

Stanovení environmentální bezpečnosti kosmetických produktů ve vodním prostředí

Bc. Dita Moškvanová

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav environmentální bezpečnosti

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Dita Moškvanová

Osobní číslo: L16377

Studijní program: N3953 Bezpečnost společnosti

Studijní obor: Bezpečnost společnosti

Forma studia: prezenční

Téma práce: Stanovení environmentální bezpečnosti kosmetických produktů ve vodním prostředí

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární rešerši k problematice vlivu kosmetických přípravků na životní prostředí, znečištění životního prostředí a jejich biodegradaci ve vodním prostředí.**
- 2. Experimentálně proveďte testování biorozložitelnosti vybraných kosmetických přípravků ve vodním prostředí.**
- 3. Získané poznatky přehledně zpracujte a diskutujte s dostupnými literárními zdroji.**



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] FLUHR, Joachim Wilhelm. Practical aspects of cosmetic testing: how to set up a scientific study in skin physiology. Berlin: Springer, c2011, xi, 272 s. ISBN 978-3-642-05066-4.

[2] MALKAN, Stacy. Doba jedová 3. Praha: Triton, 2014, 245 s. ISBN 978-80-7387-746-0.

[3] Knižní a časopisecké zdroje dostupné prostřednictvím Knihovny UTB ve Zlíně.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Stloukal, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání diplomové práce:

3. listopadu 2017

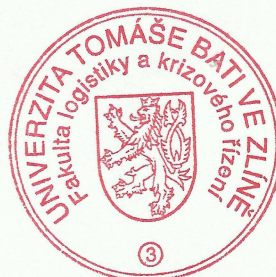
Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2018

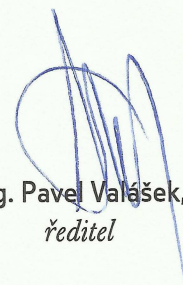
V Uherském Hradišti dne 10. listopadu 2017



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



L.S.



doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.
ředitel

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti 14.5. 2018

.....
podpis studenta

¹⁾zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

²⁾zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

³⁾zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá analýzou kosmetického průmyslu z hlediska environmentálních dopadů. Vzhledem k tomu, že jsou kosmetické produkty schopny transportu a setrvání ve vodním prostředí, vznikají obavy z možného působení na biosféru a lidské zdraví. V řešení problematiky bylo použito experimentální stanovení biologické rozložitelnosti kosmetických přípravků a dosažené výsledky obsahují důležité skutečnosti ohledně výběru látek pro kosmetické účely tak, aby byly z environmentálního hlediska bezpečné. Provedeným výzkumem bylo zjištěno, že vliv struktury kosmetického přípravku má zásadní vliv na biodegradaci.

Klíčová slova: Kosmetické přípravky, environmentální bezpečnost, biodegradace

ABSTRACT

This master thesis deals with the analysis of the cosmetic industry in terms of environmental impacts. Since cosmetic products have been known being capable to transport and remain in the aquatic environment, there is concern about possible effects on the biosphere and human health. Experimental determinations of the biodegradability of cosmetic products have been used and the results obtained contain important facts about the choice of cosmetic face substances in order to be environmentally safe. Research has shown that the influence of the structure of the cosmetic product has a major impact on biodegradation.

Keywords: Cosmetics products, environmental safety, biodegradation

Ráda bych touto formou poděkovala vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petru Stloukalovi, Ph.D., za odborné vedení a připomínky při zpracování diplomové práce. Také chci poděkovat zaměstnancům CPS za ochotu mi být nápomocni při provádění výzkumu. Velké díky patří i panu profesoru Ing. Vladimíru Sedlaříkovi, Ph.D., který se mi při tvorbě mé závěrečné práce značně věnoval a poskytnul mi cenná doporučení. Touto cestou chci také poděkovat všem přátelům a své rodině, která mi pomohla uskutečnit možnost vzdělávání.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY	11
1.1 PRÁVNÍ POŽADAVKY	11
1.2 POŽADAVKY NA BEZPEČNOST	12
1.3 ROZDĚLENÍ KOSMETICKÝCH PŘÍPRAVKŮ	12
1.4 DOPADY VÝROBY A UŽÍVÁNÍ.....	13
1.5 GLOBÁLNÍ DOPADY KOSMETICKÉHO PRŮMYSLU	16
1.5.1 Surovinové.....	17
1.5.2 Energetické	19
1.5.3 Socioekonomické.....	19
1.5.4 Zdravotní	20
1.5.5 Etické	20
1.5.6 Estetické	21
1.6 ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOST	22
2 LÁTKY POUŽÍVANÉ V KOSMETICE A JEJICH ENVIRONMEN- TÁLNÍ OSUD VE VODNÍM PROSTŘEDÍ	23
2.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI LÁTEK	23
2.2 VSTUPY A POHYB VE VODNÍM PROSTŘEDÍ	23
2.3 TRANSFORMAČNÍ PROCESY A OSUD LÁTEK VE VODNÍM PROSTŘEDÍ ...	24
2.4 BIOLOGICKÁ DEGRADACE	25
2.4.1 Vliv prostředí.....	26
2.4.2 Vliv kovů.....	26
2.5 ENVIRONMENTÁLNÍ RIZIKA.....	27
3 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY	29
3.1 KONTAMINACE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	30
3.2 BIOLOGICKÁ DEGRADACE	31
3.2.1 Neionické.....	32
3.2.2 Anionické	32
3.2.3 Kationické.....	32
4 CÍLE A METODIKA PRÁCE	33
5 DÍLČÍ ZÁVĚR	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35

6	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	36
6.1	TESTOVANÉ KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY A SLOUČENINY	36
6.1.1	Dodecylsíran sodný 99%	36
6.1.2	Kokamid dietanolamin 80%	36
6.1.3	Kokamidopropyl betain 47%	37
6.2	KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY	37
6.2.1	Šampon Topvet	37
6.2.2	Dětské mýdlo parfémované	38
6.3	SROVNÁVACÍ LÁTKA	39
6.3.1	Benzoan sodný	39
6.4	CHEMIKÁLIE A ROZTOKY	39
6.5	PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A DALŠÍ POMŮCKY	40
7	METODIKA	41
7.1	ELEMENTÁRNÍ ANALÝZA	41
7.1.1	Popis metody	41
7.1.2	Příprava vzorků	41
7.2	RENTGENOVÁ FLUORESCENČNÍ SPEKTROMETRIE	41
7.2.1	Popis metody	42
7.3	PŘÍPRAVA INOKULA Z AKTIVAČNÍHO PROCESU	42
7.3.1	Stanovení sušiny	42
7.4	STANOVENÍ SUŠINY KOSMETICKÝCH PŘÍPRAVKŮ	43
7.5	PŘÍPRAVA BIOMÉDIA	43
7.6	PŘÍPRAVA LÁHVÍ A SMĚSÍ	44
7.7	METODIKA AEROBNÍ DEGRADACE	45
7.8	ANALÝZA OXIDU UHLIČITÉHO POMOCÍ PLYNOVÉHO CHROMATOGRAFU	45
7.8.1	Princip metody	45
7.8.2	Kalibrační křivka	46
7.8.3	Identifikace píku	47
7.9	ZÁKLADNÍ VZORCE KE STANOVENÍ PRODUKCE OXIDU UHLIČITÉHO	47
7.10	PROVZDUŠŇOVÁNÍ LÁHVÍ	48
8	NAMĚŘENÁ DATA, VÝSLEDKY A DISKUZE	49
8.1	ELEMENTÁRNÍ ANALÝZA	49
8.1.1	Kosmetické základy a další sloučeniny	49
8.1.2	Kosmetické přípravky	50
8.2	STANOVENÍ TOXICKÝCH KOVŮ	51

8.2.1	Kosmetické základy	51
8.2.2	Kosmetické přípravky.....	52
8.3	POMĚRY NUTRIENTŮ	53
8.4	HODNOCENÍ BIOROZLOŽITELNOSTI SROVNÁVACÍ LÁTKY	53
8.5	HODNOCENÍ BIOROZLOŽITELNOSTI KOSMETICKÝCH ZÁKLADŮ	54
8.5.1	Dodecylsírán sodný	54
8.5.2	Kokamid dietanolamin	55
8.5.3	Kokamidopropyl betain	56
8.6	HODNOCENÍ BIOROZLOŽITELNOSTI KOSMETICKÝCH PŘÍPRAVKŮ	57
8.6.1	Dětské mýdlo parfémované	57
8.6.2	Šampon Topvet	58
8.7	STANOVENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOSTI.....	58
8.7.1	Přístupy k řešení	59
ZÁVĚR		61
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		63
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		71
SEZNAM OBRÁZKŮ		72
SEZNAM TABULEK		73

ÚVOD

O dopadech chemických látek na životní prostředí se nejspíše svět poprvé dozvídá z knihy Rachel Carson – *Silent Spring*, ta upozorňuje na negativní aspekty pesticidů, zejména DDT, na lidské zdraví. I přes řadu opatření tomu není v současné době jinak. Rozvojem moderních technologií a chemického průmyslu se stále objevuje řada nových polutantů. Chemický průmysl je z hlediska celkového objemu znečišťujících látek vypouštěných do atmosféry třetím největším zdrojem. Ovšem z pohledu nebezpečnosti a toxicity odpadních produktů se řadí na první místo. Do této skupiny látek patří bohužel i kosmetické přípravky a jiné prostředky osobní hygieny.

Kosmetika se pro svoje účinky využívá po tisíciletí. Odpradávná byly základem pouze přírodní látky, které měly za úkol pečovat zejména o estetický vzhled. Díky rozvoji moderních technologií se postupně proměnily v řadu složitých látek a chemických konzervantů, jejichž původ je převážně syntetický. Dnes je ovšem používána každodenně, některé přípravky i několikrát za den značným počtem uživatelů. Dospělá žena používá denně přibližně 9–12 výrobků, dospívající mládež může používat ještě více, až 17 přípravků [1]. V důsledku jejich pravidelného používání až nadužívání jsou kontinuálně uvolňovány do životního prostředí.

Orientace na produkty osobní péče se z pohledu environmentální toxikologie během posledních let zvýšila. S ohledem na neustálý vývoj, četnost a množství užívání jsou stále aktuálním problémem z hlediska dopadů na životní prostředí. Rostoucí počet studií dokazuje jejich přítomnost v povrchových vodách a dalších složkách životního prostředí, kde je dokázána jejich všudypřítomnost. Ovšem zatím je poskytnuto nedostatečné množství informací pro určení účinků z dlouhotrvající expozice.

Vliv různě velkého zatížení toku organickými a dalšími látkami má pak následně vliv na biodiverzitu vodního prostředí. Vzhledem k ohrožení dostupnosti vod, je důležité určit v tomto směru priority. Je třeba se zaměřit na jednotlivé znečišťující látky, ale také na globální dopady, které jsou s průmyslovou výrobou spojené a doprovázejí tak vývoj jednotlivých produktů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY

V polovině 19. století se zaznamenává prudký rozvoj průmyslové chemie, ten dává i základ k výrobě kosmetických přípravků, jejichž výroba dosud probíhala spíše na základě empirických poznatků. Vytvoření tzv. kosmetické chemie, postupný nárůst množství využívaných látek v kosmetice a komplexnost složení výrobků postupem času vyvolalo potřebu systematizace a klasifikace. Vyžadovalo i konkrétní opatření s ohledem na ochranu lidského zdraví. Výsledkem je řada evropských nařízeních, které jsou implementovány do české legislativy [2].

Nařízení Evropského parlamentu a Rady [3] definuje kosmetický přípravek následovně: „kosmetickým přípravkem je jakákoli látka nebo směs určená pro styk s vnějšími částmi lidského těla (pokožkou, vlasovým systémem, nehty, rty, vnějšími pohlavními orgány) nebo se zuby a sliznicemi ústní dutiny, výhradně nebo převážně za účelem jejich čištění, parfemace, změny jejich vzhledu, jejich ochrany, jejich udržování v dobrém stavu nebo úpravy tělesných pachů“, a nejedná se o léčivo či jiný farmaceutický výrobek. Definice je pevně vázána na oblast aplikace, účel použití a vlastnosti přípravků. Jsou známy i jiné definice, avšak současným trendům odpovídá následující: „jedná se o látky, které si klademe na obličej či tělo, ke zvýšení naší atraktivnosti“ [4]. Z hlediska environmentálních dopadů bývá definice kosmetiky zobecněna pod termínem "Pharmaceuticals and Personal Care Products" (PPCPs). Na rozdíl od farmaceutických výrobků jsou distribuovány přímo do odpadních vod či uvolněny do ovzduší. I když mají společné charakteristické vlastnosti některých látek, zejména perzistence, bioakumulace a toxicita, nebývá kosmetice věnována dostatečná pozornost.

1.1 Právní požadavky

Prvním evropským předpisem v oblasti úpravy bezpečnosti užívání kosmetických přípravků je směrnice Rady 76/768/EHS ze dne 27. července 1976 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se kosmetických prostředků. Jeho účelem je zejména zavedení omezujících opatření některých dosud používaných látek v kosmetice, které jsou dle názoru vědeckého výboru podezřelé z negativních účinků na lidské zdraví. Směrnice dále určuje potřeby uvádění kosmetiky na trh, včetně požadavků na vlastnosti, dokumentaci, označování, povinností výrobců, distributorů atd.

Hlavním současným výchozím předpisem je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích ve znění nařízeních (EU) č. 344/2013, č. 483/2013 a č. 658/2013, které jsou závazné pro všechny členské státy, a také zrušuje směrnici z roku 1976. Nařízení dále přísně stanovuje, jaké látky jsou v kosmetice povoleny, a doplňuje přípustné koncentrace s ohledem na druh aplikace. Například koncentrace se liší podle toho, zda se přípravek po nanesení

oplachuje či ne. Ve svých přílohách, mimo jiné, množství látek pro kosmetické účely zakazuje.

Česká právní úprava zohledňuje veškeré uložené požadavky v zákoně č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, ve znění Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 o kosmetických přípravcích [5]. Zákon je měněn zákonem č. 223/2013, který zrušuje všechny vyhlášky o stanovení hygienických požadavků na kosmetické prostředky, včetně vyhlášky č. 448/2009 Sb. Kontrolním orgánem v této oblasti je Krajská hygienická stanice.

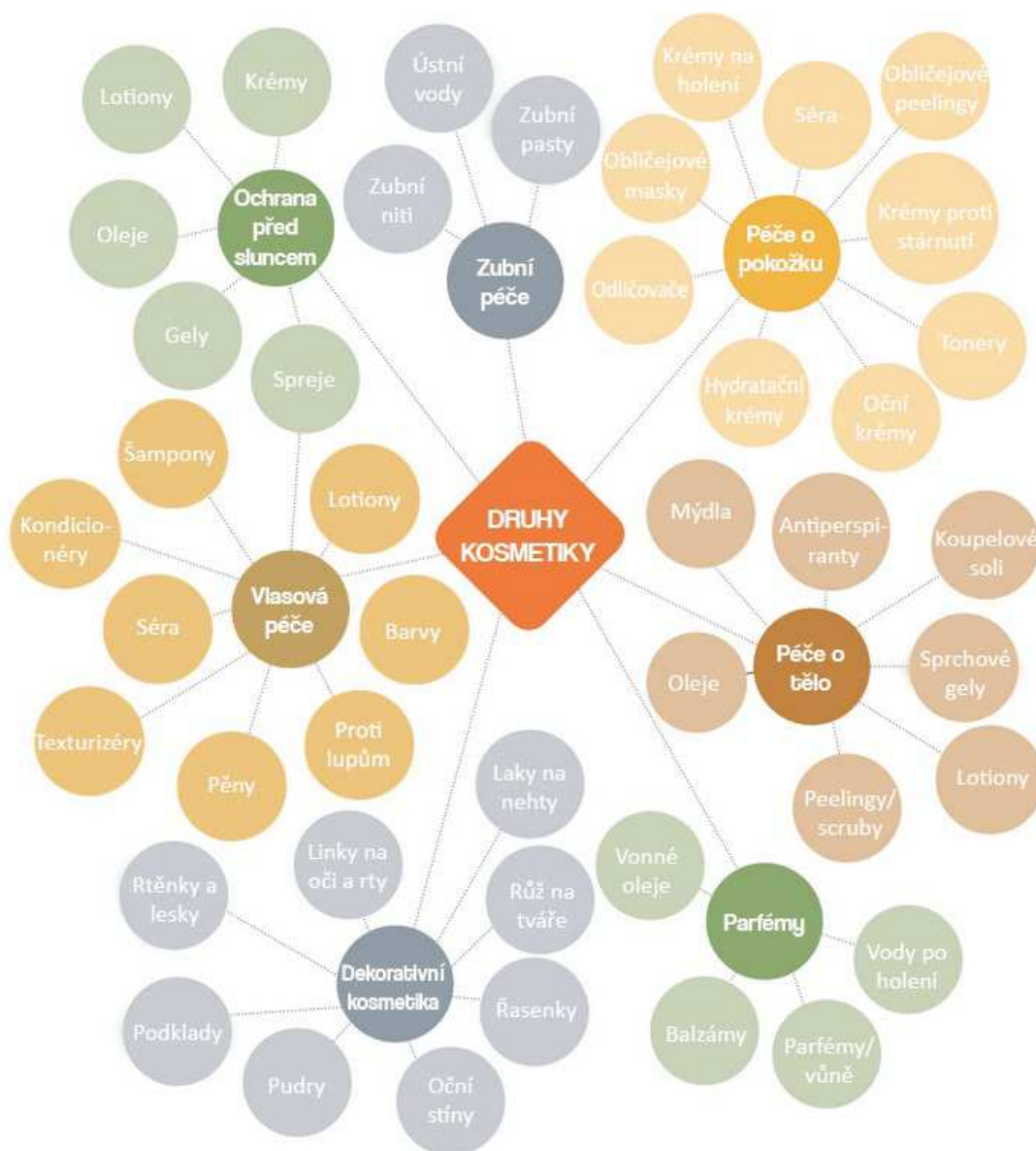
1.2 Požadavky na bezpečnost

Dříve již zmíněné nařízení [3] zohledňuje i environmentální aspekty používaných látek, a to prostřednictvím nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek. Návod poskytuje i standard ISO 22 716, jedná se o normované pokyny pro správnou výrobní praxi, normu doplňuje i standard ISO 9001 Systém managementu kvality. Stěžejním je také ISO 14 001 Systém environmentálního managementu, ovšem tato norma klade důraz spíše na výrobní procesy a jejich environmentální dopad. Výše zmíněná legislativa a normy se spíše zaměřují na kosmetiku z hlediska zdravotních dopadů na člověka, z pohledu environmentálních dopadů jsou normy nedostatečné.

Evropská komise na základě zlepšení ochrany vodních ekosystémů, s cílem omezit chemické znečištění vody a zejména sjednotit různé způsoby stávající ochrany na území EU, zavedla rámcovou směrnici vodní politiky. Původní směrnice je měněna Směrnicí evropského parlamentu a rady 2013/39/EU. Definuje seznam prioritních látek, monitorování a získávání údajů o jejich ekotoxikologických a toxikologických účincích. Speciálně pohlíží na perzistentní látky kvůli jejich potenciálu stálosti v životním prostředí a toxicity v malých koncentracích.

1.3 Rozdělení kosmetických přípravků

Kosmetické přípravky dnes obsahují širokou škálu veškerých výrobků. Lze je dělit dle různých hledisek, nejčastěji však dle místa, kam je přípravek aplikován (např. tělový gel). Dále lze dělit podle samotných vlastností, které určují způsob provedení přípravku (např. sérum, gel, pudr atd.). Též pro potřeby legislativní, nařízení [3] jednotlivé druhy kosmetiky rozděluje. Obr. 1.1 na následující straně je inspirován legislativou, avšak zobecňuje kosmetické přípravky do 7 základních skupin a přehledně jej tak znázorňuje.



