

Environmentální rizika způsobená používáním pracích a čisticích prostředků

Zuzana Vašáková

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Zuzana Vašáková
Osobní číslo:	L21822
Studijní program:	B1022A020002 Management rizik
Specializace:	Management rizik
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Environmentální rizika způsobená používáním pracích a čisticích prostředků

Zásady pro vypracování

- Na základě dostupných zdrojů zpracujte teoretická východiska z dané problematiky, spolu s charakteristikou vybraných produktů logistického řetězce, jejich vlastností a dopadů na environmentální prostředí.
- Proveďte u vybraných konvenčních produktů analýzu rizik pro environmentální prostředí.
- Ze zjištěných výsledků vyhodnotte analýzy, doporučte řešení a proveďte diskusi.

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

Seznam doporučené literatury:

1. ČESKÉ SDRUŽENÍ PRO ZNAČKOVÉ VÝROBKÝ. *Bezpečná domácnost – Prevence nežádoucích nehod způsobených chemickými přípravky v domácnostech*. 2016.
2. DUTTA, Ashim (ed.). *Surfactants and detergents*. London: IntechOpen, 2019. ISBN 978-1-78984-660-7.
3. MER, Anjali; SAMANT, Rajesh a PADMANABHA, Prabha. Characterization of commercial detergents and natural cleansing agents with comparison of their potential for biodegradability. Online. *International Journal of Advanced Chemistry*. 2017, roč. 6, č. 1, s. 1-7. ISSN 2310-2977.
4. PAVLŮ, Lenka. *Základy pedologie a ochrany půdy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018. ISBN 978-80-213-2876-1.
5. ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2020. ISBN 978-80-7592-056-0.

Další odborná literatura na základě doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Snopek, Ph.D.**
Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou 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. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne 2. května 2025

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Cíl bakalářské práce je zaměřen na environmentální rizika, používáním pracích a čisticích prostředků. Jsou zde popsány hlavní vlastnosti a funkce, spolu s přidanými látkami v prostředcích v běžných domácnostech. Látky obsaženy v detergentech mohou mít negativní následky na životní prostředí. Výsledným ukazatelem je zhodnocení rizika pomocí environmentální analýzy rizik.

Klíčová slova: životní prostředí, povrchově aktivní látky, detergenty, environmentální rizika, biologická rozložitelnost, environmentální analýza rizik

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis is to focus on environmental risks associated with the use of laundry and cleaning products. It describes main characteristic and functions, along with the additives contained in these products commonly used in households. Substance found in detergents may have negative impacts on the environment. The resulting indicator is the Assessment of risk through environment risk analysis.

Keywords: Environment, Surfactants, Detergents, Environmental risks, Biodegradability, Environmental Risk Analysis

Ráda bych poděkovala své rodině a přátelům za neustálou motivaci a podporu během celého mého studia. Zvláštní dík patří vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Lukáši Snopkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnoval při zpracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 CHARAKTERISTIKA PRACÍCH A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ	13
1.1 TYPY PRACÍCH A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ	13
2 HLAVNÍ SLOŽKY A FUNKCE PRACÍCH A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ	14
2.1 TENZIDY	14
2.1.1 Anionické tenzidy	15
2.1.2 Kationické tenzidy	15
2.1.3 Amfoterní Tenzidy	16
2.1.4 Neionické tenzidy	16
2.2 ALKALICKÉ LÁTKY V DETERGENTECH.....	18
2.3 ENZYMY	18
2.4 PLNÍCÍ PŘÍSADY	19
2.5 PARFÉMY	19
2.6 CHLOR.....	19
3 ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY PRACÍCH A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ	20
3.1 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	20
3.1.1 Dopady na půdu	20
3.1.2 Dopady na vodu	21
4 EVROPSKÁ LEGISLATIVA VE VZTAHU K DETERGENTŮM	22
4.1 NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY Č. 648/2004 O DETERGENTECH.....	22
4.1.1 Označení detergentů	22
4.1.2 Výjimky v nařízení o detergentech	23
4.2 NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY Č. 1907/2006 O REGISTRACI , HODNOCENÍ, POVOLOVÁNÍ A OMEZOVÁNÍ CHEMICKÝCH LÁTEK, O ZŘÍZENÍ EVROPSKÉ AGENTURY PRO CHEMICKÉ LÁTKY	23
4.3 NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY Č. 1272/2008 O KLASIFIKACI, OZNAČOVÁNÍ A BALENÍ LÁTEK A SMĚSÍ	24
5 ZÁKONY ČESKÉ REPUBLIKY VE VZTAHU K DETERGENTŮM.....	26
5.1 ODBOR ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK A EKOLOGICKÝCH ŠKOD.....	26
6 ROZLOŽITELNOST DETERGENTŮ	27
6.1 EKOTOXIKOLOGIE	27
6.1.1 Ekotoxikologické indexy	28

6.2	POUŽÍVANÉ METODY PRO HODNOCENÍ RIZIK PODLE NAŘÍZENÍ EVROPSKÉ UNIE.....	29
6.2.1	Metoda OECD	29
6.2.2	Analytické metody pro povrchově aktivní látky	31
II	PRAKTICKÁ ČÁST	32
7	ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZA RIZIK.....	33
7.1	ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT PRO VYBRANÉ PRODUKTY DROGISTICKÉHO ŘETĚZCE.....	33
7.1.1	Stanovení kontextu a cílů	34
7.1.2	Identifikace klíčových environmentálních rizik a rizikových látek	34
7.1.3	Provedení analýzy environmentálního prostředí v souvislosti s používáním vybraných prostředků.....	34
7.1.4	Hodnocení analýzy rizik látek u vybraných produktů.....	37
7.1.5	Opatření ke snižování environmentálních rizik používáním vybraných produktů.....	37
8	VÝPOČET RIZIKA VYBRANÝCH PRODUKTŮ ZA SPECIFICKÝCH PODMÍNEK.....	38
8.1	PRACÍ PROSTŘEDEK NA JEMNÉ PRÁDLO COLOR & CARE	38
8.2	PRACÍ GEL NA ČERNÉ A TMAVÉ PRÁDLO BLACK SENSATION	44
8.3	PŘÍPRAVEK NA MYTÍ NÁDOBÍ ULTRA	48
9	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ VYBRANÝCH PRODUKTŮ ZA SPECIFICKY STANOVENÝCH PODMÍNEK.....	53
9.1	OPATŘENÍ KE SNIŽOVÁNÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK POUŽÍVÁNÍM VYBRANÝCH PRODUKTŮ	53
9.1.1	Doplňující látky vybraných výrobků s možným rizikem	53
9.1.2	Certifikovaný prací gel na jemné prádlo	54
9.1.3	Certifikovaný přípravek na mytí nádobí	55
10	DISKUZE	56
	ZÁVĚR.....	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
	SEZNAM TABULEK.....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68

ÚVOD

Používáním pracích a čisticích prostředků je neodmyslitelnou součástí současného života v péči o domácnost. Prací a čisticí prostředky jsou vytvořeny pro specifické účely tak, aby byla zjednodušená práce s čištěním a praním v domácnostech. Prostředky obsahují klíčové látky pro dosažení výsledků, které spotřebitel vyžaduje. Mimo těchto hlavních látek je prostředek obohacen dalšími přídavnými látkami, například pro bělení, nebo vůni. Vlastnosti hlavních a doplňkových látek v prostředcích mohou být doprovázeny potencionálními riziky pro životní prostředí. Obsahem práce je průzkum a analýza dopadů vybraných prostředků drogistického řetězce, které mohou mít negativní dopady na vodu a půdu.

V první polovině práce jsou definovány základní pojmy a seznámení s problematikou environmentálních rizik a environmentálního prostředí. Jsou zde vybrané a popsány nejčastější látky, které se v pracích a čisticích prostředcích vyskytují. Rozsáhlou částí je zde téma povrchově aktivních látek, ty jsou stěžejní součástí pro procesy čištění a praní. Důležitým aspektem tohoto tématu je legislativa. Legislativa v této oblasti vychází z nadřazených nařízení Evropské unie a poté až českých zákonů. V legislativě jsou uvedeny i způsoby, jak provést analýzy rizik. Legislativu doplňují normy a pokyny, které se zaměřují na nejrůznější metody pro vyhodnocení působnosti látek na životní prostředí.

Konečným krokem v této práci je průzkum konkrétních látek v prostředcích na environmentální prostředí vybraných pro tuto práci. Pro hodnocení environmentálních rizik pomocí jedné z metod ERA analýzy. Hodnocení bylo provedené podle metodiky uvedené v dokumentu Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter 6. Tento dokument poskytuje standardizovaný postup pro výpočet předpokládané environmentální koncentrace PEC s porovnáním koncentrace látky bez škodlivých účinků PNEC. Cílem je co nejlépe určit charakterizace rizik za stanovených podmínek pro vybrané složky v prostředku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA PRACÍCH A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ

Prací a čisticí prostředky jsou považované za detergenty. Z mnoha definic podle nařízení Evropské unie (ES) číslo 648/2004 o detergentech je „*detergentem každá látka nebo přípravek obsahující mýdla nebo jiné povrchově aktivní látky určené pro prací a čisticí prostředky*“ (EU, 2004).

V současné době je výběr sortimentu těchto prostředků velmi rozsáhlý a vyskytující se v různých variantách. Při výběru si spotřebitel stanoví, co vyžaduje od prostředku. Pro upoutání spotřebitelů se výrobci rovněž soustředí i na výzkumy podporující udržitelný rozvoj. (ČSZV, 2016)

1.1 Typy pracích a čisticích prostředků

Typy prostředků se liší podle jejich funkcí, struktury a specifického využití. Nejběžnější prací prostředky jsou ve formě sypkého prášku, nebo tekutého gelu. Sypké prací prášky fungují spolehlivě ve vyšších teplotách, kdy se prášek může rozpustit a účinně tak působit zejména na bílé prádlo. Sypké prostředky na praní bývají i levnější variantou a v rámci snahy o nevytváření plastového odpadu mohou být prášky prodávané v krabicích. Tekutý prášek je funkční i při nižších teplotách a je vhodný pro tmavší prádlo a jemnější látky. Na trhu jsou přístupné i kapsle, jedná se o nejjednodušší variantu pro spotřebitele. Není potřeba odměřování a často obsahují i více funkcí v jedné kapsli. Nejoblíbenější variantou konzumentů čisticích prostředků je podle studie z roku 2023 prvního a druhého kvartálu tekutá forma prostředku, která činí 90,9 % konzumentů. (MML-TGI, 2024; Textile, 2024)

Čisticí prostředky se používají k dezinfekci, čištění prostředí a povrchů, usnadňují odstranění viditelných nečistot, bakterií, popřípadě některé virů. Další funkce mohou být například absorpce nepříjemných pachů s přidáním parfemovaných vůní. (ABIPLA, 2021)

2 HLAVNÍ SLOŽKY A FUNKCE PRACÍCH A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ

Hlavní částí pracích a čisticích prostředků neboli detergentů jsou tenzidy, ty jsou doprovázeny dalšími látkami podporující účinnost pracích a čisticích prostředků. Látky přidávané s tenzidy mohou pro zjednodušení být rozděleny na aktivátory a pomocné látky. Aktivační látkou v detergentech mohou být bělicí látky. Naopak pomocné látky přidávající se do detergentů jsou parfémy, nebo optické rozjasňovače.

Proces, který zajišťuje oddělení nečistot z pevných povrchů přechodem suspenze, nebo emulze na kapalnou fázi se nazývá detergence. Detergence je tedy výraz pro praní a mytí povrchů a textilií. (Sýkora et al., 2016; Šmidrkal, 2024)

2.1 Tenzidy

Tenzidy jsou povrchově aktivní látky (PAL) patřící do organických látek. Jsou téměř základem všech produktů pro domácnosti, jako jsou čisticí a prací prostředky. Celková spotřeba povrchově aktivních látek je 18 000 kilotun ročně. Povrchově aktivní látky snižují povrchovou energii a aktivita tenzidu se může zpozorovat pěnivým účinkem. (Dutta, 2019; Sýkora et al., 2016)

Výroba tenzidů je rozdělena z obnovitelných a neobnovitelných zdrojů. Produkce neobnovitelných zdrojů jako ropa, je významně vyšší než u obnovitelných zdrojů, jako například rostlinný olej. Mezi nejstarší povrchově aktivní látku patří mýdlo, vyráběno z triacylglycerolů neboli živočišných tuků a olejů. Pro výrobu tenzidů je využito základních chemických reakcí, nejčastěji sulfatace a sulfonace. Ideální složka pro výrobu mýdel jsou alkany, u kterých je vysoká biologická rozložitelnost. (Šmidrkal, 2024)

Struktura tenzidů se skládá z hydrofobní a hydrofilní části. Hydrofilní část molekuly je přitahována vodou, naproti hydrofobní část vodu odpuzuje. Hydrofobní část obsahuje 8 až 22 uhlíkových atomů, z čehož tato část tenzidu se obvykle skládá z alkyly, nebo alkylarylemu. Pro celkovou rozpustnost tenzidu rozhoduje struktura obou částí molekuly. Základní rozdělení tenzidů se rozlišuje podle jejich hydrofilní části neboli podle iontového charakteru, tedy na neionické a ionické tenzidy. Ionické tenzidy se pak dále dělí na, anionické kationické a amfoterní. Do skupiny neionických tenzidů patří polyhydroxysloučeniny a oxyethylenáty. (Šmidrkal, 2020)

