

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta chemicko-technologická**  
**Katedra ekonomiky a managementu chemického**  
**a potravinářského průmyslu**

**Technologické a právní aspekty čištění odpadních vod**  
**ve vybrané společnosti**

**Marcela Skálová**

**Bakalářská práce**  
**2012**

**University of Pardubice**  
**Faculty of Chemical Technology**  
**Department of Economy and Management of Chemical**  
**and Food Industry**

**Technological and legal aspects of wastewater treatment**  
**in a company**

**Marcela Skálová**

**Bachelor thesis**

**2012**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marcela Skálová**  
Osobní číslo: **C09532**  
Studijní program: **B2807 Chemické a procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Ekonomika a management chemických a potravinářských podniků**  
Název tématu: **Technologické a právní aspekty čištění odpadních vod ve vybrané společnosti**  
Zadávací katedra: **Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vymezení pojmu odpad.
2. Vodní hospodářství.
3. Odpadní vody.
4. Charakteristika společnosti Měšťanský pivovar v Poličce, a.s.
5. Zmapování technologie čističky odpadních vod ve vybraném podniku.
6. Právní reglementace týkající se provozu čističky odpadních vod ve vybraném podniku.
7. Zhodnocení a závěr.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. SYNÁČKOVÁ, Marcela: Čistota vod. Praha: ČVUT, 1994. ISBN 80-01-01083-X.
2. KUČHLER, Milan: Obecná anorganická technologie II. 2. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001. ISBN 80-7194-332-0.
3. KOS, Zdeněk; ŘÍHA, Josef: Vodní hospodářství 10. Praha : ČVUT, 1996. 142 s. ISBN 80-01-02261-7.
4. Česká Republika. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. In Sběrka zákonů. 2010, částka 101, s. 3914-3994.
5. Česká Republika. Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů. 2001, 104/2001.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. et Ing. Radim Keřt, Ph.D.**

Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu

Datum zadání bakalářské práce: 24. února 2012


Termín odevzdání bakalářské práce: 22. června 2012



prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Lenka Branská, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 23. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne

Marcela Skálová

## **Poděkování**

Za připomínky a rady při tvorbě této bakalářské práce tímto děkuji vedoucímu práce panu Ing. et Ing. Radimu Keřtovi, Ph. D. Dále děkuji panu Ing. Karlu Witzovi a paní Ing. Olze Nykodýmové za materiály a konzultace při zpracovávání praktické části práce. Na závěr bych zde chtěla poděkovat svému příteli a kamarádkám za pomoc a podporu ve studiu.

**Anotace**

Práce se zabývá problematikou čištění odpadních vod. V první části je popsáno odpadové hospodářství a jeho hlavní cíl, vodní hospodářství zabývající se i odpadními vodami a technologie čištění odpadních vod. Druhá část popisuje charakteristiku a historii podniku Měšťanský pivovar v Poličce, a. s., technologii a právní reglementy týkající se čistírny odpadních vod podniku.

**Klíčová slova**

Odpad, odpadové hospodářství, vodní hospodářství, voda, odpadní voda, čištění odpadních vod, čistírna odpadních vod.

**Title**

Technological and legal aspects of wastewater treatment in a company

**Annotation**

The work deals with problems of wastewater treatment. In the first part is described the waste management and its main target, the water management which deals also with wastewater and wastewater treatment technology. The second part describes characteristics and history of the company Měšťanský pivovar v Poličce, a. s., technological and legal aspects regarding the water treatment company.

**Keywords**

Waste, waste management, water management, water, wastewater, wastewater treatment, sewage treatment plant.

# Obsah

ÚVOD.....	10
<b>1 VYMEZENÍ POJMU ODPAD.....</b>	<b>11</b>
1.1 PRÁVNÍ DEFINICE A ÚPRAVA ODPADU.....	11
1.2 DĚLENÍ ODPADU .....	12
1.3 ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ .....	13
1.4 CÍLE ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ.....	13
<b>2 VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ .....</b>	<b>15</b>
2.1 VODA .....	16
2.2 NAKLÁDÁNÍ S VODAMI PODLE VODNÍHO ZÁKONA .....	17
2.3 LÁTKY, ZPŮSOBUJÍCÍ ZNEČIŠTĚNÍ VODY .....	18
<b>3 ODPADNÍ VODY .....</b>	<b>19</b>
3.1 PRÁVNÍ DEFINICE .....	19
3.1.1 Vodní zákon.....	19
3.1.2 Zákon o vodovodech a kanalizacích.....	20
3.1.3 Norma ČSN 7500 – Vodní hospodářství .....	21
3.1.4 Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.....	22
3.2 DRUHY ODPADNÍCH VOD.....	23
3.3 ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....	24
3.3.1 Samočistící schopnost vody.....	24
3.3.2 Kořenové čistírny .....	24
3.3.3 Mechanické čištění .....	25
3.3.4 Biologické čištění .....	26
3.3.5 Speciální dočištění odpadních vod .....	27
3.3.6 Zpracování kalu .....	27
<b>4 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>28</b>
4.1 HISTORIE PIVOVARU .....	28
4.2 VLASTNÍ ZDROJ VODY PRO PIVOVAR .....	32
<b>5 ZMAPOVÁNÍ TECHNOLOGIE ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD VE VYBRANÉM PODNIKU.....</b>	<b>34</b>



5.1	VÝSTAVBA ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD .....	34
5.2	TECHNOLOGICKÝ PROCES.....	35
5.3	NEJDŮLEŽITĚJŠÍ TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY .....	37
5.4	TECHNICKO-EKONOMICKÉ PARAMETRY.....	38
5.5	VLIV NA TOK BÍLÉHO POTOKA.....	39
6	PRÁVNÍ REGLEMENTACE TÝKAJÍCÍ SE PROVOZU ČOV VE VYBRANÉM PODNIKU .....	41
6.1	POVOLENÍ K VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD.....	41
6.2	POSOUZENÍ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD Z HLEDISKA PARAMETRŮ ČSN 75 6401.....	43
6.3	PODMÍNKY POUŽITÍ UPRAVENÝCH KALŮ NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ.....	43
6.4	MONITORING KALŮ A MONITORING PŮDY.....	46
6.5	VODNÍ ZÁKON.....	47
7	ZHODNOCENÍ.....	49
	ZÁVĚR .....	50
	PŘEHLED ZKRATEK .....	52
	POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE .....	53
	SEZNAM TABULEK.....	56
	SEZNAM GRAFŮ .....	57

# Úvod

Lidé, stejně jako zvířata, ke svému životu potřebují optimální životní podmínky. Na rozdíl od minulosti si lidská společnost již uvědomuje, že ochranou životního prostředí prospívají nejen přírodě jako takové, ale i sami sobě. Poškozováním životního prostředí, jako například vypouštěním jedovatých plynů do ovzduší, či tvorbou nelegálních skládek, mohou způsobovat problémy globálních rozměrů. Za účelem záchrany životního prostředí vzniklo mnoho organizací, které se snaží informovat o těchto hrozbách, nabádat lidstvo k ochraně planety Země a uchovat tak příznivé životní podmínky i pro další generace.

Lidé při své každodenní činnosti vyprodukují určité množství odpadu. Může to být odpad z domácností, zemědělství, ale v největší míře pochází z průmyslu. Každý jeho druh je zapotřebí buď uložit na bezpečné místo, aby neznečistil, či nepoškodil životní prostředí, nebo jej trvale odstranit.

Naše planeta Země bývá označována jako „modrá planeta“, protože více než tři čtvrtiny jejího povrchu pokrývají vodní plochy. Jedná se však převážně o vodu slanou. Sladká voda zaujímá jen malou část z celkového množství vody. Nejen člověk, ale i rostliny a zvířata potřebují ke svému životu právě sladkou vodu. Ta se tak stává nepostradatelným a zároveň nenahraditelným přírodním zdrojem, který ubývá vlivem znečištění způsobeného člověkem. Právě voda je podmiňující složkou pro život člověka. Studie uvádějí, že člověk by bez jídla přežil několik týdnů, ale bez vody jen několik dnů a poté by mu začaly selhávat orgány. Je velice důležité, aby voda byla bez chemikálií a nečistot. V některých zemích, jako Afrika, je pitné vody nedostatek a lidé užívají špinavou vodu z tamních vodních zdrojů. To je důvodem častých nemocí a úmrtí.

Dále je voda velmi důležitá z hlediska hygieny, rekreace či jako surovina pro průmysl. A abychom si připomněli, že voda je základem život, že je opravdu důležitá a musíme jí chránit, vyhláší již od roku 1993 OSN (Organizace spojených národů) Světový den vody, který se koná 22. března.

Cílem bakalářské práce je provést rešerši odborné literatury a na jejím základě analyzovat technologické a právní aspekty čištění odpadních vod ve společnosti Měšťanský pivovar v Poličce, a. s.

# 1 Vymezení pojmu odpad

Člověk vyprodukuje každý den odpad, tzv. komunální odpad. Je jenom na jeho rozhodnutí, zda se bude podílet na ochraně životního prostředí a bude odpad třídit, aby mohl být určitý druh odpadu (papír, sklo a plast) znovu zpracován. Mnozí lidé si neuvědomují, že například toaletní papír, či noviny vznikají z recyklovaného papíru, nemusí se kácet další stromy a tím se šetří příroda. Zároveň pomáhá i lidem, protože lesy mají pro člověka také svůj obrovský přínos. Odpad se také každodenně vyprodukuje v průmyslu, neboť vzniká jako nežádoucí výstup z výroby.

Ve Sborníku přednášek z pracovního jednání k problematice podnikového environmentálního účetnictví charakterizují Václav Ježdík, Ilona Obršálová a Eduard Souček odpady jako: *„Odpady se týkají téměř všech subjektů veřejného sektoru, sektoru domácností, business sektoru i sektoru podniků poskytujících specializované služby ochraně životního prostředí.“* [12]

Ve výše uvedeném Sborníku přednášek charakterizuje Jaroslava Hyršlová odpad takto: *„Vydeme-li ze základního předpokladu, že všechno nakoupený materiál musí už z fyzické nutnosti opouštět podnik buď jako výrobek nebo jako odpad, pak odpad představuje vlastně materiál, který se nestal součástí výrobku pro trh. Odpad je proto indikátorem neefektivnosti výroby.“* [13]

## 1.1 Právní definice a úprava odpadu

Problematiku týkající se odpadů upravuje Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech. Podle článku 3 bodu 1) definuje odpad takto: *„Odpadem je jakákoliv látka nebo předmět, kterých se držitel zbavuje nebo má v úmyslu se zbavit nebo se od něho požaduje, aby se jich zbavil.“*

Náš právní řád odpad upravuje v zákoně č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Podle tohoto zákona je odpad definován takto: *„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů.“* Do skupin odpadů patří např. zůstatky z výroby; výrobky, které neodpovídají požadované jakosti; výrobky s prošlou lhůtou spotřeby; znehodnocené výrobky; obalové materiály; použité baterie a katalyzátory; znečištěné kyseliny,

rozpouštědla; zůstatky z průmyslových procesů (strusky, destilační zbytky); zůstatky ze strojní a povrchové úpravy materiálu (třísky z frézování a obrábění); materiály, látky a výrobky, jejichž užívání bylo zakázáno zákonem; výrobky, které vlastník nepoužívá nebo nebude používat. [7]

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, obsahuje základní ustanovení v souladu s právem Evropských společenství, které zahrnuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů, nakládání s nimi (aby člověk dodržoval ochranu životního prostředí), ochrany zdraví člověka, trvale udržitelného rozvoje; práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství; a působnost orgánů veřejné správy. Zákon se vztahuje na nakládání se všemi odpady kromě odpadních vod; odpadů z hornické činnosti, odpadů drahých kovů; radioaktivních odpadů; mrtvých lidských těl a částí těl; konfiskátů živočišného původu; nezachycených emisí znečišťující ovzduší; odpadů trhavin, výbušnin a munice a vytěžených zemin. [7]

## **1.2 Dělení odpadu**

Odpad můžeme rozdělit podle několika hledisek. Jedním z nich je podle toho, jaký má vliv na životní prostředí či člověka, dále jej dělíme podle hospodářských oborů a odvětví, využitelnosti jako druhotné suroviny, skupenství (tuhé, kapalné a plynné) a specifických vlastností. Dále můžeme odpad dělit podle původu. Může vzniknout v průmyslu, v zemědělství a lesnictví, v energetice, při dolování a těžbě, v domácnosti (komunální) a další. Podle nebezpečnosti mluvíme o rostlinném a živočišném původu (ze zemědělské výroby a potravinářského průmyslu), minerálním původu, sutích ze staveb, z chemických procesů (kyseliny, zásady, dehty, rozpouštědla), radioaktivním odpadu (vzniklý při úpravě jaderného paliva, odpad z laboratoří využívající radioizotopy). [15]

Další odpady se musí řídit zvláštními předpisy. Jedná se o nebezpečný odpad a zvláštní odpad. Nebezpečný odpad svými vlastnostmi je, nebo může být, nebezpečný pro zdraví obyvatelstva, nebo pro životní prostředí; je výbušný (má oxidační schopnosti, je hořlavý, dráždivý); škodí zdraví (po vdechnutí, požití nebo proniknutí pokožkou); je toxický (představuje riziko vážného, akutního nebo chronického poškození zdraví, případně smrti); je karcinogenní (může vyvolat nádorové onemocnění); je teratogenní (může vyvolat vrozené vývojové vady), obsahuje-li látky, které uvolňují velmi jedovaté

plyny při styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami; je ekotoxický (poškozuje ekosystém). Zvláštní odpad vyžaduje specifický režim nakládání z důvodu ochrany životního prostředí. Dále je to komunální odpad (odpad z bydlení, škol, hotelů, administrativy) a zemědělský odpad (ze zemědělské výroby, který se nedá vrátit do půdy běžným zemědělským způsobem). [7],[15]

### **1.3 Odpadové hospodářství**

Odpadové hospodářství je poměrně novou oblastí národního hospodářství, dotýkající se všech stupňů výrobního a spotřebního cyklu. Teprve v posledních dvaceti až třiceti letech se začaly průmyslově a ekonomicky vyspělé země zabývat odpadovým hospodářstvím. V České republice byl první zákon o odpadech vydán až v roce 1991. Před tímto rokem nebylo nakládání s odpady nijak kontrolováno. [1],[17]

### **1.4 Cíle odpadového hospodářství**

Hlavním cílem odpadového hospodářství je předcházení vzniku samotného odpadu. Toho můžeme dosáhnout např. změnou technologie, nebo ukončením výroby. Dále může být vznik odpadu omezován různými opatřeními. Tato opatření, zaměřená na snižování množství odpadů ve výrobě, se týkají tzv. maloodpadové technologie, které se snaží snižovat materiálovou náročnost výroby.