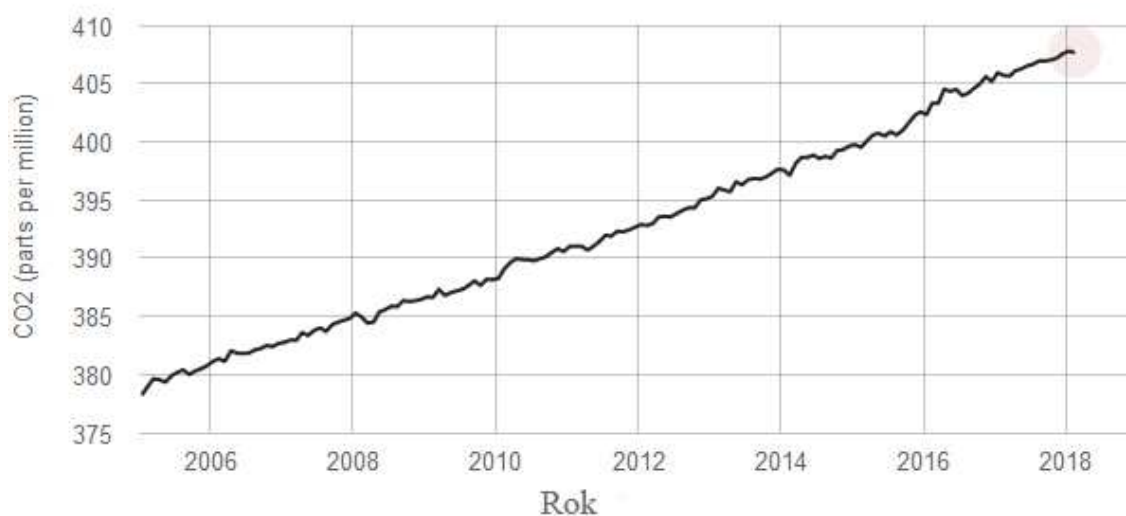
Obr. 1.1 Základní druhy kosmetiky. Zdroj: [6], upraveno autorem

1.4 Dopady výroby a užívání

Pro potřeby udržitelného rozvoje byl sestaven ukazatel tzv. ekologická stopa, jedná se o míru využití všech zdrojů, které jsou potřebné k zajištění potřeb obyvatel, či populace. Obecně se vychází z předpokladu, že existence a činnosti člověka jsou závislé na zdrojích poskytovaných biosférou. Do roku 1999 vzrostl podíl čerpání kapacity biosféry z původních 70 % (rok 1960) na 120 %. Aby mohla být společnost označena za udržitelnou, je třeba, aby tempo spotřeby zdrojů společností nebylo vyšší než regenerativní schopnosti biosféry. Na základě vývoje však dochází k rychlému růstu globální

ekologické stopy [7]. Ekvivalentně lze počítat i s vodní stopou, vícerozměrným indikátorem využívání sladké vody. Vodní stopa produktu je součet všech objemů sladké vody spotřebované k výrobě produktu v celém dodavatelském řetězci [8]. Problematika vodní stopy je mírně přehlížena. Zatím bývá nejčastěji vyjadřována společně s nutriční stopou. V současné době, kdy se snižuje dostupnost pitné vody, může být důležitým ukazatelem a začne jí být věnována mnohem větší pozornost i ze strany výrobců. Mnohem častějším ukazatelem udržitelnosti je uhlíková stopa, ukazatel emisí skleníkových plynů.

Uhlíková stopa (také CF) je množství oxidu uhličitého (dále CO_2), který je produkován každodenními činnostmi osoby nebo výrobními společnostmi [4]. CO_2 je nejvýznamnějším skleníkovým plynem, uvolňuje se nejen prostřednictvím lidských činností, jako je odlesňování a spalování fosilních paliv, ale také přirozenými procesy, jako je respirace a vulkanické erupce. Snaha o snížení emisí je orientována nejčastěji na procesy, kde se spalují fosilní paliva. Níže uvedený graf zobrazuje tendenci růstu hladiny CO_2 i jeho současný stav, který se pohybuje okolo 407 ppm začátkem roku 2018 [9].

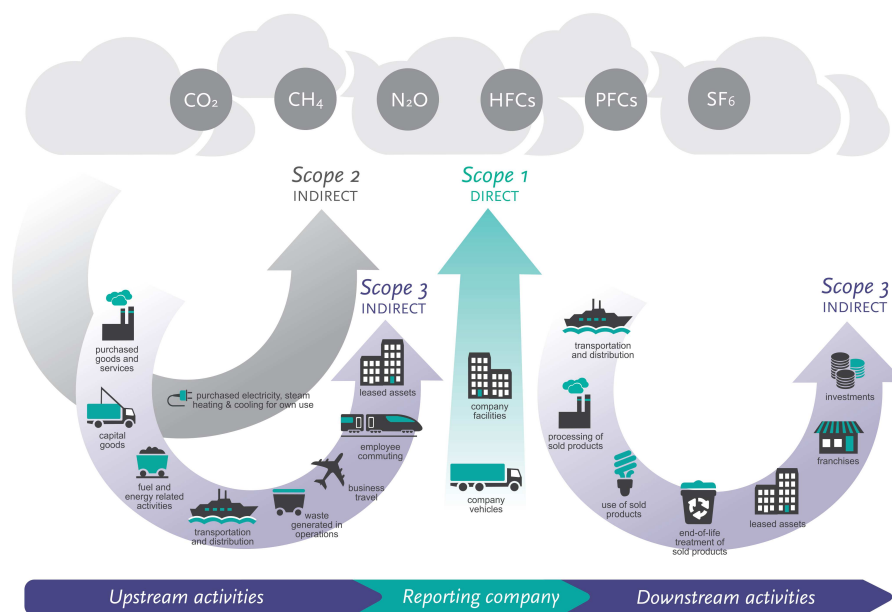


Obr. 1.2 Tendence CO_2 v atmosféře od roku 2005. Zdroj: [9], upraveno autorem

Životním cyklem výrobku je označováno časové rozmezí od jeho vzniku až po samotnou likvidaci [4], tvoří řadu činností, které zvyšují celkovou náročnost výrobku na přírodní zdroje a vytváří tak environmentální dopad. Je složen z hlavních fází jako výroba, distribuce, balení, užívání a likvidace. Je třeba si uvědomit, že každou hlavní činnost řetězce lze rozdělit na další podřetězce, které jsou nutné k tomu, aby byl zajištěný chod hlavních činností.

Obecně se emise skleníkových plynů podniku mohou dělit na přímé a nepřímé. Přímé emise jsou výsledkem bezprostředních aktivit daného podniku, zejména ve spalování

fosilních paliv, z největší části v dopravě. Nepřímé emise pak spoluvytváří celý životní cyklus výrobku, vzhledem k tomu, že obsahují nespočetné množství činností, mohou být nejméně zřejmé, ale může zde vznikat převážná část emisí. Z převážné většiny jsou to emise spojené s výrobou elektrické energie, pěstováním surovin a lze sem zahrnout i činnosti jako služební cesty zaměstnanců a pronájem aktiv. Na rozdíl od přímých emisí nelze nepřímé snadno stanovit, mohou zahrnovat více subjektů, které se na emisích podílejí.



Obr. 1.3 Přímé a nepřímé emise podniku. Zdroj: [10]

Výsledná CF se nejčastěji stanovuje v tunách ekvivalentních emisí oxidu uhličitého (CO_2 ekv.). Obrázek uvedený výše (Obr. 1.3) zobrazuje přímé a nepřímé emise skleníkových plynů, které doprovázejí produkt na trh [10]. Emise z dopravy jsou jedním z přímých a nejvýznamnějších mobilních zdrojů CO_2 . Největší objem CO_2 produkuje individuální automobilová doprava a nákladní doprava [11], nejčastěji z toho důvodu, že distribuce částí výrobků bývá aplikována až několikrát během výrobního cyklu, včetně dopravy koupeného výrobku domů.

Jeden z největších výrobců produktů péče o tělo, společnost Unilever, zveřejnil celkový počet emisí za rok 2016. Jedná se o 62 milionů tun CO_2 [12]. Podobnou sumu této společnosti lze nejlépe srovnat s celkovými emisemi CO_2 podniků zapojených do obchodování s emisními povolenkami na území České republiky v roce 2009, jedná se o 73,8 milionů tun CO_2 [13]. Emise společnosti Unilever jsou z tohoto pohledu značně vysoké, jsou téměř rovny emisím jednoho státu. Avšak společnost sdružuje řadu značek, konkrétně až 20, a některé velice populární jako AXE a Dove. Navíc uvedené množství nerozlišuje přímé a nepřímé emise, nelze tedy s přesností určit, jaké činnosti společnost

do svých měření zahrnula. Při porovnání s jinými kosmetickými společnostmi např. 77 600 tun CO₂ ekv./rok (Beiersdorf) [14] nebo 55 000 tun CO₂ ekv./rok (Oriflame) [15], jsou emise v těchto případech podstatně nižší, jedná se mnohem menší společnosti.

Studie uvádějí, že z životního cyklu konkrétního výrobku, v tomto případě šamponu, tvoří 5–20 % emisí CO₂ pouze činnosti jako výroba, distribuce a balení [16]. Zbývající převážná část emisí výrobku vzniká při využití spotřebitelem. K uvedeným datům se přibližuje i společnost Unilever. Spotřebitel užíváním výrobku (těž šamponu) produkuje více než 60 % emisí CO₂ z celého životního cyklu výrobku. Fáze užívání je tedy hlavním nejnáročnějším procesem v tomto cyklu, předpokládá se, že výrobek u spotřebitele z celého procesu výroby zůstává nejdéle. Z produktů společnosti na samotného spotřebitele tak připadá emise 45,8 g CO₂ při jednom použití. Jiné zdroje odhadují náročnost výrobku na energie ve fázi užívání až 80 % [17]. Hodnotový řetězec výrobku lze následně definovat jako kumulativní řetězec CF. Spotřebitel se převážně na uhlíkové stopě podílí nepřímou, a to zvláště spotřebovanou energií na ohřev vody [18]. Avšak CF lze výrazně zvýšit nešetrným zacházením (použití výrobku ve větším než doporučeném množství) i předpokládaným zacházením (např. přípravek je používán denně), či nešetrnou likvidací obalů (skládkování). Kosmetické společnosti následně mohou spotřebitele náležitě edukovat, jak výrobky správně používat a snížit tak vliv na životní prostředí. Fáze likvidace jde již mimo společnost a ta nemusí mít dostatečný zájem se touto problematikou zabývat. Řešení lze nalézt ve formulování složení výrobku, které může být lépe biologicky rozložitelné, nebo v obalovém materiálu, jehož design může zamezit nevhodnému nakládání.

1.5 Globální dopady kosmetického průmyslu

Všechny procesy, které doprovázejí uvedení kosmetického výrobku na trh, mají jisté dopady. Mohou zasahovat do různých oblastí, lze je rozdělit do následujících kategorií:



Obr. 1.4 Dopady kosmetického průmyslu. Zdroj: vlastní

1.5.1 Surovinové

Dnešním trendem jsou převážně výrobky typu bio-, raw- ,či jednoduše přírodní kosmetiky. Výsledné kosmetické produkty ovšem ani zdaleka nemusí přírodní látky, či suroviny z ekologického zemědělství obsahovat. Jelikož legislativa toto názvosloví nijak neupravuje, některé společnosti je záměrně využívají v rámci marketingu ke klamání spotřebitele. Na trh v současné době přichází řada malých firem, které se zabývají výrobou kosmetiky, především certifikované přírodní. Certifikovaná přírodní kosmetika obecně deklaruje použití odpovědných surovin ve složení výrobku, využívá suroviny z ekologicky kontrolovaného zemědělství a musí splňovat i další specifické podmínky dle konkrétního certifikátu. Existuje řada certifikačních společností, jednou je např. ECOCERT, jeden z prvních certifikačních orgánů. Společnosti bez certifikátů jsou pak vázány pouze legislativou. Současná legislativa řadu látek zakazuje, u podezřelých látek pouze definuje jejich nejvyšší přípustnou koncentraci.



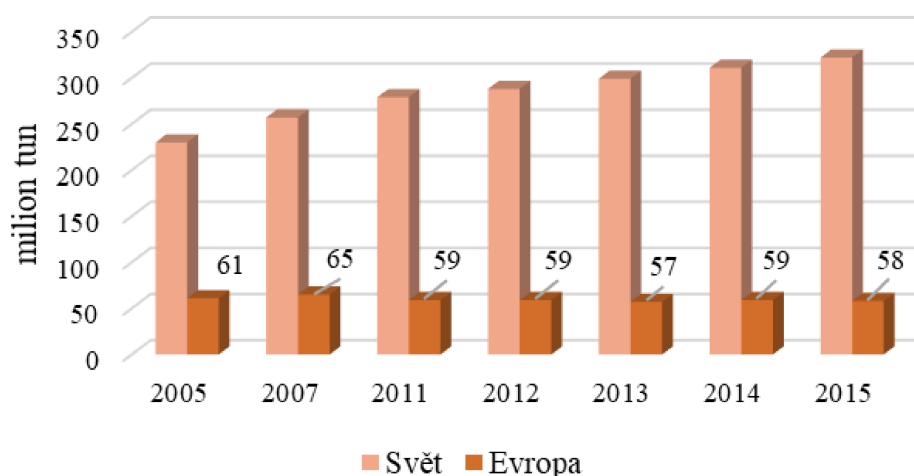
Obr. 1.5 Logo certifikační značky. Zdroj: [19]

Ve složení kosmetiky lze následně nalézt řadu podezřelých konzervačních přípravků (methylparaben), živočišných produktů (lanolin) i vysoce rafinovaných ropných produktů (parafinový olej), bez kterých se dnes neobejde až 80 % kosmetických přípravků. Parafinový olej na bázi uhlovodíků nemá však řadu benefitů, pouze působí jako levná a účinná náhražka se změkčujícími a zvláčňujícími účinky, než mají jiné kvalitnější oleje (např. kokosový, mandlový) [2].

V současnosti nejvíce diskutovanou olejnatou surovinou je palmový či palmojádrový olej. Jeho masová produkce začala v 70. letech minulého století v Malajsii a Indonésii. Využití je velmi široké, kromě kosmetiky ho můžeme nalézt také v potravinách. Největším problémem je ztráta deštných pralesů v důsledku pěstování tohoto oleje. Od roku 2000 do roku 2012 se odhaduje ztráta lesa pro účely palmových plantáží přes více než 6 miliónů hektarů lesa, pro srovnání jedná se o polovinu území Anglie. Původní lesní kultura má mnohem větší hodnoty a funkčnost (udržení biodiverzity, prevence proti záplavám, intercepce, infiltrace) než krajina odlesněná pro pěstování palem. Následná celková bilance CO₂ palmových plantáží je v důsledku procesů (odlesnění a vznik rašelinišť) zápornější než původní přirozené ekosystémy. Výhodou palmových plantáží je zejména agrární potenciál [20].

Téma palmového oleje se dostalo i do řešení české vlády, zejména z ohlasů spotřebitelů. Tehdejší ministr zemědělství (Marian Juračka) v oleji vidí problém, ale spíše etický (odlesňování) než zdravotní. Pokud je konzumace oleje bezpečná, není důvod předkládat opatření či zákaz. Podle ministra je spotřebitel o použití tohoto oleje dostatečně informován na obale výrobku, a tak má volbu si výrobek koupit či ne. Ovšem je odhadnuto procento použití palmového oleje až ve 50 % všech položek v supermarketu, což tvoří výběr obtížnější [21]. Naštěstí dávají zákazníci dostatečně najevo nezájem o tento druh oleje a výrobci na tyto ohlasy často reagují buď vyřazením oleje jako ingredience (např. Emco), či jej nahrazují palmovým olejem, který je produkován v souladu s ekologickým zemědělstvím (L'Oréal).

Podstatnou surovinou z hlediska nejen hygienického, ale i estetického, je různý obalový materiál. Kosmetický průmysl využívá sklo jako jeden z nejstarších materiálů, plasty, kovy a také papír. Nejrozšířenějším obalovým materiálem jsou plasty. Mají řadu funkcí, převážně tvoří ochranu obsahu před mechanickým poškozením a vnější kontaminací lépe než jiné druhy obalů. Navíc jsou lehké, tepelně stabilní a flexibilní. Na druhou stranu se jejich přednosti stávají přítěží. Jsou odolné, v přírodě se rozkládají až desítky let a v procesu rozkladu při působení dalších abiotických činitelů způsobují i sekundární poškození svému okolí (např. zvířatům při nechtěné konzumaci). Jako kosmetický obal se nejčastěji používá polypropylen (PP), polyethylentereftalát (PET) a polymethylmethakrylát (PMMA) známý také jako akrylátový plast [22]. Francie a Německo jsou nejvýznamnějšími vývozci kosmetiky a parfémů v Evropě, jedná se o 55 % všech exportů. Vývoz parfémů a kosmetiky ve Francii vzrostl během 7 let o 14 %, na základě poptávky po kosmetice také zaznamenává i nárůst poptávky po plastových obalech o 12,7 % [23]. Jak je možné vidět na grafu níže celkově produkce plastů ve světě roste.



Obr. 1.6 Produkce plastů ve světě a v Evropě. Zdroj: [17], upraveno autorem

Mimo jiné se největší podíl plastů v Evropě využívá stále jako obalový materiál 39,9 %. I když je vyprodukováno až 58 miliónů tun plastů v Evropě za rok, stále malá část se vrátí do oběhu jako další zdroj materiálu, konkrétně 25,8 milionů tun odpadu (v roce 2014). Jako druhotná surovina je následně využito necelých 70 %. Zbylá část stále zůstává na skládkách [17]. Čína, jako největší vývozce recyklovaných materiálů, chce od roku 2018 značně omezit příjem plastového odpadu. Situace jistě změní celosvětové nakládání s tímto odpadem. Jiný pohled na nakládání s plasty přináší i Evropská unie prostřednictvím nové strategie o nakládání s plasty. Chce podpořit zejména cirkulární ekonomiku a vytvořit takové podmínky, aby do roku 2030 bylo možné všechny produkované plasty snadno recyklovat. Cílem je také to, aby všechny plastové obaly uváděné na trh EU byly opakovaně použitelné, tím se značně sníží dopad na životní prostředí nejen prostřednictvím emisí CO₂, ale také snížením značné produkce odpadu [24].

1.5.2 Energetické

Výroba elektrické energie ve světě je stále ze 39 % závislá na spalování uhlí [25]. Těžba této nerostné suroviny negativně ovlivňuje rozvoj původní krajiny, která ztrácí zemědělskou využitelnost a biodiverzitu. Činnost navíc působí jako hluková zátěž a zvyšuje obsah prachových částic v ovzduší. Uhlí jako zdroj paliva v elektrárnách je v současnosti největším zdrojem CO₂. Na konferenci v Bonnu se společně partneři zavázali odstoupit od tohoto paliva a podpořit využívání čisté energie. Elektrická energie doprovází provoz každé společnosti a výroba energie nepřímo ovlivňuje náročnost konkrétního výrobku na emise CO₂. Přejít od výroby energie z fosilních paliv na novou obnovitelnou energii může přímo snížit emise uhlíku v atmosféře. Z výsledků konference by se mělo od používání uhlí ustoupit do roku 2030 v EU, a ve světě do 2050 [26].

1.5.3 Socioekonomické

Kosmetický průmysl v Evropě poskytuje nejméně 2 miliony pracovních míst. Přímo je zaměstnáno 190 tisíc a dalších 1,58 milionu zaměstnáno nepřímo. Každých 10 pracovníků zaměstnaných v tomto odvětví v širším hospodářství podporuje další dvě pracovní místa v hodnotovém řetězci, protože vynakládají své mzdy na zboží a služby. Pro potřeby výzkumu a vědy je více než 27 tisíc vědců zaměstnáváno v odvětvích jako mikrobiologie, toxikologie, genetiky a dalších. Osobní péče přináší každoročně evropské ekonomice přinejmenším 29 miliard euro [27]. V rozvojových zemích pak průmysl poskytuje cestu z chudoby, zejména v Indonésii, kde až 28 milionů lidí žije pod hranicí chudoby.

Bohužel možnost výdělků i zaniká v souvislosti s některými surovinami. Již zmíněné

palmové plantáže se vytvářejí vypalováním původních rašelinišť. Následně dochází k nárůstu požárů a nekontrolovatelnému rozšíření i na jiné zemědělské pozemky. V důsledku toho ztratila již řada místních obyvatel Indonésie svoje pozemky, pro pěstování původní plodiny - ananasů. Mnoho olejnatých plantáží tak vzniká bez konzultace nebo odškodnění lidí, kteří tam žijí a pozemky vlastní [20].

1.5.4 Zdravotní

V posledních desetiletích se zvyšují obavy ohledně zdravotních dopadů spotřebních výrobků. Literární zdroje [19, 28] upozorňují na všudypřítomnost chemických látek, pocházejících z domácích čistících prostředků a dalšího spotřebního zboží, obsažených ve vzduchu a prachu v domácnostech. V důsledku růstu reprodukčních a vývojových vad se diskutuje o potenciálních zdrojích. Některé výrobky jako make-up, šampon, pleťový krém a lak na nehty obsahují nízké koncentrace potenciálních látek toxických pro reprodukci. Endokrinní disruptory jsou pak sloučeniny, které mohou měnit hormonální procesy a mají potenciální účinky na rozvoj reprodukčního a nervového systému (např. dibutylftalát, triclosan). Dopadem globální expozice je i zvyšující se výskyt astmatu [29, 30].

Ovšem nelze opomenout i příznivé stránky kosmetiky. Mytí rukou mýdlem a čištění zubů jsou jedny ze základních hygienických návyků. Mytí rukou snižuje až o 44–47 % riziko vzniku infekčních nemocí jako hepatitida či diarea, tyto nemoci představují největší část úmrtnosti dětí v rozvojových zemích. Zubní pasty přispívají k prevenci infekčních onemocnění zubů a představují mnohem menší náklady, než v případě léčby samotného onemocnění. Výrazně je snížen i výskyt melanomu pravidelným používáním přípravku na ochranu proti slunečnímu záření [30].

