

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ekonomická bilance ekologické likvidace odpadů ve vývoji
a výrobě

vedoucí práce: Ing. Šárka Blechová

2012

autor: Růžena Šejhlová

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Růžena ŠEJHLOVÁ**
Osobní číslo: **E08B0279P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Ekonomická bilance ekologické likvidace odpadů ve vývoji a výrobě**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Seznamte se základními vlastnostmi materiálů využívaných při výrobě a vývoji senzorů plynu
2. Specifikujte a rozdělte odpady, které vzniknou při výrobě a vývoji senzorů
3. Uveďte možnosti likvidace pevných a plyných odpadů
4. Ekonomicky zhodnoťte možnosti recyklace a ekologické likvidace zmiňovaných odpadů

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
 Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
 Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
 Seznam odborné literatury:

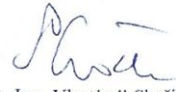
1. Kudláček. I.: Ekologie průmyslu, ČVUT Praha 2002
2. Sberveglieri G.: Gas Sensors: Principles, Operation and Developments
3. Zákon o odpadech a příslušné vyhlášky
4. Elektronické informační zdroje

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Šárka Blechová
 Katedra technologií a měření

Datum zadání bakalářské práce: 18. října 2010
 Termín odevzdání bakalářské práce: 3. června 2012


 Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
 děkan




 Doc. Ing. Vlastimil Škočil, CSc.
 vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

ANOTACE

Tato bakalářská práce má za úkol, seznámit čtenáře s využívanými materiály a odpady vznikajícími při výrobě a vývoji polovodičových plynových senzorů. V úvodu je nastíněn postup a jednotlivé kroky, probíhající během samotného výzkumu. Dále je věnována pozornost především rozdělení používaných materiálů, popisu jejich specifických vlastností a metod ekologické likvidace vznikajících odpadů. Na závěr je provedeno ekonomické zhodnocení jednotlivých likvidačních postupů a jejich vhodnost pro užití při prováděném výzkumu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ekologická likvidace, polovodičový senzor, plyn, materiál, odpad, likvidace odpadů, ekonomická analýza

ANNOTATION

The Economic Balance of Organic Waste Disposal in Development and Production

The purpose of this Bachelor's Thesis is to provide basic background on materials used and waste produced during the process of semiconductor gas sensor development. The first part of the thesis deals with the steps of the research. The following part focuses on the description of individual types materials used, their specific properties, and the methods of the ecological disposal of the waste produced during the manufacture. Finally, the thesis gives an economic analysis of the particular disposal procedures and their suitability for the research conducted.

KEY WORDS

Ecological disposal, semiconductor sensor, gas, material, waste, waste disposal, economic analysis

PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne

.....

PODĚKOVÁNÍ

Toto poděkování bych chtěla věnovat všem lidem, kteří mě během studia na ZČU, ať již finančně či duševně, podporovali. Velké díky patří především mé rodině, přátelům a v neposlední řadě také profesorskému sboru Západočeské univerzity.

Jmenovitě bych pak chtěla poděkovat především vedoucí mé bakalářské práce Ing. Šárce Blechové za její cenné rady, čas a podporu, kterou mi při konzultacích věnovala. Taktéž patří mé díky panu ing. Tomáši Džuganovi za jeho čas a cenné informace, které mi ochotně poskytnul ve svém volném čase.

OBSAH

Obsah.....	8
Úvod	10
Seznam použitých symbolů a zkratk	11
1 Základní postupy a principy výzkumu	12
1.1 Úvod do problematiky senzorových jednotek.....	12
1.2 Postup při diagnostice senzorových jednotek	14
2 Materiály používané při vývoji a výrobě plynových senzorů	18
2.1 Materiály používané pro elektrodové systémy	19
2.1.1 Zlato	20
2.1.2 Platina.....	20
2.2 Látky používané pro nosné substráty.....	21
2.2.1 Korundová keramika	21
2.2.2 Borosilikátové sklo.....	22
2.3 Plynné látky používané při testování senzorů.....	22
2.3.1 Dusík	22
2.3.2 Oxidy dusíku (NO _x /NO ₂)	24
2.3.3 Amoniak (Čpavek)	24
2.4 Seznam používaných rozpouštědel a jejich vlastností.....	25
2.4.1 Toluén (Methylbenzen).....	25
2.4.2 Chloroform (Trichlormethan)	26
2.4.3 Technický benzín	27
2.4.4 Trichlormethan (Methylenchlorid).....	28
2.4.5 Ethanol (Ethylalkohol)	29

2.4.6	Isopropylalkohol (IPA)	30
2.4.7	Cyklohexan	30
2.4.8	Aceton (Propanon)	31
2.4.9	Dimethylformamid (N,N-Dimethylformamide)	32
2.5	Základní látky užívané pro senzory	33
2.5.1	ftalocyaniny	33
2.5.2	Speciální vodivé polymery	34
2.5.3	Diketopyrolopyrol (DPP)	34
3	Klasifikace vznikajících odpadů	36
3.1	Obečné dělení odpadů	36
3.2	Klasifikace odpadů vzniklých při vývoji sensorových jednotek	38
4	Možnosti likvidace vzniklých odpadů	42
4.1	Likvidace tekutých odpadů vznikajících v rámci výzkumu	45
4.2	Likvidace plyných odpadů vznikajících v rámci výzkumu	52
4.3	Likvidace pevných odpadů vznikajících v rámci výzkumu	53
5	Kalkulace nákladů na ekologickou likvidaci odpadů	56
5.1	Kalkulace pořízení destilačního přístroje	57
5.2	Kalkulace likvidace pomocí specializované firmy	61
	Závěr	66
	Použitá literatura	68
	Seznam příloh	74

ÚVOD

Tato práce se zabývá ekologickou likvidací odpadů vznikajících při výrobě a vývoji polovodičových plynových sensorových jednotek. Vzhledem k tomu, že většina odpadů vznikajících při tomto procesu má charakter odpadu nebezpečného je kladený důraz na ekologickou likvidaci obzvláště důležitý.

Lidstvo se právě nachází v době, kdy je průmyslová výroba na svém dlouhotrvajícím vzestupu. Téměř každým dnem je vynalezen materiál či chemická látka, jež lze v určitých aplikacích chytře využít. Z tohoto důvodu vzrůstá jak množství, tak počet různých druhů produkovaných odpadů. Tyto odpady, a především ty nebezpečné, pak mají špatné dopady na životní prostředí a organismy v něm žijící. Tímto způsobem díky bioakumulaci nebezpečných látek v potravním řetězci mohou ovlivnit i samotného člověka a jeho vývoj. Především proto je velmi důležité přikládat likvidaci vznikajících odpadů tu nejvyšší možnou pozornost. V první řadě by měla být snaha o to, jak vzniklé odpady redukovat či druhotně využívat, a až v posledním případě jak je ekologicky likvidovat.

V úvodu této práce se zaměřuji především na materiály, jež se během výše zmíněného výzkumu používají. Každý z používaných materiálů je popsán z hlediska základních vlastností a dále dle působení na člověka a jeho bezprostřední okolí. Dále je nastíněna problematika vznikajících odpadů a jejich rozřazení. V následující části jsou uvedeny metody vhodné pro likvidaci vznikajících odpadů a jejich stručný popis. Na závěr je provedeno ekonomické zhodnocení těchto metod a vzájemné porovnání. Konečným cílem této práce je nalézt ekonomicky i ekologicky šetrné řešení likvidace vznikajících odpadů při vývoji a výrobě polovodičových sensorových jednotek.

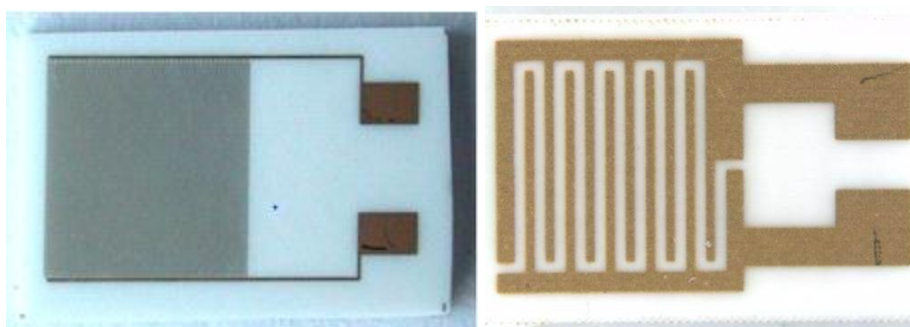
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IRZ	Integrovaný registr znečišťování
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
ES	Evropská směrnice
SSS	Solid state sintering
LPS	Liquid phase sintering
PEL	Přípustný expoziční limit
NPK-P	Nejvyšší přípustná koncentrace
VOC	Volatile Organic Compounds
IPA	Isopropylalkohol
UV	Ultrafialové záření
DPP	Diketopyrolopyrol
CPU	Central Processing Unit
OLED	Organic light-emitting diode
ČOV	Čistička odpadních vod
EVO	Energetické využití opadu
NP	Náhradní palivo
TSS	Tuhá topná směs
LCD	Liquid Crystal Display
m	Hmotnost
V	Objem
ρ	Hustota
DPH	Daň z přidané hodnoty
Kč	Korun českých

1 ZÁKLADNÍ POSTUPY A PRINCIPY VÝZKUMU

1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY SENZOROVÝCH JEDNOTEK

Plynový senzor je druh součástky, která detekuje molekuly sledovaného plynu a produkuje v jejich přítomnosti elektrický signál, jenž je intenzitou úměrný koncentraci molekul detekovaného plynu. Vzhledem k tomu, že plynová zařízení jsou v dnešní době užívána snad v každém průmyslovém odvětví, dochází k celosvětovému intenzivnímu rozvoji ve výrobě a vývoji těchto senzorů. Tyto jednotky hrají hlavní roli v detekčních zabezpečovacích systémech, kde je jejich úkolem bránit škodám na životech i majetku.

