

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**



ODPADNÍ VODY Z AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU

Vedoucí práce: ING. MARTIN HEŘMANOVSKÝ, Ph.D.

Bakalant: TOMÁŠ PAVLOUSEK

2021



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	Tomáš Pavloušek
Studijní program:	Krajinářství
Obor:	Územní technická a správní služba
Vedoucí práce:	Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Odpadní vody z automobilového průmyslu
Název anglicky:	Waste water from the automotive industry
Cíle práce:	Cílem práce je zmapování problematiky spojené s nakládáním s vodními zdroji v automobilovém průmyslu.
Metodika:	Práce bude zpracována formou rešerše na základě odborných článků a studií a bude zaměřena na: - odpadní vody obecně, - zdroje odpadních vod v automobilovém průmyslu a metody jejich čištění, - možnosti vracení přečištěných odpadních vod zpět do výrobního procesu, Práce bude doplněna o kritickou diskuzi získaných poznatků.
Doporučený rozsah práce:	30 - 50 stran
Klíčová slova:	průmyslová voda, čištění vody, recyklace přečištěné vody, environmentální politika firmy
Doporučené zdroje informací:	<ol style="list-style-type: none">1. BINDZAR, J. -- VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. <i>Základy úpravy a čištění vod</i>. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-729-3.2. CHUDOBA, J. <i>Odpadní vody a jejich čištění</i>. Praha: b. v., 1991.3. KŘIVÁNEK, S. -- KULT, A. -- ŠEDIVÝ, F. -- ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST. ODBORNÁ SKUPINA ODPADNÍ VODY A ČIŠTĚNÍ VOD. <i>Měření odpadních vod v návaznosti na prováděcí vyhlášku č. 47/1999 Sb. k zákonu č. 58/1998 Sb.</i> Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 1999. ISBN 80-02-01297-6.4. LOFRANO, G. <i>Green technologies for wastewater treatment</i>. New York: Springer, 2012. ISBN 9789400714298.5. VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD DO VOD POVRCHOVÝCH A KANALIZACÍ (2007: PRAHA, ČESKO), ČESKÁ VĚDECKOTECHNICKÁ VODOHOSPODÁŘSKÁ SPOLEČNOST. ODBORNÁ SKUPINA ODPADNÍ VODY A ČIŠTĚNÍ VOD, -- GLOBAL WATER PARTNERSHIP. <i>Vypouštění odpadních vod do vod povrchových a kanalizací : seminář: 13.11.2007, Klub techniků, Praha.</i> [Praha: Český svaz vědeckotechnických společností, 2007. ISBN 978-80-02-01975-6.
Předběžný termín:	2020/21 LS - FŽP

Elektronicky schváleno 31. 3. 2020

Elektronicky schváleno 31. 3. 2020

Doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Děkan

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Odpadní vody z automobilového průmyslu* vypracoval samostatně a citoval jsem všechny zdroje, které jsem v práci použil a uvedl seznam použitých informačních zdrojů na konci své práce.

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

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

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

V Praze dne 14.3.2021

.....

Tomáš Pavlousek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Martinu Heřmanovskému, Ph.D. za jeho rady, pedagogické vedení, trpělivost a čas, který mi věnoval pro úspěšné zvládnutí této práce. Dále musím poděkovat svojí rodině a nejbližším přátelům za podporu a shovívavost po dobu celého studia.

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o odpadních vodách z automobilového průmyslu. Text práce je členěn na teoretickou a praktickou část. Teoretická část práce se soustředí na řešení problematiky, která je spojena s odpadními vodami a jejich čištěním. Podrobněji se zabývá průmyslovými odpadními vodami se zaměřením na automobilový průmysl. Praktická část práce je zaměřena na konkrétní řešení nakládání s odpadními vodami ve firmě Škoda Auto, a. s. Na základě této analýzy je formulována i diskuse v závěru bakalářské práce. Firma Škoda Auto, a.s. jde příkladem v ochraně vodních zdrojů, využívá moderních technologií k jejich zpracování. Odpadní vody z výrobních provozů jsou čištěny a navraceny zpět do výrobního cyklu, čímž dochází k úspoře vody a všeobecné ochraně životního prostředí.

Klíčová slova

průmyslová voda, čištění vod, zpracování průmyslových vod, environmentální politika firmy.

Abstrakt

The bachelor work focuses on the waste water from car industry. The work is divided into theoretical and practical part. The theoretical part is aimed at research of the issue which is connected with waste water and its treatment while deep diving into the industrial waste water concentrated on the car industry. The practical part of work is targeted on particular solution related to the treatment of the waste water in the Škoda company. Based on the analysis there is a discussion in the final part of the bachelor work. Škoda company gives a lead in terms of water sources protection while using the modern technologies for its processing. Waste water from production operations is being cleaned and returned back to the production cycle which results in water saving and environmental protection generally.

Key words

Industrial water, water treatment, Industrial waste water cleaning, Environmental policy of the company.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	9
3. Odpadní vody.....	10
3.1. Právní úprava odpadních vod v ČR a v evropském	10
3.2. Druhy odpadních vod.....	15
3.3. Složení odpadních vod.....	17
3.3.1. Anorganické látky odpadních vod.....	18
3.3.2. Organické látky odpadních vod.....	19
3.4. Průmyslová odpadní voda.....	21
4. Čištění průmyslových odpadních vod.....	24
4.1. Biologické čištění.....	24
4.2. Chemické čištění.....	25
4.3. Vliv automobilového průmyslu na kvalitu vodních zdrojů v ČR.....	27
5. Čištění průmyslových odpadních vod ve firmě Škoda Auto, a.s.	29
5.1. Základní charakteristika firmy Škoda Auto a.s.....	29
5.2. Nakládání s odpadními vodami ve Škoda Auto a.s.	30
6. Diskuze.....	36
7. Závěr.....	38
8. Seznam použitých zdrojů.....	39

1. Úvod

V současné době jsou průmyslové segmenty a zemědělství velkými konzumenty vody, ale také jsou tvůrci velkého množství různých druhů odpadních vod. Skutečností je, že zdroje použitelné vody nejsou nevyčerpatelné, a proto se jako nezbytné jeví, snížit spotřebu vody používané v jednotlivých průmyslových segmentech a to zejména tam, kde je to reálně možné z technického i technologického hlediska řešení. V tomto kontextu se práce zabývá problematikou v jednom segmentu a tím je segment automobilového průmyslu v ČR a konkrétně pak zvolená firma Škoda Auto, a.s. Spotřeba vody v globálním měřítku se stále zvyšuje a dokládají to četné mezinárodní statistiky, jako například WHO a dalších mezinárodních institucí (Ekosystem, n.d.).

Zdroje pitné vody jsou v některých zemích téměř vyčerpávány nebo je voda kontaminována z různých zdrojů. Mezi majoritní znečišťovatele patří převážně výrobní a průmyslové firmy, a to zejména v rozvojových zemích, kde nejsou uplatňovány přísné právní předpisy ochrany vod či environmentální politika.

Problém nedostatku vody je také v rámci ČR a je nutné situaci řešit změnou strategického směřování politik v oblasti životního prostředí i využívat finanční podpory z evropských fondů. Podobně pak z hlediska podnikatelské činnosti firem je možné řešit zpracování a čištění průmyslových a odpadních vod a jednotlivé firmy musí také modernizovat své environmentální provozy a hmotné i nehmotné kapacity. V kontextu řešeného tématu má automobilový průmysl ve vztahu k vodním zdrojům v zásadě dvojí význam. Automobilový průmysl je značným uživatelem disponibilních vodních zdrojů, jak je uvedeno konkrétně na příkladu firmy Škoda Auto, a.s. Z hlediska spotřeby vody je automobilový průmysl spotřebou srovnatelný s dalšími průmyslovými odvětvími. Automobilový průmysl je také znečišťovatelem životního prostředí a producent poměrně vysokého objemu průmyslových odpadních vod.

2. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit vliv automobilového průmyslu ve vztahu k vodním zdrojům a disponibilním vodním zdrojům. Tohoto cíle je dosaženo na základě rozboru české i zahraniční literatury a elektronických odborných zdrojů. Jsou to zdroje, které se zabývají vodními zdroji obecně i jejich propojením s automobilovým průmyslem. Toto propojení se vztahuje nejen k využívání vody během výrobního procesu, ale také k produkci odpadních vod a jejich následnému čištění jako průmyslových odpadních vod. Dílčím cílem bakalářské práce je přispět k povědomí o skutečnosti, že nedostatek pitné vody na naší planetě, je jednou z hlavních globálních hrozeb, kde průmysl obecně a ten automobilový nevyjímaje, má v tomto procesu významnou roli. Bakalářská práce zahrnuje jak teoretickou část a její jednotlivé podkapitoly, tak praktickou část, ve které jsou teoretické kapitoly a informace v nich obsažené aplikovány do prostředí firmy Škoda Auto, a.s., a to na základě získaných interních informací, které se týkají zpracování a čištění průmyslových odpadních vod v prostředí této firmy. V bakalářské práci jsou využity materiály z odborných zdrojů v tištěné a elektronické podobě, které jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů v závěru bakalářské práce.

3. Odpadní vody

3.1. Právní úprava odpadních vod v ČR a v evropském kontextu

Definice odpadní vody je uvedena z hlediska platné právní úpravy v ustanovení § 38 odst. 1 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Podle tohoto zákona jsou odpadní vody vodami, které jsou použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost z hlediska složení nebo teploty a jejich směsí se srážkovými vodami. Jedná se o jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků, které jsou odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou také průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně. Výjimku tvoří vody, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace (firemní i neziskový segment) a vod, které odtékají do vod důlních. Definice je uvedena podle novely vodního zákona účinné k 1.1.2019 (Zákon č. 254/2001 Sb., ust. § 38 odst. 1).

Je nutné uvést, že výše uvedená definice byla doplněna v ustanovení § 38 odst. 1 některými novými pojmy a celý § 38 pak byl doplněn a pozměněn v jednotlivých odstavcích, konkrétně pak byly doplněny ustanovení odst. 2 a 3 § 38 tohoto zákona, dále pak ustanovení odst. 5,6 a 8 § 38 tohoto zákona a ustanovení odst. 12 § 38 tohoto zákona. Cílem novely účinné k 1.1.2019 je reflektovat jednak změny plynoucí z evropské legislativy týkající se nakládání a čištění odpadních vod, tak i technické a technologické změny v této oblasti (Zákon č. 254/2001 Sb., ust. § 38 odst. 2 až odst. 12).

ČR, jako členský stát EU, je vázán na primární a sekundární právo EU, kdy v oblasti ochrany vod je to sekundární evropské právo, které reprezentuje Rámcová směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Tato směrnice implementovala závazky členského státu EU a jeho činnosti týkající se vodní politiky a obecně nakládání s vodami a odpadními vodami. Směrnice také pro členské státy formuluje cíle, které se týkají zejména těchto oblastí: (směrnice 2000/60/ES)

- Prevence a omezování znečišťování vod,
- Podpora udržitelného rozvoje a udržitelného využívání vod,
- Ochrana životního prostředí ve vztahu k ochraně vody v rámci dané země,

- Zlepšování a ochrana vodních ekosystémů,
- Minimalizace a zmírnění dopadů a účinků povodní,
- Možnosti řešení období sucha v rámci daného členského státu EU.

