

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra aplikované ekologie**



## **Bakalářská práce**

**Nakládání s odpadními vodami ve společnosti  
Fujikoki Czech, s. r. o. a návrh optimalizace s cílem  
ekonomické úspory a environmentální šetrnosti**

**Karel Svoboda**

© 2022 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Karel Svoboda

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Nakládání s odpadními vodami ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o. a návrh optimalizace s cílem ekonomické úspory a environmentální šetrnosti**

Název anglicky

**Waste water management of the company Fujikoki Czech, s. r. o. and a proposal of an optimization of economic and environmental savings**

---

### Cíle práce

Cílem práce je analýza stávajícího stavu nakládání s odpadními vodami ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o., a návrh optimalizace s cílem ekonomické úspory a environmentální šetrnosti.

### Metodika

V rešeršní části práce bude uvedena teoretická část problematiky nakládání s odpadními vodami (vymezení legislativní úpravy, typy vod a vhodné technologie jejich úpravy – zejm. s cílem znovuvyužití vod v rámci stávajícího provozu). Následně bude představena společnost Fujikoki Czech, s. r. o. Praktická část práce analyzuje současný stav nakládání s odpadními vodami ve vybrané společnosti. Vyhodnocením získaných dat se zjistí vývoj produkce odpadních vod v posledních letech a nakládání s nimi. V další části práce se představí technologie čištění obráběcí emulze, které budou porovnány. Následně bude zvolena výhodnější technologie čištění pro uvedenou společnost a navržen způsob využití vyčištěné vody.

## Doporučený rozsah práce

50 stran

## Klíčová slova

odpadní vody, čistírna odpadních vod, ultrafiltrace, vakuové odpařování, obráběcí emulze, automobilový průmysl

---

## Doporučené zdroje informací

- KRČMA M., KUBÍNOVÁ Z., SUCHÁNEK Z., ŠANTORA Z., STIBŮRKOVÁ E., HYKŠ O., URBANOVÁ L., 2016: Komentované vydání normy ČSN EN ISO 14001:2016: systémy environmentálního managementu jakosti – požadavky s návodem pro použití. Česká společnost pro jakost. Praha. 125 s.
- MALÝ J., HLAVÍNEK P., 2000: Čištění průmyslových odpadních vod. NOEL. Brno. 255 s.
- MEZŘICKÝ V., 2005: Environmentální politika a udržitelný rozvoj. Portál. Praha. 208 s.
- MM Průmyslové spektrum, ©2021: Efektivní likvidace obráběcích kapalin (online) [cit. 2021.07.08], dostupné z: <<https://www.mmspektrum.com/clanek/efektivni-likvidace-obrabcich-kapalin>>.
- NIEUWENHUIS P., WELLS P., 2015: The Global Automotive Industry. John Wiley & Sons. Chichester. 256 s.
- Topinfo s.r.o., ©2021: Ultrafiltrace při úpravě vody (online) [cit. 2021.07.08], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/13403-ultrafiltrace-pri-uprave-vody>>.
- TUHÁČEK M., JELÍNKOVÁ J., 2015: Právo životního prostředí: praktický průvodce. Grada. Praha. 288 s.
- Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- Zákon č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech

---

## Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

## Vedoucí práce

Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2022

**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 28. 3. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nakládání s odpadními vodami ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o. a návrh optimalizace s cílem ekonomické úspory a environmentální šetrnosti" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.3.2022

Karel Svoboda



### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval své vedoucí bakalářské práce Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D. za její vedení, odborné rady, konzultace, a hlavně za její přístup a čas. Dále také děkuji Ing. Pavlu Kubáskovi za konzultace týkající se nakládání s odpadními vodami ve vybrané společnosti, a jejím zaměstnancům za spolupráci.

Děkuji také své rodině a partnerce za podporu napříč celým studiem, včetně bakalářské práce.

# **Nakládání s odpadními vodami ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o. a návrh optimalizace s cílem ekonomické úspory a environmentální šetrnosti**

## **Abstrakt**

Práce se zaměřuje na problematiku nakládání s odpadními vodami ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o., která se zabývá výrobou ventilů do klimatizací v automobilech. Analyzuje současný stav nakládání s odpadními vodami a vyhodnocuje vývoj produkce odpadních vod v posledních letech. Představuje technologie čištění obráběcích emulzí, které jsou jedním z nejvíce produkováných odpadů této společnosti, a na základě porovnání nákladů vyhodnocuje nejlepší a ekologicky nejšetrnější volbu z představených technologií.

**Klíčová slova:** odpadní vody, čistírna odpadních vod, ultrafiltrace, vakuové odpařování, obráběcí emulze, automobilový průmysl

# **Wastewater management of the company Fujikoki Czech, s. r. o. and a proposal of an optimization of economic and environmental savings**

## **Abstract**

The aim of this thesis is wastewater management of the company Fujikoki Czech, s. r. o., which produces thermostatic expansion valves for air conditioners in cars. The thesis analyzes the current state of wastewater management and evaluates a development of wastewater production in recent years. Then there are presented emulsion cleaning technologies because the waste emulsion is one of the most produced wastes of this company. Based on a cost comparison the thesis evaluates the best and the most environmentally friendly choice of the presented technologies.

**Keywords:** wastewater, wastewater treatment plant, ultrafiltration, vacuum evaporation, machining emulsions, automotive industry

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>12</b>
<b>3 Odpadní vody .....</b>	<b>13</b>
3.1  Legislativní úprava odpadních vod .....	13
3.1.1  Zákon o vodách.....	13
3.1.2  Zákon o vodovodech a kanalizacích .....	14
3.1.3  Zákon o odpadech .....	14
3.1.4  Stavební zákon .....	14
3.1.5  Zákon o životním prostředí .....	15
3.1.6  Evropská legislativa .....	15
3.2  Typy odpadních vod.....	16
3.2.1  Splaškové odpadní vody .....	16
3.2.1.1  Biochemická spotřeba kyslíku.....	17
3.2.1.2  Chemická spotřeba kyslíku.....	18
3.2.2  Průmyslové odpadní vody .....	18
3.2.3  Infekční odpadní vody .....	20
3.2.4  Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby .....	20
3.2.5  Dešťové odpadní vody .....	21
3.2.6  Ostatní odpadní vody .....	21
3.2.6.1  Balastní vody .....	21
3.3  Technologie čištění odpadních vod.....	22
3.3.1  Historie čištění odpadních vod .....	22
3.3.2  Mechanické čištění odpadních vod.....	23
3.3.2.1  Lapák štěrku .....	24
3.3.2.2  Česle .....	24
3.3.2.3  Lapáky písku .....	25
3.3.2.4  Usazovací nádrže.....	25
3.3.2.5  Dosazovací nádrže.....	26
3.3.3  Biologické čištění odpadních vod.....	26
3.3.3.1  Aerobní biologické procesy.....	26
3.3.3.2  Anaerobní biologické procesy .....	27
3.3.4  Kalové hospodářství .....	28
3.3.4.1  Zpracování kalu .....	28
3.3.5  Odpadní vody v automobilovém průmyslu .....	29

3.3.5.1	Koagulace a flokulace .....	29
3.3.5.2	Elektroflotace .....	30
3.3.5.3	Membránové čištění .....	31
3.3.5.4	Vakuové odparky.....	34
<b>4</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>Čištění odpadních vod ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o.....</b>	<b>38</b>
5.1	Základní charakteristika společnosti Fujikoki Czech, s. r. o.....	38
5.2	Nakládání s odpadními vodami ve Fujikoki Czech, s. r. o. ....	39
<b>6</b>	<b>Návrh optimalizace nakládání s odpadními vodami .....</b>	<b>44</b>
6.1	Využití deemulgační stanice .....	44
6.2	Využití membránové ultrafiltrace .....	45
6.3	Využití vakuové odparky .....	46
6.4	Způsob využití vyčištěných vod.....	47
6.5	Účinnost navržených technologií .....	48
6.6	Analýza vzorku .....	48
<b>7</b>	<b>Zhodnocení .....</b>	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>Výsledky a diskuse .....</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>56</b>
<b>11</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>64</b>

## **Seznam obrázků**

Obr. č. 1 Zdroje balastních vod (Groda, 2007)

Obr. č. 2 Kanalizační systém odpadní a dešťové vody v paláci Knossos (Lofrano, 2010)

Obr. č. 3 Česle (Thajudeen, 2017)

Obr. č. 4 Rozdělení membránových procesů podle stupně separace (Bernardová, 2018)

Obr. č. 5 Vakuová odparka s mechanickou kompresí (<https://aquadest.cz/klasicke-odparky>)

Obr. č. 6 Vakuová odparka s tepelným čerpadlem (<https://aquadest.cz/klasicke-odparky>)

Obr. č. 7 Schematický nákres průběhu čištění vakuovou odparkou (Mercotech CZ s.r.o.)

Obr. č. 8 Získaný destilát po vakuovém odpařování vzorku odpadní emulze

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1 Množství látek v gramech produkované jedním obyvatelem za den a odpovídající hodnoty BSK<sub>5</sub> jako ukazatele znečištění

Tabulka č. 2 Rozdělení membránových separačních procesů

Tabulka č. 3 Typy membránové filtrace

Tabulka č. 4 Roční náklady a přínosy při využití membránové filtrace

Tabulka č. 5 Roční náklady a přínosy při využití vakuové odparky

Tabulka č. 6 Porovnání účinnosti navržených technologií

## **Seznam použitých zkratk**

ČOV – Čistírna odpadních vod

EU – Evropská Unie

EO – Ekvivalent obyvatel

BSK – Biochemická spotřeba kyslíku

CHSK – Chemická spotřeba kyslíku

MP – Membránové procesy

MF – Mikrofiltrace

UF – Ultrafiltrace

NF – Nanofiltrace

RO – Reverzní osmóza

FKCZ – Fujikoki Czech, s. r. o.

TXV – Termoexpanzní ventil

# 1 Úvod

Už na základní škole se děti po celém světě učí, že voda je zdrojem všeho. Bez ní by totiž na naší planetě nevznikl život. Ne nadarmo je také proto nazývána kolébkou života. Je základním stavebním prvkem všech živých organismů. Dokonce lidské tělo je tvořeno z 50 - 70 % vodou v závislosti na stáří člověka, jeho zdravotního stavu a stravovacích zvyků. Podílí se na veškerých biologických, chemických a fyzikálních procesech. Bez vody by všechen život na naší planetě skončil.

I když se v současné době nejvíce hovoří o globálním oteplování, které má v některých oblastech na svědomí ztrátu vody, nesmí se opomenout, že dalším z nejzásadnějších problémů současného světa je i znečišťování vod, čímž dochází k omezení přístupu lidské populace k pitné vodě. Hlavním zdrojem znečištění vod, a to jak povrchových, tak i podzemních, jsou odpadní vody, které jsou stále více produkovány nejen obyvateli obcí, ale také i v zemědělství a v průmyslové výrobě. Znečištěním povrchové vody se navíc zhoršuje kvalita vodních ekosystémů, přičemž jsou tímto i ovlivněny ekosystémy v jejich okolí. Produkce odpadních vod je řízena právními úpravami, jež se snaží jejich vypouštění omezit na nezbytné množství, a její kvalita nesmí ohrožovat samotnou vodu a okolní životní prostředí.

Jakožto zaměstnanec společnosti Fujikoki Czech, s. r. o, kde jsem nabral zkušenosti v oblasti odpadového hospodářství a environmentálního managementu, se budu v této závěrečné práci věnovat problematice odpadních vod. Budou zde představeny technologie jejich úpravy, zejména ty, které jsou zaměřeny na jejich další využití. Jak s těmito vodami vybraná společnost nakládá, a jakým dalším způsobem by je mohla využívat v rámci ekonomické úspory a environmentální šetrnosti.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je analýza stávajícího stavu nakládání s odpadními vodami ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o., a návrh optimalizace s cílem ekonomické úspory a environmentální šetrnosti.



## **3 Odpadní vody**

### **3.1 Legislativní úprava odpadních vod**

#### **3.1.1 Zákon o vodách**

Definici odpadní vody vymezuje v legislativě § 38 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (dále jen vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů. Podle tohoto zákona jsou odpadními vodami všechny vody, které jsou použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Jsou to také průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních. Obecně jsou odpadními vodami všechny vody, které byly nějakým způsobem užity při lidské činnosti, ať už při výrobě nebo v domácnosti, a v důsledku této činnosti dosahují takové jakosti, která může ohrozit jakost vod přirozeně se vyskytujících v přírodě, tedy vod povrchových nebo podzemních. Je nutné podotknout, že pojem průmyslové odpadní vody není ve vodním zákoně uveden. Definiuje je prováděcí nařízení č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, a to v § 2 odstavci a) jako vody vypouštěné z konkrétních průmyslových a zemědělských odvětví podchycených v části B přílohy č. 1 k uvedenému nařízení vlády, jakož i jiné neuvedené odpadní vody vypouštěné z výrobních nebo jim obdobných zařízení.

Prioritním cílem vodního zákona, jenž byl novelizován zákonem č. 544/2020 Sb., nabývajícím účinnosti od 1.2.2021 s výjimkou části šesté, která nabývá účinnosti dne 1.1.2022, je chránit povrchové vody a podzemní vody (eAGRI, 2021). Vodní zákon dále uvádí, jak s odpadními vodami nakládat, jakým způsobem a za jakých podmínek získat povolení k jejich vypouštění do vod povrchových nebo podzemních. V zákoně jsou rovněž přestupky a k nim zavedené sankce.

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

Nakládáním s odpadními vodami odváděných do kanalizace se zabývá zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (dále jen zákon o vodovodech a kanalizacích), kde je uvedeno, na jaké typy kanalizací se tento zákon vztahuje či nevztahuje. Dále vymezuje základní pojmy, míru znečištění odváděných odpadních vod, práva a povinnosti mezi producenty a vlastníky nebo provozovateli kanalizací, a též přestupky a ukládané sankce. Na tento zákon se dále váže vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích.

### **3.1.3 Zákon o odpadech**

Pakliže není možnost odvádět odpadní vody do kanalizace, nabízí se využití domácích čistíren odpadních vod, septiků nebo žump. Septiky a žumpy jsou stavby, jejichž právní režim se zásadně liší. Septiky jsou na rozdíl od žump uvedeny ve vodním zákoně jakožto vodní díla. Jejich obsah se dělí na dvě složky, a to splaškové odpadní vody a kaly usazené na dně komor septiku. Odpadní voda je buď přímo, nebo přes další čistící zařízení vypouštěna do vod povrchových či podzemních v souladu s podmínkami stanovenými v povolení vodoprávního úřadu k vypouštění odpadních vod. O tom, jak má být nakládáno s kaly, které vznikají zpracováním odpadních vod, ať už v septiku nebo v čistírnách odpadních vod (dále jen ČOV), pojednává zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, kde je zároveň pojem kal definován.

### **3.1.4 Stavební zákon**

Žumpa není vodním dílem, ale obecnou stavbou povolovanou stavebním úřadem podle zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (dále jen stavební zákon), dle kterého spadá pod podzemní stavby do 300 m<sup>2</sup> celkové zastavěné plochy a hloubky do 3 m, pokud nejsou vodním dílem. Jedná se o stavby, pro něž stavební úřad požaduje pouze ohlášení. Technické požadavky na stavby v podobě žump jsou pak uvedeny ve vyhlášce č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. Jak stavební zákon, tak i uvedená vyhláška o technických požadavcích na stavby budou nahrazeny novým stavebním zákonem č. 283/2021 Sb., který nabývá účinnosti od 1.7.2023, avšak jeho některé části nabývají účinnosti dnem následujícím po dni jeho vyhlášení a dnem 1. 1. 2022.

### **3.1.5 Zákon o životním prostředí**

Je třeba také zmínit zákon, jenž představuje hlavní právní předpisy týkající se životního prostředí. Tím je zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí vymezující základní pojmy a stanovující základní zásady ochrany životního prostředí. V zákoně jsou dále uvedeny povinnosti právnických a fyzických osob při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů. Tato právní úprava vychází z principu trvale udržitelného rozvoje, který je rovněž v tomto zákoně definován.

### **3.1.6 Evropská legislativa**

Dále je třeba se také pozastavit nad právem v rámci členství v Evropské Unii (dále jen EU), kde je každý členský stát vázán na primární a sekundární právo. Primárním právem, které je výchozím prvkem právních předpisů EU, jsou smlouvy. Právní předpisy vycházející ze zásad a cílů smluv se označují jako sekundární právo, do něhož patří nařízení, směrnice, rozhodnutí, doporučení a stanoviska. V primárním právu se obecně životním prostředím zabývají články 191 - 193 Smlouvy o fungování Evropské unie.

V oblasti sekundárního práva EU je nutné uvést Rámcovou směrnici o vodách (Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000). Hlavním cílem Rámcové směrnice o vodách je zamezení zhoršování stavu všech vod v EU a dosáhnout dobrého stavu evropských řek, jezer a podzemních vod do roku 2015. Účelem této směrnice je stanovit rámec pro ochranu povrchových vod, podzemních vod, vnitrozemských vod a brakických vod, obnovit ekosystémy v těchto vodních útvarech a jejich okolí, snížit jejich znečištění a zaručit udržitelný způsob užívání vody ze strany občanů a podniků. Na základě této směrnice mají členské státy povinnost vymezit na svém území jednotlivá povodí. Plány povodí se zpracovávají v šestiletém cyklu (v letech 2010-2015, 2016-2021, 2022-2027) ve třech úrovních: mezinárodní, národní a dílčí povodí. Území České republiky spadá pod mezinárodní oblasti povodí Labe, Odry a Dunaje. Do plánů povodí musí být zařazeny i podzemní vody. Pokud povodí přesahuje hranice EU, musí členské státy zajistit koordinaci s příslušnými třetími zeměmi. Členské státy musí dále určit příslušné orgány na správu těchto povodí v souladu s pravidly EU, analyzovat charakteristiky každého povodí, včetně dopadu lidské činnosti a ekonomické analýzy využívání vod, monitorovat stav vody ve všech povodích, zřídit registr chráněných oblastí, zejména oblasti pro odběr pitné vody vyžadující zvláštní pozornost. Úkolem je také zajistit návratnost nákladů na vodohospodářské služby,

aby se zdroje využívaly efektivně a znečišťovatelé platili. Členské státy jsou povinny informovat veřejnost a poskytovat konzultace o plánech povodí (EUR-Lex, 2021) (VÚV TGM, 2021).