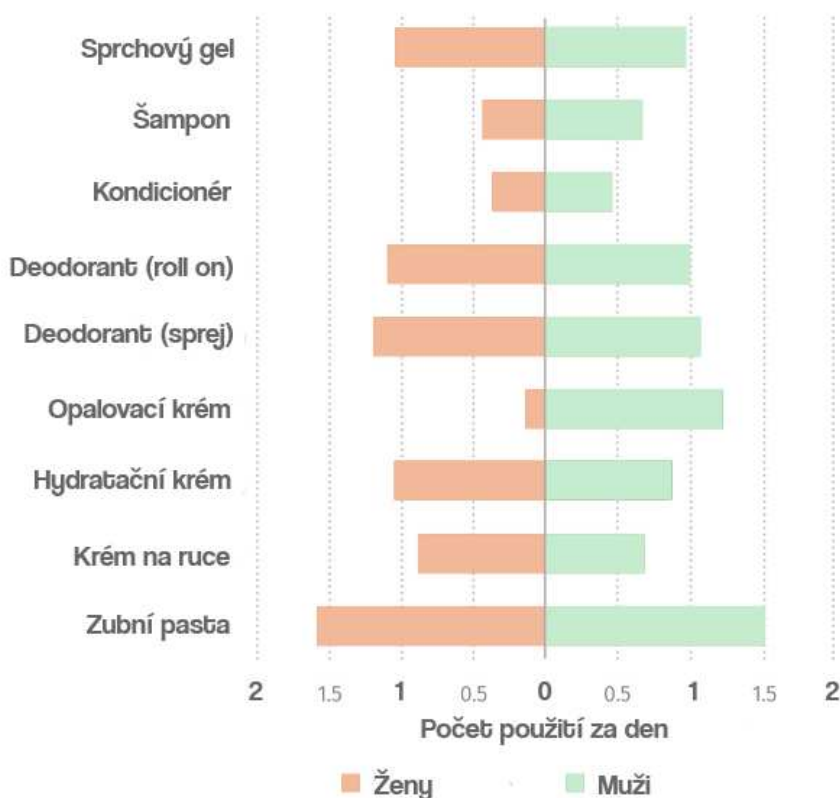
1.5.5 Etické

Již v roce 2009 skončilo testování kosmetických komponentů a finálních produktů na zvířatech, tímto platí i zákaz prodeje a dovozu do zemí Evropské unie (EU) kosmetiky jinak testované [3]. Od 11. března 2013 jsou však zakázány i 3 dosud povolené testy: toxicita po opakované dávce, reprodukční toxicita a toxikokinetika. Přesto je stále žádoucí provádět některé testy na zvířatech, a to především k výrobě léčivých přípravků, které svým způsobem mohou pro zvířata představovat mnohem větší utrpení než testování pro kosmetické účely. Přístupů k této problematice je několik. Absolutně největší část názorů vystupuje proti nehumánnosti testování zvířat. Ovšem existují i jiné spekulace o těchto testech. Z hlediska kosmetických testů lze uvažovat testy oční a kožní dráždivosti. Tyto testy jsou pouze lokálního rozsahu a neovlivňují tak přímo fyziologické funkce zvířete (např. oběhový systém). Dle předpokladů by měly být pro zvířata méně

nebezpečné než v případě testování léčiv. Ovšem nelze zanedbat laboratorní podmínky držení zvířat, tyto podmínky pak mohou i negativně ovlivnit vyhodnocování testů, pokud jsou zvířata dlouhodobě stresována nebo mají již sníženou imunitu [31]. I když testy poskytují určitý obraz předpokládaných účinků na zvíře, tudíž i člověka, nelze z dostupných výsledků interpretovat dlouhodobé účinky, které užívání přípravku na člověka může mít. Také nelze opomenout vliv okolního prostředí, které se od izolovaného laboratorního prostředí mnohem liší, člověk je tak vystaven dalším faktorům z různých zdrojů. Z tohoto hlediska se může jednat pouze o orientační výsledky.

1.5.6 Estetické

Kosmetické prostředky, zejména dekorativní kosmetika, působí pozitivně na lidské podvědomí. Provedené studie odhalují i jistou spojitost mezi kosmetikou a kvalitou života. Kosmetika celkově u 71 % respondentů zkvalitňuje jejich život. Je nástrojem sebevědomí a posiluje sociální interakce. Dle zdrojů si až 88 % populace nedokáže představit život bez kosmetiky.



Obr. 1.7 Denní frekvence užívání vybraných kosmetických přípravků. Zdroj [6], upraveno autorem

Provedený výzkum dokazuje, že dnešní kosmetika není pouze otázkou žen, i muži klasické prostředky dnes využívají standardně, např. vlasovou kosmetiku používají mno-

hem častěji než ženy [6]. Graf výše znázorňuje hygienické produkty denní potřeby. Dle shrnutých výsledků se zubní pasta stává nejvíce užívaným přípravkem. Je podstatné uvést, že průzkum byl proveden mezi dospělými francouzskými spotřebiteli, jiné výsledky by jistě byly k dispozici v jiných zemích mezi lidmi různých věkových kategorií. Lze také předpokládat vyšší spotřebu kosmetiky mezi obyvatelstvem Francie, kde je tradována kosmetika s větším podílem přírodních surovin, než je tomu v jiných státech Evropy. Stále záleží na uživatelích a jejich preferencích. Frekvence spotřeby kosmetických výrobků následně zvyšuje distribuci jednotlivých komponentů do vodního prostředí. Osud těchto látek v prostředí definuje kapitola 2.

1.6 Environmentální bezpečnost

Vzhledem k názvu samotné práce je podstatné uvést i problematiku environmentální bezpečnosti. I když pro tento termín existuje jasná řada definic, stále jej lze chápat mnoha různými způsoby a je využíván pro označení širokého spektra problémů. Pro potřeby práce obecně vystihuje termín následující definice: „Environmentální bezpečnost lze chápat jako stav relativního bezpečí před environmentálními hrozbami způsobenými přírodními, či lidskými procesy vinou nevědomosti, náhody, špatného řízení či záměrně, ať již mají původ místní nebo přesahují národní hranice.“ Environmentální bezpečnost bývá také často srovnávána s ekologickou bezpečností. V tomto pojetí environmentální bezpečnost představuje životní prostředí jako zdroj hrozeb a ohroženým zájmem jsou lidé, státy, či další lidské instituce. Naopak ekologická bezpečnost se zaměřuje na ochranu životního prostředí, pro něhož hlavní hrozbu představují lidské aktivity [32].

I české strategické dokumenty zohledňují tuto problematiku. Na rozdíl od předchozích pojetí je dle Bezpečnostní strategie z roku 2015 environmentální bezpečnost spíše celkově propojena s bezpečnostními zájmy ČR, proto se spíše uvádí jako součást vnitřní bezpečnosti, kdy významné bezpečnostní riziko z pohledu nebezpečných chemických látek představují pouze chemické látky a směsi, které se vyskytují v nadměrných, či kritických množstvích. Environmentální bezpečnost je z pohledu chemických přípravků, které jsou dennodenně distribuovány do životního prostředí, nedostačující, avšak dle definic se zdá být stále toto riziko přijatelné.

2 LÁTKY POUŽÍVANÉ V KOSMETICE A JEJICH ENVIRONMENTÁLNÍ OSUD VE VODNÍM PROSTŘEDÍ

Vodní prostředí je jeden ze zdrojů, který nelze nahradit jiným. Kvalita tohoto prostředí je nyní středem zájmů, je zásadní pro udržení života, je habitatem a kritickým zdrojem pro další sociální, ekonomické a industriální aktivity. Výsledkem antropogenní činnosti je celosvětová ztráta biodiverzity, eutrofizace a kontinuální hromadění znečišťujících látek, ačkoli je voda dle platné legislativy chráněným zdrojem, jehož jakost musí být zachována a zlepšována.

Obecný pojem, produkty péče o tělo (PCPs), je definován jako soubor chemických látek, které se používají především na povrchu lidského těla, uváděných na trh pro použití přímo spotřebitelem. I když jejich složení představuje podíl složek v nízkých koncentracích, způsobují velké znepokojení díky samotným vlastnostem jednotlivých složek. Neustálý přírůstek v odpadních vodách zvyšuje šanci produktů, v tomto případě již polutantů, dosáhnout povrchových vod. Riziko se zvyšuje, pokud odpadní voda dosahuje povrchových zdrojů bez jakékoli úpravy. Vstupy těchto látek do vodního prostředí, transport, přechody mezi složkami životního prostředí, chemické, biochemické a fotochemické reakce za vzniku reakčních produktů lze označovat jako osud látek v prostředí [33].

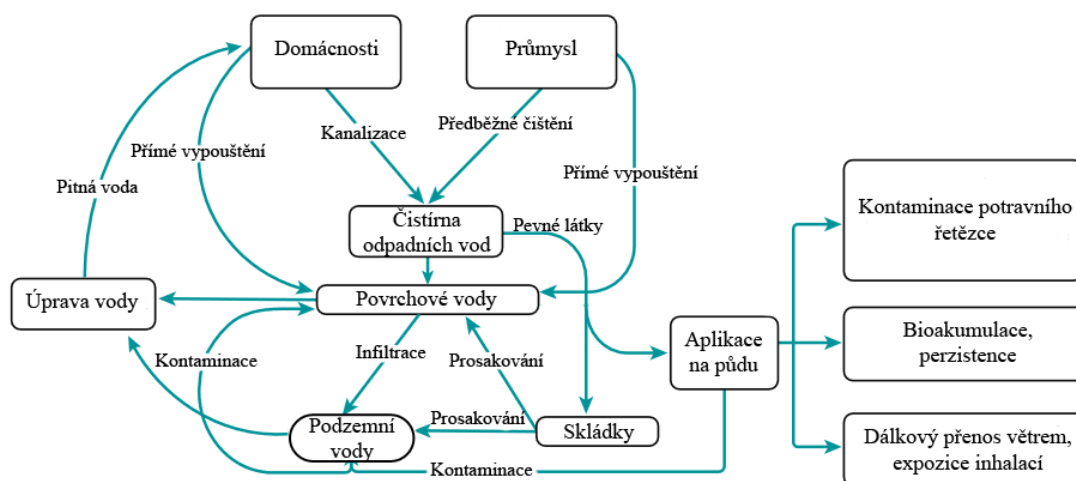
2.1 Základní vlastnosti látek

Fyzikální a chemické vlastnosti kontaminantů (polarita, molekulová hmotnost, rozpustnost atd.) ovlivňují jejich chování v prostředí. Voda funguje jako výborné rozpouštědlo, následkem je pozitivní i negativní efekt, kdy voda může být následně znečištěna právě látkami, které se v ní velmi dobře rozpouští. Kontaminanty dosahující vodního prostředí lze obecně dělit na polární a nepolární. Polarita látek ovlivňuje jejich pohyb v prostředí a rozhoduje o jejich osudu. Polární látky jsou obecně rozpustné ve vodě, jsou vysoce mobilní v celém vodním prostředí. Téměř vůbec nebo jen málo se akumulují ve vodních organismech, jsou jinak organismem vyloučeny a jejich koncentrace v prostředí se nezvyšuje. Nepolární látky jsou hydrofobní, kumulují se v nepolárních prostředích (např. tuková tkáň) zejména ve vodních organismech. Ve vazbě na lipidy se mohou hromadit v organismech a kumulovat v potravním řetězci [33, 34]. Naopak dle hygienického a hydrochemického hlediska jsou obecně všechny látky považované za rozpustné [35]. Za environmentálně, ale i zdravotně rizikové, se považují látky perzistentní.

2.2 Vstupy a pohyb ve vodním prostředí

Vstupy látek do prostředí jsou realizovány různými cestami. PCPs jsou nejčastěji absorbovány kůží člověka, až 60 % z celkového naneseného množství, pokud se po nanesení

nesmývají. Zbylá část je smyta nebo po aplikaci okamžitě smyta. Jejich neúmyslná distribuce do vodního prostředí se děje nepřímo, nejčastěji v nízkých koncentracích přes procesy čištění odpadních vod. Tlak na čistírny odpadních vod (ČOV) může být zvýšen, pokud jsou přípravky po vypršení expirace či nepoužívané přípravky likvidovány vyléváním do odpadních vod. Přímo do životního prostředí vnikají nejčastěji rekreačními aktivitami či poruchou vodohospodářského zařízení (např. havárie na distribuční síti). Dále lze rozlišovat plošné a bodové znečištění. Pojem plošné znečištění zahrnuje splachy srážkovou činností převážně z polí. Zdrojem kontaminantů zde může být aplikace čistírenských kalů, kde se mohou nacházet rezidua PPCPs a dalších nesledovaných látek. Znečištění bodové následně zahrnuje odtok odpadních průmyslových a komunálních vod přes čistírny odpadních vod. Odtud jsou kontaminanty rozptýleny prouděním povrchových vod. Rychlost proudění vody následně ovlivňuje její samočisticí schopnost. Tato schopnost je narušena napřimováním koryt řek, tímto zásahem se značně zkrátí doba využitelná pro samočisticí pochody ve vodě. Při nízké rychlosti proudění jsou látky volně rozptýleny difuzí či na základě větší hustoty sedimentují [36].



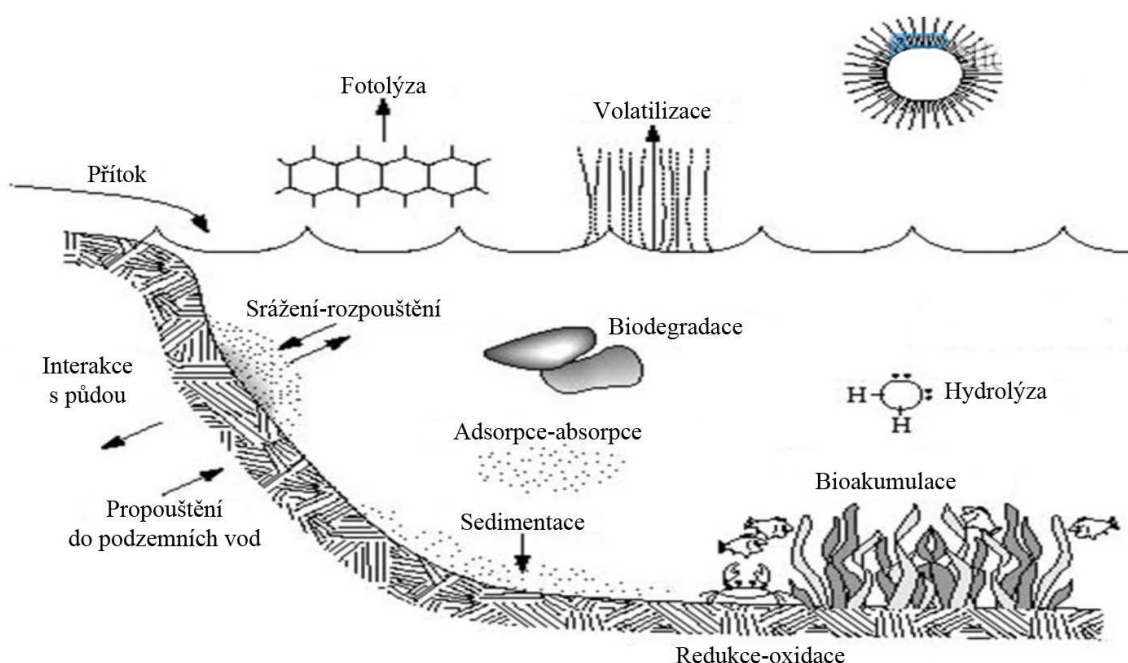
Obr. 2.1 Životní cyklus PPCPs ve vodním prostředí. Zdroj: [37], upraveno autorem

2.3 Transformační procesy a osud látek ve vodním prostředí

Kontaminant je po vstupu do vodního prostředí ovlivňován množstvím procesů, které ovlivňují jeho koncentraci a následně osud. Na přeměnách kontaminantů se podílejí transformační procesy, příkladem mohou být:

- Absorpce – látka je zachycena na povrchu pevné fáze.
- Adsorpce – látka je zabudována do pevné fáze nebo jejího povrchu.

- Fotolýza představuje abiotický degradační proces chemických látek, který je založený na absorpci elektromagnetického slunečního záření. Touto cestou je získáván i kyslík, kdy působením fotonů zde dochází k rozkladu molekul vody.
- Hydrolýza – je rozkladná reakce chemické látky působením vody.
- Oxidace–Redukce
- Volatilizace – jedná se o proces, při kterém je látka uvolňována z kapalně nebo pevné fáze do fáze plynné. Na procesu se podílí odpařování a sublimace [38].
- Sedimentací se ve vodě oddělují pevné částice, které se usazují na dně na základě gravitačních sil.



Obr. 2.2 Transport a osud látek ve vodním prostředí. Zdroj: [38], upraveno autorem

Z celkového pohledu toku chemických látek v prostředí je nejpodstatnější mikrobiální rozklad.

2.4 Biologická degradace

Biodegradace představuje proces, kdy jsou rozkládány organické kontaminanty za pomoci aktivity mikroorganismů. Základem je rozklad komplexních sloučenin na jednodušší molekuly či prvky, kdy vznikají anorganické sloučeniny uhlíku, dusíku, vodíku, fosforu a dalších prvků, ze kterých je původní organická látka složena. Proces biodegradace organických látek je představován sérií kroků, kdy dochází k oxidaci původní

sloučeniny. Část prvků je využita pro růst mikroorganismů a zbytek se stává součástí toku látek v přírodě. V tomto případě se jedná o úplnou biodegradaci či mineralizaci. Z tohoto pohledu se jedná o velmi prospěšnou činnost mikroorganismů a jednu ze základních vlastností, jak mikroorganismy přirozeně dokáží mineralizovat antropogenní kontaminanty ve vodě a sedimentech. Částečná biodegradace či biotransformace představuje pouze přeměnu na jiné, avšak strukturně podobné látky [34].

Kontaminanty představují soubor biogenních prvků jako růstový substrát, tedy základní zdroj živin a energie pro růst dalších buněk. Biodegradace organických látek v přírodě je velmi často vázána na růst mikroorganismů, což se projevuje zvýšením kolonií bakteriálních buněk. V důsledku kontinuálního procesu znečišťování je negativním důsledkem eutrofizace vod. Maximální úroveň mikrobiální aktivity v daných podmínkách následně ovlivňuje degradační kapacitu. Prostředí má zásadní vliv na růst a množení mikroorganismů. Podmínky prostředí rozhodují o zrychlení biodegradace či o inhibici, tedy snížení aktivity mikroorganismů.

2.4.1 Vliv prostředí

Mikrobiální aktivita je závislá na mnoha faktorech prostředí. Mezi nejdůležitější faktory prostředí patří dostupnost vody a stavebních látek, teplota, pH, salinita, kyslík či chemická struktura kontaminujících látek a jejich toxicita. Požadavky na růst organismů mohou být různé, avšak závisí zejména na přítomnosti dostatečného množství vody pro tvorbu biomasy a látek, které jsou v ní rozpuštěny. Organické sloučeniny slouží jako zdroj uhlíku pro buněčné syntézy a jako zdroj energie. Ze základních organických zdrojů uhlíku jsou nejčastější polysacharidy, celulóza nebo škrob. Z hlediska pH je příznivé prostředí nejčastěji neutrální. Dle přístupu kyslíku se rozlišuje biodegradace aerobní a anaerobní (v říčních sedimentech). Kyslík představuje základní podmínku pro respirační procesy. Je vždy přítomen jako H_2O , CO_2 a jako součást organických sloučenin. Koncentrace a chemická struktura kontaminantu rozhoduje o schopnosti dosáhnout úspěšného rozkladu. Obecně jsou vhodnější kontaminanty, jejichž chemická struktura je podobná přirozeným růstovým substrátům, a lze je tak snadno biologicky rozložit. Kontaminanty mohou být úplně degradovány, transformovány v jinou látku, která může být méně či více toxická než původní sloučenina [39].

2.4.2 Vliv kovů

Značný význam vlivu na biodegradaci má přítomnost kovů. Studium biodegradace organických látek, které jsou zároveň znečištěny kovy, dokazuje potenciál kovů zabránit biologickému rozkladu v obou případech, jak v aerobních, tak i anaerobních podmínkách. Biologická degradace organické složky je redukována toxicitou kovů. Kovy ovliv-

ňují organickou biologickou rozložitelnost tím, že ovlivňují fyziologii mikroorganismů. Kovy (např. Cu, Cd, Hg, Zn) blokují aerobní degradace různých organických znečišťujících látek. Důležitým parametrem je koncentrace kovu, kterou lze definovat jako biologickou dostupnost. Biologická dostupnost souvisí zejména s rozpustností látek ve vodě. Kovy a jiné polutanty bývají často vázány na nejružnější částice (např. prachové). V případě velmi pevné vazby nemohou být organismy schopny vázaný kov metabolizovat, ten následně zůstává v prostředí. Biologickou dostupností se obvykle myslí podíl volného polutantu, který je možno metabolizovat [39].

2.5 Environmentální rizika

Environmentální riziko lze definovat jako újmu způsobenou sama sobě, tedy jen tomu subjektu, který s rizikovým faktorem přichází do styku. Vzhledem k tomu, že rizika se vždy dějí v určitém prostředí, vznikají nebo jsou přenášeny vzduchem, vodou, půdou anebo prostřednictvím potravinových řetězců, přichází tak do styku s tímto rizikem každý, aniž by si toho byl silně vědom. Příčiny environmentálních rizik jsou však velmi rozmanité. Některé jsou vytvořené člověkem prostřednictvím průmyslových technologií, zatímco jiné vyplývají z přirozených procesů, a ty se pak následně dostávají do kontaktu s lidskou činností. Kosmetické přípravky vzhledem k rozsáhlému využívání představují též jisté environmentální riziko, v tomto případě je vyžadováno řízení tohoto rizika.