K základním právním předpisům v oblasti úseku vodního hospodářství ČR patří také oblasti odvádění a čištění odpadních vod, nakládání s odpady z čistírenských procesů odpadních vod. Je to zejména zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, jak bylo uvedeno v textu výše. Tento zákon je také uváděn jako vodní zákon. Následně je vhodné zmínit zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Mezi další právní předpisy patří ty, které se týkají výstavby staveb například pro čištění odpadních vod, také jsou to zákony o obcích a krajích a stavební zákon, který je aktuálně předmětem diskuse z hlediska jeho obsahové podoby, a to jako nový stavební zákon.

Ve vztahu k hierarchii správy ve vodním hospodářství v České republice je možné uvést, že správu vodního hospodářství vykonává Česká inspekce životního prostředí a příslušný vodoprávní úřad. Daný vodoprávní úřad je odpovědný v oblasti provádění, povolování, užívání a v odstraňování vodních děl na základě činnosti speciálního stavebního úřadu (Hlavínek a kol., 2003).

Hierarchie správy ve vodním hospodářství ČR jsou stanoveny zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů také jako vodní zákon. V kontextu platné právní úpravy jsou vodoprávními úřady:

- Ministerstva, jako ústřední vodoprávní orgány,
- Krajské úřady,
- Obecní úřady obcí, které mají rozšířenou pravomoc,
- Újezdni úřady na území vojenských újezdů.

Obecní úřady, které rozhodují ve věci obecného nakládání s vodami, pokud se nejedná o vodní toky tvořící státní hranice, obecní úřady obcí rozšířenou působností, které vykonávají působnost, která je dána podle zákona č. 150/2010 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů a přísluší vodoprávnímu úřadu, pokud tato pravomoc není zákonem svěřena jiným orgánům.

Krajské úřady rozhodují ve věcech hraničních vod po projednání s příslušnými ministerstvy, jako jsou ministerstva zemědělství, životního prostředí, pokud má rozhodnutí vliv na průběh státní hranice, tak také ministerstvo vnitra. Krajské úřady se také vyjadřují ke stavbám, které mohou výrazně ovlivnit nakládání s vodami, stejně tak ochranu vod a ochranu před povodněmi podle příslušné právní úpravy. Povolují vypouštění odpadních vod do vod povrchových ze zdrojů znečištění, které jsou větší než 10.000 EO – ekvivalentních obyvatel. Povolují vodní díla umožňující nakládání s vodami a v případech, kdy jim přísluší tato vodní díla povolovat, tak rozhodují i o ostatních náležitostech, které se jich týkají a schvalují manipulační a provozní řády vodních děl.

Mezi nejdůležitější právní předpisy a nařízení vlády týkající se oblasti ochrany vod patří zejména následující právní předpisy, které se týkají ochrany vod před znečištěním.

Zákon o vodách (č. 254/2001 Sb.) představuje obecnou právní úpravu vod, a to včetně odpadních vod. V tomto zákoně je formulován pojem odpadní vody, kdy tato definice je již uvedena v úvodní kapitole bakalářské práce. Mimo tohoto je ve vodním zákoně upravena možnost nakládání s odpadními vodami, a to zahrnuje také postupy, které se týkají příslušných povolení. Tento zákon také upravuje i způsoby zjištění a vybírání poplatků týkající se vypouštění odpadních vod do podzemních vod a povrchových vod. V zákoně jsou také uvedeny příslušné sankce za porušování tohoto zákona.

Novela vodního zákona s účinností od 1.1.2019, v rámci uvedeného vodního zákona je vhodné zmínit ještě novelu, která přinesla do právní úpravy některé hlavní změny a konkrétně se jedná o následující: (Vodní zákon, novela k 1.1.2019)

- Rozšíření vodoprávního souhlasu zahrnující i geologické práce, které jsou spojeny se zásahem do pozemku a jejich cílem je průzkumné dílo na stavbu k jímání podzemní vody, případně pro vrty z hlediska využití energetického potenciálu podzemních vod,
- Úprava týkající se oblasti odpadních vod, zejména pak zpřesnění odpadních vod, prokazování odborné způsobilosti, které souvisí s rozbory odpadních vod i provádění odběrů vzorků, dokladování zneškodňování odpadních vod, které jsou v bezodtokových jímkách, a to ve lhůtě dva roky zpětně,
- Změny týkající se poplatků a související se zrušením záloh, konkrétně pak ustanovení této novely zákona,

- Změny týkající se poplatků v souvislosti s vypouštěním odpadních vod a týkající se obsahu novely tohoto zákona,
- Rozšiřují se povinnosti v oblasti užívání povrchových vod ke stavbě, a to podle ustanovení § 7 i provozovatele speciálních servisních zařízení, které je specifikováno v rámci novely tohoto zákona,
- Úprava ustanovení § 16 v novele tohoto zákona, týkající se povolení k vypouštění odpadních vod s obsahem zvláště nebezpečné závadné látky, a to i do kanalizace, jako prioritní nebezpečné látky,
- Úprava specifických cílů v oblasti týkající se ochrany vod, a to podle ustanovení § 23 a novely tohoto zákona,
- Upřesnění ohlašování za vypouštění odpadních do vod povrchových, a to podle ustanovení § 38 odst. 6 novely tohoto zákona,
- Zrušení výjimky, která se týkala nakládá se sedimentovatelnými tuhými látkami, které mají negativní účinky na kvalitu povrchových vod a na jejich dobrý stav, toto je uvedeno v ustanovení § 39 odst. 2

Zákon o vodovodech a kanalizacích (č.274/2001 Sb.) pak upravuje nakládání s odpadními vodami, které jsou odváděny do kanalizace a jsou zde také vymezeny hlavní pojmy v rámci tohoto zákona, a také právní úprava vzájemných práv a povinností, a to mezi producenty a vlastníky, případně také provozovateli kanalizace včetně možných sankcí, které lze ukládat v případě porušení právní povinnosti, kterou ukládá tento zákon.

Zákon o odpadech (č. 185/2001 Sb.) ve své právní úpravě zahrnuje povinnosti týkající se nakládání s kaly z čistíren odpadních vod a dalších biologicky rozložitelných odpadů a mimo vymezení základních pojmů jsou v tomto zákoně vymezeny také povinnosti při používání a nakládání s kaly.

Zákon o územním plánování a stavebním řádu (č. 183/2006 Sb.) se týká právní úpravy v oblasti výkonu činností ve výstavbě, a tyto povinnosti musí být plněny také v souladu se zákonem č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavením úřadu, ve znění pozdějších předpisů, jako stavební zákon. Stavební zákon zahrnuje také technické požadavky na stavby a na respektování v územním plánování a v projektové činnosti, která se týká povolování, provádění, užívání a odstraňování staveb. Pokud je možné se zaměřit na povolování vodních děl, tak je speciálním stavebním úřadem stanovený vodoprávní úřad, který při své činnosti

aplikuje odpovídající ustanovení zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon o životním prostředí (č. 17/1992 Sb.) představuje hlavní právní předpisy právní úpravě týkající se životního prostředí. Je to zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon definuje hlavní a základní pojmy, které se týkají základních zásad ochrany životního prostředí, stejně jako povinnosti právnických a fyzických osob, které jsou relevantní při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí v rámci ČR, a také využívání relevantních přírodních zdrojů. Současná právní ochrana životního prostředí v ČR je koncipována na principu trvale udržitelného rozvoje v rámci ČR. (Ministerstvo životního prostředí, 2020)

Mimo relevantní české právní úpravy je také nutné zmínit evropskou legislativu. Konkrétně pak nařízení o opětovném použití vody, které zahrnuje metody pro monitorování mikro plastů a definuje požadavky týkající se čištění městských odpadních vod. Toto nařízení o minimálních požadavcích pro opětovné použití odpadních vod bude závazné ve všech členských státech EU k 26. červnu 2023. Obsahem tohoto nařízení je harmonizace minimální kvality úrovně pro zavlažování plodin s ohledem na jejich použití a zavádí též povinnou rizikovou analýzu podle způsobu využití. Nařízení doporučuje a podporuje principy oběhového hospodářství a snižovat tlaky v zemědělském sektoru, které se týkají využívání vodních zdrojů, především pak v oblastech, kde je nedostatek vody. Je možné zde spatřovat konkrétní cíle optimalizace nakládání s vodami, jak je již uvedeno v úvodu bakalářské práce. V této souvislosti jsou také stanoveny kompetence národním regulačním orgánům, které se týkají povinností zařízení pro recyklaci na základě požadavků tohoto nařízení. Opětovně používané vody jsou podle tohoto nařízení rozděleny do čtyř kvalitativních tříd s následnými odpovídajícími ukazateli týkajícími se jejich monitoringu (Eur-Lex, 2020).

Dalším evropským předpisem je směrnice o pitné vodě. Jedná se o novelizaci této směrnice s cílem stanovit požadavky na zlepšení přístupu k vodním zdrojům a vodě a zvýšení transparentnosti poskytování vodohospodářských služeb v zemích EU. Opět jsou součástí skutečnosti týkající se povinného monitoringu, posuzování rizik a přísnější chemické ukazatele. Tyto přísnější ukazatele však má již ČR ve své legislativě zavedeny. Nicméně s ohledem na uvedenou směrnici bude nutné v ČR některé skutečnosti z ní plynoucí nově upravit, konkrétně pak zavedení metodik sledování mikro plastů a PFAS, nové požadavky na limitní hodnoty, například haloctové kyseliny, chrom, PFAS a další. Opět je zahrnuta také úprava požadavků

týkající se efektivity hospodaření s vodou a zamezování úniků vody z vodovodních sítí (Eur-Lex, 2020).

Rámcová směrnice o vodách, byla podpořena Evropskou komisí a představuje zejména větší regulaci současně nastavených pravidel, které se týkají odpadních vod ze zemědělského sektoru a průmyslových odpadních vod od průmyslových znečišťovatelů vod. Hlavním cílem této směrnice je dosahování kvalitního a dobrého ekologického stavu ve vodních útvech EU, a to do roku 2027 (Eur-Lex, 2020).

Směrnice o čištění městských odpadních vod, patří k nejstarším směrnicím EU a Evropská komise v této souvislosti provádí hodnocení a monitoring účinnosti regulace této směrnice. Mnoho členských států má ale doposud praktické problémy s implementací této směrnice, typicky pak Francie, Itálie, Řecko nebo Španělsko. Přitom je nutné uvést, že na konci roku 2019 bylo uvedeno první znění posouzení revize současného textu směrnice 91/271/EHS a s tímto zpřísnění požadavků na obce pod 2.000 EO, parametrizace mikro polutantů a zavedení cost benefit analýzy pro realizaci opatření. Finální návrh revize na základě činnosti Evropské komise v této oblasti lze očekávat v roce 2021 (Eur-Lex, 2020).

