles povrchového napětí. Jsou přirozeného původu (mýdla) nebo umělé, nazývané tenzidy. Ve své molekule mají část hydrofobní (vodu odpuzující), tvořenou zpravidla alifatickým řetězcem (R-) a část hydrofilní (vodu přitahující), tvořenou disociovanou nebo polarizovanou částí molekuly. Podle charakteru hydrofilní části molekuly se tenzidy dělí na aniontové, neiontové a

kationové. K aniontovým tensidům patří alkylsulfáty, složení $R-O-SO_3Na$, alkylsulfonany $R-SO_3Na$, alkylarylsulfonany a z nich především alkylbenzensulfonan a alkylnaftalensulfonan: $R-benz-SO_3Na$ a $R-nafat-SO_3Na$, kde benz resp. naft je benzenové resp. naftalenové jádro. Sodík se v těchto sloučeninách uvolňuje disociací jako ion Na^+ a zbylá část molekuly se stává aniontem. U neiontových tensidů tvoří hydrofilní část molekuly dukty etylenoxidu $-(O-CH_2-CH_2-)_n-$ s počtem těchto částic (n) 3 až 30. Kationtové tensidy jsou sloučeninami na bázi kvarterního dusíku, jsou toxické a používají se k desinfekci (ajatin, septonex).

Aniontové a neiontové tensidy jsou součástí pracích prostředků (detergentů neboli saponátů) a proto je nacházíme běžně ve splaškových vodách, ve zvýšených koncentracích v odpadních vodách z velkoprádelen, textilního průmyslu, mycích stanic vozidel apod. Důležitou jejich vlastností je biologická rozložitelnost, ovlivněná především větvením jejich hydrofobní části (alkylu) a u neiontových tensidů i počtem etylenoxidových skupin. Dobře jsou rozložitelné tensidy s nevětvenými alkalovými částmi a menším počtem etylenoxidových skupin. Tato problematika musí být řešena již usměrněním výroby vhodných typů.

Na biologickou ČOV lze bez problémů přivést tensidy v koncentracích řádově v $mg.l^{-1}$. V ní bývají s vysokou účinností rozloženy.

(Malý & Hlavínek, 1996)

5.1.2 Tensidy v ČOV Mattoni - Kyselka

Změnou č. 1 integrovaného povolení krajský úřad zadal provozovateli ČOV sledování tensidů do 30.6.2012.

Provozovatel stanoví výpočtem předpokládané koncentrace tensidů v odpadních vodách přitékajících na ČOV v členění na anionaktivní, kationaktivní a neionogenní. Současně provede alespoň dvakrát reprezentativní stanovení koncentrace tensidů v daném členění na přítoku a odtoku ČOV analyticky. Dále bude jednou za tři měsíce po dobu dvou let do 30.6.2011 s možností prodloužení do 30.6.2012 prováděno stanovení anionaktivních tensidů na odtoku ČOV analyticky. V případě významného výskytu kationaktivních nebo neionogenních tensidů ve dvou kontrolních vzorcích, bude po dohodě s krajským úřadem změnou integrovaného povolení rozšířeno

měření o tuto skupinu. Výsledky měření budou předloženy příslušnému krajskému úřadu a správci toku – Povodí Ohře s.p., a ČIŽP – OOV, k rozhodnutí o dalším postupu. Vyhodnocení může proběhnout v dřívějším termínu oří předložení reprezentativních výsledků. Případná změna závazných podmínek bude řešena změnou integrovaného povolení ve vodoprávní části k 31.12.2012.

V povrchových vodách jsou limitní koncentrace v příloze č. 3 nařízení 61/2003 Sb. „Ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod“ stanoveny pouze pro tenzidy aniontové průměrnou hodnotou 0,3 mg.l⁻¹. Pro neiontové tenzidy, v dřívější legislativě rovněž limitované, nejsou ve stávajícím znění koncentrační limity stanoveny, pravděpodobně z důvodu obtížnosti jejich analytického stanovení, při čemž se zřejmě předpokládá jejich vyvážený obsah s tenzidy anionkativními, jak tomu bývá v pracích prostředcích.

Do odpadních vod ze stáčírny Karlovarských minerálních vod se tenzidy dostávají především z prostředků na mytí pásů a desinfekčních prostředků.

Tab. 5.9 - Tenzidy anionaktivní 2009 – 2011

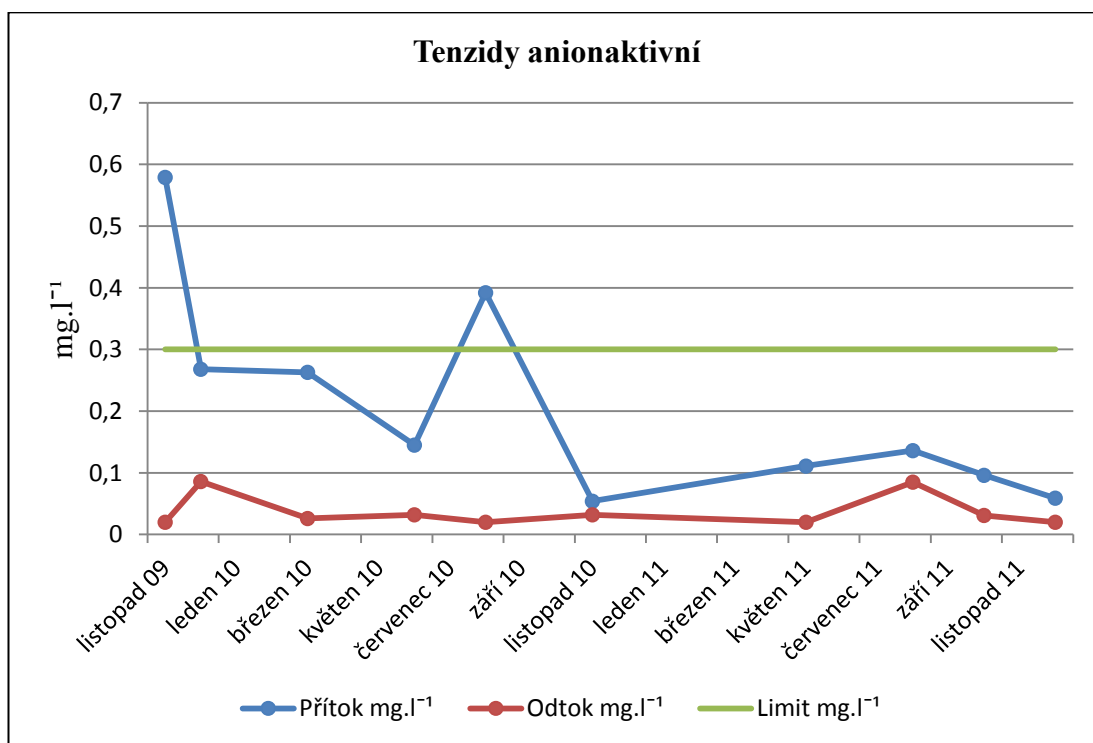
Tenzidy anionaktivní			
Datum	Přítok	Odtok	Limit
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹
listopad 09	0,579	0,02	0,3
prosinec 09	0,268	0,086	0,3
březen 10	0,263	0,026	0,3
červen 10	0,145	0,032	0,3
srpen 10	0,392	0,02	0,3
listopad 10	0,054	0,032	0,3
květen 11	0,111	0,02	0,3
srpen 11	0,136	0,085	0,3
říjen 11	0,096	0,031	0,3
prosinec 11	0,059	0,02	0,3