K pochopení funkce tenzidů je vytvoření útvarů, takzvaných micel. Micely vznikají díky přitažlivosti a odpudivosti polárních a nepolárních částí tenzidů. Ve vodě, kde se vyskytuje vysoká koncentrace tenzidu, se jednotlivé části hydrofobních molekul seskupují a vyvábí tyto útvary. Vysoká koncentrace tenzidu je pojmenována jako kritická micelární koncentrace CMC. (Šmidrkal, 2024)

2.1.1 Anionické tenzidy

Anionické tenzidy jsou rozděleny do pěti skupin podle hydrofilní skupiny. Jejich rozložitelnost se liší podle struktury molekuly. Nejrozšířenější skupinou v detergentech jsou sulfáty a sulfonáty. (Šmidrkal, 2024)

Pod anionickou skupinou se řadí také mýdlo, které je v podskupině karboxylátů. Mýdlo je jedním z nejstarších tenzidů, ať už jako prací prostředek nebo přípravek pro osobní hygienu. Mezi anionické tenzidy patří i lineární alkybenzensulfonáty označovány jako LAS. (Šmidrkal, 1999)

Mezi anionické tenzidy patří známé fosfáty, sloučeniny fosforu. Podle účinného nařízení z roku 2012 upravující nařízení EU o detergentech, je omezení fosforu stanovené v detergentech, z důvodu rizika eutrofizace. V pracích prostředcích pro spotřebitele je stanovené maximální množství obsahu fosforu v prací dávce na 0,5 gramů. Pro detergenty určené do automatických myček je omezení od roku 2017 na 0,3 gramů na dávku. (EU, 2012; Šmidrkal, 2024)

Náhradou fosforečnanů v pracích prostředcích se staly nezávadné zeolity, mající podobnou strukturu jako hlína. Použití zeolitů tak přispívá k ochraně životního prostředí. Produkce zeolitů je ze 70-80 % využita v pracích prostředcích, díky svým čistícím vlastnostem. (BZA, 2014; GAČR, 2014)

2.1.2 Kationické tenzidy

Pro své vlastnosti jako je nízká pěnivost, změkčování a antistatický účinek, je můžeme najít v avivážních prostředcích. Kationické tenzidy mají pestřejší strukturu než anionické tenzidy. Kationtem tenzidů je nejčastěji dusík, pokud jsou na jiné bázi než dusík, nepoužívají se jako detergenty. U kationických tenzidů jsou využívány takzvané esterquaty mající výrazně lepší biologickou rozložitelnost než tetraalkylamoniové soli využívané v avivážních prostředcích. (Sýkora et al., 2016; Šmidrkal, 2020)

2.1.3 Amfoterní Tenzidy

Amfoterní tenzidy neboli oboustranné, se mohou chovat jako kyselina nebo zásada podle pH prostředí například při vyšším pH mají schopnosti jako anionické tenzidy, tedy snížení adsorpce. u nižších hodnot pH je adsorpce vyšší jako u kationických tenzidů Typ amfoterního tenzidu se vyskytuje nejčastěji v kosmetice díky své nízké dráždivosti, ale jsou používány i jako prostředky na bělení a čištění. (Šmidrkal, 2024; Topshelf, 2025)

2.1.4 Neionické tenzidy

Do skupiny neionických tenzidů patří oxyethylenáty a polyhydroxysloučeniny. Snášejí se zároveň s anionickými, amfoterními a kationickými tenzidy. Oxyethylenáty jsou obsaženy v odmašťovacích a čisticích prostředcích, nebo u stabilizátor pěn. Oxyethylenáty alkylfenolů představují pro environmentální prostředí jsou toxické následky. Podle zdrojů jsou tyto látky nejen toxické, ale i mutagenní. U diethylamidů je riziko vzniku nitrisaminů, ačkoli jsou tyto karcinogenní látky spojené spíše s konzumací uzenin, je možné narazit na tuto látku i v detergitech. (DTShops, 2025; Sýkora et al., 2016; Šmidrkal, 2024)

Tabulka 1 Přehled rozdělení tensidů

Typ Tenzidu	Podskupina tenzidu	Příklady	Využití
Anionické	Karboxyláty	Mýdla	Práškové prací prostředky, kapalně prací prostředky, prostředky pro mytí ovoce.
	Sulfáty	Alkysulfáty	Práškové prací prostředky, kapalně mycí prostředky na nádobí.
	Sulfonáty	Alkybenzensulfonáty,	Práškové a tekuté prací prostředky, prostředky na nádobí, prostředky na mytí povrchů.
	Fosfáty a fosfonáty	Jako detergenty se už téměř nepoužívají	
Kationické	Aminy a jejich soli	Celkově se v detergentech nepoužívají	
	Kvarterní aminové soli	Esterquaty	V avivážních prostředcích.
	Kationické tenzidy, které nejsou na bázi dusíku	Celkově se v detergentech nepoužívají.	
Amfoterní	Soli aminokyselin	Acylglycináty	Kapalně prací prostředky,
	Betainy	Alkylbetainy	V kapalných pracích prostředcích, prostředky pro ruční mytí
	Sulfobetainy	Hydroxysulfobetainy	Kapalně prací prostředky, prostředky na nádobí.
	Aminoxidy	Alkylaminoxidy	Prostředky na mytí nádobí, bělicí mycí prostředky.
Neionické	Polyhydroxysloučeniny	Alkylpolyglykosidy	Prostředky na mytí nádobí, mytí povrchů, a praní.
	Oxyethylenáty	Alkylpolyglykoly	Avivážní prostředky, mycí a čisticí prostředky.

(Zdroj: Vlastní zpracování podle – Šmidrkal, 2024)

2.2 Alkalické látky v detergentech

Jedním ze známých látek v detergentech je hydroxid sodný, který slouží jako funkční látka k čištění odpadů, bělení a odmašťování. Nicméně je rizikem pro environmentální prostředí zejména pro vodní organismy. (Alfachem, 2016; NJ Department of Health, 2025)

V detergentech se nacházejí i bělicí činidla na bázi kyslíku například peroxoboritan sodný. Ty jsou antropogenním zdrojem boru zejména v odpadních vodách. Další látkou obsahující bor je borax neboli boritan sodný, který je škodlivý pro životní prostředí. (Chemwatch, 2023; Procházková et al., 2024; Sýkora et al., 2016)

Ekologickou alternativou je používána kombinace uhličitanu sodného a peroxidu vodíku neboli známý perkarbonát sodný, který má rovněž bělicí účinky a je vhodný na odstranění skvrn na tkaninách. Slouží také jako čisticí prostředek v kuchyni nebo koupelně. (PravéBIO, 2025)

2.3 Enzymy

Enzymy v detergentech působí jako katalyzátor, který urychluje biologické procesy. Enzymy jsou přidávány do detergentů, díky účinnosti při nízkých teplotách a mírnému pH. Výhodou je jejich biologická rozložitelnost a mající nízkou toxicitu, proto podle zdrojů nejsou vysokým rizikem pro environmentální prostředí. Různé druhy enzymů se zaměřují na odlišné typy skvrn a nečistot. Nejen, že mají schopnost odstraňovat skvrny, ale působí jako ochranný vliv na bavlněná vlákna. Druhy enzymů jsou:

- proteáza rozkládá skvrny složené z bílkovin například krev,
- celulóza zajišťuje snížení usazování částic na povrchu bavlněných tkanin,
- mannanáza působí na skvrny na bázi z omáček, čokolád,
- amyláza rozkládá skvrny na bázi škrobu,
- pektát lyáza působí na skvrny z ovoce a zeleniny,
- lipáza odstraňuje skvrny na bázi tuků jako je kožní maz, oleje, másla. (ACI, 2021; Johnson et al., 1996)

2.4 Plnicí přísady

Plnicí přísady neboli plnidla jsou běžně součástí tenzidů, které zlepšují jejich vlastnosti. Častým plnidlem pro změkčení vody, a lepší účinnosti odstranění skvrn je přidáván síran sodný. (Sýkora et al., 2016; TROELL, 2024)

2.5 Parfémy

Parfémy jsou přísadou v prostředcích a nijak neovlivňují funkci pracího procesu. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) jsou parfémy nejen nejčastější příčinou alergických reakcí u lidí, ale jsou rizikové i pro životní prostředí důvodu jejich neúplného rozkladu. Stejně účinnou alternativou místo parfémů pro odstranění zápachu a bakterií může být například ocet, nebo esenciální oleje. (LastObject, 2023)

2.6 Chlor

Chlor má významnou roli v čistících a dezinfekčních procesech pro jeho skvělé bělicí účinky. Nejpoužívanější látkou v dezinfekčních prostředcích je chlornan sodný, který má i účinné čistící vlastnosti. Jeho účinek závisí na koncentraci v detergentu. Ke zničení mikroorganismů bývají použity i látky jako alkohol, peroxid vodíku a další látky. Častý důvod použití chlornanu sodného je možnost snadné kombinace s různými čistícími látkami. Mezi výhody je rychlá účinnost proti širokému spektru organismů. Nevýhodou pro člověka může být například riziko podráždění až zánět sliznic.

Pro životní prostředí má zvýšená koncentrace chloru v půdě nepříznivé účinky na mikroorganismy a pro jiné rostlinné druhy mohou být smrtelné. V případě chloru v kanalizaci je rizikem sloučení s odpadní vodou. (Fukuzaki, 2006)

3 ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY PRACÍ A ČISTICÍCH PROSTŘEDKŮ

Životní prostředí podle zákona se rozumí: „*Životní prostředí je vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.*“ (ČESKO, 1992).

Používání chemických látek na životní prostředí má jednoznačně negativní vliv. Vzhledem k nárůstu odpadních látek je schopnost životního prostředí potlačovat tyto látky neudržitelná. (Kočí et al., 2009)

Péče o životní prostředí je důležitým krokem pro zachování existence člověka a organismů. O životní prostředí je péče rozdělena do dvou forem, ochranu a tvorbu. Obecně se lidskou činností, nebo přírodních aktivit ovlivňuje životní prostředí. (Herčík et al., 2024)

3.1 Vliv na životní prostředí

Přímý vliv detergentů na životní prostředí způsobují významnou částí tenzidy. Veškeré detergenty se používáním dostanou do odpadů a následně vod. Detergenty spolu s jinými kontaminanty patří do skupiny kontaminantů cizorodých organických látek, přičemž jejich kontaminace závisí, v jaké formě se vyskytují. (Sýkora et al., 2016; Pavlů, 2018)

Známý pojem spojený s rizikem pro životní prostředí je eutrofizace. Eutrofizace vzniká následkem zvýšení živin, často fosforu, dusíku a draslíku. Zvýšením přísunu těchto živin zapříčiní biologickou produktivitu v ekosystému. Ekosystém jej přestane využívat a dochází k vyplavování například vápníku, hořčíku a dalších bazických kationtů (Pavlů, 2018)

3.1.1 Dopady na půdu

Ve světě je poškozených zhruba jedna třetina půd. Pro půdu jako základní složku životního prostředí je její ochrana a prevence poškození důležitá. Lidskou činností je způsobena degradace půd, ať už fyzikálních, nebo chemických vlastností půdy. Půda může být zasažena různými druhy poškození erozí. Riziko způsobené používáním detergentů je kontaminace půdy a eutrofizace. V případě eutrofizace u půdy, kdy dojde k vyplavení bazických kationtů dochází k okyselení půd. Vyrůstající dusičnany zapříčiní rychlý nárůst stromů, například smrkových stromů, které rosou rychle, ale ztrácí tak odolnost vůči škůdcům, námrazám

a větru. Další negativní jev následkem dusičnanů je zvýšená koncentrace hliníku. Tento nárůst je například kritický pro jednotlivé druhy rostlin, například brusnici brusinku, která může dlouhodobě zmizet (Pavlů, 2018)

Kontaminace půdy je způsobena mnoha faktory například geogenního, nebo antropogenního faktoru. Antropogenní faktory způsobují kontaminace z průmyslu, dopravy a odpadních vod domácností. Odpadní vody spotřebované domácnostmi představují 50-80 %, tyto takzvané šedé vody, představují odpadní vody z koupelen, prádeln, nebo kuchyní. Ze škály odpadních vod je 33 % této odpadní vody z praní prádla, což vysvětluje vysokou koncentraci povrchově aktivních látek. Vypouštění šedých vod má tak přímý vliv na vlastnosti a pH půdy. Povrchově aktivní látky obsažené v odpadních vodách:

- methylestersulfonát,
- olensulfonát,
- alkylbenzensulfonát,
- benzalkonium chlorid. (Mohamed et al., 2018)

3.1.2 Dopady na vodu

Odpadová voda obsahující detergenty se dostává do řek a dalších vod, vše souvisí s předchozí kapitolou. Detergenty mohou celkově snížit kvalitu vody a způsobit toxické prostředí pro vodní organismy. Známým zmíněným rizikem pro vodní prostředí je stejně jako u půdy eutrofizace. Detergenty jsou obvyklým přispěvatelem organického uhlíku do vodního ekosystému, tím je vytvořeno vhodné prostředí pro řasy, které snadno využijí dostupné živiny Toxické účinky se mohou zhoršit při špatném čištění odpadních vod. Následkem je snížení kyslíku ve vodě je rizikem zejména pro ryby, (Mer et al., 2018)

Zásadní roli v biologické rozložitelnosti jsou čistírny odpadních vod, konkrétně u biologické části čistírny. Po mechanickém čištění vod zůstávají stále ve vodě dusíkaté a uhlíkaté látky ale i sloučeniny fosforu. Díky aktivovanému kalu jsou tyto látky odbourávány. (GitechKV, 2016)

4 EVROPSKÁ LEGISLATIVA VE VZTAHU K DETERGENTŮM

Prvním stěžejním předpisem o detergentech byla směrnice Rady Evropy 73/404/EHS z roku 1973. Směrnice se do současné doby změnila a rozšířila o metody pro rozložitelnost aniontových a neiontových povrchových látek. Změny směrnice byly provedeny v letech 1982 a 1986. V současné době je v platnosti nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) číslo 648/2004 o detergentech. Pro českou republiku tyto předpisy platí od roku 2004 po vstupu do Evropské unie.