Cílem hospodaření s odpadem je vyloučení nebo omezení škodlivých účinků na životní prostředí. To je možné docílit například prostřednictvím třídění odpadu (např. papír, textil, plast, termoplast, sklo, železo, kompostovatelný odpad, domácí spotřebiče); shromažďováním odpadu (neboli sběr, je krátkodobé soustředování odpadu do shromažďovacích prostředků, v místě jejich vzniku a před dalším nakládáním s odpadem); přepravy odpadu (přemísťování odpadu); skladováním odpadu (dočasné umístění odpadu mezi jednotlivými činnostmi, při nakládání s ním po dobu nezbytně nutnou); využíváním odpadu (způsobem, při kterém se např. získá energie, regenerují se rozpouštědla, recyklují se kovy a kovové sloučeniny, regenerují se kyseliny a zásady, využití pro zemědělství nebo zlepšení ekologie); a odstraňováním odpadu (např. skladování, biologická úprava, fyzikálně-chemická úprava, spalování na pevnině či na moři). [1],[7],[15],[16]

Před uložením na skládku, nebo vypouštěním do ovzduší se odpad upravuje změnou fyzikálních, chemických, biologických a dalších vlastností odpadu; aerobním či anaerobním rozkladem organických látek; absorpcí či adsorpcí škodlivých složek z odpadních plynů, nebo z odpadních vod; neutralizací kyselých, nebo zásaditých odpadů (zlepší pH odpadu a tím zmenší jeho škodlivost); srážením škodlivých látek z odpadních vod; spálením odpadů.

Odpad se dá využít získáváním druhotných a jiných surovin z odpadu. Může dojít k návratu použité hmoty do oběhu v původní podobě (pivní lahve), nebo v degradované podobě (skleněný střep, starý papír, plasty,...). Výhodou použití druhotných surovin je snížení zátěže prostředí škodlivým účinkem odpadů, šetření přírodních zdrojů surovin a energie,... Za opětovné využívání odpadů lze také považovat některé části zneškodňovacích technologií. Při skládkování skládkový plyn, při spalování teplo a škváru.

Zneškodňování odpadu nazýváme nakládání s odpadem za účelem zamezení nebo snížení jeho škodlivého vlivu na životní prostředí. Jde zejména o zneškodňování fyzickými, chemickými a biologickými metodami, ukládání, spalování nebo neutralizaci, při kterých se nepřekročí míra stanovená zvláštními předpisy, jež má zabránit poškozování životního prostředí, nebo ohrožování zdraví lidí. [1],[15]

## 2 Vodní hospodářství

Vodní hospodářství má různé výklady podle přístupu odborníků. Pojem vodní hospodářství je, z pedagogického hlediska, souborem opatření ke zkoumání, ochraně a využívání vodních zdrojů pro potřeby národního hospodářství. Dále k ochraně proti škodlivým účinkům vody s cílem zajištění optimálních parametrů životního prostředí. [2]

Norma ČSN 7500 – Vodní hospodářství a hlavně pak ČSN 7501 – Názvosloví, definuje základní pojmy týkající se vodního hospodářství. Vodní hospodářství je definováno jako: „*Soubor činností spojených s ochranou povrchových a podzemních vod, ochranou, rozvojem a užíváním vodních zdrojů, ochranou a zlepšováním odtokových poměrů, ochranou před škodlivými účinky vod a užíváním vody.*“ Dále např. Vodárenství je obor, který se zabývá odběrem, úpravou, dopravou a rozvodem vody pro potřeby obyvatelstva a národního hospodářství. [11]

Jednotlivé složky vodního hospodářství obecně zahrnují následující činnosti vodního hospodářství. Jedná se o péči o vodní zdroje (vodu povrchovou a podzemní). Patří sem např. evidence současných a výhledových zdrojů, vrtání průzkumných sond při hledání dostupných zásob podzemní vody, správné obhospodařování povodí (lesů, rybníků, rašelinišť). Dále zásobování obyvatelstva, průmyslu a zemědělství pitnou a užitkovou vodou. Budují se vodovody, přehrady, studny, čerpací stanice a další. Také hospodaření s vodou v zemědělství, jež představují především závlahy a odvodňování pozemků, stavba malých vodních nádrží a rybníků. Dále využití vodní energie využíváním hydraulického spádu toků pomocí jezů, tunelů a přehrad s vodními elektrárnami. Splaňování toků, umožňující plavbu na tocích - jedná se o stavební úpravy plavební dráhy, bagrování nánosů a naplavenin, stavbu plavebních komor nebo lodních zdvihadel. Výstavbu plavebních kanálů pro dopravu a plavbu obchodních i rekreačních plavidel. Péči o čistotu toků - velké množství odpadních vod musí být čištěno v čistících stanicích tak, aby byly znovu využitelné pro další účely a nepůsobily ekologické škody. Ochranu před povodněmi, upravují se toky tak, aby se velké vody nemohly vylít z břehů. Rybníkaření, jde o výstavbu rybníků, jejich údržbu, rekonstrukci. Ochranu lázeňských a minerálních vod. Péči o rašeliniště (mokřady), jež jsou vodohospodářsky významná jako pramenní oblasti. Ochranu vodních rezervací pro zachování ochrany života v přírodě. Péči o rekreační

plochy, výstavby koupališť, plaveckých bazénů. A hydraulickou dopravu substrátů s následnými odkališti, složišti popílků. [2]

## 2.1 Voda

Voda neboli hydrosféra, je neživou složkou životního prostředí, stejně jako půda (pedosféra), ovzduší (atmosféra) a zemská kůra (litosféra). Starořeční filozofové považovali vodu za jeden ze čtyř elementárních prvků, jimiž jsou voda, vzduch, země a oheň. Voda je chemická sloučenina vodíku a kyslíku a spolu se vzduchem tvoří základní podmínky pro život na Zemi. Lidské tělo obsahuje 70% vody, rostliny až 90%.

Lidé si uvědomují důležitost vody a tím spojenou ochranu vodních zdrojů a její šetrné využívání. Závažnost problematiky a možné přístupy předkládá Evropská vodní charta, která byla vyhlášena v roce 1968 ve Strasbourgu. Její obsah přihlíží k Deklaraci o politice v oblasti ochrany vod před znečištěním a dále k mezinárodním normám pro pitnou vodu. Charta se snažila, podtrhnout význam vody pro lidstvo. Z obsahu je to např.: bez vody není života; voda je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná surovina; zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné a je proto velice důležité tyto zásoby udržovat a chránit; jakost vody musí zejména odpovídat normám lidského zdraví; pro zachování vodních zdrojů mají zásadní význam rostliny a to především les; orgány k tomu určené, musí plánovat účelné hospodaření s vodními zdroji; člověk a ostatní živé organismy jsou závislí na vodě a znečišťování vod jim způsobuje škody; povinností každého je užívat vodu účelně a ekonomicky, protože je společným majetkem; voda nezná hranice, a proto vyžaduje mezinárodní spolupráci. [4],[18]

Vodu (hydrosféru) můžeme rozdělit podle několika hledisek. Podle skupenství na pevnou (led, sníh), kapalnou (voda) a plynnou (vodní pára). Podle hydrologie a meteorologie se dá voda rozdělit na vodu povrchovou (je to voda na povrchu Země a může přechodně protékat zakrytými úseky, např. voda v oceánech, mořích, jezerech, ledovcích, močálech), podpovrchovou (tam patří zejména podzemní voda, která je v přímém styku s horninami pod povrchem Země uvnitř litosféry) a atmosférickou (je v atmosféře ve formě páry či srážek). Podle tvrdosti se voda dělí na měkkou (dešťová voda a voda v potocích - obsahuje málo minerálních látek) a tvrdou (z podzemních pramenů, prochází vrstvami zemské kůry a obsahuje více látek). Podle slanosti se voda dělí



na slanou (tvoří většinu hydrosféry, obsahuje hlavně sodné a hořečnaté soli) a sladkou vodu. Z hlediska mikrobiologie je voda pitná (vhodná ke každodennímu použití, zbavená nečistot, obsahuje vyvážené množství minerálních látek tak, aby neškodily zdraví), voda užitková (používá se v průmyslových závodech a v potravinářství, jako chladicí voda, napájecí voda pro parní kotle, voda pro průmyslovou výrobu) a voda odpadní (byla znečištěna v domácnostech, průmyslu, zemědělství a veřejných zařízeních). Z hlediska původu a použití je nejčistší voda srážková, která je v podobě deště, sněhu, krup, mlhy a jedná se v podstatě o destilovanou vodu. Ta je znečištěná pouze nečistotami pohlčenými ze vzduchu (např. prach, mikroorganismy). Tato voda se buď vypaří, stéká po povrchu a dostává se do povrchových vod, anebo se vsakuje do půdy a stane se z ní podzemní voda. [5],[6],[3],[8],[14]

Voda je důležitá jako průmyslová surovina, jak pro své chemické složení, tak i pro své fyzikální vlastnosti. Je průmyslově důležitým zdrojem vodíku, používá se jako rozpouštědlo řady především anorganických sloučenin a má velký význam v energetice ve formě páry, jako ohřívací či chladicí médium v technologických procesech.

## **2.2 Nakládání s vodami podle vodního zákona**

Základní povinnosti při nakládání s vodami upravuje zákon č.254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. V § 5 odst. 1 až 3 je uvedeno, že každý, kdo nějakým způsobem nakládá s podzemními nebo povrchovými vodami má povinnost dbát o ochranu těchto vod a zabezpečit hospodárné a účelné užívání dle podmínek stanovených tímto zákonem. Dále by měl dbát, aby nedocházelo k jejich znehodnocení a k porušování jiných veřejných zájmů. Ten, kdo nakládá s podzemními či povrchovými vodami k výrobním účelům, má povinnost provádět ve výrobě účinné úpravy, které vedou k hospodárnému využívání vodních zdrojů a zohledňující nejlepší dostupné technologie. [8]

Při provádění staveb, jejich změn či změn jejich užívání, jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání stavby zabezpečit jejich zásobování vodou, odvodněním, čištěním, či jiným nakládáním s odpadními vodami v souladu s tímto zákonem. Dále jsou povinni zajistit vsakování, či zadržování a odvádění povrchových vod, které vznikly dopadem atmosférických srážek na tyto stavby. Stavební úřad nesmí vydat stavební

povolení, rozhodnutí o dodatečném povolení stavby, rozhodnutí o povolení změně stavby před jejím dokončením, kolaudační souhlas, či rozhodnutí o změně užívání stavby, bez splnění těchto podmínek. [8]

### **2.3 Látky, způsobující znečištění vody**

Látky, které ohrožují jakost vody, se dají rozdělit na škodlivé, organické a anorganické látky. U škodlivých látek dojde při styku s vodou ke snížení její užitkové hodnoty. Vyskytují se buď samostatně, nebo v odpadních vodách a rozdělují se podle různých hledisek. Nejčastěji se člení podle místa vzniku (látky produkované obyvatelstvem, průmyslem, zemědělstvím, dopravou, veřejným sektorem a jiné.), podle zdroje znečištění (bodové-přímo produkují odpadní vody nebo škodlivé látky a jedná se např. o výpusť kanalizace, únik ropných látek ze skladu, apod.; plošné – přímo neodvádí škodlivé látky, ale přispívá ke zhoršení jakosti vod např. eroze, splachy terénu, znečištění zemědělstvím a rekreací, skládky, apod.), podle povahy látek (fyzické, chemické či biologické) a podle zdravotní nezávadnosti. [4]

Organické látky ve vodě se dělí na přirozené (např. výluhy z půdy a sedimentů - půdní humus, rašelinný humus, výluhy z listí a jiné) a antropogenní (pocházející ze splaškových a průmyslových odpadních vod, z odpadů ze zemědělství apod.). Organické látky výrazně ovlivňují chemické a biochemické vlastnosti vody, které mohou mít např. účinky karcinogenní, alergenní, toxické, pach a chuť a jiné. Anorganické látky se dělí podle příbuznosti na kovy (např. sodík, draslík, vápník, hořčík, hliník, železo, mangan, měď, stříbro, zlato, zinek, olovo atd.), halogeny (fluor, chrom, brom a jod), sloučeniny (síry, fosforu a dusíku) a radioaktivní látky. [4]

## **3 Odpadní vody**

Jak již bylo uvedeno, jedná se o vody, jejichž znečištění pochází z domácností, zemědělství, průmyslu či veřejných zařízení a jsou zbavovány těchto nečistot v čistírně odpadních vod. V této kapitole budou rozebrány odpadní vody z hlediska práva, druhu a na závěr bude popsáno čištění odpadních vod.

### **3.1 Právní definice**

Z hlediska našeho právního systému upravuje odpadní vody zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů; zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů; a norma ČSN – Vodní hospodářství.

#### **3.1.1 Vodní zákon**

Účelem zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, je především chránit povrchové a podzemní vody, stanovit určité podmínky pro hospodaření s nimi a zachování či zlepšení jakosti těchto vod. Dále tento zákon stanovuje povinnosti, které sníží nepříznivé účinky povodní a sucha, přispívá k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a zajišťuje bezpečnost vodních děl, která jsou definována níže. [8]

Vodní zákon upravuje např. právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy k pozemkům a stavbám, zajištění trvale udržitelného užívání vod, bezpečnosti vodních děl a jiné.