Tab. 5.10 - Tenzidy kationaktivní 2009 – 2011

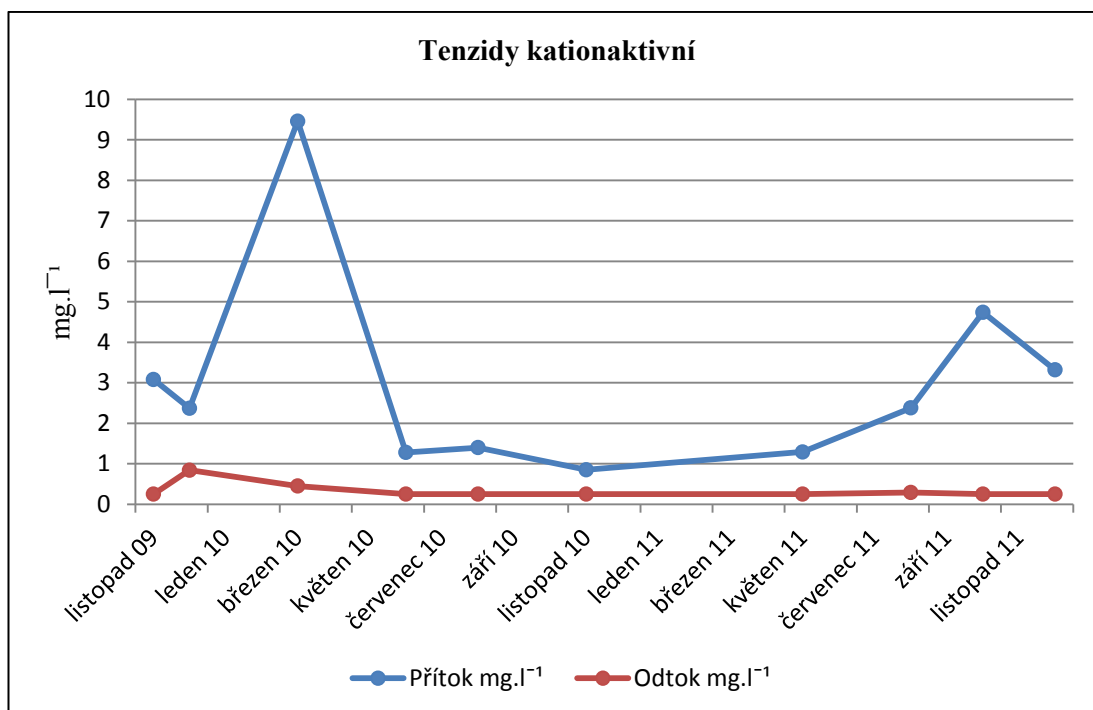
Tenzidy kationaktivní		
Datum	Přítok	Odtok
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹
listopad 09	3,08	<0,25
prosinec 09	2,37	0,84
březen 10	9,46	0,45
červen 10	1,28	<0,25
srpen 10	1,4	<0,25
listopad 10	0,85	<0,25
květen 11	1,29	<0,25
srpen 11	2,38	0,29
říjen 11	4,74	<0,25
prosinec 11	3,32	<0,25

Tab. 5.11 - Tenzidy neiontové 2009 - 2011

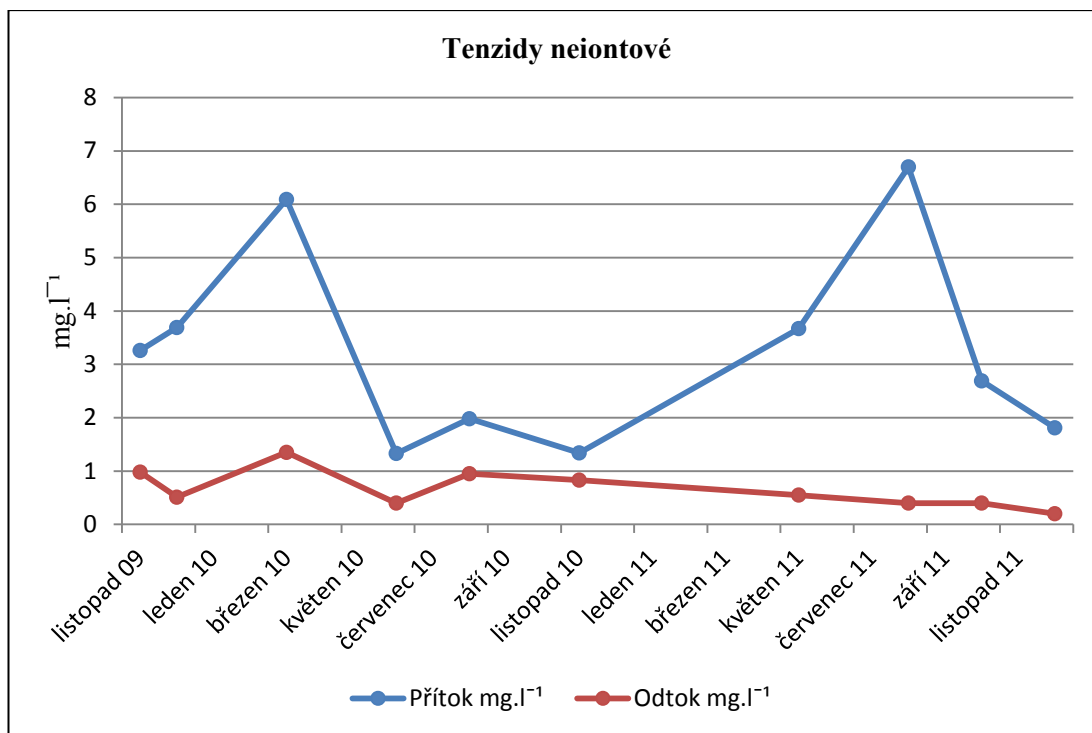
Tenzidy neiontové		
Datum	Přítok	Odtok
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹
listopad 09	3,26	0,98
prosinec 09	3,69	0,51
březen 10	6,09	1,35
červen 10	1,33	<0,4
srpen 10	1,98	0,95
listopad 10	1,34	0,83
květen 11	3,67	0,55
srpen 11	6,7	<0,4
říjen 11	2,69	<0,4
prosinec 11	1,81	<0,2



Obr. 5.1 – Graf tenzidy anionaktivní 2009 – 2011



Obr. 5.2 – Graf tenzidy kationaktivní 2009 - 2011



Obr. 5.3 – Graf tenzidy neiontové 2009 – 2011

Z přiložených grafů je patrné:

- že ČOV dobře rozkládá tenzidy, které do ní přitékají,
- hodnoty anionaktivních tenzidů, pro které je stanoven limit jsou na odtoku spolehlivě pod tímto limitem 0,3 mg.l⁻¹.