První směrnice Rady Evropy 73/404/EHS definovala detergent a stanovila podmínky biologické rozložitelnosti. Zásadní omezení této směrnice byl zákaz používání detergentů, u kterých byla biologická rozložitelnost povrchově aktivních látek menší 90 %, i když v této době neexistovala jednotná metoda pro posouzení kationtových a amfoterních tenzidů. (Kujalová et al., 2011)

4.1 Nařízení evropského parlamentu a Rady č. 648/2004 o detergentech

Stanovení pravidel v současné době o volném pohybu detergentů na trhu reguluje Nařízení evropské rady parlamentu číslo 648/2004 o detergentech. Nařízení obsahuje definice spojené s detergenty, biologickou rozložitelností, správného označování detergentů a určuje výrobci, aby uchoval potřebné informace o výrobku pro členské státy, hlavně pro spotřebitele. (Kujalová et al., 2011)

4.1.1 Označení detergentů

Označování složek je uvedené v příloze VII v nařízení. Později byla příloha nahrazena přímým nařízením Evropské komise č. 907/ 2006. Toto nařízení udává specifika, které jsou nutné na výrobku uvést. Na výrobku detergentu musí být vyznačeny uvedené látky z nařízení přesahující koncentraci 0,2 hmotnostního procenta. Jedná se o:

- všechny typy povrchově aktivních látek,
- bělicí činidla,
- zeolity,
- mýdla,
- a další.

Označení povrchově aktivních látek je udáváno v procentech:

- méně než 5 %,
- 5 % nebo více, ale méně než 15 %,
- 15 % nebo více, ale méně než 30 %,
- 30 % a více.

Výrobce je povinen uvést i látky nezávisle na koncentraci ve výrobku:

- parfémy,
- dezinfekční prostředky,
- optické rozjasňovače
- enzymy. (EU, 2006)

Dále pak výrobce uvádí dávkování s ohledem na tvrdost vody a s ohledem na počet pracích cyklů. Všechny informace nesmí být nijak smazatelné a nečitelné. Každý finální výrobek pro domácí použití má vypracovaný datový list. (EU, 2004)

4.1.2 Výjimky v nařízení o detergentech

Při konkrétních událostech je v mezích nařízení o detergentech možné stanovit výjimky i v případech, kdy látka nesplňuje požadavky. To připadá v úvahu pro průmysl, kdy je potřeba podat žádost Komisi EU a Ministerstvu životního prostředí České republiky. Může být provedeno takzvané doplňkové posouzení rizik, uvedeno v příloze číslo IV v nařízení. Na trhu se tak mohou objevit výrobky, které nemají tak přísné požadavky na biodegradabilitu. Ovšem riziko na životní prostředí musí být přijatelné. Důležitou součástí směrnice o detergentech je účinnost nařízení č. 907/2006 o přizpůsobení příloh. (Kujalová et al., 2011)

4.2 Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006

Nařízení o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, zkráceně REACH, je v účinnosti od roku 2007 a zjišťuje ochranu před chemickými látkami pro zdraví lidí a životního prostředí. Nařízení podporuje rozvoj vytváření metod pro hodnocení rizik těchto látek a doplňuje směrnici (EC) č. 648/2004 o detergentech. REACH ukládá povinnost dodavatelům výrobku sestavit bezpečnostní list, který sepiše odborně způsobilá osoba.

Bezpečnostní list slouží k předání informací o bezpečnosti látek a směsí, které jsou klasifikovány jako nebezpečné podle CLP, jsou toxické, perzistentní, nebo bioakumulativní, veškeré podmínky o klasifikaci těchto látek je v nařízení REACH. Bezpečnostní list je sepsán v úředním jazyce, kde je přípravek na trhu. V případech, kdy je výrobek na trhu volně prodejný a obsahuje odpovídající informace o bezpečnostním zacházení, není povinností bezpečnostní list. Pro přesnou informovanost veřejnosti je povinností dodavatele bezpečnostní listy aktualizovat v případech, kdy je u výrobku změna může mít vliv na opatření řízení rizik, nebo o nebezpečnosti výrobku. Celý dokument je rozdělen do jednotlivých oddílů. V dokumentu je 16 oddílů, které obsahují základní informace včetně toxikologických informací o látce, nebo směsi.

Prvním krokem pro uvedení látky na trh je potřebná žádost o registraci výrobce, nebo dovozce u agentury ECHA (European Chemicals Agency), která dohlíží nad dodržováním evropských legislativ související s chemickými látkami. Registrace je nutná při produkci látek u 1 tuny a vyšší. (EU, 2006) (ECHA, 2020)

4.3 Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008

Nařízení spojené s ochranou prostředí je také nařízení Evropského parlamentu a Rady zkráceně o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, zkráceně CLP. (Classification, Labelling and Packaging). Toto nařízení úzce souvisí s nařízením REACH. Výrobci jsou povinni zjistit a přezkoumávat, zda jejich látky, použité ve směsích, nejsou nebezpečné jak pro zdraví člověka, ale i životního prostředí. Výrobce při zjišťování musí uvést veškeré informace o látce například i o jejím skupenství, ve kterém je směs dodávána na trh. Při uvedení na trh je nutností specifikovat koncentrační limity, které má na starosti výrobce, nebo dovozce na základě vědeckých informací látky a směsi. Důležitou součástí informovanosti o nebezpečnosti je označení štítku. Štítek obsahuje například výstražné symboly nebezpečnosti. Tyto symboly jsou ve tvaru čtverce na hrotu s červeným rámem a bílém podkladu. Podmínkou na rozměry symbolu je minimální velikost 1 cm². Spolu s výstražným symbolem se k označování nebezpečnosti používají na štítku signální slova:

- Nebezpečí: závažná nebezpečnost.
- Varování: méně závažná nebezpečnost.

Další součástí štítku jsou standardní věty o nebezpečnosti (H – věty), které jsou rozděleny podle typu nebezpečnosti, například nebezpečnost pro zdraví, nebo životní

prostředí. Na prostředku je nutné mít vhodné doporučení, jak zacházet s prostředkem (P – věty). (EU, 2008)

5 ZÁKONY ČESKÉ REPUBLIKY VE VZTAHU K DETERGENTŮM

Hlavní orgán státní správy pro životní prostředí v České republice je Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí zastává úlohy v dozoru s dodržováním předpisů Evropské unie, a komunikuje poradenství v souladu s předpisem pro dovozce, výrobce a jiným osobám s povinností podle nařízení. V případě nutnosti poskytuje informace veřejnosti o rizicích. Ostatní správní orgány ve věcech ochrany životního prostředí spolupracují s Ministerstvem životního prostředí a plní funkce v souladu s předpisy. Prováděné kontroly, aby nedošlo k porušení povinností zákona a předpisů Evropské unie vykonává například Česká inspekce životního prostředí, celní úřady a další.

Pro Českou republiku je v účinnosti zákon číslo 350/2011 sbírky o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), který je v souladu s předpisy Evropské unie. Mezi povinnosti vyplývající ze zákona je povinnost výrobce, nebo distributora doložit datový list do 45 dnů od uvedení na trh. Osoba, která dodala na trh látku, je povinna výrobek správně označit a mít osvědčení o dodržování zásad. Podle chemického zákona §33 jsou příslušné orgány oprávněny nařídit nápravná opatření a přestupky opět v souladu s nařízením EU. Jedná se o případy, kdy byla látka uvedena na trh s nesplněnými požadavky od neuskutečněné registrace, správnému označení, provádění zkoušek nebezpečné látky bez osvědčení, neposkytnutí informací. Evropské agentuře a jiných povinností dle předpisů Evropské unie. Nebo nesplňuje biologickou rozložitelnost a omezené množství fosforečnanů anebo s výskytem rtuť. (ČESKO, 2011)

5.1 Odbor environmentálních rizik a ekologických škod

Odbor (OEREŠ) je součástí ministerstva životního prostředí, který zajišťuje zabezpečení rizik pro environmentální prostředí v oblasti chemických látek a závažných průmyslových havárií a způsobem nakládání s geneticky modifikovanými organismy průmyslových. OEREŠ vykonává činnosti, které souvisí s členstvím mezinárodních organizací. (MŽP, 2008-2023)

Významnou organizací v souvislosti s ochranou životního prostředí je United Nations Environment Programme (UNEP). Jedná se o program Organizaci spojených národů (OSN). Hlavním cílem je dosažení 17 cílů udržitelného rozvoje. Další spolupracující organizací s vládami je Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Organizace se zabývá mnoha tématy jako ekonomika, věda, průmysl a mimo jiné řeší téma životního prostředí. (OECD, 2025; UNEP, 2025)

6 ROZLOŽITELNOST DETERGENTŮ

Podle platné legislativy je vyžadovaná aerobní biologická rozložitelnost, tedy test za přístupu kyslíku, všech typů tenzidů v detergencích. Předpisem tohoto nařízení je Nařízení EU o detergencích z roku 2004. Před tímto nařízením se dřívější, dnes už neplatná česká vyhláška, zaměřovala pouze na anionické a neionické tenzidy s biologickou rozložitelností stanovenou na minimálních 80 %.

Rozložitelnost podle aktuální platné legislativy je stanovena u primární biologické rozložitelnosti 80 %. Důležitějším kritériem je však konečná biologická rozložitelnost stanovena na minimální hranici 60 % za 28 dní. (ČESKO, 1998; EU, 2024)

Biologická rozložitelnost je hlavním kritériem pro hodnocení rizik povrchově aktivních látek na životní prostředí. Jedná se o proces, kde dochází k rozkladu na jednodušší anorganické sloučeniny jako je voda, nebo oxid uhličitý. Nejprve však dochází k primární fázi rozkladu, kdy se látky rozloží na látky bez povrchové aktivity. Rychlost této fáze je stěžejní pro životní prostředí, celková rychlost rozkladu je závislá na struktuře tenzidu. Biochemické reakce za působení mikroorganismů začnou působit již před vstupem do čistíren odpadních vod, v odpadech. (Šmidrkal, 2024)

6.1 Ekotoxikologie

Toxické látky v ekosystémech jsou zkoumány oborem ekotoxikologie. Cílem ekotoxikologie je ochrana organismů, ze získaných poznatků, které zajistí ochranu životního prostředí. Celkové narušení rovnováhy ekosystému má přímé důsledky i na člověka. Zásadním obdobím pro vývoj ekotoxikologie byla 60. léta 20. století, kdy začal vývoj metod na látky toxické pro životní prostředí. Toxicita je způsobena látkou, či směsí látek vyvolávající vlivy na organismy. Toxické účinky mají mnoho následků pro organismy od ovlivnění životních funkcí organismu až po smrtelné následky.

Pro posouzení toxicity jsou používány ekotoxikologické biotesty. Obecně provádění testů na jakémkoli živém systému je označen jako biotest. Biotesty zaznamenávají účinky toxických látek ve zkoumaných vzorcích, nebo zjišťují přítomnost toxických látek ze zkoumaného vzorku. Testy můžeme rozdělit na chronické a akutní testy, podle doby expozice toxické látky na organismus.

- Akutní testy: ukazují stav organismu při krátkodobém vystavení toxické látky. Výsledky akutních testů mohou být pozitivní, což znamená nález toxicity ve

zkoumaném vzorku. Pokud byl ale vzorek negativní je možné, že při dlouhodobém působení nastanou negativní důsledky pro organismus. Proto je v akutních testech vhodné spoléhat na pozitivní výsledky.

- Chronické testy: jsou zaznamenávány negativní dopady i v případech nízké koncentrace toxické látky a sledují celkový vliv na organismus včetně možných genetických změn.

Biotesty rozdělujeme i podle dalších kritérií, příkladem je rozdělení druhu ekosystémy, jako sladkovodní, nebo mořské. Účinek látky působící na organismu stanoví ekotoxikologický index vycházející z provedených testů. (Kočí et al., 2009)

6.1.1 Ekotoxikologické indexy

Pomocí těchto indexů se zjišťuje toxický účinek látky na organismy a míře, která není rizikem pro ekosystémy. Jednou skupinou těchto indexů jsou vypočtené, které jsou odhadem zjištěných hodnot. Používané vypočtené indexy:

- EC – Účinná koncentrace
- LC – Letální koncentrace
- IC – Inhibiční koncentrace
- LD – Letální dávka
- ED – Účinná dávka

Indexy jsou doplněné číslem, nejčastěji 50, což znamená 50 % testovaných organismů. Druhou skupinou ekotoxikologických indexů jsou určené, u kterých je testována přesná koncentrace látek. Nejčastějšími indexy:

- NOEC – Nejvyšší testovaná koncentrace toxické látky
- LOEC – Nejnižší testovaná koncentrace toxické látky

Z indexů je následně vypočítána PNEC (Predicted No – Effect Concentration) v překladu se jedná o koncentraci, která by neměla být rizikem pro organismy a PEC (Predicted Environmental Concentration) znamenající odhad koncentrace látky v životním prostředí. (Kočí et al., 2009; REACH, 2025)

Rovnice 1 Příklad rovnice výpočtu PNEC

$$PNEC = \frac{EC50}{f} \quad (1)$$

Kdy f = bezpečnostní faktor

Pro vyjádření rizika pro environmentální prostředí je využívána rovnice, kdy jsou použity hodnoty PEC a PNEC.