### **3.2 Typy odpadních vod**

Definice odpadní vody byla již uvedena v kapitole 3.1. Je to tedy jakákoli voda, která po použití změní svoje vlastnosti, ať už fyzikální nebo chemické, obzvlášť může-li ovlivnit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadními vodami jsou všechny druhy vod, které jsou odváděny stokovou sítí, aniž by bylo bráno v potaz, jak se tam dostaly. Mezi odpadní vody se zařazují i odčerpávané podzemní vody z hydraulické ochrany u průmyslových objektů (rafinérie, sklady ropných látek, odkaliště z rudných, energetických nebo chemických výroby, průzkumy těžební činnosti), vody z drenážních systémů jako součásti zařízení k odvodnění pozemních staveb, vody jakkoli znečištěné z výrobního provozu, tekuté odpady (např. kejda).

Odpadní vody se dle původu a druhu znečištění dělí do následujících skupin (Hlavínek, 2001):

1. splaškové
2. průmyslové
3. infekční
4. ze zemědělství a zemědělské výroby
5. dešťové
  - i. dešťové povrchové vody
  - ii. smíšené odpadní vody
6. ostatní odpadní vody

#### **3.2.1 Splaškové odpadní vody**

Splaškové odpadní vody (splašky), ale také i městské odpadní vody vznikají v domácnostech a sociálních zařízeních závodů, které jsou rozděleny do tří částí dle jejich místa vzniku, a to z kuchyní, záchodů a umýváren. Městské odpadní vody neobsahují odpadní vody průmyslové. Pakliže se v daném městě nevyskytuje žádný průmysl, jsou městské odpadní vody pouze vodami splaškovými (Beránková, 2016), (Xu, 2020).

Tyto odpadní vody jsou většinou zbarveny šedě až šedohnědě a jsou silně zakalené. V závislosti na ročním období se jejich teplota v našich klimatických podmínkách pohybuje od 5 do 20 °C., jejich pH je v rozmezí od 6,8 do 7,5 (Dohányos, 2004).

V tabulce 1 je uvedené množství vybraných látek, vyskytujících se ve splaškových odpadních vodách, jež vyprodukuje jeden obyvatel za den. Jedná se o průměrné hodnoty pro střední Evropu, které se mohou v různých lokalitách lišit. Pro označení množství znečištění vyprodukovaného jedním obyvatelem za den se používá tzv. populační ekvivalent nebo též ekvivalentní obyvatel (dále jen EO). Jednotka EO je často využívána při bilancování znečištění a je jednou ze vstupních informací při návrhu čistíren odpadních vod (Pošta, 2005). Většinou však nejsou při práci s EO využívány všechny uvedené parametry, avšak pro zjednodušení se ve vodohospodářské praxi používá zejména BSK<sub>5</sub>, jejíž hodnota pro jednoho EO je 60 g BSK<sub>5</sub> za den. Při návrhu technologií biologického čištění se vedle hodnoty BSK<sub>5</sub> bere v úvahu ještě množství nerozpustných látek (NL) na jednoho obyvatele za den, což je 55 g na osobu denně (Komínková, 2014).

Tabulka č. 1 Množství látek v gramech produkované jedním obyvatelem za den a odpovídající hodnoty BSK<sub>5</sub> jako ukazatele znečištění

Látky	Anorganické	Organické	Celkové	BSK <sub>5</sub>
Nerozpustné	15	40	55	30
usaditelné	10	30	40	20
neusaditelné	5	10	15	10
Rozpuštěné	75	50	125	30
<b>Celkem</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>180</b>	<b>60</b>

### Biochemická spotřeba kyslíku

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) je nepřímým ukazatelem organického znečištění vody mikrobiologickou kontaminací, jenž je definován jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy pro rozklad organických látek za aerobních podmínek. Vysoké zatížení hodnotou BSK pochází zejména z antropogenních zdrojů, včetně odpadu z domácností a hospodářských zvířat, z průmyslu a kombinovaných případů kanalizace.

Toto množství je přímo úměrné koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek (Vigiak, 2019). Nejčastěji se po celém světě používá standardizovaná metoda BSK<sub>5</sub>, při které se stanoví biochemická spotřeba kyslíku zředovací metodou v průběhu pěti dnů a při teplotě 20°C (Bavor, 2020).

### **Chemická spotřeba kyslíku**

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) značí míru obsahu látek schopných chemické reakce. Stanovení CHSK slouží zejména k informaci o celkové koncentraci organických látek. Výsledek stanovení je uveden v množství kyslíku, jež se spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě se silným oxidačním činidlem (Cazaudehore, 2019). Průměrná hodnota CHSK splaškových odpadních vod se pohybuje v rozmezí 300 - 800 mg/l. Jiné hodnoty lze považovat za anormální. Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Pokud jsou hodnoty poměru CHSK/BSK menší než 2, poukazuje na přítomnost snadno rozložitelných látek. Vyšší hodnoty naopak znamenají přítomnost látek rozložitelných obtížně (Groda, 2007).

### **3.2.2 Průmyslové odpadní vody**

Zdrojem těchto odpadních vod jsou různé výrobní procesy a činnosti výrobních průmyslových závodů. Vzhledem k různým typům průmyslových odvětví a různých aplikovaných procesů je výsledné složení odpadních vod zcela odlišné a velmi složité. Ačkoli jsou určité typy kontaminantů stejné jako u komunálních odpadních vod, jejich číselná hodnota a koncentrace je obvykle velmi odlišná od městské odpadní vody (Shahedi, 2020).

Odpadní vody vznikající v průmyslových odvětvích se dělí do několika kategorií, z nichž nejčastější jsou (Dohányos, 2004):

1. technologické odpadní vody
2. chladicí vody
3. splaškové vody
4. srážkové vody ze znečištěných ploch
5. srážkové vody z neznečištěných vod
6. podzemní vody z hydrogeologických systémů ochrany

**Technologické vody** obvykle obsahují největší podíl znečišťujících látek, jelikož se tento druh vody dostává do styku s výrobky v průběhu výrobního procesu. K těmto vodám se zařazují i vody z mytí a čištění technologických zařízení, přepravních kontejnerů apod. Technologické vody mohou obsahovat v různých kombinacích (Dohányos, 2004):

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

**Chladicí vody** se využívají ve výrobních procesech, kde je jejich pomocí odváděno nízkopotenciální teplo (Papapetrou, 2018). V některých druzích chladicích vod se mohou nacházet pomocné látky, jejichž úkolem je zajistit stálost chladicí vody a minimalizovat rozvoj nežádoucích procesů v chladicím systému. Takovými látkami jsou např. biocidní látky, které zabraňují rozvoji mikroorganismů nebo zelených řas, nebo inhibitory koroze. Občas mohou být chladicí vody při poruše chladicího systému kontaminovány chlazeným produktem (Komínková, 2014).

**Splaškové vody** vznikají v umývárkách při mytí pracovníků, v sociálních zařízeních a v jídelnách při mytí nádobí. Jedná se o běžné splaškové vody, jež jsou při biologickém čištění průmyslových vod vítaným zdrojem anorganických živin (Dohányos, 2004).

**Srážkové vody ze znečištěných ploch** se vyskytují na plochách, kde se manipuluje s látkami ohrožujícími jakost vod. Jedná se o závadné látky, mezi něž patří například ropné látky. Takto znečištěné vody musí být před jejich vypuštěním vyčištěny na požadovanou kvalitu (Dohányos, 2004).

**Srážkové vody z neznečištěných ploch** by měly být z podniku odváděny mimo ČOV, aby nezvyšovaly náklady na čištění odpadních vod. V rámci úspory nákladů je v některých případech vhodné tyto vody akumulovat a využívat je jako jeden z alternativních zdrojů vody (Dohányos, 2004).

**Podzemní vody z hydrogeologických systémů ochrany** vznikají v podnicích, jako jsou petrochemické a chemické závody, kde může docházet k úniku závadných látek do podzemních vod, které bývají těmito látkami znečištěny ve značných koncentracích. Aby se tyto kontaminované podzemní vody nešířily z území daného podniku do okolí, provozují se různé systémy hydraulické ochrany vod. Před vypuštěním musí být tato voda vyčištěna na požadovanou kvalitu (Dohányos, 2004).

### **3.2.3 Infekční odpadní vody**

Jsou to odpadní vody, které vznikají v nemocnicích, farmaceutických zařízeních, mikrobiologických laboratořích nebo v jiných zdravotnických zařízeních (např. léčebny dlouhodobě nemocných, lázeňské zdravotnické zařízení, odborné léčebné ústavy) (Nypl, 2002). Infekční odpadní vody mohou obsahovat nebezpečné látky, jako jsou zbytky léčiv, nebezpečné chemické látky, patogeny a radioizotopy. Kvůli těmto látkám mohou infekční odpadní vody představovat chemické, biologické a fyzikální riziko pro veřejné zdraví a životní prostředí, proto musí být před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace řádně předčištěny dle normy ČSN 75 6406. V jiném případě lze tyto vody samostatně zlikvidovat (Carraro, 2017).

### **3.2.4 Odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby**

Zemědělské odpadní vody jsou druhem vod průmyslových pocházejících ze zemědělské výroby, jejichž kvalita je ovlivněna použitím hnojiv a jiných látek (např. pesticidy) aplikovaných při kultivaci zemědělské plochy, omýváním obalů nebo erozí (Hubačíková, 2015). Dalším zdrojem mohou být úniky ropných látek, provoz, mytí nebo čištění zemědělských strojů (Smolyanichenko, 2021). V neposlední řadě je nutné také zmínit živočišnou výrobu, kdy vznikají odpadní vody z chovů hospodářských zvířat. Výsledným produktem je kejda (Cheng, 2020).



### **3.2.5 Dešťové odpadní vody**

Dešťové vody jsou vody, které dopadají na zemských povrch ve formě všech druhů atmosférických srážek. Po dopadu se však tyto vody stávají vodami povrchovými, v praxi označovanými jako povrchový odtok. Zde jsou rovněž zahrnuty i vody z tání sněhu a ledu. Odpadními vodami se stávají v případě, že byla dešťová voda použita k činnosti, při níž se změnila jakost (složení nebo teplota) nebo byla tato voda svedena do jednotné kanalizace, přičemž se smísila s odpadní vodou (Stránský, 2008). Nutno podotknout, že dešťové vody nesmí být odváděny do žump nebo septiků (Vrána, 2005).

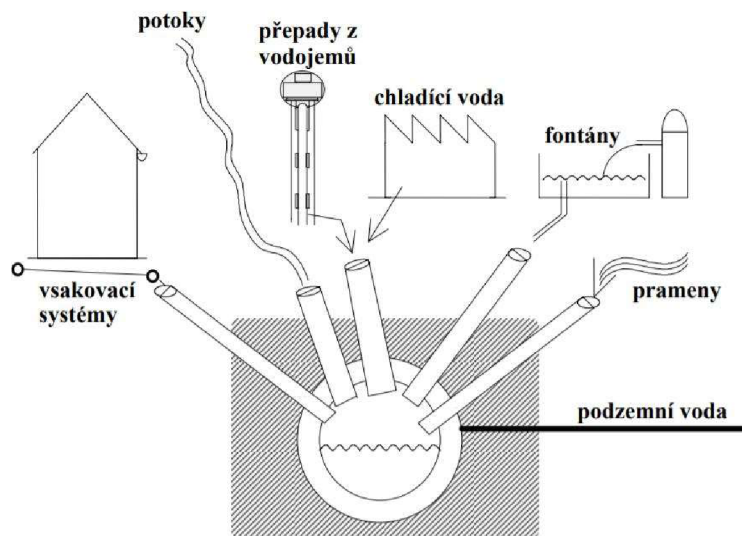
### **3.2.6 Ostatní odpadní vody**

Mezi ostatní odpadní vody se zařazují odpadní vody, které nelze zařadit do některé z předchozích uvedených kategorií nebo se tyto vody dostaly nežádoucím způsobem do stokové sítě - balastní vody (VŠB-TUO, 2021).

#### **Balastní vody**

Jsou to podzemní nebo povrchové vody, jež vnikají do kanalizace za nepředvídaných okolností, například netěsnostmi. Také však mohou být zaváděny cíleně nelegálním způsobem. Jelikož nejsou balastní vody kontaminované, nepatří do kanalizace. V pravém slova smyslu se totiž nejedná o odpadní vody (Komínková, 2014).

Balastní vody jsou převážně málo znečištěné, a proto je jejich přítomnost v městských odpadních vodách příčinou jejich zředování. V některých případech může být zředění tak velké, kdy pro nízkou koncentraci znečištění s hodnotou BSK<sub>5</sub> nižší než 50 mg/l se stává biologické čištění na ČOV problematickým. Ještě větší komplikace nastávají u podzemních vod, které odpadní vody ochlazují zejména v zimním období, čímž zpomalují rozkladnou činnost mikroorganismů (MENDELU, 2021).



Obr. č. 1 Zdroje balastních vod (Groda, 2007)

### 3.3 Technologie čištění odpadních vod

#### 3.3.1 Historie čištění odpadních vod

Myšlenkou čištění odpadních vod se začalo lidstvo zabývat již před několika tisíci lety, a to zejména v dobách, kdy se začaly rozvíjet první velké civilizace. Už v Mezopotámii byly objeveny ruiny domů, které byly napojeny na kanalizační systém odvádějící odpadní vody. Stejným problémem se zabývali i starověcí Řekové a Římané. Nejznámějším je římský kanalizační systém navržený Cloacem Maximem vybudovaný v 6. století před našim letopočtem. Ve starověkém Řecku v tomto období vznikaly také první pokusy o čištění odpadních vod pomocí vsaku do propustné půdy. Vývoj stokování a čištění odpadních vod se však v průběhu středověku pozastavil a teprve v 16. století se začal opět rozvíjet (Lofrano, 2010).



Obr. č. 2 Kanalizační systém odpadní a dešťové vody v paláci Knossos (Lofrano, 2010)

Teprve 20. století bylo svědkem revoluce v nakládání s odpadními vodami, environmentální vědě a společenských názorech na znečištění životního prostředí. V průběhu tohoto století se začali vyvíjet vědecké objevy a debaty o společenských prioritách a vládních zájmech. Uvědomění se společnosti jakožto velkého znečištětele docházelo k mnoha pokusům o získání stále větší kontroly nad znečištěním (Shifrin, 2005).

Hlavním impulsem byl neustálý nárůst lidské populace a rozvíjející se průmysl před 1. světovou válkou, kdy už nebylo možné ukládat odpady na půdu nebo vypouštět odpadní vody do řek, aniž by těmito činnostmi nebylo dotčeno životní prostředí a zároveň nebylo ohroženo lidské zdraví (Gussenhoven, 2021). První experimenty, v nichž bylo snahou odstranit znečišťující látky provzdušňováním odpadních vod, probíhali v Lawrence Experimental Station v Massachusetts. Na základě těchto pokusů byl proces, který využívá tzv. aktivovaného kalu, zdokonalen a patentován v roce 1913 ve Velké Británii dvěma inženýry Edwardem Ardenem a Williamem Lockettem, kteří tuto technologii představili následující rok na setkání Společnosti chemického průmyslu v Manchesteru. Tento systém čištění je používán dodnes (Lofrano, 2010).

### **3.3.2 Mechanické čištění odpadních vod**

Prvním stupněm čištění je mechanické čištění, při kterém dochází k odstranění pevných látek, mezi nimiž se nejčastěji nachází papíry, hadry, kuchyňské odpadky apod. Jejich odstranění přispívá ochraně mechanických částí čistíren (Keprtová, 2021). Tyto látky

představují podstatnou část znečištění vod. Jejich odstraněním se organické znečištění, vyjádřené jako BSK<sub>5</sub> sníží asi o 30 %. Mechanické čištění odpadních vod je tedy významné nejen z hlediska mechanického čištění (Pecháček, 2021).

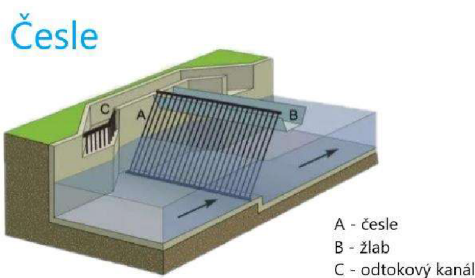
### **Lapák štěrku**

Lapák štěrku zachycuje velké a těžké předměty (dlažební kostky, cihly, štěrk). Tyto předměty se na čistírnu dostávají většinou s přívalovým deštěm (Pecháček, 2021). Lapák štěrku je jímka umístěna těsně před čistírnou s rozšířeným průtočným profilem a se sníženým dnem, kde se velké nežádoucí předměty usazují. Tímto jsou ochráněna další zařízení před mechanickým poškozením. Lapák štěrku se nejčastěji vyskytuje u velkých čistíren odpadních vod s rozsáhlou stokovou sítí a velkým odvodněným územím (Pytl, 2012).

### **Česle**

Česle se nachází v prvním kroku čištění odpadních vod. Je to mříž tvořená z rámu a prutů (česlic), skloněná ve směru toku pod úhlem 30° až 60°. Voda protéká průlinami, tj. volným prostorem mezi česlicemi. Zachycené nečistoty jsou stírány shrabováký, které svými zuby zasahují do průlin a pohybem směrem vzhůru stírají zachycené nečistoty (shrabky) (Pecháček, 2021). Tyto shrabky v horní pozici přepadávají do žlabu, kde odkapávají a následně jsou vyhrnovány do kontejneru na shrabky. Typickými shrabky bývají obvykle hadry, papír, zátky, guma, zbytky z přípravy jídel, větve, listí, tráva, cigaretové filtry, nerozpadlé fekálie a další složky domovního odpadu (Wanner, 2018).

Shrabování může být prováděno manuálně nebo mechanickým shrabovacím systémem. Hrubé česle mají průliny široké mezi 20 - 60 mm, zatímco jemné česle disponují otvory širokými mezi 6 - 20 mm. Rychlost proudění vody skrz česle se obvykle pohybuje mezi 0,5 - 0,9 m/s, přičemž nejsou shrabky protlačovány mezi česlicemi. Proud není zároveň pomalý, aby nedocházelo k usazování štěrku (Templeton, 2011).



Obr. č. 3 Česle (Thajudeen, 2017)

## Lapáky písku

Odstranění rozptýlených pevných látek z odpadních vod (písek, štěrk) se provádí sedimentačním procesem ve speciálních zařízeních označených jako lapáky písku. Voda prochází proudící částí lapače, kde se díky gravitaci pevné látky usazují v zásobníku. Množství přepravovaného písku kanalizačním systémem do ČOV se výrazně liší v závislosti na typu kanalizačního systému a velikosti ČOV. Při užívání jednotné kanalizace je udávaná produkce písku 5 - 12 dm<sup>3</sup> na osobu za rok. V případě zahrnutých srážek může být však tato hodnota i třicetkrát vyšší. U oddílné kanalizace produkce písku dosahuje hodnot 0,3 - 2,2 dm<sup>3</sup> na osobu za rok (Vítěz, 2010), (Sevostianov, 2021).