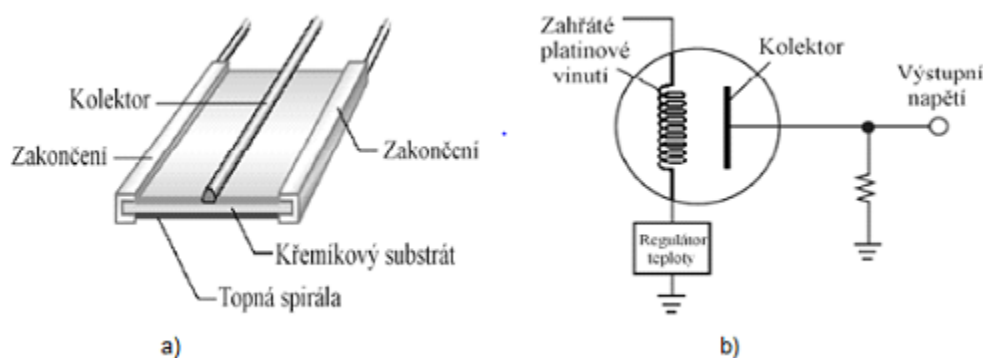


Obrázek 1 Fotografie polovodičového senzoru

Mezi základní parametry těchto senzorů patří: citlivost, selektivita, linearita, hystereze a v neposlední řadě také odolnost vůči vnějšímu prostředí. Tyto senzory můžeme dělit na základě jejich principu na:

- **senzory pracující na fyzikálním principu:**
 - rezonanční piezoelektrické senzory
 - tepelně vodivostní senzory
 - paramagnetické senzory kyslíku
- **senzory pracující na optickém a optoelektronickém principu:**
 - infračervené senzory
 - senzory pro chromatografickou analýzu
- **senzory pracující na fyzikálně-chemickém principu:**
 - elektrochemické senzory
 - termokatalytické senzory
 - polovodičové senzory

Další část textu se zaměřuje na sensorové jednotky polovodičové, jejichž zkoumáním se popisovaný výzkum zabývá. Základem polovodičového senzoru je jeden či více oxidů kovů. Používá se například oxidu hliníku, cínu, atd. Tyto senzory se vyrábějí ve formě kuličkové nebo čipové. U kuličkových senzorů se užívá oxidů předem upravených ve formě pasty, jež se na senzor nanáší. Senzory čipové se vytvářejí nanášením tenké či silné vrstvičky oxidu kovu ve vakuu na připravený nosný substrát. Ilustrační obrázky obou typů senzorů můžete vidět na obrázku 2 a) a 2 b).



Obrázek 2 Základní typy polovodičových sensorových jednotek:
a) čipový senzor b) kuličkový senzor převzato z [2]

Součástí polovodičového senzoru, jak můžete vidět na obrázku 2, je topný člunek (tělísko, spirála), jenž je využíván pro regulaci teploty samotného senzoru. Tato regulace je nutná proto, že jsou tyto senzory citlivé na teplotu a vykazují při různých teplotách různou odezvu. Jako materiál pro tyto tělíška je nejčastěji využívána platina a její slitiny.

Základním principem tohoto typu senzoru je, že oxid kovu, z něhož je senzor vyráběn, v přítomnosti detekovaného plynu způsobuje rozdělení plynu na nabitě ionty či částice, které mají za následek pohyb elektronů. Změny ve vodivosti senzoru poté vyplývají z vzájemné interakce molekul plynu s polovodičem, a jsou pomocí zapuštěného páru elektrod měřeny jako signál.

Obecně se dá říci, že polovodičové senzory jsou jedním z nejvšestrannějších senzorů. Jejich velkou výhodou je především široké spektrum detekovaných plynů ve velkém rozsahu jejich koncentrací – schopnost detekovat, jak nízké, tak vysoké koncentrace plynů. Další velkou výhodou je pro tyto senzory délka jejich životnosti. Pokud není detektor užíván ve znečištěném prostředí, vykazuje poměrně dlouhou životnost, obvykle 10 a více let. Naopak velkou nevýhodou polovodičových senzorů je jejich vysoká náchylnost k interferenci s ostatními plyny. Proto mohou být, při použití tohoto typu senzoru v prostředí s více plyny,

spouštěny falešné poplachy. V některých aplikacích je možno tento nedostatek eliminovat pomocí použití vhodného filtru, jež interferující plyn zachytí. [1-3]

1.2 POSTUP PŘI DIAGNOSTICE SENZOROVÝCH JEDNOTEK

Během tohoto výzkumu se zkoumají jednotlivé vzorky materiálů (organické materiály), u kterých jsou sledovány změny elektrických vlastností v závislosti na změnách okolního prostředí. Sledují se například veličiny jako je permitivita, rezistivita, ztrátový úhel $\text{tg } \delta^1$ a jejich postupné změny v závislosti na vlhkosti, teplotě a jiných atributech prostředí. Takovému měření musí předcházet důkladná příprava testovaného materiálu. Samotný testovací vzorek se skládá z těchto tří hlavních částí:

- ↳ substrát
- ↳ elektroodový systém
- ↳ zkoumaný materiál

Jako nosného substrátu je nejčastěji užíváno korundové keramiky Al_2O_3 . U této keramiky je užíváno buď povrchu dále neopracovaného, nebo povrchu opracovaného tzv. glazováním. Glazování je speciální úprava slinutých materiálů, při které se zlepšují pomocí přidávání tzv. glazur² jejich povrchové vlastnosti jako je například snižování poréznosti, chemická odolnost a jiné. Další užívanou alternativou je substrát z borosilikátového skla (tzv. Simax). Čiré borokřemičité sklo patří do skupiny skel, které vynikají vysokou odolností teplotní i chemickou. Obecně se užívají jen v těch nejnáročnějších aplikacích, např. v oboru chemie, farmacie, zdravotnictví či biologie. Více o vlastnostech všech užívaných materiálů si řekneme v kapitole 2.

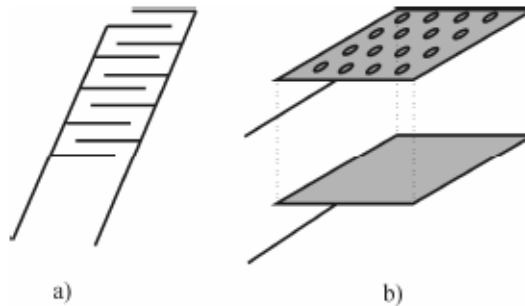
Elektroodový systém je nanášen přímo na nosný substrát. Využívá se k tomu různých metod, jako je sítotisk či prosté naprašování na nosnou látku. Elektrody se vyrábějí nejčastěji z čistých kovů jako je zlato či platina. Pomocí výše popsanych metod je možno vyrábět různé typy elektrod. Při výrobě polovodičových senzorů je užíváno těchto dvou základních elektroodových typů:

- ↳ vrstvené (tzv. struktura „sandwich“)
- ↳ interdigitální (tzv. struktura „gep“)

¹ Označuje množství energie přeměněné v izolantu na teplo, je jednou z mnoha veličin určující dielektrické ztráty v daném materiálu

² Glazury jsou směsi ve vodě nerozpustných látek, např. živce, křemene a kaolinu

U interdigitálních elektrod se dají jejich vlastnosti měnit pomocí správné volby vzdáleností jednotlivých do sebe vnořených „prstů“ z obou elektrod. Realizaci tohoto systému v praxi můžete vidět na obrázku 3 a). U elektrod vrstvených je zvykem, vytvářet na jedné z elektrod určitý počet otvorů o daném průřezu pro umožnění snadnějšího průchodu detekovaného plynu do vnitřní struktury senzoru. Toto uspořádání je znázorněno na obrázku 3 b).

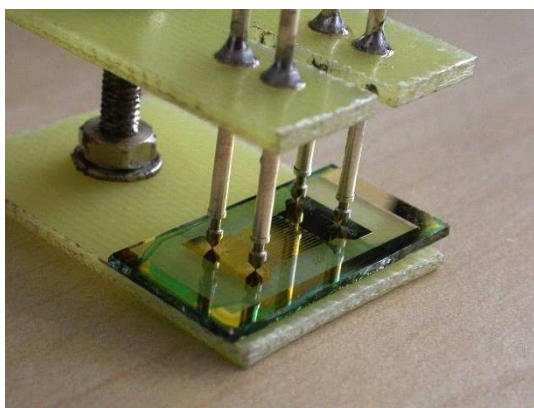


Obrázek 3 Typy elektrodových systémů užívaných při výrobě polovodičových senzorů:
a) struktura „gep“ b) struktura „sandwich“ převzato z [2]

Posledním krokem při přípravě před vlastním testováním je nanesení zkoumaného materiálu na nosný substrát s elektrodami. Tento materiál je dodáván ve formě jemného prášku různých barev. Ten se dále mísí s příslušným rozpouštědlem. Umísťování takto zpracované látky na nosný materiál pak probíhá použitím některého z těchto technologických postupů:

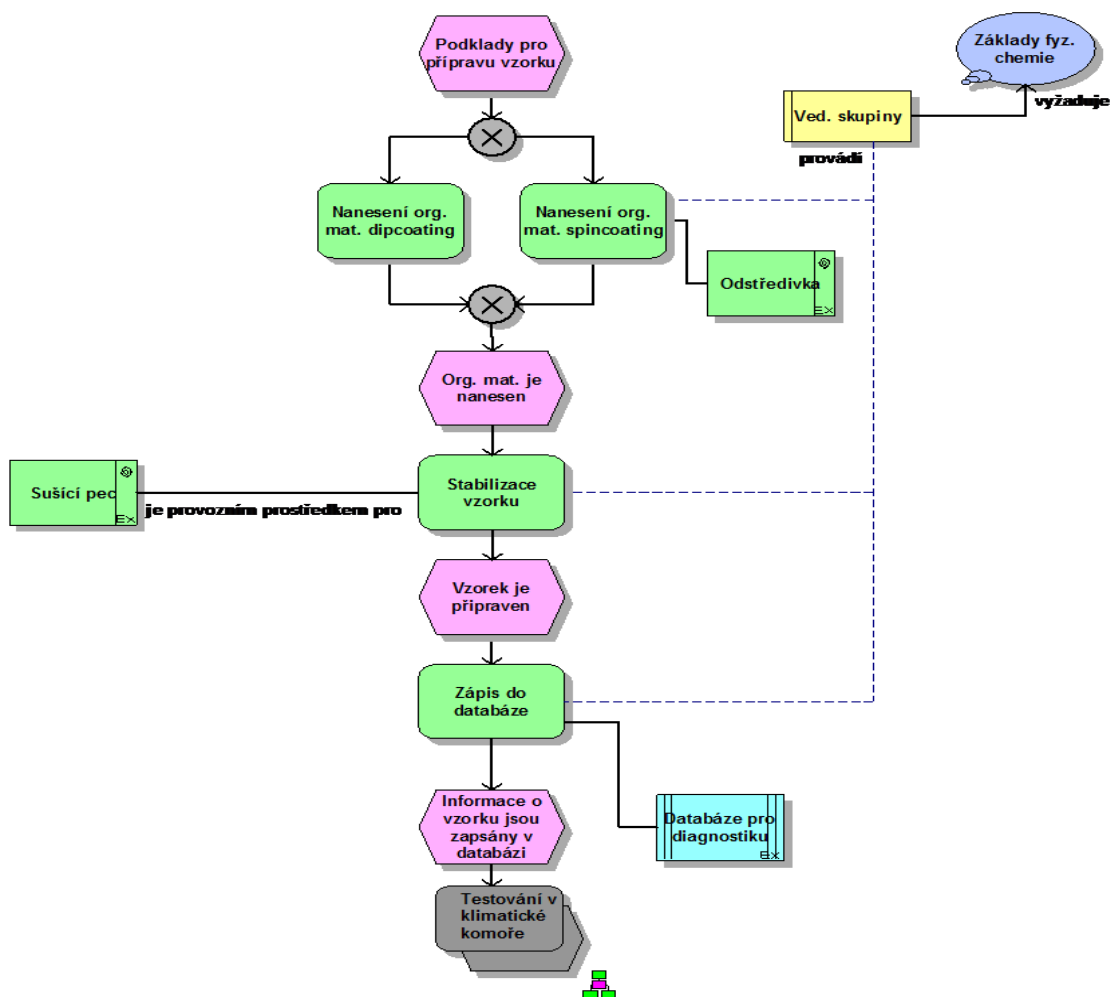
- **Nakápnutí (dip coating)** – pomocí pipety je zkoumaný materiál nakápnut přímo na nosný substrát.
- **Odstředění (spin coating)** – zkoumaný materiál se nanese na substrát pomocí odstředivky při předem definovaných otáčkách a době odstředění.
- **Naprašování** – při klasickém naprašování je substrát umístěn ve vakuové komoře, kde za přítomnosti pracovního plynu udržujícího nízký tlak dochází k rozprašování atomů aplikované látky.
- **Napařování** – za pomoci speciálního napařovacího vakuového zařízení dochází k napařování tenkých vrstev zkoumaného materiálu přímo na základní substrát.
- **Různými elektrochemickými procesy**

Takto připravený vzorek je pomocí sušící pece stabilizován. Tímto krokem je proces přípravy vzorků ukončen, a může být započato ve vlastním měření. Při samotném měření se užívá čtyřbodové metody. Prakticky se realizuje jehlovým kontaktním polem, díky kterému je odstraněn přechodový odpor. Toto pole se připojí ke zdroji napětí a RLC můstku, který v rámci měření umožňuje automatizovaný záznam měřených dat. Vzorek se s jehlovým měřicím polem umístí do klimatické komory, kde je možno regulovat vnější podmínky prostředí jako je vlhkost či teplota. Klimatická komora mění tyto podmínky pomocí předem definovaného měřicího cyklu.



Obrázek 4 Jehlové kontaktní pole pro měření testovaných vzorků převzato z [3]

Naměřené výsledky se pak ve formě tabulek zaznamenávají a jsou dále zpracovávány. Zjištěné výsledky a poznatky jsou dále užívány při praktické realizaci sensorových jednotek. Na obrázku 5 je znázorněn diagram celého popisovaného procesu. [2-3]



Obrázek 5 Diagram procesu diagnostiky senzorových jednotek převzato z [3]

2 MATERIÁLY POUŽÍVANÉ PŘI VÝVOJI A VÝROBĚ PLYNOVÝCH SENZORŮ

Rozsah používaných materiálů při výše popsaném diagnostickém procesu je široce obsáhlý. Nejdříve se zaměřuji na materiály používané pro nosné substráty sensorových jednotek a jejich elektrodových systémů. Další významnou a početnou skupinu tvoří plynné látky a dále rozpouštědla (popřípadě ředidla), která jsou v primárním případě užívána pro mísení práškových organických látek. Některé druhy rozpouštědel, jako je například isopropylalkohol, jsou dále využívány pro omývání a čištění již využitých sensorových jednotek. Jako poslední jsou popsány základní vlastnosti organických materiálů, jež jsou během celého procesu zkoumány.

Vzhledem k toxické povaze většiny užívaných látek jsou při jejich popisu uváděny odpovídající bezpečnostní symboly a tak zvané R a S věty. Ty tvoří normalizovaný soupis rizikových a bezpečnostních vět vyjadřujících míru fyzikálně-chemických rizik, rizik pro zdraví a životní prostředí. Účelem R vět je identifikovat veškeré možné toxikologické, ekotoxikologické a fyzikálně-chemické vlastnosti látek či přípravků, které by mohli ohrozit zdraví či životní prostředí při jejich normálním používání. Bezpečnostní věty oproti tomu zase představují soupis pokynů, jak s těmito nebezpečnými látkami při běžném užívání bezpečně nakládat. Pokud u některé látky nejsou uvedeny, může to být na základě jednoho z těchto dvou důvodů:

1. látka či přípravek není nebezpečná, protože nevykazuje žádnou z nebezpečných vlastností
2. látka či přípravek není úmyslně vyráběna nebo prodávána, ale vzniká například jako vedlejší produkt průmyslového procesu

U chemických látek, které toto označení mají, je pro přesnost a přehlednost v následujícím textu použito pouze jejich značení. Odpovídající klasifikaci symbolů nebezpečnosti, bezpečnostních a rizikových vět uvádím v příloze P1 až P3. Přesné znění těchto vět a symbolů, stejně jako povinnosti při označování a balení nebezpečných látek a směsí, se řídí vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu č. 402/2011.

Dále je v následujícím textu zmíněn tzv. seznam IRZ. Jako IRZ je označován Integrovaný registr znečišťování, jenž je veden pod záštitou Ministerstva životního prostředí. Tento registr obsahuje takové látky, které mají škodlivý vliv na životní prostředí či zdraví člověka, a proto je nutné jejich výskyt v životním prostředí pravidelně monitorovat. [4, 5]

Platné právní předpisy v oblasti chemických látek v ČR

V současnosti je v oblasti chemických látek a směsí v ČR platný zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). K tomuto zákonu vydalo Ministerstvo průmyslu a obchodu dne 16. prosince 2011 zvláštní prováděcí právní předpis č. 402/2011 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí.

Cílem těchto právních úprav je adaptace legislativy ČR na použitelné předpisy vydané EU, a jejich datum účinnosti je shodně datováno od 1. ledna 2012. Výše stanovená vyhláška je přechodnou právní úpravou platnou pouze do 31. května 2015, kdy ji plně nahradí nařízení platné pro všechny členské státy Evropské unie (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006 (nařízení CLP). Přesná znění všech zapracovaných směrnic a nařízení včetně jejich následných novelizací jsou uvedena v příloze P4. [6, 7]

2.1 MATERIÁLY POUŽÍVANÉ PRO ELEKTRODOVÉ SYSTÉMY

Při vytváření vodivých vrstev pro integrované obvody je nutné využívat takových materiálů, které mají dobré vlastnosti nejen z hlediska vodivosti, ale také z hlediska dobré adheze k nosnému substrátu či dalším vrstvám, odolnosti proti elektromigraci a korozi. Z toho důvodu se pro tenké vrstvy (do stovek nm) užívají především čisté vzácné kovy. U senzorových jednotek se používá elektrod zlatých či platinových. K nanášení těchto vodivých vrstev dochází pomocí jedné z metod popsané v kapitole 1.2. Jako podklad je u skleněných nosných substrátů pro větší přilnavost využívána vrstvička chrom-niklu (NiCr). [8]

2.1.1 ZLATO

Zlato je měkký ušlechtilý kov žluté barvy a výrazného lesku. Je poměrně dobře tvárný, lze z něj vytvářet velmi tenké fólie (až cca 0,0001 mm) či dráty (až do průměru 0,005 mm). Chemicky je velmi odolné, nereaguje s kyslíkem ani sírou, a je rozpustné pouze v některých směsích kyselin či kyanidů. Mezi jeho velmi důležité vlastnosti z hlediska elektrotechniky patří jeho nízký a vysoce stálý přechodový odpor. Má sklony k opalování, lepení a přenosu materiálu. Čisté zlato je používáno jen ve zvláštních případech například k pokovování různých laboratorních přístrojů. Častěji je užíváno spíše jeho slitin, které mají díky přísadám lepší mechanické vlastnosti než zlato čisté. Výčet základních vlastností a způsobu využití v elektrotechnice je obsažen v tabulce 1. [8]