Rovnice 2 Výpočet rizika

$$\frac{PEC}{PNEC} < 1; \quad (2)$$

U některých zdrojů je zmíněno, že kvocient PEC dělený PNEC je pro určení rizika menší nebo roven 1. (ERASM, 2024; Kočí et al., 2000)

6.2 Používané metody pro hodnocení rizik podle nařízení Evropské unie

Metodika testování biologické rozložitelnosti je vyžadována nařízením o detergencích č. 648/2004. Konkrétní metody pro primární biologickou rozložitelnost jsou sepsány v příloze II, jedná se o metody používané původně ve Francii, Německu, nebo ve Spojeném království, avšak referenční metodou jsou OECD metody. Nařízení v příloze II rozděluje také analytické metody u konkrétních typů povrchově aktivních látek. (EU, 2004)

6.2.1 Metoda OECD

Metoda je založena na třech úrovních. Prvním krokem je provedení RBT (Ready Biodegradability Tests) biotestů neboli zjištění snadné biologické rozložitelnosti. Druhým krokem je provedení vlastního biologického rozložení, jedná se o tzv. inherentní testy. Zkoušené látky mají v tomto případě lepší podmínky pro degradaci díky vyššímu procentu uhlíku v testovacím prostředí, což zajistí lepší podmínky pro mikroorganismy. Tyto látky se nazývají neperzistentní a mohou být rozložitelné za určitých podmínek, příkladem může být čistička odpadních vod. V případě, kdy se látka nerozloží a má schopnost rozkladu menší 20 %, je označena jako perzistentní. Podle pokynů ECHA je pak biologická látka považována za perzistentní a neprovádějí se další zkoušky. V případě, kdy je biologická rozložitelnost vyšší 20 % a zároveň nižší 70 % je podle ECHA biologicky rozložitelná. Poslední fází jsou jiné simulační testy, které mají největší schopnost predikce. Jde o test, který je velmi podobný reálným podmínkám a chováním chemických látek v prostředí. Jiné testovací metody biodegradace vyvinuty systémem ISO (International Organization for

Standardization) jsou převzaty a aplikovány do nařízení REACH, proto se tyto metody mohou shodovat. (Strotmann et al., 2023)

Rozdělení OECD testů se odlišuje biodegradací v různých podmínkách, například ve vodním prostředí, nebo v půdě. Pro označení testů jsou rozlišeny konečným číslem. Testy na snadnou biodegradaci jsou označeny jako OECD 301, přehled OECD 301 testů je zobrazený v tabulce číslo 2. Spolu s variantami tohoto testování, které jsou označeny velkým tiskacím písmenem. Pro pomalejší rozklad neboli inherentní biodegradaci jsou testy označeny OECD 302. Testy trvají obvykle 28 dní. (ibacon, 2025; OECD, 1992)

V souvislosti s ekotoxikologickými testy je důležité zmínit i OECD testy například na ryby, řasy a sinice, nebo dafnie. Konkrétně využití perloočky neboli dafnie, je označen OECD test, číslem 202. tato zkouška se zaměřuje konkrétně na znehybnění perlooček při vystavení toxických látek na 24, nebo 48 hodin. Významným testováním v oblasti ekotoxikologie jsou řasy a sinice, s označením OECD 201. Zde se test provádí na dobu 72, nebo 96 hodin, kde se zkoumá potlačení růstu u jednobuněčných sinic a řas. (ibot.cz, 2020; OECD, 2004)

Tabulka 2 Přehled OECD 301 metod konečné biodegradability

OECD 301 A	Měření úbytku rozpuštěného organického uhlíku ve vodě.
OECD 301 B	Sledování množství uvolněného oxidu uhličitého při rozkladu.
OECD 301 C	Měření spotřeby kyslíku bakteriemi.
OECD 301 D	Měření spotřeby kyslíku v uzavřené lahvi.
OECD 301 E	Měření úbytku rozpuštěného organického uhlíku ve vodě, s rozdílem oproti OECD 301 A za využití nízké koncentrace mikroorganismů.
OECD 301 F	Měření produkce oxidu uhličitého a spotřebu kyslíku.

(Zdroj: Vlastní zpracování podle směrnice OECD)

6.2.2 Analytické metody pro povrchově aktivní látky

Analytické metody jsou rozděleny pro konkrétní typ povrchově aktivních látek. Pro aniontové látky s použitím methylenovou modří (MBAS). Methylenová modř vytváří s aniontovými povrchově aktivními látkami modře zbarvené soli. Neiontové povrchově aktivní látky jsou například prováděny reakcí na bismut. Každá další povrchově aktivní látka má svou vlastní metodu. V případě ověření, nebo zajištění přesnosti metod pro všechny typy povrchově aktivních látek se může využít vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). Princip HPLC metody je založena na separaci a identifikaci složek ve směsi. (EU, 2004; Koester, 2025)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZA RIZIK

Analýzy rizik vychází z odvětví managementu rizik. Procesy analýzy rizik se ovšem liší a záleží na organizacích, kde se analýzy využívají. Existuje spousta zdrojů, jakým způsobem postupovat při hodnocení rizik, podle normy ČSN ISO 31 000 Management rizik, která poskytuje obecný rámec pro řízení rizik. Povaha rizika je určena pravděpodobností a mírou dopad, kterou může způsobit.

- Identifikace
- Analýza
- Hodnocení

Prvním krokem pro hodnocení rizik je vytvoření si rozsahu a kontextu a ujasnit si cíle. Podle schématu této normy se soustavně s těmito třemi procesy vykonává zároveň monitoring a komunikace. (ČSN, 2018)

Environmentální analýza rizik ERA objasňuje rizika pro životní prostředí. Životní prostředí je důležitou součástí ekonomického a sociálního významu a lidská činnost ovlivňuje procesy a funkce ekosystému. S rostoucí zátěží pro životní prostředí narůstá potřeba chápat související environmentální rizika. Předpovídání těchto rizik může být klíčové pro rozhodování o udržitelném využíváním zdrojů. (Utzig, a další, 2000)

7.1 Environmental Risk Assessment pro vybrané produkty drogistického řetězce

Environmentální analýza rizik (ERA) slouží k identifikaci a zhodnocení hrozeb na environmentální prostředí způsobené různými příčinami. V případě této práce je to příčina látek v pracích a čisticích prostředcích. (EFSA, 2025)

Postup ERA pro tuto bakalářskou práci bude vycházet ze struktury podle dostupného zdroje Environmental Risk Assessment An Approach for Assessing and Reporting Environmental Conditions. Analýza rizik je v tomto zdroji rozdělena do šesti kroků.

1. Krok: Stanovení kontextu.
2. Krok: Identifikace klíčových environmentálních rizik.
3. Krok: Specifikace environmentálních hodnot.

4. Krok: Charakterizovat environmentální trendy, vztahy indikátorů a stanovit rizikové třídy.
5. Krok: Vyhodnotit změny indikátorů rizik.
6. Krok: Vypracovat výstup výsledků a zvážit strategie k snížení rizika. (Utzig et al., 2000)

Zmíněné kroky z ERA pro tuto bakalářskou práci budou mírně pozměněny podle potřeby. Pro analýzu rizik bude využita rovnice č. 2. z teoretické části, za pomoci využití hodnot PEC a PNEC.

7.1.1 Stanovení kontextu a cílů

Zkoumané prostředky v bakalářské práci jsou zaměřeny na vybrané produkty drogistického řetězce v České republice. Jedná se o běžně dostupné čisticí a prací prostředky. Hlavními aktéry používající prostředky v analýze rizik jsou spotřebitelé těchto produktů, například domácnosti. Cílem bakalářské práce je zhodnocení environmentálních rizik používáním těchto prostředků a doplnění případných opatření pro snížení rizik na environment.

7.1.2 Identifikace klíčových environmentálních rizik a rizikových látek

Rizika vycházející z teoretické části zahrnují eutrofizaci způsobenou fosfáty a toxické účinky na ekosystém. Hlavními složkami prostředků jsou zejména povrchově aktivní látky, chlorová bělidla, fosfáty a v malém případě enzymy.

7.1.3 Provedení analýzy environmentálního prostředí v souvislosti s používáním vybraných prostředků

Při provedení analýzy rizik je zapotřebí si specifikovat hodnoty, kterých chceme dosáhnout a které potřebujeme pro výpočet. Data pro výpočet budou využity pouze z bezpečnostních listů vybraných látek.

Zjišťování odhadu koncentrace látky v životním prostředí neboli PEC pro tuto práci vychází z dokumentu Guidance on information requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter R16 z roku 2016. Hodnocení odhadu koncentrace se odlišuje pro každou složku působnosti, to znamená zvlášť pro vodní prostory, pozemní části jako je zemědělská půda nebo podzemní voda a pro mikroorganismy. Vzorce se liší a pro bakalářskou práci bude využit výpočet zaměřený PEC na vodu. PEC pro sladkovodní prostředí je nejbližší způsob přiblížení se podmínkám v České republice. (ECHA, 2016)

Podle zdroje se uvádí rozdělení PEC na lokální a regionální. Pro tuto práci je vybrán lokální PEC, který se zaměřuje na lokální místa, kde je obvykle zdroj, v tomto případě je možné uvést čističku odpadních vod. Z tabulky číslo R 16-5 v dokumentu kapitoly 16, která zahrnuje charakterizaci rizik, je níže uvedený vzorec pro výpočet posouzení rizika vyobrazený v. Rovnici č. 3.

Rovnice 3 Poměr charakterizace rizika

$$PEC_{local_water}/PNEC_{water} \quad (3)$$

Hodnocení pro lokální měřítko ve vodě, kde je bodový zdroj ČOV se může využít vzorec pro hodnocení rizik pomocí výpočtu lokální koncentrace v odpadních vodách vyznačený v rovnici 4.

Rovnice 4 Výpočet lokální koncentrace v povrchových vodách

$$C_{local_water} = \frac{C_{local_eff}}{(1 + K_{psusp} \cdot SUSP_{water} \cdot 10^{-6}) \cdot DILUTION} \quad (4)$$

Při výpočtu této rovnice je třeba zjistit koncentraci látek ve vodě po očištění v čistírnách odpadních vod tzv. C_{local_eff} vyobrazený v rovnici č. 6. Hodnoty v závorce u rovnice č. 4 označují koeficient rozdělení pevných látek a vody, koncentraci suspendovaných látek v řece, vynásobené ředícím faktorem například řekou.

Rovnice 5 Výpočet vstupní koncentrace látky do ČOV

$$C_{local_inf} = \frac{E_{local_water} \cdot 10^6}{EFFLUENT_{stp}} \quad (5)$$

Rovnice 5 vyjadřuje koncentraci znečištěných látek v přítoku do ČOV, podílem látek odpadních vod a průtokem vypouštěných vod. Pro výpočet $EFFLUENT_{stp}$ použijeme hodnoty z tabulky R.16-14 z dokumentu. Tabulka R. 16-14 z dokumentu, je vyobrazena v obrázku č. 1. Množství odpadních vod podle obládku č. 1, je 200 l/den na osobu. Pro výpočet využijeme scénář například malého města o 10 000 obyvatel. Ve vzorcích bude tedy využita hodnota násobku 10 000 obyvatel a objemem vody 200 litrů na obyvatele za den, převedena na $m^3/den = (2000 m^3)$. Pro výpočet PEC je uveden i takzvaný ředící faktor, podle R. 16 je tento faktor pro sladkovodní prostředí hodnota 10, která odpovídá průtoku 2 000 m^3/den pro 10 000 osob. Například u mořského prostředí se používá hodnota ředění 100. (ECHA, 2016)

STANDARD CHARACTERISTICS OF A MUNICIPAL SEWAGE TREATMENT PLANT			
Parameter	Symbol	Unit	Value
Capacity of the local STP	CAPACITY _{stp}	[eq]	10 000
Amount of wastewater per inhabitant	WASTEW _{inhab}	[l·d ⁻¹ ·eq ⁻¹]	200
Surplus sludge per inhabitant	SURPLUS _{sludge}	[kg·d ⁻¹ ·eq ⁻¹]	0.0190
Concentration susp. matter in influent	SUSPCONC _{inf}	[kg·m ⁻³]	0.45

Obrázek 1 Přehled standardních charakteristik z kapitoly R 16-14

(Zdroj: *Guidance on information requirements and Chemical Safety Assessment, Chapter R16, 2016*)

Zjištění koncentrace v odtoku ČOV po čištění označována C_{local_eff} vychází ze vstupní koncentrace a násobku rozložitelnosti ve vodě viz. rovnice č. 6.