Odpadní vody jsou podle vodního zákona vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách. Dále jsou to vody použité v zařízeních a dopravních prostředcích, pokud mají změněnou jakost. Odpadními vodami mohou být i vody průsakové z odkališť. S výjimkou vod, které jsou zpětně použity pro vlastní potřebu organizace a vody průsakové ze skládek odpadů. [8]

Naopak zákon definuje i znečištěné vody, které za vody odpadní nejsou považovány. Do této skupiny patří vody z drenážních systémů odvodňovaných zemědělských pozemků, chladicí vody použité na plavidlech pro vodní turbíny, nepoužité minerální vody z přírodního léčivého zdroje, srážkové vody z dešťových oddělovačů, pokud splňuje podmínky stanovené vodoprávním úřadem. Posledním zástupcem této skupiny jsou vody srážkové z pozemních komunikací, které ovšem musí splňovat technická opatření stanovená zákonem o pozemních komunikacích). [8]

Vodní díla jsou podle vodního zákona stavby, které slouží k zadržování, usměrňování, ochraně, nakládání a užívání vod. Vodními díly se rozumí např. přehrady, vodní nádrže, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, stavby odkališť, studny a další. Naopak vodními díly nejsou např. vodohospodářské úpravy, bezodtokové jímky (včetně přítokového potrubí), vnitřní vodovody a kanalizace, kanalizační přípojky a jiné. Pokud jsou pochybnosti o tom, co je a co není vodní dílo, rozhodne o tom příslušný místní vodoprávní úřad. Ke stavbě, změnám, užívání, zrušení a odstranění vodních děl je potřeba povolení vodoprávního úřadu. Může být vydáno jen v případě, že je povoleno odpovídající nakládání s vodami. [8]

Vlastník vodního díla je povinen např. dodržovat podmínky a povinnosti, za kterých bylo vodní dílo povoleno a uvedeno do provozu, či udržovat vodní dílo v řádném stavu. Vodoprávní úřad může také na návrh vlastníka vodního díla stanovit podél díla ochranná pásma, nebo na nich omezit umístování některých staveb a provádění určitých činností. Vlastník pozemku či stavby má nárok po vlastníku díla požadovat náhradu majetkové újmy, která mu uvedeným zákazem nebo omezením vznikla. [8]

### **3.1.2 Zákon o vodovodech a kanalizacích**

Předmětem úpravy zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů, je především upravovat vztahy vzniklé při výstavbě a provozu vodovodů či kanalizací, které slouží veřejné potřebě, zřizují a provozují se ve veřejném zájmu. Tento zákon se vztahuje pouze na vodovody a kanalizace, u nichž je průměrná denní produkce vyšší jak  $10 \text{ m}^3$  a počet fyzických osob, které využívají vodovod a kanalizaci trvale, je větší než 50. [8]

Podle výše uvedeného zákona je vodovod soubor staveb a zařízení, které zahrnují stavby pro jímání a odběr povrchové, či podzemní vody a její úpravu a shromažďování a je tedy vodním dílem. [8]

Taktéž kanalizace je vodním dílem a lze ji definovat jako soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních a srážkových vod, kanalizační objekty a čistírny odpadních vod. Kanalizace se dá rozdělit podle toho, jestli kanalizační stoky odvádějí odpadní a srážkovou vodu společně nebo samostatně, na jednotnou a oddílnou. Jednotná kanalizace odvádí odpadní vodu a srážkovou vodu společně. Naopak oddílná odvádí odpadní i srážkovou vodu samostatně. [8]

### **3.1.3 Norma ČSN 7500 – Vodní hospodářství**

Norma ČSN 7500 – Vodní hospodářství a hlavně pak ČSN 7501 - Názvosloví, definuje odpadní vody, jako vody změněné použitím a/nebo odvedené do systému stokových sítí a kanalizací. Jsou to vody, které mají po použití změněnou jakost a byly použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a dalších stavbách či dopravních prostředcích. Odpadními vodami jsou dále i průsakové vody z odkališť a ze skládek odpadů. [11]

Tato norma definuje vodní dílo i kanalizace v podstatě stejně, jako zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), který je uveden výše.

Podle normy ČSN 75 0150 – Terminologie vodárenství, je vodárenství technický obor, který se zabývá např. odběrem, úpravou, vytvářením zásob pro zabezpečení provozu vodovodu, dopravou a rozvodem vody pro potřeby obyvatelstva, zemědělství a průmyslu. [11]

Co se týká vodního díla a s tím spojeným pojmem ochranné pásmo (podle výše uvedené normy ČSN 75 015), je ochranné pásmo územím, pro které jsou stanoveny zvláštní podmínky, které mají zajistit ochranu vodovodních objektů. [11]

### **3.1.4 Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě**

Stanovené podmínky pro použití upravených kalů na zemědělské půdě jsou podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Tyto podmínky stanoví Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem zdravotnictví podle § 33 odst. 4 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. [10]

Podle § 1 – Technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě, lze upravené kaly na zemědělské půdě používat za podmínky, které stanoví, že nejpozději do 48 hodin od umístění kalů na zemědělskou půdu musí být kaly zapracovány do půdy. Dále, že potřeba dodání živin do půdy na pozemky, které jsou určeny pro umístění kalů, musí být doložena výsledky rozborů agrochemických vlastností půd. Nesmí se použít více jak 5 tun sušiny na 1 hektar půdy v průběhu 3 po sobě následujících let. Toto množství může být zvýšeno na 10 tun sušiny kalů v průběhu 5 po sobě následujících let a to v případě, že použité kaly obsahují méně než polovinu limitního množství každé ze sledovaných rizikových látek a prvků. Přesné stanovení dávky sušiny se vypočte ze zjištěného množství dusíku v dávce a nesmí překročit 70 % celkového potřebného množství dusíku pro hnojenou plodinu. Předchozí podmínky musejí být aplikovány v jedné agrotechnické operaci, v jednom souvislém časovém období za příznivých fyzikálních a vlhkostních podmínek. [10]

Podle § 4 – Postupy odběru vzorků kalu a půdy a metody analýzy kalů a půdy, se odběry a analýzy vzorků půdy, tzv. monitoring půdy, na pozemcích určených k použití kalů a odběry a analýzy vzorků zajišťují původci kalů. Monitoring půdy se provádí vždy před prvním použitím kalu a dále v pravidelných intervalech. Požadavkem pro monitoring kalů je, že stanovení adsorbovatelných organických halogenů a polychlorovaných bifenylyů v kalech se provádí vždy před prvním použitím kalů. Dále se odběry vzorků kalů provádí podle normy ČSN EN ISO 5667 – Jakost vod – Odběr vzorků. Vzorky kalů pro mikrobiologická vyšetření musejí být také odebrány tak, aby nedošlo k sekundární kontaminaci a jejich přeprava a uchování se provádí podle normy ČSN ISO 10381 – Kvalita půdy – Odběr vzorků. Monitoring půdy provádí osoby pověřené Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským. Výsledky monitoringu kalů a monitoringu

půdy se uvádí na evidenčním listu využití kalů v zemědělství. Přílohami jsou vždy protokoly o provedeném monitoringu půdy a monitoringu kalů. Tato hlášení kalů se archivuje po dobu 30 let. [10]

### **3.2 Druhy odpadních vod**

Odpadní vody se rozdělují na splaškové, průmyslové a dešťové. Splašková odpadní voda je odpadní voda z domácností, sociálních zařízení, umýváren a podniků. Množství splaškové vody, která přitéká do čistírny, závisí na kolísání odběru vody z vodovodní sítě. [4]

Průmyslová odpadní voda je složením průmyslových vod závisících na charakteru výroby jednotlivých průmyslových podniků a je velmi proměnlivá. V každém průmyslovém podniku se nachází technologická odpadní voda, chladicí voda, splašková voda a srážková voda. Každý podnik by měl navrhovat technologie čištění odpadních vod tak, aby zmenšil produkci znečištění a omezil potřebu vody. Odpadní vody z chemického průmyslu patří k nejhůře čistitelným vodám. Lze je rozdělit na odpadní vody z anorganických výrob (obsahují nerozpuštěné anorganické látky, kyseliny, rozpuštěné soli, těžké kovy jako měď, zinek, olovo a hořčík) a odpadní vody z organických výrob (obsahují anorganické látky jako kyseliny, soli, těžké kovy, ale i organické látky). Čištění odpadních vod se provádí podle jejich vlastností. Technologickými čištěními jsou oddělení nerozpuštěných a vzplývavých látek, čiření a flotace, neutralizace, adsorpce, extrakce a destilace, oxidace a redukce. Potravinářský průmysl vypouští asi 15% produkce průmyslových odpadních vod, v nichž je 50% rozložitelných organických látek. [4]

Dešťová (srážková) odpadní voda je kyselá a znečištěná exhalacemi z ovzduší, ale koncentrace znečištění jsou velmi malé. Voda je znečištěná při spláchnutí a smývání ploch, ze kterých stékají dešťové vody do kanalizace. Znečištění je tvořeno nerozpuštěnými anorganickými a organickými látkami (prach, písek, volné ropné látky, drobné tuhé odpady a další). [4]

### 3.3 Čištění odpadních vod

Většina odpadních vod se přivádí do čistíren odpadních vod, kde se oddělí nečistoty a chemikálie a vyčištěná voda se vrací do řek.

Pojem Čištění odpadních vod je podle normy ČSN 7500 – Vodní hospodářství a hlavně pak 7501 - Názvosloví definován jako: „*Obor, který se zabývá technologickými procesy pro odstranění nebo zneškodnění znečištění v odpadních vodách a/nebo snížením jejich koncentrace.*“ [11]

#### 3.3.1 Samočistící schopnost vody

Vodní toky a jezera rozkládají rozpuštěné látky pomocí činností mikroorganismů, rostlin a zvířat. Pokud obsažených nečistot není příliš velké množství, jsou přírodní vody schopny se čistit tímto přirozeným způsobem samy. Odpadní látky obsažené ve vodě jsou zdrojem potravy a energie pro růst a život aerobních bakterií, které potřebují dostatečné množství kyslíku. I když mají tyto bakterie schopnost rychlé adaptace na různé druhy organického znečištění, může řada látek, zvláště v průmyslových vodách, jejich život snížit, nebo je zcela vyhubit. Naopak anaerobní bakterie mohou existovat při menším množství kyslíku a některé druhy nepotřebují kyslík vůbec. Tyto bakterie rozkládají pomocí svých enzymových systémů kyslíkaté sloučeniny, využívají kyslík a produkují jiné sloučeniny, které doprovázejí kvašení a hnití. [3],[14]

#### 3.3.2 Kořenové čistírny

Kořenové čistírny jsou umělým mokřadem. Podobné útvary v přírodě patří k nejpestřejším biotopům s vysokou odolností vůči proměnlivým životním podmínkám. A právě tato schopnost se stává výhodou v procesu čištění u kořenové čistírny. Ale na rozdíl od přírodních podmínek je kořenová čistírna trvale obohacována energeticky bohatými organickými látkami a živinami jako je dusík, draslík a fosfor. Základem kořenové čistírny je nádrž s náplní ze zrnitého materiálu (štěrku či kamenné drti a písku). Odpadní voda je přiváděna děrovaným potrubím, uloženým pod povrchem nádrže. Správně navržená a provedená kořenová čistírna je dobrým mechanickým, ale i biologickým filtrem. Odpadní voda je zde znečištěna převážně rozpuštěnými organickými látkami, které se stávají potravou pro mikroorganismy, které se uchytily v kořenové čistírně.



Mikroorganismy jsou různé druhy bakterií, které žijí buď přímo ve vodě, nebo na rozhraní vody a vzduchu. Nosičem mikroorganismů jsou kořeny rostlin, které přivádějí z ovzduší nezbytný kyslík a vytvářejí tzv. kanálky, které zvyšují průchodnost pro protékající vodu. Mezi výhody kořenové čistírny patří jednoduchost, spolehlivost a nízká náročnost na obsluhu, údržbu a energii. Lze např. čistit i vysoce zředěné vody z nestandardních vesnických kanalizací, což umožňuje čištění bez budování či rekonstrukce stávající kanalizace, která je obvykle podstatně dražší, nebo kořenová čistírna. [5]

K odstranění nečistot z odpadních vod se používají čistící řetězce. Sestava řetězce se může skládat z mechanického čištění, biologického čištění a speciálního dočištění (to je časté u zpracování odpadních vod z průmyslu). Z každého stupně čištění odchází kal, který je zpracováván nebo likvidován speciálními postupy. [3],[14]

### **3.3.3 Mechanické čištění**

Provádí se v zařízeních nebo aparátech a má zabezpečit dokonalé oddělení tuhých nebo kapalných nečistot, které se nemísí s vodou, a které by mohly způsobit narušení činnosti biologického čištění. Podle velikosti a povahy látek se volí zařízení (česla, lapače písku, odlučovače ropných látek a tuků, usazovací nádrže). [3],[14]

Česla jsou mřížovitá zařízení, nejčastěji z oceli, která zachycují hrubé pevné nečistoty. Ty jsou poté mechanicky odstraňovány. Mají chránit čerpadla a jsou zařazena např. před lapačem písku. [3],[14]

Lapače písku, též nazývány jako „pískolapy“ slouží na ochranu mechanických částí čerpadel, ventilů a přístrojů, které by mohly být zrnky písku poškozeny. Jsou založeny na zpomaleném průtoku kapaliny, kdy se zrnka písku usazují na dno zařízení. Písek se do odpadní vody dostane působením koroze betonu, z kterého je vyrobena kanalizace. Lapače písku se zařazují tam, kde se odvádí i splaškové povrchové vody, které mohou obsahovat velký podíl písku. U průmyslových odpadních vod, kdy jsou odpadní vody odváděny zvláštními kanalizačními systémy, není potřeba lapače do čistícího řetězce instalovat. [3],[14]