Existuje množství skupin sloučenin používaných v mýdlech, pleťových mlécích, zubních pastách, vonných přípravcích a opalovacích krémech atd. V důsledku produkce velkého množství, snadné dostupnosti, rozsáhlého používání a nesprávné likvidace jsou nejčastěji nalezeny v povrchových vodách a sedimentech následující skupiny látek:

- UV filtry,
- tenzidy a detergenty,
- složky z parfémů (např. pižmo),
- antimikrobiální látky (např. parabeny).

Na rozdíl od léčiv, které jsou určeny pro vnější použití, nejsou vystaveny metabolickým změnám, tudíž do vodního prostředí prakticky vstupují nezměněné. Koncentrace těchto látek se vyskytují v povrchových vodách nejčastěji v nízkých koncentracích (ng/l až $\mu\text{g/l}$) v závislosti na vzdálenosti od zdroje vypouštění ČOV a způsobem ošetření odpadních vod.

Ve vyšších koncentracích (mg/l) se mohou vyskytovat v sedimentech. Jak uvádějí studie, mnohé z použitých sloučenin se v prostředí nachází častěji a ve vyšších koncentracích než léčiva [36]. Látky používané v PCPs jsou biologicky aktivní a mají potenciál

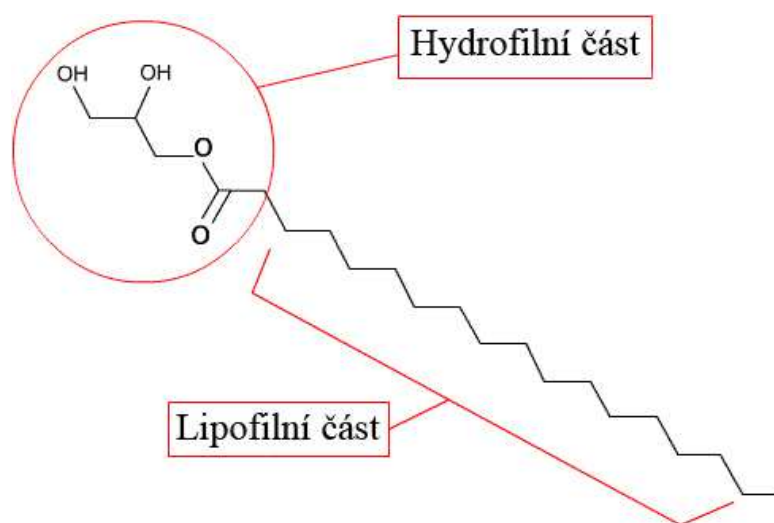
pro perzistenci, bioaktivitu a bioakumulaci. Perzistentní organické polutanty (POPs) jsou schopny díky své chemické stabilitě dlouhodobě setrvávat v životním prostředí. Jsou relativně odolné vůči chemickému, termickému, fotochemickému a biologickému rozkladu. Do prostředí se dostávají jako vedlejší produkty výrobních činností, podléhají dálkovému transportu. Řada látek vstupuje do prostředí kontinuálně, a i přes krátké poločasy rozpadu setrvává určitá úroveň v prostředí, tyto látky se definují jako pseudoperzistentní [40].

Výsledkem je hromadění znečišťujících látek ve vodním prostředí a kumulace v biotických (bioakumulace) a abiotických (na dně vod v sedimentech) složkách prostředí. Bioakumulace je schopnost hromadit se postupně v nízkých koncentracích v živých organismech. Zahrnuje kumulaci polutantu v organismu vlivem prostředí a z převážné části potravou [34]. Neustálá přítomnost látek může vést následně k rezistenci bakterií vůči těmto látkám. Rostoucí problém představuje rezistence bakterií na základní antimikrobiální látky, např. parabeny.

3 POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY

Vzhledem k tomu, že povrchově aktivní látky jsou druhou nejvýznamnější složkou (po vodě) většiny přípravků určených k omývání těla a jiných čistících přípravků, jsou v odpadních vodách přítomny v mnohem vyšších koncentracích než jiné obsažené složky. Následující kapitola vymezuje definici, rozdělení povrchově aktivních látek a objasňuje jejich chování při procesu biodegradace.

Povrchově aktivní látky (PAL) jsou látky, které dokáží snížit povrchové napětí na fázovém rozhraní. Tenzidy jsou PAL organického původu, již v nízkých koncentracích jsou schopny se hromadit na fázovém rozhraní a výrazně tak snížit povrchové napětí. Molekula tenzidu se skládá z hydrofilní a hydrofobní části (tzv. amfifilní struktura). V případě, že je rozpouštědlem voda, hydrofilní část je přitahována nebo naopak odpuzována od nepolárních činidel, a hydrofobní část zaujímá takovou polohu, která ji umožňuje co nejmenší kontakt s rozpouštědlem (viz. Obr. 3.1). Hydrofilní část je nejčastěji tvořena polární skupinou (např. -OH skupinou), a hydrofobní část je tvořena uhlíkovým zbytkem (např. CH_3) [41]. Jsou vyráběny z petrochemických zdrojů a v komerčních detergitech jsou obsaženy v rozmezí 10 až 20 % [48].



Obr. 3.1 Struktura molekuly tenzidu.

Tenzidy se nepolární částí naváží na nečistoty, v důsledku toho jsou nečistoty následně obklopeny tenzidy, odstraněny z povrchu materiálu a dispergovány nejčastěji ve vodném roztoku. Detergent je směsí tenzidů a dalších organických a anorganických látek. Má schopnost odvádět hůře rozpustnou nečistotu z pevného povrchu do kapalné fáze. Tenzidy jsou nejčastěji děleny dle charakteru hydrofilní složky na neionické a ionické. Neionické nejsou nositelem náboje, jejich rozpustnost ve vodě je zajištěna pomocí hydrofilních skupin. Ionické se dále dělí na anionické, kationické a amfoterní.

- Anionické – ve vodním prostředí disociují na záporně nabitý anion a patří mezi nejrozšířenější látky s detergenčními vlastnostmi.
- Kationické – ve vodném roztoku disociují na kladný organický ion.
- Amfoterní – jsou charakteristické přítomností dvou hydrofilních skupin, obsahují funkční skupiny, jak kyselé, tak zásadité. V závislosti na pH se projeví jako kation, či anion [41].

3.1 Kontaminace životního prostředí

Vliv povrchově aktivních látek na životní prostředí se výrazně projevil s rychlým rozvojem syntetických tenzidů a detergentů. Poválečné zavedení tenzidů (např. alkylbenzensulfonátů) v detergencích, jako náhrada za mýdlo, vedlo k nadměrnému pění na tocích. Až do roku 1960 obsahovaly přípravky špatně odbouratelné, tzv. tvrdé tenzidy, které byly toxické pro ryby a další vodní organismy. Příčinou byla omezená biologická rozložitelnost, to vedlo k následnému vývoji lineárních alkylbenzensulfonátů (LAS), které byly mnohem citlivější na mikrobiální rozklad.

Jako první právní norma upravující nakládání s tenzidy v Evropské unii v roce 1973 vstoupila v platnost směrnice Rady č. 73/404/EHS o sblížení právních předpisů členských států o detergencích. Směrnice vymezila pojem detergent a kromě všeobecného požadavku na zdravotní nezávadnost pro člověka i zvířata za běžných podmínek používání detergentu ustanovila podmínku týkající se biologické rozložitelnosti tenzidů obsažených v detergentu. Podle uvedené směrnice bylo zakázáno uvádět na trh a používat takové detergenty, které obsahují povrchově aktivní látky, jejichž průměrná úroveň primární biologické rozložitelnosti je nižší než 90 % [42]. Protože jsou tenzidy široce užívanou skupinou látek, kontaminace životního prostředí tak nepochází pouze z kosmetického průmyslu, pochází i z dalších průmyslových činností, lze uvést následující:

- výroba papíru,
- textilní průmysl,
- strojírenský průmysl,
- potravinářský průmysl,
- cukrovary,
- agrochemie a živočišný průmysl [43].

Dle uvedené studie [42] byla přezkoumána možná kontaminace životního prostředí povrchovými látkami, které byly obsaženy v odpadních vodách při dřívějším rozšířeném

použití detergentních přípravků (rok 2000). Detergenty byly v čistírně odpadních vod částečně aerobně degradovány a částečně adsorbovány na čistírenský kal, který byl aplikován na půdu. Použití kalu na zemědělskou půdu poskytuje velký zdroj povrchově aktivních látek do půdního prostředí. Byl zvážen biologický rozklad řady PAL jak v čistírnách odpadních vod, tak i po vypuštění do přírodních vod a při aplikaci na půdu. Přestože aplikace kalů z čistíren odpadních vod do půdy může vést k hladinám povrchově aktivních látek, v aerobním půdním prostředí může povrchově aktivní látka dále degradovat.

Z průzkumu dostupných údajů vyplývá, že odpadní voda, která prochází moderní čistírnou odpadních vod, je schopna zátěž způsobenou povrchově aktivními látkami téměř odstranit. Zdá se, že postupy aerobního ošetření poskytují ideální podmínky pro úplnou biodegradaci, tím vypouštěná odpadní voda do životního prostředí představuje sníženou zátěž. Ovšem odpadní vody obsahují směs jiných složitých látek (např. antibiotika, steroidy, dezinfekční látky a další metabolické produkty), které v důsledku mohou snižovat konvenční čistící potenciál čistíren odpadních vod.

3.2 Biologická degradace

Během biodegradace mohou mikroorganismy buď využít tenzidů jako substrátu pro získání energie a živin nebo je metabolizovat. Částečná biodegradace tenzidů se může projevit jako ztráta povrchově aktivních vlastností. Úplná biodegradace PAL je charakterizována přeměnou na CO_2 , CH_4 , H_2O , minerální soli a biomasu. Existuje řada chemických a environmentálních faktorů, které ovlivňují biodegradaci. Jedná se zejména o fyzikálně-chemické vlastnosti prostředí, koncentrace, rozpustnost a toxicita tenzidu. Nejvýznamnějším je chemická struktura tenzidu, kde je podstatná povaha hydrofobní skupiny. Pokud tenzidy obsahují vysoce větvené hydrofobní řetězce, je biodegradace omezena. Charakter hydrofilní části nemá na schopnost biodegradace tak podstatný vliv. Lze konstatovat, že mírou částečné degradace je vzdálenost mezi hydrofilní skupinou a koncem části hydrofobní. Různé skupiny PAL vykazují tedy odlišnou úroveň biologické odbouratelnosti [41, 42]. Biologická rozložitelnost je také často klasifikována dle parametru biochemické spotřeby kyslíku (BSK_5). Jedná se o množství kyslíku, které spotřebují mikroorganismy na oxidaci organických látek při 20 °C během doby inkubace, tedy 5 dní. Dle tohoto parametru rozlišujeme tenzidy:

- měkké – biologicky degradovány během 14 dní z více jak 90 % (např. mýdla, alkyl sulfáty),
- odbouratelné – během 14 dní jsou schopny se rozložit z 35-90 %, i když je degradace pomalejší (např. LAS),

- tvrdé – degradují velmi pomalu, během 14 dnů jsou biologicky rozložitelné do 35 % (např. rozvětvené alkylbenzen sulfonáty) [41].

3.2.1 Neionické

Neiontové povrchově aktivní látky mohou být popsány jako sloučeniny, které při rozpuštění nejsou ionizovány ve vodě. Jejich relativně rychlá biodegradace se zastavila na hranici 80 % biologické degradace. Dle dostupných zdrojů je biodegradace neionogenních pomalejší než biodegradace aniontových povrchově aktivních látek [42].

3.2.2 Anionické

Obecně většina komerčně dostupných povrchově aktivních látek představuje směsi s různou délkou alkylového řetězce, výběr směsí ovlivňuje specifické vlastnosti a efektivitu příslušné PAL. Mýdla a sulfáty představují technicky nejdůležitější skupiny aniontových povrchově aktivních látek používaných domácnostmi, v sektoru osobní péče a také pro průmyslové účely. Anionické tenzidy typu LAS jsou široce rozšířené jako jednoduše biologicky rozložitelné. Velmi vysoký stupeň biodegradace 97–99 % byl dosažen v aerobním prostředí. Naproti tomu tenzidy typu alkylfenolů jsou méně odbouratelné, zdroje uvádí hodnoty 0–20 % [42].

3.2.3 Kationické

Kationické tenzidy jsou obecně hůře biologicky rozložitelné než anionické, ale jsou považovány za velmi dobře biologicky dostupné. Vzhledem k jejich náboji se silně sorbují na suspendované částice nečistot, které jsou většinou negativně nabité. V prostředí splaškového kalu mají silnou afinitu k povrchu částic kalu. Kationtové povrchově aktivní látky nejsou anaerobně biologicky odbouratelné buď z důvodu nedostatku vhodných metabolických cest, anebo možného toxického účinku povrchově aktivní látky na příslušné anaerobní mikroorganismy. Jiné experimentální výsledky ukázaly, že studované kationtové povrchově aktivní látky a čisticí přípravek, změkčovač prádla, jsou nakonec biodegradovány > 70 % [44, 45].

4 CÍLE A METODIKA PRÁCE

Na základě zjištěných poznatků prostřednictvím teoretické části byly definovány následující cíle pro praktickou část:

- experimentálně ověřit biologickou rozložitelnost u stanovených kosmetických sloučenin a přípravků,
- pro potřeby vyhodnocení osvětlit podmínky, které mohly biodegradaci ovlivnit,
- na základě získaných poznatků stanovit environmentální bezpečnost sledovaných kosmetických přípravků.

K měření byly využity základní instrumentální metody používané v analytické chemii. Veškeré použité metody jsou podrobně shrnuty v praktické části.

5 DÍLČÍ ZÁVĚR

Všechny lidské činnosti a aktivity zpravidla vždy přinášejí určitá rizika a je pouze na našem rozhodnutí, zda je pro nás toto riziko přijatelné, či již ohrožující a neakceptovatelné. Vzhledem k tomu, že současný průmysl dosahuje světových trhů, nelze během výrobních procesů zpravidla zabránit jakémukoli dopadu. Produkty péče o tělo se staly nedílnou součástí našeho každodenního života. Miliony spotřebitelů denně užívají kosmetiku zejména pro zdravotní benefity, ale i pro zkvalitnění životů. I přes možné výhody se s výrobou kosmetiky nese řada dopadů a nepříznivých zátěží pro životní prostředí. Kosmetické ingredience se staly všudypřítomnými kontaminanty, které i po letech užívání stále zvyšují podezření a obavy z možných dopadů a působení škod. I přes tento fakt se vývoj v oblasti chemických látek a kosmetického průmyslu nezastavil a pokračuje poměrně rychlým tempem. Výrobní společnosti na základě těchto zjištění mohou efektivně snížit jednotlivé emise ve fázi přípravy a formulace výrobku vytvořením environmentálního managementu či strategie.

Vzhledem k tomu, že dle zdrojů je fáze uživatelská nejnáročnějším procesem z životního cyklu výrobku, je třeba se zaměřit na to, aby byly u spotřebitelů vytvořeny správné udržitelné spotřební a post-spotřební návyky. Proto je potřeba, aby se kosmetický průmysl zaobíral také touto fází, a jeho činnost nekončila pouze distribucí výrobku. Ovšem pro velké kosmetické společnosti to může představovat nepřekonatelný úkol, v první řadě si chtějí udržet prosperitu z výrobků, která nemusí být vždy kompatibilní s udržitelností. Aby byly zachovány i zájmy přírody lze využívat kosmetiku přírodní, certifikovanou, ovšem ta může být zatížena jinými dopady (např. socioekonomickými).

Výsledkem uživatelské fáze je zejména kontinuální znečišťování chemické, dalším projevem je ale i biologické či fyzikální, které zvyšuje migraci kontaminantů v životním prostředí a jednoznačně tak ohrožuje vodní zdroje, zejména kvalitu a dostupnost, ale také ovlivňuje biodiverzitu biosféry. Zdroje vody v tomto ohledu jsou velice významným prvkem, jedná se o aktuální celosvětovou otázku, jsou středem bezpečnostních zájmů a ve vodním hospodářství jsou zařazeny do odvětvových kritérií kritické infrastruktury. I když se kvalita vody v Evropské unii pomalu zlepšuje na základě přijatých preventivních a restriktivních opatření, jsou obecně řeky v horším stavu než jezera a jiné stojaté vody.

Analýza aktuálních dokumentů a dalších studií dokazuje, že odborníci jsou si jen z velmi malé části vědomi toho, co může nastat v budoucnosti v tak širokém poli kontaminujících látek. I přes bezvýchodnost situace jsou známy způsoby, jak celkově zlepšit kvalitu vodstva, ovšem tyto způsoby bývají velice opomíjeny.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 Experimentální část

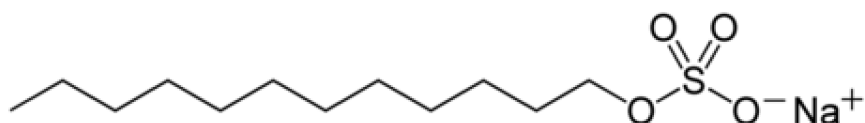
6.1 Testované kosmetické přípravky a sloučeniny

Testům biologické rozložitelnosti byly podrobeny následující kosmetické přípravky a základy. Kapitola uvádí terminologii, základní charakteristiky jednotlivých látek, výskyt v životním prostředí a, pokud jsou k dispozici, informace o biologické rozložitelnosti. Názvy kosmetických přísad jsou značeny dle INCI (International Nomenclature of Cosmetics Ingredients), či dle jiných běžných názvů.

6.1.1 Dodecylsírán sodný 99%

Dodecylsírán sodný (angl. "Sodium Dodecyl Sulfate", zkr. SDS) je aniontová povrchově aktivní látka. Její povrchově aktivní vlastnosti jsou důležité pro stovky domácích i průmyslových čistících prostředků, výrobků pro osobní péči a kosmetiky. Používá se v několika typech průmyslových výrobních procesů. Ačkoli jeho environmentální výskyt vzniká především z přítomnosti komplexních domácích a průmyslových odpadů, SDS je také přímo uvolňován v některých aplikacích (např. dispergátor ropy).

Provedený výzkum z roku 1993 ukázal, že SDS je vysoce biologicky odbouratelný velkým počtem přirozeně se vyskytujících bakterií a obecně se uvádí, že degradace je větší nebo rovna 90 % během 24 hodin [46]. Dále bylo zpozorováno, že SDS byl ze 70 % degradován na CO₂ a zbývajících 30 % bylo začleněno do mikrobiální biomasy, SDS bylo tedy ze 100 % využito [42]. Z hlediska konkrétního druhu bakterií byly kmeny *Pseudomonas* schopné snižovat povrchovou aktivitu SDS o 70 % za 20 dnů. Povrchově aktivní látku se podařilo kompletně zmineralizovat po 30ti denním testu [47, 48].

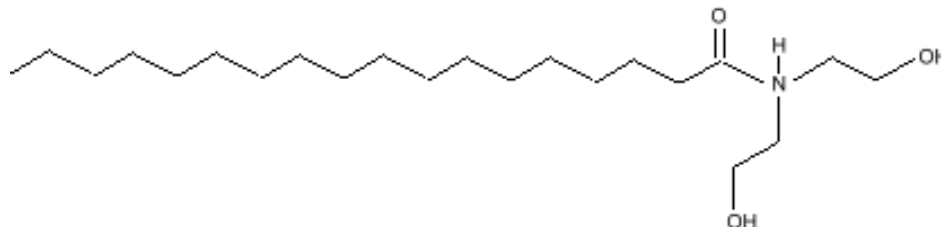


Obr. 6.1 Struktura molekuly dodecylsíránu sodného. Zdroj: [49]

6.1.2 Kokamid dietanolamin 80%

Kokamid dietanolamin (angl. "Cocamide DEA", zkr. CDEA) je povrchově aktivní látka, viskózní kapalina světle žluté barvy, je rozpustná ve vodě i v oleji. Jedná se o chemickou sloučeninu získanou z mastných kyselin chemicky modifikovaného kokosového oleje. Funguje jako výborný emulgátor. Zvyšuje pěnicí schopnosti kosmetických přípravků a prodlužuje jejich trvanlivost [50]. CDEA je dle zdrojů plně odbouratelný v

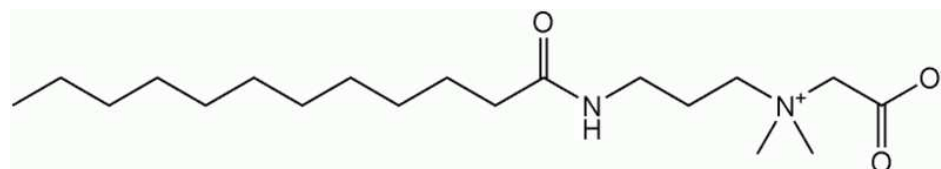
28 denním standardním testu biologické rozložitelnosti, a proto je popsán jako snadno biologicky odbouratelný. Bylo zjištěno, že v testu anaerobní biologické rozložitelnosti má inhibiční účinek na bakterie [51].