3.2. Druhy odpadních vod

V kontextu definice odpadní vody, která je uvedena v kapitole 2.1., je možné odpadní vody rozlišit na několik druhů a jejich členění je odvislé zejména od způsobu vzniku a v návaznosti na vznik i obsah znečišťujících látek v jednotlivých druzích vod. Dělení podle původu a způsobu znečištění je možné odpadní vody rozdělit podle normy ČSN 75 6101, konkrétně pak (Hlavínek a kol., 2003):

- Splaškové, také označované jako domovní odpadní vody,
- Průmyslové odpadní vody, které jsou předmětem obsahu následující kapitoly,
- Infekční odpadové vody,
- Odpadní vody ze zemědělské činnosti a ze zemědělské výroby,
- Srážkové vody zahrnující nejenom samotnou dešťovou vodu, ale také vodu z tání ledu a sněhu,
- Ostatní odpadní vody mimo uvedené kategorie členění, není možné je zařadit do výše uvedených kategorií a jsou to odpadní vody, které pocházejí například do stokové vody za nepredikovatelných okolností, například balastní vody.

Splaškové odpadní vody

Jsou to odpadní vody pocházející z domácností, od rodin i jednotlivců, ze sociálních zařízení, různých stravovacích zařízení a kuchyní, ale také prádelen, WC, restaurací a gastronomických zařízení, ubytovacích zařízení a dalších subjektů. Jejich kvalita je obecně ustálená a převažuje v nich znečištění organického původu (Akpomie a kol., 2015).

Průmyslové odpadní vody

Tyto odpadní vody vznikají při výrobních procesech a činnostech výrobních firem. Jsou to odpadní vody pocházející z výrobních průmyslových závodů, a to včetně chladících vod a jsou pak z výrobních závodů vypouštěny. Složení i vlastnosti průmyslových odpadních vod jsou poměrně rozsáhlé, a také značně nestálé. Znečištění tohoto druhu odpadních vod je ovlivňováno charakteristikou výrobních procesů výrobních firem a činností a procesů v průmyslovém podniku. Tento druh odpadních vod musí být před vypuštěním z výrobního závodu do veřejné kanalizace upraven podle platných právních předpisů a technických norem, aby byly vyhovující i provozním řádům kanalizace a bylo možné je čistit komunální technologií ČOV. Problémem průmyslových odpadních vod je zejména to, že mohou být v některých případech různě toxické, a proto lze doporučit zejména to, aby tyto druhy odpadních vod byly odděleny a čištěny v samostatných průmyslových ČOV (Akpomie a kol., 2015).

Infekční odpadní vody

Je to druh odpadních vod, které obsahují nebo mohou obsahovat choroboplodné zárodky, které jsou zdravotně nebezpečné a jsou schopny vyvolat onemocnění širokého okruhu osob. Jako byla například v minulosti úplavice či další nemoci. Takové vody vznikají většinou v infekčních odděleních nemocnic, mikrobiologických laboratořích nebo zdravotnických zařízeních (např. léčebny pro dlouhodobě nemocné, sanatoria, lázeňská zařízení). Jejich zdrojem jsou také výroby sér proti infekcím a nemocem, očkovacích látek a další relevantní subjekty. Infekční odpadní vody musí být před vypuštěním do veřejné stokové sítě hygienicky zabezpečeny tak, aby byly tyto choroboplodné zárodky zničeny. Prakticky jsou běžně tyto vody likvidovány samostatně a do veřejné stokové sítě nepřicházejí (Azimi a kol., 2017).

Odpadní vody pocházející ze zemědělství a zemědělské výroby

Tyto odpadní vody jsou druhem průmyslových vod, které pocházejí ze zemědělské výroby a související zemědělské činnosti. Kvalitu odpadních vod zemědělské produkce je ovlivněna

také například hnojivy nebo jinými látkami, které kultivují zemědělské plochy a realizují související činnosti (Azimi a kol., 2017).

Srážkové odpadní vody

Jsou druhem odpadních vod, které mají formu atmosférických srážek a spadnou na zemský povrch. Jsou také vodami z tání sněhu a ledu a tyto po zemském povrchu stékají do kanalizačních stok. Kvalita srážkových vod je poměrně odlišná například v porovnání s pitnou nebo podzemní vodou a do jisté míry proměnlivá. Je také závislá na mnoha okolnostech, například podle stavu ovzduší v dané lokalitě může srážková voda obsahovat různé znečišťující látky, kterou budou v této vodě obsaženy před dopadem na zemský povrch. Toto znečištění může být považováno za zanedbatelné, ale například kyselý dešť jsou schopny poškodit lesní porosty. Největší problém představují látky, které srážkovou vodu znečišťují, a to zejména ve městech a městských aglomeracích, kde mohou obsahovat stopy různých chemických látek (Azimi a kol., 2017).

Balastní odpadní vody

Jedná se o vody podzemní, ale také povrchové, které vnikají do kanalizace zejména vlivem netěsnosti vodovodních potrubí. Tyto odpadní vody jsou celkově méně znečištěné a jejich funkcí je ředění odpadních vod a které jsou následně biologicky čištěny. Pokud je balastní voda podzemní, dochází k ochlazení odpadní vody, což je negativní jev v zimních měsících. Takové ochlazení odpadní vody je problémem v kontextu rozkladné činnosti mikroorganismů. Preventivní ochranou před balastními vodami je zejména provádění normovaných zkoušek těsnosti před zasypáním jednotlivých úseků kanalizace a její výstavba (Güven a kol., 2017).

3.3. Složení odpadních vod

Znečišťující látky v odpadních vodách jsou látky, které ohrožují lidské zdraví nebo záporným způsobem ovlivňují životní prostředí. Lze ho rozdělit na primární znečištění, což jsou látky, které vstupují do prostředí přímo, anebo sekundární znečištění, kdy látky vznikají chemickými reakcemi. Základní složení odpadních vod je prezentováno v tab. 1.

Tabulka 1: Látky znečišťující vody (Argawai 2017)

Znečišťující látky	Stav látky	Příklady
rozpuštěné organické	biologicky rozložitelné	mastné kyseliny
	biologicky nerozložitelné	azobarviva
rozpuštěné anorganické		amonné ionty, fosforečnany
nerozpuštěné organické	biologicky rozložitelné	škrob, bakterie
	biologicky nerozložitelné	papír, plasty
	usaditelné	celulosová vlákna
	neusaditelné koloidní	bakterie
	neusaditelné plovoucí	papír
nerozpuštěné anorganické	usaditelné	písek, hlína
	neusaditelné	brusný prach

3.3.1. Anorganické látky v odpadních vodách

Je materiál tvořený převážně anorganickými sloučeninami nebo chemickými prvky (fosfor, dusík). Obsah anorganických látek v odpadní vodě se stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Obvykle se jedná o velice různorodou směs. Současné čištění je především zaměřeno na snížení obsahu dusíku, fosforu a těžkých kovů v těchto vodách. Z hlediska struktury může jít o látky heterogenní, tak i homogenní (Güven a kol., 2017).

Fosfor (P) a dusík (N) představují prvky, které se ve vodách vyskytují v organických nebo anorganických sloučeninách. Antropogenním zdrojem anorganického fosforu je zejména aplikace fosforečnanových hnojiv a je nutné také zmínit odpadní vody, které pochází z čistíren a prádelen a dalších provozů, kde je fosfor při jejich činnosti aktivně využíván. Celkový fosfor (ve zkratce označován jako Pcelk) je součtem organického a anorganického fosforu, který je

vázaný ve vodách a je vyjadřován v mg/l. Hlavní formou dusíku anorganicky vázaného je dusík amoniakální (N-NH_4^+), dusík dusitanový (N-NO_2^-) a dusík dusičnanový (N-NO_3^-). Právě mezi významné zdroje organických i anorganických sloučenin dusíku ve vodách jsou splaškové odpadní vody, které byly specifikovány výše. Zdrojem dusíku je též potravinářský průmysl. Celkový dusík (ve zkratce dále jako Ncelk) je dán součtem koncentrací dusíku organického a anorganického, který je vázaný. Množství dusíku v odpadních vodách se obvykle vyjadřuje v mg/l. (Güven a kol., 2017).

Chloridy obsažené ve splaškových vodách pocházejí především z moče. Jejich koncentrace se pohybuje v desítkách mg/l. V zimních měsících, kdy dochází k údržbě silnic a jejich solení, může tato koncentrace ještě významně narůst (Sarioglu a kol., 2016)..

Nerozpuštěné látky obecně vyjadřují obsah pevných nebo kapalných látek, které jsou ve vodě, a to ve formě emulzí, různých povlaků na hladině a odpadní vodě jsou udávány v hodnotách v mg/l nebo kg/den. Z vody je možné je odstraňovat ve většině případů mechanickou cestou, např. pomocí koagulantů. Z tohoto hlediska jsou tyto látky ve vodě usaditelné a schopné přibližně do dvou hodin sedimentovat a neusaditelné, které ve vodě tvoří trvalý zákal a tvoří jej jen velmi malé částice nebo částice, které mají charakteristiky s $\rho \approx 1000$ kg/m³. Původ těchto látek může být organický nebo anorganický (Sarioglu a kol., 2016).

Těžké kovy jsou další anorganické látky vyskytující se v odpadních vodách. Z hygienického a toxikologického hlediska jsou těmi nejvýznamnějšími. Lze mezi ně řadit všechny kovové prvky s výjimkou alkalických kovů a kovů alkalických zemin. Některé z nich jsou mikrobiogenní a v nižších koncentracích jsou pro některé organizmy nezbytné. Při vyšších koncentracích působí toxicky (Cu, Cr, Zn, Co), jiné mají toxický účinek i při nízkých koncentracích (Pb, Cd) (Sarioglu a kol., 2016).

3.3.2. Organické látky v odpadních vodách

Je materiál tvořený převážně organickými (přírodními) sloučeninami. Obvykle se jedná o velice různorodou směs, jež může obsahovat i některé anorganické sloučeniny. Zdrojem těchto látek jsou fosilní zdroje (ropa, uhlí, zemní plyn) nebo recentní zdroje (rostlinné a živočišné organismy). Jde především o huminové látky, sacharidy, proteiny, peptidy, polyfenoly nebo tuky. Protože stanovení jednotlivých organických látek je poměrně komplikované a relativně drahé, patří mezi základní ukazatele obsahu organických látek stanovení veškerých

organických látek, jejichž množství se vyjadřuje jako biochemická spotřeba kyslíku (BSK5) nebo chemická spotřeba kyslíku (CHSK) (Sarioglu a kol., 2016).

Biochemická spotřeba kyslíku (ve zkratce jako BSK5), již výše uvedený způsob znečištění vody, který se vyjadřuje obsahem biologicky rozložitelných organických látek, které jsou obsaženy v odpadních vodách. Je možné uvést, že biologicky rozložitelné znečištění narušuje přirozenou rovnováhu kyslíku ve vodách, která je nezbytná pro životní funkce mnoha živočichů a organismů. Je možné jej přirovnat k množství rozpuštěného molekulárního kyslíku, který se spotřebovává za určitý časový interval, a to výše uvedenými mikroorganismy, a to při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Faktem je, že při tomto není kyslík opětovně dodáván, ale je spotřebováván. Standardním způsobem se provádí stanovení v časovém intervalu 5 x 24 hod, a proto je uvedeno označení BSK5, které již bylo uvedeno v textu výše. Jeho vyjádření je v mg/l kyslíku (Sarioglu a kol., 2016).