Lapák písku využívá gravitační síly a rozdílu hustot. Hustota písku je 2 620 kg/m<sup>3</sup>. Lapáky písku mají zachycovat pouze minerální částice o velikost 0,1 mm - 0,2 mm. Tedy je předpokládáno, že bude odstraněn pouze písek, přičemž organická suspenze je spolu s odpadními vodami dále odváděna do procesu biologického čištění (Vítěz, 2010). Lapáky písku dělíme na horizontální, vertikální, s příčnou cirkulací, vírové.

## Usazovací nádrže

Usazovací nádrže se používají k oddělení organického znečištění. Kal, který vzniká při tomto procesu se nazývá primární kal, jenž je energetickou surovinou. V případě velkých čistíren je používán pro výrobu bioplynu. Tímto je kal zároveň zneškodněn a stabilizován. Usazovací nádrže jsou betonové a pracují kontinuálně (průtočné usazovací nádrže) nebo diskontinuálně (dekantační nádrže). Kontinuální nádrže se dělí podle tvaru a průtoku. Podle tvaru to jsou nádrže pravoúhlé a kruhové. Podle průtoku jsou děleny na nádrže s horizontálním průtokem a nádrže s vertikálním průtokem. V případě užívání dekantáčích

nádrží se tyto nádrže nechají naplnit, usadit a následně vypustit (Dohányos, 2004), (Pecháček, 2021).

### **Dosazovací nádrže**

Dosazovací nádrže jsou téměř stejné jako nádrže usazovací. Hlavním rozdílem mezi těmito typy nádrží je pouze jejich hloubka. Dosazovací nádrže jsou hlubší, aby bylo dosaženo delší doby zadržení (Pecháček, 2021). Proces dosazovacích nádrží je posledním krokem biologického čištění, kde dochází k separaci aktivovaného kalu, který je označen jako sekundární. Další důležitou funkcí je dostatečné zahuštění pro získání vysoce koncentrovaného kalu a biomasy v biologickém reaktoru. Kal se usazuje na dně nádrže, odkud je následně odčerpán zpět do aktivační nádrže. Vyčištěná voda odtéká odtokovým potrubím (Patziger, 2012).

### **3.3.3 Biologické čištění odpadních vod**

Biologické čištění odpadních vod ve své podstatě napodobuje a zintenzivňuje procesy probíhající v přírodních vodách. Tedy jedná se o takzvané samočištění, při němž se tyto vody zbavují znečištění. K tomuto procesu jsou využívány mikroorganismy jako např. řasy (fytoplankton) (Mlejnská, 2014). Ty rozkládají a odstraňují organické znečištění, jež je přeměňováno na biologické vločky. Je to poměrně složitý proces, který se skládá z řady reakcí, jejichž rychlost závisí na mnoha faktorech, jako je např. obsah kyslíku, pH, teplota, typ znečištění a přítomnost toxických látek (Chudoba, 1991).

Nežádoucí rozpuštěné látky nelze odstranit mechanicky, a proto je využíváno biologické čištění odpadních vod. V porovnání s fyzikálně chemickými a chemickými procesy je biologické čištění ekonomicky výhodnější. Výhodou také je, že do svých procesů nevnaší jiné znečišťující látky. Po úspěšném biologickém vyčištění voda neobsahuje žádné toxické látky pro flóru a faunu recipientu. K dosažení efektivního biologického čištění odpadních vod je nutné respektovat hodnoty BSK a CHSK (Chudoba, 1991).

### **Aerobní biologické procesy**

Patří k nejrozšířenějším způsobům biologického čištění odpadních vod, a to jak městských, tak i průmyslových. Biologické čištění odpadních vod v aerobních podmínkách uplatňuje chemické procesy, podmíněné činností aerobních mikroorganismů, které

rozkládají látky obsažené ve vodě oxidačními procesy za přítomnosti kyslíku (Hlavínek 2001).

Nejpoužívanější metodou je aktivace. Jedná se o proces spočívající ve vytvoření aktivovaného kalu v provzdušňované aktivační nádrži, kde jsou nasazeny kultury mikroorganismů. Do nádrže přitéká surová nebo odsazená odpadní voda, kde se mísí s vratným kalem z dosazovací nádrže. Směs se intenzivně provzdušňuje tlakovým vzduchem nebo za pomoci a aerátoru. Kyslík je důležitý pro oxidaci organických látek a jejich mineralizaci. Provzdušněním a promísením dochází k zintenzivnění biologického procesu. Následně je směs převáděna do dosazovací nádrže, kde se aktivovaný kal separuje a zahušťuje se. Část zahuštěného aktivovaného kalu se recirkuluje zpět na začátek aktivační nádrže, přebytečný kal se odvádí do linky zpracování kalu (Hlavínek, 2001), (Pecháček, 2021).

### **Anaerobní biologické procesy**

Anaerobní rozklad probíhá bez přítomnosti kyslíku. Jedná se o proces, kdy dochází k rozkladu organické hmoty za anaerobních podmínek. V takovýchto podmínkách žijí anaerobní mikroorganismy, které přeměňují odpadní kal na metan a oxid uhličitý. S těmito procesy se můžeme setkat i ve volné přírodě, zejména na dně rybníků, v močálech apod. Technologie anaerobního rozkladu jsou zejména využívány při čištění organicky znečištěných odpadních vod, a to zejména domovních a průmyslových splaškových vod (Alisawi, 2020).

Anaerobní stabilizace kalů a anaerobní čištění odpadních vod, při nichž mikroorganismy rozkládají organické látky za vzniku methanu, se zahrnuje pod obecný pojem „metanizace“, což je soubor procesů, při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá biologicky rozložitelnou organickou hmotu bez přístupu vzduchu (Pecháček, 2021). Konečnými produkty jsou vzniklá biomasa, plyny ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) a nerozložený zbytek organické hmoty, který je již z hlediska hygienického a sensorického nezávadný pro prostředí, tedy je již stabilizován. Výskyt patogenních organismů lze snížit za pomoci přimíchaného vápna (Dohányos, 2004).

Anaerobní stabilizace je relativně nejdokonalejší způsob čištění. Využívá se zejména u velkých čistíren odpadních vod. Vyrobený bioplyn lze použít přímo k vytápění ČOV. Alternativně může být přiváděn do distribuční plynové sítě. Pokud dojde k vyčištění na biomethan s obsahem CH<sub>4</sub> více než 95 %, lze ho také použít k pohonu vozidel (Kos, 2020).

### **3.3.4 Kalové hospodářství**

V řadách technologických procesů, které jsou využívány pro čištění odpadních vod, je produkováno velké množství kalů. Obecně koncentrace sušiny v těchto kalech není větší než 5 %, tedy zbylých 95 % je voda. Pokud je obsah sušiny nižší, dochází k zahušťování kalu, což vede ke snížení nákladů při jeho zpracování. Optimální obsah sušiny je 5 – 6 % (Slavičková, 2006). Kaly vyskytující se v čištění odpadních vod se dělí na primární kal, přebytečný kal a terciální kal. Primární kal jsou usaditelné látky v surové odpadní vodě. Přebytečný kal obsahuje přebytečnou biomasu z biologického růstu a terciální kal vzniká z chemického srážení (Hlavínek, 1996).

Cílem zpracování kalu je redukovat jeho objem na minimum a dosáhnout jeho dobré kvality, aby se snížil dopad na životní prostředí. Namísto likvidace jsou upřednostňovány možnosti opětovného využití. Pro zajištění optimálního zpracování kalu je nutné znát jeho chemické, biologické a fyzikální vlastnosti (Canziani, 2019).

Produkcí kalů nelze zabránit. Lze je pouze recyklovat nebo využívat destrukčních metod. V rámci recyklace se tyto kaly používají na půdě jako organické hnojivo nebo pro její vylepšení kvality. Jsou využívány i pro rekultivace. Destrukčními metodami jsou spalování, zplynování a použití kalu jako paliva, kdy je využíván nebo skládkován jako popel (Dohányos, 2006).

### **Zpracování kalu**

První fází zpracování kalu je zahuštění, kdy se využívají nejvhodnější metody v závislosti na charakteru kalu. U primárního kalu se provádí sedimentace. Pro zahuštění přebytečného a terciálního kalu je vhodnou metodou flotace. Sedimentační nádrže mají obvykle kruhový tvar a jsou opatřeny shrabovacím zařízením na hladině i u dna a rámovými míchadly. Flotační nádrže bývají kruhové nebo pravouhlé (Hlavínek, 1996). Flotace je technologický postup využívající rozdílnou smáčivost práškovitých materiálů k jejich



oddělování. Hydrofobní částice se vážou ke vzduchovým bublinám, kterými jsou unášeny na povrch vody, kde se shromažďují ve formě pěny. Pěna je následně odstraňována a dopravena k dalšímu zpracování. Jelikož hydrofilní částice ke vzduchovým bublinám nepřilnou, sedimentují na dně, kde dochází k vytváření flotačního odpadu (Melo, 2005).

Dalším procesem zpracování kalu je stabilizace. Stabilizovaný kal následně nepodléhá rychlému samovolnému rozkladu a negativně neovlivňuje prostředí. Stabilizace probíhá v anaerobním prostředí za různých teplot, při vzniku bioplynu, nebo aerobně oxidací organických látek. Mezi další způsoby se zahrnuje spalování, hydrolýza, vápnění nebo sušení (Čechmánková, 2017).

Kal obsahuje přibližně 95 % vody. Při odvodnění stabilizovaného kalu může být objem značně zmenšen, a to na 25 - 40 %, což je obsah sušiny v kalu. Odvodňování se provádí strojně např. využitím centrifugy, filtrace na kaolisu, vakuové filtrace, šnekových lisů apod. Další možností je vysušení na kalovém poli (Čechmánková, 2017).

### **3.3.5 Odpadní vody v automobilovém průmyslu**

Téměř v každém průmyslovém odvětví dnes vznikají odpadní vody, které díky jejich nebezpečnému složení nemohou být odvedeny přímo do kanalizace. Proto je v dnešní době čištění průmyslových odpadních vod nutností. V automobilovém průmyslu je často potřeba oddělit z průmyslových odpadních vod vodou ředitelné barvy, lepidla a řezné emulze, které vznikají ve výrobním procesu (Šrámek, 2015).

Během výroby automobilů a jejich dílů dochází k velkému množství oplachů a odmašťování. Pro některé procesy je nutné, aby využitá voda měla správné složení. Častá je také potřeba vodu recyklovat. Důvodem je proto snaha minimalizovat spotřebu vody a zabránit kontaminaci odpadních vod průnikem těžkých kovů z procesů povrchových úprav. K úpravě odpadních vod v automobilovém průmyslu mohou být využívány následující technologie (ASIO, 2022).

### **Koagulace a flokulace**

Koagulace známá také jako chemická deemulgace nebo čiření je jedna z nejznámějších metod fyzikálně chemického čištění odpadních vod obsahujících koloidní

nebo suspendované částice a kovové ionty (Malý, 2006). Tento proces je vyvolán přidáním určitých chemikálií do upravené vody (koagulanty) nejčastěji v podobě hydrolyzujících solí kovů (Al a Fe) a polymerů. Po aplikaci koagulantu dochází k hydrolyze a vzniku koloidních částic s opačným znaménkem povrchového náboje, díky čemuž dochází k shlukování nečistost, jež lze následně odstranit pomocí sedimentace, filtrace apod. Složení a koncentrace znečišťujících příměsí, vliv koagulantu, pH a teplota vody jsou důležité faktory ovlivňující koagulační proces, proto je nutné provádět laboratorní zkoušky (Nair K, 2021).

Přestože již dochází v průběhu koagulace ke shlukům částic, pro jejich separaci bývá potřeba větší velikost, která je dosažena následným procesem flokulace. Ten je charakterizován vnosem kinetické energie ve formě míchání, kdy dochází k zvýšení počtu srážek částic, ty se poté lépe shlukují ve větší útvary (vločky). Často bývají přidávány chemické látky v podobě vločkovacích činidel (flokulanty) (Sukopová, 2014).

Běžné deemulgační stanice využívající chemických metod jsou po aparaturní stránce poměrně jednoduché. Skládají se z reaktoru, vybaveného obvykle mechanickým mícháním, a zařízení pro separaci kalu (Bindzar, 2009).

### **Elektroflotace**

Při elektroflotaci dochází k tvorbě velmi jemných bublinek (o velikosti 10 - 50  $\mu\text{m}$ ) elektrolýzou vody, při níž se na katodě vylučují molekuly vodíku a na anodě molekuly kyslíku. Na tyto molekuly následně přilnou nebo se adsorbují těžké kovy, přičemž pak dochází k tvorbě vloček. Vločky jsou v následujícím kroku separovány usazováním nebo flotací unášeny na povrch vody. V posledním kroku jsou znečišťující látky odstraněny filtračními metodami. Nevýhodou elektroflotace je její energetická náročnost (Azimi, 2017).

Účinnost flotace je závislá na velikosti a množství bublinek. Jejich velikost závisí na rozmístění elektrod ideálně do celého objemu reaktoru. Pro dosažení potřebného množství bublinek je třeba pracovat s určitou proudovou hustotou. Zvyšováním proudové hustoty lze zvyšovat obsah plynu ve vodě, a tím regulovat rychlost flotace (Azimi, 2017). Proudová hustota se nejčastěji pohybuje mezi hodnotami 150 - 300  $\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$ . Překročením optimální hodnoty dochází k turbulenci, což má za následek rozbíjení vloček. Mimo jiné má elektroflotace vliv na oxidaci některých látek ve vodě či změnu pH v okolí obou elektrod

(pokles na anodě a vzestup na katodě). Výhodou také je, že tento proces není závislý na teplotě čištěné vody (Bindzar, 2009).

### Membránové čištění

Membránové procesy (dále jen MP) využívají selektivní propustnosti speciálních membrán. Voda je přiváděna do zařízení s membránou (membránového modulu), kde na membráně dochází k jejímu rozdělení na dva proudy, a to na tzv. permeát a retentát (Nqombolo, 2018). Permeát prostupuje membránou a je zbaven určitého podílu znečištění. U dialýzy a elektrodialýzy je tento proud nazývaný také jako diluát. Retentát neboli koncentrát obsahuje zadržené látky (Bindzar, 2009).

MP se využívají při čištění odpadních vod, z nichž by bylo odstranění polutantů jiným způsobem obtížné, ne-li nemožné. Mezi jejich výhody patří kontinuální provoz, schopnost zpracovávat i koncentrované roztoky a ve srovnání s termickými procesy, jako jsou destilace a odpařování, rovněž nízké náklady. Nevýhodami jsou větší technická náročnost, vyšší pořizovací náklady a omezená životnost membrán, které jsou náchylné na zanášení, jež může být v případě neprováděného zpětného proplachu nevratné. Jednotlivé procesy se liší hnací silou a charakterem částic pohybujících se přes membránu. Přehled membránových separací, které si našly uplatnění při čištění odpadních vod je uveden v tabulce 2 (Bindzar, 2009), (Nqombolo, 2018).

Tabulka č. 2 Rozdělení membránových separačních procesů

Proces	Hnací síla	Princip separace	Částice pohybující se přes membránu
elektrodialýza	gradient elektrického potenciálu	podle elektrického náboje	ionty
dialýza	koncentrační gradient	podle elektrického náboje nebo velikosti částic	ionty nebo malé molekuly
mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace	tlakový gradient	podle velikosti částic	malé molekuly, ionty, voda
reverzní osmóza	tlakový gradient	podle velikosti částic	voda

**Elektrodialýza** je membránový proces separace, který za působení elektrického pole odděluje ionty přes anexové a katexové membrány. V elektrodialyzačním modulu jsou mezi

anodou a katodou střídavě umístěny desítky až stovky párů anexových a katexových membrán. Vnější obvodem protéká stejnosměrný elektrický proud. Mezi membránami protká elektrolyt (voda obsahující ionty), kde jsou ionty v proudu dle jejich náboje přitahovány anodou a katodou. Katexová membrána má záporný náboj, a je tedy propustná pro kationty, zatímco anionty odpuzuje. Anexová membrána funguje opačným způsobem (Gurreri, 2020).

**Dialýza** využívá jako hnací sílu koncentrační gradient (rozdíl koncentrací) separované látky na obou stranách membrány. Ta prochází membránou z odpadní vody do ředícího roztoku, v němž je třeba udržovat její nízkou koncentraci. Jedná se tedy pouze o separaci látek, nikoli zakoncentrování. Typ membrány se volí podle charakteru znečištění. Pro oddělení látek nízkomolekulárních od makromolekulárních se využívají porézní membrány, které dovolují volný přístup malých molekul, zatímco velké molekuly skrz membránu neprojdou. V některých aplikacích jsou i využívány ionexové membrány. Dialýza je úspěšně využívána např. pro regeneraci kyselin z vyčerpaných roztoků a odpadních vod z povrchové úpravy kovů. V současnosti má největší rozšíření především ve zdravotnictví. (Bindzar, 2009), (Bouzková, 2009).

**Mikrofiltrace (MF), ultrafiltrace (UF) a nanofiltrace (NF)** patří mezi tlakové membránové separační procesy využívající porézních membrán, jejichž hnací silou je tzv. transmembránový tlak. Stále častěji se tyto procesy využívají pro čištění zaolejovaných vod, a to v celé řadě průmyslových odvětví. Vzájemně se liší velikostí pórů v membráně (tedy i velikostí separovaných částic) a použitým tlakem. Parametry jednotlivých typů jsou uvedeny v tabulce 3 (Nqombolo, 2018).