Obr. 6.2 Struktura molekuly kokamidu dietanolaminu. Zdroj: [51]

6.1.3 Kokamidopropyl betain 47%

Kokamidopropyl betain (angl. "Cocamidopropyl betaine") dále (CB) je čirá kapalina jantarové barvy, která může být získávána z kokosového oleje nebo synteticky. Jedná se o přírodní, amfoterní tenzid, má mírné antiseptické účinky. CDEA je nahrazován v kosmetice tímto tenzidem, který má méně dráždivé vlastnosti a je mnohem více šetrnější k pokožce a vlasům. Je povolen jako přísada do certifikované přírodní kosmetiky [50]. Dle zdrojů je plně odbouratelný v 28denním standardním testu pro snadnou biologickou rozložitelnost a je také rozložitelný v anaerobních podmínkách [51]. Ovšem jiné zdroje diskutují o spíše špatné rozložitelnosti (45–58 %) [52].



Obr. 6.3 Struktura molekuly kokamidopropyl betainu. Zdroj: [51]

6.2 Kosmetické přípravky

Použité kosmetické přípravky (mýdlo a šampon) poskytla firma Topvet, český výrobce přírodní kosmetiky a doplňků stravy. Společnost garantuje užití kvalitních surovin, některé jsou původem z kontrolovaného ekologického zemědělství a značeny jako BIO. Společnost není vlastníkem žádného certifikátu pro přírodní kosmetiku, i když tato kritéria splňuje.

6.2.1 Šampon Topvet

Obecně jsou šampony složeny převážně z vody 65–70 %, následně 15–20 % tenzidů a do 5 % ze zahušťovadel a dalších pomocných látek. Podílem do 2 % v nich bývají zastou-

peny vonné složky, barviva a konzervanty. Hodnotnější šampony by měly obsahovat účinné látky (např. oleje) [19]. Sušina šamponu Topvet se pohybuje okolo 38 %. Dle sensorického hodnocení má šampon světle hnědou barvu s příjemnou vůní. V tabulce níže je uvedené složení testovaného šamponu včetně objemového zastoupení jednotlivých složek. Názvy přípravků jsou zachovány dle poskytnuté normy. Dále je uvedena předpokládaná biologická rozložitelnost jednotlivých složek.

Tab. 6.1 Složení šamponu Topvet. Zdroj: [19, 53]

Název přípravku	Vlastnost	Obj %	Biorozložitelnost
Betain EuroQuat HC47, Alvol BMK, GemQuat HC48, Mackam 50ULB	detergent	0,1000	neznámá
SPOLAPON 242/70, SLES, SULFOROKANOL L270	detergent	0,1200	částečná [42]
Deminerlizovaná voda	rozpouštědlo	0,6295	X
D PANTHENOL 75 %	účinná látka	0,0267	snadná
Fucogel 1,5 P	polysacharid	0,0200	snadná
Euperlan PCO	tenzid	0,0100	částečná [54, 55]
Arlypon TT	neionický tenzid	0,0008	není snadno odbouratelný [56]
Sericin	protein z hedvábí	0,0050	neznámá (snadná)
Olivem 450	anionický tenzid	0,0150	snadná [42]
Ceraphyl 41	emulgátor	0,0060	X
Plantacare 818	neionický tenzid	0,0200	snadná [57]
Polyquaternium7, Conditioneze7	kopolymer	0,0200	neznámá (obtížná) [58, 59]
Bavlníkový olej rozpustný	účinná látka	0,0100	snadná
Phenoxyetanol	konzervant	0,0070	snadná [60]
Benzyl Alkohol	konzervant	0,0050	snadná [61]
Benzoan sodný	konzervant	0,0050	snadná [51]

6.2.2 Dětské mýdlo parfémované

Vzhledem k obsahu vody je mýdlo viskóznější než šampon. Má světle oranžovou barvu a je jemně parfémované. Tento typ produktu představuje minimální náklady na suroviny, také vysoce je kompatibilní s pokožkou. Základem jsou většinou tenzidy typu lauretsulfát sodný nebo kokamidopropyl betain [51]. Často se tam přidávají další látky, jako například parafínové oleje nebo přírodní extrakty. Dle uvedeného složení se sušina pohybuje v rozmezí 39–51 %. Názvy jsou též zachovány dle normy.

Tab. 6.2 Složení dětského mýdla. Zdroj: [19, 53]

Název přípravku	Vlastnost	Hm %	Biorozložitelnost
Aqua	rozpouštědlo	ad 100	X
Sodium Laureth Sulfate	anionický tensid	28,0 - 35,0	snadná [62]
Sodium Chloride	zahušřovadlo	8,0 - 10,0	X
Glycerin	hydratace	1,0 - 2,0	snadná [63]
Cocamide DEA	emulgátor	1,0 - 2,0	snadná [51]
Cocamidopropyl Betaine	tensid	1,0 - 2,0	částečná [51]
Parfum	vonné látky	max 0,3	X
Benzyl Alcohol, Methylchloroisothiazolinone, Methylisothiazolinone	konzervanty	0,1	částečná [51]
C.I. 15985	barvivo E 110	q. s.	X
Triethanolamine/ Citric Acid	konzervanty	q. s.	snadná [64]/snadná

6.3 Srovnávací látka

Jako srovnávací látka byl použit benzoan sodný. Jedná se o organickou látku, jejíž snadná biologická rozložitelnost je známa. Stupeň rozkladu je větší než 60 % [65].

6.3.1 Benzoan sodný

Benzoan sodný je sodná sůl kyseliny benzoové. Původně se vyskytuje v přírodě. V upraveném stavu má formu bezbarvého až bílého krystalického prášku, který je velice dobře rozpustný ve vodě. V těle se neusazuje a je rovnou metabolicky vyloučen. Používá se především jako konzervační složka v potravinářství, jako konzervant je povolený i v přírodní kosmetice. Jedná se o jednu z nejlevnějších antiseptických přísad. Má antimikrobiální účinky, zabraňuje množení bakterií [50]. Biologická rozložitelnost je během 14 dnů > 60 % [51].

6.4 Chemikálie a roztoky

- Inokulum z ČOV Malenovice
- Demineralizovaná voda
- Etanol
- Benzoan sodný
- Dodecylsírán sodný
- Kokamid dietanolamin

- Kokamidopropyl betain
- Biomédium
- Kalibrační standard CH₄, CO₂

6.5 Přístrojové vybavení a další pomůcky

- Plynový chromatograf GC 2010 SHIMADZU
- FLASH 2000 Elementární analýza
- Energově dispersní rentgenový spektrometr (EDX-XRF)
- Váha analytická RADWAG AS 220
- Digestoř
- Inkubátor třepací GLF 3033
- Čerpadlo
- Sušárna Memmert
- Injekční mikrostříkačka Hamilton 100 μ l
- Automatické pipety (1000 a 5000 μ l)
- Sterilní špičky
- Reagenční láhve a příslušná víčka opatřená septem
- Plastová pipeta 3 ml
- Pipeta 5 ml, 20 ml
- Láhev na biomédium 1 l
- Láhev na zásobní roztok 1 l
- Další běžné vybavení laboratoře

7 METODIKA

7.1 Elementární analýza

Vzhledem k tomu, že testům byly podrobeny i látky, jejichž elementární struktura nebyla známa, byla před samotným testem biodegradace provedena základní prvková analýza kosmetických přípravků. Pro ověření struktury byla provedena i u ostatních kosmetických základů.

7.1.1 Popis metody

Elementární analýza poskytuje informaci o prvkovém složení daného vzorku. Slouží pro stanovení jednotlivých prvků C, H, N, O, S v organických i anorganických sloučeninách, v spektru pevných i kapalných vzorků. Elementární zastoupení lze stanovit v matrici životního prostředí, v čistých chemikáliích, ve farmaceutických ingrediencích, obsah uhlíku a dusíku v uhlí, ropě a petrochemických produktech a též obsah dusíku a celkových proteinů v potravinách. Principem je spalovací Dumasova metoda, v analytické chemii je používána pro kvantitativní stanovení dusíku. Vzorek se za použití této metody spaluje za přítomnosti kyslíku v komoře při vysoké teplotě (cca 900 °C). Produkty katalytické reakce jsou CO₂, N₂, H₂O a SO₂. Plyny jsou hnány proudem hélia či argonu přes speciální sorpční kolony, které pohlcují oxid uhličitý a vodu, dále přechází přes separační plynově chromatografickou kolonu a následně na tepelně vodivostní detektor, kde jsou jednotlivé složky detekovány.

7.1.2 Příprava vzorků

Samotné měření bylo provedeno celkem u šesti sloučenin, stanovení bylo provedeno 3x vedle sebe. Vzorky se navázily na analytické váze do malých hliníkových kelímků. Jeden kelímek byl bez vzorku jako tzv. blank. Další dva byly označeny jako bypass, tzn. standard, či prvek o známé elementární struktuře (např. glukóza). Dle předpokládané struktury vzorku byl zvolen kalibrační standard, dle kterého se následně identifikovalo zastoupení prvků.

7.2 Rentgenová fluorescenční spektrometrie

Rentgenová fluorescenční spektrometrie je jednou z metod anorganické analýzy. Stanovení prvků lze provést v maticích všech forem, práškové, kapalné či tuhé. Jedná se o nedestruktivní metodu, při jejím měření se využívá rentgenové záření. Výhodou je snadná příprava vzorků a vysoká citlivost analýzy, kdy je možné analyzovat vzorky o navážce cca 1–5 mg. Rentgenová spektrometrie byla provedena jako doplňková metoda ke zjištění přítomnosti těžkých kovů v kosmetických přípravcích a základech.

7.2.1 Popis metody

Principem měření je interakce atomu zkoumaného prvku s vysokoenergetickým elektromagnetickým zářením, při kterém dojde k vyražení elektronu z atomového obalu. Když se uvolní vnitřní elektron, elektrony z vyšších slupek deexcitací zaplní jeho místo a uvolní přebytečnou energii ve formě fotonu. Elektrony mohou deexcitovat kaskádovitě, takže se může objevit spektrum různých fotonů, právě toto fluorescenční spektrum se používá k identifikaci atomu.

7.3 Příprava inokula z aktivačního procesu

Aktivovaný kal je suspenze směsné kultury mikroorganismů, převážně bakterií (např. bakterie rodu *Comomonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*). Pevná fáze v podobě biomasy se od kapalně fáze snadno odděluje sedimentací, proto je nutné při práci směs neustále míchat [66]. Dodaný aktivovaný kal byl odebraný z aerační nádrže městské čistírny odpadních vod Malenovice. Byl poskytnut již upravený, zbaven hrubých nečistot filtrací přes síto, 3x dekatován vodou (odstranění sedimentu) a následně 24 h provzdušňován na Fakultě technologické UTB.

7.3.1 Stanovení sušiny

Před samotným experimentem muselo být provedeno stanovení sušiny, tedy aktuální stav sušiny biomasy aktivovaného kalu. Obvyklý stav sušiny se pohybuje v rozmezí 2–10 g/l. Sušina byla stanovena pomocí vakuové filtrace. Suspenze inokula o objemu 10 ml byla nanášena na předem zvážený filtrační papír a filtrována. Tento postup byl proveden třikrát vedle sebe. Následně byl filtrační papír se zachycenou biomasou aktivovaného kalu sušen do konstantní hmotnosti při 100 °C. Po vyjmutí ze sušárny se nechal zchladnout a následně byl zvážen na analytických váhách. Veškerá data byla zaznamenána do tabulky:

Tab. 7.1 Váha filtračních papírků pro stanovení sušiny.
Zdroj: vlastní

Číslo filtračního papírku	M_P	M_{P1}
1	0,1082 g	0,1666 g
2	0,1193 g	0,1749 g
3	0,1149 g	0,1723 g

Následně bylo provedeno stanovení sušiny aktivovaného kalu. Stanovení sušiny bylo vypočteno rozdílem hmotností filtračních papírků. Byl použit následující výpočet:

$$M_S = \frac{(M_{P1} - M_P)}{V} \cdot 1000 \quad (7.1)$$

M_S	hmotnost sušiny
M_P	hmotnost filtračního papírku
M_{P1}	hmotnost filtračního papírku po vysušení
V	pracovní objem aktivovaného kalu

Výsledná hodnota sušiny aktivovaného kalu byla 5,7 g/l. Při pracovním objemu 10 ml se jednalo o 5,7 mg.

7.4 Stanovení sušiny kosmetických přípravků

Vzhledem k tomu, že testům byly podrobeny kosmetické přípravky, které jsou složeny převážně z vody, až z 60 %, bylo potřeba stanovit sušinu, která je představována podílem čistých složek v přípravku. Vzhledem k tomu, že koncentrace testovaného kosmetického přípravku musela být 200 mg/l, byla vypočtena sušina na základě složení jednotlivých přípravků.

7.5 Příprava biomédia

Složení růstového média může být různé a může se lišit podle jednotlivých požadavků mikroorganismů. Musí zejména splňovat požadavky ve formě všech využitelných prvků, které jsou nezbytné pro tvorbu biomasy. Typické biomédium obsahuje elementární prvky jako uhlík, vodík, kyslík, dusík, síru, fosfor, draslík, hořčík. A dále stopové prvky, mezi které patří např. zinek, měď, kobalt, vanad, chlór, sodík, selen atd [67].

Pro tvorbu biomasy mikroorganismů bylo použito následující biomédium, jeho složení je uvedeno v tabulce na následující straně. Do láhve o objemu 1 l, do cca 800 ml destilované vody se postupně pipetovaly zmíněné, již připravené zásobní roztoky, v tabulce. Láhev se po naplnění roztoky doplnila vodou po rysku na 1000 ml.

Tab. 7.2 Složení živného média. Zdroj: [65]

Roztok	Množství
MgSO ₄ .7H ₂ O	1 ml
CaCl ₂	1 ml
FeCl ₃ .6H ₂ O	1 ml
(NH ₄) ₂ SO ₄	5 ml
Fosfátový pufr (pH 7,2)	20 ml
Roztok stopových prvků	1 ml

7.6 Příprava láhví a směsí

K provedení testů byly použity skleněné láhve o plynném objemu 580 ml opatřené víčky se septem. Láhve byly před naplněním zkoumané směsi sterilovány při 120 °C v troubě po dobu 30 minut. A následně uzavřeny víčky. Víčka byla nejdříve připravena a následně též sterilována. U víček bylo vyměněno septum, které má tvořit přepážku mezi okolní atmosférou a zkoumaným objemem plynu v láhvi, následně byla zhodnocena těsnost víčka a poté byla důkladně očištěna etanolem, zejména zevnitř. Následně byla sterilizována pod UV lampou po dobu 30 minut.

Pro potřeby ověření správnosti testování bylo nutné namíchat srovnávací roztok benzoanu sodného. Zásobní roztok se připravil o koncentraci 2 g/l. Pracovní objem v reakčních láhvích byl 50 ml. Každá zkoumaná směs se skládala ze zásobního roztoku nebo testované organické látky, biomédia a inokula. Vlastní experiment se skládal z následujících navážek:

Tab. 7.3 Složení připravených směsí. Zdroj: vlastní

Název vzorku	Biomédium	Inokulum	Kosmetický přípravek (přepočteno na sušinu)
Blank	45 ml	5 ml	x
Benzoan sodný	40 ml	5 ml	5 ml
Dětské mýdlo	45 ml	5 ml	19,4 mg
Šampon Topvet	45 ml	5 ml	27 mg
Dodecylsírán sodný	45 ml	5 ml	10 mg
Kokamid dietanolamin	45 ml	5 ml	12,5 mg
Kokamidopropyl betain	45 ml	5 ml	21 mg

Název vzorku se shoduje s názvem testovaného přípravku, který byl proveden vždy 3krát vedle sebe. Na závěr se do všech připravených směsí v láhvích odměřilo 5 ml inokula. Experimentální stanovení organického znečištění bylo určeno dle normy na 200 mg/l. Stanovení bylo provedeno celkem u 21 lahví. Uzavřené láhve se následně umístili do inkubátoru s třepačkou při teplotě 25 °C. Měření probíhalo v intervalu 2x

za týden po dobu 28 dní.

7.7 Metodika aerobní degradace

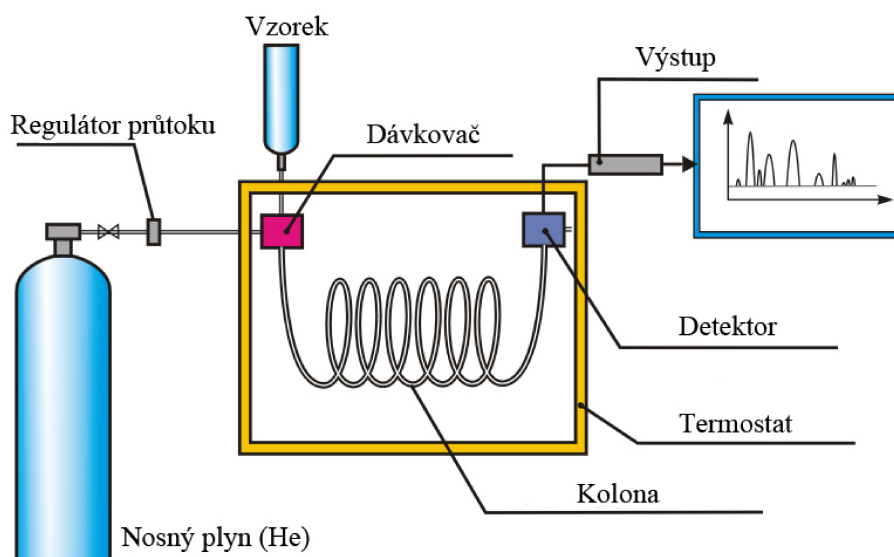
V počátcích experimentu bylo provedeno přípravné experimentální testování. Vzhledem k tomu, že hodnocení aerobní biologické rozložitelnosti bylo nedostatečné, musela být provedena úprava technologického procesu. Problémem bylo nedostatečné dodání živin a kyslíku, který limitoval růst biomasy. Hodnocení úplné aerobní biologické rozložitelnosti bylo následně provedeno dle normy ČSN EN ISO 9408. Biologická rozložitelnost byla stanovena jako produkce CO_2 v uzavřené skleněné nádobě. Dle normy má test trvat 28 dní nebo i déle dle potřeby. Výsledky byly následně porovnávány se slepými pokusy a se známou biologickou rozložitelností srovnávací látky.

7.8 Analýza oxidu uhličitého pomocí plynového chromatografu

Analýza CO_2 byla provedena v Centru polymerních systémů ve Zlíně na analyzátoru produkce CO_2 , O_2 a CH_4 . Přístroj je určen zejména pro stanovení produktů biodegradace, kvalitativní a kvantitativní analýzu organických látek. Celý systém je opatřen příslušným softwarem, knihovnou MS spekter a PC stanicí.

7.8.1 Princip metody

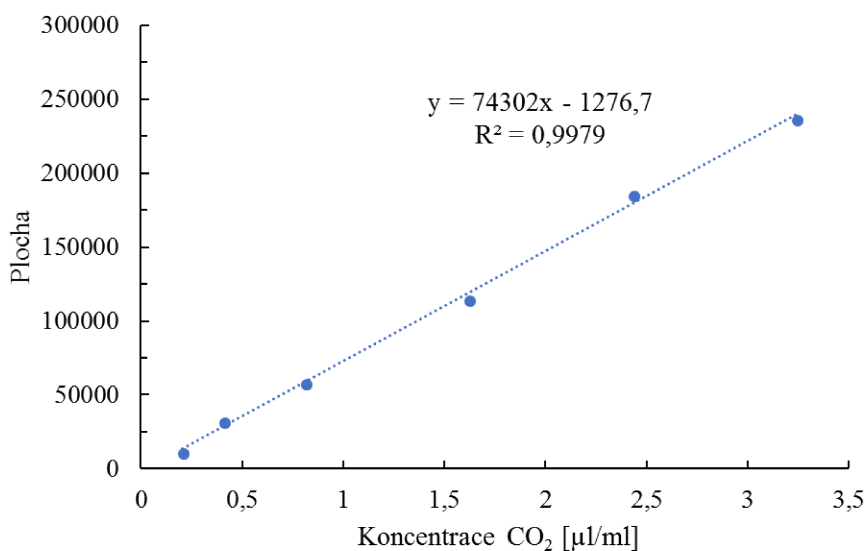
Plynová chromatografie je analytická metoda, při které dochází k separaci složek obsažených ve zkoumaném vzorku na jednotlivé analyty na základě rozdílné distribuce mezi mobilní a stacionární fází. Mobilní fází je nosný plyn He, pohybující se skrz nebo podél stacionární fáze umístěné v chromatografické koloně. Výhodou je účinná separace látek i v malém množství obsaženém ve vzorku potřebném k analýze a také u velmi složitých směsí. Vzorek se vstříkuje do dávkovacího zařízení, kde dochází k jeho zplynění a následně je zaveden a unášen nosným plynem do kolony. Složky jsou následně desorbovány nosným plynem a unášeny do konce kolony. Množství separované látky se měří detektory, v tomto případě je využíván tepelně vodivostní detektor (TCD). Látky vstupují do detektoru, který indikuje okamžitou koncentraci separovaných látek formou grafického záznamu (tzv. chromatogram). Množství látky pak následně odpovídá ploše píku.