2.1.2 PLATINA

Platina je lehký stříbrolesklý kov se šedivým nádechem. Je těžký, měkký, velmi pevný a tažný. Je velmi snadno zpracovatelný především díky velké míře jeho tažnosti a kujnosti. Spolu se zlatem se řadí do skupiny velmi vzácných a drahých ušlechtilých kovů. Za laboratorní teploty je to kov mimořádně chemicky odolný vůči účinkům vzduchu, vlhkosti i všem druhům kyselin vyjma lučavky královské. Chemicky je ještě odolnější než výše zmiňované zlato. Platina snadno vytváří slitiny s ostatními kovy. Velmi dobře reaguje s taveninami oxidů a hydroxidů alkalických kovů. Přehled jejich vlastností a využití v elektrotechnice je uveden v tabulce 1. [8]

Tabulka 1 Základní vlastnosti a použití zlata a platiny převzato z [8]

materiál	vlastnosti	použití
zlato	chemicky stálé, nízký přechodový odpor, měkké, sklon k opalování, lepení i přenosu materiálu	galvanické povlaky, zlacení kontaktů, kontakty relé a kanálových vodičů
platina	odolná proti mechanické erozi a opalu, stálá, malá vodivost, sklon k přenosu materiálu, vysoká cena	vysoká spolehlivost spínání, slaboproudá a měřicí technika, relé, pro korozní prostředí

2.2 LÁTKY POUŽÍVANÉ PRO NOSNÉ SUBSTRÁTY

2.2.1 KORUNDOVÁ KERAMIKA

Jedním ze základních materiálů užívaných pro nosné substráty je korundová keramika. Je to typ keramiky vytvářené z oxidu hlinitého, jejíž chemický vzorec je Al_2O_3 . Dle složení a chemické struktury řadíme tento typ do skupiny oxidových keramik. Za oxidovou keramiku považujeme takovou keramiku, která je tvořena pouze z jediného žáruvzdorného oxidu kovu (např. MgO , ThO_2 , UO_2).

Vlastnosti korundové keramiky jsou závislé především na kvalitě prášku, ze kterého je konkrétní keramika vyráběna. Záleží především na jeho čistotě a velikosti zrn. Vysoce čistý korund (99,7 % Al_2O_3) je užíván pro ty nejnáročnější aplikace a je nazýván jako SSS korund. Pro výrobu substrátů na integrované obvody se užívá tak zvaného LPS korundu, který dosahuje čistoty o něco málo menší (asi 85 až 99,7 % Al_2O_3). Dále se v praxi využívá ještě tak zvaného prokorundu, jehož čistota se pohybuje až pod hranici LPS. Takový korund dosahuje obecně horších vlastností, což je vyváženo především jeho nízkou cenou.

Mezi typické vlastnosti této keramiky patří především její křehkost a mechanická pevnost. Na stupnici tvrdosti dosahuje čísla 9, což ji určuje jako druhý nejtvrdší minerál ihned po diamantu. Z tohoto důvodu je poměrně obtížné tyto materiály mechanicky opracovávat, ve většině případů je tedy nutné používat diamantové brusné či řezací nástroje. Korund je materiál mimořádně odolný vůči otěrům či vysokým teplotám, má vysoký izolační odpor, nízké dielektrické ztráty a je chemicky vysoce odolný. Keramika jako taková je zdravotně nezávadná. Výjimku tvoří pouze prach, jenž vzniká při broušení či řezání keramického materiálu. Její recyklace je poměrně snadná, v praxi se provádí pomocí separace nečistot vypalováním a následným mletím a znovu užitím například při regeneraci různých brusných částí.

Korund se používá především pro mimořádně namáhané díly ve strojírenství, elektrotechnice a vakuové technice. Mezi jeho typické aplikace patří například biokeramické implantáty, pancéřování ve vojenské technice, substráty pro elektrotechnické obvody, filtry a membrány, či otěrové konstrukční části. Dále se také využívá pro výrobu brusných kotoučů a řezných nástrojů. [8, 9]

2.2.2 BOROSILIKÁTOVÉ SKLO

Skla borosilikátová jsou skla, jež mají část sklotvorného SiO_2 nahrazenou oxidem boritým. Tento druh skel obsahuje přibližně tyto příměsi: asi 80 % SiO_2 , 12 až 13 % B_2O_3 , 3,5 až 4,2 % Na_2O a dále stopové množství látek Al_2O_3 , MgO , Co a K_2O . Každá z přidaných přísad pak upravuje vlastnosti celého produktu, například oxid hlinitý zvyšuje mechanickou pevnost a zpracovatelnost skloviny. Tento typ skel se vyrábí a prodává pod komerčními značkami, jako je Simax nebo Pyrex.

Borosilikátové sklo vykazuje zvýšenou odolnost vůči kyselinám a louhům, která je způsobena především velmi nízkou tepelnou roztažností, její koeficient je při 20 °C přibližně $3,3 \cdot 10^{-6}$ 1/K a hustota $2,23 \text{ g/cm}^3$, což je oproti klasickým sklům téměř třetinová hodnota. Tento typ skla lze také tepelně vytvrzovat, čímž se zaručí i jeho odolnost v tlaku. Takto připravená skla mají také schopnost pohlcovat pomalé neutrony, a velkou propustnost pro rentgenové záření. Další důležitou vlastností je vysoká elektroizolační schopnost.

Borosilikátové sklo se využívá při výrobě přesného laboratorního skla, lékovek, plášťů pro injekční stříkačky, v měřicí technice, solárních systémech a dalších oblastech, kde je vyžadována vysoká tepelná a chemická odolnost. Dále se dají využívat při procesu vitrifikace (viz kapitola 4) pro stabilizaci nebezpečných odpadů. [10, 11]

2.3 PLYNNÉ LÁTKY POUŽÍVANÉ PŘI TESTOVÁNÍ SENZORŮ

2.3.1 DUSÍK

Vzorec:

N

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je to nejhojnější plynný prvek naší atmosféry. Samotný čistý dusík (N_2) tvoří více než 3/4 objemu ze všech plynů obsažených v ovzduší. Dusík patří spolu s uhlíkem, vodíkem, kyslíkem a fosforem do skupiny pro organismy nejvýznamnějších makrobiogenních prvků³. Řadí se mezi inertní plyny, což znamená, že s ostatními chemickými prvky reaguje až při vyšších teplotách (přes 500 °C), kdy spolu s kyslíkem vytváří různé oxidy dusíku.

³ Základní prvky potřebné pro stavbu a životní činnost všech organismů, jsou pro život naprosto nezbytné a běžně se vyskytují ve všech živých organismech.

V přírodě vytváří dusík přirozený koloběh, jenž je neustále negativně ovlivňován lidskou činností. Jedná se o cyklus oběhu látek mezi živými organismy a jejich okolním prostředím. Každá látka v takovém cyklu zaujímá formu mobilní (anorganickou) a fixovanou (organickou). Ze vzduchu se dusík, díky fixaci⁴ prováděné některými organismy, jako jsou například sinice či různé půdní bakterie, dostává do litosféry. Tyto organismy provádějí přeměnu molekulárního dusíku na dusík organický (rozpuštěné dusíkaté látky nejčastěji dusičnany), jenž je v této podobě přijatelný jako živina pro rostlinstvo, které dusík postupně začleňuje do stavebních a zásobních látek svých těl (tak zvaný proces asimilace dusíku). Odtud se dusík dostává v podobě potravy stále hlouběji do potravního řetězce, či po odumření těl zpět do půdy či vody.

Dalším významným zdrojem dusíkatých látek v okolním prostředí jsou metabolické zplodiny organismů, jako je moč či exkrementy. Posledním krokem popisovaného koloběhu je opětovné uvolnění dusíku zpět do ovzduší. V přírodě přispívá k produkci dusíkatých látek kromě organismů i vulkanická činnost, či působení blesků v atmosféře.

Účinky na životní prostředí: Tento poměrně stabilní koloběh dusíku a jeho sloučenin je soustavně narušován vnějšími emisemi dusíku v různých koncentracích a formách. Mezi nejvýznamnější antropogenní emise patří v současné době především nadměrné hnojení dusíkatými hnojivy, vznik oxidů dusíku při spalovacích procesech a splaškové odpadní vody. Naopak naprosto přirozeným zdrojem dusíku v přírodě je rozklad organických dusíkatých látek jak rostlinného, tak živočišného původu. Jedním z hlavních dopadů na životní prostředí je z hlediska dusíku zvýšené množství jeho oxidů v ovzduší, kde vznikají jako vedlejší produkt spalování. Tyto oxidy mohou v atmosféře hrát významnou roli při narušování ozonové vrstvy a zesilování skleníkového efektu. Reakce s vodou může být jedna z příčin kyselých dešťů. V důsledku hnojení se dusík ve velké míře dostává do půdy, odkud může být vyplavován a zanášen do vodních toků, kde dochází vlivem zvýšené koncentrace dusíkatých a fosforečných látek k přemnožení přítomných řas a sinic. Toto zvyšování živin a následné přemnožení se nazývá eutrofizace vod.

Účinky na organismus: Dusík sám o sobě není toxický. Pro člověka může být nebezpečný pouze v případě, kdy dojde k úniku velkého množství do ovzduší tak, že klesne obsah kyslíku pod hranici 16 %. Pokud dojde k takovému úniku, začnou se u člověka projevovat zdravotní

⁴ Je to proces, při kterém dochází k přímé přeměně atmosférického dusíku na organicky vázaný dusík za pomoci speciálních bakteriálních organismů.

účinky vyvolané nedostatkem kyslíku, jako je třeba dušení, neschopnost jasného myšlení, zakalení vědomí až bezvědomí. Po zvýšení hladiny kyslíku tyto příznaky mizí. [12, 13]

2.3.2 OXIDY DUSÍKU (NO_x/NO_2)

Vzorec:	NO_x
Symboly nebezpečnosti:	O, T+ ⁵
R-věty:	R 26-34
S-věty:	S 1/2-9-26-28-36/37/39-45

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Tato skupina látek zahrnuje širokou škálu oxidů dusíku. Nejvýznamnějším a nejvíce využívaným je oxid dusičitý (NO_2). Jeho hustota je hodnotou srovnatelná se vzduchem. Tento oxid je v průmyslových procesech hojně používán jako velmi silné oxidační činidlo. Nejvýznamnějším zdrojem emisí těchto oxidů jsou v současné době motorová vozidla (asi 55 %), k dalším významným únikům dochází právě v průmyslové výrobě (asi 22 %).