Chemická spotřeba kyslík (dále jen jako CHSK) je označována také jako oxidovatelnost a představuje míru obsahu látek, které jsou schopny chemické oxidace. Stanovení je určeno zejména k informacím o celkovém obsahu organických, nebo také oxidovatelných látek, které jsou ve vodě. Výsledek stanovení pak představuje množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě aplikovaného oxidačního činidla, kterým je manganistan draselný nebo dichroman draselný a vyjadřuje se v mg/l kyslíku. Je nutné konstatovat, že výsledky, které jsou stanoveny oběma metodami nejsou shodné, tak je nutné u výsledku uvádět, jakou metodou byla CHSK stanovena, a podle tohoto se určuje jako CHSKMn nebo CHSKCr. Hodnoty CHSKCr je možné definovat jako většinou vyšší než hodnoty CHSKMn, protože za podmínek stanovení je CHSKCr silnějším oxidovadlem. Podle tohoto hlediska je oxidační činidlo dichroman draselný vhodné také pro stanovení CHSK ve všech druzích vod. K tomuto je nutné uvést, že manganistan draselný je vhodný pro aplikaci u přírodní a pitné vody. Poměr CHSK/BSK pak vyjadřuje stupeň biologické rozložitelnosti organických látek. Nízké hodnoty poměru CHSK/BSK, které jsou na hodnotě < 2, ukazují na přítomnost snadno rozložitelných látek, ovšem vysoké hodnoty tohoto poměru pak představují přítomnost látek, které jsou rozložitelné jen za značně obtížných podmínek (Sarioglu a kol., 2016).

Sacharidy jsou kvantitativně nejvíce zasoupené organické látky ve splaškových vodách, mohou tvořit až 50% obsahu organického uhlíku (Güven a kol., 2017).

Fenoly jsou významnou skupinou organických látek, jsou to sloučeniny aromatického charakteru a lze je rozdělit na jednoduché, odvozené od benzenu a naftalenu a na polyfenoly obsahující více aromatických jader. Další dělení je na jednosytné a vícesytné podle počtu hydroxylových skupin. Fenoly v odpadních vodách pocházejí především z průmyslu strojního, petrochemie nebo výroby celulózy. Jsou také součástí širokého spektra dezinfekčních a konzervačních prostředků (Güven a kol., 2017).

Při hodnocení složení odpadních vod je nutné zohledňovat různá hlediska i v kontextu s výše uvedenými právními normami nejenom v české, ale také evropské právní úpravě. Je nutné zohlednit způsob dopravy, postup čištění a je nutné také znát jakost a množství látek ve splaškových odpadních vodách. Průtok těchto vod je uváděn v jednotkách, jako l/s, m³/d, případně v m³/rok a závisí na spotřebě vody daného producenta odpadní vody. Pro hodnocení znečištění komunálních odpadních vod je nutné zohledňovat hlediska relevantní právní úpravy, a to vodohospodářská hlediska, kdy v tomto případě patří mezi nejvýznamnější složky znečištění BSK₅, CHSK, nerozpuštěné látky, sloučeniny P a N. (Güven a kol., 2017)

Je také možné uvést základní měřítko pro specifikaci znečištění vody. Je to tzv. ekvivalent obyvatel, ve zkratce EO. Podle zákonné úpravy je ekvivalentní obyvatel definován produkcí znečištění 60 g BSK₅ za jeden den. Počet EO je relevantní pro účel zařazení čistírny odpadních vod do velikostní kategorie a je vypočítáván z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do čistírny odpadních vod během jednoho roku. Je nutné uvést, že mohou existovat výjimečné situace, jako například povodně a přívalové deště, které v tomto případě představují specifické výjimky (Güven a kol., 2017).

3.4. Průmyslová odpadní voda

Za průmyslovou odpadní vodu je možné označit vodu, která vzniká v průmyslových firmách a nadnárodních koncernech, jako je níže uvedená firma Škoda Auto, a.s. Charakter znečištění této vody je odvislý zejména od druhu průmyslu, a také na použité technologii výroby. Z průmyslu jsou produkovány různé průmyslové látky, které zahrnují odpadní vody z technologických vod a je to zejména voda přímo používaná při výrobě, a také pak vody z chladících vod. Je to voda používaná na chlazení zařízení a její znečištění je v podstatě tepelné. Průmyslová odpadní voda se čistí buď přímo v dané firmě a následně vypouští do kanalizace nebo přímo v městské čističce odpadních vod. (Sarioglu a kol., 2016)

S průmyslovými odpadními vodami souvisí pojem „water footprint“ což je vlastně indikátor, který měří vliv sociálních a ekonomických aktivit na vodní zdroje (Chouchane et al. 2015). Tento indikátor byl významně využíván také pro výzkum aktivit ovlivňujících vodní zdroje v průmyslu (Chen et al., 2015; Wang et al., 2011). Nezbytné je také zmínit skutečnost, že průmysl znečišťuje vodní zdroje také těžkými kovy (Mohammed a Sahu, 2019). Khalid a Khaver (2019) zkoumali znečištění vodních zdrojů v Pákistánu a další studie se zabývají znečištěním v dalších rozvojových zemích, jako je například Indie a další. Jejich výsledky ukazují, že průmysl je jedním z hlavních znečišťovatelů vod v zemi. Často dochází k vypouštění odpadních vod do blízkých potoků, řek, jezer nebo polí, což zhoršuje kvalitu vodních zdrojů a ohrožuje lidské zdraví.

Látky znečišťující průmyslové odpadní vody (Sarioglu a kol., 2016):

- azbest – způsobuje řadu zdravotních problémů a je karcinogenní. Zdrojem azbestu je stavební průmysl, ale také báňský a zpracovatelský průmysl. Azbest se také používá při výrobě brzdového obložení pro automobily, u vysokovýkonných vakuových vysavačů, azbestocementového potrubí, izolačních materiálů, protipožárních nástříků, osinkocementu (eternit - krytina, obkladový materiál) a azbestového textilu.
- olovo – způsobuje jak zdravotní, tak také environmentální problémy, jelikož je velice náročné ho z prostředí odstranit, pokud je nějaká oblast již kontaminovaná. V současné době je většina světové produkce spotřebována na výrobu olověných akumulátorů především pro automobilový průmysl. Dále se tento prvek používá v chemickém průmyslu, k výrobě krytů proti ionizujícímu záření a jako ochranný obal elektrických kabelů. Použití má také při výrobě munice a některých druhů nízkotavitelných pájek, ložiskových kovů i dalších slitin.
- rtuť – rovněž vede jak ke zdravotním, tak environmentálním komplikacím, a je rovněž těžké ji ze zasažených oblastí odstranit. Velké množství rtuti je spotřebováno na průmyslovou výrobu chlóru a těžbu zlata. Rtuť nalézá uplatnění také v zářivkách, bateriích, měřících a analytických přístrojích, v medicíně, bývá obsažena jako ochranná přísada různých nátěrů. Tento prvek je možno nalézt také v některých hnojivech a pesticidech. Hlavním zdrojem elementární rtuti je především spalování fosilních paliv a odpadů, těžba, metalurgie a chemický průmysl.
- dusičnany – jejich zvýšené množství na vodních plochách vede k zamoření řasami, což může způsobovat problémy. Využívají se zejména v potravinářském průmyslu jako součást solících směsí.

- fosfáty – mají stejný vliv jako dusičnany,
- sířičitany – ohrožují život v mořích,
- oleje – olej se usazuje na vodní hladině, čímž tvoří překážku během fotosyntézy pro rostliny, které se vyskytují pod mořskou hladinou a zároveň škodí rybách a vodním ptákům,
- petrochemikálie – petrochemický průmysl se zabývá zpracováním ropy, která je využívána v nejrůznějších průmyslových odvětvích od léků až po textil. Jde o látky ohrožující život v mořích.

Jak již bylo zmíněno, automobilový průmysl je významným konzumentem vody. Během výroby jsou využívány oleje, barvy, syntetické kapaliny, což vede k tomu, že odpadní vody obsahují oleje, uhlovodíky a kovové částice. Odpadní vody napříč automobilovým průmyslem mohou tedy obsahovat (Akpomie a kol., 2015):

- oleje, maziva, uhlovodíky,
- hořlaviny – jelikož mohou způsobit explozi nebo požár, nemohou se tyto látky vyskytovat ve vodě, která je vypouštěna,
- nerozpustné látky – jejich přítomnost může způsobit naplaveniny v kanalizacích nebo čerpadlech,
- chladicí kapalina – zde se vyskytuje největší množství uhlovodíků (glycol) a proto musí být odstraněny před tím, než se odpadní voda dostane do kanalizace nebo do stoky,
- voda po umývání vozů, vybavení, závodu – může obsahovat všechny zmíněné látky.

Je nutné uvést, že mnohé z těchto látek již byly uvedeny v rámci specifikace složení odpadních vod a mnohé z těchto uvedených látek přímo souvisí s činností průmyslových firem a nadnárodních koncernů a s jejich výrobními činnostmi.

4. Čištění průmyslových odpadních vod

Čištění odpadních vod biologické nebo chemické. Biologické čištění vede k získání odpadní vody, kterou lze vypustit do vodoteče, do zasakovacího systému nebo jejím dalším zpracováním a recyklací využít pro další procesy (Ekosystem, n.d.). Toto biologické čištění je vhodné pouze u lehce znečištěné vody a je relativně levné. Nevýhodou je, že je časově náročné a není vhodné pro všechny znečišťující látky (Tröster et al., 2002). Naproti tomu chemické čištění se soustředí na to, aby zbavilo průmyslovou vodu chemikálií a jiných nežádoucích látek. Obvykle je tato voda vrácena zpět do procesu jako voda procesní. Tato recyklace odpadních vod vede k významné úspoře vody pitné (Ekosystem, n.d.).

V současnosti jsou pro čištění průmyslových odpadních vody využívány různé techniky, které kombinují řadu metod s cílem eliminovat ve vodě obsažené škodliviny. Obecně řečeno, princip čištění průmyslových odpadních vod stojí na chemické stabilizaci a je nezbytné oddělit z odpadní vody vodou ředitelné barvy, různé emulze a lepidla, která byla během výrobního procesu využita. U průmyslových odpadních vod je nezbytné sledovat určité ukazatele. Mezi ně se řadí chemická spotřeba kyslíku, biochemická spotřeba kyslíku, nerozpuštěné látky, extrahovatelné látky, nepolární extrahovatelné látky, rozpuštěné anorganické soli, adsorbované organicky vázané halogeny, zákal, barvu, skupiny organických a anorganických sloučenin, pH, chemická individua a jednotlivé prvky, které se v nich nachází (Bindzar, 2020). Strategie pro průmyslové odpadní vody (Bindzar, 2020) zahrnuje následující kroky:

- **prevention** – snaha předejít vzniku odpadních vod,
- **reduce** – jedná se jak o redukci objemu odpadních vod, tak redukci jejich závadnosti,
- **reuse** – čištění odpadních vod tak, aby bylo možné je znovu využít,
- **recycle** – recyklace nebo recirkulace,
- **treat** – vlastní čištění odpadních vod,
- **dispose** – v případě jejich vypouštění.

4.1. Biologické čištění

Biologické čištění odpadních vod využívá mikroorganismů, které rozkládají a odstraňují organické znečištění tak, že ho přeměňují na biologické vločky. Tento proces se skládá z řady reakcí a je velmi složitý. Jeho rychlost závisí na řadě faktorů, např. typu znečištění, teplotě

vody, pH, obsahu kyslíku, na množství toxických látek atd. Velmi důležitá je použitá metoda čištění. Toto čištění je zpravidla projektováno na odstranění organických látek a využívá se dvou různých postupů (Bindzar, 2020):

anaerobní rozklad, kdy látky oxidují na oxid uhličitý a vodu bez přítomnosti kyslíku a redukuje se organické plyny, např. methan.

aerobní rozklad, kdy při čištění dochází k oxidaci organických látek působením mikroorganismů za přítomnosti kyslíku. Výsledným produktem jsou oxid uhličitý a voda (Bindzar, 2020).