Domnívám se, že na základě výsledků měření by mělo být analytické sledování tenzidů z integrovaného povolení vypuštěno

5.2. Intenzifikace a optimalizace ČOV Mattoni - Kyselka

V posledních letech je cílem dosáhnout postupného omezování ekologické zátěže vod na ekologicky přijatelnou úroveň s ohledem na zajištění udržitelného využívání povrchových vod pro výrobu pitné vody. Jeden z významných prostředků k dosažení tohoto cíle je intenzifikace stávajících čistíren odpadních vod a to:

- snahou o zvýšení účinnosti a dosažení stabilních výkonů intenzifikací čistírenských provozů,
- snahou o automatizaci provozu ČOV,
- snahou o systémový přístup k celkovému řešení a k upřesňování matematických modelů procesů čištění.

Karlovarské minerální vody v minulém roce provedly modernizaci zařízení a nahradily dvě starší výrobní linky na sklo 0,33 l a na sklo 0,7 l novou moderní výrobní linkou na výrobu aseptických nápojů. Jedná se o plně automatickou linku pro plnění neperlivých nápojů s dlouhou dobou trvanlivosti, jako jsou nealkoholické nápoje s ovocnou šťávou, mošty, džusy apod. do PET lahví různého formátu.

Nová technologie přinesla řadu úspor jak v oblasti konzervačních látek, tak elektrické energie, ale s ohledem na vyšší nároky na hygienické zabezpečení a tedy častější sanitaci výrobní linky je předpoklad, že se při výrobě výše zmíněných produktů zvýší potřeba technologické vody a tedy se zvýší množství vypouštěných a čištěných odpadních vod. Vzhledem k charakteru plánovaných výrobků, které oproti doposud zde vyráběným ochuceným minerálním a pramenitým vodám mají daleko vyšší obsah cukerné složky lze předpokládat, že dojde i ke zvýšení kvalitativních parametrů $CHSK_{Cr}$ a BSK_5 .

I když emisní standardy pro přípustné znečištění pro odpadní vody pro průmysl – stáčení minerální a pitné vody do lahví a výroba nealkoholických nápojů viz. tabulka 4.13 umožňuje vodoprávnímu úřadu zvýšení limitů pro $CHSK_{Cr}$ o 30 mg.l^{-1} a BSK_5 o 3 mg.l^{-1} není pravděpodobné, že by s navýšením souhlasil správce Povodí Ohře. (Synáčková, 1994)

Provozovatel tedy bude muset řešit, zda stávající ČOV, která byla projektována za zcela odlišných podmínek výroby, hlavně z hlediska látkového zatížení, zvládne splnit současné emisní limity dané integrovaným povolením.

6. Diskuse

Čistírna odpadních vod v Kyselce pro závod Mattoni byla projektovaná v roce 1997, kdy provozovatel Karlovarské minerální vody a.s. vyráběl především přírodní minerální Mattoni a přírodní pramenité vody Aquila. Výrobky se plnily především do skleněných vratných lahví 0,33 l a 0,7 l. Do PET lahví bylo stáčeno minimum produkce. Produkované odpadní vody tímto provozem měly zcela jiný charakter než v současné době, kdy se plní 95% produkce do PET lahví a převažují ochucené minerální a ochucené pramenité vody nad výrobou přírodních balených vod.

V roce 1997 měla odpadní voda poměrně nízké zatížení 70 až 90 mg.l⁻¹ BSK₅ a vysoké pH, v důsledku používání myček na mytí vratných skleněných lahví roztokem na bázi hydroxidu sodného. Hydraulické zatížení čistírny odpadních vod bylo vzhledem k mytí lahví poměrně vysoké.

Tab. 6.1 – Projektované a skutečné zatížení ČOV

	projektované zatížení		skutečné zatížení		
	průměrný	maximální	2009	2010	2011
Průtok m³.den⁻¹	1200	1500	794	743	776
BSK₅ kg.den⁻¹	180	450	819	1190	732
CHSK kg.den⁻¹	600	1200	1497	2169	1338

Z tabulky 6.1 vyplývá, že ČOV byla navržena s dostatečnou rezervou pro objemové zatížení (průtok), který je v současné době nižší než projektovaný. Na rozdíl od projektovaného látkového zatížení CHSK_{Cr} a BSK₅, které je v současné době mnohem vyšší. Přesto však čistírna řádně pracuje a splňuje limity i při tomto vyšším zatížení. Důvodem je dostatečné kapacita jednotlivých nádrží i dostatečné zdržení v jednotlivých nádržích.

Důležité pro nerovnoměrný přítok jak z hlediska hydraulického tak látkového znečištění je velikost homogenizační nádrže, ve které je zdržení 1,5 dne při intenzivním míchání vzduchem a postačuje k dobré egalizaci přítoku.

Z posouzení účinnosti čištění ČOV Kyselka je možné konstatovat, že i přes ojedinělé překročení limitu nerozpuštěných látek ve sledovaném období posledních 3 let je ČOV Kyselka řádně provozována a plní limity dané integrovaným povolením

Krajského úřadu v Karlových Varech a v současné době nemá žádné vážné problémy.

Přesto jako slabá místa se mi jeví:

- Z provedeného vyhodnocení provozu je patrné, že zhoršení sledovaných parametrů, především ukazatele nerozpuštěných látek se objevuje v zimních měsících. Je tedy zřejmé, že pokud dojde k prudkému poklesu venkovní teploty, vzhledem k otevřeným nádržím utrpí bakterie v aktivační nádrži tepelný šok, který zabrání bakteriím vytvářet vločky a dochází ke špatné sedimentaci kalu, ke zhoršení odvodnění kalu a k vyšší produkci kalu.
- Další problém s kvalitou kalu nastává při nedostatečné koncentraci nutrietů v přitékající odpadní vodě ze závodu a nutností jejich dávkování.
- Dodržení optimálního poměru pro tento typ odpadních vod $BSK_5 : N : P$ se rovná $100 : 6 : 1$, je obtížné, protože dávkování není prováděno kontinuálně, ale na základě rozborů laboratoře provozovatele jsou nutriety dávkovány ručně.
- Jestliže není dosaženo potřebné vyváženosti nutrietů vzhledem k organickému znečištění, nemůže být znečištění transformováno do biomasy a nedostatek fosforu a dusíku potom způsobuje bytnění kalu, zvýšený výskyt vláknitých mikroorganismů, které rovněž brání vzniku vloček a dobré sedimentaci kalu.
- Aerační systém v aktivační nádrži tvoří jemnobublinové membrány, které jsou nevyjímatelné a v provozu jsou nepřetržitě od zahájení poloprovozní zkoušky v roce 1998. V případě poruchy membrány například únavou materiálu nastane problém, který bude obtížně řešitelný, protože provoz závodu Mattoni je nepřetržitý. Vypuštění aktivační nádrže o velikosti 2400 m³ vzhledem k objemu a množství kalové sušiny bude za současného stavu velmi obtížně řešitelné a bude znamenat dlouhou odstávku celého provozu.
- U jiných středních a velkých čistíren odpadních vod je aktivace řešena například jako vícekomorová a lze aerační systém postupně opravovat nebo lze aerační elementy vyzvednout a vyměnit mimo aktivační nádrž. Bohužel u této čistírny nebylo na výměnu nebo opravu membrán pamatováno.

Vzhledem k tomu, že provozovatel plánuje vyrábět výrobky s vysokým obsahem cukerné složky, dojde i přes maximální opatření v provozu ke zhoršení kvalitativních ukazatelů.

Pro intenzifikaci provozu čistírny odpadních vod a zároveň i pro odstranění stávajících nedostatků navrhuji posílit aktivační proces a vybudovat předčištění odpadních vod zařazením menšího stupně biologického čištění, které bude předřazeno před stávající aktivační systém. Další samostatný stupeň čištění by vyřešil problém s opravou aeračních membrán ve stávající aktivační nádrži i problémy se separačními vlastnostmi kalu i potíže s vláknitým bytněním kalu.

Zároveň doporučuji doplnit systém o kontinuální dávkování nutrietů na základě automatických analyzátorů a sledování on – line ukazatelů.

Pro zlepšení odvodňování přebytečného kalu by bylo možné vyměnit stávající kalolis za výkonnější pásový lis nebo odstředivku.

7.0 Závěr

Vyhodnocením provozu ČOV Mattoni závod Kyselka bylo prokázáno, že ČOV je řádně provozována a nemá prakticky žádné problémy i když zatěžovací parametry násobně převyšují projektované zatížení ČOV, která pracuje v nepřetržitém provozu již 15 let. Odpadní vody z výroby balených vod, kde dnes převládá výroba ochucených vod, jsou zatíženy cukernou složkou a mají nutriční deficit, který musí být pro správnou funkci biologického stupně ČOV do odpadní vody dodáván.

Vyhodnocením provozu v průběhu posledních 3 let bylo konstatováno, že nedošlo k překročení roční koncentrace vypouštěného znečištění v jednotlivých ukazatelích, ani k překročení maximálních hodnot jednotlivých ukazatelů $CHSK_{Cr}$, BSK_5 , P_{celk} a pH stanovených v integrovaném povolení. V ukazateli nerozpuštěné látky došlo v roce 2009 a v roce 2010 k překročení maximální hodnoty, které bylo pravděpodobně způsobeno rychlým poklesem teplot v zimních měsících a následným bytněním kalu a špatnou sedimentací kalu.

Práce rovněž vyhodnotila měření tenzidů, které prokázalo vysokou účinnost rozložení tenzidů a splnění limitu, který je stanoven legislativou. Provozovatel čistírny KMV a.s. by mohl vodoprávní úřad požádat o vypuštění sledování tohoto ukazatele.

Pro optimalizaci a intenzifikaci provozu vzhledem k budoucímu rozšíření provozu jsem doporučil:

- Posílit biologický stupeň, který by sloužil k předčištění vod nebo jako zálohový při opravě stávající aktivační nádrže
- Instalovat kontinuální sledování znečištění a dávkování nutrietů
- Zvýšit odvodnění kalu pomocí výkonnějšího pásového lisu nebo odstředivky

Provoz čistírny odpadních vod je nutné vždy provozovat podle kvalitně zpracovaného provozního řádu s vysoce erudovanými řídicími pracovníky a proškolenou a pečlivou obsluhou, jen tak mohou být splněny všechny legislativní požadavky a tím maximálně sníženo znečištění povrchových vod a tedy celého životního prostředí.

8. Použitá literatura

1. AMBROŽOVÁ & KOL.: Biologická problematika procesu a kontroly čistíren odpadních vod – sborník. EKOMONITOR. Praha. 2004. 66s.
2. BRONCOVÁ Pavla: *Historie kanalizací – dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích*. Praha. 2002. 259s.
3. ČÍŽEK, Pavel, HEREL, František, KONÍČEK, Zdeněk: *Stokování a čištění odpadních vod*. SNTL 1970, Praha, 400s.
4. DOHÁNYOS, Michal, KOLLER, Jan, STRNADOVÁ, Nina.: *Čištění odpadních vod*. Praha. 2004. 177s.
5. FADRUS H, SOJKA J.: *Čištění průmyslových odpadních vod*. NOEL 2000. Brno. 1996. 315s.
6. GRADY, C. P. Leslie: *Biological wastewater treatment*. 3. vydání, 2011, Boca Raton : CRC Press
7. HAMMER Mark J., HAMMER Mark J., Jr.: *Water and wastewater technology*. 7. vydání, 2012, Boston, Mass. [u.a.] : Prentice Hall
8. HENZE M. - HARREMOES P. - ARVIN E. - *Wastewater treatment*. Springer-Verlag, Berlin. Heidelberg - New York, 2002. 433s.
9. HLAVÍNEK, Petr, HLAVÁČEK, Jiří: *Čištění odpadních vod – praktické příklady výpočtů*. NOEL 2000 s.r.o. 1996. 196s.
10. CHUDOBA, Jan, DOHÁNYOS, Michal, WANNER, Jiří: *Biologické čištění odpadních vod*. Praha. 1991. 465s.
11. HLAVÍNEK, Petr, NOVOTNÝ, Dušan: *Intenzifikace čistíren odpadních vod*. NOEL 2000. Brno. 1996. 235s.
12. MALÝ, Josef, HLAVÍNEK, Petr: *Čištění průmyslových odpadních vod*. NOEL 2000. Brno. 1996. 255s.
13. MARSHALEK, J.(1986): *Civil engeneering Handbook*. Technomic Publishing Co, Lancaster
14. MUELLER, James A., BOYLE William C. & PÖPPEL Johannes: *Aeration: principles and practice*. Monografie, 2002, Boca Raton : CRC Press
15. NESMĚRÁK, Ivan: *Základní statistické charakteristiky rozdělení průtoků, koncentrací a látkových toků na přítocích a odtocích z komunálních čistíren odpadních vod*. Vyd. 1. Praha : Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 2010. 143s.