Účinky na životní prostředí: Spolu s oxidy síry vytvářejí kyselé deště⁶, které ve vyšších koncentracích působí negativně na vegetaci a vodní organismy (může docházet i k úhynu živočichů). Ve vzduchu zase přispívá k tvorbě přízemního ozónu⁷. Obecně se dá říci, že tato skupina oxidů způsobuje negativní účinky jak na člověka samotného, tak na celkový ekosystém, proto byla tato látka zařazena do seznamu IRZ.

Účinky na organismus: Pro člověka je vdechování vysokých koncentrací, či dokonce čistých plynů velmi nebezpečné. Může způsobit závažné zdravotní obtíže, dokonce i smrt (dráždí dýchací cesty a zvyšuje riziko vzniku nádorových onemocnění). V ČR platí následující limity pro koncentrace vyskytující se v ovzduší pracovišť: PEL⁸ – 10 mg/m³, NPK-P – 20 mg/m³. [14]

2.3.3 AMONIAK (ČPAVEK)

Vzorec:	NH_3
Symboly nebezpečnosti:	N, C, T

⁵ Symboly nebezpečnosti, R a S věty jsou uvedeny pro typického zástupce těchto plynů, oxid dusičitý (NO_2).

⁶ Je to typ vodních srážek s kyselostí (pH) nižší než je hodnota 5,6 (neutrální hodnota je 7).

⁷ Tzv. fotochemický smog, jeho vysoká koncentrace způsobuje poškození zemědělských plodin a rostlin.

⁸ Tyto limity stanovuje nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které stanovuje podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.

R-věty: R 10-23-34-50

S-věty: S 9-16-26-45-61-1/2-36/37/39

Základní charakteristika a vlastnosti látky: V čistém stavu se amoniak vyskytuje ve formě bezbarvého plynu charakteristického štiplavým čpícím zápachem. Má zásaditou, žíravou a dráždivou povahu. Za zvýšeného tlaku může být skladován i v kapalném stavu. Reaguje s kyselinami za vzniku amonných solí a vykazuje silné korozivní účinky, zejména u slitin mědi.

Účinky na životní prostředí: Pro vodní organismy je velice toxický, proto je jeho velmi podstatnou vlastností velká míra rozpustnosti ve vodě (540 g/l). Z hlediska dopadu na životní prostředí jako celku, je nutné sledovat její koncentrace ve vodě i ovzduší. Z tohoto důvodu byla tato látka zařazena do seznamu IRZ.

Účinky na organismus: Obecně lze tuto sloučeninu charakterizovat jako toxickou pro živé organismy, jejíž přítomnost lze díky svému specifickému zápachu včasné rozeznat. Proto většinou nepředstavuje výrazné riziko pro člověka samotného. [15]

2.4 SEZNAM POUŽÍVANÝCH ROZPOUŠTĚDEL A JEJICH VLASTNOSTÍ

2.4.1 TOLUEN (METHYLBENZEN)

Vzorec: C₇H₈

Symboly nebezpečnosti: F, Xn

R-věty: R 11-38-48/20-63-65-67

S-věty: S 2-36/37-62

Základní charakteristika a vlastnosti látky: V čistém stavu se vyskytuje jako čirá bezbarvá kapalina s typickým aromatickým zápachem. Při pokojové teplotě je nestálý a hořlavý. Jeho hodnota rozpustnosti ve vodě je 530 mg/l. Je dobře rozpustný v tucích a organických rozpouštědlech. V přírodě se přirozeně vyskytuje v ropě (5-7 %). Toluén se řadí do skupiny organických těkavých látek (VOC). Nejvíce je využíván v průmyslu právě jako účinné rozpouštědlo. Dále se uplatňuje při výrobě polymerů a jako přísada do benzínu za účelem zvyšování oktanového čísla.

Účinky na životní prostředí: Největší množství se do ekosystému dostává právě z výroby, transportu a spalování benzínu. Většina těchto emisí je uvolňována do atmosféry, kde se následně přeměňuje na jiné látky. V půdě se většina toluenu odpaří. Zbývající část se poté uvolňuje do podzemních vod. Zde je dále rozkládán mikroorganismy. Spolu s oxidy dusíku se také v atmosféře spoluúčastní na vytváření přízemního ozónu. Tato látka nepředstavuje pro životní prostředí příliš velká rizika, přesto je řazena do seznamu IRZ.

Účinky na organismus: Do lidského těla může být vdechován či absorbován kůží. Při trvalém působení dráždí dýchací orgány, způsobuje srdeční arytmii a poškozuje vnitřní orgány. Při jednorázovém užívání může způsobovat závratě, zvracení, apatii, ztrátu soustředění, únavu. U většiny případů jsou tyto příznaky pouze dočasné a vytrácejí se ihned po ukončení interakce s látkou. V České republice platí následující limity pro ovzduší pracovišť: PEL – 200 mg/m³, NPK-P – 500 mg/m³. [16]

2.4.2 CHLOROFORM (TRICHLORMETHAN)

Vzorec:	CHCl ₃
Symboly nebezpečnosti:	Xn
R-věty:	R 22-38-40-48/20/22
S-věty:	S 2-36/37-46

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je bezbarvá nehořlavá kapalina nasládlého zápachu. Je částečně rozpustný ve vodě a dobře se slučuje s organickými rozpouštědly. Stejně jako toluen se řadí mezi těkavé organické látky (VOC). V praxi má široké využití. Nejvíce je užíván jako rozpouštědlo v chemickém průmyslu a při výrobě chladiv a plastů. Jedná se o syntetickou látku, proto neexistují její přirozené emise, úniky do prostředí jsou proto možné pouze antropogenními vlivy.

Účinky na životní prostředí: Při malé koncentraci nebyl doposud přímý vliv na živočichy a rostliny prokázán. Při úniku do povrchových vod se rychle trichlormethan odpařuje do ovzduší. Dostane-li se do půdy, absorbuje se do ní a setrvává zde po dlouho dobu. V atmosféře může přispívat stejně jako toluen a oxidy dusíku ke tvorbě přízemního ozónu. Je řazen do seznamu IRZ.

Účinky na organismus: U člověka působí na centrální nervovou soustavu. Jeho inhalace může způsobovat závratě, nevolnost, bolest hlavy, malátnost až bezvědomí. Při vystavení

vyšší koncentraci může dojít k poruchám srdečního rytmu vedoucí až k zástavě srdce. Dlouhodobé působení poškozuje především nervovou soustavu a vnitřní orgány. Dále je považován za karcinogen. V ČR jsou platné následující limity pro práci v ovzduší pracovišť: PEL – 10 mg/m³, NPK-P – 20 mg/m³. [17]

2.4.3 TECHNICKÝ BENZÍN

<i>Vzorec:</i>	-
<i>Symboly nebezpečnosti:</i>	F, Xn, N
<i>R-věty:</i>	R 11-51/53-65-67
<i>S-věty:</i>	S 2-7/9-16-23-24/25-33-43-51-61-62

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je to kapalina čiré až nažloutlé barvy mající charakteristický benzínový zápach. Tato látka je stejně jako většina rozpouštědel řazena do skupiny hořlavin I. třídy⁹. Benzínové výpary jsou těžší než vzduch, a tudíž se hromadí v níže položených místech u země. Tyto výpary tvoří spolu se vzduchem výbušnou směs, proto je nutno v místech užívání zabránit styku s ohněm či výbojem. Pokud dojde k jeho hoření, uvolňují se, jako vedlejší produkty, oxidy dusíku, stejně jako je tomu například u cyklohexanonu. Tento produkt je v praxi užíván především jako rozpouštědlo. Dále se využívá například při čištění různých textilií či kovů, nebo jako plnivo do tlakových lamp či zapalovačů.

Účinky na životní prostředí: Je velmi škodlivý pro životní prostředí a vodní organismy, pro které je vysoce toxický. S vodou je nemísitelný, proto vytváří na povrchu vodních ploch souvislou vrstvu, jež zabraňuje přístupu kyslíku.

Účinky na organismus: Při přímém styku s pokožkou či očima dochází k podráždění. Pokud je organismus vystaven vysokým a opakovaným dávkám, může nepříznivě ovlivňovat především centrální nervový systém. Při chronické otravě dochází u člověka k bolestem hlavy, nevolnosti či poruchám koordinace. V ČR jsou platné následující limity pro práci v ovzduší pracovišť: PEL – 400 mg/m³, NPK-P – 1000 mg/m³. [18, 19]

⁹ Jsou to látky s bodem vzplanutí do 21 °C (např. aceton, methanol), zařazení látek dle stupně hořlavosti je prováděno dle normy ČSN 65 02 01, kde jsou stanoveny 4 základní třídy vznětlivosti látek

2.4.4 TRICHLORMETHAN (METHYLENCHLORID)

<i>Vzorec:</i>	Ch ₂ Cl ₂
<i>Symboly nebezpečnosti:</i>	Xn
<i>R-věty:</i>	R 40
<i>S-věty:</i>	S 2-23-24/25-36/37

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je to čirá bezbarvá tekutina, zápachem obdobná chloroformu. Hodnotou hustoty je lehce těžší než voda (hustota 1330 kg/m³), v níž je částečně rozpustný (rozpustnost 13,2 kg/m²). Při styku s kyslíkem vytváří výbušnou směs, v ostatních případech je nehořlavý. Dichlormethan se stejně jako látky předchozí řadí do skupiny těkavých organických látek (VOC). Je užíván především v chemickém průmyslu jako rozpouštědlo. Dále se využívá ve farmaceutickém průmyslu při výrobě léčiv. Přírodní zdroje této látky se v přírodě nevyskytují. Veškeré úniky do okolního prostředí jsou zapříčiněny lidskou činností.