4.2. Chemické čištění

Na chemické čištění průmyslových odpadních vod se zaměřuje stále více institucí a průmyslových provozů a snaží se tak chovat zodpovědně k životnímu prostředí. Odpadní vody vyprodukované automobilovým průmyslem obsahují velké množství těžkých kovů, které vyvolávají potřebu složitých technologií úpravy vody. Technologie na čištění odpadních vod z průmyslových odvětví je různá a je založena převážně na flotačních nebo sedimentačních procesech čištění. Existuje mnoho postupů a metod čištění těchto vod (Bindzar, 2020). Jedná se například o srážení (čiření) pomocí hydroxidů nebo sulfidů, iontovou výměnu, membránové, adsorpční, elektrochemické procesy a v poslední době se stále více začínají používat biologické metody. Kromě srážení těžkých kovů obsažených ve vodě se na její úpravu používá adsorpce na vhodných adsorpčních materiálech jako např. na aktivním uhlí. Sorpce je velmi jednoduchou, myšleno z hlediska provádění, efektivní a široce rozšířenou oproti konvenčním metodám, jednak kvůli své dostupnosti a ekologické povaze, ale i relativně nízké ceně. Další předností této metody je možnost využití širokého spektra látek se sorpční schopností – sorbentů. Jako cenově dostupné sorbenty mohou být použity některé přírodní materiály (zeolity), ale také odpady z průmyslu nebo zemědělství. V současné době jsou nejvíce testovanými a používanými sorbenty těžkých kovů oxidy a oxihydroxidy železa, aktivovaná aluminia, písek obalený hydroxidem železa, média s vrstvou TiO₂ nebo MnO₂ na povrchu nebo aktivní uhlí. Při výběru metody čištění odpadní vody, je nutné zvážit vícero faktorů, které mohou ovlivnit efektivitu odstranění, ale i investiční a provozní náklady. Tyto metody využíváme např. pro čištění odpadních vod (Azimi a kol., 2017).

- s obsahem zbytkových barev a lepidel
- s obsahem kovů

- z odmašťování
- s obsahem rezných emulzí
- ze zpracování kovových dílců, které obsahují fluoridové pasty
- pro úpravu PH

Membránové čištění se řadí mezi fyzikálně-chemické metody, které jsou založeny na principu filtrace přes semipermeabilní (polopropustnou) membránu, která propustí pouze menší částice než je světlost pórů. Tato metoda je v současnosti stále více využívána z důvodu vysoké efektivity a energetické nenáročnosti (Bindzar, 2020).

Elektroflotace je další metodou využívanou v automobilovém průmyslu, která na českém trhu zaujímá stále výraznější pozici. Metoda pracuje s elektrodami odolnými vůči rozpouštění při elektrolýze a vyznačuje se řadou předností oproti tlakovzdušné flotaci či flotaci s tzv. obětovanými elektrodami. Elektrolýzou se vytvářejí přímo v odpadní vodě velmi jemné bublinky vodíku a kyslíku, které jsou následně pomocí vloček hydroxidů separovány (Bindzar, 2020).

Na základě tohoto dělení je patrné, že chemické čištění je v případě automobilového průmyslu vhodnější metodou. Je nutné si uvědomit, že odpadní voda z automobilových závodů obsahuje těžké kovy a jiné chemické látky, které mohou mít toxické účinky (Thury et al., 2012). Chemické čištění se snaží o mineralizaci škodlivin jako převod organické látky na anorganické látky, které se ve vodě nacházejí, nebo alespoň o jejich rozklad na biologicky odbouratelné a neškodlivé látky (Tröster et al., 2002).

Existuje několik opatření ve vztahu k objemu odpadních vod. Výrobci mohou přejít na novou, čistší výrobní technologii nebo vyrábět za použití jiných pomocných látek a surovin. Výrobní proces lze optimalizovat s cílem zabránit haváriím a únikům vody. Může také dojít k separaci určitých toků a jejich předčištění nebo k recirkulaci. V neposlední řadě musí být zvolená vhodná metoda a technologie pro čištění odpadních vod (Bindzar, 2020).

4.3. Vliv automobilového průmyslu na kvalitu vodních zdrojů v ČR

Zvolenou firmou pro případovou studii týkající se čištění průmyslových odpadních vod je Škoda Auto, a.s. (dále jako Škoda Auto) Tato firma patří celosvětově mezi nejstarší automobilové firmy. Automobilka byla založena v roce 1895 a zakladateli byly Václav Laurin a Václav Klement, kteří společně založili na tehdejší dobu úspěšnou firmu, která stála u vzniku

více než 125 leté tradice spočívající ve výrobě českých automobilů. Současná tržní pozice firmy v automobilovém průmyslu zahrnuje přední či dokonce vedoucí pozice, a to i na základě skutečnosti, že je firma již více jak třicet let součástí koncernu VOLKSWAGEN (v textu dále jako koncern). Škoda Auto se postupně propracovala na pozici silné, stabilní a mezinárodně úspěšné firmy, která aktivně působí na více jak 100 trzích v globálním měřítku a nabízí jednotlivým skupinám zákazníků v současnosti na devět modelových řad automobilů. (Výroční zpráva Škoda Auto, 2019)

Ve vztahu k tématu bakalářské práce je nutné se zaměřit hlavně na přístup firmy k ochraně životního prostředí. Obecně je možné uvést, že u všech produktů a řešení mobility pro zákazníky se firma snaží aktivně minimalizovat negativní dopady na životní prostředí, a to v rámci celého životního cyklu daného produktu. Počínaje zpracovatelským průmyslem spočívající v těžbě nerostných surovin, kde ale firma činnosti zpracovatelských firem ovlivnit nemůže z důvodu, že je odběratelem těchto nerostných surovin a zpracovatelské firmy tak mohou být potencionálně znečišťovateli vod nebo půdy či ovzduší. Další etapy životního cyklu produkty firmy jsou pak ovlivnitelné až do konce životnosti produktů firmy. Snahou firmy je podporovat ekosystémy, které nejsou dotčeny průmyslovými vlivy, ale také utvářet pozitivní vliv na veřejnost v ochraně životního prostředí, a to včetně ochrany vod a čištění průmyslových odpadních vod v automobilce (Výroční zpráva Škoda Auto, 2019).

Firma se při ochraně životního prostředí zaměřuje na opatření na snižování emisí do ovzduší, což ale není tématem bakalářské práce, a proto bude zaměření zejména na ochranu půdy a ochranu vod. Tato ochrana v rámci koncepce přístupů k ochraně půdy a vod je založena na ochraně vodních zdrojů, a také půdy před znečištěním z výrobní činnosti firmy nejenom na českém trhu, ale také na zahraničních globálních trzích. Celková spotřeba vody, představuje 1,56 milionů m³ a od roku 2010, v rámci podnikatelské výrobní činnosti, navýšila pouze v minimálním měřítku. V komparaci s rokem 2010 pak firma vyrábí o 72 % více automobilů výše uvedených devíti produktových řad a v ochraně vody a zpracování odpadních průmyslových vod využívá firma nové pokročilé technologie, které jsou vybudovány na základě evropské legislativy a evropských kritérií na tato zařízení, který jsou určeny pro čištění odpadních vod v rámci firmy. Opět jsou využívány také nejlepší dostupné techniky, výše uvedené BAT (Škoda Auto, 2020).

Tyto nové moderní technologie snižují spotřebu vody, která je určena pro výrobní činnosti firmy. U čištění vody je to aplikace technologie suchého odlučování a další nové technologie

v lakovně v souvislosti s ochranou a čištěním průmyslové odpadové vody. Firma se také zaměřuje na řešení nakládání s dešťovými vodami ze zpevněných ploch. Konkrétně se jedná o vypouštění dešťových vod prostřednictvím retenčních dešťových nádrží. V tomto kontextu je vhodné uvést, že v roce 2019 stoupl celkový počet retenčních nádrží na 22 a celková kapacita byla více jak 22.000 m³. Podstatný důraz je kladen na bezpečné nakládání s látkami, které mohou v případě jejich úniku kontaminovat jak půdu, tak zejména podzemní vody. Mezi standardy firmy patří transparentní dodržování bezpečnostních pravidel, jako konkrétně aplikace vícenásobné bariérové ochrany (Škoda Auto, 2020).

Spolu se snížením vyprodukovaných emisí došlo také k propadu konzumace vody o 31% a množství odpadu se snížilo o zhruba 14%. Energie potřebná k výrobě jednoho vozu klesla o přibližně 16% během uplynulých deseti let.

5. Čištění průmyslových odpadních vod ve firmě Škoda Auto

5.1. Základní charakteristika firmy Škoda Auto a.s.

Společnost Škoda Auto, a.s. (dále jako Škoda Auto) představuje nejstarší automobilové společnosti ve světovém měřítku. Její historický vznik se datuje již k roku 1895, kdy byl Laurinem a Klementem založen podnik, který následně stál u zrodu více než stoleté tradice výroby českých automobilů. Pozice společnosti v automobilových segmentech trhu na předních pozicích, a to i na základě toho, že přibližně 30 let je součástí koncernu Volkswagen (dále jen ve zkratce VW). I díky tomuto se stala automobilová firma silným subjektem v segmentu automobilového trhu a stala se silnou a mezinárodně úspěšnou firmou aktivně působící na více než 100 trzích a nabízející zákazníkům celkově devět modelových řad automobilů. Škoda Auto patří dlouhodobě k nejvýznamnějším firmám v rámci české ekonomiky a v současné době společnost zaměstnává okolo 34 800 zaměstnanců. Společnost působí také v regionálním rozvoji a podpoře infrastruktury, kde má společnost své výrobní kapacity. O úspěšnosti i žádanosti společnosti na českém pracovním trhu hovoří také opětovné vítězství v soutěži Českých 100 nejlepších, a to za rok 2019 a celkově společnost stanula na prvních pozicích devatenáctkrát z celkem třiatvaceti ročníků soutěže. (Škoda Auto, výroční zpráva za rok 2019, 2020)

Sídlo Škoda Auto je v Mladé Boleslavi, je také jeden z výrobních závodů firmy. Další dva výrobní závody jsou lokalizovány v Kvasinách a ve Vrchlabí. Mimo toho Škoda Auto v rámci koncernových partnerství vyrábí součásti vozů také v čínských, ruských a slovenských výrobních kapacitách. Dále pak v německých výrobních kapacitách, v Alžírsku a v Indii, a to ve spolupráci s regionálními a lokálními obchodními partnery a dodavatelskými subjekty. Škoda Auto také realizuje svoje podnikatelské a výrobní činnosti na Ukrajině a v Kazachstánu. Hlavním předmětem podnikatelské činnosti firmy Škoda Auto je zejména: (Škoda Auto, výroční zpráva za rok 2019, 2020)

- Vývoj nových produktových řad automobilů s ohledem na inovativní technické a technologické možnosti výroby,
- Výroba a prodej automobilů v aktuálních produktových řadách,
- Výroba automobilových komponentů a originálních dílů Škoda Auto,

- Příslušenství pod značkou Škoda,
- Poskytování servisních služeb pro automobily Škoda Auto.