Odlučovače plovoucích a ropných látek slouží k oddělení nerozpustných nečistot, jejichž hustota je nižší než hustota vody, ve které jsou obsaženy. Jedná se o ropné látky (oleje, tuky) a drobné nečistoty plovoucí na hladině. Jsou instalovány převážně u možných zdrojů znečištění, jako jsou čerpací stanice pohonných hmot, strojní dílny, opravy a dalších. [3],[14]

Usazovací nádrže pracují na podobném principu jako lapače písku, avšak rychlost průtoku kapaliny je až 100x nižší. Tím umožňuje usazení velmi jemných částic v podobě kalu, který se shromažďuje na dně zařízení. [3],[14]

### **3.3.4 Biologické čištění**

Dochází zde k biologickému rozkladu snadno rozložitelných látek na oxid uhličitý a vodu. Rozklad probíhá buď za dostatečného přístupu kyslíku (čištění aerobní pomocí aerobních bakterií), nebo v nepřítomnosti kyslíku (čištění anaerobní pomocí anaerobních bakterií). V současnosti převládá aerobní čištění, které je využíváno pro získávání hořlavých plynů vyhníváním kalu. Aerobní bakterie se mohou adaptovat na různé druhy „potravy“, a tím likvidují často velmi komplikované odpadní vody. Biologické čištění se provádí v různých zařízeních (biologický filtr, aktivační nádrž) a jejich společnou podstatou je zabezpečení dobrého rozptylu vzduchu a jeho kontaktu s odpadní vodou za přítomnosti aerobních bakterií. [3],[14]

Biologický filtr se používá u menších čistíren odpadních vod. Je to kruhová nádrž naplněna vrstvou hrubě zrnitého inertního materiálu (koks, úlomky lávy). Vzduch je do zařízení přiváděn spodem a stoupá nahoru. Ze shora je přiváděna odpadní voda, která stéká po povrchu náplně proti proudu vzduchu. Bakterie umístěné na povrchu náplně jsou takto dobře zásobeny kyslíkem. Probíhá zde tak biologický rozklad. Po určité době se množící se bakterie odlupují a vznikají nové. Biologický filtr je výhodný vzhledem k nízkým nákladům na energii a údržbu. [3],[14]

Aktivační nádrže jsou jednoduché betonové nádrže zapuštěné do země, do nichž se přivádí odpadní voda zbavená hrubých nečistot. Zařízení se provzdušňuje, aby se bakterie zásobily kyslíkem, a zároveň se obsah nádrže promíchává. Výsledkem

je směs vyčištěné vody a kalu, která se převádí do usazovací nádrže, kde se kal usazuje a poté se odvádí ke zpracování. [3],[14]

### **3.3.5 Speciální dočištění odpadních vod**

Některé odpadní vody se nestačí vyčistit „základním“ čištěním a musí se ještě dočistit. Jde většinou o průmyslové odpadní vody, obsahující větší množství dusičnanových, amonných a fosforečnanových iontů. Určité množství těchto iontů je však potřebných pro život, činnost a výkonnost bakterií. Pokud není některá látka obsažena v dostatečném množství, je před biologickým čištěním dodávána. Vysoký obsah fosforečnanů vede k masovému rozvoji řas, vyčerpání živin a kyslíku. Lze ho snížit přidávkem železitých, nebo hlinitých solí. Obsah dusičnanů lze snížit biologickým procesem podobných biologickému čištění, kdy speciální bakterie využívají kyslík vázaný v dusičnanech a pracují bez přívodu vzduchu. Amonné ionty se musí převést na dusičnanové. [3],[14]

### **3.3.6 Zpracování kalu**

Jedná se o kaly získané v usazovacích nádržích při biologickém čištění. Tyto kaly obsahují jen asi 1% tuhé fáze a jejich odstranění je proto velmi nákladné. Z tohoto důvodu se snaží o snížení obsahu vody zahušťováním v usazovacích nádržích, které vede k obsahu tuhé fáze na asi 5%. Po zahuštění následuje vyhnívání kalu (u komunálních odpadních vod), nebo čiření a filtrace (u průmyslových odpadních vod). Při vyhnívání kalu se využívají anaerobní bakterie, které kal rozkládají. Toto probíhá za vzniku plynu (který se poté může spálit) a kalu o obsahu asi 87% vody, která se vrací zpět do čistírny. Při čiření a filtraci se po zahuštění kal upravuje přidávkem železnatých nebo hlinitých solí a poté se odváží na skládku, nebo se spaluje. [3],[14]

## 4 Charakteristika společnosti

Tato kapitola byla vypracována na základě poskytnutých informací při konzultacích s předsedou představenstva společnosti Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s. Ing. Karlem Witzem ([23]). A dále z účetních závěrek od roku 1996 až 2010 ([25]), volně dostupných na Obchodním rejstříku a Sbírce listin Ministerstva spravedlnosti České republiky ([19]).

Měšťanský pivovar Polička, a. s. se nachází ve stejnojmenném městě Polička již od roku 1517. Pivo se vařilo střídavě po právovárečných domech. Každé 2 týdny se vaření přestěhovalo do sousedního domu. Na každý právovárečný dům vycházelo hotové pivo jednou za 2 týdny. V roce 1771 vznikla v domě č. p. 18 společná varna. Později vedle tohoto domu, v domě č. p. 15, vznikla sladovna. Třetí areál pivovaru byl vybudován v letech 1864 - 1865 a v průběhu let se na něm prováděly mnohé opravy, přestavby, vylepšení, a od roku 1948 do roku 1989 se také měnili majitelé. Pivovar v dnešní podobě s předsedou představenstva Ing. Karlem Witzem je od roku 1994, kdy byl vrácen potomkům původních právovárečných měšťanů. Od této doby získal pivovar mnohá ocenění. Mezi významná patří Zlatá pivní pečeť pro 10° výčepní světlé pivo Hradební, kterou dostal v roce 1998 a další cenu Pivovar století, jež obdržel v roce 2000 od sdružení přátel piva. Zlatou pivní pečeť dostal pivovar též v roce 2011 a v roce 2012 speciální černé pivo Eliška. Poličské pivo je možné zakoupit i ve větších městech, jako je Praha a Brno, kde je ale podstatně dražší, což způsobuje cena za dopravu. Prodej piva se uskutečňuje 24 hodin denně. Pivovar se pyšní skutečností, že „nikomu nic nedluží“, tzn., že nemá žádný úvěr. Provoz a investice jsou financovány pouze z vydělaných peněz.

### 4.1 Historie pivovaru

V roce 1517 bylo rozhodnuto sněmem zemského Království českého o udělení várečného práva 113 měšťanským domům uvnitř hradeb královského věnného města Polička. Poslední pivovar byl postaven v roce 1865. V roce 1850 vnikly pozemkové knihy se zápisem práva várečného u jednotlivých 113 domů v Poličce. Bylo zapsáno to, co zde bylo od roku 1517. V roce 1909 byla firma zapsána pod názvem Měšťanský pivovar v Poličce v rejstříku Krajského obchodního soudu v Pardubicích. Majitelem pivovaru bylo od roku 1517 Právovárečné měšťanstvo v Poličce, sdružení fyzických osob. V roce 1948 vyhláškou ministerstva výživy o znárodnění některých průmyslových a jiných výrobních podniků a závodů v oboru potravinářském, byl Měšťanský pivovar v Poličce

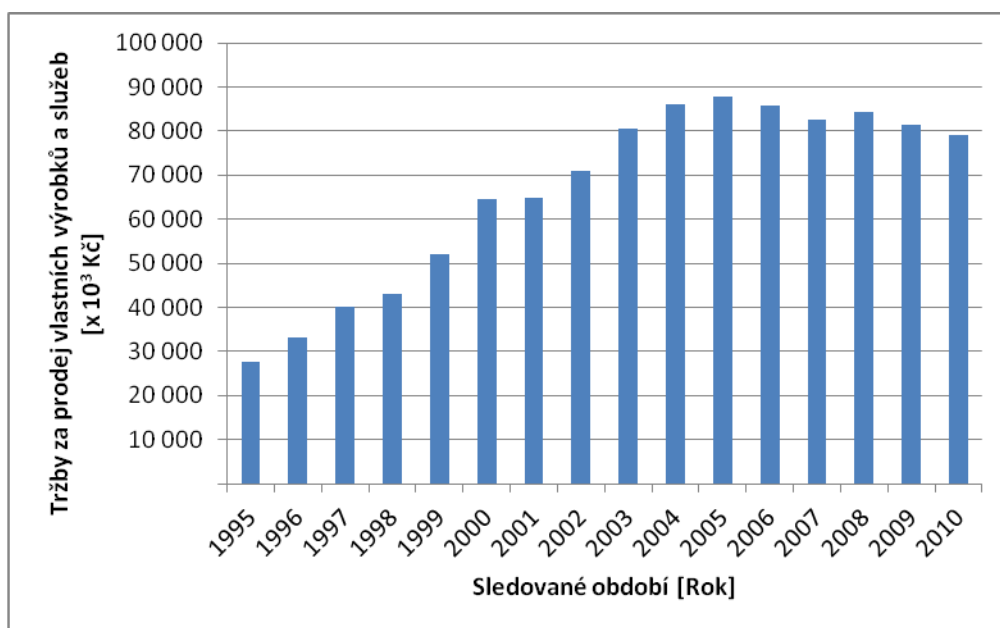
protiprávně znárodněn. Zpočátku byl spravován Místním národním výborem v Poličce, který spravoval pivovar jako svůj komunální podnik. Na začátku 50. let byl pivovar převzat pod firmu Pivovary a sladovny Praha a po nějaké době byl začleněn do podniku Východočeské pivovary Hradec Králové. V roce 1994 získali pivovar zpět potomci původních právovárečných měšťanů, kteří majetek firmy vložili do akciové společnosti. Akcie byly vydány v listinné podobě na jméno. Ředitelem pivovaru a předsedou představenstva byl Ing. Karel Witz. Členové představenstva byli Jolana Jedličková a Ing. František Dudek. Určitý malý podíl v této společnosti má i město Polička. Od poloviny 90. let noví majitelé vytrýbili kvalitu piva, až na dnešní vysokou úroveň. Úspěšná se stala i propagace značky, a proto Sdružení přátel piva udělilo Měšťanskému pivovaru v Poličce ocenění Pivovar století. Hodnotitelé udílející cenu ocenili hlavně obchodní úspěch pivovaru, který byl koncem 80. let určen k likvidaci.

Pivovar vyrábí pivo původní technologií podle receptu původního sládka Františka Bittnera. K výrobě používá vodu z vlastních studní vyhloubených u pivovaru v roce 1906 a kvalitní ječmenný slad. Pivo vzniká kvašením a zráním studenou cestou ve spilkách a ležáckých sklepích umístěných v opukovém masivu a stálá teplota a vlhkost vytvářejí individuální charakter poličského piva.

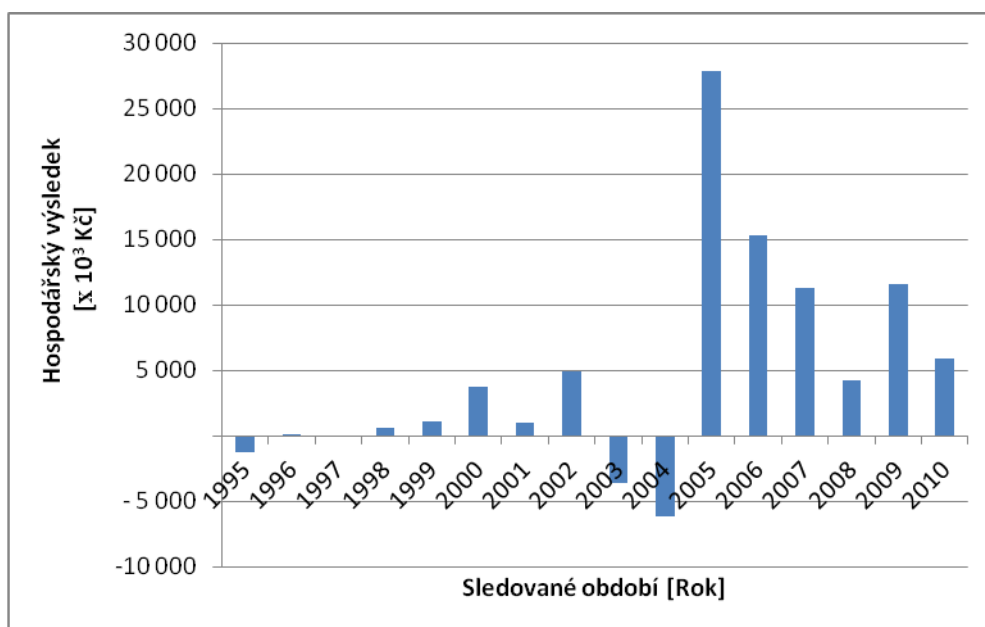
Pivovar vyrábí desetistupňové pivo (světlé a tmavé) pod označením Hradební, jedenáctistupňové pivo Otakar a dvanáctistupňové pivo Záviš. Otakar a Záviš se vyrábí i jako kvasnicové. Třináctistupňové pivo Eliška je poměrně nové a speciální, protože se vaří pouze třikrát za rok. Pivo se stáčí do sudů o objemu 10, 15, 30 a 50 litrů a před plněním se průtokově pasteruje na rozdíl od plnění do lahví o objemu 0,5 litrů, kdy se před naplněním pivo nepasteruje, upravuje se pouze mikrobiálním filtrem.

Růst prodeje a nízkou ztrátu vykázal pivovar podle výsledků hospodaření v roce 1997, kdy jeho odbyt vzrostl o 15%, což bylo nejvíce mezi tuzemskými malými pivovary. Podnik utržil přes 40 mil. Kč za prodej vlastních výrobků a služeb. Podle ředitele Karla Witze to bylo způsobeno tím, že pivovar začal vyrábět i dvanáctistupňové pivo, které bylo dražší. V roce 1998 se zvýšila produkce výroby o další 2%, která byla 54 000 hl., a celkové tržby za prodej vlastních výrobků a služby vzrostly o další 3 mil. Kč. Produkce se v roce 1999 zvýšila o dalších 14%. Podrobný přehled o tržbách za prodej vlastních výrobků a služeb od

roku 1995 do roku 2010 je zobrazen na Grafu č. 1. Přehled o hospodářském výsledku za účetní období od roku 1995 do roku 2010 je zobrazeno na Grafu č. 2.