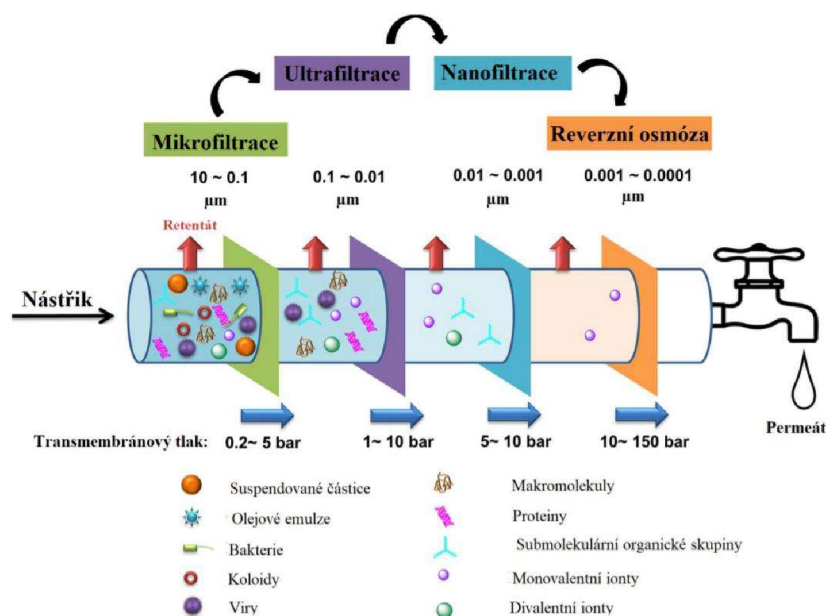
Tabulka č. 3 Typy membránové filtrace

Proces	Velikost zachycených částic	Pracovní tlak	Zachycené částice
mikrofiltrace	> 0,1 $\mu\text{m}$	< 500 kPa	koloidy, mikroorganismy
ultrafiltrace	10 - 100 nm	500 - 1000 kPa	makromolekulární látky
nanofiltrace	1 - 10 nm	1 - 4 MPa	ionty s vyšším nábojovým číslem

**Reverzní osmóza (RO)**, jejíž princip je stejný jako u MF, UF, NF, se liší používanými membránami a hodnotou pracovního tlaku. RO odstraňuje částice o velikosti 0,1 - 1 nm, tedy jsou využívány membrány, které propouštějí v ideálním případě pouze rozpouštědlo (vodu). Veškeré rozpuštěné látky a ionty s nábojovým číslem 1- nebo 1+ jsou zadrženy. Pracovní tlak se pohybuje v rozmezí 3 - 10 MPa a musí být vyšší než tzv. osmotický tlak roztoku (Bindzar, 2019).

Fyzikální fenomén osmózy je lidstvu znám již mnoho let. Osmóza může být jednoduše definována jako přirozený proces, při kterém mají molekuly vody tendenci přesouvat se z roztoku s nízkou koncentrací rozpuštěné látky do roztoku s vysokou koncentrací rozpuštěné látky. Rozpuštěné látky by se přesouvaly opačným směrem, ale v tom jim brání membrána. Migrace rozpouštědla je hnána osmotickým tlakem. Pokud se odpor membrány nebo přetlak v části s vyšší koncentrací rozpuštěných látek vyrovná hodnotě osmotického tlaku, osmóza se zastaví. Pokud je tlak v části s koncentrovanějšími nečistotami vyšší než osmotický tlak, směr proudění se obrátí a dochází k průběhu RO (Kotas, 2016), (Qasim, 2019).

Účinnost RO bývá 97 - 98 % v závislosti na tom, jaká látka je zachycována. Velké útvary jako viry a bakterie se zachycují téměř kompletně (Kotas, 2016).



Obr. č. 4 Rozdělení membránových procesů podle stupně separace (Bernardová, 2018)

## Vakuové odparky

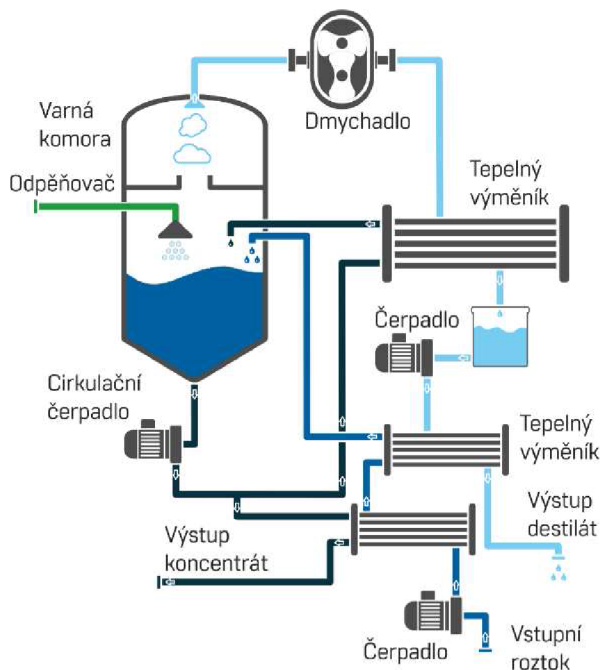
Odpařování je termodynamický děj, při kterém dochází k přeměně skupenství kapalného na skupenství plynné. Během procesu odpařování se nechá odpařená látka zkondenzovat, přičemž vznikne destilát, jenž může být vhodný pro opětovné použití ve výrobním procesu. Destilát není třeba v některých případech dále upravovat. Nicméně záleží na povaze a složení odpadních vod a na požadavcích na kvalitu vody vstupující zpět do procesu. Dalším produktem je koncentrát, což je roztok obsahující většinu rozpuštěných látek. Koncentrát může být dále využitelný, například pokud vstupní roztok obsahuje vzácné kovy, které je možné z koncentrátu získat zpět a znovu využít. Ve většině případů je však koncentrát určený k likvidaci odbornou firmou. Proces odpařování je velmi šetrným způsobem úpravy odpadních vod, nevyžaduje totiž žádnou přídavnou chemii. Za atmosférického tlaku je proces odpařování energeticky náročný proces, neboť vyžaduje zdroj tepla, který bude mít vyšší teplotu, než je bod varu vody, což je při atmosférickém tlaku 100 °C. Řešením ke snížení nákladů na energie je vakuové odpařování (Kovanda, 2018).

Vakuové odpařování oproti atmosférickému tlaku využívá fyzikálního vztahu mezi tlakem povrchu roztoku a teplotou varu roztoku. Při vakuovém odpařování se ve varné komoře sníží tlak, na němž je závislý bod varu upravované vody. Čím nižší je tlak, tím je nižší teplota potřebná pro odpařování. V takovémto případě dochází k snížení energetické náročnosti. Ačkoli lze tuto technologii aplikovat na jakýkoli typ kapaliny při jakémkoli tlaku, převážně je využívána pro zpracování vody. Pracovní tlak a teplota varu roztoku v odparkách se liší mezi jednotlivými typy odparek. Vakuové odparky dokážou zmenšit objem odpadních vod o 95 %. Je to i šetrný proces vůči termicky nestabilním a korozivním látkám (Kovanda, 2018), (Gutiérrez, 2007).

Díky obrovské redukci objemu odpadních vod ve vakuových odparkách je možné 95 % vyčištěné vody recyklovat zpět do výrobního procesu, kdy tak dochází k velké úspoře nákladů na vodné a stočné. Tímto lze realizovat uzavřený systém odpadních vod, přičemž se nevypouštějí žádné odpadní vody do kanalizace (Kovanda, 2018), (Gutiérrez, 2007).

**Vakuové odparky s mechanickou kompresí par** využívají pro ohřev a tvorbu vakua Rootsova dmychadla. Vstupní roztok natéká do varné komory přes sérii tepelných

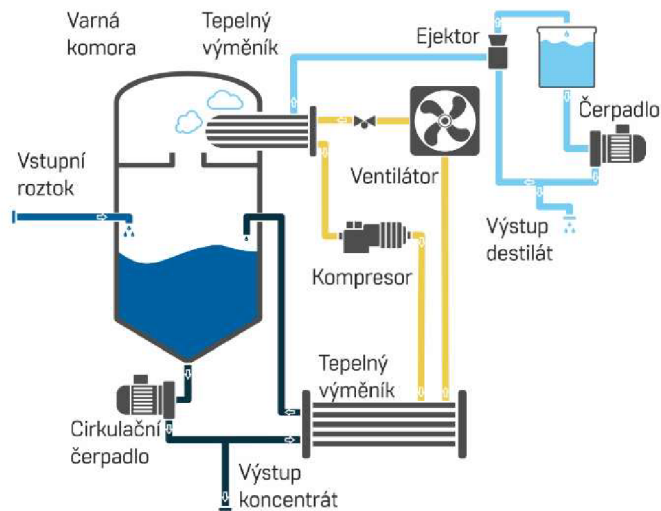
výměníků. Nejprve roztok získá zbytkové teplo z výměníku na výstupu koncentrátu a dále z tepelného výměníku na výstupu destilátu. Takto předehřátý vstupní roztok vstupuje do varné komory, kde se promíchá s roztokem ve varné komoře. Následně je roztok hnán cirkulačním čerpadlem přes tepelný výměník, v němž se ohřeje, a poté je ohřátý vrácen zpět do varné komory. Při vstupu do varné komory dochází k rychlému odpařování, část roztoku se díky vysoké teplotě okamžitě vypaří. Neodpařená část zůstává ve varné komoře a opět cirkuluje v okruhu koncentrátu. Vypařená část je vysávána z varné komory pomocí mechanického dmyhadla, které vytváří ve varné komoře podtlak. Dmyhadlo vysáté páry stlačí a tím zvýší jejich teplotu. Páry následně kondenzují v tepelném výměníku cirkulačního okruhu, kde předávají své teplo. Odtud dále natékají do nádrže, z níž jsou jako destilát čerpány přes tepelný výměník ven z vakuové odparky. Pracovní tlak odparky je 70 kPa s teplotou varu 90 °C (Kovanda, 2018).



Obr. č. 5 Vakuová odparka s mechanickou kompresí (<https://aquadest.cz/klasicke-odparky>)

**Vakuové odparky s tepelným čerpadlem** využívají pro ohřev a chlazení cirkulační okruh tepelného čerpadla. Vakuum je vytvořeno vodní ejektorovou tryskou. Vstupní roztok je přiváděn přímo do varné komory, odkud je dále hnán cirkulačním čerpadlem přes výměník, kde se roztok ohřeje a poté putuje zpět do varné komory, v níž již dochází k rychlému odpaření. Neodpařený roztok zůstává ve varné komoře a znovu cirkuluje v okruhu koncentrátu. Pára vstupuje do horní části varné komory, kde kondenzuje na chladícím tepelném výměníku tepelného čerpadla. Zkondenzovaná pára je následně

odsávána ejektorovou tryskou a vzniklý destilát je poté vypouštěn ven z vakuové odparky. Jako médium tepleného čerpadla je využíváno bezfreonové chladivo. Pracovní tlak odparky je 6 - 7 kPa, přičemž teplota varu je dosahována v rozmezí 35 - 40 °C (Kovanda, 2018).



Obr. č. 6 Vakuová odparka s tepelným čerpadlem (<https://aquadest.cz/klasicke-odparky>)

Pokud je vstupní roztok příliš koncentrován na to, aby byl zpracován standardní vakuovou odparkou, použije se **krystalizační odparka**, jejíž výstupem je kaše obsahující krystaly. Kaše se přefiltruje, a získaná pevná složka v podobě krystalů je odvezena k likvidaci. Tekutá složka je přečerpána na vstup odparky a s další vstupní vodou se znovu zpracuje (Kovanda, 2018).



## 4 Metodika

Tato závěrečná práce je rozdělena na několik částí. Práce začíná úvodem a stanovením jejího cíle, poté následují literární rešerše zabývající se problematikou nakládání s odpadními vodami, metodika, praktická část (představení vybrané společnosti, analýza současného stavu nakládání s odpadními vodami, návrh vhodné technologie pro jejich čištění a následné znovuvyužití), diskuse a závěr.

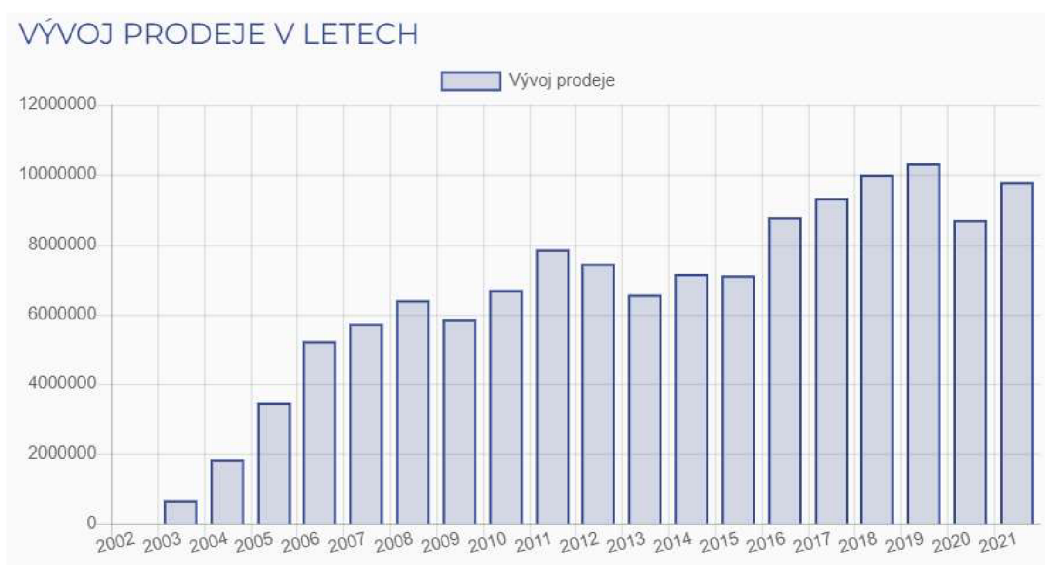
Literární rešerše je vypracována na základě prostudované odborné literatury navázané na řešenou problematiku. Důraz byl kladen zejména na problematiku nakládání s odpadními emulzemi a jejich čištění. Úvodem je vymezena legislativní úprava. Dále jsou představeny typy odpadních vod a vhodné technologie jejich úpravy – zejména s cílem znovuvyužití vod v rámci stávajícího provozu.

V praktické části je představena společnost Fujikoki Czech, s. r. o., u níž je analyzován současný stav nakládání s odpadními vodami. Vyhodnocením získaných dat je zjištěn vývoj produkce odpadních vod v posledních letech a nakládání s nimi. Následně jsou představeny technologie čištění odpadních vod vyprodukovaných ve výrobním závodu, jež jsou vzájemně porovnány. Vybrána je nejefektivnější a nejvýhodnější technologie pro stávající provoz. Cílem bylo vybrat environmentálně šetrnou technologii, s níž lze vodu opětovně využívat, a u níž bude návratnost investice v co nejkratším období. Dále je navržen způsob recyklace vyčištěné vody.

## 5 Čištění odpadních vod ve společnosti Fujikoki Czech, s. r. o.

### 5.1 Základní charakteristika společnosti Fujikoki Czech, s. r. o.

Společnost Fujikoki Czech, s. r. o. (dále jen FK CZ) je součástí japonské korporace Fujikoki Corporation, jejíž založení sahá do roku 1949, kdy teprve začínal nástup nové etapy dynamického hospodářského rozvoje. Zakladatel korporace Masakazu Yokoyama správně předvídal budoucí poptávku v oblasti automatických řídicích zařízení pro chlazení a klimatizaci za účelem zlepšení životní úrovně v tehdejší Japonsku. Ihned zahájil výzkum a vývoj těchto zařízení, a v následujícím roce odstartoval výrobu prvních expanzních ventilů. Postupem času, kdy společnost sklízela úspěch na trhu, vznikalo v Japonsku, a i ve světě mnoho nových poboček. Mimo Japonska to jsou země jako Spojené státy americké, Taiwan, Jižní Korea, Čína, Thajsko, Mexiko, ale i Česká republika. K založení FK CZ došlo v roce 2001, kdy byla i hned zahájena výstavba výrobního závodu v Lounech. Již v roce 2002 byla započata výroba. Produkce ve FK CZ je rozdělena do dvou výrobních programů. Jednak je to montáž termoexpanzních ventilů (dále jen TXV) pro klimatizační jednotky osobních aut na montážních linkách, a dále také výroba hliníkových těles pro TXV na obráběcích linkách. Přehled prodejů výrobků je vyobrazen v grafu 1. Na konci roku 2021 firma zaměstnávala 332 zaměstnanců. Vývoj počtu zaměstnanců je zaznamenán v grafu 2. Společnost FK CZ je držitelem certifikace managementu kvality ISO 9001, IATF 16949 a ISO 14001.



Graf č. 1 Vývoj prodeje výrobků

## POČET ZAMĚSTNANCŮ



Graf č. 2 Vývoj počtu zaměstnanců

### Politika kvality FK CZ:

1. Zákazník je vždy na prvním místě.
2. Nulová zmetkovitost je cílem všech zaměstnanců společnosti.
3. V případě neshody je nutné odhalit příčinu a zajistit nápravu.
4. Vždy dodržovat pravidla systému kvality a usilovat o zlepšování.

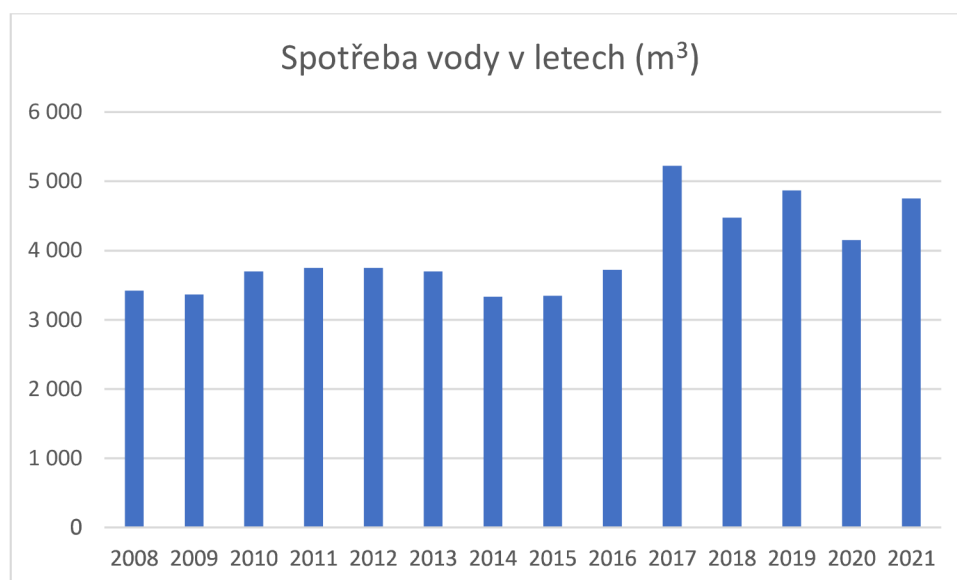
### Environmentální politika FK CZ:

1. Citlivý a uvědomělý přístup člověka k přírodě je klíčem k pochopení EMS.
2. Neustále zlepšovat životní prostředí efektivním využíváním zdrojů a plněním přijatých cílů EMS za účasti všech zaměstnanců.
3. Při výrobě a všech ostatních činnostech vést zaměstnance k uvědomělému přístupu a respektování požadavků na ochranu životního prostředí.
4. Plánovitě se podílet na zlepšování životního prostředí v rámci působnosti společnosti.