Účinky na životní prostředí: Obecně je dichlormethan v přírodě špatně odbouratelný. Ve vodě se rychle odpařuje, zatímco v atmosféře jeho degradační proces probíhá několik měsíců, což umožňuje jeho přenos na velké vzdálenosti. Při degradaci malá část dichlormethanu proniká až do stratosféry. Podle předpokladů se také část těchto látek vrací na zemský povrch ve formě vodních srážek. Díky tomu je tato látka schopna bioakumulace, což znamená, že je velmi nesnadno odbouratelná, a šíří se postupně potravním řetězcem až k jeho vrcholu (od malých živočichů až ke člověku). V ovzduší také přispívá ke tvorbě přízemního ozónu. Pro životní prostředí je to látka vysoce nebezpečná, a to především z důvodu její bioakumulační schopnosti v potravním řetězci, proto se dichlormethan rovněž řadí do seznamu IRZ.

Účinky na organismus: Při přímé inhalaci v nevětraných prostorách může dojít k velmi vážným otravám. Způsobuje poškození centrálního nervového systému včetně sluchu, zraku a psychomotorických funkcí. Při jeho dlouhodobém působení dochází k selhání kardiovaskulárního systému a vnitřních orgánů. Dále je také podezřelý z karcinogenních účinků. V ČR platí následující limity koncentrace v ovzduší pracovišť: PEL – 200 mg/m³, NPK-P – 500 mg/m³. [20]

2.4.5 ETHANOL (ETHYLALKOHOL)

<i>Vzorec:</i>	C ₂ H ₅ OH
<i>Symboly nebezpečnosti:</i>	F
<i>R-věty:</i>	R 11
<i>S-věty:</i>	S 2-7-16

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je bezbarvá kapalina s ostrým alkoholickým zápachem. Řadí se do skupiny alkoholů, což jsou nearomatické hydroxylové deriváty uhlovodíků¹⁰. Je velmi snadno zápalný, proto je klasifikován jako hořlavina I. třídy. Je vyráběn pomocí jednoduchých sacharidů (cukrů) alkoholovým kvašením, kdy vzniká díky působení různých druhů kvasinek. Dále může být vyráběn s menší čistotou i synteticky. Etanol je v současné době ve světě hojně užíván, a to skoro ve všech možných odvětvích. Mezi jeho hlavní využití patří především výroba alkoholických nápojů v potravinářství, v průmyslu jako přísada pohonných hmot pro vyšší výkon motoru, v lékařství jako rozpouštědlo či dezinfekce poraněné kůže. Dále při výrobě různých voňavek a jiných přípravků v oblasti kosmetiky, v chemickém průmyslu je intenzivně využíván v mnoha reakcích v oboru organické syntézy¹¹. V neposlední řadě je ethanol v dnešní době hodnocen jako vysoce hodnotné ekologické palivo.

Účinky na životní prostředí: Tato látka má při vysokých koncentracích škodlivý vliv na vodní organismy a může ve vodním prostředí vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky. Z tohoto důvodu je nutné zabránit většímu úniku do kanalizace či vsakování do půdy. Ethanol je snadno biologicky odbouratelný a v ekosystému se neakumuluje.

Účinky na organismus: Tato látka se do organismu dostává nejčastěji požitím. Rozsah jeho působení na tělo závisí na dvou faktorech, a to na celkové tělesné hmotnosti a míře dávek, jež je tělo zvyklé přijímat. Z tohoto důvodu je dávkování u každého jedince velmi relativní. V menších dávkách tak navozuje u člověka pocity euforie a uvolnění, ve větších pak může způsobit ztrátu koordinace těla, sníženou vnímavost, prodloužení reakcí a celkový útlum rozumových schopností. U některých jedinců může případně vyvolávat sklony k agresivitě a násilí. Při opakovaném působení na organismus dochází k závislosti (alkoholismu)

¹⁰ Jsou to organické sloučeniny, v jejichž molekule je na jednom nebo více atomech uhlíku vázána hydroxilová skupina.

¹¹ Je specificky zaměřený obor chemické syntézy zabývající se stavbou organických sloučenin za pomoci organických reakcí.

a poškození jater. V České republice platí následující limity koncentrace v ovzduší pracovišť: PEL – 1000 mg/m³, NPK-P – 3000 mg/m³. [21, 22]

2.4.6 ISOPROPYLALKOHOL (IPA)

Vzorec:	C ₃ H ₈ O
Symboly nebezpečnosti:	F, Si
R-věty:	R 11-36-67
S-věty:	S 2-7-16-24/25-26-46

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je bezbarvá, hořlavá a silně zapáchající kapalina. Stejně jako například ethanol se řadí do skupiny alkoholů. Je poměrně snadno dostupný. Obdobně jako třeba aceton, dokáže rozpouštět poměrně širokou škálu nepolárních sloučenin. Sám o sobě je relativně netoxický a má schopnost se rychle odpařovat. Jeho páry však mohou být nebezpečné, jsou těžší než vzduch a poměrně snadno vznětlivé. Z tohoto důvodu je nutné jej uchovávat mimo jakékoliv zdroje zápalu či elektrických výbojů. Směsi par izopropylalkoholu se vzduchem či jinou oxidující látkou jsou výbušné. V praxi se IPA uplatňuje především jako rozpouštědlo, či univerzální čisticí prostředek. Často je používán při čištění elektronických zařízení. Někdy je využíván jako účinná látka při konzervaci. IPA je také přidáván jako hlavní složka speciálních aditiv, jež mají za úkol odvodňování benzínu. IPA vodu přímo neodstraní, ale způsobí, že se v nádrži rozpustí.

Účinky na životní prostředí: V přírodě je vysoce toxický především pro vodní organismy, proto je nutné zabránit jeho úniku a následné kontaminaci půdy, povrchových, podzemních a odpadních vod. Do organismu se může dostat jak při požití, tak při inhalaci ze vzduchu, či absorpci přes kůži. Proto je nutné s ním pracovat pouze v dobře větraných prostorech a při užívání speciálních pracovních ochranných pomůcek.

Účinky na organismus: Mezi hlavní příznaky intoxikace organismu patří zčervenání, bolesti hlavy, zvracení, ztráta vědomí až kóma. V ČR platí následující limity koncentrace v ovzduší pracovišť: PEL – 500mg/m³,NPK-P – 1000 mg/m³ [23-25]

2.4.7 CYKLOHEXAN

Vzorec:	C ₆ H ₁₂
Symboly nebezpečnosti:	F, Xn, N
R-věty:	R 11-38-50/53-65-67
S-věty:	S 2-9-16-25-33-60-61-62

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Je kapalina čiré barvy s charakteristickým nasládlým zápachem. Cyklohexan je uhlovodík řazený do skupiny cykloalkanů, jenž je obsažen v ropných destilátech. Je surovinou pro výrobu cyklohexanonu, meziprojektu při výrobě polyamidů. Průmyslově se cyklohexan vyrábí reakcí benzenu s vodíkem. Je to látka vysoce zápalná, je řazena do skupiny hořlavin I. třídy. Její výpary jsou těžší než vzduch, při pokojové teplotě s ním vytváří výbušné směsi. V případě takové exploze a následného hoření, vznikají nebezpečné rozkladné produkty – oxidy uhlíku. V praxi je užíván převážně v analytické chemii, laboratorní syntéze a při farmaceutické výrobě. V chemickém průmyslu je nejčastěji užíván jako nepolární rozpouštědlo.

Účinky na životní prostředí: Cyklohexan je vysoce toxický pro vodní organismy, jeho přítomnost ve vodních tocích může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky pro daný ekosystém, proto je nutné zabránit kontaminaci povrchových a podzemních vod, půdy a veřejné kanalizace, kde může způsobit i explozi. Jelikož je cyklohexan velmi nesnadno biologicky odbouratelný, má velký bioakumulační potenciál v potravním řetězci. Z tohoto důvodu je v zájmu zdraví nutné, aby nedocházelo k jeho případným únikům do životního prostředí.

Účinky na organismus: Na lidský organismus má řadu nepříznivých účinků. Při jeho vdechnutí dochází k podráždění sliznice a dýchacích cest, ospalosti, závratím, kašli až případnému zvracení. Při přímém styku s kůží či očima způsobuje podráždění, při požití většího množství dochází k bolestem žaludku, bezvědomí, či dokonce k celkovému tělesnému kolapsu. V České republice platí pro tuto látku následující limity koncentrace v ovzduší pracovišť: PEL – 500 mg/m³, NPK-P – 1000 mg/m³. [26-28]

2.4.8 ACETON (PROPANON)

Vzorec:	CH ₃ COCH ₃
Symboly nebezpečnosti:	F, Xi
R-věty:	R 11-36-66-67
S-věty:	S 2-7/9-16-26-33-37-46-51

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Aceton je bezbarvá kapalina s charakteristickým zápachem. Je to látka vysoce hořlavá, její páry při styku s kyslíkem mohou vybuchovat. Má dobrou rozpustnost ve vodě a některých dalších rozpouštědlech (např. chloroform). V praxi je tato látka užívána především jako rozpouštědlo organických látek.

Účinky na životní prostředí: Aceton se celkem rychle odpařuje z půdy i vody. V atmosféře jeho degradace probíhá díky působení UV záření s přibližným poločasem 22 dnů.