16. OLSEN G., NEWELL B.: *Wastewater treatment systems modelling, diagnosis and control*. London, IWA Publishing 1999
17. SANTINI, Francesca, CAPPELLAZZO, Fabio, BOTTENE Alessio: *Norme per la conduzione di impianti biologici a fanghi attivi per la depurazione di acque industriali*. Technologie Biologishe. Italy. 1996
18. SYNÁČKOVÁ, Marcela: *Čistota vod*. Vydavatelství ČVUT 1994. 208s.
19. THOMÉ - KOZMIENSKY, Karl J.; PELLONI, Luciano: *Waste management Vol. 2: Waste management, recycling, composting, fermentation, mechanical-biological treatment, energy recovery from waste, sewage sludge treatment*. Neuruppin : TK Verl., 2011
20. VOJTĚCH, Jindřich: *Provozně manipulační řád pro čistírnu technologických odpadních vod Karlovarské minerální vody a.s. závod Mattoni, Kyselka*. 2005. 26.s.
21. *4. Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a nařízení vlády č. 23/2011 Sb.*
22. *ČSN 75 6401 Čistírny odpadních vod pro více než 500 ekvivalentních obyvatel*
23. *ČSN EN 12255 (75 6403) Čistírny odpadních vod*
24. *Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod v platném znění*
25. *Vodní zákon č.254/2001 Sb. v platném znění*
26. *Wikipedia – Čistírna odpadních vod, online:*
http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cist%C3%ADrna_odpadn%C3%ADch_vod

9. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Vypouštěné množství odpadních vod v roce 2009 - 2011

Příloha č. 2 – Měsíční hodnoty ukazatele CHSK v roce 2009 – 2011

Příloha č. 3 – Měsíční hodnoty ukazatele BSK5 v roce 2009 – 2011

Příloha č. 4 – Měsíční hodnoty ukazatele nerozpuštěných látek v roce 2009 – 2011

Příloha č. 5 – Měsíční hodnoty ukazatele $P_{\text{celk.}}$ v roce 2009 – 2011

Příloha č. 6 – Měsíční hodnoty ukazatele RAS v roce 2009 – 2011

Příloha č. 7 – Měsíční hodnoty ukazatele $N_{\text{celk.}}$ v roce 2009 – 2011

Příloha č. 8 – Půdorysné schéma ČOV Mattoni – Kyselka

Příloha č. 9 – Přívod odpadních vod z areálu závodu KMV Mattoni – Kyselka do ČOV

Příloha č. 10 – Situace ČOV 1:500

Příloha č. 11 – Technologické schéma čistírny odpadních vod Mattoni - Kyselka

Příloha č. 1 – Vypouštěné množství odpadních vod v roce 2009 – 2011

Průtoky v roce 2009 - 2011	
Měsíc	Q m³.měs⁻¹
leden 09	23473
únor 09	18884
březen 09	31668
duben 09	30077
květen 09	27587
červen 09	25633
červenec 09	25768
srpen 09	21414
září 09	21195
říjen 09	20999
listopad 09	21640
prosinec 09	21638
leden 10	19374
únor 10	17764
březen 10	25237
duben 10	23605
květen 10	21812
červen 10	26115
červenec 10	22904
srpen 10	21251
září 10	20995
říjen 10	23251
listopad 10	23557
prosinec 10	25502
leden 11	25629
únor 11	27003
březen 11	23015
duben 11	27205
květen 11	25436
červen 11	23549
červenec 11	25829
srpen 11	22475
září 11	20457
říjen 11	20284
listopad 11	19525
prosinec 11	22966

Příloha č. 2 - Měsíční hodnoty ukazatele CHSK_{Cr} v roce 2009 – 2011

Měsíční hodnoty ukazatele CHSK _{Cr} v roce 2009 - 2011					
Datum	CHSK _{Cr} vstup mg.l ⁻¹	CHSK _{Cr} výstup mg.l ⁻¹	Limit CHSK _{Cr} "p" mg.l ⁻¹	Limit CHSK _{Cr} "m" mg.l ⁻¹	Účinnost čištění %
leden 09	1053	56	80	100	94,68
únor 09	2723	40	80	100	98,53
březen 09	694	39	80	100	94,38
duben 09	833	36	80	100	95,68
květen 09	2430	32	80	100	98,68
červen 09	1245	36	80	100	97,11
červenec 09	2198	24	80	100	98,91
srpen 09	2475	24	80	100	99,03
září 09	2889	17	80	100	99,41
říjen 09	2616	44	80	100	98,32
listopad 09	2099	65	80	100	96,90
prosinec 09	1376	66	80	100	95,20
leden 10	3115	55	80	100	98,23
únor 10	1459	50	80	100	96,57
březen 10	874	40	80	100	95,42
duben 10	1680	25	80	100	98,51
květen 10	1560	32	80	100	97,95
červen 10	1911	31	80	100	98,38
červenec 10	3356	34	80	100	98,99
srpen 10	2880	37	80	100	98,72
září 10	11834	41	80	100	99,65
říjen 10	2900	28	80	100	99,03
listopad 10	2490	51	80	100	97,95
prosinec 10	980	70	80	100	92,86
leden 11	424	63	80	100	85,14
únor 11	956	35	80	100	96,34
březen 11	1689	37	80	100	97,81
duben 11	2752	62	80	100	97,75
květen 11	2310	87	80	100	96,23
červen 11	1551	16	80	100	98,97
červenec 11	2746	29	80	100	98,94
srpen 11	129	40	80	100	68,99
září 11	2355	30	80	100	98,73
říjen 11	1148	25	80	100	97,82
listopad 11	1898	34	80	100	98,21
prosinec 11	2740	48	80	100	98,25

Příloha č. 3 - Měsíční hodnoty ukazatele BSK₅ v roce 2009 – 2011

Měsíční hodnoty ukazatele BSK ₅ v roce 2009 - 2011					
Datum	BSK ₅ vstup	BSK ₅ výstup	Limit BSK ₅ "p"	Limit BSK ₅ "m"	Účinnost čištění
	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	%
leden 09	580	6,2	18	22	98,93
únor 09	1400	4,1	18	22	99,71
březen 09	410	3,7	18	22	99,1
duben 09	590	5,9	18	22	99
květen 09	1300	4,7	18	22	99,64
červen 09	800	5	18	22	99,38
červenec 09	1500	1,5	18	22	99,9
srpen 09	920	2,6	18	22	99,72
září 09	1600	2,2	18	22	99,86
říjen 09	1600	3,4	18	22	99,79
listopad 09	1300	14	18	22	98,92
prosinec 09	380	11	18	22	97,11
leden 10	1500	4,9	18	22	99,67
únor 10	740	7,8	18	22	98,95
březen 10	510	4,8	18	22	99,06
duben 10	900	2,6	18	22	99,71
květen 10	1100	4,4	18	22	99,6
červen 10	1000	3,2	18	22	99,68
červenec 10	2600	3,6	18	22	99,86
srpen 10	1200	2,6	18	22	99,78
září 10	6400	4,2	18	22	99,93
říjen 10	1500	4,2	18	22	99,72
listopad 10	1300	10	18	22	99,23
prosinec 10	470	7,8	18	22	98,34
leden 11	350	11	18	22	96,86
únor 11	480	6	18	22	98,75
březen 11	400	5	18	22	98,75
duben 11	1400	5,8	18	22	99,59
květen 11	1400	10	18	22	99,29
červen 11	710	2,9	18	22	99,59
červenec 11	1900	3,7	18	22	99,81
srpen 11	40	2,8	18	22	93
září 11	1400	5	18	22	99,64
říjen 11	640	5,1	18	22	99,2
listopad 11	1200	7,1	18	22	99,41
prosinec 11	1400	8,6	18	22	99,39