## 5.2 Nakládání s odpadními vodami ve Fujikoki Czech, s. r. o.

Na základě stanovené environmentální politiky FK CZ dbá na životní prostředí i v souvislosti s odpadními vodami. Dle normy ISO 14001 si každá firma stanoví cíle pro systém environmentálního managementu. Jedním z takových cílů FK CZ bylo v roce 2018 snížení spotřeby vody o 5 % na vyrobený kus TXV. Důvodem stanovení tohoto cíle byl také neočekávaný nárůst spotřeby vody v roce 2017. Pro realizaci splnění tohoto cíle byli

průběžně proškolení zaměstnanci, jak šetřit vodou. Proběhla výměna splachovacích zařízení v toaletách za úsporná splachovací zařízení. Sprchové baterie byly nahrazeny bateriemi s časovačem. Největší úspora vody byla zaznamenána poté, co firma FK CZ nechala dodavatele vody zkontrolovat hlavní vodoměr. Nicméně dodavatel písemnou zprávou o kontrole doložil, že je vodoměr v pořádku. Přesto však spotřeba vody po této kontrole rapidně klesla. V roce 2018 tak ve finále došlo ke snížení spotřeby na vyrobený kus TXV až o 18,5 %, čímž byl stanovený cíl splněn. Ačkoli byl tento cíl plánován i pro rok 2019, vedení FK CZ se v důsledku razantního snížení spotřeby vody rozhodlo daný cíl pro tento rok ukončit a věnovat se spotřebě elektrické energie. Aktuální vývoj spotřeby vody ve FK CZ je zaznamenán v grafu 3.



Graf č. 3 Vývoj spotřeby vody

Odběr pitné vody z veřejného vodovodního řádu je zajištěn smluvně, a je rozdělen na vodu pitnou a na vodu technologickou. Splaškové odpadní vody jsou v sídle společnosti odváděny do oddílné kanalizační sítě společně se srážkovou vodou, získanou ze střechy budovy, parkovišť a z manipulačních ploch pro nákladní automobily. Jelikož je technologická voda recyklována ve výrobních procesech nebo jakožto znečištěná odpadní voda odevzdána k likvidaci odbornou firmou, není za tuto vodu dodavatelem účtováno stočné. Výše spotřeby technologické vody se v průměru pohybuje okolo 45 % celkové spotřeby vody. Kanalizační síť vedoucí průmyslovou zónou, kde se FK CZ nachází, je zakončena ČOV v Lounech.

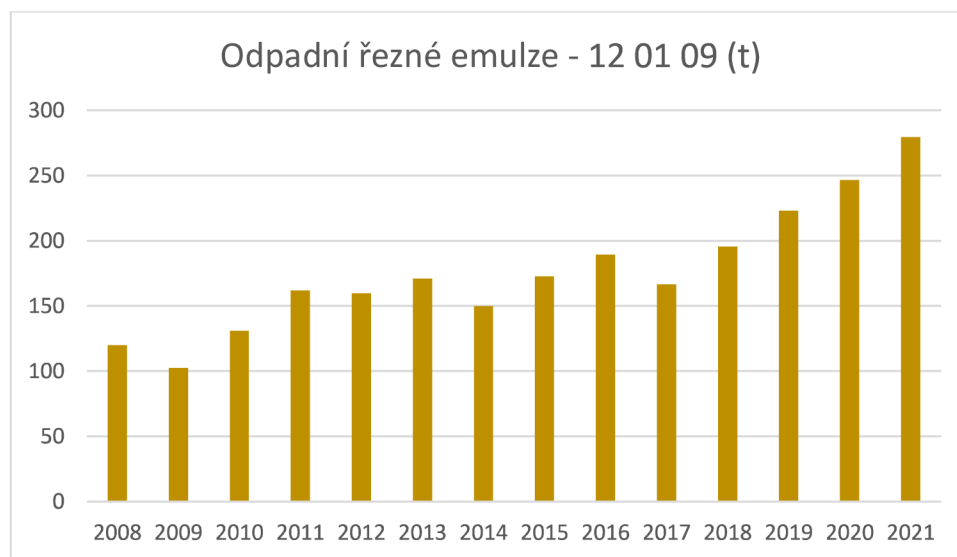
Výrobní závod je vybaven závodní jídelnou, kde vznikají odpadní vody s obsahem tuku. Tyto odpadní vody jsou do kanalizace odváděny přes odlučovač tuků, který je tvořen nádobou svařenou z polypropylenových desek se soustavou normých stěn a přepážek. Uvnitř odlučovače je prostor na ukládání přebytečného tuku. Na přítoku je hrdlo a na výtoku trubka napojena na kanalizaci. Minimálně jednou za měsíc je v odlučovači tuků kontrolováno množství odloučeného tuku, jenž je případně shrabován do zásobníku na tuk. V případě naplnění kalového prostoru, je obsah vyčerpán a zlikvidován odbornou firmou. Jednou za rok je prováděna kompletní údržba odlučovače, kdy dochází k jeho vyprázdnění včetně kalového prostoru, kontroluje se průchodnost přítokového a výtokového hrdla, a je prováděn oplach vnitřních stěn vodou. Každé tři měsíce je odebírán vzorek odbornou firmou k provedení analýzy.

Vpusti do dešťové kanalizace z parkovišť osobních automobilů a z manipulační plochy pro nákladní automobily jsou zaústěny do odlučovačů ropných látek, vybavenými automatickým plovákem, koalescenčním filtrem a kalovou jímkou. Vyčištěná dešťová voda je vnitrozávodovou dešťovou kanalizací svedena do veřejné dešťové kanalizace. Množství zachycených látek je jednou za měsíc kontrolováno a v případě většího zachyceného množství jsou tyto látky odčerpány a zlikvidovány odbornou firmou.

Velké množství odpadní vody je vyprodukováno na obráběcích linkách, kde probíhá výroba hliníkových těles TXV. Obráběcí centra využívají pro svůj provoz k mazání a chlazení obráběcí emulze. FKCZ disponuje dvěma typy obráběcích center. Na čtyřech linkách se nachází obráběcí centra Mirkon Multifast (dále jen linka Mikron), dalších dvanáct linek je vybaveno CNC obráběcími centry Brother (dále jen linka CNC). Veškeré zaolejované vody a emulze, případně znečištěná voda z podlahových mycích strojů na obráběcích halách jsou vypouštěny do jímky přes hrubé síto, které zachycuje hrubé nečistoty, zejména kovové třísky vzniklé v procesu obrábění. Z této jímky je odpadní voda v podobě odpadní řezné emulze (katalogové číslo odpadu 12 01 09) jakožto nebezpečného odpadu přečerpávána do IBC kontejnerů, jež jsou odváženy odbornou firmou k likvidaci. Vývoj roční produkce tohoto odpadu je vyobrazen v grafu 4.

Každého půldruhého roku podléhají linky Mikron pravidelné údržbě, při níž dochází k úplnému odsátí řezné emulze a vypláchnutí stroje odbornou firmou, která emulzi odveze k likvidaci. Stroje jsou poté naplněny novou emulzí. Kapacita nádrží na linkách Mikron je 6 000 l. Na linkách CNC probíhá výměna řezné emulze v kratších intervalech, a to po třech měsících. Emulze je z nádrže odsáta a následně přefiltrována. Po vyčištění dna od kalu se přefiltrovaná emulze vrátí zpět do nádrže, která se zároveň doplní novou emulzí. Kapacita nádrží na linkách CNC je 600 l.

Každé vyrobené těleso je po obrábění znečištěné emulzí. Součástí obráběcích linek Mikron jsou mycí stroje, v nichž probíhá odmaštění, oplach a sušení těles. K čištění těles vyrobených na CNC linkách jsou k dispozici tři samostatná oplachová zařízení ATOLL. Znečištěná voda využívaná k oplachu těles je vyčištěna ultrafiltrací, do níž vstupuje přes hrubý filtr, kde se odstraní kovové třísky, a následně přes pásový filtr. Ultrafiltrace je vybavena teplotně odolnými keramickými trubkovými membránami. Vyčištěná voda se vrací zpět do mycího stroje. Voda v mycím stroji je jednou za měsíc odsáta do IBC kontejneru k likvidaci odbornou firmou.



Graf č. 4 Vývoj roční produkce odpadní řezné emulze

Na druhou stranu na montážní hale, která je vybavena čtyřmi montážními linkami nedochází téměř k žádnému znečištění vod. Veškerá voda je zde vypouštěna přímo do splaškové kanalizace. Tři montážní linky využívají vodu na strojích pro nastavení ventilu při 10°. Na montážní hale se nachází výrobek ledu, který je využíván na stroji jedné linky

pro nastavení ventilu při 0°. Led se zároveň používá v boxech, v nichž jsou ventily před jejich nastavením ochlazeny. Je také využíván na stroji pro testování ventilů. Tento stroj disponuje vodou v lázni, v níž se teplota ledem redukuje na požadovanou teplotu. Veškerá tato zařízení mají odtok vody svedený do kanálu.

Některé výrobní stroje vyžadují ke své činnosti tlak, který je vyprodukovaný v kompresorově nacházející se mezi obráběcí a montážní halou. Při výrobě stlačeného vzduchu se v sušičkách shromažďuje kondenzát obsahující olej. Olej je od kondenzátu oddělen pomocí odlučovače oleje a následně předán likvidační firmě. Vyčištěný kondenzát je poté vypuštěn do kanalizace.

## 6 Návrh optimalizace nakládání s odpadními vodami

Jak již bylo zaznamenáno v grafu 4, ve FKCZ dochází k nárůstu produkce odpadní řezné emulze. Stoupající trend produkce odpadní emulze je způsoben především pořízením dalších obráběcích linek v posledních čtyřech letech. V roce 2021 bylo odvezeno likvidační firmou 279,5 t tohoto odpadu, za jehož odstranění dosahovaly náklady výše 642 850 Kč, což není zrovna zanedbatelná částka, a proto je na místě nalézt efektivní řešení minimalizace produkce tohoto odpadu. Pakliže by se našlo řešení, které by umožňovalo tento odpad nevyvážet likvidační firmou, došlo by k výrazné úspoře částky za likvidaci.

Emulze je heterogenní směs dvou kapalin, které se vzájemně samovolně nesměšují. Tento koloidní systém se skládá z dispergované kapaliny a disperzního prostředí. Existují dva hlavní typy emulzí, vyskytujících se v automobilovém průmyslu. Jednak je to emulze voda v oleji, kde je vodní fáze rozptýlena v kontinuální olejové fázi. Druhým typem je emulze olej ve vodě, kde je olejová fáze dispergována v kontinuální vodní fázi (Raya, 2020).

V praxi jsou použitelné různé způsoby, jak nebezpečný odpad v podobě použitých emulzí zlikvidovat. První možností je externí likvidace, kdy je emulze předávána odborné firmě k likvidaci. Další možností je využití vlastní deemulgační stanice. Vyčištěná odpadní voda může být vypouštěna do kanalizace a získaný olej lze předat k likvidaci. Třetím způsobem likvidace odpadní emulze je její čištění prostřednictvím membránové ultrafiltrace. Nutné je také zmínit využití vakuové odparky, z níž lze vzniklý destilát recyklovat ve výrobním procesu a koncentráty předávat k likvidaci.

### 6.1 Využití deemulgační stanice

Většina procesních emulzí je typ olej ve vodě. Emulze jsou termodynamicky nestabilní a mají tendenci se „rozpadat“ na dvoufázový systém voda + olej. Proto jsou ve většině případů emulze stabilizovány emulgátorem, což je povrchově aktivní látka zabraňující samovolnému rozpadu emulze. V současné době se stále častěji využívají neionogenní emulgátory, jejichž účinek je velmi silný a nezávisí na pH a často ani na iontové síle. Je natolik silný, že znemožňuje čištění znehodnocených řezných emulzí klasickou deemulgací. Přidáním chemické látky při deemulgaci se zvyšuje zasolenost čistého roztoku, která je určena parametrem RAS (rozpuštěné anorganické soli). Vzniklou solnost však dále



nelze jednoduše odstranit. Parametr RAS je také jeden ze zpoplatněných ukazatelů v případě vypouštění vyčištěné vody do kanalizace. Zvýšená solnost se tak promítne do poplatků za vypouštění znečištění. Některé lokality mají v kanalizačním řádu, popř. vodovodním řádu velmi přísné limity, kvůli kterým není možné deemulgací vyčištěnou vodu vypouštět (Eremka, 2022).

Při pořízení vlastní deemulgační stanice bude nutné podstoupit vysokou vstupní investici. Ačkoli bylo osloveno několik firem o poskytnutí informací zejména ohledně ceny pořízení tohoto zařízení, nedostalo se žádné nabídky. Z volně dostupných internetových zdrojů bylo zjištěno, že se pořizovací cena deemulgační stanice pohybuje v rozmezí 8 - 10 milionů Kč. Vzhledem k tomu, že není známa dosažena hodnota parametru RAS vyčištěné vody deemulgací, nelze určit, zda je tuto vodu možné vypouštět do kanalizace. Dle kanalizačního řádu pro kanalizační systém města Louny a okolních obcí je limit hodnoty RAS 1 200 mg/l. V případě překročení tohoto limitu bude nutné zajistit likvidaci této vody. Pakliže by byla pořízena deemulgační stanice, jejíž pořizovací cena by dosahovala výše 8 000 000 Kč, a vezmou-li se v potaz ušetřené náklady za likvidaci emulze ve výši 642 850 Kč, návratnost investice by byla dosažena za:

Pořizovací náklady / ušetřené náklady za likvidaci emulze = 8 000 000 / 642 850 = 12,4 let

## **6.2 Využití membránové ultrafiltrace**

Velmi efektivní metodou čištění odpadních emulzí je využití membránové ultrafiltrace. Společnost FKCZ má již zkušenosti s membránovými ultrafiltracemi MFK-100-N využívanými při mytí, odmaštění a oplachu vyrobených těles na obráběcích halách. K čištění odpadní emulze, shromážděné v jímce, by byl využit výkonnější systém membránové ultrafiltrace MFK-150-N s průměrným průtokem permeátu 150 l/h. Průtok závisí na typu znečištění zpracovávané kapaliny a pohybuje se v rozmezí 135 - 195 l/h. Membránový systém se v principu skládá z recirkulačního čerpadla a sestavy membrán řazených za sebou, které jsou zásobovány znečištěnou pracovní kapalinou. Součástí systému jsou dále čistící nádrž obsahující čistící kapalinu a pracovní nádrž pro zpracovávanou kapalinu. Permeát je možné ze zařízení vypouštět přímo do kanalizace nebo do zásobní nádrže. Odhadovaná cena investice včetně instalace je 700 000 Kč. Spotřeba energie membránové ultrafiltrace je 15 kWh/m<sup>3</sup>.

Tabulka č. 4 Roční náklady a přínosy při využití membránové filtrace

	Náklady	Přínosy
Ušetřené náklady za likvidaci emulze		642 850,00
Likvidace koncentrátu (5%)	32 142,50	
Vyčištěná voda (95%) (48,88 Kč/m <sup>3</sup> )		12 978,86
Elektrická energie (3 982,13 Kč/MWh)	16 695,08	

Návratnost investice:

$$\text{pořizovací cena} / (\text{celkové přínosy} - \text{celkové náklady}) =$$

$$= 700\,000 / (655\,828,86 - 48\,837,58) = 1,2 \text{ let}$$

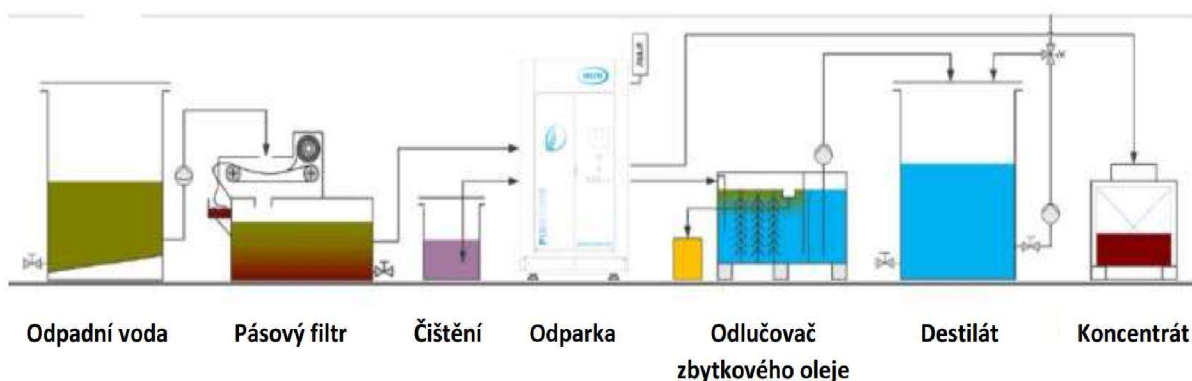
### 6.3 Využití vakuové odparky

Pro většinu odpadních emulzí je vhodné využití vakuových odparek. Díky jejich účinnosti lze získat 95 % vyčištěné vody ze vstupního roztoku, čímž dojde ke snížení objemu odpadu až na 5 %. Jelikož nejsou během procesu vakuového odpařování využívány žádné chemikálie, je získaný destilát připraven k dalšímu využití. S vakuovými odparkami je možné realizovat uzavřený systém odpadních vod, kdy firma dokáže při recyklaci vody ušetřit náklady za vodné. Výhodou odparek je také jejich jednoduchá obsluha, údržba a nepřetržitý automatický provoz. Ke stávajícímu provozu se nabízí odparka Inco PINGÜINO, jejíž průměrný výkon během jednoho cyklu je 150 l/h. K odpařování v tomto zařízení dochází při 88 °C. Cena za celkovou investici včetně instalace je 4 200 000 Kč. Za předpokladu, že by produkce odpadní emulze byla stejná jako v roce 2021, získala by firma 265,53 m<sup>3</sup> destilátu, který by byl uchován v nádrži, a z této nádrže opět využíván ve výrobních procesech a pro úklid. K likvidaci by bylo odevzdáno pouze 5 % koncentrátu, což odpovídá množství 13,975 t. Spotřeba energie vakuové odparky dosahuje přibližně 70 kWh/m<sup>3</sup>.