Účinky na organismus: Způsobuje podráždění sliznice a kůže. Jeho páry působí na organismus narkoticky, v závislosti na době expozice a jeho koncentraci může přivodit bolesti hlavy, žaludeční nevolnosti, ztrátu koncentrace či závratě. Při dlouhodobém působení na organismus může způsobovat závislost. V ČR platí následující limity pro ovzduší pracovišť: PEL – 800 mg/m³, NPK-P – 1500 mg/m³. [29, 30]

2.4.9 DIMETHYLFORMAMID (N,N-DIMETHYLFORMAMIDE)

Vzorec:	C ₃ H ₇ NO
Symboly nebezpečnosti:	T
R-věty:	R 61-20/21-36
S-věty:	S 1/2-53-45

Základní charakteristika a vlastnosti látky: Dimethylformamid je bezbarvá hořlavá kapalina s mírným zápachem. Snadno se mísí s vodou a většinou organických rozpouštědel. Vyrábí se reakcí oxidu uhelnatého, amoniaku a methanolu za přítomnosti vysokých tlaků a teplot. Je velmi nebezpečné tuto látku užívat při vysokých teplotách (více než 50 °C). Její výpary jsou těžší než vzduch, a spolu se vzduchem vytvářejí výbušnou směs. Při tepelném rozkladu navíc dochází ke vzniku vedlejších toxických zplodin, jako jsou oxidy dusíku či uhlíku. V průmyslu hraje roli důležitého rozpouštědla s mnohostranným využitím.

Účinky na životní prostředí: Při úniku do ekosystému způsobuje velmi nepříznivé účinky pro vodní organismy, proto je nutné zabránit kontaminaci kanalizačních či jiných povrchových a podzemních vod. Dimethylformamid se v přírodě neakumuluje a je snadno biologicky odbouratelný.

Účinky na organismus: U člověka může nastat expozice vdechnutím, stykem s kůží či jinou částí těla. Tato látka je považována za vysoce teratogenní, proto je nevhodné, aby se v její přítomnosti pohybovali těhotné ženy. Dále se u této látky předpokládají toxické účinky na reprodukční schopnost. Látka se velmi snadno vstřebává pokožkou a zesiluje toxicitu jiných působících chemikálií. Při jednorázovém překročení expozičních limitů způsobuje dráždivost pokožky a očí, bolesti hlavy a žaludku, závratě, nevolnost či zarudnutí kůže.

Při opakovaném působení může poškodit funkci jater. V ČR platí následující limity pro ovzduší pracovišť: PEL – 30 mg/m³, NPK-P – 60 mg/m³. [31, 32]

2.5 ZÁKLADNÍ LÁTKY UŽÍVANÉ PRO SENZORY

Organické materiály jsou v elektronice využívány již pár let především pro některé vedlejší účely. Například makromolekulární látky polymerů k výrobě plastu, či nízkomolekulární látky k výrobě pigmentů a barviv. V současné elektronice se začínají využívat tzv. konjugované systémy organických látek. Takové látky mají strukturu tvořenou střídáním jednoduchých a dvojných vazeb, což způsobuje poměrně vysokou elektrickou vodivost. Tento fakt může znamenat, že by v budoucnosti mohly tyto látky na poli elektroniky plně nahradit v současnosti hojně využívané anorganické materiály.

Vzhledem k již popsaným vlastnostem a skutečnosti, že lze u těchto materiálů pomocí modifikace jejich řetězce tyto vlastnosti měnit, například lze ovlivnit jejich robustnost, mají níže popsané materiály v budoucí elektronice velký význam. Z tohoto důvodu probíhá v současnosti jejich podrobný výzkum. Vedle π -konjugovaných polymerů je využíváno ještě jiných organických molekulárních látek, jako jsou ftalocyaniny a diketopyrolopyrol (DPP). [33]

2.5.1 FTALOCYANINY

Jako základních látek při testování sensorových jednotek se využívá tzv. ftalocyaninů. Jsou to syntetické sloučeniny příbuzné s přírodními barvivy porfíny. Obecně jsou tyto látky špatně rozpustné v organických i anorganických rozpouštědlech. Disponují vysokou tepelnou stabilitou a optickými vlastnostmi. Chemická struktura ftalocyaninů může být modifikována zavedením různých substituentů na molekule, což může vést k zásadním změnám v jejich fyzikálních a ekotoxikologických vlastnostech. Jeho významným rysem je schopnost při určitých podmínkách produkovat tzv. singletní kyslík. Pro tuto vlastnost je hojně využíván v lékařství, mimo jiné i při fotodynamické terapii k léčbě onemocnění rakoviny. Tyto látky mají velmi široké využití. Používají se především v těchto aplikacích: pigmenty a barviva, chemické senzory, kapalně krystalové, fotovoltické a solární články, fotodynamická terapie léčby rakoviny a v neposlední řadě jako fotokatalizátory.

Přesný vliv těchto látek na vodní organismy není doposud znám. Obecně tyto látky vykazují velmi nízkou toxicitu, některé typy však mohou mít toxické účinky na vybrané

druhy řas. Z tohoto důvodu se s nimi do budoucna počítá pro využití při ošetřování vod. [34, 35]

2.5.2 SPECIÁLNÍ VODIVÉ POLYMERY

Další látky, jež jsou využívány jako základní, tvoří skupina vodivých polymerů. Jsou to speciální polymery chovající se jako vodiče či polovodiče elektrického proudu. Obecně platí, že organické polymerní vodiče či polovodiče jsou, oproti klasickým anorganickým polovodičům, více náchylné a méně stabilní vůči vyšším teplotám, účinkům kyslíku a dalších chemikálií. Vykazují ovšem lepší mechanické vlastnosti jako je pružnost či ohebnost. Navíc je možnost u těchto látek měnit jejich fyzikální vlastnosti pomocí úprav jejich chemické struktury. Do budoucna se s jejich využíváním počítá hned v několika oblastech, například využití v displejích na bázi organických svítivých diod, v polymerních fotovoltaických článcích, v organických tranzistorech či v chemických a biochemických senzorech. Při výzkumu polovodičových plynových senzorů jsou používány tyto typy látek:

➤ PEDOT

<i>Symboly nebezpečnosti:</i>	Xn
<i>R-věty:</i>	R 5-10-22
<i>S-věty:</i>	S 41

➤ P3H7

<i>Symboly nebezpečnosti:</i>	Xi
<i>R-věty:</i>	R 36/37/38
<i>S-věty:</i>	S 26-36

[36, 37]

2.5.3 DIKETOPYROLOPYROL (DPP)

Patří do skupiny pigmentů, vyskytuje se v široké paletě odstínů. Základní barvou je červená. Vliv na zbarvení má především molekulární struktura, a dále také velikost a uspořádání krystalů dané látky. Základní derivát DPP je vysoce stabilní látkou, která vykazuje malou rozpustnost. Některé deriváty mohou být však záměrně připraveny s extrémní citlivostí na okolní prostředí. Takto lze pomocí vhodného substituentu vytvořit citlivost na specifický prvek, což umožňuje využití v různých odvětvích, například pro různé senzory. Tyto látky také vykazují vysokou fluorescenci a elektroluminiscenční vlastnost.

V současnosti nachází velké uplatnění v elektronice, díky vykazované fluorescenci jsou studovány především pro uplatnění v barvivových laserech a pro použití v barvivech senzibilizovaných solárních článků. Do budoucna se s nimi počítá také pro využití v organických světlo-emitujících diodách (OLED). [33, 38]

3 KLASIFIKACE VZNIKAJÍCÍCH ODPADŮ

3.1 OBECNÉ DĚLENÍ ODPADŮ

Pod pojmem odpad si můžeme představit jakékoliv látky o určitém množství a skupenství, jež byly vyprodukovány lidskou činností, a již pro ně není další využití. Mezi odpady lze zařadit jak odpadní látky, tak odpadní energii. Všeobecně se ale tento pojem vztahuje pouze na látky odpadní. Takové látky jsou pro životní prostředí nežádoucí, a ve výrobním procesu zcela nepotřebné.

Jen pro představu uvedu některá zajímavá data ze současnosti. Český statistický úřad provádí každoročně statistické vyhodnocování produkce odpadů. Dle těchto nejnovějších dat, bylo v roce 2009 vyprodukováno na území ČR celkem 24,2 mil. tun odpadu (pokles oproti roku 2008 o 6,3 %), z toho 20,5 mil. tvořil odpad průmyslový a jen 3,7 mil. odpad obcí, jehož složení mělo převážně komunální charakter (88,9 %). [43]

Pro potřeby nakládání s odpady a studium jejich problematiky jsou odpady tříděny do několika skupin podle nejrůznějších hledisek. Většinou pro klasifikaci odpadů slouží hned několik kritérií, z nichž nejdůležitější jsou forma, původ či zdravotní závadnost a nebezpečnost odpadu. Nejzákladnější rozdělení odpadů je prováděno na základě jejich vlivu na lidský organismus, či jiné organismy a životní prostředí. Podle uvedených vlivů rozeznáváme tyto dvě základní kategorie:

- nebezpečné odpady
- ostatní odpady

Nebezpečný odpad patří do skupiny odpadů, které mohou být svými vlastnostmi nebezpečné pro zdraví obyvatelstva, nebo pro životní prostředí. Patří tam všechny odpady uvedené v Seznamu nebezpečných odpadů (vyhláška č. 381/2001 Sb.), a jakýkoliv jiný odpad vykazující alespoň jednu z následujících vlastností, jež jsou uvedeny v příloze č. 2 k zákonu č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů, dále jen zákon o odpadech.

Seznam nebezpečných vlastností:

- **výbušnost (H1¹²)** – má oxidační vlastnosti, je hořlavý, dráždivý
- **oxidační schopnost (H2)** – schopnost látek vzájemně se ovlivňovat nebo redukovat
- **vysoká hořlavost (H3-A), hořlavost (H3-B)**
- **dráždivost (H4)**
- **škodlivost zdraví (H5)** – po vdechnutí, požití či proniknutí pokožkou
- **toxicita (H6)** – představuje riziko vážného, akutního nebo chronického poškození zdraví, případně smrti
- **karcinogenita (H7)** – může vyvolat nádor nebo zvýšit jeho incidenci
- **žravost (H8), infekčnost (H9)**
- **teratogenita (H10)** – může vyvolat vrozené vývojové vady nebo zvýšit incidenci
- **mutagenita (H11)** – může vyvolat dědičné genetické poškození či zvýšit incidenci
- **schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami (H12)**
- **schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při odstraňování (H13)**
- **ekotoxicita (H14)** – představuje akutní či pozdní nebezpečí pro ekosystém

Do skupiny *ostatních odpadů* řadíme odpady, které nepatří do skupiny nebezpečných odpadů, jejichž případné negativní vlivy nedosahují dohodnutých mezních hodnot. Základní rozdělení odpadů na nebezpečné a ostatní má všeobecnou mezinárodní platnost. Proto má toto rozdělení v katalogu odpadů vliv na přiřazení ke kategorii, která je součástí konkrétního znaku, pod nímž by měl být každý odpad přiřazen k typovému odpadu.