**Graf 1: Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb během sledovaného období**



**Graf 2: Hospodářský výsledek za účetní období během sledovaného období**

Na první pohled zřetelný rozdíl hospodářského výsledku mezi roky 2004 a 2005 byl způsoben v důsledku změn, které se odehrály na konci roku 2005 v oblasti možností

odepisování pronajatého movitého a nemovitého majetku. Vlastníky tohoto majetku byli jednotliví akcionáři podniku. Poprvé byl oceněn v roce 1997 a do konce roku 2005 byl odepisován. Podnik pak musel v posledním roce odepisování přičíst celkovou sumu těchto odpisů do hospodářského výsledku.

Na závěr zhodnocení těchto grafů je možné uvést, že veškeré zde zapracované výsledky hospodaření byly prověřeny auditem a respektovány finančním úřadem. [23]

Pivovar zaměstnává cca 65 pracovníků ve čtyřech firmách. Mimo Měšťanský pivovar v Poličce, a. s., kde zaměstnává cca 25 pracovníků, je další firmou Pivo servis, který zajišťuje i údržbu pro další pivovary, kde podle sezónní potřeby pracuje 15 až 25 pracovníků. Dále je to Pivo bar a Hotel Pivovar. Pivovar má podle výpisu z obchodního rejstříku jako předmět podnikání ubytovací služby, pivovarnictví a sladovnictví, hostinskou činnost, velkoobchod, specializovaný maloobchod, maloobchod provozovaný mimo řádné provozovny a provozování vodovodů a kanalizací a úpravu a rozvod užitkové vody.

Protože se pivo vařilo starou technologií, musel pivovar postupně investovat do inovací, ale starou technologii si chtěl ponechat. Proto technologii nevytěžoval, pouze ji udržoval. V roce 2000 se podle ředitele Karla Witze stalo důležitým krokem v rozvoji pivovaru zahájení zkušebního provozu nové spilky. Navíc firma v tomto roce připravovala vlastní areál čistírny odpadních vod. V tomto roce pivovar investoval osm milionů korun do technologií a oprav sklepů, aby se také připravil na vstup do Evropské unie. Každý rok pivovar uspořádá „Den otevřených sklepů“ na oslavu výročí, kdy je připomenuto udělení várečného práva 113 domům uvnitř hradeb královského věnného města Poličky. Podle předsedy představenstva se poličské pivo úspěšně prosazovalo i ve vzdálených městech, jako Praha, Vsetín, Brno, atd., kdy se majitelé hospod seznámili s poličským pivem na dovolené, kterou trávili v regionu pivovaru, a poté měli zájem pivo točit ve svém podniku. Již v roce 1994 byl v pivovaru zřízen nepřetržitý provoz pro výdej a prodej piva, který má tu výhodu, že pokud v některém z restauračních zařízení dojde pivo konkurenčního pivovaru a ten není schopen rychle dodat další, provozovatelé se často obrací na pivovar v Poličce. V prosinci 2010 přestavil podnik svoje první speciální černé pivo pod názvem Eliška. Toto pivo je dnes v Čechách velice známé.

V roce 2006 pivovar uskutečnil zkušební provoz vlastní pivovarské čistírny odpadních vod. Ta poté byla podrobena zkouškám a zařazena do trvalého provozu. Čistírna byla postavena na holandské technologii od firmy Biothane. Pivovar si nechal dodavatelsky zřídit dvoučinnou čistírnu odpadních vod, která je založená na aerobním a anaerobním principu.

## 4.2 Vlastní zdroj vody pro pivovar

Údaje v této kapitole jsou použity z Provozního řádu vodovodu pro Měšťanský v Poličce, a. s. ([22]). Pivovar je zásobován z vlastních zdrojů podzemní vody a to z vrtu MP-2, studny S-1 Louka a S-2 Dvůr. Jako záložní zdroj slouží vrt MP-1A. Podzemní voda je čerpána do soustavy nerezových nádrží, tzv. vodojemu, uvnitř pivovaru a podle potřeby může být doplňována vodou z městského vodovodu, která prochází přes dechlorátor. Průměrně je vodovodem distribuována voda cca 80 m<sup>3</sup> za den.

Vrt MP2 je umístěn v jižní části areálu pivovaru a je ve vlastnictví Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s. Hloubení tohoto vrtu probíhalo od roku 2007 do roku 2008. Na vrtu byla vybudována vodotěsná manipulační šachtice z betonových stěn s podlahou v hloubce 2,0 m pod upraveným terénem. Zabudovaná zárubnice, která byla vyvedena 30 cm nad vodotěsnou podlahou šachtice, je vybavena čerpadlem, vodoměrem, hladinovou sondou a odbočkou na odběry vzorků jímané vody. V této stavbě je umístěn elektrický rozvaděč, který slouží pro napojení čerpadel, vnitřního osvětlení a zásuvek. Zabezpečení vrtu proti mechanickému poškození je provedeno pomocí jednoduché betonové, zděné a dřevěné stavby, která je zapuštěna 2,25 m pod terénem a krytá sedlovou střechou. Průměrný povolený odběr vody při trvalém čerpání je 1,5 l/s, maximální povolený odběr je 4,0 l/s, denně se smí odebrat maximálně 155 m<sup>3</sup> a za rok 57 000 m<sup>3</sup>. Minimální hladina podzemní vody musí být 190 m – 193 m. Městský úřad Polička, odbor územního rozvoje a životního prostředí – vodoprávní úřad, vydal dne 9. 11. 2010 povolení o odběru výše navržených množství podzemní vody z vrtu MP-2 a to na 10 let, do 31. 12. 2020.

Záložní vrt MP-1A slouží pro případ, kdy vrt MP-2 je mimo provoz při havárii či výměny čerpadla. Je též umístěn v jižní části pivovaru, v blízkosti vrtu MP-1. Vlastníkem je Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. Hloubení vrtu probíhalo v roce 2002 a to ve dvou fázích. V první fázi byl vrt vyhlouben do hloubky 100 m, a ve druhé pak



do hloubky 202 m. Vrt MP-1A je zhotoven a vybaven stejně, jako vrt MP-2. Rozdíl je v tom, že zabezpečení vrtu proti mechanickému poškození je provedeno pomocí jednoduché dřevěné stavby, na rozdíl od vrtu MP-2, kdy je tato stavba betonová, zděná a dřevěná. Minimální povolený odběr je 0,45 l/s a roční povolený odběr 14 000 m<sup>3</sup>. Minimální hladina podzemní vody musí být 13 m. Je to tedy podstatně méně, než u vrtu MP-2.

Studna S-1 se nachází na louce 32 m od pivovaru. Parcela, na níž stojí, je ve vlastnictví Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s. Její hloubka je 13,2 m pod úrovní okolního terénu a její vnitřní průměr je 2,5 m. Do hloubky 8,0 m je postavena z ostře pálených cihel na cementovou maltu. Na vnější straně je do asi 2 – 3 m provedeno jílové těsnění. V horní části je zabezpečena kruhovým vodárenským domkem o výšce 2,3 m. Hladina podzemní vody se pohybuje v hloubce 7 – 9 m. Příjezd k oplocenému objektu je po částečně zpevněné cestě alejí a dále pak po louce.

Studna S-2 je ve vzdálenosti 2,5 – 3 m severně od zděného skladu pivovaru. Parcelu též vlastní Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. Její hloubka je 13,1 m, její vnitřní průměr je 2 m. Je postavena z vyspárovaných cihel na cement do hloubky 7,1 m. Na vnější straně je do hloubky cca 2,3 m zajílovaná. Studna S-2 je dokončena v úrovni terénu a zakryta dřevěným domkem se zděnými základy. A samotné ústí studny je pak překryto betonovými panely. Hladina podzemní vody se pohybuje v hloubce 8 - 9 m od úrovně terénu.

Vodní zdroje Chrudim stanovily pro obě studny povolený odběr podzemní vody a maximální povolený odběr je 5,0 l/s a roční povolený odběr je 40 000 m<sup>3</sup>. Městský úřad Polička, odbor územního rozvoje a životního prostředí – vodoprávní úřad rozhodnutím ze dne 13. 2. 2009 vydal povolení k odběru výše navrženým množstvím z obou studní. Na dobu 4 let, do 31. 12. 2013. Měření spotřeby vody na přívodu, je u obou studní registrováno vodoměrem Prema WS 50 mm, u vrtu vodoměrem Senzus DN-1. Voda z městského vodovodu je měřena průtokovým vodoměrem, který vlastní firma VHOS. Za každým vodoměrem je dále indukční vodoměr, který snímá naměřené hodnoty do počítače.

## **5 Zmapování technologie čistírny odpadních vod ve vybraném podniku**

Následné údaje byly částečně použity z vypracované Odborné expertizy projektu a účinnosti čistírny odpadních vod, zapůjčené předsedou představenstva ([21]). Expertizu si objednal Okresní úřad Svitavy a byla vypracována v roce 2002 Ing. Jiřím Klicperou, CSc., znalcem v oboru Vodního hospodářství, na základě pověření Asociace čistírenských expertů České republiky. Jejím předmětem bylo posoudit funkce navržené čistírny odpadních vod a navrhnout, za jakých okolností by bylo možno snížit ukazatele vypouštění z pivovarské čistírny odpadních vod tak, aby se co nejvíce přiblížily ukazatelům pro vypouštění z městské čistírny odpadních vod a případné dořešení technologie. Čistírna byla vyhodnocena jako vyhovující a schopna dodržení požadovaných limitů odtoku vyčištěné odpadní vody.

### **5.1 Výstavba čistírny odpadních vod**

Čistírna odpadních vod pro Měšťanský pivovar v Poličce, a.s. byla navržena v roce 2001 firmou ESOX DPC, spol. s r.o. Liberec podle záměrů a zadání investora. Záměrem investora bylo čištění pivovarských odpadních vod s maximální ekonomickou efektivností a zároveň bylo potřeba nezatěžovat městskou čistírnu odpadních vod. Na úvodní projekt byl v roce 2002 Asociací pro vodu České republiky vypracován posudek, který garantoval její účinnost při splnění požadovaných limitů, ve zvláště chráněném vodárenské povodí Svatky-nádrže Vír. Tento posudek si vyžádala firma, která je největším provozovatelem vodárenské infrastruktury v okrese Svitavy a dodavatel pitné vody pro více než 50 000 obyvatel, VHOS, a. s. Moravská Třebová a Okresní úřad Svitavy. Obě firmy byly tehdy personálně propojené. Posudek měl sloužit k zamítnutí výstavby čistírny odpadních vod pro Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. Tento záměr se však oběma zmiňovaným společnostem nezdařil, protože posudek splňoval dané parametry. Budova, v níž se nachází čistírna, je umístěná mimo vlastní areál, ale na pozemcích pivovaru a realizační náklady stavby činily 6,315 mil Kč a samotná technologie stála 11,937 mil. Kč. Měšťanský pivovar v Poličce má očekávaný roční výstav maximálně cca 120 tis. hl. piva a 20 tis. hl. nealkoholických nápojů. Tomu by měla odpovídat produkce od cca 49 tis. m<sup>3</sup>/rok do 79,6 tis. m<sup>3</sup>/rok odpadních vod.

V průběhu přípravy stavby se opakovaně měnil projekt i projektant. Projekt se změnil koncem roku 2003, kdy se Měšťanský pivovar v Poličce a.s. zkontaktoval s firmou BIOTHANE SYSTEMS INTERNATIONAL INC. v Holandsku. Tato firma dodala modernizovaný projekt a částečnou technologii anaerobního reaktoru UASB s paralelním úzkým reaktorem. K výrobě bioplynu se pivovar spojil s firmou Ferostav Kolín, a.s., která je výrobcem plynových a bioplynových kotelen. Ostatní technologické části projektu na čistírnu odpadních vod získal pivovar od firmy HAKOV s.r.o. Stavba bioplynové a plynové kotelny Ferostavu byla kolaudována v roce 2005 s tím, že spotřeba bioplynu má vždy přednost před spotřebou zemního plynu. Veškerý plyn se spotřebovává na udržení pracovní teploty odpadních vod ve vyrovnávací acidifikační nádrži, ve které je 24 - 37°C. Čistírna odpadních vod byla uvedena do zkušebního provozu od června 2006 do prosince 2007 a poté byla stavba zkolaudována.

## 5.2 Technologický proces

Z areálu pivovaru jsou odpadní vody přiváděny kanalizací do vstupní čerpací stanice, která je umístěná vedle budovy čistírny odpadních vod. Z této stanice jsou vody vyčerpány dvěma ponornými čerpadly přes denitrifikační nádrž, kde se surové odpadní vody protiproudně předeřhřívají, a tím dochází k úspoře tepla nutného k ohřevu odpadních vod před vstupem do reaktoru. Dále odpadní voda prochází stupněm mechanického předčištění a dvou biologických stupňů.

Mechanické předčištění má za úkol na rotačním bubnovém síti s průlinou 1-2 mm eliminovat hrubé nečistoty, a ty jsou následně shromažďovány v nádobě na odpad a poté odváženy na skládku. Ze síti se odvádí odtok gravitačně do vyrovnávací a acidifikační nádrže, která slouží k vyrovnání nátoky odpadních vod a k průběhu nutných acidifikačních reakcí. Nádrž je promíchávána a pH odpadní vody je upravováno dávkováním NaOH na hodnotu pH 5-7. Dále je voda v nádrži ohřívána topnou spirálou na teplotu 30°C a zůstává zde 8-12 hodin. Poté je čerpána do směšovací nádrže, kam je přiveden i odtok z anaerobního UASB reaktoru, který je popsán v následujícím odstavci. Směšovací nádrž je uzpůsobena tak, že do aerobního stupně čištění odtéká pouze anaerobně předčištěná odpadní voda a při nedostatku surové odpadní vody anaerobní reaktor udržuje granulovou biomasu ve vznosu pouze cirkulací předčištěné odpadní vody. V opačném případě je část vyčištěné odpadní vody vedena do aerobního stupně a část je recirkulována opět do UASB

reaktoru. Vyrovnávací acidifikační nádrž je zakrytá a odpadní vzduch je odsáván na dezodorizační biofiltr, který je částečně zapuštěn do terénu vně budovy čistírny a má zabránit různým pachovým obtížím. Jeho náplní je stromová kůra a rašelina skrápěná v létě vodou. Vzdušina je po průchodu biofiltrem vypouštěna volně do atmosféry.