Tabulka č. 5 Roční náklady a přínosy při využití vakuové odparky

	Náklady	Přínosy
Ušetřené náklady za likvidaci emulze		642 850,00
Likvidace koncentrátu (5%)	32 142,50	
Vyčištěná voda (95%) (48,88 Kč/m <sup>3</sup> )		12 978,86
Elektrická energie (3 982,13 Kč/MWh)	77 910,37	

Návratnost investice: pořizovací cena / (celkové přínosy – celkové náklady) =  
 = 4 200 000 / (655 828,86 – 110 052,87) = 7,7 let



Obr. č. 7 Schematický nákras průběhu čištění vakuovou odparkou (Merctech CZ s.r.o.)

Dle schématu z obrázku 7 je odpadní emulze přefiltrována přes pásový filtr a následně přečerpána do vakuové odparky. Zároveň je dodavatelem doporučeno použití koalescenčního odlučovače oleje, jelikož se mohou v destilátu vyskytovat kapky oleje na povrchu.

## 6.4 Způsob využití vyčištěných vod

Vyčištěná voda získána z výše navržených metod čištění odpadních rezných emulzí by byla přečerpávána do zásobovací nádrže o objemu 13 000 l. Voda z této nádrže bude následně recyklována a opět využívána v procesech obrábění, zejména k míchání nových emulzí. Vyčištěnou vodu lze také využít v mycích strojích používaných pro úklid podlah ve výrobních halách. V případě, že bude využívána metoda čištění odpadních vod, která

nabídne možnost vyčištěné vody vypouštět do kanalizace, lze vodu využít také na splachování toalet. Pořizovací cena takovéto nádrže včetně její instalace by vyšla přibližně na 200 000 Kč.

## 6.5 Účinnost navržených technologií

E. Demirbas ve své práci, zabývající se provozními náklady na čištění odpadních kovoobráběcích kapalin, porovnává efektivitu jednotlivých technologií využívaných při zpracování odpadních emulzí. Účinnost technologií nebyla zkoumána na stejném vzorku, neboť data byla čerpána z různých výzkumů, které se zabývaly čištěním odpadních emulzí z obrábění (2017). Navržené technologie jsou porovnány v tabulce 6.

Tabulka č. 6 Porovnání účinnosti navržených technologií

Technologie čištění	Hodnoty odpadní vody	Účinnost odstranění
Deemulgační stanice	pH 6,4 CHSK = 156 759 mg/l Obsah oleje = 36 000 mg/l Turbidita (zakalenost) = 23 018 NTU	CHSK = 8 064 mg/l (94,85%) Olej = 100% NTU = 677,9 (97,05%)
Membránová ultrafiltrace	pH 6,8 CHSK = 69,200 mg/l Obsah oleje 21 485 mg/l	CHSK = 4 530 mg/l (93,45%) Olej = 530 mg/l (97,53%)
Vakuová odparka	CHSK = 22,480 mg/l	CHSK = > 1 124 mg/l (99,5%)

## 6.6 Analýza vzorku

Ve výrobním závodu FKCZ byl odebrán vzorek odpadní řezné emulze, který byl předán odborné firmě k analýze. Hodnota CHSK odpadní vody dosahovala 71 100 mg/l a naměřené pH vykazovalo hodnotu 7,75. Odebraný vzorek podstoupil čištění vakuovou odparkou. Hodnota CHSK v destilátu byla snížena na 1 830 mg/l a pH se zvýšilo na 9,35. Destilát byl lehce kalný, bez zápachu, s kapkami oleje na povrchu. Zbytkové množství koncentráту dosahovalo v laboratoři přibližně 5 % původního objemu vzorku, přičemž bylo uvedeno, že toto množství může být v praxi nižší. Koncentrát byl světle hnědý a po nějaké době vrstvil. Horní fáze se sestávala přibližně z 30 % oleje.



Obr. č. 8 Získaný destilát po vakuovém odpařování vzorku odpadní emulze

Při míchání obráběcí emulze je používána procesní kapalina Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10, která vykazuje výborné mazací účinky při obrábění těžkoobrobitelných materiálů. V případě obrábění choulostivého materiálu mnohé procesní kapaliny zanechávají na povrchu mapy či fleky. To však neplatí pro tuto kapalinu, která je vůči těmto materiálům šetrná. Další výhodnou vlastností této kapaliny je, že nedráždí lidskou pokožku. Škodlivými vlastnostmi jsou dráždivost očí a škodlivost pro vodní organismy. Je to směs minerálního oleje, emulgátorů, stabilizátorů a inhibitorů obsahující především sodnou sůl kyseliny sulfonové a 1-fenoxy-2-propanol v množství do 6,9 % celkového objemu. Látkou vykazující nejvíce škodlivých vlastností je sodná sůl 2-mercaptopyridine-noxid, která se v kapalině vyskytuje v minimálním množství a to do 0,25 %. Podrobnější informace o této procesní kapalině jsou uvedeny v příloze č. 7.

## **7 Zhodnocení**

Existuje mnoho výrobních závodů podobných jako FKCZ, které vyprodukují velké množství odpadních emulzí. Z navržených technologií vyplývá, že firma, která je producentem nemalého množství tohoto odpadu, může ušetřit značnou výši nákladů za jeho likvidaci za použití technologie, která dokáže odpadní emulze zpracovat, což také může vést ke snížení nákladů za stočné technologické vody. Technologii je třeba zvolit v závislosti na složení použitých procesních kapalin. Mimo jiné má čištění odpadních emulzí velký potenciál, i co se týče vlivu průmyslové výroby na životní prostředí.

## 8 Výsledky a diskuse

Největší náklady na likvidaci odpadů vyprodukovaných ve FKCZ vytváří odpadní řezné emulze neobsahující halogeny, k jejichž zpracování je využívána externí firma. Výše těchto nákladů dosáhla v roce 2021 částky 642 850,- Kč. Pokud bude stoupající trend produkce tohoto odpadu nadále pokračovat, může být tato částka postupem času mnohem vyšší. Proto byly v této práci představeny a navrženy tři různé způsoby zpracování odpadních emulzí v místě jejich vzniku, které pomohou vynaložené náklady optimalizovat. Navrženo bylo využití vlastní deemulgační stanice, membránové ultrafiltrace nebo vakuové odparky.

Pořizovací náklady deemulgační stanice bývají velmi vysoké. Návratnost takové investice se může projevit teprve po dvanácti letech. Likvidace procesních kapalin je ekonomicky výhodná zejména při zpracování velkých objemů vod. Zařízení navíc zabírá velký prostor a vyžaduje personální dohled. Nutné je také pravidelně odebírat vzorky a kontrolovat obsah těžkých kovů a solí. Proto je tento postup likvidace procesních vod vhodný zejména pro specializované firmy, které se zabývají shromažďováním a likvidací kapalných odpadů.

Z navržených metod čištění odpadních emulzí se jeví jako nejlevnější pořízení membránové ultrafiltrace, kdy se návratnost investice vůči nákladům za likvidaci odpadu projeví na počátku druhého roku od jejího pořízení. Nevýhodou membránových filtrací jsou vyšší provozní náklady a náročnost na údržbu. Přestože jsou membrány vyráběny náročnou technologií, provozují se a udržují jako každé jiné filtrační zařízení. Při určité úrovni jejich zanesení je nezbytné vypustit koncentrát, propláchnout je, vyčistit a případně je připravit k odstavení a provést jejich výměnu.

Membránové filtrace dokážou dokonale zlikvidovat procesní kapaliny, a tím oddělit veškerou vodu od olejů. Tyto metody jsou velmi účinné především při likvidaci procesních kapalin konstantního složení, kdy se vybere vhodná membrána pro daný typ znečištění. Použití membránové filtrace však není vhodné, pokud jsou likvidovány znečištěné vody z celého provozu, které mají různé stupně znečištění (Melka, 2012).

Ačkoli se vakuová odparka s návratností dosaženou do osmi let nejeví jako nejlevnější investice, je tento způsob likvidace odpadní emulze pro společnost FKČZ nejvhodnější. Důvodem je především různorodost kapalin vypouštěných do jímky, ze které by byla voda čištěna. Na výstupu je získán čistý destilát, který lze následně přečerpávat do zásobovací nádrže, odkud bude voda dále využívána např. k míchání nových emulzí. Tímto dojde k úspoře na vodném ve výši téměř 13 000 Kč ročně, což je 5,6 % roční spotřeby vody. Z vakuové odparky lze vodu vypouštět do kanalizace, díky čemuž může být voda využívána na splachování toalet. Velká úspora bude dosažena na likvidaci odpadní emulze, za kterou firma platí ročně 642 850 Kč. Při likvidaci získaného koncentráту by tyto náklady pak činili pouze 32 142,50 Kč za rok. Nabízí se i možnost náklady na likvidaci získaného kalu eliminovat jejich předáním k energetickému využití, například cementárnám nebo spalovnám odpadu, čímž se může výrazně snížit návratnost této investice. Budou-li brány v potaz nulové náklady na likvidaci odpadu a v investici bude započteno i pořízení zásobovací nádrže, návratnost takovéto investice je 7,6 let. V nákladech je zahrnuta pouze spotřeba elektrické energie.

Návratnost investice:  $(\text{cena odparky} + \text{ceny zásobovací nádrže}) / (\text{celkové přínosy} - \text{celkové náklady}) = (4\,200\,000 + 200\,000) / (655\,828,86 - 77\,910,37) = 7,6 \text{ let}$

Výsledky mnoha testů ukazují, že UF a RO jsou při odstraňování oleje z odpadní emulze účinné a ekonomicky atraktivní. Tyto metody není možné využívat u příliš zaolejované emulze, kdy by docházelo k intenzivnímu zanášení membrán. Řešením je předúprava procesem deemulgace, který je velmi účinný při odstraňování oleje a také výrazným snížením hodnoty CHSK (Zhang, 2008).

Membránové procesy, jako je MF a UF, se staly standardními technologiemi při čištění zaolejovaných odpadních vod díky své schopnosti odstraňovat stabilní emulgovaný olej. Hlavním problémem při použití membránové technologie je zanášení membrán, které může být reverzibilní nebo nevratné. Reverzibilní zanešení je možné odstranit silným zpětným proplachem. Při kontinuálním filtračním procesu, kdy se začne tvořit vrstva pevného matrixu blokuující průtok, se mění vratné zanešení na nevratné. Nevratné znečištění je obvykle



způsobeno pevným spojením částic s membránou, které není možné odstranit fyzikálním čištěním, ale pouze použitím chemických prostředků (Murić, 2014).

Pro úpravu odpadních emulzí typu olej ve vodě bylo navrženo mnoho technologií jako hloubková filtrace, koagulace, flokulace, centrifugace, flotace, ultrafiltrace, extrakce kapaliny kapalinou či mikrovlnné záření. Těmito procesy lze fyzicky oddělit koncentrát od vody. V odpadní emulzi se může často ve vysoké koncentraci vyskytovat rozpustná organická hmota. Alternativou k jejímu odstranění je vakuové odpařování, které především dokáže snížit hodnotu CHSK o 90 - 100 %. Technologie vakuového odpařování je v první řadě doporučována, pakliže je potřebné znovuvyužití vody (Gutiérrez, 2007).

Z navržených technologií pro úpravu odpadní emulze se jeví jako nejvhodnější vakuová odparka, s níž lze zpracovávat silně zaolejované vody. Zároveň je efektivnější ve snížení hodnoty CHSK oproti deemulgační stanici či membránové ultrafiltraci, což jasně vyplývá z tabulky 6. K deemulgační stanici je v dalším kroku čištění vhodné využití membránového procesu, ideálně RO. Tímto by došlo k získání téměř čisté vody, avšak s velmi vysokými pořizovacími a provozními náklady. Vzhledem k provozu ve FKCZ není využití samotné UF doporučeno, a to z důvodu častého zanešení membrán.

## 9 Závěr

Obráběcí emulze jsou důležitou složkou v technologii obrábění. Jejich základní funkcí je mazání a chlazení obráběcích nástrojů, čímž dochází k prodloužení jejich životnosti. Díky emulzím rovněž dochází k zvyšování kvality obrobené plochy a usnadnění procesu řezání. Mimo tyto funkce emulze také napomáhá i lepšímu utváření a odvodu třísek z místa řezu.

Práce se zaměřila na vybranou společnost, jak nakládá s odpadními vodami, přičemž bylo zjištěno, že nejvíce je vyprodukováno odpadní řezné emulze z procesu obrábění, která je odevzdávána odborné firmě k likvidaci. Aby byla produkce tohoto odpadu omezena, a zároveň snížena spotřeba technologické vody využívané pro výrobu, byly představeny tři různé technologie čištění odpadní emulze, z nichž byla vybrána nejvhodnější pro současný provoz. Přestože nejlevnější investicí by bylo pořízení membránové ultrafiltrace, bylo pro FKČZ zvoleno využití vakuové odparky, a to z důvodu různorodosti kapalin vypouštěných do jímky, ze které by byla voda čištěna. K čištění takovýchto odpadních vod není použití samotné ultrafiltrace vhodné.

Dle získaných dat k jednotlivým navrženým technologiím se vakuová odparka jeví jako nejúčinnější, co se týče redukce hodnoty CHSK v odpadních emulzích, a to o více jak 99,5 %. Hodnota CHSK u odebraného vzorku byla snížena o 97,43 %, což je stále více než u ostatních technologií. V praxi může být snížení hodnoty CHSK ještě nižší zejména s použitím koalescenčního odlučovače oleje.

Pořízení vlastní vakuové odparky by mělo zajistit snížení nákladů na likvidaci odpadní vody. Ušetřeno by mělo být také na vodném, a to díky recyklaci vyčištěné vody, která by byla opět použita při míchání nových obráběcích emulzí. Navržena byla i možnost využití vody na splachování toalet v případě, že by hodnota CHSK byla menší než 800 mg/l, jak je stanoveno v kanalizačním řádu.

Ochrana životního prostředí se zaměřuje především na ochranu vod, ovzduší a na problematiku odpadového hospodářství. Vzhledem k přísným legislativním požadavkům jsou na procesní kapaliny vytvářeny ekologické tlaky, kdy musejí být splňovány nejen technologické nároky, ale také je nutné splňovat zdravotní a ekologické

požadavky. Proto je důležité řešit, jak tyto kapaliny ekologicky skladovat a následně likvidovat. Při využívání těchto kapalin je třeba zvážit, zda je možné tyto kapaliny dále recyklovat, a jak s nimi jako s odpadem nakládat v rámci ekonomické a environmentální šetrnosti.

## 10 Seznam použitých zdrojů

### Odborné publikace

- ALISAWI, Hussein Abed Obaid. Performance of wastewater treatment during variable temperature. *Applied Water Science*, 2020, 10.4: 1-6.
- AZIMI, Arezoo, Ahmad AZARI, Mashallah REZAKAZEMI a Meisam ANSARPOUR. Removal of heavy metals from industrial wastewaters: a review. *ChemBioEng Reviews*, 2017, 4.1: 37-59.
- BAVOR, H. J., et al. 39k Performance of Solid-Matrix Wetland Systems Viewed as Fixed-Film Bioreactors. *Constructed wetlands for wastewater treatment: municipal, industrial and agricultural*, 2020.
- BERÁNKOVÁ, Martina, et al. Odpadní voda—odpad nebo poklad?. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2016, 58.2: 43-45.
- BERNARDOVÁ, Petra. Čištění odpadních vod pomocí nanovlákněných membrán. Pardubice, 2018. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc.
- BINDZAR, Jan. Základy úpravy a čištění vod. Vydavatelství VŠCHT, 2009.
- CANZIANI, Roberto, Ludovico SPINOSA. Sludge from wastewater treatment plants. In: *Industrial and Municipal Sludge*. Butterworth-Heinemann, 2019. p. 3-30.
- CARRARO, Elisabetta, Silvia BONETTA a Sara BONETTA. Hospital Wastewater: Existing Regulations and Current Trends in Management. VERLICCHI, Paola, ed. *Hospital Wastewaters* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2018, 2017-03-15, s. 1-16 [cit. 2022-02-09]. *The Handbook of Environmental Chemistry*. ISBN 978-3-319-62177-7. Dostupné z: doi:10.1007/698\_2017\_10
- CAZAUDEHORE, G., et al. Determination of chemical oxygen demand of agricultural wastes by combining acid hydrolysis and commercial COD kit analysis. *Journal of environmental management*, 2019, 250: 109464.
- ČECHMÁNKOVÁ, Jarmila, et al. Přehled technologií kalového hospodářství komunálních ČOV. In: *Waste Forum*. 2017, 1.
- DEMIRBAS, Erhan, Mehmet KOBYA. Operating cost and treatment of metalworking fluid wastewater by chemical coagulation and electrocoagulation processes. *Process Safety and Environmental Protection*, 2017, 105: 79-90.