Rovnice 6 Výpočet výstupní koncentrace látky v ČOV

$$C_{local_eff} = C_{local_inf} \cdot F_{stp_water} \quad (6)$$

Pokud se vrátíme k původnímu výpočtu ve vzorci č. 3. potřebujeme zjistit hodnotu PEC. PEC neboli odhad koncentrace látky v životním prostředí. Hodnota potřebná pro provedení analýzy rizik je výpočet $PEC_{local, water}$ vyobrazena v rovnici č. 7.

Rovnice 7 Výpočet lokální PEC ve vodním prostředí

$$PEC_{local, water} = \frac{E_{local_water}}{Q_{stp} \cdot DILUTION} \quad (7)$$

Rovnice je zjednodušeným ukazatelem $PEC_{local, water}$, zde se nezapočítává lokální koncentrace v povrchových vodách z výtoku ČOV. Pro analýzu rizik v bakalářské práci bude použita tato rovnice číslo 7. E_{local_water} , která lze vypočítat pomocí násobku rozložitelnosti ve vodě (F_{stp_water}) a spotřeby látky na osobu za den ($E_{local_wastewater}$). E_{local_water} je pak vydělena hodnotou násobku DILUTION a průtoku vody za den, v tomto případě počítáme průtok za den na 2000 m^3 . Hodnota F_{stp_water} je ve zdroji stanovena na hodnotu 1, jedná se o hodnotu, kde nebyla započítána funkce v ČOV. Biodegradace tak není započítána. Pro přiblížení se reálným podmínkám však využijeme zdroje z bezpečnostních listů, kde je biodegradace látek doplněna a popsána i OECD metoda, která byla použita k hodnocení rozložitelnosti. Konečným krokem je výpočet rizika podílem $PEC/PNEC$ a srovnáním s hodnotou 1. (ECHA, 2016; Utzig et al., 2000)

7.1.4 Hodnocení analýzy rizik látek u vybraných produktů

Pro vyhodnocení environmentálních rizik srovnáme podle rovnice č. 1 z teoretické části s určenou hodnotou 1. Pokud bude výsledek menší než 1 můžeme usoudit, že riziko je zanedbatelné. Je potřeba si však uvést fakta, která hrají roli v této analýze. Analýza rizik je vypočítána v případě za používání jedné značky a druhu prostředku, což není pravděpodobný případ. Na trhu spotřebitelé využívají více značek pracích a čisticích prostředků. Při analýze je využívána i tzv. modelová situace podle uvedených zdrojů, které vedou k výpočtu rizika. V tomto případě se jedná například o průtok řeky a počet osob využívající vybraný prostředek.

7.1.5 Opatření ke snižování environmentálních rizik používáním vybraných produktů

Na základě výsledků hodnocení environmentálních rizik ERA lze navrhnout opatření pro zamezení větších dopadů používáním vybraných pracích a čisticích prostředků. Pokud by analýza rizik ukázala případné riziko pro životní prostředí, lze uvážit použití přírodním certifikovaných alternativ.

8 VÝPOČET RIZIKA VYBRANÝCH PRODUKTŮ ZA SPECIFICKÝCH PODMÍNEK

Pro výpočet rizika u látek vybraných produktů využijeme informace z bezpečnostních listů výrobku. Veškeré informace o látkách z bezpečnostních listů související s environmentálním prostředím, které nesou standardní věty o nebezpečnosti. Analýza environmentálních rizik je pro tento případ zaměřena primárně na sladkovodní prostředí. Používáním prostředků se látky dostanou nejčastěji ihned po použití spotřebitelem do vod.

8.1 Prací prostředek na jemné prádlo Color & Care

Jedná se o prací tekutý prostředek vybrané značky na jemné prádlo, pomáhá udržovat barvy tkanin a oblečení.

Tabulka 3 Složení výrobku na štítku

Méně než 5 %
Mýdlo
Aniontové povrchově aktivní látky
Neiontové povrchově aktivní látky
Amfoterní povrchově aktivní látky
Další látky
Parfémy (LINALOOL, BENZYL ALCOHOL)
Konzervační činidla (PYRITHIONE SODIUM, BENZISOTHIAZOLINE)
Enzymy (subtilisin, amyláza, celuláza, mananáza)

(Zdroj: štítek výrobku)

Tabulka číslo 3 ukazuje dostupné informace na konkrétním výrobku. Jak bylo uvedeno v teoretické části, povrchově aktivní látky jsou uvedeny v procentech, v tomto případě jsou zde zastoupeny v množství menší než 5 %.

Prací prostředek obsahuje několik látek nesoucí standardní věty o nebezpečnosti. Látky, nesoucí věty o nebezpečnosti pro environmentální prostředí, budou použity

k výpočtům. Přímá souvislost v bezpečnostním listu s environmentálním prostředím je spojena s větami:

- H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.
- H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
- H412 Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

Pro postup ERA analýzy započítáme standardní dávku ze štítku výrobku, která je stanovena na 38 ml. Je zapotřebí zmínit, že prací dávka se liší v závislosti na tvrdosti vody a zašpinění, nicméně pro výpočet využijeme hodnotu 38 ml. Pro představu, kolik může být odhad koncentrace látky v životním prostředí vypočítáme PEC pro celkový obsah tenzidů.

Z tabulky č. 3 vyčteme kolik je celkově povrchových látek v prostředí. Povrchově aktivních látek je v prostředí méně než 5 %, vezmeme tedy 4 % a využijeme zmíněnou hodnotu 10 000 osob pro výpočet malého města.

$$\text{množství látky na osobu za den} = 0,04 \cdot 38 = 1,52 \text{ g látky}$$

$$\text{výpočet produkce tenzidu za den pro malé město} = 1,52 \cdot 10\,000 = 15\,200 \text{ g}$$

Výsledná hodnota 15,2 kg odpovídá produkce povrchově aktivních látek používáním vybraného prostředku podle doporučeného dávkování pro zhruba malé město.

Rovnice 8 Výpočet PEC pro povrchově aktivní látky v produktu

$$PEC_{local,water} = \frac{15,2}{2000 \cdot 10} = 0,00076 \text{ g/l} \quad (8)$$

Odhad koncentrace látky v životním prostředí za těchto podmínek je 760 µg/l. Pro výpočet poměru charakterizace rizika je zapotřebí i PNEC. V bezpečnostních listech však tato hodnota není zmíněna a je určena pouze u konkrétních látek.

Tabulka 4 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku

1-propanaminium, 3-amino-N-(karboxymethyl)-N,N-dimethyl-, N-kokoacyl deriváty, hydroxidy, vnitřní soli (Kokamidopropyl betain)	
Obsah látek ve směsi	1- <5 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3, H412
PNEC (přírodní sladká voda)	3,2 µg/l
PNEC (sediment sladká voda)	0,219 mg/l (vysušený sediment)
PNEC (ČOV)	300 mg/l
PNEC (půda)	41,9 µg/kg (vysušená půda)
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 B)	91,6 %/ 28 dní

(Zdroj: bezpečnostní list)

Z uvedených dat o perzistenci a rozložitelnosti v tabulce číslo 4 je zřejmé, že biologická rozložitelnost je velmi vysoká.

U standardní věty H412 je označení Aquatic Chronic 3, jedná se o označení chronické toxicity pro vodní prostředí. Celkově se látky označují podle klasifikace CLP na akutní nebo chronické s číslovkou, udávající závažnost toxicity. Podle tabulky č. 4.1.0 nařízení CLP je označení chronické toxicity 3 nejnižším rizikem a 1 nejvyšším. (EU, 2008)

Výpočet poměru charakterizace rizika u této látky využijeme předchozí výpočet. U látky odhadneme, že se v prostředí nachází 1 % z odhadnutých 4 %.

Rovnice 9 Výpočet podílu konkrétní látky z prostředí

$$1,52 \text{ g} \cdot 0,01 = 0,0152 \text{ g/den} (1\% \text{ podíl ze } 4\%) \quad (9)$$

$$0,0152 \cdot 10\,000 = 152 \text{ g/den}$$

Z jednoduchého výpočtu zjišťujeme, že podíl konkrétní látky je 152 g za den na 10 000 obyvatel. V tomto případě je v tabulce uvedena i rozložitelnost 91,6 %/28 dní. Ačkoliv je F_{stp_water} stanovený na 1, využijeme hodnoty z tabulky pro přesnější výpočet.

Následujícím výpočtem v rovnici č. 10 sestavíme násobkem 8,4 %, tedy zbytku po biodegradaci, kdy je PNEC pro přírodní sladkou vodu z tabulky č. 4 a 1% látky z tenzidů.

Rovnice 10 Postup pro výpočet $PEC_{local, water}$

$$0,152 \cdot 0,084 = 0,012768 \approx 0,0128 \text{ kg/den} \quad (10)$$

$$PEC_{local, water} = \frac{0,0128}{2000 \cdot 10} = 0,00000064 \text{ kg/m}^3$$

Zaokrouhlený výsledek pro $PEC_{local, water}$ v rovnici č. 10 je v přepočtu 0,64 µg/l. Opět z tabulky č. 4 využijeme pro výpočet rizika hodnotu PNEC (přírodní sladká voda) 3,2 µg/l.

Rovnice 11 Výpočet RCR pro kokamidopropyl betain

$$RCR = \frac{0,64}{3,2} = 0,2 \quad (11)$$

Pokud srovnáme výsledek $PEC/PNEC < 1$, není kokamidopropyl betain za těchto podmínek a s těmito hodnotami rizikem pro vodní prostředí.

Další látkou obsahující standardní věty o nebezpečnosti pro životní prostředí je směs ethoxylovaných alkoholů s řetězcí uhlíku o délce 12 až 15 atomů.

Tabulka 5 Informace o nebezpečných látkách na environment ve vybraném výrobku

Alkoholy, C12-15, ethoxylované	
Obsah látek ve směsi	1- <5 %
Standardní věta o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3, H412

(Zdroj: bezpečnostní listy)

PNEC bezpečnostní list vybraného výrobku neobsahuje, ačkoliv jsou škodlivé pro vodní organismy s dlouhodobými účinky. Chronická toxicita pro vodní organismy je stejná jako u předchozích látek.

Směs látek, která obsahuje PNEC hodnoty vhodné pro výpočet do vybraných rovnic jsou alkoholy, C12-14, ethoxylované, sodné soli. Všechny dostupné hodnoty směsi z bezpečnostních listů jsou shrnuty v tabulce č. 6.

Tabulka 6 Informace o nebezpečných látkách na environment ve vybraném výrobku

Alkoholy, C12-14, ethoxylované sírany, sodné soli	
Obsah látek ve směsi	1- <5 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3, H412
PNEC (přírodní sladká voda)	0,24 mg/l
PNEC (sediment sladká voda)	0,917 mg/kg (vysušený sediment)
PNEC (ČOV)	10 g/l
PNEC (půda)	7,5 mg/kg (vysušená půda)
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 A)	70 %/28 dní
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD301 B)	95 %/28 dní
Bioakumulace	log Pow=0,3
Ekotoxikologické informace	
EC50 (48 hod.)	7,4 mg/l (dafnie) (OECD 202)
LC50 (96 hod.)	7,1 mg/l (ryby) (OECD 203)
NOEC/NOEL (21dní)	0,27 mg/l (dafnie) (OECD 211)

(Zdroj: bezpečnostní list)

Ze zjištěných dat uvedených v tabulce č. 6 můžeme posoudit biodegradabilitu látek. V prvním testu OECD 301 A, za pomoci měření úbytku organického uhlíku ve vodě je rozložitelnost 70 % za 28 dní. Podle směrnice OECD se za hranici úspěšného biologického rozkladu při způsobu OECD 301 A uvádí právě 70 %. Metoda OECD 301 B měří oxid uhličitý při rozkladu. V tomto případě je výsledek 95 % za 28 dní, 5 % to je zanedbatelné množství a látka je tedy téměř celá rozložitelná. (OECD, 1992)

Bioakumulace podle bezpečnostního listu není předpokládána. Hodnocení, kdy se nepředpokládá bioakumulace je, pokud $\log Pow > 1$, toto je uvedeno ve všech bezpečnostních listech pro látky počítané v této práci.

V předchozí látce byl odhad 1 %, pro změnu u této látky stanovíme obsah látky v prostředí na 2 %.

Rovnice 12 Výpočet podílu konkrétní látky z prostředí

$$1,52 \cdot 0,02 = 0,0304 \text{ g/den (2\% podíl ze 4 \%)} \quad (12)$$

$$0,0304 \cdot 10\,000 = 304 \text{ g/den}$$

Z výpočtu zjišťujeme, že pro 10 000 obyvatel je obsah látky 304 g/den z 2% obsahu počítané látky. Pro využití biodegradace z tabulky si můžeme vybrat ze dvou metod, v tomto případě OECD 301 A, kde je biodegradace stanovena na 70 %. Reálnější metodou podobným podmínkám v ČOV je OECD 301 B, kde se sleduje produkce CO₂, která je zmíněna v tabulce č. 2 v teoretické části práce. Pro přesnější výpočet tedy využijeme OECD 301 B, kde pouze 5 % látky, která zůstane po biodegradaci.

Rovnice 13 Postup pro výpočet pro PEC_{local, water}

$$0,304 \cdot 0,05 = 0,0152 \text{ kg/den} \quad (13)$$

$$PEC_{local,water} = \frac{0,0152}{2000 \cdot 10} = 0,00000076 \text{ kg/m}^3$$

Po převodu PEC na µg/l je výsledek 0,76 µg/l. PNEC pro sladkovodní prostředí pro tuto látku je 0,24 mg/l, jak je uvedené v tabulce č. 6. Pro výpočet převedeme PNEC na 240 µg/l.