Škoda Auto má pro nadcházející střednědobý časový horizont nastavenou Strategii 2025+ a na základě této strategie prochází transformací Simply Clever, a to jako firma, která nabízí jednotlivým skupinám zákazníků optimální řešení na základě jejich požadavků na mobilitu a související digitální služby, které jsou poskytovány ze strany Škoda Auto. Jediným akcionářem firmy Škoda Auto je VOLKSWAGEN FINANCE LUXEMBURG S.A. Společnost VOLKSWAGEN FINANCE LUXEMBURG S.A. je dceřinou společností společnosti VOLKSWAGEN AG. (Škoda Auto, výroční zpráva za rok 2019, 2020).

5.2. Nakládání s odpadními vodami ve Škoda Auto a.s.

V souvislosti s odpadními vodami klade Firma Škoda Auto velký důraz na ekologii a ochranu životního prostředí. Na výstavbě nové čistící stanice pro čištění odpadních vod z provozu lakovny firmy v areálu Škoda Auto v Mladé Boleslavi bylo vypsáno výběrové řízení a vybrány firmy SMP CZ ve sdružení s firmou KUNST. Konkrétně pak zahrnuje linku zpracování anorganických odpadních vod, které obsahují těžké kovy, fosfor a fluoridy. Odpadní vody z lakovny jsou čištěny na prvním stupni a následně pak jsou přesouvány do budovy, kde je prováděna sedimentace kalu. Poté dochází k následnému odvodnění kalu. V posledních letech byla budova sedimentace předmětem cílené modernizace pro dosažení dostatečné kapacity čistírny odpadních vod. Původní budova, která byla určena pro čištění sedimentace kalu byla zbourána a vzniká nová moderní hala. Zachován byl pouze suterén budovy, s novým železobetonovým stropem a sanací stěn budovy. Modernizována bude nádrž pro velmi znečištěné vody a je součástí celého komplexu, který je určen pro jednotlivé fáze procesu čištění průmyslových odpadních vod v rámci výrobní činnosti firmy. Přístup k čištění průmyslových odpadních vod je komplexní i náročný technicky i finančně, nicméně do budoucna bude mít pozitivní dopady na efektivitu ochrany vody a životního prostředí a na koordinaci práce jednotlivých zainteresovaných stran v rámci organizace firmy. Mimo tohoto do jednoho komplexu budou začleněny i původní prostory a nádrže pro čištění průmyslových odpadních vod v rámci zvolené firmy (Škoda Auto, 2020).

Na čištění průmyslových odpadních vod ve firmě se podílí firma ŠKO-ENERGO. Zdrojem provozní vody Bradlec je voda z řeky Jizery, která je upravována neutrálním čeráním a následnou filtrací pro potřebu Škoda Auto, a také pro teplárnu ŠKO-ENERGO. Voda je

v objemu dvou milionů m³ za rok a je dopravována gravitačním potrubím na vzdálenost kolem šesti kilometrů do závodu ŠKO-ENERGO, kde je také zajišťována ekologická recyklace odpadních průmyslových vod v rámci činnosti firmy. (ŠKO-ENERGO, 2020) Přehled činnosti ŠKO-ENERGO je na obr. 1.

Obrázek 1: Činnosti ŠKO-ENERGO (ŠKO-ENERGO, 2020)



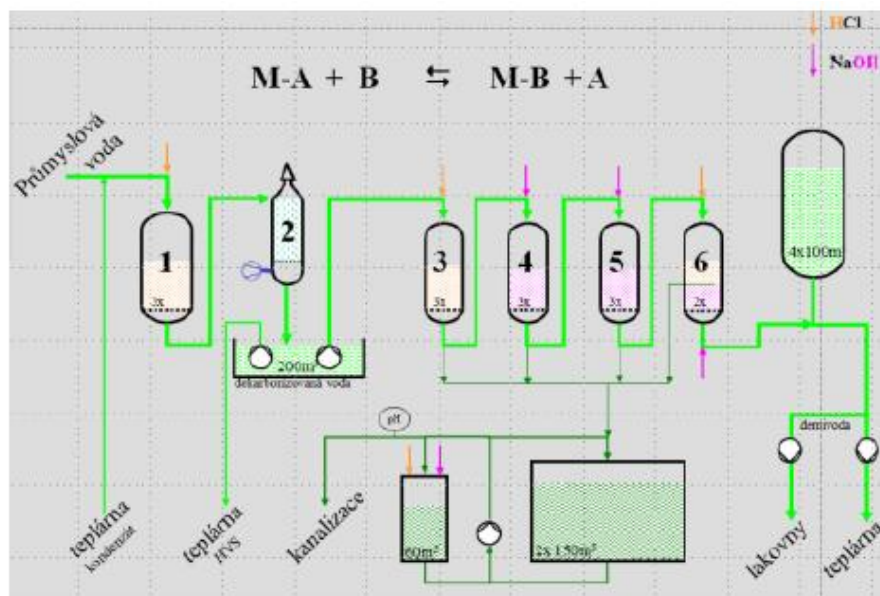
Čištění odpadních vod zajišťuje neutralizační stanice Z17A, která čistí odpadní vody z lakovny karosérií s využitím technologie koagulace železitými solemi a alkalickým srážením kovů. Vody, které obsahují biologicky odbouratelné organické látky jsou vedeny kanalizací a následně k dočištění do městské čistírky odpadních vod. Zde dochází k biologickému dočištění odpadních vod. Vody bez přítomnosti organických látek, které jsou zbavené těžkých kovů se vypouštějí do lagun Z29 (ŠKO-ENERGO, 2020).

K čištění odpadních vod z mechanického opracování kovů, jako jsou zaolejované vody a emulze, již bylo ze strany firmy přistoupeno v roce 1997, a to postavením stanice Z25 a s technologií odpařování za pomoci vakua a několikasupňovým mechanickým předčištěním. V roce 1998 byla dokončena stavba stanice Z29 na dočištění vody z dešťové kanalizace nové části výrobního závodu firmy. Jak již bylo uvedeno, tak v současnosti probíhá modernizace prostor pro čištění průmyslových odpadních vod a hlavní částí této stanice jsou dvě laguny s celkovým objemem až 19.000 m³. V těchto lagunách dochází k biologickému dočištění vypouštěných vod na základě intenzivního provzdušňování těchto dvou lagun. Laguny jsou také určeny jako havarijní pojistka proti znečištění zalužanské vodoteče a následně také potoku Klenice a řeky Jizery. Je nutné uvést, že v současné době jsou pro verifikaci čistoty vody v lagunách chovány ryby (ŠKO-ENERGO, 2020).

V roce 1999 bylo uvedeno do provozu nové zařízení týkající se chemické úpravy vody, která je určena k výrobě přídavné napájecí vody pro fluidní kotle a je označována jako demineralizační stanice Z10. Konečný produkt je označován jako tzv. demineralizovaná voda,

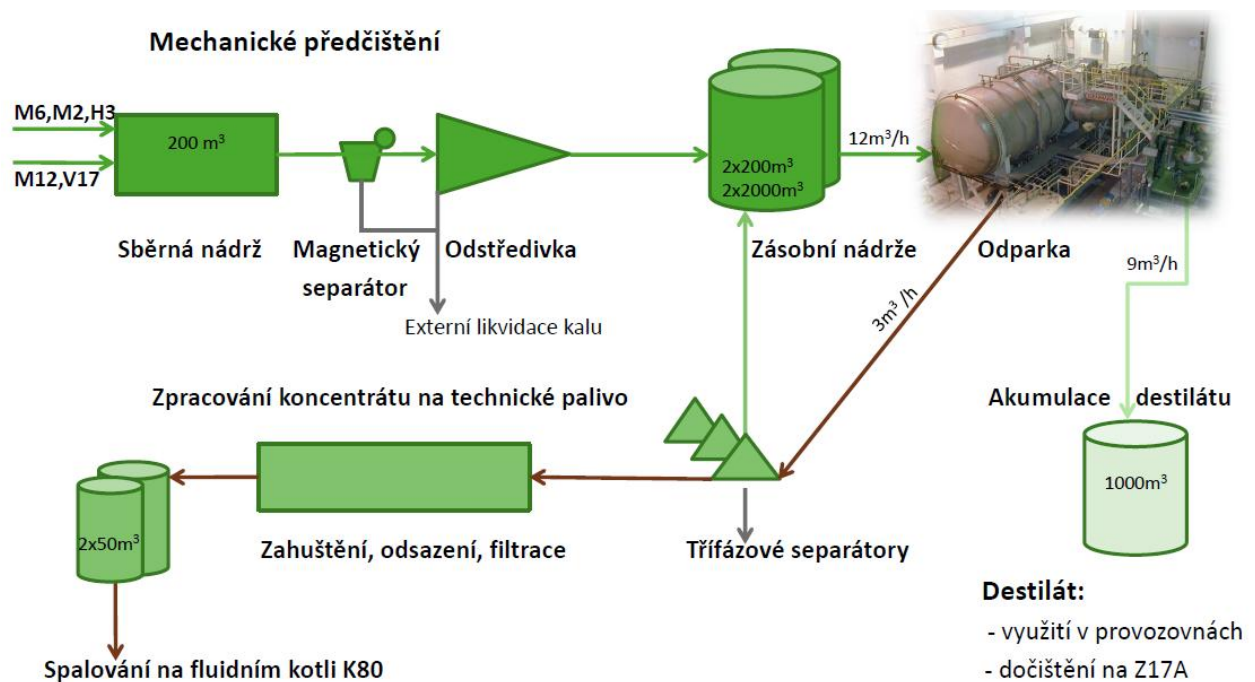
kteřá se shromažďuje v zásobních nádržích za pomoci čerpadel a dopravuje se do teplárny a lakovny v rámci výrobních prostor firmy. Výroba demineralizované vody je uvedena s popisem na obrázku níže. Pro potřebu výrobních provozů firmy Škoda Auto je voda určena především pro svařovny a pro lakovny firmy. K tomuto slouží stanice chladicí vody Z24, stanice chladicí vody E14A a E14B o výrazně nižších parametrech pro potřebu chlazení robotů. ŠKO-ENERGO dále provozuje chladicí stanici Z30 sloužící pro nově vybudovanou montáž M6 (ŠKO-ENERGO, 2020). Schéma výroby je na obr. 2

Obrázek 2: Výroba demineralizované vody ve firmě (ŠKO-ENERGO, 2020)