UASB reaktor je anaerobní reaktor s třísekčným separátorem vody, kalu a bioplynu. Odpadní voda je do reaktoru přiváděna zdola a postupuje nahoru. Ke změně organického znečištění na bioplyn dochází v kalovém mraku granulovaného kalu. V horní části reaktoru je umístěný třífázový separátor, který zajišťuje udržení granulovaného kalu v reaktoru a oddělení vyčištěné vody a bioplynu. Vyčištěná voda je vedena zpět do směšovací nádrže a poté do aerobní části čistírny odpadních vod. Denní produkce bioplynu je v pracovní dny dostatečná a zemní plyn slouží jako doplňkové palivo především o víkendech. V kotelně jsou dva kotle. Pracovní a druhý záložní.

Stabilní provoz reaktoru je charakterizován konstantní produkcí bioplynu, nízkou koncentrací mastných kyselin v odtoku, konstantní hodnotou pH v odtoku, nulovým výnosem granulovaného kalu, relativně malým výnosem suspendovaných látek z reaktoru, vysokou alkalitou odtoku a hodnotou pH kalového lože vyšší než hodnotou pH přítoku. Naopak nestabilní chod reaktoru je zapříčiněn pokud pH roztoku je mimo optimální rozsah, surová voda obsahuje toxické látky, nedostatečné míchání kalového lože v reaktoru, příliš vysokou, nebo příliš nízkou teplotou v reaktoru, látkovým přetížením reaktoru, nedostatkem živin, nedostatečnou acidifikací surové vody a příliš vysokou koncentrací suspendovaných látek v přítoku.

Přebytečný aerobní a anaerobní kal je nahromaděn v kalové nádrži a dále zahušťován v odstředivce přidávkem roztoku flokulantu, který je doplňován spínacím dávkovačem po upozornění hladinového čidla. Kalová voda je vedena zpět do regenerační nádrže k přečištění. Odváděný kal z odstředivky vypadává na šnekový dopravník, kterým je transportován do násypky a do vozidla Multicar, které najede do prostoru provozní budovy. Tak je zabráněno pachovým obtížím okolí a zamrzání kalu v zimním období. Jelikož kal splňuje podmínky, které jsou potřebné pro zpracování pro zemědělské účely, je odvezen na pole, kde je zapracován do půdy, na základě smlouvy se společností Agronea, a. s. Tato společnost se zavazuje, že odebraný kal používá pro další zpracování

kompostováním a pro zpracování do organických hmot za účelem jejího využití jako druhotné suroviny.

### **5.3 Nejdůležitější technologické parametry**

Na správný chod reaktoru má velký vliv především pH, teplota, druh odpadní vody a dostatek živin. Teplota odpadních vod má velký vliv na aktivitu a růst granulovaného kalu, a proto nesmí přesáhnout v reaktoru 38°C. Výkyvy teploty se projeví na změně zastoupení jednotlivých typů mikroorganismů, to vede k porušení rovnováhy procesu a může dojít až k úplnému kolapsu. Je tedy nutné udržovat požadovanou teplotu v reaktoru. Kolísání teploty je povoleno maximálně +/- 2°C. Při případném přechodu na jinou teplotu je nutná dlouhodobá adaptace kalu. Dále na teplotě závisí i zatížení reaktoru. S poklesem teploty je třeba zatížení reaktoru snížit. Výše teploty závisí na činnosti reaktoru. Při počátečním zapracování reaktoru by se teplota měla pohybovat od 36 do 37°C. Při provozování reaktoru po zapracování 30 +/- 2°C. Při poklesu možného zatížení reaktoru na maximálně 50% vstupného znečištění 20°C. A limitní hodnota, pod kterou nesmí klesnout teplota v reaktoru během odstávky je 10°C.

Hodnota pH je důležitá z toho důvodu, že metanogenní mikroorganismy pracují jen v rozsahu pH 6,0-8,5. Pro optimální chod reaktoru a pro správný růst anaerobního granulovaného kalu by se mělo pH udržovat v rozsahu 6,5-7,5 a zároveň by nemělo klesnout pod hodnotu 6. Stabilita pH v reaktoru závisí na neutralizační kapacitě vody v reaktoru a tu lze regulovat přidáváním alkalizačních činidel (sody, hydroxidu sodného a výjimečně vápna). V acidifikační nádrži má hodnota pH velký vliv na přeměnu organických látek na těkavé mastné kyseliny, proto je třeba udržovat pH v rozsahu 5,0-6,5 a pokud klesne pod 4,5, je potřeba zaočkovat obsah vyrovnávací a acidifikační nádrže anaerobně vyčištěnou vodou z reaktoru. Aktivita acidifikačních mikroorganismů se při pH pod 4 zastavuje a u aktivity makroorganismů již při pH 6.

Živiny, které jsou obsaženy v odpadní vodě, potřebuje anaerobní kal pro dobrou granulaci. Mezi hlavní živiny patří dusík a fosfor. Pokud je živin nedostatek, má to vliv na účinnost čištění a kvalitu kalu v reaktoru. Dávkování živin se provádí v případě potřeby manuálně před čerpací stanicí mechanicky předčištěných vod. Čistírna odpadních vod v Měšťanském pivovaru v Poličce a.s. obdržela při zahájení provozu, v roce 2007 od firmy

BIOTHANE SYSTEMS INTERNATONAL INC., dostatečnou zásobu mikroživin VITHANE, které se dodávají s chloridem železitým do směšovací nádrže. Obsah fosforu se musí ve vypouštěných odpadních vodách, do Bílého potoka v povodí řeky Svatky a vodní nádrže Vír, udržovat v nižších hodnotách, než 2mg/litr. Proto je jeho hodnota dále upravována přidáváním roztoku síranu železitého, který přebytečný fosfor vysráží ve formě fosforečnanu železitého, který je ve formě kalu.

## **5.4 Technicko-ekonomické parametry**

Již bylo uvedeno, že náklady na budovu čistírny odpadních vod byly 6,315 mil Kč a samotná technologie stála 11,937 mil Kč. Je však potřeba ještě ke stavbě přičíst náklady na kanalizační přívaděč a úpravu kanalizace v samotném pivovaře. Životnost stavby je počítána na 30 let, technologie také na 30 let a kanalizace na 50 let. Co se týče provozních nákladů, tak to jsou především náklady na energie a mzdy, laboratorní potřeby a chemikálie. Dále náklady na rozборы odpadních vod, které se provádí externě v akreditované laboratoři a také náklady na odvoz kalů, které vyhovují na zapravení do půdy. Veškeré investice hradil Měšťanský pivovar v Poličce a.s. od roku 2001 z vlastních zdrojů.

Stavba vlastní čistírny odpadních vod je významná v tom, že umožňuje využít současně soustavu vlastních vodních zdrojů ze studní a vrtů na pozemcích Měšťanského pivovaru v Poličce a.s. Nejprve se projeví účinky vytvořené oddělené kanalizace a rozdělení odpadních a chladících vod. A od té doby do konce roku 2007 poklesly náklady na provozování čištění odpadních vod v položce služby. Pivovar na vlastní čistírně odpadních vod snížil objem vyčištěné vody a ušetří tak 50% nákladů na čištění. Změnila se i struktura poplatků – původně pivovar připlácel vodárenské společnosti a obci Polička za zvýšené znečištění nad stanovený limit pro komunální odpadní vody.

Provozní náklady v průběhu sledovaného roku činily 1,09 mil. Kč a náklady na vyčištění 1 m<sup>3</sup> odpadních vod (včetně vodného a kalového hospodářství) jsou asi 53 Kč. Jejich cena je tedy cca o 10 Kč nižší, než cena běžných nákladů na vodné a stočné u provozních společností. Příznivě vycházejí i ekonomické charakteristiky. Čistá současná hodnota neboli finanční veličina vyjadřující současnou hodnotu budoucích peněžních toků a současného vývoje, je cca 5,085 mil Kč. Míra výnosnosti je 13 %. Prostá doba

návratnosti je 12,4 let. Diskontovaná doba návratnosti je 21,5 let. A průměrná doba odepisování je 30,4 let.

## 5.5 Vliv na tok Bílého potoka

Na čistírnu odpadních jo je třeba se dívat i z pohledu životního prostředí. Chemicky přečištěná voda je vypouštěna do Jánského potoka, který dále teče do Bílého potoka, poté do Svatky a nádrže Vír. U přehrady je hydroelektrárna s dvěma turbínami a stanice, která slouží pro úpravu pitné vody. Touto vodou je zásobováno Novoměstsko, Bystřicko, část Žďárecka a také Brno. Kvůli tomu platí také v této lokalitě zákaz rekreace a rybolovu. V okolí platí vyhláška I. pásma hygienické ochrany. Musí být tedy stanovené určité parametry, které musí čistírna odpadních vod dodržovat, aby nezatěžovala životní prostředí a zdraví člověka. Výsledky rozborů vzorků ukazují, že vypouštěná voda z čistírny odpadních vod jen velmi málo ovlivňuje znečištění Jánského potoka, nad soutokem s Bílým potokem.

Bílý potok je třeba považovat za vodní tok, který odvádí v povodí povrchovou vodu, vodu z přítoků a odpadní vody z čistírny odpadních vod. Bílý potok je totiž asi po 7 km toku přítokem Svatky u Lačnova, která dále asi po 15 km vtéká do údolní nádrže Vír. Na trase Svatky ještě leží řada obcí, z nichž většina z nich neprovádí náležité čištění odpadních vod a řada dalších drobných přítoků s rozptýleným znečištěním. Tok Bílého potoka má nad městem několik přítoků, na kterých jsou menší rybníky, které vyrovnávají průtoky i kvalitu vody. Rozhodujícím faktorem pro kvalitu vody v Bílém potoce je však městský rybník (Synský), který leží na toku Bílého potoka těsně nad pivovarem. Ten výrazně ovlivňuje kvalitu vody v potoce a to zejména obsah nerozpustných látek.

V menší míře se musí zohlednit i Jánský potok, který protéká těsně kolem čistírny odpadních vod, ale jeho podíl s ohledem na velikost povodí není příliš významný. Nejvýznamnějším vlivem, co se týče Jánského potoka, je případná možnost povodňového ohrožení v případě velkých lokálních srážek v jeho povodí.

Jelikož nejsou k dispozici podrobné údaje o sezónních výkyvech v kvalitě povrchových vod v této lokalitě, je možno použít hodnoty získané znalcem na přítoku do přehrady Hamry u Hlinska, která je od Poličky nedaleko a ve stejných výškových

a hydrogeologických podmínkách. Je proto možno aplikovat kritéria podobnosti obou povodí a tedy i rozkolísanost kvality vody. Hodnoty ve všech horních tocích jsou silně rozkolísané v závislosti na srážkách, průtocích a ročním období i na vypouštěném horizontu rybníka.

Minimální stálý průtok ve vodním toku pod místem odběru, který je nutný pro zachování jeho biologické rovnováhy byl stanoven pro Jánský potok jako  $Q_{355}$  a to 4 l/s. Pro Bílý potok není tento minimální průtok stanoven, je proto uvažován průtok  $Q_{355}$  20 l/s. Vypouštěné vody z čistírny odpadních vod Polička-město představují v kritických stavech dvojnásobný přídavek průtoku do vodního toku, odvádějícího v povodí povrchovou vodu, vodu z přítoků a odpadní vody. Z tohoto faktu a dále z přítomnosti vodárenské nádrže Vír na toku Svratky se odvíjí přísnost stanovených limitů pro výtok z městské čistírny odpadních vod. Vliv pivovarské čistírny na tok Bílého potoka byl propočten pro průtok vztažený k profilu pod městskou čistírnou ve dvou variantách zatížení čistírny – 1,55 l/s a 2,52 l/s při zachování stejných kvalitativních parametrů obou potoků i městské čistírny. Z výsledků je zřejmé, že výslednou kvalitu vody bude ovlivňovat rozhodujícím způsobem městská čistírna. Příspěvek pivovaru za největšího průtoku a nejměkčího limitu je výrazně nižší, než samotný obsah složek v Bílém potoce a činí jen cca 1/7 příspěvku města. Vzhledem k vypočtené průměrné odchylce pro jednotlivé parametry je zřejmé, že vliv sezónních změn kvality vody v toku překryje rozdíly mezi vlivem vypouštěných odpadních vod z pivovarské čistírny. Stanovení přísnějších odtokových limitů bylo zdůvodněno tím, že tok je silně zatížen, zejména s přihlédnutím ke vzdálenosti od vodárenské nádrže Vír. Je však třeba vzít v úvahu běžné samočisticí pochody.



## **6 Právní reglementace týkající se provozu ČOV ve vybraném podniku**

Při realizaci čistírny odpadních vod pro Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. muselo být dodrženo mnoho zákonů a vyhlášek. Již při výstavbě čistírny to byl zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. Velmi důležitý je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Podnik musí dodržovat také ČSN ISO normy, které se zabývají např. odebíráním a uchováváním vzorku. Dále se řídí vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Tato kapitola byla vypracována na základě poskytnutých informací při konzultacích s předsedou představenstva společnosti Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. Ing. Karlem Witzem ([23]). A dále platných zákonů a vyhlášek.