Rovnice 14 Výpočet RCR pro alkoholy, c12-14, ethoxylované sírany, sodné soli

$$RCR = \frac{0,76}{240} = 0,00316 \quad (14)$$

Z výsledku můžeme zjistit, že výsledek opět není rizikem za stanovených podmínek pro vodní prostředí, po započítání biodegradace, v tomto případě 95 % podle OECD 301 B.

Tabulka 7 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku

Pyridin-2- thiol-1- oxidu sodného	
Obsah látky ve směsi	<0,1 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Acute 1, H400 (M=100); Aquatic Chronic 2, H411

(Zdroj: bezpečnostní list)

Výpočet hodnoty rizika u pyridinu však v tomto stanoveném postupu není možný, kvůli nedostatečným hodnotám pro výpočet. Je ale důležité zmínit nebezpečnost této látky. Pyridin-2- thiol-1- oxidu sodného je uvedený v Harmonizovaném seznamu v Nařízení CLP, nebezpečnost této látky je tak potvrzena EU. Akutní toxicita pro vodní organismy u H 400 je na stupni nejpřísnější klasifikace, který je doplněn takzvaným multiplikačním faktorem. Multiplikační faktor je přidávám v případech, kdy je koeficient 1 u toxicity vodních organismů, jak chronické, tak akutní jako v tomto případě. U vysoce toxických složek směsí jsou multiplikační faktory uvedeny v nařízení CLP tabulce č. 4.1.3. Podle tabulky Akutní toxicita pro M100 mezi $0,001 < LC50 \leq 0,01$ (mg/l). (CLP,2008)

8.2 Prací gel na černé a tmavé prádlo Black Sensation

Prací gel je tentokrát u vybrané značky používán na tmavé a černé prádlo, které díky složením podporuje zvýraznění a intenzitu barvy. Ačkoliv se jedná také o prací gel, složení se ale liší. Seznam příslušných standardních vět se v bezpečnostním listu nepatrně liší. Standardní věty spojené s rizikem pro environmentální prostředí:

- H 400 Vysoce toxický pro vodní organismy
- H 410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
- H 412 Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

Tabulka 8 Složení výrobku na štítku

5-15 %
Neiontové povrchově aktivní látky
Aniontové povrchově aktivní látky
Méně než 5 %
Mýdlo
Fosfonáty
Další látky
Enzymy
Parfémy (BENZYL ALCOHOL, LIMONENE, BENZISOTHIAZOLINONE, METHYLISOTHIAZOLINONE, PHENOXYETHANOL)

(Zdroj: štítek výrobku)

Složení gelů se liší, zejména v obsahu povrchově aktivních látek, kdy v tomto případě u gelu na tmavé prádlo 5-15 % neiontových a aniontových povrchově aktivních látek. Z hlediska informací zmíněných v teoretické práci jsou zde na první pohled rizikem fosfonáty.

Výpočet celkových tenzidů bude vyšší v tomto pracovním prostředí. Podle tabulky č. 8 je zde zastoupeno 5-15 % povrchově aktivních látek. Pro výpočet $PEC_{local, water}$ využijeme odhadovanou hodnotu 10 %.

$$\text{množství látky na osobu} = 0,1 \cdot 38 = 3,8 \text{ g látky}$$

$$\text{výpočet produkce tenzidů za den pro malé město} = 3,8 \cdot 10\,000 = 38\,000 \text{ g}$$

Pro malé město je výpočet povrchově aktivních látek z tohoto produktu zhruba 38 kg.

Rovnice 15 Výpočet PEC pro povrchově aktivní látky v produktu

$$PEC_{local,water} = \frac{3,8}{2\,000 \cdot 10} = 0,0019 \text{ g/l} \quad (15)$$

Výsledek celkového množství koncentrace pro 10 000 osob je zhruba 1 900 µg/l pro odhad tenzidů v tomto prostředí.

Tabulka 9 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku

Alkoholy, C13-15, rozvětvené a lineární, ethoxylované	
Obsah látek ve směsi	10- <20 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3, H412
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 B)	> 60 %/28 dní

(Zdroj: bezpečnostní list)

Informace z tabulky číslo 9 jsou nedostatečné pro výpočet rizika. Můžeme však vidět, že rozložitelnost ve vodě je zhruba 60 % za 28 dní za sledování rozkladu oxidu uhličitého.

Tabulka 10 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku

Alkoholy, C12-14, ethoxylované sírany, sodné soli	
Obsah látek ve směsi	5- <10 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3, H412
PNEC (přírodní sladká voda)	0,24 mg/l
PNEC (sediment sladká voda)	0,917 mg/kg (vysušený sediment)
PNEC (ČOV)	10 g/l
PNEC (půda)	7,5 mg/kg (vysušený půda)
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 A)	70 %/28 dní
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 E)	95 %/28 dní
Bioakumulace	Log Pow=0,3

(Zdroj: bezpečnostní list)

Alkoholy, C12-14, ethoxylované sírany, sodné soli, již byly zmíněny ve výpočtu u předchozího prostředku. Hodnoty z tabulky č.10 jsou tak totožné s tabulkou č. 6 s rozdílem obsahu látek. Pro tento výpočet tak využijeme odhad 6 %.

Rovnice 16 Výpočet podílu konkrétní látky z prostředku

$$3,8 \cdot 0,06 = 0,228 \text{ g /den (6\% podíl z 10 \%)} \quad (16)$$

$$0,228 \cdot 10\,000 = 2\,280 \text{ g/den}$$

Z výpočtů víme, že při odhadu obsahu 6 % je výsledek 2 280 g za den s odhadem pro malé město. Pro další výpočet využijeme stejné hodnoty jako u předchozího produktu u této látky. Jedná se o PNEC v přírodní sladké vodě a rozložitelnost podle OECD 301 E, tedy 95 %/28 dní.

Rovnice 17 Postup pro výpočet $PEC_{\text{local, water}}$

$$2,28 \cdot 0,05 = 0,114 \text{ kg/den} \quad (17)$$

$$PEC_{\text{local,water}} = \frac{0,114}{2\,000 \cdot 10} = 0,0000057 \text{ kg/m}^3$$

Výsledek převedeme na stejné hodnoty jako PNEC z tabulky č. 10, který činí 0,24 mg/l. $PEC_{\text{local, water}}$ se rovná 5,7 µg/l.

Rovnice 18 Výpočet RCR pro alkoholy c12-14, ethoxylované sírany, sodné soli

$$RCR = \frac{5,7}{240} = 0,02375 \quad (18)$$

Riziko je ale opět zanedbatelné, pokud srovnáme $RCR > 0,02375$.

Poslední látkou z tohoto prostředku nesoucí standardní věty o nebezpečí pro environmentu je 2-methylisothiazol-3(2 H) -on. Popsaný v následující tabulce č. 11.

Tabulka 11 Informace o nebezpečných látkách působících na environment ve vybraném výrobku

2-methylisothiazol-3(2 H) -on	
Obsah látek ve směsi	0,0025- <0,025 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 1, H400 (M=10); Aquatic Chronic 1, H410 (M=1)
Rozložitelnost a perzistence (OECD 301 B)	0,32 %/28 dní
Bioakumulace	Log Pow=0,32

(Zdroj: bezpečností list)

Z tabulky č. 11 je zřejmé, že biologická rozložitelnost u této látky je na velice nízké úrovni. Obsah látky ve směsi je však ve velmi malém procentu a její vlastnosti v pracích procesech, nejspíše vyčnívají nad možnými riziky.

8.3 Přípravek na mytí nádobí ultra

V tomto příkladu prozkoumáme a vypočítáme prostředek na nádobí vybraného řetězce. Zde si musíme sami stanovit dávku mycího prostředku. Pro výpočet si stanovíme 25 ml prostředku na mytí nádobí. U tohoto výrobku vypočítáme PEC_{local}, water pro anionické a neionické tenzidy, protože látky, které mají vliv na environmentální prostředí patří do těchto zmíněných skupin povrchově aktivních látek. Jedná se o 1.-propanaminium,3-amino N- (karboxymethyl) – N, N-koko acyl deriváty, hydroxidy, vnitřní soli patřící do neionické skupiny a alkoholy c12-14, ethoxylované sírany, sodné soli v anionické skupině látek. (Beautysense, 2024; Cosmeticsinfo, 2025)

Standardní věty v prostředku s rizikem pro environmentální prostředí:

- H 412 Škodlivý pro vodní organismy s dlouhodobými účinky.

Tabulka 12 Složení výrobku na štítku

15-30 %
Aniontové povrchově aktivní látky
5-15 %
Amfoterní povrchově aktivní látky
Méně než 5 %
Neiontové povrchově aktivní látky
Další látky
Konzervační činidla (PHENOXYETHANOL)
Parfémy (LIMONENE, CITRAL, CITRONELLOL)
Enzymy (Amylase, Subtilisin)

(Zdroj: štítek výrobku)

V případě tohoto prostředku jsou zde rozděleny obsahy povrchově aktivních látek. Největší podíl mají však aniontové povrchově aktivní látky v obsahu 15–30 % na které výpočet zaměříme. Výrobek obsahuje i amfoterní povrchově aktivní látky s obsahem 5-15 % a neiontové s méně než 5 %. Prvním krokem bude výpočet $PEC_{local, water}$ pro aniontové látky vypočítáme s odhadem 20 %.

$$množství\ látky\ na\ osobu\ za\ den = 0,2 \cdot 25 = 5\ g\ látky$$

$$výpočet\ produkce\ tenzidu\ za\ den\ pro\ malé\ město = 5 \cdot 10\ 000 = 50\ 000\ g$$

Produkce anionických tenzidů z tohoto prostředku je pro malé město zhruba 30 000 g za den.

Rovnice 19 Výpočet PEC pro aniontové látky v produktu

$$PEC_{local,water} = \frac{50}{2\ 000 \cdot 10} = 0,0025\ g/l \quad (19)$$

Rovnice č. 19 vyjadřuje pouze koncentraci aniontových povrchově aktivních látek neboli alkoholů c12-14, ethoxylovaných síranů, sodných solí pro 10 000 osob používáním výrobku na mytí. Pro výpočet neiontových látek určíme hodnotu 3 %.

$$\text{množství látky na osobu za den} = 0,03 \cdot 25 = 0,75 \text{ g látky}$$

$$\text{výpočet produkce tenzidu za den pro malé město} = 0,75 \cdot 10\,000 = 7\,500 \text{ g/l}$$

Rovnice 20 Výpočet PEC pro neiontové látky v produktu

$$PEC_{local\ water} = \frac{7,5}{2\,000 \cdot 10} = 0,000375 \text{ g/l} \quad (20)$$

Rovnice č. 19 a č. 20 jsou odhady koncentrace pro druhy vybraných povrchově aktivní látek.

Tabulka 13 Informace o nebezpečných látkách působících na environment ve vybraném výrobku

1-propanaminium, 3 – amino – N-(karboxymethyl)-N, N-dimethyl-, N-kokoacyl deriváty, hydroxidy, vnitřní soli	
Obsah látky ve směsi	5- <10 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3, H412
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 B)	91,6 % /28 dní

(Zdroj: bezpečnostní list)

V případě látky v tabulce č. 13. máme stejnou látku, která se nacházela u předchozích výrobků. V tomto případě nejsou v bezpečnostním listu informace o koncentraci PNEC.

Tabulka 14 Informace o nebezpečných látkách působících na environment ve vybraném výrobku

Alkoholy, c12-14, ethoxylované sírany, sodné soli	
Obsah látky ve směsi	10- <20 %
Standardní věty o nebezpečnosti	Aquatic Chronic 3 H412
PNEC (přírodní sladká voda)	0,24 mg/l
PNEC (sediment sladká voda)	0,917 mg/kg (vysušený sediment)
PNEC (ČOV)	10 g/l
PNEC (půda)	7,5 mg/kg (vysušená půda)
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 A)	70 %/28 dní
Rozložitelnost a perzistence ve vodě (OECD 301 E)	95 %/28 dní
Bioakumulace	Log Pow=0,3

(Zdroj: bezpečnostní list)

Rovnice 21 Výpočet podílu konkrétní látky z prostředku

$$5 \cdot 0,08 = 0,4 \text{ g/den (8 \% podíl z 20 \%)} \quad (21)$$

$$0,4 \cdot 10\,000 = 4\,000 \text{ g/den}$$

Výpočet odhadu 8 % látky pro 10 000 osob jsou 4 kilogramy za den. Z tabulky č 14 zjistíme že PNEC pro sladkovodní prostředí a můžeme vypočítat RCR. Opět využijeme hodnotu biodegradability 95 % podle OECD 301 E.

Rovnice 22 Postup pro výpočet $PEC_{local, water}$

$$4 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ kg/den} \quad (22)$$

$$PEC_{local, water} = \frac{0,8}{2\,000 \cdot 10} = 0,00004 \text{ kg/m}^3$$

$PEC_{local, water}$ pro anionické látky v prostředí je 40 µg/l, pro dosazení do rovnice převedeme na 0,04 mg/l.

Rovnice 23 Výpočet RCR pro alkoholy C12-14, ethoxylované sírany, sodné soli

$$RCR = \frac{0,04}{0,24} = 0,16 \quad (23)$$

Výsledek se rovná 0,16 v porovnání s hodnotou 1 zde není opět riziko pro environmentální prostředí.