- DOHÁNYOS, Michal, Jan KOLLER a Nina STRNADOVÁ. Čištění odpadních vod. Praha: VŠCHT, 2004. ISBN 978-80-7080-619-7.
- GURRERI, Luigi, Alessandro TAMBURINI, Andrea CIPOLLINA, Giorgio MICALE. Electrodialysis applications in wastewater treatment for environmental protection and resources recovery: A systematic review on progress and perspectives. *Membranes*, 2020, 10.7: 146.
- GUTIÉRREZ, Gemma, Ángel CAMBIELLA, José M. BENITO, Carmen PAZOS, José COCA. The effect of additives on the treatment of oil-in-water emulsions by vacuum evaporation. *Journal of Hazardous Materials*, 2007, 144(3): 649-654.
- HLAVÍNEK, Petr, Dušan NOVOTNÝ.: Intenzifikace čištění odpadních vod. NOEL 2000, Brno 1996.
- HLAVÍNEK, Petr, et al. Čištění odpadních vod. NOEL2000, Brno, 1996, 196 s. ISBN 80-86020-0-2.
- HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, 2001. ISBN 80-86020-30-4.
- HUBAČÍKOVÁ, Věra. Vodní hospodářství. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-239-7.
- CHENG, Dongle, et al. A review on application of enzymatic bioprocesses in animal wastewater and manure treatment. *Bioresource technology*, 2020, 313: 123683.
- CHUDOBA, Jan, Jiří WANNER a Michal DOHÁNYOS. Biologické čištění odpadních vod: vysokoškolská příručka pro vysoké školy chemicko-technologické. Praha: SNTL, 1991. Ochrana životního prostředí. ISBN 80-03-00611-2.
- KEPORTOVÁ, Karolína a Jan BINDZAR, 2021. Čištění odpadních vod z výroby recyklovaného papíru. *Chemické listy*. 115, 8 (srp. 2021), 430-435.
- KOMÍNKOVÁ, Dana, Libuše BENEŠOVÁ, Gabriela ŠŤASTNÁ, Úprava pitných a čištění odpadních vod. Praha: ČZU, 2014.
- KOS, Miroslav. Vyhodnocení spotřeby a produkce energie na českých ČOV. *Sovak*, 2020, 4.
- LOFRANO, Giusy a Jeanette BROWN. Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of The Total Environment* [online]. 2010, 408(22), 5254-5264 [cit. 2022-02-09]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.062

- MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. Chemie a technologie vody. 2., dopl. vyd. Brno: ARDEC, c2006. ISBN 80-860-2050-9.
- MELO, Francisco a Janusz S. LASKOWSKI. Fundamental properties of flotation frothers and their effect on flotation. Minerals engineering, 2006, 19.6-8: 766-773.
- MLEJNSKÁ, Eva; ROZKOŠNÝ, Miloš. Možnosti intenzifikace biologických nádrží určených k čištění a dočišťování odpadních vod. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2014, 6.
- MURIĆ, Arnela, Irena PETRINIĆ, Morten L. CHRISTENSEN. Comparison of ceramic and polymeric ultrafiltration membranes for treating wastewater from metalworking industry. Chemical Engineering Journal, 2014, 255: 403-410.
- NAIR, Surya, Basavaraju MANU a Adani AZHONI. Sustainable treatment of paint industry wastewater: current techniques and challenges. Journal of Environmental Management, 2021, 296: 113105.
- NQOMBOLO, Azile, Anele MPUPA, Richard M. MOUTLOALI. Wastewater treatment using membrane technology. Wastewater and water quality, 2018, 29.
- NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování. Praha: Vydavatelství ČVUT, únor 2002.
- PAPAPETROU, Michael, et al. Industrial waste heat: Estimation of the technically available resource in the EU per industrial sector, temperature level and country. Applied Thermal Engineering, 2018, 138: 207-216.
- PATZIGER, Miklos, Harald KAINZ, Michaela HUNZE a Janos JÓZSA. Influence of secondary settling tank performance on suspended solids mass balance in activated sludge systems. Water research, 2012, 46.7: 2415-2424.
- POŠTA, Josef. Čistírny odpadních vod. Praha : Vydavatelství ČZU, technická fakulta, 2005. ISBN 80-213-1366-8.
- PYTL, Vladimír. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. 2. vyd. Líbeznice: Medim pro SOVAK ČR, 2012. ISBN 978-80-87140-26-0.
- QASIM, Muhammad, Mohamed BADRELZAMAN, Noora N. DARWISH, Naif A. DARWISH, Nidal HILAL. Reverse osmosis desalination: A state-of-the-art review. Desalination, 2019, 459: 59-104.

- RAYA, Sofiah Atirah, et al. A critical review of development and demulsification mechanisms of crude oil emulsion in the petroleum industry. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 2020, 10.4: 1711-1728.
- SEVOSTIANOV, Ivan V., et al. Development of the scheme of the installation for mechanical wastewater treatment. *Journal of Ecological Engineering*, 2021, 22.1.
- SHAHEDI, A., et al. A review on industrial wastewater treatment via electrocoagulation processes. *Current opinion in electrochemistry*, 2020, 22: 154-169.
- SHIFRIN, Neil S. Pollution Management in the Twentieth Century. *Journal of Environmental Engineering* [online]. 2005, 131(5), 676-691 [cit. 2022-02-09]. ISSN 0733-9372. Dostupné z: doi:10.1061/(ASCE)0733-9372(2005)131:5(676)
- SLAVÍČKOVÁ, Kateřina a Marek SLAVÍČEK. *Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03534-4.
- SMOLYANICHENKO, A., I. KULIK, and E. YAKOVLEVA. Wastewater treatment from washing agricultural machinery by electroflotation and sorption on activated carbons. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 042061.
- TEMPLETON, Michael R. a David BUTLER. *Introduction to wastewater treatment*. Bookboon, 2011
- VIGIAK, Olga, et al. Predicting biochemical oxygen demand in European freshwater bodies. *Science of the Total Environment*, 2019, 666: 1089-1105.
- VÍTĚZ, Tomáš, et al. Study of settling velocity of sand particles located in wastewater treatment plant. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2014, 59: 28.
- VRÁNA, Jakub. *Voda a kanalizace v domě a bytě: instalatérské práce*. Grada Publishing as, 2005.
- WANNER, Jiří. *Vývoj technologie čištění odpadních vod v Praze v oblasti Císařského ostrova*. Sovak, 2018, 9.
- XU, Yuye, Xiwu LU, Fangkui CHEN. Field investigation on rural domestic sewage discharge in a typical village of the Taihu Lake Basin. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2020. p. 032031.

- ZHANG, Hongzhong, et al. Treatment of waste filtrate oil/water emulsion by combined demulsification and reverse osmosis. Separation and Purification Technology, 2008, 63.2: 264-268.

### Internetové zdroje

- Nový právní předpis účinný od 1. 2. 2021, část od 1. 1. 2022 (eAGRI). [online]. © 2009 [cit. 2021-10-12]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/Novinky-v-legislative/novy-pravni-predpis-ucinny-od-1-2-2021-1.html>
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. ... - EUR-Lex. EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/LSU/?uri=celex:32000L0060>
- Implementace Rámcové směrnice o vodách (VÚV TGM). [online]. Copyright © 2017 [cit. 2021-10-12]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/default.asp?lang=&tab=0&wmap=>
- GRODA, Bořivoj, Tomáš VÍTĚZ, Martin MACHALA, Jan FOLLER, David SURÝNEK a Jaromír MUSIL, 2007. Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově [online]. Brno [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení\\_odpadnich\\_vod.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadnich_vod.pdf). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Jiří VÍTEK, Milan SUCHÁNEK, Koneccepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR současný - stav, 2008. JV Projekt VH [online]. JV PROJEKT VH s.r.o., © 2021 [cit. 2021-11-15]. Dostupné z: [https://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/12008-03-11\\_JVPVH\\_2.pdf](https://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/12008-03-11_JVPVH_2.pdf)
- Odpadní vody. Vodohospodářská zařízení II. [online]. VŠB - TUO, © 2014 [cit. 2021-12-06]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/3\\_odpadni\\_vody.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/3_odpadni_vody.html)
- Vodní ekotoxikologie - Rozdělení odpadních vod. Mendelova univerzita v Brně. [online] Mendelova univerzita v Brně, © 2021 [cit. 2021-06-12]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=2307&typ=html](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2307&typ=html)
- PECHÁČEK, Jiří. Čištění odpadních vod. Katedra energetických strojů a zařízení [online]. Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni, © 2022 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z:



[https://projekty.fs.vsb.cz/010/downloads/prednasky/Cistení\\_odpadnich\\_vod-Pechacek.pdf](https://projekty.fs.vsb.cz/010/downloads/prednasky/Cistení_odpadnich_vod-Pechacek.pdf)

- DOHÁNYOS, Michal: Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů. Biom.cz [online]. 2006-05-09 [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskyh-kalu>. ISSN: 1801-2655.
- ŠRÁMEK, Martin. Průmyslové vody a jejich praktická řešení. ASIO – čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. ASIO, spol. s r.o., © 2022 [cit. 2022-01-31]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/435.prumyslove-vody-a-jejich-prakticka-reseni>
- Automobilový průmysl. ASIO – čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. ASIO, spol. s r.o., © 2022 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: [https://www.asio.cz/cz/automobilovy-prumysl-\\_uprava-vod](https://www.asio.cz/cz/automobilovy-prumysl-_uprava-vod)
- SUKOPOVÁ, Martina. Zemská tíže překonána bublinkami. ASIO – čištění a úprava vod, dešťové a šedé vody [online]. ASIO, spol. s r.o., © 2022 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/242.zemska-tize-prekonana-bublinkami>
- KOTAS, Jiří. Základní funkce a princip reverzní osmózy. TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2022 [cit. 2022-02-04]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/14589-zakladni-funkce-a-princip-reverzni-osmozy-ro>
- KOVANDA, Pavel. Destilát jako oplachová voda a jak ho získat?. Povrcháři.cz - online časopis Povrcháři, povrchové úpravy, informace z oboru povrchových úprav [online]. Povrcháři.cz © 2022 [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: [http://www.povrchari.cz/kestazeni/201804\\_povrchari.pdf](http://www.povrchari.cz/kestazeni/201804_povrchari.pdf)
- EREMKA, Libor. Efektivní likvidace obráběcích kapalin [online]. KOVOFINIŠ a.s., © 2022 [cit. 2022-02-18]. Dostupné z: <https://www.kovofinis.cz/public/articles/files/299/Reseni-pro-vycerpane-rezne-emulze.pdf>
- MELKA, Lukáš. Problémy s likvidací procesních vod se vypaří [online]. MM Průmyslové spektrum, © 2022 [cit. 2022-02-20]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/problemy-s-likvidaci-procesnich-vod-se-vypari>
- THAJUDEEN, Amina. Wastewater Screening & Classification of Screens (Complete list) | Wastewater Treatment [online]. EngineeringCivil.org - Civil Engineering Organisation, © 2022 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z:

<https://engineeringcivil.org/articles/environmental-engineering/wastewater-screening-classification-screens-complete-list-wastewater-treatment/>

- GUSSENHOVEN, Judith. Clean water [online]. Royal HaskoningDHV, © 2021 [cit. 2022-03-17]. Dostupné z: <https://www.royalhaskoningdhv.com/en/140-years/clean-water>
- BOUZKOVÁ, Darina, Miroslav BLEHA. Membrány a membránové procesy. Výzkum, vývoj, výroba a využití v ČR. 2009. CZEMP - Česká membránová platforma, z. s., © 2020 [cit. 2022-03-17]. Dostupné z: <http://www.czemp.cz/sites/default/files/projekt/48/prilohy/studiemembranyamembranoveprocesy.pdf>

### **Legislativa**

- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon
- Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech
- Zákon č. 544/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony

**Ostatní zdroje**

Fujikoki Czech, s. r. o.

Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. – Louny

Merctech CZ s.r.o.

## 11 Přílohy

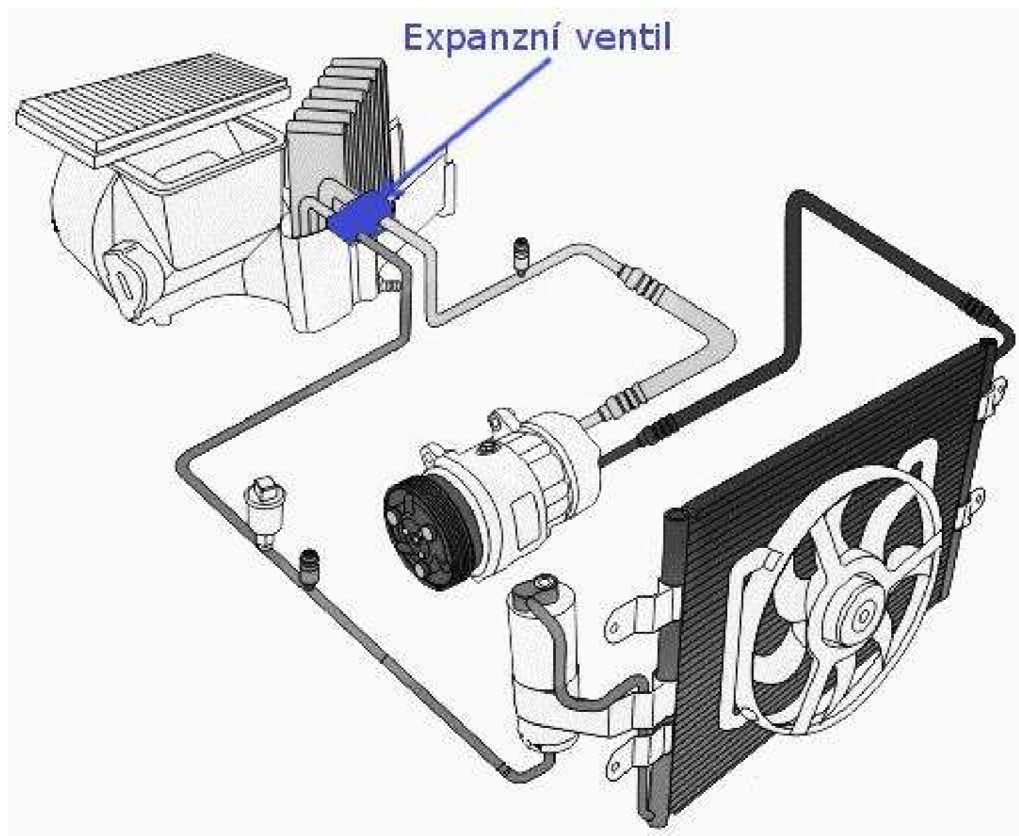
Příloha č. 1 Výrobní závod Fujikoki Czech, s. r. o. (zdroj: vlastní)



Příloha č. 2 Termoexpanzní ventily vyráběné ve Fujikoki Czech, s. r. o. (zdroj: <https://www.fujikoki.cz/>)



Příloha č. 3 Umístění expanzního ventilu v automobilu (zdroj: <https://www.fujikoki.cz/>)



Příloha č. 4 Membránová ultrafiltrace s oplachovým zařízením ATOLL (zdroj: vlastní)





Příloha č. 5 Vakuová odparka Inco PINGÜINO (zdroj: Merctech CZ s.r.o.)



Příloha č. 6 Stanovené míry znečištění odpadní vody odváděné do kanalizace v Lounech (zdroj: Kanalizační řád – Louny)

Ukazatele	Symbol	Požadované hodnoty	Jednotka
Chem. spotřeba O <sub>2</sub> dichromanem	CHSK <sub>Cr</sub>	800	mg . l <sup>-1</sup>
Biochem. spotřeba O <sub>2</sub> pětidenní	BSK <sub>5</sub>	400	mg . l <sup>-1</sup>
Nerozpuštěné látky	NL	350	mg . l <sup>-1</sup>
Fosfor celkový	P <sub>celk</sub>	10	mg . l <sup>-1</sup>
Reakce vody	pH	6,0 – 9,0	
Amoniakální dusík	N- NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	45	mg . l <sup>-1</sup>
Dusík celkový	N <sub>celk</sub>	70	mg . l <sup>-1</sup>
Rozpuštěné anorg. soli	RAS	1 200	mg . l <sup>-1</sup>
Sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	400	mg . l <sup>-1</sup>
Chloridy	Cl <sup>-</sup>	150	mg . l <sup>-1</sup>
Fluoridy	F <sup>-</sup>	2	mg . l <sup>-1</sup>
Tenzidy anionaktivní	PAL-A	6	mg . l <sup>-1</sup>
Tenzidy neionogenní	PAL-N	6	mg . l <sup>-1</sup>
Extrahovatelné látky	EL	60	mg . l <sup>-1</sup>
Uhlovodíky C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	7	mg . l <sup>-1</sup>
Kyanidy celkové	CN <sup>-</sup> <sub>celk.</sub>	0,2	mg . l <sup>-1</sup>
Kyanidy toxické	CN <sup>-</sup> <sub>tox</sub>	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Fenoly jednosytné (těkající s vodní parou)	FN <sub>p</sub>	5	mg . l <sup>-1</sup>
Celkové železo	Fe	10	mg . l <sup>-1</sup>
Rtuť	Hg	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Nikl	Ni	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Měď	Cu	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Chrom celkový	Cr <sub>celk.</sub>	0,3	mg . l <sup>-1</sup>
Chrom šestimocný	Cr <sup>6+</sup>	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Olovo	Pb	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Arzén	As	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Zinek	Zn	0,5	mg . l <sup>-1</sup>
Selen	Se	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Molybden	Mo	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Kobalt	Co	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Kadmium	Cd	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Stříbro	Ag	0,1	mg . l <sup>-1</sup>
Vanad	V	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Adsorb. organicky vázané halogeny	AOX	0,05	mg . l <sup>-1</sup>
Barva – spektrofotometricky			
spektr. absorpční koeficient Hg λ 436 nm	λ 436 nm	5,5	m <sup>-1</sup>
spektr. absorpční koeficient Hg λ 525 nm	λ 525 nm	3,5	
spektr. absorpční koeficient Hg λ 620 nm	λ 620 nm	2,5	
Teplota	T	30	°C

# Příloha č. 7 Bezpečnostní list Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10

Datum vydání: 14.06.2015	<b>BEZPEČNOSTNÍ LIST</b> podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise EU č. 830/2015	<b>Blaser.</b> SWISSLUBE
Datum revize: 1.12.2015	<b>Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10</b>	
Originální list Blaser: 1.7.2015	Verze 2.	

1z7

## ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku:

- 1.1. Identifikátor výrobku: Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10
- 1.2. Příslušná určená použití směsi a nedoporučená použití: Chladicí a mazací řezná, vodou ředitelná emulzní obráběcí kapalina. Používat pouze k danému účelu.
- 1.3. Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu:  
Obchodní jméno: Blaser Swissslube CZ, s. r. o. – výhradní dovozce produktu do ČR.  
Místo podnikání: Jihlavská 2, 664 41 Troubsko  
Telefon: 541 225 211  
Fax: 541 225 199  
E-mail: p.antlova@blaser.com  
Odborně způsobilý zpracovatel bezpečnostního listu:  
Obchodní jméno: Petr Čermák TRIBOTECHNIKA  
Telefon: 545 227 509  
E-mail: pcermak2008@volny.cz
- 1.4. Telefonní čísla pro naléhavé situace: 224 919 293, 224 915 402, 224 914 575  
Toxikologické informační středisko Praha  
(24 hodin denně)

## ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti:

- 2.1. Klasifikace směsi:  
Klasifikace dle Nařízení ES č. 1272/2008:  
Eye Irrit. kat. 2 H319 , Aquatic Chronic kat. 3 H412



- 2.2. Prvky označení:  
Signální slovo: Varování  
Standardní věty o nebezpečnosti:  
H319 – Způsobuje vážné podráždění očí  
H412 – Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky  
Pokyny pro bezpečné zacházení:  
P264 – Po manipulaci důkladně omyjte oči pod proudem tekoucí vody  
P273 – Zabraňte uvolnění do životního prostředí  
P280 – Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít  
P305+P351+P338 – PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování  
P337+P313 - Přetrvává-li podráždění očí: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření  
P501 – Odstraňte obsah/obal na sběrné místo nebezpečného odpadu  
Obsahuje 2-mercaptopyridine-n-oxid, monohydrát v množství < 2,5 ml v jednom litru směsi  
2-Butyl-benzo(d)isothiazol-3-one v množství < 1 ml v 1 litru směsi  
Obsahuje sodnou sůl kyseliny mineral oil sulfonové,s, 1-fenoxy-2-propanol, mastné kyseliny z tallového oleje s alkanolaminem, C16-18 and C18-udsatd., ethoxylated Alcohols, etherkarboxylát s alkanolaminem-polymer

- 2.3. Další nebezpečnost:  
Látka nebezpečná vodám: koncentrát WGK 2, emulze WGK 1.  
Při vniknutí do vod emulguje a znečišťuje vodní prostředí. Kontaminuje spodní vody.  
Biologická odbouratelnost těžká. Kontaminuje půdu. Hořlavá kapalina IV. třídy dle ČSN 65 0201.  
Směs neobsahuje žádné chemické látky perzistentní, se schopností bioakumulace, ani toxické PBT, nebo považované za velmi perzistentní, ani velmi schopné bioakumulace vPvB.