### **6.1 Povolení k vypouštění odpadních vod**

Údaje v této kapitole jsou použity z rozhodnutí Městského úřadu Polička ([24]). A dále z výsledku rozboru hodnoty znečištění odpadní vody z čistírny odpadních vod Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s., poskytnutého podnikem. Dne 20. 12. 2007 vydal Městský úřad Polička povolení podle ustanovení § 8 odst. 1 písm. c) zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a v souladu s nařízením vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech k povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění k nakládání s vodami – vypouštění odpadních vod z Čistírny odpadních vod Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s. o kapacitě 6 716 ekvivalentních obyvatel (= 1 obyvatel rodinného domu), s vyústěním do Jánského potoka. Maximálně může čistírna vypustit 4,7 l/s, za den pak 134 m<sup>3</sup>, za měsíc 4 154 m<sup>3</sup> a za rok 48 980 m<sup>3</sup> odpadní vody, dle vydaného povolení.

Povolení k vypouštění dostala čistírna odpadních vod za určitých podmínek. Měření množství vypouštěných odpadních vod bude průběžně měřeno přes indukční průtokoměr, který je umístěn na odtokovém potrubí za nádrží vyčištěné vody. Údaje o objemu

vypuštěných odpadních vod budou přehledně zaznamenávány a uchovávány pro účely evidence, vyhodnocení a kontroly. Pro posouzení hodnot vypuštěného znečištění s četností odběru vzorků minimálně 1 krát za měsíc budou v budově čistírny odpadních vod z akumulární nádrže vyčištěné vody odebírány 2 hodinové směsné vzorky v intervalu 15 minut a jejich rozborů budou zajištěny oprávněnou laboratoří podle platných technických norem. Z výsledků rozborů odpadních vod budou sestaveny roční přehledy s určením průměrných hodnot znečištění. Havarijní odtok zaústěný do stoky kanalizace města Poličky bude uzavřen zaplombovaným deskovým kanalizačním šoupětem a zpětnou klapkou. Každoročně pošle čistírna odpadních vod do 31. ledna vodoprávnímu úřadu a správci povodí (Povodí Moravy, s. p.) za minulý rok přehled údajů o objemu vypuštěných odpadních vod, o výsledcích rozborů a bilanci vypouštěného znečištění ve všech ukazatelích podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 20/2002 Sb., o způsobu a četnosti měření a jakosti vody a dále § 10 a § 22 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. V tab. 1 jsou uvedeny hodnoty znečištění odpadní vody z ČOV za rok 2011. Výpočet těchto hodnot je uveden v následujícím odstavci práce.

**Tabulka 1:** Hodnoty znečištění odpadní vody z čistírny odpadních vod v roce 2011

Ukazatel	Přípustné hodnoty (mg/l)	Maximální hodnoty (mg/l)	Hodnoty znečištění		Limity zpoplatnění	
			koncentrační (mg/l)	hmotnostní (kg/rok)	koncentrační (mg/l)	hmotnostní (kg/rok)
P celk.	2,0	5,0	0,872	21,8	3,0	3 000
CHSK <sub>Cr</sub>	100,0	130,0	22,58	563,4	40,0	8 000
BSK <sub>5</sub>	25,0	40,0	1,83	45,7	-	-
N-NH <sub>4</sub>	8,0	10,0	0,537	13,4	15,0	15 000
N celk.	20,0	25,0	11,17	278,7	20,0	20 000
AOX	0,4	0,5	0,025	0,6	0,2	15
NL	30,0	40,0	6,24	155,7	30,0	10 000

Přípustné a maximální hodnoty jsou stanovené Městským úřadem Polička v rozhodnutí o vypouštění odpadních vod z Čistírny odpadních vod Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s. Koncentrační hodnoty znečištění představují průměr koncentračního znečištění za rok. Hmotnostní hodnoty znečištění se vypočítají z koncentrační hodnoty znečištění a z celkového množství vyčištěné vody. Za rok 2011 měla čistírna odpadních vod celkové množství vyčištěné vody 24 950 m<sup>3</sup>. Limity pro zpoplatnění jsou určeny

v příloze č. 2 k zákonu č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Podle § 90 vodního zákona se za vypuštění odpadních vod do vod povrchových platí poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod, jestliže vypouštěné odpadní vody překročí v příslušném ukazateli znečištění zároveň hmotnostní (v kg/rok) a koncentrační (v mg/l) limit zpoplatnění. Ukazatel „P celk.“ znamená celkové množství fosforu, obsaženém v odpadní vodě. „CHSK<sub>Cr</sub>“ - chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným je definovaná jako množství kyslíku, které se za přesně vymezených podmínek spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě se silným oxidačním činidlem. „BSK<sub>5</sub>“ - biochemická spotřeba kyslíku a je definovaná jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických pochodech na rozklad organických látek ve vodě při aerobních podmínkách po dobu 5 dnů. „N – NH<sub>4</sub>“ je amoniakální dusík, což je jedna ze znečišťujících složek odpadních vod. „N celk.“ znamená celkové množství dusíku. „AOX“ je množství halogenovaných organických látek ve vodě. „NL“ jsou nerozpustné látky v odpadních vodách.

## **6.2 Posouzení čistírny odpadních vod z hlediska parametrů ČSN 75 6401**

Norma se vztahuje na navrhování čistíren odpadních vod z malých sídlišť, čistíren městských odpadních vod a odpadních vod obdobného charakteru. Velikost celkového zdroje znečištění je vyjádřena ekvivalentním počtem obyvatel větším než 500. Pro průmyslové vody se dá tato norma použít jako vodítko. Aerobní stupeň byl celý propočten vlastním postupem znalce a výsledek aerobního čištění je závislý na účinnosti prvního stupně reaktoru UASB. Pro tento způsob čištění není uveden žádný normovaný parametr, a proto bylo použito lineární řešení znalce. Údaje byly použity z jiných provozovaných reaktorů s dostatečnou podobností. Pokud budou dodržovány určité parametry (provozní teplota, účinnost aerobního stupně a další), měl by reaktor splňovat požadavky na požadovanou účinnost. Je možno říci, že pokud bude reaktor UASB čistit alespoň na 75%, je aerobní stupeň navržen jako odpovídající. [21]

## **6.3 Podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě**

Údaje v této kapitole jsou použity z Programu použití kalu na zemědělskou půdu ([20]), vyhlášky Ministerstva životního prostředí ([10]). Dále z výsledku chemické analýzy kalu, s možností využití na zemědělské půdě, poskytnuté podnikem.

Podle § 32 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech se kalem rozumí kal z čistíren odpadních vod zpracovávající odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností. Upraveným kalem se rozumí kal, který byl podroben biologické, chemické, nebo tepelné úpravě, dlouhodobému skladování, nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně sníží obsah patogenních organismů v kalech, a tím zdravotní riziko spojené s jeho aplikací. Použitím kalu se rozumí zapracování kalu do půdy. [7]

Podle § 32 je použití kalů zakázáno na zemědělské půdě, která je součástí chráněných území přírody a krajiny podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů. Dále na lesních porostních půdách běžně využívaných klasickou pěstební činností; v pásmu ochrany vodních zdrojů; na pozemcích využívaných k pěstování polních zelenin v roce jejich pěstování a v roce přecházejícím; na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6; na plochách, které jsou využívány k rekreaci a sportu, a na veřejně přístupných prostranstvích; jestliže z půdních rozborů vyplyne, že obsah vybraných rizikových látek v průměrném vzorku překračuje jednu z hodnot stanovených v prováděcím právním předpisu; jestliže kaly nesplňují mikrobiologická kritéria daná prováděcím právním předpisem atd.

Podle § 2 vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, v půdě, na které mohou být použity kaly, nesmějí být překročeny mezní hodnoty koncentrace vybraných rizikových látek. Výskyt těchto látek v čistírenských kalech lze přisuzovat specifickému druhu oblasti a průmyslovému zastoupení v technologii. V podniku Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. provádí rozborů zkušební laboratoř akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, Envirex spol. s r. o., která provádí chemickou analýzu kalu s možností využití na zemědělské půdě. Analýza je prováděna na základě norem, které jsou uvedeny v příloze č. 6 k výše uvedené vyhlášce. Je to např. norma ČSN EN ISO 5667 – Pokyny pro odběr vzorků kalů z čistíren a úpraven vod, ČSN ISO 10 381-6 část 6 – Pokyny pro odběr, manipulaci a uchovávání půdních vzorků určených pro studium aerobních mikrobiálních procesů v laboratoři, ČSN EN ISO 11 885 – Stanovení 33 prvků atomovou emisí

spektrometrií s indukčně vázaným plazmatem (draslík, sodík, vápník, hořčík, chrom, měď, nikl, olovo, zinek) a další. Čistírenský kal je na základě smlouvy předáván společnosti BREPA, s. r. o. Dolní Břežany.

Mezi vybrané rizikové látky patří Arsen, který se vyskytuje převážně ve formě sulfidů v přírodním prostředí a v nepatrných koncentracích je součástí prakticky všech živočišných a rostlinných tkání a tekutin. V případě vyšších koncentrací se však jedná o prvek s toxickými účinky. Kadmium se vyskytuje většinou společně se zinkem a vzhledem ke své vlastnosti chránit železo před korozi, došlo k rozšíření do celé sféry průmyslu. Do prostředí se dostává také v potravinovém řetězci a v důsledku kontaminace povrchu vozovek oděrem části vozidel. Chrom se v přírodě vyskytuje výhradně ve sloučeninách a hlavním spotřebitelem je metalurgický průmysl, výroba zrcadel, apod. Měď se vyskytuje v rudách (pyrit, malachit, azurit, atd.) a využívá se zejména v elektrotechnickém průmyslu. Výskyt v pitné vodě kolísá v přímé závislosti na hodnotě pH, tvrdosti vody a na typu použitého potrubí. Nikl se v přírodě vyskytuje převážně ve formě sulfidů, využívá se v elektrotechnickém průmyslu a má karcinogenní účinky. Olovo se vyskytuje v půdě, vodě, atmosféře a je to antidetonační přísada benzínu. Z pohledu ekologie se hromadí v listech stromů a to zejména v důsledku působení výfukových plynů. Zinek se mimo přírodní prostředí vyskytuje v důsledku využití v gumárenství a výrobě barev.

Srovnání naměřených rizikových látek v podniku Měšťanský pivovar v Poličce a. s. k 07. 02. 2012 a maximálních povolených hodnot stanovených v příloze č. 3 k vyhlášce č. 382/ 2001 Sb., je uvedeno v tab. 2. Přípustné hodnoty v kompostu I. kategorie jsou podle přílohy č. 4 k vyhlášce č. 382/2001 Sb., kde je uvedeno, že v kategorii číslo I jsou kaly, které je možno obecně aplikovat na půdy využívané v zemědělství při dodržení ostatních ustanovení vyhlášky.

**Tabulka 2:** Výsledky chemické analýzy kalu s možností využití na zemědělské půdě

Ukazatel	Jednotka	Naměřený obsah	Příp. konc. v kompostu I. kategorie	Mezní hodnoty koncentrací v kalech (mg/kg sušiny)
Sušina	%	12,45	-	-
Organické látky	%	63,94	-	-
Arsen	mg/kg	3,41	50	30
Kadmium	mg/kg	0,10	13	5
Chrom	mg/kg	75,90	1 000	200
Měď	mg/kg	408,00	1 200	500
Rtuť	mg/kg	0,57	10	4
Níkl	mg/kg	38,20	200	100
Olovo	mg/kg	11,30	500	200
Zinek	mg/kg	359,00	3 000	2 500

## 6.4 Monitoring kalů a monitoring půdy

Monitoring půdy se provádí vždy před prvním použitím kalu a dále v pravidelných desetiletých intervalech v souladu s § 2 odst. 1 písm. a), b), c) vyhlášky č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zajišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění vyhlášky č. 477/2000 Sb. a v rozsahu uvedeném v příloze č. 1 a 2 k vyhlášce. Monitoring provádí osoby pověřené Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským podle § 10 odst. 2 zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů.

Pro monitoring kalů platí určité požadavky - stanovení adsorbovatelných organických halogenů a polychlorovaných bifenylyů v kalech se provádí vždy před prvním použitím kalů; odběry vzorků se provádí podle ČSN EN ISO 5667 – 13: Pokyny pro odběr vzorků kalů z čistíren a úpraven vod; vzorky kalů pro mikrobiologická vyšetření musí být odebrány tak, aby nedošlo k sekundární kontaminaci, jejich uchování a přeprava se provádí podle ČSN ISO 10381 – 6: Kvalita půdy – Odběr vzorků – Část 6: Pokyny pro odběr, manipulaci a uchování půdních vzorků určených pro studium aerobních mikrobiálních procesů v laboratoři. Při monitoringu kalů se provádí odběry a chemické mikrobiologické analýzy kalů v rozsahu a četnosti uvedených v příloze č. 5 k vyhlášce č. 382/2001 Sb. Čistírna odpadních vod pro pivovar Polička patří, s roční produkcí kalů cca 200 t sušiny, do nejnižší kategorie, tzn. méně, než 250 t sušiny za rok. Analýza agrochemických

parametrů (živin) se tedy provádí 2 krát za rok. Stejně, jako analýza rizikových prvků (Arsen, Kadmium, Chrom, Měď, Rtuť, Nikl, Olovo, Zinek) a mikrobiologických bakterií.

Při práci s kaly je třeba poukázat na opatření na ochranu zdraví. Je nutné používat předepsané ochranné pracovní pomůcky a provádět jejich údržbu; důsledně dbát zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména tak, kde je nebezpečí zranění v důsledku pádem, uklouznutím, a zvýšené riziko z hlediska infekčního onemocnění; v uzavřených objektech nepoužívat otevřený oheň a nekouřit; nepožívat alkoholické nápoje, nebo léky snižující pozornost, nepít, nejíst; po každém styku s odpadní vodou, a kaly si umýt ruce a desinfikovat je. Údaje v této kapitole byly použity z Programu použití kalů na zemědělskou půdu, zapůjčeným podnikem ([20]).

## **6.5 Vodní zákon**

Podle § 66 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů – Záplavová území, jsou záplavová území charakterizována jako administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního toku vodoprávní úřad a ten může uložit správci vodního toku povinnost zpracovat a předložit takový návrh v souladu s plány hlavních povodí a s plány oblastí povodí.