Obr. 7.1 Schéma plynového chromatografu. Zdroj: [68], upraveno autorem

7.8.2 Kalibrační křivka

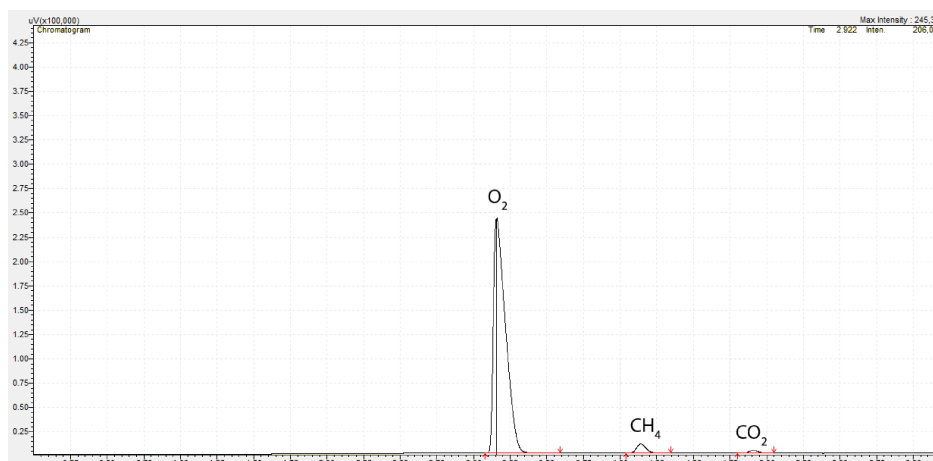
Pro správné zjištění množství látky ve vzorku je potřeba signál detektoru kalibrovat. Ke stanovení byla využita metoda standardu o složení CH_4 , CO_2 . Následující graf zobrazuje kalibrační křivku, která definuje přesnost měření.



Obr. 7.2 Kalibrační křivka. Zdroj: vlastní

7.8.3 Identifikace píku

Pro identifikaci látek je důležitá shoda hodnot retenčních časů zkoumané látky a standardu. Základem pro správnou identifikaci následně je, aby obě hodnoty byly naměřeny za stejných laboratorních podmínek. Kvalitativní charakteristikou látky je retenční čas a kvantitativní charakteristikou je výška píku, popř. plocha píku.



Obr. 7.3 Chromatogram standardu. Zdroj: vlastní

7.9 Základní vzorce ke stanovení produkce oxidu uhličitého

Vyhodnocení naměřených dat pak následně probíhalo pomocí základních vzorců. Úroveň biodegradace je rovna produkci oxidu uhličitého, který se uvolní při biochemické oxidaci organických látek při 20 °C během zvolené doby inkubace.

Denní produkce C vyjádřená ve formě CO₂

$$m_{(d)C} = \frac{M_C \cdot p}{R \cdot T} \cdot \frac{V_g}{1000} w(CO_2) \cdot \frac{V_S}{S_S} \cdot \frac{V_V}{S_V} \quad (7.2)$$

$m_{(d)C}$	množství vyprodukovaného uhlíku ve formě CO ₂ [mg]
M_C	atomární hmotnost uhlíku [g.mol ⁻¹]
p	atmosférický tlak v okamžiku provzdušňování [kPa]
R	molární plynová konstanta [J.mol ⁻¹ K ⁻¹]
T	termodynamická teplota v okamžiku provzdušňování [K ⁻¹]
V_g	plynný objem biometrické láhve [ml]
w	množství CO ₂ v kalibračním plynu [%]
V_S	dávkový objem plynné fáze standardu [μl]
S_S	signál detektoru pro standard [μV.s]

V_V dávkový objem plynné fáze vzorku [μl]

S_V signál detektoru pro vzorek [$\mu\text{V}\cdot\text{s}$]

Kumulativní produkce vyjádřená ve formě CO_2

$$m_{(k)C}(2) = m_{(k)C}(1) + m_{(d)C}(2) \quad (7.3)$$

$m_{(k)C}(2)$ kumulativní produkce C z aktuálního měření [mg]

$m_{(k)C}(1)$ kumulativní produkce C z předchozího měření [mg]

$m_{(d)C}(2)$ denní produkce C z aktuálního měření [mg]

Substrátová produkce C je vyjádřená jako denní produkce CO_2 v bioreaktoru odečtená od produkce CO_2 u slepých vzorků.

Procentuální mineralizace C z hlediska produkce CO_2

$$D_C = \frac{n_{(S)C}}{(m_C \cdot TC)} \quad (7.4)$$

D_C procentuální mineralizace C z hlediska produkce CO_2 [%]

$n_{(S)C}$ substrátová produkce C ve formě CO_2 [mg]

m_C hmotnost testovaného materiálu [mg]

TC obsah celkového C v testovaném materiálu [%]

7.10 Provzdušňování láhví

Na závěr každé analýzy bylo provedeno provzdušňování láhví. Vzhledem k tomu, že kyslík nelze v umělém médiu akumulovat, musí být průběžně dodáván. Po měření byly láhve otevřeny a pomocí silikonových trubiček připojených k čerpadlu byl vháněn vzduch po dobu 10 minut tak, aby došlo k výměně veškerého obsaženého CO_2 v objemu láhve. Následně byly láhve umístěny do inkubátoru a ponechány při $25\text{ }^\circ\text{C}$ do dalšího měření.

8 NAMĚŘENÁ DATA, VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem této práce bylo experimentálně provést testování biologické rozložitelnosti u vybraných kosmetických přípravků a také biorozložitelnost ověřit u kosmetických základů ve vodním prostředí. Následně bylo potřeba u těchto přípravků určit, zda jsou environmentálně bezpečné. K celkovému vyhodnocení byla využita řada metod, které na základě získaných výsledků pomohly objasnit průběh biodegradačních procesů.

8.1 Elementární analýza

Vzhledem k tomu, že byly testům biologické rozložitelnosti podrobeny kosmetické přípravky, jejichž elementární struktura nebyla známa, byla provedena elementární analýza, která poskytla analýzu o základním zastoupení elementárních prvků (C, H, N, S, O) v přípravcích. O₂ je standardně dopočítáván do 100 %. S ohledem na to, že jsou detekovány pouze základní prvky, může zbylé procento představovat množinu více prvků a nejen O₂. Důležitou roli ve stanovení hrálo množství uhlíku, které bylo potřebné k vypočtení denní produkce C vyjádřené ve formě CO₂ a dalších výpočtů. Elementární složení a jednotlivé zastoupení prvků následně může představovat optimální růstový substrát pro mikroorganismy.

8.1.1 Kosmetické základy a další sloučeniny

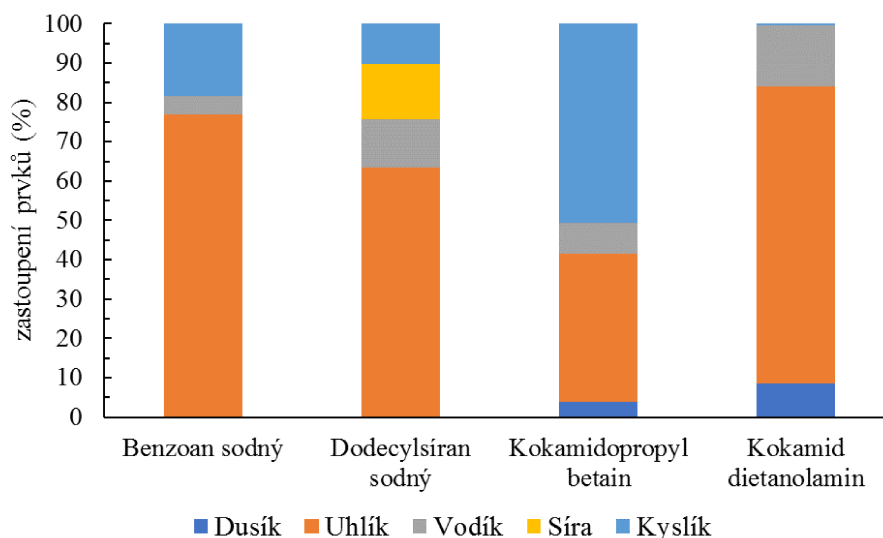
Všechny použité sloučeniny jsou organického původu. Chemické složení látek představuje svým obsahem základní růstový substrát, kdy jsou přítomny všechny základní složky pro růst buněk. Lze předpokládat, že látky budou dobře biologicky dostupné, vzhledem k jejich vysoké koncentraci uhlíku. Biologická rozložitelnost je také následně ovlivňována složitostí hydrofobního řetězce. Benzoan sodný je velice dobře dostupný, avšak ostatní povrchově aktivní látky mohou vykazovat odlišnou úroveň biologické rozložitelnosti. Biochemický proces probíhající při rozkladu tenzidů může být stejný jako mechanismus rozkladu ostatních organických látek.

Tab. 8.1 Elementární složení srovnávací látky a kosmetických základů. Zdroj: vlastní

Název přípravku	C (%)	N (%)	H (%)	S (%)	O (%)
Benzoan sodný	77	0	4,7	0	18,3
Dodecylsírán sodný	63,3	0	12,3	14,2	10,2
Kokamid dietanolamin	75,5	8,4	15,6	0	0,5
Kokamidopropyl betain	37,5	4	7,9	0	50,6

Následující graf (Obr. 8.1) znázorňuje složení jednotlivých sloučenin v grafické podobě. Nejnižší obsah C byl analyzován u kokamidopropyl betainu. Zatímco ostatní

látky obsahují min. 50 % C, CB pouze necelých 40 %. Důvodem je jeho nízká čistota, jedná se o 47 % tenzid.



Obr. 8.1 Grafické znázornění elementárního složení sloučenin. Zdroj: vlastní

8.1.2 Kosmetické přípravky

Kosmetické přípravky se skládaly z velkého množství sloučenin (viz. Tab 6.1). Vzhledem k zastoupení velkého počtu látek bylo třeba vědět, jaké je ve směsi zastoupení základních prvků. Elementární zastoupení popisuje následující tabulka:

Tab. 8.2 Elementární složení kosmetických přípravků.
Zdroj: vlastní

Název přípravku	C (%)	N (%)	H (%)	S (%)	O (%)
Dětské mýdlo	7,97	0,21	3,49	0,105	88,22
Šampon	14,23	0,481	2,47	0	82,80

Dle analýzy bylo vyhodnoceno základní elementární zastoupení prvků a O₂ byl opět dopočítán do 100 %. Nízká část přípravků je zastoupena sušinou a zbylá část, až 60 %, je zastoupena ve formě vody, proto je převážné procento O₂ vázáno ve formě H₂O. Síra obsažená v dětském mýdle indikuje vysokou přítomnost sulfátových tenzidů, přesněji výskyt lauretsulfátu sodného o množství 28–35 hm %. Přípravky obsahují potřebný růstový substrát, avšak v nízkých koncentracích. Výskyt jedné nebo více živin v nízké koncentraci, mohou pak následně spolu s přítomností konzervantů, vylučovat růst mikroorganismů. Vzhledem k nízké koncentraci jednotlivých prvků nebylo použito grafické znázornění.

8.2 Stanovení toxických kovů

Každý kosmetický přípravek je posuzován dle požadavků Nařízení EP a Rady (ES) č. 1223/2009. Součástí každého kosmetického přípravku je nutné doložení Zprávy o bezpečnosti kosmetického přípravku, kde je vyhodnocena bezpečnost pro zdraví člověka při jeho používání. Součástí je vyhodnocení toxikologického profilu použitých surovin a vlastního kosmetického přípravku.

Kadmium, olovo a rtuť jsou prvky, které jsou v zemi přítomny přirozeně. Patří mezi skupinu látek běžně označovaných jako "těžké kovy". Dle Nařízení EU se tyto prvky nesmí v kosmetických přípravcích vyskytovat, jsou definovány jako zakázané látky a jejich seznam je uveden v příloze II [3]. Nejčastěji dekorativní kosmetika je zdrojem těchto prvků, avšak jejich výskyt nelze vyloučit i u jiných typů kosmetických přípravků, např. jako nežádoucí kontaminant.

Přítomnost kovů by tak mohla významně ovlivnit biodegradační procesy. Kovy svojí neurotoxicitou mohou blokovat aerobní biologickou degradaci či při biochemickém ději uvolnit toxické metabolity. Stopy zakázaných látek se z pohledu bezpečnostní zprávy neočekávají. I když se kovy častěji vyskytují v dekorativní kosmetice, byly i vybrané kosmetické přípravky testovány na přítomnost těžkých kovů.

Tab. 8.3 Zakázané látky v kosmetických přípravcích.
Zdroj: [3, 69]

Zakázaná látka	Zdroj
Olovo Rtuť, s výjimkou zvláštních případů Arzen Chrom Kadmium	dekorativní kosmetika
Nikl	šampony, laky na vlasy, dekorativní kosmetika

8.2.1 Kosmetické základy

Jednotlivé kosmetické základy a přípravky byly testovány na přítomnost výše uvedených kovů. U veškerých kosmetických základů nebyla prokázána přítomnost těchto kovů, které by popř. mohly být toxické i pro mikroorganismy podílející se na biodegradaci. Kosmetické základy jsou tak dle Nařízení EU bezpečné. S ohledem na absenci těžkých kovů byly sledovány další prvky, které se v přípravcích vyskytovaly. Kompletní prvkové zastoupení představuje následující tabulka:

Tab. 8.4 Prvkové složení kosmetických základů. Zdroj: vlastní

Název	Elementární složení (%)	Na %	Al %	Px %	Cl %
Benzoan sodný	CHNO 83,86	15,3	0,79	0,05	/
Dodecylsírán sodný	CHNS 96,4	3,4	/	0,2	/
Kokamid dietanolamin	CHNO 99,6	/	0,4	/	/
Kokamidopropyl betain	CHNO 94,7	/	0,2	0,2	4,9

Hliník je 3. nejrozšířenějším prvkem na Zemi. Je také běžným zdrojem kontaminace, pokud jde o jeho přítomnost v kosmetice. Čistý hliník není záměrně přidáván do kosmetiky, která pečuje o pleť nebo tělo. Spíše sloučeniny, hliník v kombinaci s jinými přírodními prvky, jsou bezpečně používány různými způsoby v přípravcích pro osobní péči. Zkoumané sloučeniny obsahují pouze stopové množství hliníku. Ačkoli je hliník hojným kovem, postrádá biologické funkce a vykazuje nízkou biologickou dostupnost. Hliník za přítomnosti jiných kovů (např. Fe, Mg) představuje hlavní toxické účinky pro mikroorganismy, zejména vazbou na DNA nebo buněčné stěny. Výskyt hliníku ve vzorku může ovlivnit biodegradační procesy, záleží na detekovaném množství [71, 72, 73].

Fosfor představuje jeden z biogenních prvků, je nutný pro tvorbu buněčných membrán DNA. Přísun sloučenin obsahujících fosfor z domácností způsobil v posledních letech výrazné zhoršení kvality vodních nádrží. Použití fosforečnanů značně přispívá k eutrofizaci. V čistírnách odpadních vod je lze odstranit jen částečně. Dle detekovaného množství nejsou jeho primárním zdrojem v domácnosti kosmetické přípravky, ale prací přípravky [70].

Z hlediska Nařízení [3] je čistý chlor v kosmetice zakázán. V tenzidu kokamidopropyl betainu se vyskytuje ve formě NaCl v objemovém množství 5–7 %. Obecně je množství NaCl v odpadních vodách přínosné, avšak se zvyšující se koncentrací se prodlužuje lagová fáze. Vysoký obsah soli následně snižuje účinnost a způsobuje ztrátu aktivity mikroorganismů [74].

8.2.2 Kosmetické přípravky

S ohledem na přítomnost velkého množství komponentů se také zvyšuje pravděpodobnost nežádoucí kontaminace různými prvky. Kosmetické přípravky byly též sledovány na přítomnost nežádoucích látek. Přítomnost hliníku může být dána použitím sloučenin (např. kokamidopropyl betain, kokamid dietanolamin). Stejně tak jako u předchozích základů byl detekován hliník a chlorid sodný.

U kosmetického přípravku, dětské mýdlo, se vyskytlo zanedbatelné množství arzenu. Dle literatury je známo, že arzen mohou obsahovat některé výrobky denní potřeby. Pravděpodobným zdrojem může být v tomto případě i barvivo C.I. 15985. Arzen má na mikroorganismy přítomné ve vodním prostředí inhibiční účinky [75].

Tab. 8.5 Prvkové složení kosmetických přípravků.
Zdroj: vlastní

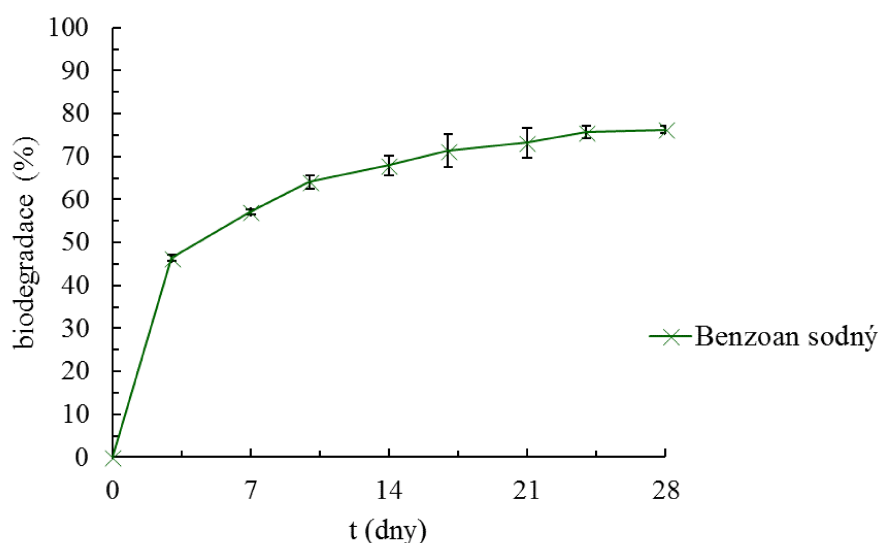
Název	El. složení (%)	Na %	Al %	Px %	Cl %	As %
Dětské mýdlo	CHNS 97,43	/	0,2	0,3	2	0,07
Šampon Topvet	CHNO 98,7	0,5	0,2	/	0,6	/

8.3 Poměry nutrientů

Elementární složení a stanovení dalších prvků následně definuje základní růstový substrát, který je přítomen pro potřeby mikroorganismů v aktivovaném kalu. Jednotlivé prvky C, N a P (nutrienty) musí být v prostředí ve vzájemné rovnováze, aby bylo dosaženo maximálního účinku při biologickém rozkladu. Během aerobních procesů se musí obsah jednotlivých nutrientů pohybovat mezi 100:10:1 a 100:5:1. Dle provedené analýzy nebylo předepsaného optimálního složení dosaženo. Vzhledem k absenci některých prvků (N, P) jsou základní potřebné nutrienty nahrazeny růstovým médiem [76].

8.4 Hodnocení biorozložitelnosti srovnávací látky

Jako srovnávací látka byl použit benzoan sodný, jedná se o sůl kyseliny benzoové, nejjednodušší aromatické jednosytné kyseliny. Díky hydrofilní skupině je vysoce rozpustný v polárních rozpouštědlech. Ihned po založení experimentu je patrná zrychlená fáze reprezentovaná množstvím mikroorganismů. I když má antimikrobiální účinky, je pro mikroorganismy výborným růstovým substrátem. Obecně dle literatury je stupeň rozkladu větší než 60 % během 14 dní. Již při prvním měření (po 3 dnech) se projevil rychlý pokles koncentrace látky, degradace dosáhla 46 %. Do 10 dnů bylo dosaženo 60 %. Biodegradace dále probíhala pozvolna. Biodegradační procesy mohla zpomalit přítomnost hliníku, který byl v tomto vzorku zastoupen nejvíce ze všech sledovaných látek (0,079 mg). Růst mikroorganismů zpočátku velice stoupá, následně se vyrovnává. Benzoan sodný nemá bioakumulační potenciál a v případě expozice je rychle metabolicky vyloučen. Ve vodním prostředí nesetrává, je velice dobře biologicky dostupný. Vzhledem k šetrnosti vůči životnímu prostředí je vhodný jako přísada do kosmetiky.



Obr. 8.2 Průběh biologického rozkladu srovnávací látky (n=3).
Zdroj: vlastní

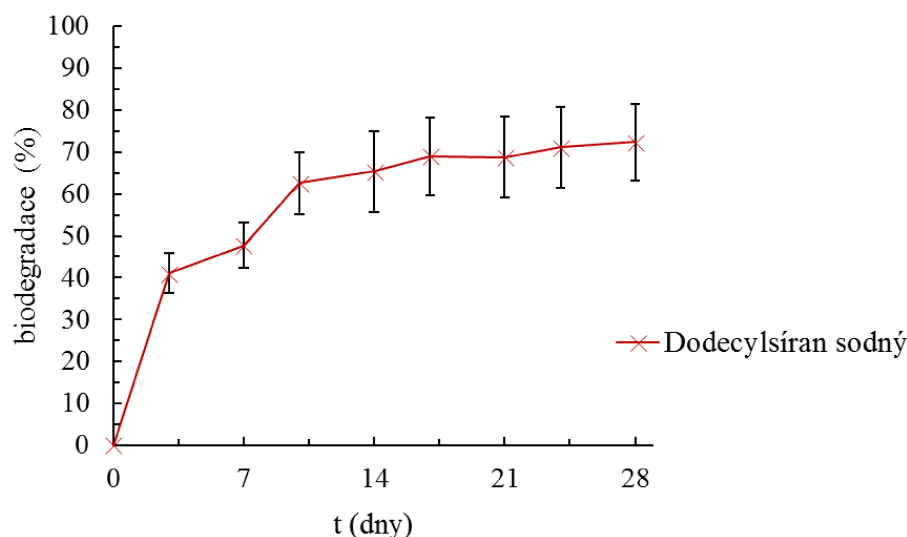
8.5 Hodnocení biorozložitelnosti kosmetických základů

Následující část prezentuje dosažení biologické rozložitelnosti kosmetických základů, u kterých je teoretická biorozložitelnost známa. Výsledky laboratorních experimentů modelových látek naznačují, že u žádné látky neproběhla fáze adaptace neboli lagová fáze. Dále nedošlo k extrémní fázi poklesu, který by indikoval toxický kontaminant, tudíž nedošlo ke značnému odumírání mikroorganismů. Od počátku byl zaznamenán výrazný úbytek kontaminantů. U všech látek tak bylo zpozorováno snížení komplexity dané sloučeniny. Biochemické reakce probíhající při rozkladu následujících sloučenin jsou totožné jako mechanismy rozkladu u ostatních organických látek. Velikost chybových úseček je rovna velikosti směrodatné odchylky měření. Výskytem anomálie při měření na plynovém chromatografu se vysokou odchylku měření, provedením dvou řad testů, nepodařilo vyrovnat.