Datum vydání:  
14.06.2015

Datum revize:  
1.12.2015

Originální list  
Blaser: 1.7.2015

**BEZPEČNOSTNÍ LIST**  
podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise  
EU č. 830/2015

**Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10**

Verze 2.

**Blaser.**  
SWISSLUBE

2z7

**ODDÍL 3: Složení/informace o složkách:**

3.2. Směsi: Směs minerálního oleje, emulgátorů, stabilizátorů a inhibitorů.

Směs obsahuje tyto nebezpečné látky:

Chemický název dle IUPAC Indexová čísla nejsou přidělena	Obsah %	Výstražný symbol GHS	H-věty	Číslo ES	Číslo CAS
Sodná sůl kyseliny mineral oil sulfonové,s Reg.č:01-2119527859-22-0000	>1,0-6,9	GHS07 Varování	Eye Irrit. 2 H319	271-781-5	68608-26-4
1-fenoxy-2-propanol Reg.č:01-2119486566-23-0000	>1,0-6,9	GHS07 Varování	Eye Irrit. 2 H319	212-222-7	770-35-4
Mastné kyseliny z tallového oleje s alkanolaminem Reg.č:01-21194753331-43-0000	>1.0-4,9	GHS07 Varování GHS07 Varování	H315 Skin Irrit. 2 H319 Eye Irrit. 2	neuveдено	neuveдено
C16-18 and C18-udsatd., ethoxylated Alcohols Reg.č:01-2119489407-26-0000 C&I 02-2119593279-22	>1,0-2,9	GHS07 Varování -	Skin Irrit. 2 H315 Aquatic Chronic 3 H412	NLP 500-236-9	68520-66-1
Etherkarboxylát s alkanolaminem-polymer Reg.č:01-2119475331-43-0000	< 2,00	GHS07 Varování GHS07 Varování	Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319	neuveдено	neuveдено
Sodná sůl 2-mercaptopyridine-n- oxid, monohydrát Biocid TP13	< 0,25	GHS09 Varování GHS09 Varování GHS07 Varování GHS07 Varování GHS07 Varování GHS07 Varování GHS07 Varování	Aquatic Acute.1 H400 Aquatic Chronic.1 H410 Acute Tox.4 H302 Acute Tox.4 H312 Acute Tox.4 H332 Skin Irrit.2 H315 Eyr Irrit.2 H319	223-296-5	3811-73-2
2-Butyl-benzo(d)isothiazol-3-one Biocid TP13	< 0,10	GHS07 Nebezpečí GHS07 Nebezpečí GHS09 Varování GHS09 Varování	Skin Corr.1B H314 Skin Sens.1 H317 Aguatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	ELINCS 420-590-7	4299-07-4

Neuveденá čísla EINECS, CAS a registrační čísla považuje výrobce za důvěrná.

**ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc:**

4.1. Popis první pomoci

Provést opatření dle kap. 4.3.

4.2. Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky:

Možné vážné podráždění očí.

4.3. Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření:

Při nadýchání:

Vyvést postiženého na čerstvý vzduch. V případě trvajících obtíží přivolat lékaře.



Datum vydání:  
14.06.2015

Datum revize:  
1.12.2015

Originální list  
Blaser: 1.7.2015

**BEZPEČNOSTNÍ LIST**  
podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise  
EU č. 830/2015

**Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10**

Verze 2.

**Blaser.**  
SWISSLUBE

3z7

Při styku s kůží:

Omýt vodou a jemným mýdlem, ošetřit ochranným krémem. V případě potíží vyhledat lékařskou pomoc.

Při zasažení očí:

Omýt proudem vody a v případě potíží vyhledat lékařskou pomoc.

Při požití:

Nevyvolávat zvracení a ihned přivolat lékaře.

**ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru:**

Směs je hořlavou kapalinou IV. třídy dle ČSN 65 0201.

**5.1. Hasiva:**

CO<sub>2</sub>, vodní paprsek, hasicí prášek.

Nevhodná hasiva:

Přímý proud vody.

**5.2. Zvláštní nebezpečí vyplývající z látky, nebo směsi:**

Možnost vzniku toxických plynů při požáru.

**5.3. Pokyny pro hasiče:**

Dýchací přístroj nezávislý na okolním prostředí.

**ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku:**

**6.1. Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy:**

Zajistit běžné pracovní pomůcky a pracovní oděv pro práci s ropnými látkami.

**6.2. Opatření pro ochranu životního prostředí:**

Zabránit úniku do povrchových, podzemních vod a okolní půdy.

**6.3. Metody a materiál pro zamezení úniku a čištění:**

Odstranit pomocí vhodného sorbentu, uložit do vhodných obalů a likvidovat dle kap. 8 a kap. 13.

**6.4. Odkaz na jiné oddíly:**

Odpad likvidovat dle kap. 13. Další informace jsou v kap. 7 a 8.

**ODDÍL 7: Zacházení a skladování:**

**7.1. Opatření pro bezpečné zacházení:**

Zachovávat provozní předpisy pro práci s ropnými látkami. V případě tvorby aerosolů zajistěte odsávání.

Používejte pracovní oděv a pomůcky pro práci s ropnými látkami. Při manipulaci se směsí nekouřit, nejíst, nepít. Pokožku, přicházející do přímého styku se směsí ošetřete ochranným krémem. Zamezte vniknutí směsi do očí. Zamezte požití směsí! Zamezte úniku směsi do odpadních vod a kanalizace.

**7.2. Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí:**

Skladujte v prostorách dle ČSN 65 0201. Skladujte v originálních uzavřených obalech. Zabraňte vystavení obalů se směsí přímému slunečnímu záření. Skladovací teplota - 70 až + 40 °C. Expirační doba použití je 24 měsíců. Neskladujte společně s oxidujícími látkami a silnými kyselinami.

**7.3. Specifické konečné/ specifická konečná použití:**

Pouze k danému účelu dle technických informací dovozce.

**ODDÍL 8: Omezování expozice směsí / osobní ochranné prostředky/:**

**8.1. Kontrolní parametry:**

Dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. NPK-P: 10 mg/m<sup>3</sup> - (aerosoly). Hodnoty jsou platné pro minerální olej ve směsi.

**8.2. Omezování expozice:**

Zajistit technická opatření k účinnému odsávání, měření NPK-P a nepřekročení limitních hodnot expozice.

Ochrana dýchacích cest:

Není nutná, v případě nepřekročení přípustných expozičních limitů.

Ochrana rukou:

Při práci se směsí používejte ochranné rukavice odolné proti ropným látkám. Před prací se směsí ošetřete ruce pracovním ochranným krémem.

Ochrana očí:

V případě rozstříku používejte ochranné uzavřené brýle nebo obličejový štít.

Ochrana kůže:

Datum vydání:  
14.06.2015

Datum revize:  
1.12.2015

Originální list  
Blaser: 1.7.2015

**BEZPEČNOSTNÍ LIST**  
podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise  
EU č. 830/2015

**Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10**

Verze 2.

**Blaser.**  
SWISSLUBE

4z7

Používejte vhodný pracovní oděv a uzavřenou obuv, případně gumovou zástěru.  
V každém případě zabraňte požití směsi.  
Zamezte úniku do kanalizace a mimo pracovní prostor strojů, nebo zařízení. V případě odsávání použijte  
v systému účinný odlučovač olejové mlhy.

**ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti:**

**9.1. Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech:**

Skupenství (při 20°C): kapalina

Barva: hnědá

Zápach (vůně): příjemná

Hodnota pH: 8,5 – 9,2 (při 50 g/ 1 litr vody).

Bod varu (°C): > 300

Bod vzplanutí (°C): 150

Třída nebezpečnosti dle ČSN 65 0201: IV.

Hořlavost (pro pevné a plynné látky): nestanovuje se

Meze výbušnosti - horní mez (% obj.): nejsou stanoveny  
dolní mez (% obj.): nejsou stanoveny

Samozápalnost: není

Oxidační vlastnosti: nejsou

Tenze par (při 20°C): nestanoveny

Hustota (při 20°C): 0,95 g/cm<sup>3</sup>

Rozpustnost (při 20°C)

ve vodě: emulguje

v tucích: nerozpustný

Rozdělovací koeficient n/oktanol/voda: není stanoven

Viskozita při 40 °C : 59 mm<sup>2</sup>/s

Hustota par: nestanovena

Rychlost odpařování: nestanovena

**9.2. Další informace:**

Index lomu: 1,490

Mísitelnost: s vodou emulguje

Vodivost: nestanovena

Bod tání: není

Teplota vznícení: > 200 °C

Bod tuhnutí: < -15 °C

**ODDÍL 10: Stálost a reaktivita:**

**10.1. Reaktivita:**

Směs reaguje se silnými oxidanty.

**10.2. Chemická stabilita:**

Směs je za běžných podmínek stabilní.

**10.3. Možnost nebezpečných reakcí.**

Se silnými oxidujícími látkami a kyselinami.

**10.4. Podmínky, kterým je třeba zabránit:**

Zamezte vystavení směsi v obalech přímému slunečnímu ohřevu a kontaktu se silnými oxidanty a kyselinami.

**10.5. Neslučitelné materiály:**

Oxidující látky a směsi a kyseliny.

**10.6. Nebezpečné produkty rozkladu:**

Vznikají oxidy uhlíku, dusíku a síry.

**ODDÍL 11: Toxikologické informace:**

**11.1. Informace o toxikologických účincích:**

**a.) Akutní (krátkodobá) toxicita:**

LD 50 orálně, potkan (mg/kg): > 2 000 - < 5 000 (stanoveno výpočtem)

Datum vydání:  
14.06.2015

Datum revize:  
1.12.2015

Originální list  
Blaser: 1.7.2015

**BEZPEČNOSTNÍ LIST**  
podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise  
EU č. 830/2015

**Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10**

Verze 2.

**Blaser.**  
SWISSLUBE

5z7

- LD 50 dermálně, potkan nebo králík (mg/kg): neuvadena  
LD 50 inhalačně, potkan pro aerosoly nebo částice (mg/m<sup>3</sup>): > 5 100/4 hod. (stanoveno výpočtem)  
LD 50 inhalačně, potkan pro plyny a páry (mg/m<sup>3</sup>): neuvadena
- b.) Žíravost/dráždivost pro kůži: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci.
  - c.) Vážné poškození/podráždění očí: Způsobuje vážné podráždění očí
  - d.) Senzibilizace dýchacích cest/ kůže: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci.
  - e.) Mutagenita v zárodečných buňkách: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci.
  - f.) Karcinogenita: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci. Výluh v DMSO < 3%.
  - g.) Toxicita pro reprodukci: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci.
  - h.) Shrnutí posouzení CMR: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci.
  - i.) Toxicita pro specifické cílové orgány/ jednorázová expozice: Způsobuje vážné podráždění očí
  - j.) Toxicita pro specifické cílové orgány/ opakovaná expozice: Způsobuje vážné podráždění očí
  - k.) Nebezpečnost při vdechnutí: Nesplňuje kritéria pro tuto klasifikaci.
  - l.) Zkušenosti u člověka: Může způsobit vážné podráždění očí.
  - m.) Provedení zkoušek na zvířatech: neprovedeno

**ODDÍL 12: Ekologické informace:**

**12.1. Toxicita:**

LC 50 96 hod. ryby (mg/l): neuvadena  
LC 50 46 hod. dafnie (mg/l): neuvadena  
EC 50 72 hod. řasy (mg/l): neuvadena

**12.2. Perzistence a rozložitelnost:**

Směs je biologicky těžko odbouratelná.

**12.3. Bioakumulační potenciál:**

Nedochází k bioakumulaci v přírodě.

**12.4. Mobilita v půdě.**

Nedochází k mobilitě směsi v půdě.

**12.5. Výsledky posouzení PBT a vPvB.**

Neobsahuje látky s uvedenými účinky.

**12.6. Jiné nepříznivé účinky:**

Směs emuluje ve vodě a může znečistit vodní hospodářství. Ohrožení vod: koncentrát WGK 2, emulze WGK 1.

**ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování:**

**13.1. Metody nakládání s odpady:**

V případě rozlití směsi postupovat dle bodu 6.3.

Směs likvidovat dle zákona o odpadech č. 185 / 2001

Směs likvidovat dle zákona o odpadech č. 185 / 2001 Sb.

Kód odpadu dle vyhlášky č.381/2001 Sb.:

Koncentrát: N 12 01 07

Emulze: N 12 01 09

Použité obaly recyklovat dle zákona o obalech č.66/2006 Sb.

Kód odpadu:

Kovový obal: 15 01 04

Plastový obal: 15 01 02

Znečištěný obal N 15 01 10

Řiďte se informacemi uvedenými na označení obalu.

Zákon č. 185/2001 Sb. v platném znění

Zákon č. 66/2006 Sb.

Vyhláška č. 381/2001 Sb. v platném znění.

**ODDÍL 14: Informace pro přepravu:**

Převážet v originálních uzavřených obalech dle platné legislativy.

Směs není nebezpečným zbožím ve smyslu přepravních předpisů.

14.1. Číslo OSN: Není.

Datum vydání:  
14.06.2015

Datum revize:  
1.12.2015

Originální list  
Blaser: 1.7.2015

**BEZPEČNOSTNÍ LIST**  
podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise  
EU č. 830/2015

**Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10**

Verze 2.

**Blaser.**  
SWISSLUUBE

627

14.2. Náležitý název OSN pro zásilku: **Není.**

14.3. Třída/třídy nebezpečnosti pro přepravu: **Není.**

14.4. Obalová skupina: **Není.**

14.5. Nebezpečnost pro životní prostředí: **Není.**

14.6. Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele: **Není.**

14.7. Hromadná přeprava dle přílohy II MARPOL73/78 a předpisu IBC: **Nedá se použít.**

**ODDÍL 15: Informace o předpisech:**

15.1. Nařízení týkající se bezpečnosti a životního prostředí /specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady /ES/ č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury/ECHA/ pro chemické látky

Směrnice 98/24/ES o bezpečnosti a ochraně zdraví zaměstnanců při práci

Zákon č. 348/2004 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků

Zákon č. 115/2012 Sb. o ochraně veřejného zdraví

Vyhláška č.432/2003 Sb. o zamezení rizik na pracovišti

Zákon č.185/2001 Sb. o odpadech

Zákon č.133/1985 Sb. o požární ochraně

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. o podmínkách práce zaměstnanců.

Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií.

Nařízení Komise EU č. 453/2010 o registraci, povolování a omezení chemických látek a směsí.

Nařízení GHS/ES/ č. 1272/2008 o klasifikaci, balení a označování nebezpečných látek a směsí

Nařízení CLP/ES/ č. 790/2009 o klasifikaci, balení a označování nebezpečných látek a směsí

Nařízení Komise EU č. 830/2015 ES o nových podmínkách sestavování bezpečnostních listů

15.2. Posouzení chemické bezpečnosti:

CSR nebylo provedeno

**ODDÍL 16: Další informace:**

Směs neobsahuje chemické látky, jejichž používání je ve státech EU zakázáno, nebo omezeno. Obsah polycyklických aromátů splňuje IP 346 a vyluh v DMSO < 3%. Neobsahuje žádné CLP a SVHC látky.

Použité údaje při zpracování bezpečnostního listu:

bezpečnostní list výrobce

technický list produktu

legislativa dle kap. 15.1, 13.1.

**Použité zkratky:**

CLP/GHS Nařízení EP a Rady (ES) 1272/2008.

REACH Nařízení ES 1907/2006.

SVHC Substance of very high concern – látka vzbuzující mimořádné obavy.

PBT Perzistentní, bioakumulativní, toxický.

vP vB Vysoce perzistentní, vysoce bioakumulativní.

CAS Identifikační číslo Chemical Abstracts.

REACH č. Registrační číslo REACH.

ES Identifikační číslo EINECS (Evropský seznam existujících obchodovaných chemických látek).

CSR Zpráva o chemické nebezpečnosti (Chemical Safety Report).

PEL, PEL<sub>c</sub> Přípustný expoziční limit; Přípustný expoziční limit – celková koncentrace.

NPK-P Nejvyšší přípustná koncentrace – průměrná.

H-věta Standardní věta o nebezpečnosti - Nařízení (ES) CLP.

P-věta Pokyny pro bezpečné zacházení - Nařízení (ES) CLP.

Datum vydání:  
14.06.2015

Datum revize:  
1.12.2015

Originální list  
Blaser: 1.7.2015

**BEZPEČNOSTNÍ LIST**  
podle nařízení Komise EU č. 453/2010 a nařízení Komise  
EU č. 830/2015

**Blasocut BC 35 Kombi Art. 1350-10**

Verze 2.

**Blaser.**  
SWISSLUBE

7z7

**Pokyny pro školení:**

Seznamte pracovníky, přicházejícím do kontaktu s tímto produktem s informacemi z tohoto bezpečnostního listu.

---

Znění použitých H-vět: H302 – Zdraví škodlivý při požití  
H312 – Zdraví škodlivý při styku s kůží  
H314 – Může způsobit vážné poškození očí  
H317 – Může vyvolat alergickou kožní reakci  
H332 – Zdraví škodlivý při vdechování  
H315 – Dráždí kůži  
H319 – Způsobuje vážné podráždění očí  
H400 – Vysoce toxický pro vodní organismy  
H410 – Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky  
H411 – Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky

---

Produkt je určen výhradně k průmyslovému použití.

---

Revize provedena u kap: 1,2,3,6,11,15,16.