Příloha č. 4 - Měsíční hodnoty ukazatele nerozpuštěných látek v roce 2009 – 2011

Měsíční hodnoty ukazatele Nerozpuštěných látek v roce 2009 - 2011					
Datum	NL vstup	NL výstup	Limit NL "p"	Limit NL "m"	Účinnost čištění
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	%
leden 09	130	13	22	30	90
únor 09	99	9,4	22	30	90,51
březen 09	67	18	22	30	73,13
duben 09	87	12	22	30	86,21
květen 09	90	12	22	30	86,67
červen 09	72	12	22	30	83,33
červenec 09	78	11	22	30	85,9
srpen 09	52	11	22	30	78,85
září 09	70	2,9	22	30	95,86
říjen 09	74	29	22	30	60,81
listopad 09	58	31	22	30	46,55
prosinec 09	110	17	22	30	84,55
leden 10	82	16	22	30	80,49
únor 10	200	20	22	30	90
březen 10	87	12	22	30	86,21
duben 10	570	5,4	22	30	99,05
květen 10	700	12	22	30	98,29
červen 10	430	11	22	30	97,44
červenec 10	200	8,2	22	30	95,9
srpen 10	130	7,8	22	30	94
září 10	150	15	22	30	90
říjen 10	260	13	22	30	95
listopad 10	150	18	22	30	88
prosinec 10	65	35	22	30	46,15
leden 11	97	26	22	30	73,2
únor 11	200	16	22	30	92
březen 11	580	13	22	30	97,76
duben 11	140	12	22	30	91,43
květen 11	270	16	22	30	94,07
červen 11	91	3,1	22	30	96,59
červenec 11	97	8,3	22	30	91,44
srpen 11	78	4,2	22	30	94,62
září 11	120	6	22	30	95
říjen 11	100	12	22	30	88
listopad 11	120	15	22	30	87,5
prosinec 11	25	29	22	30	-16

Příloha č. 5 - Měsíční hodnoty ukazatele $P_{\text{celk.}}$ v roce 2009 – 2011

Měsíční hodnoty ukazatele $P_{\text{celk.}}$ v roce 2009 - 2011					
Datum	$P_{\text{celk.}}$ vstup	$P_{\text{celk.}}$ výstup	Limit $P_{\text{celk.}}$ "p"	Limit $P_{\text{celk.}}$ "m"	Účinnost čištění
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	%
leden 09	4,26	0,82	2	3	80,75
únor 09	3,06	0,85	2	3	72,22
březen 09	2,4	0,79	2	3	67,08
duben 09	3,56	1,03	2	3	71,07
květen 09	3,64	1,17	2	3	67,86
červen 09	4,7	1,01	2	3	78,51
červenec 09	1	1,4	2	3	-40,00
srpen 09	3,78	0,36	2	3	90,48
září 09	4,47	2,49	2	3	44,30
říjen 09	4,42	1,07	2	3	75,79
listopad 09	4,33	0,46	2	3	89,38
prosinec 09	6,73	1,16	2	3	82,76
leden 10	6,74	1,48	2	3	78,04
únor 10	6	0,71	2	3	88,17
březen 10	6,05	1,97	2	3	67,44
duben 10	8,37	2,11	2	3	74,79
květen 10	7,72	1,3	2	3	83,16
červen 10	5,38	0,77	2	3	85,69
červenec 10	5,44	1,23	2	3	77,39
srpen 10	6,1	0,5	2	3	91,80
září 10	12	1,41	2	3	88,25
říjen 10	6,9	0,49	2	3	92,90
listopad 10	5,8	1,09	2	3	81,21
prosinec 10	3,77	1,01	2	3	73,21
leden 11	6,93	1,19	2	3	82,83
únor 11	6,61	1,29	2	3	80,48
březen 11	10,1	1,86	2	3	81,58
duben 11	3,92	2,79	2	3	28,83
květen 11	6,16	2,16	2	3	64,94
červen 11	7,2	0,628	2	3	91,28
červenec 11	4,73	1,33	2	3	71,88
srpen 11	2,21	1,59	2	3	28,05
září 11	5,32	0,979	2	3	81,60
říjen 11	4,02	0,784	2	3	80,50
listopad 11	3,67	0,572	2	3	84,41
prosinec 11	1,5	1,63	2	3	-8,67