V § 67 vodního zákona – Omezení v záplavových územích je stanoveno, že v aktivní zóně záplavových území se nesmí umísťovat, povolovat ani provádět stavby s výjimkou vodních děl, jimiž se upravuje vodní tok, převádějí povodňové průtoky, provádějí opatření na ochranu před povodněmi, nebo která jinak souvisejí s vodním tokem. V aktivní zóně je také zakázáno těžit nerosty a zeminu způsobem zhoršujícím odtok povrchových vod a provádět terénní úpravy zhoršující odtok povrchových vod; skladovat odplavitelný materiál, látky a předměty; zřizovat oplocení, živé ploty a jiné podobné překážky; zřizovat tábory, kempy a jiná dočasná ubytovací zařízení. V Měšřanském pivovaru v Poličce, a. s. je určeno záplavové území před areálem čistírny odpadních vod, směrem k Bílému potoku. Samotná budova čistírny byla z důvodu záplavového území postavena na vyšším terénu.

Podle § 89 vodního zákona – Poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových, je právnická nebo fyzická osoba, která vypouští odpadní vody do vod povrchových za podmínek stanovených ve vodním zákoně, povinna platit poplatek za znečištění vypouštěných odpadních vod a poplatek z objemu vypouštěných odpadních vod. Měšťanský pivovar neplatí tyto poplatky, protože nespĺňuje parametry pro placení (z výše uvedené tab. 1 je zřejmé, že nepřekračuje zároveň hmotnostní a koncentrační limit pro zpoplatnění) a nevypustí za kalendářní rok více jak 100 000 m<sup>3</sup> odpadních vod (podnik vypustí 24 950 m<sup>3</sup>).

Dále § 106 vodního zákona – Obecní úřady obcí s rozšířenou působností určuje, že působnost, která přísluší vodoprávním úřadům, vykonávají obecní úřady obcí s rozšířenou působností, pokud ji zákon nesvěřuje jiným orgánům. Obecní úřady obcí s rozšířenou působností uplatňují stanoviska k územním plánům a regulačním plánům. Mezi obecní úřady obcí s rozšířenou působností patří město Polička, na jehož území se nachází Měšťanský pivovar v Poličce, a. s.

Nově zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů provádí vyhláška č. 123/2012 Sb., o poplatcích odpadních vod do vod povrchových, která nabyla účinnosti od 01. 06. 2012. Údaje v této kapitole byly použity ze zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon, [8]) a byly dále doplněny informacemi poskytnutými při konzultaci s předsedou představenstva.



## 7 Zhodnocení

Od roku 1997 panoval mezi Měšťanským pivovarem v Poličce, a. s. a městem Polička právní rozpor, který trvá víceméně dodnes. Pivovar byl označován za účastníka znečišťování povrchových vod a na základě toho chtělo město Polička vybírat co nejvíce poplatků a daní. To mělo za následek, že pivovar podnikl značně riskantní krok a vybudoval vlastní dvoučinnou (aerobní a anaerobní) čistírnu odpadních vod. Ta je založena na holandském patentu Biothane. Jelikož o tomto způsobu čištění v době začátku projektu čistírny nebylo známo mnoho detailních skutečností o funkčních principech této technologie, město neočekávalo úspěšnost tohoto projektu.

Okresní úřad Svitavy si objednal odbornou expertizu, která měla posoudit funkce navržené čistírny a navrhnout, za jakých okolností, by bylo možno snížit ukazatele vypouštění odpadních vod. Tato expertiza však ukázala, že čistírna je schopna dodržet požadované limity odtoků vyčištěné vody. Risk se proto vyplatil, jelikož čistírna byla uvedena do zkušebního provozu od června 2006 do prosince 2007 a vykazovala výborné výsledky. Např. hodnota fosforu v přečištěné vodě dosahuje 0,872 mg/l a podle parametrů stanovených Městským úřadem Polička má být maximální povolená hodnota 5 mg/l.

To, že čistírna pracuje výborně a neohrožuje životní prostředí a zdraví člověka dokazuje i to, že kal, který odchází z čistírny, splňuje podmínky podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

Podnik celou realizaci výstavby této čistírny hradil z výdělků společnosti. Z hlediska finanční stránky je nakonec vlastní čištění odpadních vod a používání pitné vody z vlastních vrtů levnější. A to i přes to, že jsou v ceně zahrnuty i náklady na rozborů vzorků v akreditované laboratoři, dodávaná chemie na provoz čistírny a 2 platy kvalifikovaných zaměstnanců čistírny odpadních vod.

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo provést rešerši odborné literatury a na jejím základě analyzovat technologické a právní aspekty čištění odpadních vod, ve společnosti Měšťanský pivovar v Poličce, a. s.

V první části byl charakterizován odpad, jeho právní úprava ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady a ze zákona o odpadech. Můžeme zde vidět, že definice z obou právních dokumentů se od sebe v podstatě mnoho neliší. Dále je zde uvedeno základní dělení odpadů z různých hledisek a charakteristika odpadového hospodářství, jehož hlavním cílem je již samotné předcházení vzniku odpadů.

Vodní hospodářství se primárně zabývá vodou, jakožto jedním ze čtyř elementárních prvků planety Země. Za nejdůležitější právní reglement se považuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Co se týče odpadních vod, používá se i zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů a dále norma ČSN 7500 – Vodní hospodářství. Tyto právní reglementy kromě charakteristiky pojmů spojených s vodou, ukládají i např. povinnosti při hospodaření a nakládání s vodami, či stavbě a provozování vodního díla, čímž čistírna odpadních vod bezesporu je.

Pokud je odpadní voda natolik znečištěná, že se sama není schopná, pomocí činností mikroorganismů vyčistit, je potřeba zásah člověka. Ten, za tímto účelem, zbudoval čistírny odpadních vod, které fungují za pomoci jak přírodních mikroorganismů, tak určité techniky. Právě ta pomáhá z odpadních vod vyloučit největší částice, např. pomocí česla či lapače písku, a nazývá se mechanickým čištěním. Dále pomocí bakterií dochází k biologickému rozkladu a to se nazývá biologickým čištěním. Poté může nastat speciální dočištění odpadní vody, které je specifické pro průmyslové vody, které obsahují větší množství chemikálií. Je potřeba se dále zabývat nejen otázkou samotné vyčištěné vody, ale i zpracováním nečistot, které jsou po průchodu čistírnou odpadních vod ve formě tzv. kalu.

Další část je věnována konkrétní čistírně odpadních vod, kterou vybudoval Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. pro čištění vypouštěných odpadních vod z výroby. Kromě charakteristiky a historie pivovaru je zde uvedeno i používání vlastních zdrojů vody pro výrobu produktů pivovaru. Jsou zde i graficky znázorněny tržby za prodej vlastních výrobků a hospodářský výsledek podniku od roku 1995 do roku 2010.

Technologie čistírny je založena na aerobním a anaerobním stupni čištění a je navržena tak, aby dodržovala stanovené parametry pro vypouštění přečištěné vody do Jánského potoka bez ohrožení životního prostředí a zdraví člověka.

Při realizaci čistírny odpadních vod musel Měšťanský pivovar v Poličce, a. s. dodržet mnoho zákonů a vyhlášek. Již při výstavbě to byl zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů. Za nejdůležitější právní reglement se dá však považovat zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Ten stanoví, jak s vodami nakládat za přijatelných podmínek, povinnost měření objemu vypouštěných vod a míru znečištění, placení poplatků za nedodržení parametrů, atd. Mezi další právní reglementy patří ČSN normy, které stanoví např. způsob odběru vzorku, způsob balení způsob skladování, a další.

Čistírna odpadních vod pro Měšťanský pivovar je poměrně nová, splňuje veškeré současné parametry a požadavky a je předmětem obdivu mezi ekology, nejsou tedy v nejbližší době potřeba žádné její modernizace.

## Přehled zkratk

a. s.	akciová společnost
AOX	množství halogenovaných organických látek ve vodě
BSK <sub>5</sub>	biochemická spotřeba kyslíku po dobu 5 dnů
CHSK <sub>Cr</sub>	chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným
ČOV	čistírna odpadních vod
ČSN	Česká technická norma
N celk.	celkové množství dusíku
NaOH	hydroxid sodný
NL	nerozpustné látky v odpadních vodách
N – NH <sub>4</sub>	amoniakální dusík
OSN	Organizace spojených národů
P celk.	celkové množství fosforu
spol. s r. o.	společnost s ručením omezeným

## Použité informační zdroje

### Skripta

- [1] ALTMAN, Vlastimil; RŮŽIČKA, Miroslav. *Technologie a technika skládkového hospodářství*. Ostrava : Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 1996. Odpadové hospodářství, s. 8-15. ISBN 80-7078-355-9.
- [2] KOS, Zdeněk; ŘÍHA, Josef. *Vodní hospodářství 10*. Praha: ČVUT, 1996. 142 s. ISBN 80-01-02261-7.
- [3] KUHLER, Milan. *Obecná anorganická technologie II*. 2. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2001. ISBN 80-7194-332-0.
- [4] SYNÁČKOVÁ, Marcela. *Čistota vod*. Praha: ČVUT, 1994. ISBN 80-01-01083-X.
- [5] ŠILAR, Jan. *Hydrologie v životním prostředí*. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 1996. 136 s.
- [6] TROJAN, Miroslav. *Obecná technologie*. 1. vyd. Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1990. ISBN 80-85113-24-4.

### Zákony, normy

- [7] Česká Republika. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 2001, částka 71, s. 4074.
- [8] Česká Republika. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů*. 2010, částka 101, s. 3914-3994.
- [9] Česká Republika. Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*. 2001, 104/2001
- [10] Česká Republika. Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. In *Sbírka zákonů*. 2001, částka 145/2001 Sb., s. 8242-8354
- [11] ČSN - 75. *Vodní hospodářství*. 2009.

#### Příspěvky ve sborníku

- [12] JEŽDÍK, Václav; OBRŠÁLOVÁ, Ilona; SOUČEK, Eduard. Zjišťování výdajů na ochranu životního prostředí. In *SBORNÍK PŘEDNÁŠEK Z PRACOVNÍHO JEDNÁNÍ K PROBLEMATICE PODNIKOVÉHO ENVIRONMENTÁLNÍHO ÚČETNICTVÍ* [online]. Pardubice: Ministerstvo životního prostředí Praha, 2003 [cit. 2011-12-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.enviweb.cz/download/ea/20021115.pdf#page=64>>. ISBN 80–7194–542-0.
- [13] HYRŠLOVÁ, Jaroslava. Poznámky k metodickému pokynu pro zavedení environmentálního manažerského účetnictví v rámci EMAS II. In *SBORNÍK PŘEDNÁŠEK Z PRACOVNÍHO JEDNÁNÍ K PROBLEMATICE PODNIKOVÉHO ENVIRONMENTÁLNÍHO ÚČETNICTVÍ* [online]. Pardubice: Ministerstvo životního prostředí Praha, 2003 [cit. 2011-12-04]. Dostupné z WWW: <<http://www.enviweb.cz/download/ea/20021115.pdf#page=64>>. ISBN 80–7194–542-0.

#### Prezentace k výuce

- [14] BĚLINA, P.; ŠULCOVÁ, P. *Prezentace k předmětu Anorganická technologie*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2011
- [15] KUDLÁČEK, I. *Prezentace k předmětu Ekologie průmyslu*. Praha: ČVUT. Dostupné z WWW: [http://martin.feld.cvut.cz/~kudlacek/EKP/06\\_odpady.pdf](http://martin.feld.cvut.cz/~kudlacek/EKP/06_odpady.pdf).
- [16] VAVRUŠOVÁ, L. *Prezentace k předmětu Základy životního prostředí*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010

#### Webové stránky

- [17] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2008 [cit. 2011-11-01]. Odpadové hospodářství. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/cz/odpadove\\_hospodarstvi](http://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi)>.
- [18] *Posta.tf.czu* [online]. [cit. 2011-12-11]. Voda a Evropská vodní charta. Dostupné z WWW: <[http://posta.tf.czu.cz/U3V/voda\\_a\\_evropska\\_vodni\\_charta.htm](http://posta.tf.czu.cz/U3V/voda_a_evropska_vodni_charta.htm)>.
- [19] *Obchodní rejstřík firem* [online]. Dostupné z: <http://www.obchodnirejstrik-zivnostenskyrejstrik.cz/>

Zdroje poskytnuté podnikem

- [20] BŘEŇOVÁ RENATA. *Program použití kalů na zemědělskou půdu: podle § 5 vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě*. Polička, 2007, 19 s.
- [21] KLICPERA JIŘÍ. *Odborná expertiza projektu a účinnosti čistírny odpadních vod*. 2002, 22 s.
- [22] VODNÍ ZDROJE CHRUDIM, spol. s r. o. *Provozní řád vodovodu: Měšťanský pivovar v Poličce, a. s.* 2010, 45 s.
- [23] *Konzultace s předsedou představenstva společnosti Měšťanský pivovar v Poličce, a. s.*
- [24] Rozhodnutí: Povolení k vypouštění odpadních vod z Čistírny odpadních vod Měšťanského pivovaru v Poličce, a. s. o kapacitě 6 716 EO. In: Polička, 2007, OÚPRaŽP 2438/07/VH169/RK.
- [25] *Účetní závěrky: rok 1996 - 2010*. Dostupné z: [www.justice.cz](http://www.justice.cz)

## Seznam tabulek

TABULKA 1: HODNOTY ZNEČIŠTĚNÍ ODPADNÍ VODY Z ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD V ROCE 2011 .....	42
TABULKA 2: VÝSLEDKY CHEMICKÉ ANALÝZY KALU S MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ .....	46



## Seznam grafů

GRAF 1: TRŽBY ZA PRODEJ VLASTNÍCH VÝROBKŮ A SLUŽEB BĚHEM SLEDOVANÉHO OBDOBÍ.....	30
GRAF 2: HOSPODÁŘSKÝ VÝSLEDEK ZA ÚČETNÍ OBDOBÍ BĚHEM SLEDOVANÉHO OBDOBÍ.....	30