8.5.1 Dodecylsírán sodný

Dle zdrojů je SDS, jako anionická povrchově aktivní látka, vysoce biologicky odbouratelná. V rámci experimentálního stanovení nebylo dosaženo podobných výsledků. Jedná se o sůl organosulfátu složeného z 12 uhlíků. Jednoduchá struktura by měla umožňovat snadnou degradaci. Ve složení nebyly detekovány žádné látky, které by mohly biodegradaci ovlivnit. Při prvním měření dosáhl vysoké úrovně biodegradace, ovšem procesy následně indikují pouze mírný růst mikroorganismů. V poslední den měření bylo dosaženo maxima (72 %). Přibližně od 15. dne dochází k pomalému exponenciálnímu růstu, vzhledem k množství sušiny (99 %) není po 28 dnech substrát vyčerpán. Dle

BSK₅ se jedná o odbouratelný tenzid. Biodegradace by pravděpodobně probíhala pomalým tempem po pokračování experimentu. Dle zdrojů není známo, že by byl tenzid svým složením toxický pro vodní organismy. Výsledky spolu s nedostatkem informací mohou působit rozporuplně.

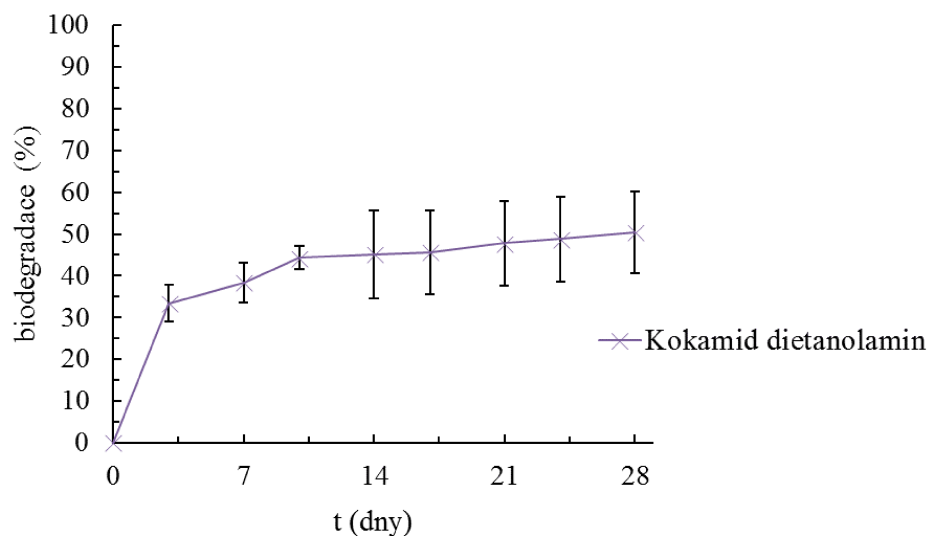


Obr. 8.3 Průběh biologického rozkladu dodecylsírany sodného (n=6). Zdroj: vlastní

8.5.2 Kokamid dietanolamin

Kokamid dietanolamin je dle literatury popisován jako snadno biologicky rozložitelný. Tenzid dosáhl při 28denním testu nejvíce 50 % degradace. Po fázi zrychleného růstu probíhá mírný růst mikroorganismů. Vzhledem k tomu, že se jedná o strukturu s mnohem delším hydrofobním řetězcem, je podstatně hůře rozložitelný než předchozí tenzid s jednodušší strukturou.

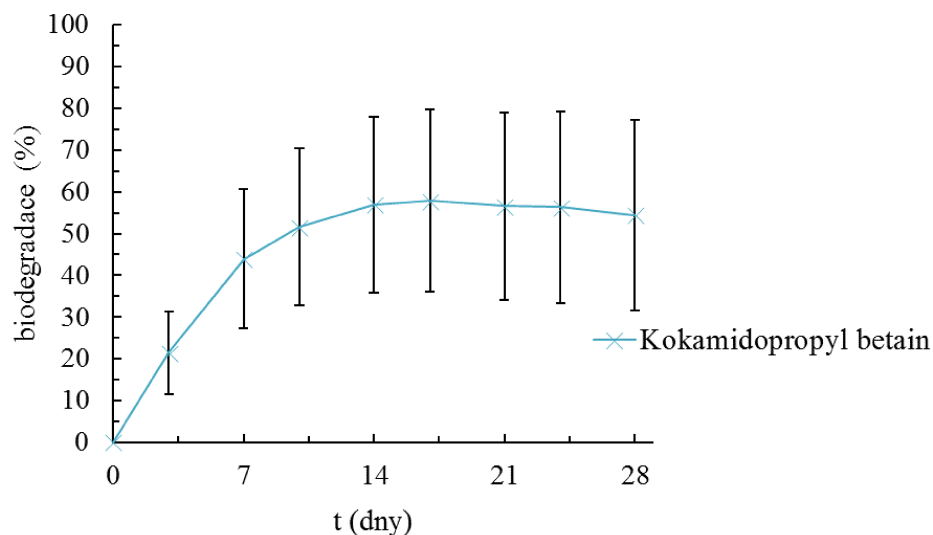
I když degradace probíhá velice pomalu lze jej zařadit do odbouratelných tenzidů. Látka je také definována jako mírně toxická pro vodní organismy, této skutečnosti může odpovídat následný pomalý růst mikroorganismů již od prvního měření. Zpomalení biodegradčních procesů též nevyklučuje přítomnost hliníku, a také nízké procento vázaného kyslíku v látce. I když látka představuje velký podíl uhlíku jako substrátu (75,52 %), je celkový průběh biodegradace od počátku mírný, dochází ke stabilizaci počtu degradujících organismů.



Obr. 8.4 Průběh biologického rozkladu kokamidu dietanolaminu (n=3). Zdroj: vlastní

8.5.3 Kokamidopropyl betain

Biodegradace kokamidopropyl betainu probíhala pozvolna od započetí experimentu. Fáze zrychlení zde není tak patrná, jako u předchozích tenzidů. Jedná se o amfoterní tenzid, který je složen ze dvou hydrofilních skupin.



Obr. 8.5 Průběh biologického rozkladu kokamidopropyl betainu (n=3). Zdroj: vlastní

Vysoce větvené hydrofobní řetězce CB omezují biodegradaci. Ovšem biodegradace byla v rámci teoretických východisek úspěšná. Dle zdrojů se může jeho rozložitelnost pohybovat od 45 do 58 %, v provedeném testu dosáhl maxima 57 %. Nebyla prokázána

přítomnost toxický kovů, biodegradaci mohla významně omezit přítomnost soli (4,9 %). Průběh biodegradace je reprezentován dosažením maxima po 14 dnech inkubace, kdy bylo dosaženo maximální degradační kapacity v daných podmínkách. Následně dochází k poklesu. CB, dle zdrojů, bývá v kosmetice nahrazován Kokamidem dietanolaminem, vzhledem k úspěšnější biodegradaci je i z tohoto pohledu přijatelný. Provedením druhé řady testů nebylo dosaženo snížení směrodatných odchylek.

8.6 Hodnocení biorozložitelnosti kosmetických přípravků

V následující části jsou prezentovány výsledky, kterých bylo dosaženo experimentálním testováním reálných látek (kosmetických přípravků). Vzhledem k tomu, že kosmetické přípravky se skládaly z komplexního složení látek, dochází mezi nimi k interakci, nelze tedy s přesností určit, jaké složky byly v přípravku degradovány, a které biodegradaci mohly inhibovat. V důsledku složitosti celého přípravku a nedostatku studií, se kterými by se dal experiment srovnávat, lze polemizovat pouze s biodegradací jednotlivých dílčích sloučenin obsažených v přípravku. Po zjištění detailního složení výrobků bylo počítáno s tím, že vzorky vzhledem k obsahu konzervačních látek nemusí být dobře biologicky rozložitelné v experimentálních podmínkách.

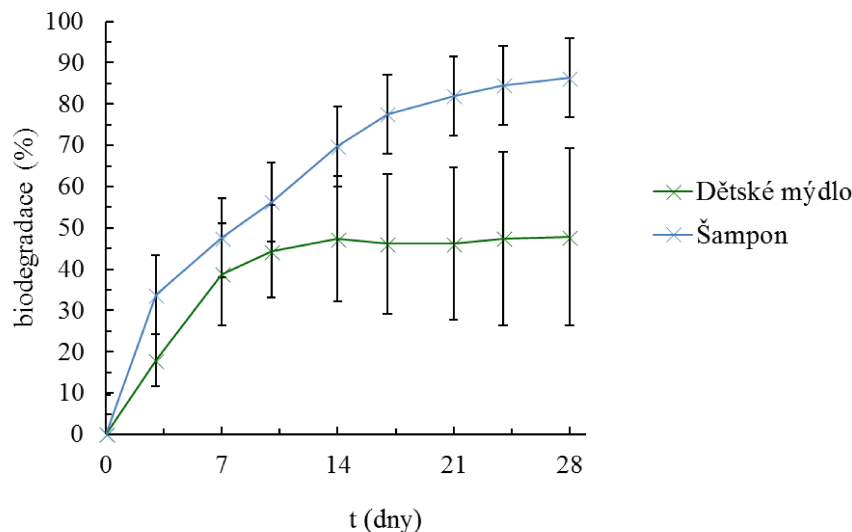
8.6.1 Dětské mýdlo parfémované

Biodegradace dětského mýdla se na první pohled od šamponu značně liší (Obr. 8.6). Po 3 dnech inkubace dosáhla biodegradace pouze 17 %, hned od počátku jsou patrné velice pomalé biodegradační procesy vzhledem k ostatním testovaným látkám. Maximální obsah sušiny se pohybuje okolo 51 %, což společně s biomédiem představuje velké množství substrátu. Po 14 dnech dochází ke zpomalení růstu, kdy bylo dosaženo maximální degradace 47 %. Od 15. dne inkubace došlo k inhibici a biodegradační křivka nepřesáhla ani 50 %.

Pravděpodobný vznik inhibice lze odůvodnit přítomností konzervantů (Methylchlorisothiazolinone, Methylisothiazolinone), tyto konzervanty nejsou snadno biologicky rozložitelné a mají vysokou akutní toxicitu pro vodní organismy. Vyvolávají dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí [51]. Testování přítomnosti toxických kovů prokázalo přítomnost hliníku, zastoupení chloru ve sloučenině NaCl a stopové množství arzenu. Jedná se tak o soubor inhibujících složek, kterými v tomto případě lze odůvodnit omezení růstu mikroorganismů. Inhibicí také nelze vyloučit vliv biotransformace a následný vznik toxických metabolitů.

Přestože biodegradace probíhala pomalu, bylo dosaženo zdařilé biodegradace. Sušinu se podařilo z 92 % degradovat. Vlivem inhibujících látek byla biodegradace značně omezená. S ohledem na opakující se experiment se nepodařilo snížit poměrně vysoké

směrodatné odchylky.



Obr. 8.6 Průběh biologického rozkladu kosmetických přípravků (n=6). Zdroj: vlastní

8.6.2 Šampon Topvet

Kosmetický přípravek šampon Topvet (Obr. 8.6) již hned po 3 dnech při prvním měření dosáhl úrovně biodegradace 34 %. Přípravek dle příkládaného složení obsahuje velké množství vody a obsah sušiny se v přípravku pohybuje okolo 37 %. Biodegradace probíhá konstantním exponenciálním růstem. Je možné, že veškerá sušina byla mineralizovaná do týdne. Výsledky jsou překvapivé, přestože přípravek obsahoval i zastoupení konzervačních látek. Na rozdíl od dětského mýdla obsahuje konzervační látky lépe biologicky rozložitelné (např. benzoan sodný). Složení obsahuje i inhibující látky, např. Al a NaCl, avšak na rozdíl od mýdla jsou ve vyváženějším poměru. Po 28 dnech bylo dosaženo vysokého růstu mikroorganismů. Dle biodegradací křivky šamponu lze říci, že všechny obsažené složky jsou snadno biologicky rozložitelné, velice dobře biologicky dostupné a přípravek neobsahuje vysoké úrovně toxických látek, které by biodegradaci výrazně inhibovaly.

8.7 Stanovení environmentální bezpečnosti

Dle teoretických východisek lze stanovit environmentální bezpečnost testovaných kosmetických základů a kosmetických přípravků. Vzhledem k tomu, že kosmetické základy

nejsou používány samostatně ve velkých koncentracích, jsou součástí přípravků v koncentracích mnohem nižších, riziko vstupu takovýchto látek do vodního prostředí je nízké. Koncentrační limity tenzidů v odpadních vodách jsou podstatně nižší, než ty, které byly použity v rámci testování. V komunálních odpadních vodách se vyskytují v koncentracích nižších než 20 mg/l. Vyšší koncentrace lze nalézt pouze v průmyslových odpadních vodách, kde můžou dosahovat až 300 mg/l [77].

Výjimkou z testovaných povrchově aktivních látek je dodecylsírán sodný. Dle literárních zdrojů je známo, že SDS může být užíván jako chemický dispergátor pro řešení technologických úniků ropy. I když je látka velice snadno biologická dostupná a rozložitelná, při aplikaci ve velkém množství a vysoké koncentraci se mohou celkově prodlužovat biodegradační procesy. Pokud je SDS aplikován na již vzniklou antropogenní mimořádnou událost, riziko je v tomto případě nahrazeno jiným rizikem lépe akceptovatelným.

Environmentální riziko veškerých testovaných kosmetických přípravků (šampon, mýdlo) ve vodním prostředí lze stanovit jako přijatelné. K pravidelnému užívání se nejčastěji používají přípravky, v jejichž složení se vyskytuje podíl vody v rozmezí 50–60 %. Sušina pak následně tvoří méně než 50 %. Také se jedná o kosmetiku, která je definována jako přírodní, tudíž by měla obsahovat složky šetrné z hlediska dopadu na životní prostředí. Tento předpoklad byl v rámci testování biologické rozložitelnosti potvrzen.

I když byla provedena biologická rozložitelnost ve 28denním testu, důležitá je počáteční reakce mikroorganismů v několika hodinách. Tato fáze je rozhodující fází v biodegradaci, která probíhá v čistírnách odpadních vod. Pro reálné procesy v čistírnách je důležité, aby látky byly co nejrychleji rozložitelné v řádech hodin. Z tohoto pohledu je biologická rozložitelnost nedostatečná. Z environmentálního hlediska je proto významná nejen úroveň biologické rozložitelnosti, ale také i rychlost rozkladu.

I přes to jsou aerobní podmínky čištění odpadních vod stále nejefektivnějším způsobem čištění, vzhledem ke stoupajícímu ohrožení chemickými látkami. Účinnost čistíren odpadních vod se v současné době pohybuje okolo 95 % (Brno, Modřice) až 98 % (Třešť). Celková účinnost během roku značně kolísá, např. i během silných dešťů. To naznačuje i stále patrné pění vodních toků a eutrofizace.

8.7.1 Přístupy k řešení

Problémem ovšem stále zůstává vysoká přítomnost znečišťujících složek v odpadních vodách, a právě tato přítomnost vytváří tlak na čistírny odpadních vod a snižuje tak jejich účinnost. Řešení z pohledu kosmetických přípravků lze nalézt ve formulování složení, která budou představovat lepší kompatibilitu s životním prostředím. Lze také formou obalového materiálu nabádat spotřebitele, aby výrobky užívaly ekologickým

způsobem. Je třeba, aby aktuální poznatky výzkumu biologické rozložitelnosti kosmetických přípravků a dalších sloučenin otevřely nové možnosti v jejich aplikacích a zajistily tak účinnou strategii k zajištění bezpečnosti vodstva, jak pro člověka, tak pro vodní společenstva. Pro potřeby zlepšení situace je třeba kombinovat technologické přístupy s těmi přirozenými, které jsou k dispozici nepřetržitě.

Jako přirozeným způsobem se zde jeví samočistící procesy vody. Metabolická aktivita mikroorganismů je důležitým prvkem a je jedním ze základních způsobů, jak lze vyřešit antropogenní kontaminaci vod. Ovšem i produkty biodegradace a samotné polutanty se mohou dlouhodobě kumulovat v prostředí a významně jej ovlivnit. Vzhledem k tomuto jevu je třeba samočistící procesy podpořit zejména fytořemediací, omezit napřimování toků a čištění koryt řek od vodní vegetace. Fytořemediace představuje jednoduchý proces, jak odstranit znečišťující látky z vodního prostředí. Lze aplikovat na široký okruh kontaminantů a není třeba k tomu budovat složitou infrastrukturu. Nežádoucí sloučeniny rostlina zabuduje do pletiva a mnohé dokáže rozložit na CO_2 a H_2O a vyloučit, voda zůstane čistá a okolní prostředí rovněž. Rostliny lze po čase ekologicky zlikvidovat a nahradit je novými. Vědomí o příznivé činnosti rostlin na toky je velmi rozšířené, ovšem není této činnosti dostatečně využíváno.

Pochopitelně nelze řešit pouze následky, ale je nutné k problematice přistupovat preventivně a veškeré lidské aktivity prioritně budovat dle principů udržitelného rozvoje.

ZÁVĚR

Předložená práce zpracovává formou teoretického rámce základní environmentální dopady, které vyplývají z celého životního cyklu výrobků pro péči o tělo, tedy kosmetických přípravků. V rámci práce bylo zjištěno, že fáze uživatelská může tvořit největší dopady z životního cyklu výrobku. Původcem je nejčastěji nesprávné nakládání s výrobkem. I když dochází k nadužívání kosmetických přípravků, riziko je vyhodnoceno jako přijatelné. Dle zadání bylo cílem také zmapovat osud látek ve vodním prostředí a zaměřit se na biodegradaci procesy. Ty byly z celého procesu transportu a osudu látek ve vodním prostředí vyhodnoceny jako za nejpodstatnější. Pojem biodegradace je v práci detailně popsán a vzhledem k velkému výskytu povrchově aktivních látek v přípravcích je teorie zaměřena i na tyto složky kosmetiky.

Experimentální část prezentuje výsledky experimentálního provedení aerobní biodegradace modelových a reálných přípravků. V rámci experimentu bylo provedeno simulování biologické aerobní degradace, která probíhá v čistírnách odpadních vod. Pro potřeby detailního odůvodnění úspěšnosti či neúspěšnosti biodegradace byla provedena elementární analýza a analýza pro stanovení těžkých kovů. V práci byla experimentálně ověřena biorozložitelnost vybraných kosmetických základů a ve většině případů se podařilo přiblížit se teoretickým východiskům biologické rozložitelnosti. Dodecylsírany sodný se ze všech tenzidů jeví jako nejlépe biologicky rozložitelný. V 28denním testu bylo dosaženo biodegradace 72 %. U PAL kokamidu dietanolaminu a kokamidopropyl betainu byl průběh podstatně pomalejší. Bylo dosaženo 50 % (CDEA) a 57 % (CB), v obou případech došlo ke stabilizaci počtu degradujících mikroorganismů a omezení biodegradace.

Hlavní úspěch je představován biodegradací reálných látek, které se zpočátku zdály málo biologicky rozložitelné kvůli komplexnímu množství sloučenin, včetně konzervantů. Nejúspěšnější biodegradace byla provedena u šamponu, jehož složení bylo mineralizované do týdne. Složky přípravku následně představovaly výborný růstový substrát pro růst mikroorganismů. V druhém přípravku (dětské mýdlo) bylo zastoupení inhibičních látek nejvýraznější ze všech testovaných sloučenin. Soubor toxických prvků společně s konzervanty způsobil inhibici, následně bylo dosaženo maximální degradace 47 %. I přes inhibiční charakter se podařilo sušinu z 92 % degradovat. Ze získaných výsledků lze tedy vyvodit, že žádné složky nebyly stanoveny jako perzistentní a lze říci, že jsou všechny dobře biologicky dostupné.