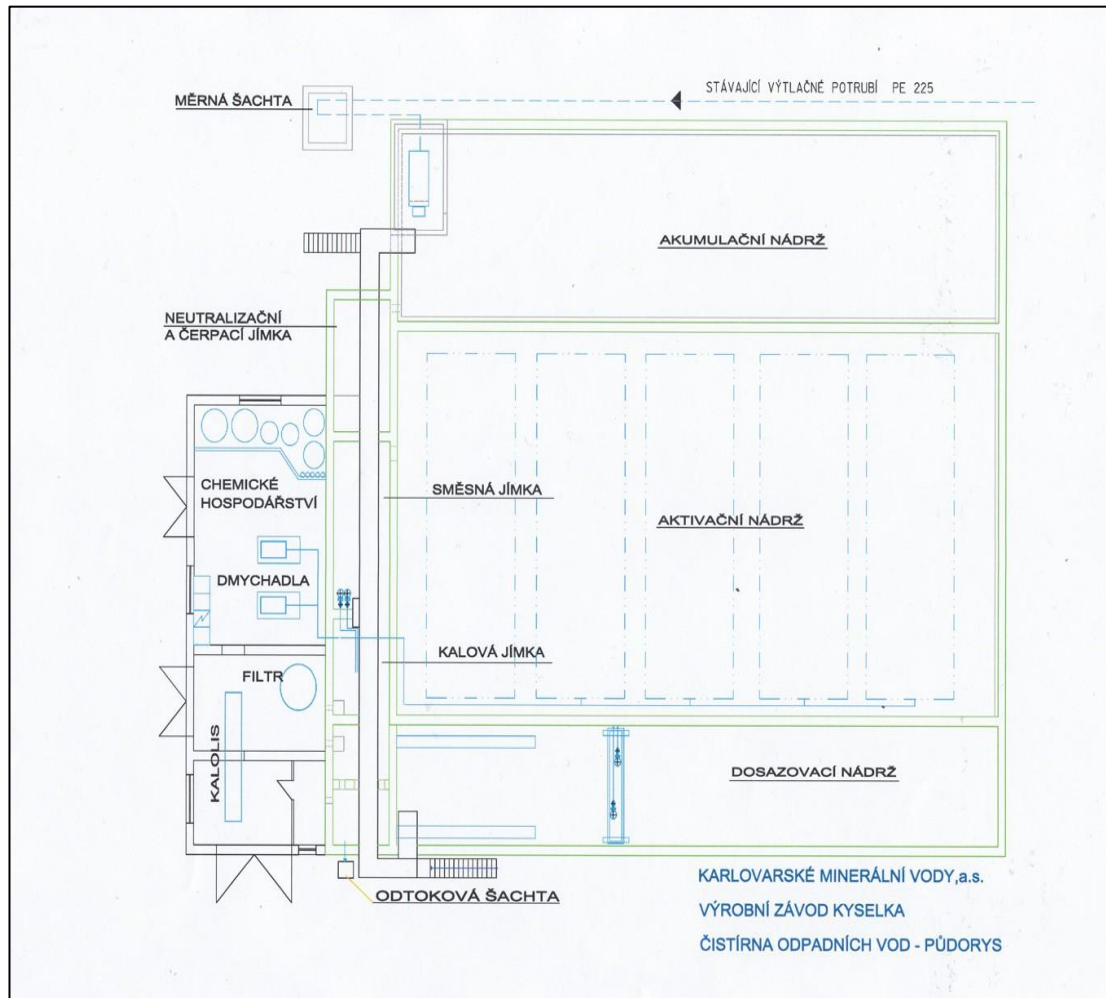
Příloha č. 6 - Měsíční hodnoty ukazatele RAS v roce 2009 – 2011

Měsíční hodnoty ukazatele RAS v roce 2009 - 2011			
Datum	RAS vstup	RAS výstup	Účinnost čištění
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	%
leden 09	690	480	30,43
únor 09	570	430	24,56
březen 09	370	490	-32,43
duben 09	490	450	8,16
květen 09	420	710	-69,05
červen 09	460	470	-2,17
červenec 09	470	400	14,89
srpen 09	510	490	3,92
září 09	510	300	41,18
říjen 09	620	420	32,26
listopad 09	880	390	55,68
prosinec 09	640	220	65,63
leden 10	550	640	-16,36
únor 10	780	540	30,77
březen 10	380	570	-50,00
duben 10	730	560	23,29
květen 10	470	490	-4,26
červen 10	470	750	-59,57
červenec 10	610	610	0,00
srpen 10	640	780	-21,88
září 10	660	660	0,00
říjen 10	660	700	-6,06
listopad 10	370	630	-70,27
prosinec 10	330	390	-18,18
leden 11	330	490	-48,48
únor 11	360	440	-22,22
březen 11	700	680	2,86
duben 11	350	430	-22,86
květen 11	410	450	-9,76
červen 11	910	430	52,75
červenec 11	400	490	-22,50
srpen 11	530	650	-22,64
září 11	570	650	-14,04
říjen 11	370	370	0,00
listopad 11	590	430	27,12
prosinec 11	460	560	-21,74

Příloha č. 7 - Měsíční hodnoty ukazatele $N_{\text{celk.}}$ v roce 2009 – 2011

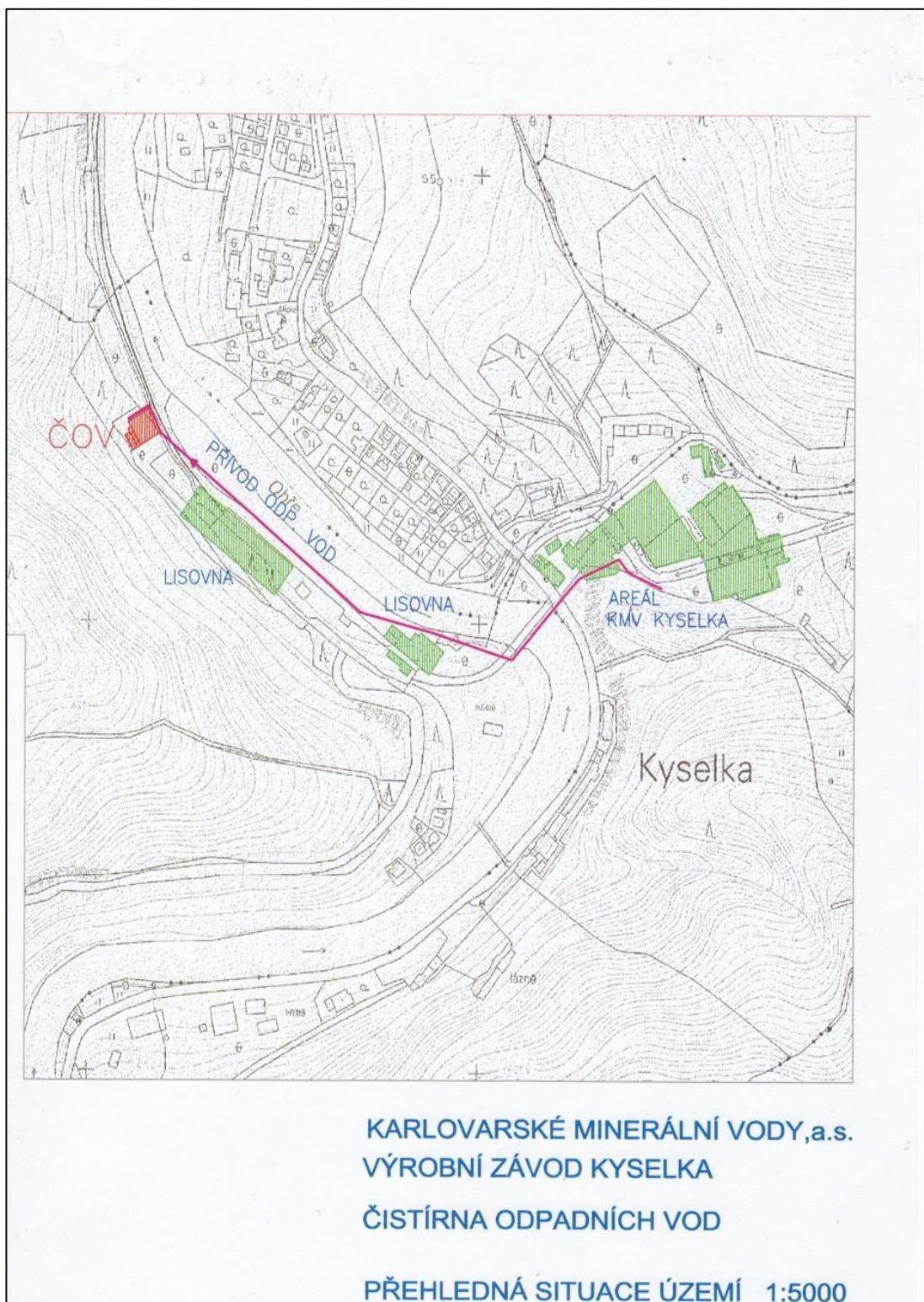
Měsíční hodnoty ukazatele $N_{\text{celk.}}$ v roce 2009 - 2011			
Datum	$N_{\text{celk.}}$ vstup	$N_{\text{celk.}}$ výstup	Účinnost čištění
	mg.l⁻¹	mg.l⁻¹	%
leden 09	1,01	0,5	50,50
únor 09	4,61	0,5	89,15
březen 09	0,5	0,5	0,00
duben 09	0,6411	0,5	22,01
květen 09	7,3	0,5	93,15
červen 09	0,5	0,5	0,00
červenec 09	3,08	0,5	83,77
srpen 09	8,5	0,5	94,12
září 09	19,8	12,8	35,35
říjen 09	11,6	0,5	95,69
listopad 09	4,76	0,5	89,50
prosinec 09	6,84	0,5	92,69
leden 10	16,7	0,5	97,01
únor 10	9,77	1,54	84,24
březen 10	2,41	0,5	79,25
duben 10	0,5	0,578	-15,60
květen 10	1,88	0,5	73,40
červen 10	0,587	0,5	14,82
červenec 10	0,5	0,5	0,00
srpen 10	0,928	0,5	46,12
září 10	52,7	1,15	97,82
říjen 10	7,43	0,5	93,27
listopad 10	0,627	0,5	20,26
prosinec 10	3,37	0,741	78,01
leden 11	3,5	6,55	-87,14
únor 11	1,37	1,4	-2,19
březen 11	1,32	0,5	62,12
duben 11	2,86	0,5	82,52
květen 11	3,37	0,5	85,16
červen 11	6,19	0,5	91,92
červenec 11	14,3	1,18	91,75
srpen 11	2,35	9,59	-308,09
září 11	4,81	0,5	89,60
říjen 11	3,41	1,18	65,40
listopad 11	2,89	0,5	82,70
prosinec 11	7,13	0,925	87,03