9 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ VYBRANÝCH PRODUKTŮ ZA SPECIFICKY STANOVENÝCH PODMÍNEK

Z výsledků můžeme usoudit, že ani jedna z látek není rizikem pro životní prostředí za těchto stanovených podmínek. Výpočet RCR jsme využily celkem na čtyři látky z tří vybraných produktů. Ve valné většině případů se jednalo o alkoholy, c12-14, ethoxylované sírany, sodné soli z aniontové skupiny povrchově aktivních látek. Největším rizikem z těchto výsledků, ale dosáhl kokamidopropyl betain z pracího gelu na jemné prádlo, kde byla hodnota vypočtena na 0,2 podílem PEC a PNEC.

9.1 Opatření ke snižování environmentálních rizik používáním vybraných produktů

Ačkoliv se hodnocení ukázalo jako pozitivní pro životní prostředí, je potřeba opět zmínit specifičnost této analýzy rizik. Ostatní látky v prostředcích, které doprovázejí funkčnost povrchově aktivních látek mohou mít také negativní vliv na životní prostředí. U složení pracího gelu na tmavé prádlo zobrazené v tabulce č. 8. můžeme vidět, že výrobek obsahuje fosfonáty. Jak bylo zmíněno v teoretické části práce, je na dnešním trhu poptávka po šetrnějších alternativách. V bezpečnostních listech certifikovaných produktech můžeme zjistit, že alkoholy c12-14, ethoxylované sírany, sodné soli jsou také v těchto certifikovaných produktech. Důležitým faktem je původ této látky označovanou jako Sodium Laureth Sulfate (SLES). Původ může pocházet z ropného, nebo kokosového, či palmového oleje. (Cosmeticsinfo, 2025; PCPC, 2020)

9.1.1 Doplnující látky vybraných výrobků s možným rizikem

Konzervační složkou, která je obsažena ve vybraných produktech je fenoxxyethanol. Fenoxxyethanol je látka s příjemnou vůní, která je hojně využívána v kosmetice, parfémeh a antiseptik. Podle zdrojů je však tento konzervant běžnou přidanou látkou v mnoha produktech v čteně pracích a čisticích prostředků. Rizikovější konzervační látkou pro životní prostředí je pyrrithion sodný, který je obsažen v pracím gelu na jemné prádlo. Látka je podle globálního harmonizovaného systému klasifikace a označování chemikálií zařazena jako nebezpečná pro životní prostředí a označena příslušným piktogramem. U látky jsou přiřazeny standardní věty o nebezpečnosti H 400, H 411. Další látka obsažena ve zmíněných pracích gelech je benzisothiazoline, se standardními větami o nebezpečnosti H 400, H 411, H 412. Mimo konzervačních látek jsou součástí produktu i parfémy. Jedním z velmi málo

rizikových přísad je benzyl alkohol, nebo linalool, tyto látky nejsou označeny jako nebezpečné pro životní prostředí. Látka methylothiazoline, která je součástí gelu na černé prádlo je zmíněna i v bezpečnostních listech tato látka je označena piktogramem nebezpečí životního prostředí, v tabulce č. 11, kde jsou zobrazeny informace z bezpečnostního listu k pracímu gelu na tmavé prádlo vidíme velmi nízkou hodnotu rozložitelnosti, podle metody OECD 301 B. Na základě kapitoly 6.2.1 o metodách OECD můžeme říct, že látka je perzistentní. (NCBI, 2025)

9.1.2 Certifikovaný prací gel na jemné prádlo

Využijeme přístup k bezpečnostním listům a porovnáme složení šetrnější varianty pro prací gel na jemné prádlo v kapitole 8.1 V tabulce č. 15 je vidět že povrchově aktivní látky jsou zastoupeny ve velké míře. Produkt nese certifikace Ecolabel a Blauer Engel. Ecolabe zajišťuje evropská unie a garantuje splnění ekologických kritérií celého životního cyklu výrobku. (dm.cz, 2025)

Po komunikaci s odpovědnou osobou ve vybraném řetězci na téma certifikace zjistíme, že podmínky a jak často probíhá certifikace, je na úrovni výrobců. V řešení je nová směrnice EU, která řeší tzv. Green Claims a pravděpodobně bude i řešit podmínky certifikace.

Tabulka 15 Složení šetrnějšího výrobku na štítku

15-30 %
Neiontové povrchově aktivní látky
5-15 %
Aniontové povrchově aktivní látky
<5 %
Mýdlo
Další látky
Konzervanty (PHENOXYETHANOL)
Vonné látky
Enzymy (subtilisin, amyláza, celulóza, mananáza)

(Zdroj: štítek výrobku)

Ze štítku výrobku už jasně můžeme vyhodnotit v porovnání se zmíněnými výrobky, že výrobek obsahuje velké procento povrchově aktivních látek. Na rozdíl od předchozích produktů nevidíme fosfonáty, parfémy a škodlivější konzervační činidla.

9.1.3 Certifikovaný přípravek na mytí nádobí

Pro srovnání i přípravku na mytí uvedeme alternativu konvenčního výrobku. Výrobek nese stejné certifikáty jako u šetrnějšího pracího gelu.

Tabulka 16 Složení šetrnějšího výrobku na štítku

15-30 %
Aniontové povrchově aktivní látky
5-15 %
Amfoterní povrchově aktivní látky
Další látky
Konzervanty (sodná sůl benzoové kyseliny)
Vonné látky

(Zdroj: štítek výrobku)

Vidíme vysoký obsah povrchově aktivních látek, ale žádné další nebezpečné přísady jako u zkoumaných produktů. Sodná sůl benzoové kyseliny není rizikem pro životní prostředí, používá se často i jako konzervant v potravinách. U tohoto konzervantu je snadná biologická odbouratelný na základě screeningových testů. Zdroj uvádí, že za použití OECD 301 B je biodegradace 85-97 % během 28 dnů. (NCBI, 2025)

10 DISKUZE

Z výsledků Environmentální analýzy rizik je zřejmé, že vybrané látky drogistického řetězce nejsou rizikem pro sladkovodní životní prostředí. Jak už z praktické části víme, tensidy hrají velkou roli v pracích a čisticích prostředcích. Vzorce jsou zaměřeny pro vodní prostředí, z důvodu přímým vlivem detergentů na vodu. Výpočet nám ukázal, že žádné riziko nehrozí, za okolností, které jsme si stanovili a hodnoty se kterými jsme určili výsledek. Otázkou je, zda by výsledek byl takto pozitivní i na jiné části environmentu, například půdu. Na trhu existuje také mnoho druhů a značek, které mohou být svým složením rizikovější. Legislativa o detergentech spolu s nařízením o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek zajišťuje vysokou úroveň ochrany životního prostředí.

Ke konci praktické části můžeme zjistit, že tensidy jsou ve velkém měřítku obsaženy i v šetrnějších variantách této značky. Proto je důležité zmínit důležitost komplexnějšího pohledu na všechny látky v produktu. Z vybraných výrobků je více než zřejmé, že použití konzervantů nebo parfémů může hrát velkou roli v posouzení rizik výrobku. Certifikované produkty, jak už bylo zmíněno, jsou v současnosti trendem a jejich poptávka je vysoká. Tím je vysoká i dostupnost těchto produktů v drogistických řetězcích, včetně produktů řetězce, ze kterého vychází tato práce.

Hlavním cílem bylo zjistit, zda mohou být tyto prostředky rizikem pro životní prostředí. Výstupem můžeme potvrdit velice nízký dopad vybraných produktů. Je na spotřebiteli, zda bude vyhledávat varianty šetrnějších produktů oproti konvenčním výrobkům. Konvenční výrobky, však neznamenaají špatný výběr spotřebitele, vše závisí na dávce. Jak uvedl Paracelsus: *“Všechny látky jsou jedy; není žádný, který není jedem. Správné dávkování rozlišuje jed a lék”* tento princip je aktuální i pro detergenty.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se v začátku zaměřila na základní pojmy v oblasti pracích a čisticích prostředků a environmentálního prostředí. V teoretické části se dozvídáme o rizicích jednotlivých povrchově aktivních látek, ale i přídavných a pomocných látek. Povrchově aktivní látky jsou rozděleny do mnoha zmíněných skupiny. V rámci legislativy jsou stěžejní nařízení, v rámci omezování fosforu ve směsích pro prostředky. Při zpracování teoretické části jsem se dozvěděl mnoho způsobů, jak sledovat možná rizika sledováním ekotoxikologických indexů.

Pro analýzu rizik byl vybrán jeden z mnoha vzorců k výpočtu rizika v environmentálním prostředí. Výpočet rizik vybraných produktů je specifický podle hodnot a postupů podle Guidance on information requirements and Chemical Safety Assessment. Výběr vzorců pro výpočet vycházel z dostupných hodnot v bezpečnostních listech, z vybraných produktů. Prostředky byly vybrány podle zaměření na praní a mytí. Z bezpečnostních listů byly vybrány příslušné hodnoty a využity ve vzorcích. Následně byly vypočítány hodnoty pro zjištění rizikovosti jednotlivých látek s potencionálním rizikem pro životní prostředí. Pro vytvoření modelové situace k výpočtu, byla využita hodnota průtoku řeky a počtu obyvatelstva používající vybrané prostředky, podle stanoveného množství, nebo podle doporučeného dávkování.

Z výsledků jsme zjistili, že za stanovených podmínek ani jedna ze zkoumaných látek vybraných prostředků, není rizikem pro životní prostředí. Na závěr je potřeba zmínit, že v práci nebyly započítány látky, které nebyly dostatečně popsány v bezpečnostních listech, pro výpočet rizika pomocí vybraného vzorce. Pokud chyběli hodnoty PNEC u látek, které byly označeny standardní větou o nebezpečnosti pro environment, byly alespoň jejich dostupné hodnoty v bezpečnostních listech zmíněny v tabulkách u jednotlivých produktů. Ačkoliv výsledkem této práce je riziko vybraných látek zanedbatelné, je důležité sledovat i jiné doplňující látky jako konzervanty, či parfémy, které mohou zásadně ovlivnit dopady na životní prostředí. Z dosažených výsledků je možné konstatovat, že cíle a zásady byly splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABIPLA. *Guide to Cleaning Products: Concept, Purposes and Functions*. Online, PDF. São Paulo: The Brazilian Industry Association of Hygiene, Cleaning, and Sanitizing Products for Domestic and Professional Use, 2021 Dostupné z: https://abipla.org.br/wp-content/uploads/2021/03/ABIPLA_Guide-to-Cleaning-Products-2021.pdf. [cit. 2023-12.01]

ACI. *The Role of Enzymes in detergent Products*. Online, PDF. The American Cleaning Institute, 2021. Dostupné z: <https://www.cleaninginstitute.org/sites/default/files/documents/Enzymes-factsheet.pdf>. [cit. 2023-12.01]

ALFACHEM. *Hydroxid sodný čistič odpadů*. Online. 2016 Dostupné z: <https://www.alfachem.cz/hydroxid-sodny-cistic-odpadu-perly-1-kg.html>. [cit. 2024-01-20]

BEAUTYSENSE. *Cocamidopropyl Betain*. Online. Kosmetické složky podle prvního písmene. 2024. [cit. 2025-04-10]

BZA. *What are Zeolites?* Online. British Zeolites Association. 2014. Dostupné z: <https://www.britishzeolite.org/zeolites> [cit. 2024-10-12]

CAMACHEM. *What is Sodium Laureth Sulfate (SLES)*. Online. 2020. Dostupné z: https://camachem.com/vn/blog/post/sodium-laureth-sulfate-sles?srsId=AfmBOoqZz5FcIDke2XYqF5U1MkUWJO_xjipBYqfOmp1K0kEeq_b6WK02. [cit. 2025-04-10]

ČESKO. *Zákon č. 17 ze dne 5. prosince 1991 o životním prostředí*. Online. In: *Zákony pro lidi*. 2010-2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17/zneni-20170701>. [cit. 2024-11-02]

ČESKO. *Vyhláška č. 301 ze dne 15. září 1998, kterou se stanoví seznam chemických látek a přípravků, jejichž užívání je omezeno*. Online. In: *Zákony pro lidi*. 2010-2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-301>. [cit. 2024-11-04]

ČESKO. *Zákon č. 350 ze dne 29. listopadu 2011 o chemických látkách a chemických a směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)*. Online. In: *Zákony pro lidi*. 2010-2024. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>. [cit. 2024-11-15]

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT [ČNI]. *ČSN ISO 31 000:2018, Management rizik: Směrnice*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018.

ČESKÉ SDRUŽENÍ PRO ZNAČKOVÉ VÝROBKY. *Bezpečná domácnost – Prevence nežádoucích nehod způsobených chemickými přípravky v domácnostech*. 2016.

DM.CZ. *Přehled certifikátů a značek produktů přispívajících k trvalé udržitelnosti*. Online. Trvalá udržitelnost. 2025. Dostupné z: <https://www.dm.cz/trvala-udrzitelnost>. [cit. 2025-04-02]

DTSHOPS. *Nejškodlivější přísady v kosmetice*. Online. ECO produkty.cz. 2025. Dostupné z: <https://www.ecoprodukty.cz/tajemstvi-slozeni-kosmetiky/nejskodlivejsi-prisady.php?show=nitrosaminy>. [cit. 2023-12-03]

DUTTA, Ashim (ed.). *Surfactants and detergents*. London: IntechOpen, 2019. ISBN 978-1-78984-660-7.