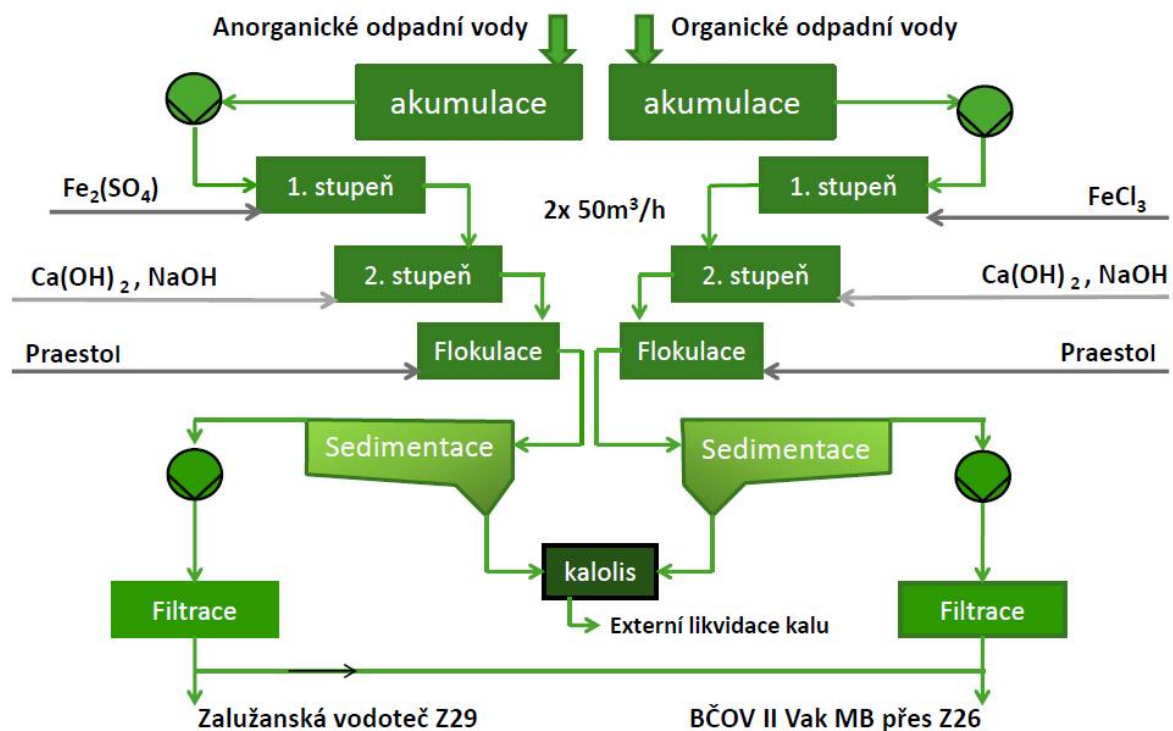
Technologie výroby demineralizované vody využívá technologie ionexových filtrů, jako sourodé provedení filtrů a kruhové uspořádání jejich řazení. Realizace již byla provedena v roce 1972 a následně pak rozšíření a modernizace v roce 1997 o mixbedy a novou neutralizaci regeneračních vod. V roce 2019 proběhla instalace reverzní osmózy s ultrafiltrací s cílem omezení dodatečného zatížení odpadních vod solemi z regenerací ionexových filtrů. (ŠKO-ENERGO, 2020). Schéma stanice zaolejovaných odpadních vod a emulzí je na obr. 3

Obrázek 3: Čistící stanice zaolejovaných odpadních vod a emulzí (ŠKO-ENERGO, 2020)



V kontextu výše uvedených činností firmy v rámci výrobních závodů je též vhodné uvést na obrázku níže čistící stanice odpadních vod z lakoven Škoda Auto. Je nutné uvést, že prostory lakoven a technologie byly v posledních letech modernizovány v rámci cílů a snah firmy týkající se ekologické podnikatelské činnosti a udržitelnosti podnikatelské činnosti firmy, schéma stanice je na obr. 4

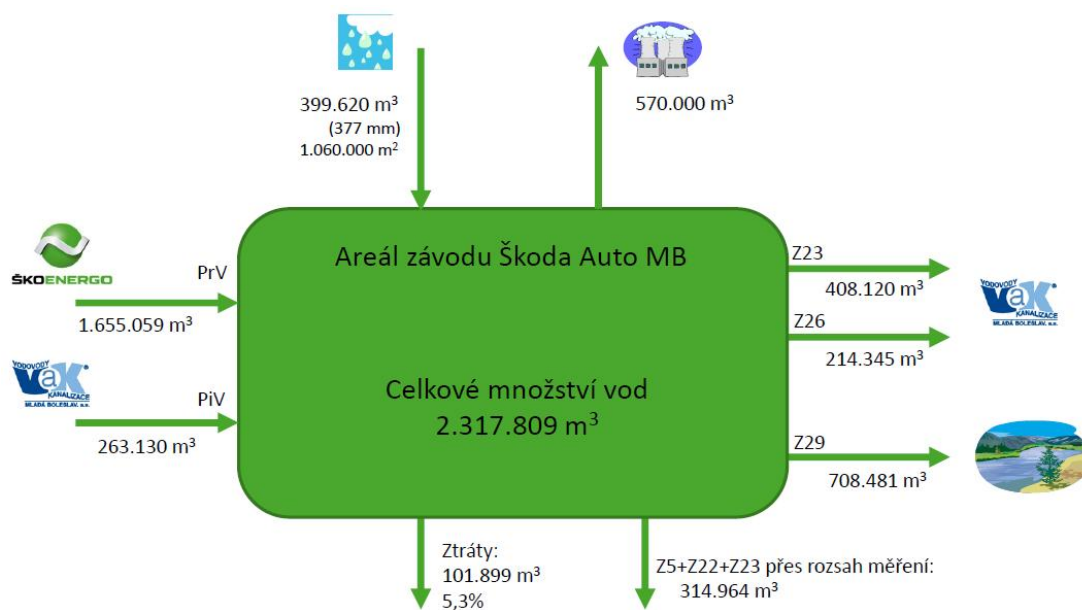
Obrázek 4: Čistící stanice odpadních vod z lakoven Škoda Auto (ŠKO-ENERGO, 2020)



Závěrem je též vhodné uvést aktuální bilanční schéma výrobního závodu v Mladé Boleslavi, což zahrnuje využití vody ve firmě v jejím výrobním závodě, ale také čištění průmyslových vod v rámci firmy v roce 2018, zobrazeno na obr. 5. Není tak zahrnuta modernizace v letech 2019 a 2020, která ještě není definitivně ve firmě dokončena a lze očekávat, že činnosti související s čištěním průmyslových odpadních vod ve firmě i využití vody v jednotlivých zařízeních firmy bude efektivnější. Firma musí také reagovat na aktuální problémy související s využitím vody v podnikatelské činnosti firmy, a to zejména opakované období sucha a nedostatku vody. U hospodaření s vodou a čištění průmyslových odpadních vod firmy existují ještě další výzvy do budoucna, konkrétně:

- Rozhodnutí firmy, zda je lepší využívat povrchovou nebo podzemní vodu k jednotlivým výrobním činnostem,
- Možnosti využití srážkové vody ve výrobní činnosti firmy,
- Využití dešťové vody z retenčních nádrží a správa těchto zásob vody a jejich efektivní využití,
- Pokračující modernizace čištění průmyslových odpadních vod ve firmě a efektivita jednotlivých přístupů v činnosti firmy.

Obrázek 5: Bilanční schéma ve výrobním provozu Mladá Boleslav – rok 2018 (ŠKO-ENERGO, 2020)



6. Diskuse

Budoucnost čištění odpadních vod a průmyslových odpadních vod nespočívá pouze v aktivní činnosti konkrétních výrobních firem, jako je v případě této bakalářské práce Škoda Auto, a.s. Na základě provedené analýzy environmentální činnosti firmy v oblasti čištění průmyslových odpadních vod je možné konstatovat, že přístup firmy Škoda Auto, a.s. k této problematice je odpovědný a její snahou je modernizovat stávající zařízení k čištění průmyslových odpadních vod, a to v nadcházejícím krátkodobém časovém horizontu a střednědobém časovém horizontu podnikatelské činnosti firmy Škoda Auto, a.s. Podle mého názoru bude i rolí ČR, aby přijala všechny relevantní sekundární předpisy práva EU, zahrnující nařízení a směrnice, které je nutné přijmout a harmonizovat do českého právního řádu, a to nesporně i přes vliv některých lobbystických skupin zahrnující velké nadnárodní firmy působící v ČR s cílem vyjednat právní regulaci, která bude znamenat pro tyto firmy co nejnižší náklady související s technickými a technologickými řešeními úpravy a čištění průmyslových odpadních vod.

Veškeré činnosti související s vodou pro firmu Škoda Auto řeší dceřiná společnost ŠKO-ENERGO, od nákupu vody, dopravu do areálu výrobního závodu, až po její následnou úpravu a čištění. Vyčištěnou vodu se snaží opětovně využít pro potřeby jednotlivých provozů, což je lepší, než aby vodu vypouštěli do recipientu. Tím, že vodu recyklují šetří primární vodní zdroje, jak povrchové, tak podzemní vody, a tím pak sníží náklady, které by jinak museli zaplatit státu za odběr vody pro výrobu. Pro její čištění se používají osvědčené metody, nicméně stále více se zajímá o nejnovější poznatky výzkumu, pro které se snaží vytvářet podmínky a postupně je zapracovávat do procesu, což dokazují i velké investice do nových technologií a výstavby nové neutralizační stanice. S ohledem na ochranu životního prostředí chce jít firma určitě příkladem ostatním.

Jsem toho názoru, že by měla firma Škoda Auto, a.s. realizovat své environmentální aktivity ve všech svých výrobních závodech v ČR. Firma se snaží využívat vodu co nejvíce efektivně a v tomto kontextu to představuje efektivní využití vody pro čištění odpadních průmyslových vod v následujícím střednědobém časovém období do roku 2025. Skutečností také je, že modernizační aktivity byly v roce 2020 zpomaleny vlivem sekundárních dopadů epidemie COVID-19, kdy firma musela řešit krizové otázky a problémy, které byly spojeny s tímto globálním problémem a upravit vlastní výrobní prostory s ohledem na testování a dodržování epidemiologických požadavků a stávajících nařízení, které byly vydány Vládou ČR. Myslím,

že dopady epidemie COVID-19 se ještě v podnikatelské činnosti firmy projeví také v roce 2021 a budou mít přímý vliv na odložení nebo zrušení některých modernizací prostor pro čištění průmyslových odpadních vod.

Budoucím strategickým úkolem firmy je vyřešit dostatečným způsobem také opakované období sucha a nedostatku vody tvorbou rezerv vody, která bude určena pro chod firmy v těchto obdobích. U hospodaření průmyslových odpadních vod pak je ještě nutné zdůraznit další strategické výzvy, které bude muset firma v uvedeném časovém období řešit, konkrétně se jedná o:

- Konečné rozhodnutí o tom, zda budou využívány zdroje povrchové vody, nebo zdroje podzemní vody a tyto příkladně zda budou kombinovány s ohledem na výrobní činnosti firmy v jejich jednotlivých výrobních závodech,
- Jak efektivně bude možné využívat srážkové vody ve výrobních činnostech firmy a jak tyto zdroje vody pro výrobní činnosti využít, důležitou roli bude hrát zejména efektivita využití možností získávání tohoto zdroje vody, a taky toho, jak bude firma tyto zdroje vody schopna uskladňovat a následně využít ve výrobních kapacitách firmy,
- Za zcela zásadní je pak možné uvést pokračující modernizaci čištění a čistění průmyslových odpadních vod v rámci výrobní činnosti firmy, zde firma v letech 2018 – 2020 podnikla konkrétní kroky, ale mnohé z kapacit výrobních závodů je ještě nutné modernizovat, a také je důležité zefektivnit přístupy k těmto činnostem v rámci organizace firmy.