Příloha č. 8 - Půdorysné schéma ČOV Mattoni – Kyselka



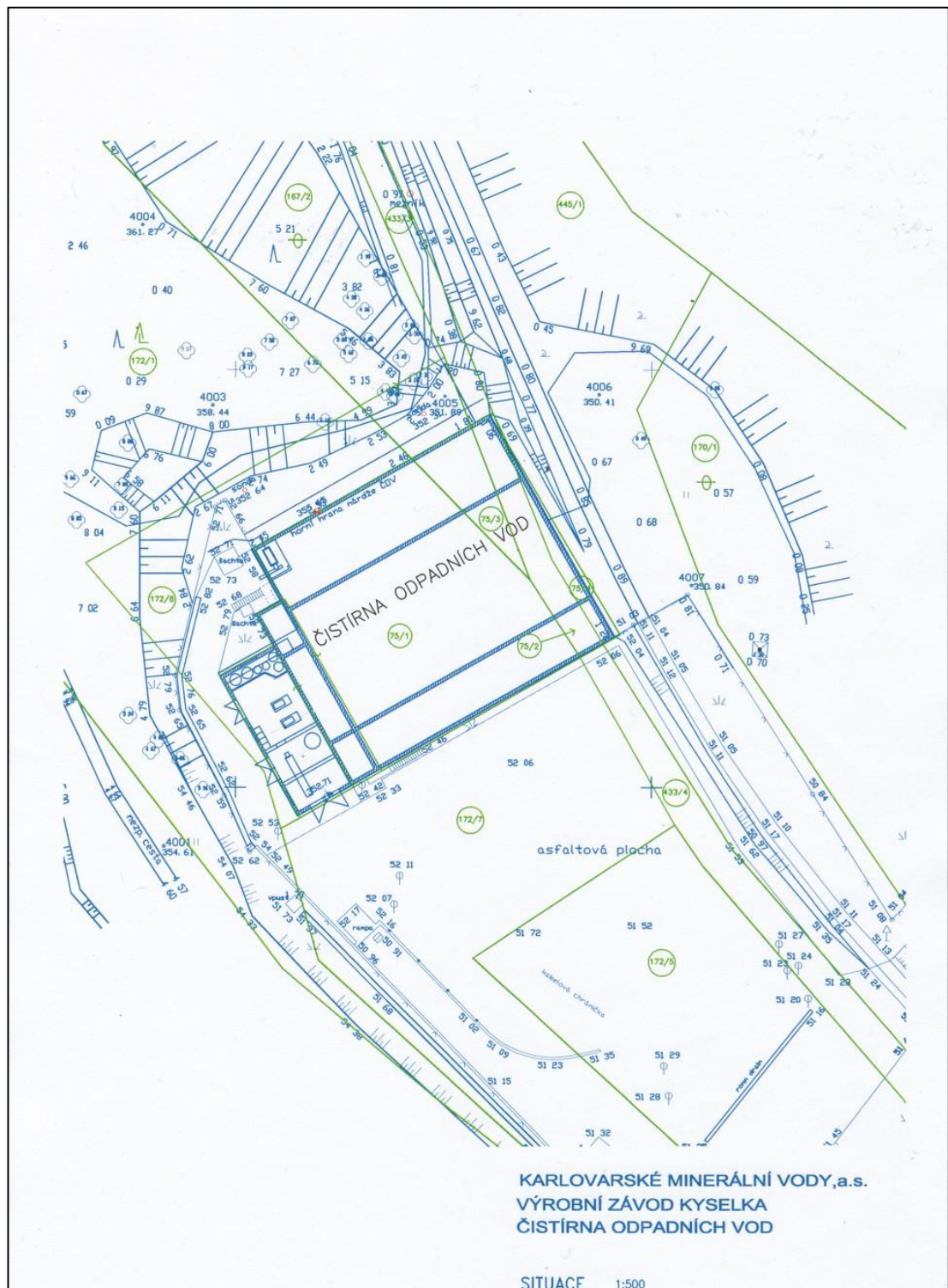
(zdroj: archiv KVM a.s.)

**Příloha č. 9 - Přívod odpadních vod z areálu závodu KVM Mattoni – Kyselka do
ČOV**



(zdroj: archiv KVM a.s.)

Příloha č. 10 - Situace ČOV 1:500



(zdroj: archiv KVM a.s.)