EFSA. *Environmental Risk Assessment*. Online. European Chemicals Agency. Dostupné z: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/environmental-risk-assessment>. [cit. 2025-04-12]

ECHA. *Guidance in Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter 16: Environmental Exposure Assessment. Version 3.0*. Online, PDF. Helsinki: European Chemicals Agency, 2016. ISBN 978-92-9247-775-2. Dostupné z: https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/SharedDocs/Publikationen/EN/REACH/ECHA/IR-CSA/ECHA_Leitlinie_Guidance_on_information_requirements_and_chemical_safety_assessment_Chapter_R.16. [cit. 2025-02-14]

ECHA. *Pokyny pro sestavení bezpečnostních listů*. Online, PDF. Helsinki: European Chemicals Agency, 2020. ISBN 978-92-9481-787-7. Dostupné z: <https://mpo.gov.cz/assets/cz/prumysl/chemicke-latky-a-smesi/reach-povinnosti-a-informace/2023/1/Pokyny-pro-sestaveni-bezpecnostnich-listu.pdf>. [cit. 2024-12-09]

ERASM. *Ecotoxicological Risk Assessment*. Online. Environmental Risk Assessment of Surfactants Management, 2024. Dostupné z: <https://www.erasm.org/erasm-research/freshwater-environment/ecotoxicological-risk-assessment/>. [cit. 2025-04-02]

EVROPSKÁ UNIE. *Nariadení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 648/2004 ze dne 8. dubna 2004 o detergentech*. Online. In: Úřední věstník Evropské unie. Brusel, 2004. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32004R0648>. [cit. 2024-11-19]

EVROPSKÁ UNIE. *Nařízení Komise (ES) č. 907/2006 ze dne 20. června 2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 648/2004 o detergentech za účelem přizpůsobení příloh III a VII uvedeného nařízení*. Online In: Úřední věstník Evropské unie. Brusel, 2006. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32006R0907>. [cit. 2024-11-20]

EVROPSKÁ UNIE. *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky (REACH)*. Online. In: Ústřední věstník Evropské unie. Brusel, 2006. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32006R1907>. [cit. 2024-11-08]

EVROPSKÁ UNIE. *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 31. prosince 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (CLP)*. Online. In: Ústřední věstník Evropské unie. Brusel, 2008. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32008R1272>. [cit. 2024-11-10]

EVROPSKÁ UNIE. *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 259/2012 ze dne 14 března 2012 o používání fosforečnanů v detergentech*. Online. In: Ústřední věstník Evropské unie. Brusel, 2012 Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32012R0259>. [cit. 2024-12-03]

FUKUZAKI, Satoshi. *Mechanism of Actions of Sodium Hypochlorite in Cleaning and Disinfection Processes*. Online, PDF. In: Biocontrol Science, 2006. Okayama, Japan: Industrial Technology Center of Okayama Prefecture, 2006 Dostupné z: <https://dio.org/104265/bio.11.147>. [cit. 2024-12-13]

GAČR. *Jiří Čejka, laureát Ceny předsedy Grantové agentury ČR za rok 2014*. Video. Online. Grantová agentura České republiky, 2014. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=10c7bFtgYmU&ab_channel=Grantov%C3%A1agentura%C4%8Cesk%C3%A9republiky. [cit. 2024-11-24]

GITECHKV. *Čistírna odpadních vod Karlovy Vary – Drahovice*. Video. Online. 2016. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=jrfe1xY6KYg&ab_channel=GitechKV. [cit. 2024-12-0]

HERČÍK, Miroslav a DIRNER, Vojtěch. *Environmentální vzdělávání. Modul 1: Ochrana životního prostředí*. Online, PDF. Ostrava: Technická univerzita v Ostravě. Dostupné z:

<https://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/546/.content/galerie-souboru/Studijni-materialy/EV-modul1.pdf>. [cit. 2024-10-23]

CHEMWATH. *Is Your Laundry Detergents Safe?* Online. 2023. Dostupné z: <https://chemwatch.net/blog/is-your-laundry-detergent-safe/>. [cit. 2023-12-16]

IBOT.CZ. *Biologicko – chemicko – ekotoxikologická laboratoř*. Online. In: Ekotoxikologická laboratoř. 2020. Dostupné z: <https://www.ibot.cas.cz/cs/laboratore/ekotoxikologicka/>. [cit.2023-11-19]

JOHNSON, Mariette a MARCUS, Barbara. *Competitive Implications of Environmental Regulation. A Study of Six Industries*. Online, PDF. Washington, D.C.: The Management Institute for Environmental and Business, 1994. Dostupné z: https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-12/documents/ee-0045_all.pdf. [cit. 2024-11-03]

KOČÍ, Vladimír a MACOVÁ, Klára. *Ekotoxikologie pro chemiky*. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 2009. ISBN 978-80-7080-699-9

KOESTER, Vera. What is HPLC? Online. In: Chemistry Views. Weinheim: Wiley-VHC GmbH, 20 June 2016. Dostupné z: https://www.chemistryviews.org/details/education/9464911/What_is_HPLC/. [cit. 2024-11-15]

KUJALOVÁ, Hana, HEJNICOVÁ, Martina a SÝKORA, Vladimír. Právní předpisy o tenzidech. Online, PDF. In: Chemické listy. Praha: Ústav technologie vody a prostředí, Vysoká škola chemicko – technologické v Praze, 2011. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2011_06_445-451.pdf. [cit. 2024-10-28]

LASTOBJECT. *Perfumes in Laundry Detergents. Smelly, but not in a Good Way*. Online. 2023. Dostupné z: <https://lastobject.com/blogs/take-action/perfumes-in-laundry-detergents-smelly-but-not-in-a-good-way>. [cit. 2023-12-17]

H&M HOME TEXTILE. *Prací prostředky: rozdělení a použití*. Online. 2024. Dostupné z: <https://grok.com/chat/6f90466b-6e00-4155-a297-8a898886bb2e>. [cit. 2023-10-06]

MER, Anjali; SAMANT, Rajesh a PADMANABHA, Prabha. *Charakterization of Commercial Detergents and Natural Cleansing Agents with Comparison of their Potential for Biodegradability*. Online. In: *International Journal of Advanced Chemistry*. 2017, roč. 6, č. 1, s. 1-7. ISSN 2310-2977.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ [MŽP]. *Rizika pro životní prostředí*.

Online. Ministerstvo životního prostředí, 2023. Dostupné z:

<https://mzp.gov.cz/cz/agenda/rizika-pro-zivotni-prostredi>. [cit. 2024-11-05]

MML-TGI. Úklidu a čištění svědčí akce. In: Zboží a Prodej. Online. 2024. Dostupné z:

<https://www.zboziaprodej.cz/2024/03/11/zboziprodej-1-2-2024-uklidu-a-cisteni-svedci-akce/>. [cit 2024-10-31]

MOHAMED, R.M., AL-GHEETI, A.A a NORAMIRA, J. Effect of Detergents from Laundry Greywater on Soil Properties: a Preliminary Study. In: Applied Water Science.

Online. 2018. č. 17. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0664-3>. [cit. 2023-12-16]

NCBI. PubChem. Online. NCBI, 2025. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.

[cit. 2025-04-09]

NCBI. *Sodium Benzoate*. Environmental Biodegradation. Online. NCBI, 2025 Dostupné z:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-Benzoate#section=Environmental-Biodegradation&fullscreen=true>. [cit. 2025-04-19]

NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH. Hazardous Substance Fact Sheet. Sodium Hydroxide. Online, PDF. Trenton, NJ: New Jersey Department of Health, 2015. Dostupné z:

<https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1706.pdf>. [cit. 2024-11-13]

OECD. *About the OECD*. Online. Paris: Organisation for Economic Co – operation and Development, 2025. Dostupné z: <https://www.oecd.org/>. [cit. 2025-03-17]

OECD. *Test No. 202: Daphnia sp. Acute Immobilisation Test*. Online, PDF. Paris:

Organisation for Economic Co-operation and Development, 2004. Dostupné z:

<https://doi.org/10.1787/9789264069947-en>. [cit. 2025-03-02]

OECD. *Test No. 301: Ready Biodegradability*. Online, PDF. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1992. Dostupné z:

<https://doi.org/10.1787/9789264070349-en>. [cit. 2025-03-14]

OECD. *Test No. 302 B: Inherent Biodegradability: Zahn-Wellens/EVPA Test*. Online,

PDF. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1992. Dostupné z:

<https://doi.org/10.9789264070387-en>. [cit. 2025-03-15]

PAVLŮ, Lenka. *Základy pedologie a ochrany půdy*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2020. ISBN 978-80-7592-056-0.

- PCPC. *Sodium Laureth Sulfate*. In: *Cosmetics Info*. Online. Personal Care Products Council, 2025. Dostupné z: <https://www.cosmeticsinfo.org/ingredient/sodium-laureth-sulfate/>. [cit. 2025-04-10]
- PRAVÉBIO. *Perkarbonát sodný přírodní bělicí přípravek pro praní a úklid*. Online. PravéBIO, 2020. Dostupné z: <https://www.pravebio.cz/perkarbonat-sodny/>. [cit. 2023-12-11]
- PROCHÁZKOVÁ, Lenka; LOŠŤÁKOVÁ, Zuzana; KOSOUR, Dušan; GERIŠ, Rodan; JAHODOVÁ, Dagmar et. al. *Souhrnná zpráva o vývoji jakosti povrchových vod povodí Moravy ve dvouletí 2022-2023*. Online, PDF. Brno: Povodí Moravy, 2024. Dostupné z: <https://www.pmo.cz/download/souhrnna-zprava-2022-23-internet.pdf>. [2024-12-02]
- REACH. *Určení PNEC*. In: REACH Online. Online. Helsinky: Evropská agentura pro chemické látky, 2025. Dostupné z: <https://reachonline.eu/reach/cs/priloha-i-3-3.3.html>. [cit. 2024-12-04]
- STROTMANN, Uwe; THOUND, Gerald; PAGGA, Udo; GARTISER, Stefan; J. HEIPIEPER, Herman. *Toward the Future of OECD/ISO Biodegradability Testing-new Approaches and Developments*. Online. In: *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2023, 107 s. 2073-2095. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12406-6>. [cit. 2024-12-07]
- SÝKORA, Vladimír; KUJALOVÁ, Hana a PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2016. ISBN 978-80-7080-949-5.
- ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy a detergenty dnes*. In: *Chemické listy*. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická, 1999, 93 s 421-427. Dostupné z: http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/1999_07_421-427.pdf. [cit. 2024-10-16]
- ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 2020. ISBN 978-80-7592-056-0.
- ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy*. Vydání: druhé upravené. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 2024. ISBN 978-80-7592-221-2
- TOPSHELF. *Amfoterní povrchově aktivní látky*. In: Ferwer. Online. 2025 Dostupné z: <https://www.ferwer.cz/lexikon/latka/amfoterni-povrchove-aktivni-latky>. [cit. 2023-12-12]
- TROELL. *Síran sodný – kde se používá*. In: Distripark. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.distripark.cz/zpravy/index.asp?zskup=10&strana=2>. [cit. 2023-12-15]

UNEP. *About the United Nations Environment Programme*. Online. United Nations Environmental Programme, 2025. Dostupné z: <https://www.unep.org/who-we-are/about-us>. [cit. 2024-12-19]

UTZIG, Greg a RANKIN, Colin. An Approach for Assessing and Reporting Environmental Conditions. In: *Environmental Risk Assessment (ERA)*. Victoria, BC: Ministry of Environment, Lands and Parks Habitat Branch, 2000. ISBN 0-7726-4327 X.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Přehled standardních charakteristik z kapitoly R 16-14.....	36
---	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled rozdělení tenzidů	17
Tabulka 2 Přehled OECD 301 metod konečné biodegradability	30
Tabulka 3 Složení výrobku na štítku	38
Tabulka 4 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku	40
Tabulka 5 Informace o nebezpečných látkách na environment ve vybraném výrobku.....	41
Tabulka 6 Informace o nebezpečných látkách na environment ve vybraném výrobku.....	42
Tabulka 7 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku	44
Tabulka 8 Složení výrobku na štítku	45
Tabulka 9 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku	46
Tabulka 10 Informace o nebezpečných látkách působící na environment ve vybraném výrobku	46
Tabulka 11 Informace o nebezpečných látkách působících na environment ve vybraném výrobku	48
Tabulka 12 Složení výrobku na štítku	49

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CLP	Classification, Labelling and Packaging
CMC	Kritická micelární koncentrace
Č.	Číslo
ČOV	Čistírna odpadních vod
EC	European Community
EHS	Evropské hospodářské společenství
ECHA	Evropská agentura pro chemické látky
ERA	Environmental Risk Assessment
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
HPLC	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
ISO	International Organization for Standardization
LAS	Alkylbenzensulfonát
OECD	Organization for Economic Co – operation and Development
OERES	Odbor environmentálních rizik a ekologických škod
OSN	Organizace spojených národů
PAL	Povrchově aktivní látka
PEC	Predicted Environmental Concentration
PNEC	Predicted No Effect Concentration
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
TZV.	Takzvaný
UNEP	United Nations Environment Programme
WHO	World Health Organization