Lze předpokládat, že všechny látky by pokračovaly v biodegradaci při prodloužení testu či při dodání dalšího živného substrátu. Z výsledků je jasné, že molekulová struktura látek a kontaminace dalšími prvky a sloučeninami (Al, As, NaCl) má zásadní vliv na biologickou rozložitelnost. Při aplikaci experimentálních výsledků do reálného

prostředí je nutno brát v úvahu, že ve vodním prostředí působí řada jiných faktorů (např. teplota, pH atd). Z tohoto pohledu platí, že pokud je látka dobře rozložitelná v laboratorních podmínkách, je rozložitelná ve specializovaných podmínkách v čistírnách odpadních vod, případně i v těch přírodních.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PATOČKA, Jiří a Mariano SPIEZIA. *10 jedů v běžně používané kosmetice: aneb praktický průvodce nebezpečnými látkami do peněženky*. BiOrganica.
- [2] KRS, Václav a Radek HANEK. *Materiály I pro studijní obor Kosmetička. 2.*, aktualiz. vyd. Praha: Informatorium, 2011. ISBN 978-80-7333-085-9.
- [3] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích. In: *EUR-Lex* [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [cit. 2017-08-08]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1223&from=CS>
- [4] HORNBY, Albert Sydney, Margaret DEUTER, Jennifer BRADBERRY, Joanna TURNBULL, Leonie HEY a Suzanne HOLLOWAY. *Oxford advanced learner's dictionary of current English*. Ninth edition. Oxford: Oxford University Press, 2015, xii, 1820 stran, 127 různě číslovaných. ISBN 978-0-19-479879-2.
- [5] ČESKO. Zákon č. 258/2000 Sb., ze dne 14. července 2000, o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 2000, částka 74, s. 3622–3662. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [6] Cosmetics products. *Cosmetics Europe* [online]. ©2017 [cit. 2017-08-10]. Dostupné z: <https://www.cosmeticseurope.eu/cosmetic-products/>
- [7] KOTOVICOVÁ, Jana. *Ochrana životního prostředí II*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. ISBN 978-80-7375-262-0.
- [8] HOEKSTRA, Arjen Y. *The water footprint assessment manual: setting the global standard*. Washington, DC: Earthscan, 2011. ISBN 978-1-84971-279-8.
- [9] Carbon Dioxide. *NASA Global Climate Change* [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <https://climate.nasa.gov/>
- [10] *Greenhouse gas protocol: corporate value chain (Scope 3) accounting and reporting standard: supplement to the GHG protocol corporate accounting and reporting standard*. Washington, DC: World Resources Institute, 2011. ISBN 9781569737729.
- [11] Emise oxidu uhličitého (CO₂) za jednotlivé druhy dopravy. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 2016 [cit. 2017-10-06]. Dostupné z: [https://www.mdcz.cz/Statistiky/Souhrnne-ukazatele/Celkove-emise-z-dopravy/Emise-oxidu-uhliciteho-\(CO2\)-za-jednotlive-druhy-d](https://www.mdcz.cz/Statistiky/Souhrnne-ukazatele/Celkove-emise-z-dopravy/Emise-oxidu-uhliciteho-(CO2)-za-jednotlive-druhy-d)

- [12] Our greenhouse gas footprint. *Unilever* [online]. 2017 [cit. 2017-10-08]. Dostupné z: <https://www.unilever.com/sustainable-living/reducing-environmental-impact/greenhouse-gases/Our-greenhouse-gas-footprint/#244-503350>
- [13] Tisková zpráva CDE. *Centrum pro dopravu a energetiku* [online]. 2010 [cit. 2017-10-10]. Dostupné z: [http://cde.ecn.cz/tiskovka.shtml?cmd\[3213\]=i-3213-2262031](http://cde.ecn.cz/tiskovka.shtml?cmd[3213]=i-3213-2262031)
- [14] Sustainability Review 2016. *Beiersdorf* [online]. 2016 [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: <https://www.beiersdorf.com/sustainability/reporting/downloads>
- [15] Sustainability Report 2016. *Oriflame* [online]. [cit. 2017-11-08]. Dostupné z: https://corporate.oriflame.com/PageFiles/1932/Reports/2016_Sustainability_Report_WEB.pdf
- [16] Key Facts: Environmental Sustainability. *Cosmetics Europe* [online]. [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: https://www.cosmeticseurope.eu/files/4214/9738/9237/CE_Environmental_Sustainability_Key_Facts.pdf
- [17] *Plastics – the Facts 2016: An analysis of European plastics production, demand and waste data* [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: http://www.plasticseurope.org/documents/document/20161014113313-plastics_the_facts_2016_final_version.pdf
- [18] FRANCKE, I.C.M. a J.F.W. CASTRO. Carbon and water footprint analysis of a soap bar produced in Brazil by Natura Cosmetics. *Water Resources and Industry* [online]. 2013, 1-2, 37-48 [cit. 2017-11-08]. DOI: 10.1016/j.wri.2013.03.003. ISSN 22123717. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212371713000048>
- [19] SYROVÝ, Vít. *Tajemství kosmetiky*. Praha: Vít Syrový, 2015. ISBN 978-80-903137-7-4.
- [20] From rainforest to your cupboard: the real story of palm oil. *The Guardian* [online]. 2014 [cit. 2017-10-19]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/ng-interactive/2014/nov/10/palm-oil-rainforest-cupboard-interactive>
- [21] Palm oil: what do consumers know and do brands care? *The Guardian* [online]. 2017 [cit. 2017-10-20]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/may/11/palm-oil-what-do-consumers-know-and-do-brands-care-event>

- [22] *Cosmetic Packaging I*. Desjardin metal packaging [online]. [cit. 2017-11-12].
- [23] WORKMAN, Daniel. *France's Top 10 Export* [online]. 2017 [cit. 2017-11-10]. Dostupné z: <http://www.worldstopexports.com/frances-top-10-exports/>
- [24] *European Strategy for Plastics in a Circular Economy* [online]. Brussels: European Commission [cit. 2018-01-20]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF
- [25] Breakdown of Electricity Generation by Energy Source. *The Shift Project Data Portal* [online]. [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: <http://www.tsp-data-portal.org/Breakdown-of-Electricity-Generation-by-Energy-Source#tspQvChart>
- [26] Zhodnocení závěrů klimatického summitu v Bonnu. *In: Česká televize* [online]. 2017 [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/2308570-zhodnoceni-zaveru-parizske-klimaticke-dohody>
- [27] Socio – Economic Development and Environmental Sustainability: The European Cosmetics Industry's Contribution 2017. *Cosmetics Europe* [online]. [cit. 2017-11-19]. Dostupné z: https://www.cosmeticseurope.eu/files/8614/9738/2777/CE_Socio-economic_development_and_environmental_sustainability_report_2017.pdf
- [28] STRUNECKÁ, Anna. *Doba jedová 1, 2*. Praha: Triton, 2012. ISBN 978-80-7387-469-8. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:c63d69e0-d1ef-11e4-b880-005056825209>
- [29] MALKAN, Stacy. *Doba jedová 3*. Praha: Triton, 2014. ISBN 978-80-7387-746-0.
- [30] BARRETT, Julia R. Chemical Exposures: The Ugly Side of Beauty Products. *Environmental Health Perspectives* [online]. 2005, 113(1), 24 [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1253722/>
- [31] AKHTAR, AYSHA. The Flaws and Human Harms of Animal Experimentation. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics* [online]. 2015, 24(04), 407-419 [cit. 2017-11-19]. DOI: 10.1017/S0963180115000079. ISSN 0963-1801. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0963180115000079
- [32] NOVÁČEK, Pavel. *Udržitelný rozvoj*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2514-6.

- [33] HOLOUBEK, I. *Persistentní, bioakumulativní a toxické látky v prostředí*. Masarykova Univerzita v Brně: Research centre for Environmental Chemistry and EcoTOXicology, 2000.
- [34] ANDĚL, Petr. *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*. Liberec: Evernia, 2011. ISBN 978-80-903787-9-7.
- [35] NÁBĚLKOVÁ, Jana a Jana NEKOVÁŘOVÁ. *Chemie: chemie životního prostředí*. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04534-3.
- [36] BRAUSCH, John M. a Gary M. RAND. A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity. *Chemosphere* [online]. 2011, 82(11), 1518-1532 [cit. 2018-02-16]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2010.11.018. ISSN 00456535. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653510013007>
- [37] RAGHAV, Madhumitha. *Contaminants of Emerging Concern in Water* [online]. The University of Arizona: College of Agriculture and Life Science: Water Resources Research Cente, 2013 [cit. 2018-03-19].
- [38] LAGREGA, Michael D., Phillip L. BUCKINGHAM a Jeffrey C. EVANS. *Hazardous waste management*. Second edition. Long Grove: Waveland Press, 2010, xxvi, 1202. ISBN 978-1-57766-693-6.
- [39] HORÁKOVÁ, Dana. *Bioremediace* [online]. Brno: Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, 2006 [cit. 2018-02-16].
- [40] ANEKWE, Jennifer E. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in the freshwater aquatic environment. *Emerging Contaminants* [online]. 2017, 3, 1–16 [cit. 2018-02-16]. DOI: 10.1016/j.emcon.2016.12.004. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405665016300488>
- [41] SEDLAŘÍKOVÁ, Jana. *Chemie a technologie tenzidů II* [online]. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická [cit. 2018-02-16].
- [42] SCOTT, Matthew J a Malcolm N JONES. The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes* [online]. 2000, 1508(1-2), 235-251 [cit. 2018-02-21]. DOI: 10.1016/S0304-4157(00)00013-7. ISSN 00052736. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304415700000137>
- [43] JULINOVÁ, Markéta. *Výskyt a vlastnosti polutantů: poznámky k vybraným kapitolám*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016. ISBN 978-80-7454-584-9.

- [44] SIWINSKI P., SZYMANSKI A., LUKASZEWSKI Z. Biodegradability of Detergent Powder Surfactants in the River Water Die-Away Test. *Polish J. Environ. Studies*. [online] [cit. 2018-03-20] 7, 251, 1998. Dostupné z: <https://www.pjoes.com/pdf/7.4/251-256.pdf>
- [45] GHEORGHE, Stefania, Irina LUCACIU, Iuliana PAUN, Catalina STOICA a Elena STANESCU. Ecotoxicological Behavior of some Cationic and Amphoteric Surfactants (Biodegradation, Toxicity and Risk Assessment). CHAMY, Rolando, ed. *Biodegradation - Life of Science* [online]. InTech, 2013, 2013-06-14 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.5772/56199. ISBN 978-953-51-1154-2. Dostupné z: <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/43968.pdf>
- [46] Singer, M. and Tjeerdema, R. Fate and Effects of the Surfactant Sodium Dodecyl Sulfate. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. University of California, Santa Cruz 1993. 133: 95-149 [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8234943>
- [47] ADEKANMBI, Abimbola O. a M. Usinola IYANUOLUWA. Biodegradation of Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) by two Bacteria Isolated from Wastewater Generated by a Detergent Manufacturing Plant in Nigeria. *Jordan Journal of Biological Sciences* [online]. Nigeria: Environmental Microbiology and Biotechnology Laboratory, Department of Microbiology, University of Ibadan, 2017, 10(4), 251 - 255 [cit. 2018-03-27]. ISSN 1995-6673. Dostupné z: <http://jjbs.hu.edu.jo/files/v10n4/Paper%20Number%205m.pdf>
- [48] ABAYOMI, Olusola. Biodegradation of Synthetic Detergents. CHAMY, Rolando, ed. *Biodegradation - Life of Science* [online]. InTech, 2013, 2013-06-14 [cit. 2018-03-27]. DOI: 10.5772/56461. ISBN 978-953-51-1154-2. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/biodegradation-life-of-science/biodegradation-of-synthetic-detergents>
- [49] Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) Anionic Surfactant. *Polysciences: Chemistry beyond the ordinary* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.polysciences.com/default/sodium-dodecyl-sulfate-sds-anionic-surfactant>
- [50] Biooo encyklopedie. *BIOOO* [online]. [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <https://encyklopedie.biooo.cz/>
- [51] *Survey of liquid hand soaps, including health and environmental assessments: Survey of Chemical Substances in Consumer Products* [online]. Danish ministry of

- the environment, Environmental Protection Agency, 2006 [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2006/87-7052-062-3/pdf/87-7052-063-1.pdf>
- [52] EDITED BY T.P. KNEPPER, D. BARCELÓ a P. DE VOOGT. *Analysis and fate of surfactants in the aquatic environment*. Amsterdam: Elsevier, 2003. ISBN 9780080548333.
- [53] Podniková norma TOPVET
- [54] *Styrene-Acrylate Copolymer* [online]. Australia, 1991 [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://www.nicnas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/8962/NA1FR.PDF
- [55] Coco Glucoside. *Složení kosmetiky* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.slozeni-kosmetiky.cz/coco-glucoside>
- [56] Safety Data Sheet: Arlypon TT. *BASF* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://worldaccount.basf.com/wa/msds/showpdf/36574200_11500321_0
- [57] GEETHA, Daz a Rashmi TYAGI. Alkyl Poly Glucosides (APGs) Surfactants and Their Properties: A Review. *Tenside Surfactants Detergents* [online]. 2012, 49(5), 417-427 [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.3139/113.110212. ISSN 0932-3414. Dostupné z: <http://www.hanser-elibrary.com/doi/abs/10.3139/113.110212>
- [58] Conditionez, Polyquaterniums. *Chempoint* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.chempoint.com/products/catalog/ashland/ashland-personal-care-specialties/conditioneze-polyquaterniums>
- [59] Safety Data Sheet: Salcare Super 7 AT1. *BASF* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://worldaccount.basf.com/wa/msds/showpdf/36574200_22345272_4
- [60] 2-phenoxyethanol: Biodegradation in water: screening tests. *ECHA: European Chemicals Agency* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/registration-dossier/-/registered-dossier/15160/5/3/2>
- [61] Benzyl Alcohol: Biodegradation in water: screening tests. *ECHA: European Chemicals Agency* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/registration-dossier/-/registered-dossier/14748/5/3/2>
- [62] BONDI, Cara A. M., Julia L. MARKS, Lauren B. WROBLEWSKI, Heidi S. RAATIKAINEN, Shannon R. LENOX a Kay E. GEBHARDT. Human and Environmental Toxicity of Sodium Lauryl Sulfate (SLS): Evidence for Safe Use in Household Cleaning Products. *Environmental Health Insights* [online]. 2015, 9,

- EHI.S31765- [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.4137/EHI.S31765. ISSN 1178-6302. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.4137/EHI.S31765>
- [63] Bezpečnostní list: Glycerin. *Fichema* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://www.eliquid-brno.cz/fotky26392/fotov/_ps_4542glycerin-F_MSDS.pdf
- [64] WEST, Robert J. a Stanley J. GONSIOR. Biodegradation of triethanolamine. *Environmental Toxicology and Chemistry* [online]. 1996, 15(4), 472-480 [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1002/etc.5620150410. ISSN 07307268. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/etc.5620150410>
- [65] ČSN EN ISO 9408. *Hodnocení úplné aerobní biologické rozložitelnosti organických látek ve vodním prostředí stanovením spotřeby kyslíku v uzavřeném respirometru*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [66] POLLERT, Jaroslav. *Biologická část ČOV* [online]. 2012 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: http://kzei.fsv.cvut.cz/pdf/COV_pr_5.pdf
- [67] RŮŽIČKA, Jan. *Mikrobiologie pro technology životního prostředí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta technologická ve Zlíně, 1999. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1374-3.
- [68] Schéma plynového chromatografu. *Wikipédia* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Plynov%C3%A1_chromatografia
- [69] M. HEPP, Nancy a William R. MINDAK. Survey of cosmetics for arsenic, cadmium, chromium, cobalt, lead, mercury, and nickel content. *Journal of cosmetic science* [online]. 2014, 65(3), 125-45 [cit. 2018-04-13].
- [70] POLÁŠKOVÁ, Anna. *Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí*. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1927-9.
- [71] Piña, Rogelio Garcidueñas a Carlos CERVANTES. Microbial interactions with aluminium. *BioMetals* [online]. 1996, 9(3), 311-316 [cit. 2018-04-24]. DOI: 10.1007/BF00817932. ISSN 0966-0844. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00817932>
- [72] Aluminum. *Cosmetics Info: The Science and Safety Behind Your Favorite Products* [online]. [cit. 2018-04-29].
- [73] KOMÍNKOVÁ, Dana. *Ekotoxikologie*. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-80-01-04058-4.

- [74] AL-KAABI, Salem. *Effect of salinity on biodegradation of MSW in bioreactor landfills*. Ottawa: Library and Archives Canada = Bibliothèque et Archives Canada, 2007. ISBN 9780494232859.
- [75] GHOSH, A.K., P. BHATTACHARYYA a R. PAL. *Effect of arsenic contamination on microbial biomass and its activities in arsenic contaminated soils of Gange-tic West Bengal, India*. Environment International [online]. 2004, 30(4), 491-499 [cit. 2018-05-02]. DOI: 10.1016/j.envint.2003.10.002. ISSN 01604120. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160412003002022>
- [76] WINKLER, Michael. *Aplikační zpráva: Laboratorní analýza a procesní analýza čištění odpadních vod nutrienty: Optimální poměry nutrientů pro čištění odpadních vod*.
- [77] DERESZEWSKA, Alina, Stanislaw CYTAWA, Renata TOMCZAK-WANDZEL a Krystyna MEDRZYCKA. The Effect of Anionic Surfactant Concentration on Activated Sludge Condition and Phosphate Release in Biological Treatment Plant. *Polish Journal of Environmental Studies* [online]. 2015, 24, 83-91 [cit. 2018-05-06]. DOI: 10.15244/pjoes/28640. ISSN 1230-1485. Dostupné z: <http://www.pjoes.com/doi/10.15244/pjoes/28640>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku
CB	Kokamidopropyl betain
CDEA	Kokamid dietanolamin
CF	Uhlíková stopa
CO ₂ ekv.	Ekvivalentní emise CO ₂
ČOV	Čistírna odpadních vod
INCI	Mezinárodní názvosloví kosmetických ingrediencí
LAS	Lineární alkylbenzensulfonát
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
PAL	Povrchově aktivní látky
PCPs	Produkty osobní péče
PET	Polyethylentereftalát
PMMA	Polymethylmethakrylát
POPs	Perzistentní organické polutanty
PP	Polypropylen
PPCPs	Farmaceutické přípravky a produkty péče o tělo
SDS	Dodecylsírán sodný
TCD	Teplotně vodivostní detektor

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1	Základní druhy kosmetiky. Zdroj: [6], upraveno autorem	13
Obr. 1.2	Tendence CO ₂ v atmosféře od roku 2005. Zdroj: [9], upraveno autorem	14
Obr. 1.3	Přímé a nepřímé emise podniku. Zdroj: [10]	15
Obr. 1.4	Dopady kosmetického průmyslu. Zdroj: vlastní	16
Obr. 1.5	Logo certifikační značky. Zdroj: [19]	17
Obr. 1.6	Produkce plastů ve světě a v Evropě. Zdroj: [17], upraveno autorem	18
Obr. 1.7	Denní frekvence užívání vybraných kosmetických přípravků. Zdroj [6], upraveno autorem	21
Obr. 2.1	Životní cyklus PCPs ve vodním prostředí. Zdroj: [37], upraveno autorem	24
Obr. 2.2	Transport a osud látek ve vodním prostředí. Zdroj: [38], upraveno autorem	25
Obr. 3.1	Struktura molekuly tenzidu.	29
Obr. 6.1	Struktura molekuly dodecylsíranu sodného. Zdroj: [49]	36
Obr. 6.2	Struktura molekuly kokamidu dietanolaminu. Zdroj: [51]	37
Obr. 6.3	Struktura molekuly kokamidopropyl betainu. Zdroj: [51]	37
Obr. 7.1	Schéma plynového chromatografu. Zdroj: [68], upraveno autorem . .	46
Obr. 7.2	Kalibrační křivka. Zdroj: vlastní	46
Obr. 7.3	Chromatogram standardu. Zdroj: vlastní	47
Obr. 8.1	Grafické znázornění elementárního složení sloučenin. Zdroj: vlastní .	50
Obr. 8.2	Průběh biologického rozkladu srovnávací látky (n=3). Zdroj: vlastní	54
Obr. 8.3	Průběh biologického rozkladu dodecylsíranu sodného (n=6). Zdroj: vlastní	55
Obr. 8.4	Průběh biologického rozkladu kokamidu dietanolaminu (n=3). Zdroj: vlastní	56
Obr. 8.5	Průběh biologického rozkladu kokamidopropyl betainu (n=3). Zdroj: vlastní	56
Obr. 8.6	Průběh biologického rozkladu kosmetických přípravků (n=6). Zdroj: vlastní	58

SEZNAM TABULEK

Tab. 6.1	Složení šamponu Topvet. Zdroj: [19, 53]	38
Tab. 6.2	Složení dětského mýdla. Zdroj: [19, 53]	39
Tab. 7.1	Váha filtračních papírků pro stanovení sušiny. Zdroj: vlastní	42
Tab. 7.2	Složení živného média. Zdroj: [65]	44
Tab. 7.3	Složení připravených směsí. Zdroj: vlastní	44
Tab. 8.1	Elementární složení srovnávací látky a kosmetických základů. Zdroj: vlastní	49
Tab. 8.2	Elementární složení kosmetických přípravků. Zdroj: vlastní	50
Tab. 8.3	Zakázané látky v kosmetických přípravcích. Zdroj: [3, 69]	51
Tab. 8.4	Prvkové složení kosmetických základů. Zdroj: vlastní	52
Tab. 8.5	Prvkové složení kosmetických přípravků. Zdroj: vlastní	53