7. Závěr

V rámci této bakalářské práce bylo cílem specifikovat problematiku odpadních vod, průmyslových odpadních vod a zejména pak průmyslové odpadní vody v automobilovém průmyslu. Uveden byl jak právní kontext, tak dopady týkající se vlivu na samotnou kvalitu vody. Je nutné uvést, že během zpracování bakalářské práce při hodnocení zejména evropské právní úpravy a připravované legislativy jsou znatelné snahy o zlepšování kvality vody a eliminaci všech znečišťujících vlivů v těchto vodách. Skutečností je, že velké nadnárodní firmy, průmyslové a výrobní firmy i automobilový průmysl mají vliv na kvalitu vody v podstatě v globálním měřítku. Proto by měl být do budoucna kladen důraz zejména na kvalitu vodních zdrojů, ale také na jejich dostupnost obyvatelům jednotlivých zemí, protože v kapitolách výše byly nastíněny problémy s nedostatkem vody a vodních zdrojů, klimatickými změnami a problémem sucha, který se již rámce dotýká také ČR.

Skutečností také je, že automobilový průmysl je jedním z producentů průmyslových odpadních vod a toto bylo v bakalářské práci opakovaně zjištěno. Nicméně v případě uvedené firmy Škoda Auto je možné konstatovat, že firma vynaložila nemalé finanční náklady na modernizaci čistíren odpadních vod, což je uvedeno v kapitolách týkajících se činnosti firmy Škoda Auto a podle mého názoru přistupuje právě tato firma k ochraně vody celkem zodpovědným a transparentním způsobem. Problémem však zůstává nedostatek vody, a to jako globální výzva a potencionálně též zdroj možných konfliktů o vodu. Tyto problémy se snaží řešit jednotlivé zainteresované strany, ale v těchto iniciativách jsou stále ještě významné rezervy z hlediska jejich řešení do budoucna.

8. Seznam použitých zdrojů

Adamec, V. (2008). *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Grada.

Akporie, A. G. a kol. (2015) *Treatment of an automobile effluent from heavy metals contamination by an eco-friendly montmorillonite*. *Journal of Advanced Research* (2015) 6, 1003–1013.

Argawai, M (2017) *Methodologies for removal of heavy metal ions from wastewater: an overview*. DOI: 10.1504/IER.2017.10008828.

Azimi, A kol. (2017) *Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewaters: A Review*. <https://www.researchgate.net/publication/313258186>

Bindzar, J. (n.d.), *Průmyslové odpadní vody*, dostupné 10/01/2020 z https://cv.vscht.cz/files/uzel/0014041/0008~~C_APIw81DgMA.pdf?redirected

Boxall, A. B. A. (2012). *New and emerging water pollutants arising from agriculture*.

Ceschin, F., & Vezzoli, C. (2010). *The role of public policy in stimulating radical environmental impact reduction in the automotive sector: the need to focus on product-service system innovation*.

Damborský, M., Říhová, G., & Rajtr, V. (2012). *Regionální lokalizace automobilového průmyslu v České republice*. *Acta oeconomica Pragensia*, 20, 21-39.

Denchak, M. (2018), *Water Pollution: Everything You Need to Know*, dostupné dne 06/11/2019 z <https://www.water-pollution.org.uk/industrial-water-pollution/>

ECEA (2018), *Environmental impact of car production strongly reduced over last decade*, dostupné 11/12/2019 z <https://www.acea.be/press-releases/article/environmental-impact-of-car-production-strongly-reduced-over-last-decade>

Ekosystem (n.d.), *Čištění vody*, dostupné 11/01/2020 z <https://www.ekosystem.cz/cs/cistenivody>

Enderle, P., Nowak, O., & Kvas, J. (2012). *Potential alternative for water and energy savings in the automotive industry: case study for an Austrian automotive supplier*. *Journal of Cleaner Production*, 34, 146-152.

Enviroconcepts (2016), Automotive Industry, dostupné 11/01/2020 z <https://enviroconcept.com.au/automotive-industry/>

Evans, A. E., Mateo-Sagasta, J., Qadir, M., Boelee, E., & Ippolito, A. (2019). Agricultural water pollution: key knowledge gaps and research needs. *Current opinion in environmental sustainability*, 36, 20-27.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Water Management Institute (2018), More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture, dostupné 14/12/2019 z <http://www.fao.org/3/ca0146en/CA0146EN.pdf>

Güven, D a kol. (2017) *Impact of paint shop decanter effluents on biological treatability of automotive industry wastewater*. *Journal of Hazardous Materials* 330 (2017) 61–67.

Hellstein (n.d.), Co jste možná nevěděli o odpadních vodách, její rizika i přínos pro člověka, dostupné dne 05/11/2019 z <https://www.hellstein.cz/jak-vznika-odpadni-voda-a-jeji-slozeni>

HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2003. ISBN 80-214-2535-0.

Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the Total Environment*, 586, 127-141.

Hyundai (n.d.), Ekologie, dostupné 30/12/2019 z <http://www.hyundai-motor.cz/?rubrika=environment>

Chemie Star (n.d.), Průmyslové čistírny odpadních vod, dostupné 11/01/2020 z <https://www.cov.cz/prumyslove-cistirny>

Chen, L., Ding, X., & Wu, X. (2015). Water Management Tool of Industrial Products: A case study of screen printing fabric and digital printing fabric. *Ecological Indicators*, 58, 86-94.

Chouchane, H., Hoekstra, A. Y., Krol, M. S., & Mekonnen, M. M. (2015). The water footprint of Tunisia from an economic perspective. *Ecological indicators*, 52, 311-319.

Informační centrum OSN v Praze (n.d.), Cíle udržitelného rozvoje (SDGs), dostupné 30/11/2019 z <https://www.osn.cz/osn/hlavni-temata/sdgs/>

Kay, P., Hiscoe, R., Moberley, I., Bajic, L., & McKenna, N. (2018). Wastewater treatment plants as a source of microplastics in river catchments. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(20), 20264-20267.

Khalid, I. S., & Khaver, A. A. (2019). Political Economy of Water Pollution in Pakistan: An Overview.

Lapčík, V. (1996). *Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí*. Vysoká škola báňská-Technická univerzita.

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR: Ochrana vod [online]. MMR: MMR, 2020 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z: <https://mmr.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/pravo-a-legislativa/stavebni-zakon>

Ministerstvo životního prostředí ČR: Ochrana vod [online]. MŽP: MŽP, 2020 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/ochrana_vod

Ministerstvo životního prostředí (n.d.), Podzemní vody, dostupné dne 10/11/2019 z https://www.mzp.cz/cz/podzemni_vody

Ministerstvo životního prostředí (n.d.), Povrchové vody, dostupné dne 10/11/2019 z https://www.mzp.cz/cz/povrchove_vody

Mohammed, K., & Sahu, O. (2019). Recovery of chromium from tannery industry waste water by membrane separation technology: Health and engineering aspects. *Scientific African*, 4, e00096.

Mueller, S. A., Carlile, A., Bras, B., Niemann, T. A., Rokosz, S. M., McKenzie, H. L., ... & Wallington, T. J. (2015). Requirements for water assessment tools: An automotive industry perspective. *Water Resources and Industry*, 9, 30-44.

National Geographic (2019), The environmental impacts of cars, explained, dostupné 20/12/2019 z <https://www.nationalgeographic.com/environment/green-guide/buying-guides/car/environmental-impact/>

Novosák, J., Damborský, M., & Linhartová, I. (2010). Internacionalizace automobilového průmyslu v České republice. *Regionální studia*.

Nunes, B., & Bennett, D. (2010). Green operations initiatives in the automotive industry: An environmental reports analysis and benchmarking study. *Benchmarking: An International Journal*, 17(3), 396-420.

Pražské vodovody a kanalizace (n.d.), Odpadní voda, dostupné 13/12/2019 z <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/odpadni-voda/>

PWC (2007), The automotive industry and climate change, dostupné 2/12/2019 z <https://www.pwc.com/th/en/automotive/assets/co2.pdf>

Revenga, C., Brunner, J., Henninger, N., Payne, R., & Kassem, K. (2000). Pilot analysis of global ecosystems: Freshwater systems. Washington, DC: World Resources Institute.

Sarioglu, M a kol. (2016) *Treatment of automotive industry wastewater using anaerobic batch reactors: The influence of substrate/inoculum and molasses/wastewater*. *Process Safety and Environmental Protection* 102 (2 0 1 6) 648–654.

Suchánek, D. (2009). Krize automobilového průmyslu, či jen probíhající a nutná restrukturalizace odvětví?. *Ekonomika a management. cz.*

ŠKO-ENERGO: O firmě [online]. ČR: ŠKO-ENERGO, 2020 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z: <https://www.sko-energo.cz/cs/o-spolecnosti/>

Škoda Auto, a.s.: Tiskové zprávy a aktuální informace [online]. ČR: Škoda Auto, 2020 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-mapy/>

Škoda Auto, a.s.: Výroční zprávy [online]. ČR: Škoda Auto, 2020 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/vyrocní-zpravy/>

Škoda Auto (n. d.), Životní prostředí, dostupné 30/12/2019 z <https://www.skoda-auto.cz/o-nas/zivotni-prostredi>

Špitz, J. (2010). Mobilní zdroje znečišťování životního prostředí se zaměřením na automobilový průmysl.

Thury, P., Bartha, L., Gulyás, G., Pitás, V., Fazekas, B., & Kárpáti, Á. (2012). Improvement of Biofilm Carriers for the Treatment of Automotive Industry Wastewater. *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, 40(1), 1-4.

TPCA (n.d.), Naše priority, dostupné 30/12/2019 z <http://www.tpca.cz/o-nas/odpovednost/>

Tröster, I., Fryda, M., Herrmann, D., Schäfer, L., Hänni, W., Perret, A., ... & Stadelmann, M. (2002). Electrochemical advanced oxidation process for water treatment using DiaChem® electrodes. *Diamond and Related Materials*, 11(3-6), 640-645.

Vaughan, R., Turner, S. D., & Rose, N. L. (2017). Microplastics in the sediments of a UK urban lake. *Environmental Pollution*, 229, 10-18.

Vodohospodářská zařízení (n.d.), Odpadní vody, dostupné dne 05/11/2019 z http://hgfl0.vsb.cz/546/VHZ2/3_odpadni_vody.html

VOTÁPKOVÁ, J. (2008). Odpadní vody (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Právnická fakulta).

Wang, D., Rong, L. I., Song, Y., Wang, J. Q., & Yan, K. L. (2011). Water footprint and textile wet processing. *Dyeing & Finishing*, 4.

Water Pollution (n.d.), Industrial Water and Water Pollution, dostupné dne 06/11/2019 z <https://www.water-pollution.org.uk/industrial-water-pollution/>

Yuan, F., Wei, Y. D., Gao, J., & Chen, W. (2019). Water crisis, environmental regulations and location dynamics of pollution-intensive industries in China: A study of the Taihu Lake watershed. *Journal of cleaner production*, 216, 311-322.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 460/2004 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon), novela tohoto zákona účinná k 1.1.2019.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, tzv. stavení zákon, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a změně některých zákonů.

Zákon č. 17/ 1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

Znečištění vod [online]. OSN: OSN, 2020 [cit. 2020-12-01]. Dostupné z:
<https://www.unwater.org/water-pollution-increasing-global-concern/>