Dále můžeme odpadní látky dělit z hlediska jejich skupenství na:

- tuhé (pevné¹³)
- kapalné
- plynné

Souhrnně můžeme ještě pevné odpady rozdělit do čtyř skupin na průmyslové, komunální, zemědělské a ostatní. [39-44]

¹² Označení v závorce udává speciální kódové označení dané vlastnosti uvedené v příloze č. 2 k zákonu č. 185/2001 Sb.

¹³ V odborné literatuře se do této skupiny řadí veškeré odpady, včetně kašovitých hmot či odpadních olejů, mimo odpady plynné unikající do ovzduší a vody znečištěné odpadními látkami

3.2 KLASIFIKACE ODPADŮ VZNIKLÝCH PŘI VÝVOJI SENZOROVÝCH JEDNOTEK

Z hlediska procesu vývoje polovodičových senzorů můžeme říci, že se odpadem stávají všechny typy látek, jež do něj vstupují. Každou z těchto odpadních látek můžeme přiřadit do několika skupin dle různých kritérií. V následujícím textu je použito dvou základních dělení odpadních látek.

Nejdříve si uvedme nejzákladnější dělení prováděné dle skupenství vzniklého odpadu. Během testování plynových senzorů vznikají odpadní látky, jež mají povahu všech tří základních skupenství. Úplné rozdělení látek užívaných při testování senzorů dle skupenství můžeme definovat takto:

- **Pevné odpadní látky:**
 - nosné substráty z keramiky či borosilikátového skla
 - pasty vzniklé mísením základních látek a rozpouštědel
- **Kapalné odpadní látky:**
 - demineralizovaná voda
 - rozpouštědla: aceton, toluen, chloroform, dichlormethan, ethanol, isopropylalkohol, dimethylformamid, cyklohexan, technický benzín
- **Plynné odpadní látky:**
 - čistý dusík,
 - oxidy dusíku
 - amoniak

Do kategorie pevných odpadů se řadí samotný testovaný vzorek. Ten se skládá z nosného substrátu s elektrodami a dále z vrstvičky zkoumaného organického materiálu. Další skupinu tvoří odpady kapalné, jež jsou v daném procesu zastoupeny převážně rozpouštědly. Ta jsou užívána především při přípravě past pro samotné testování, ale i během samotného procesu, například při omývání již užitých substrátů. Poslední skupinu odpadů tvoří plyny. Ty jsou používány při samotném testování, kdy je zkoumána jejich detekce.

Vedle tohoto základního dělení je dále uvedeno rozdělení odpadních látek dle katalogu odpadů, které je využíváno v praxi. Je pevně stanoveno příslušným prováděcím předpisem č. 381/2001 ve znění vyhlášky č. 503/2004 k již výše zmiňovanému zákonu o odpadech. Zde je v příloze č. 1 uveden tzv. katalog odpadů. Tento katalog obsahuje přesně 20 elementárních druhů odpadů. Každá skupina pak obsahuje ještě několik skupin a podskupin. Každému odpadu je tak přiřazen přesný šestimístný kód označující katalogové číslo vzniklého odpadu. Struktura číselného označení je následující:

šestimístné katalogové číslo

↳ **první dvojčíslí** – označuje skupinu odpadů

↳ **druhé dvojčíslí** – označuje podskupinu odpadů

↳ **třetí dvojčíslí** – označuje druh odpadu

Zařazování do katalogu odpadů provádí tzv. průvodce. Přesná definice dle zákona o odpadech zní: „*Je to fyzická či právnická osoba, při jejíž činnosti dané odpady vznikají*“ [44]. Ten při vzniku odpadu zařadí každý vytvořený odpad dle výše popsaného schématu. Postup při zařazování je následující. Nejdříve zkoumáme, zda lze vzniklý odpad zařadit do skupin 1 až 12 a 17 až 20. Jestliže se nám nepodaří odpad zařadit, postupujeme stejným způsobem u skupin 13, 14 a 15. Pokud se odpad neshoduje s žádnou z těchto skupin, přiřadíme jej do skupiny 16, což je kategorie s názvem Odpady v tomto katalogu jinak neurčené, a snažíme se najít co nejuvýstižnější kategorii pro tento odpad.

Dle tohoto postupu jsem zařadila všechny typy odpadů, které by mohly vzniknout při testování sensorových jednotek, a to včetně již nevyužívaných chemikálií. Pro přehlednost jsem všechny vybrané kategorie s podrobnými popisy zpracovala do přehledné tabulky (viz tabulka 2). Zde první sloupec tvoří typ vzniklého odpadu, druhý katalogové číslo a poslední udává přesný název kategorie, do níž odpad spadá. Vše je řazeno vzestupně dle vybraných kategorií. Červené písmeno N značí, že je daný typ odpadu veden jako nebezpečný.

Tabulka 2 Seznam všech vzniklých odpadů a jejich číselné a slovní zařazení dle Katalogu odpadů [45-47]

Typ odpadu	Kód odpadu	Název kategorie odpadu
Skupina 07 Odpady z organických chemických procesů		
Organická rozpouštědla	070704	Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání čistých chemických látek a blíže nespecifikovaných chemických výrobků: Jiná organická rozpouštědla, promývací kapaliny a matečné louhy N
Bližze nezařazené odpady (např. nosné substráty)	070799	Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání čistých chemických látek a blíže nespecifikovaných chemických výrobků: Odpady jinak blíže neurčené
Skupina 14 Odpady organických rozpouštědel, chladiv a hnacích médií (kromě odpadů uvedených ve skupinách 07 a 08)		
Organická rozpouštědla	140603	Odpadní organická rozpouštědla, chladicí média a hnací média rozprašovačů pěn a aerosolů: Jiná rozpouštědla a směsi rozpouštědel N
Zbytkové pevné odpady (nosné substráty a pasty)	140605	Odpadní organická rozpouštědla, chladicí média a hnací média rozprašovačů pěn a aerosolů: Kaly nebo pevné odpady obsahující ostatní rozpouštědla N

Skupina 15 Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené		
Zbytkové obaly rozpouštědel	150110	Obaly (včetně odděleně sbíraného komunálního obalového odpadu): Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné N
Skupina 16 Odpady v tomto katalogu jinak neurčené		
Používané plynné látky	160505	Chemické látky a plyny v tlakových nádobách a vyřazené chemikálie: Jiné plyny v tlakových nádobách (včetně halonů) neuvedené pod 160504
Všechny používané chemikálie a jejich směsi	160506	Chemické látky a plyny v tlakových nádobách a vyřazené chemikálie: Laboratorní chemikálie a jejich směsi, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky N
Vyřazené organické chemikálie	160508	Chemické látky a plyny v tlakových nádobách a vyřazené chemikálie: Vyřazené organické chemikálie, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky N

4 MOŽNOSTI LIKVIDACE VZNIKLÝCH ODPADŮ

Nesprávné nakládání s odpady je jednou z hlavních příčin vážného a rozsáhlého narušování životního prostředí. V současné době, kdy se každým rokem zvyšuje objem vyprodukovaného odpadu, ale zároveň i rostoucí zájem o péči životního prostředí, je mezinárodně přijímána politika nakládání s odpady, jež může být charakterizována několika základními zásadami.

V první řadě jde o snahu předcházet samotnému vzniku odpadů, a řešit tedy tento problém už v jeho zárodku. Dále je snaha o opětovné využívání již vzniklých odpadů jako druhotných surovin. Při využití odpadů jako druhotné suroviny se uplatňuje pozitivní vliv na životní prostředí hned ve dvou směrech. Snižuje se zátěž prostředí škodlivým účinkem odpadů, a zároveň se šetří přírodní zdroje surovin i energie. U odpadů, jež nemají takové využití, se uplatňuje snaha o bezpečnou a šetrnou likvidaci vzhledem k životnímu prostředí. Při nakládání s odpady je nutno splnit tyto dvě základní fáze:

1. Zneškodňování odpadu – prvotní úprava odpadu před jeho uložením na skládku, vypuštěním do ovzduší nebo dalším zpracováním. Je nutná především z důvodu snížení množství nebo škodlivosti daného odpadu. Do této etapy se zařazují tyto činnosti:
 - ➔ Stabilizace odpadu, např. pomocí aerobního nebo anaerobního rozkladu organických látek. Lze sem zařadit i solidifikaci (viz skládkování).
 - ➔ Spálení odpadů, čímž se snižuje škodlivost a jeho objem.
 - ➔ Sorpce (absorpce, adsorpce) škodlivých složek z odpadních plynů či vod.
 - ➔ Neutralizace kyselých nebo zásaditých odpadů pro zlepšení pH a zmenšení jeho škodlivosti.
 - ➔ Srážení škodlivých látek z odpadních vod za účelem koncentrovat všechny škodlivé látky do malého objemu sraženiny.
2. Druhou částí je již samotné ukládání na skládku, vypouštění kapalných odpadů do vodoteče a plyných odpadů do ovzduší. Praktická realizace této části je završena jednou z následně popsaných činností.

Skládkování je historicky nejstarší způsob nakládání s odpadem. Řízené skládkování je považováno za ekologicky i ekonomicky přijatelný způsob likvidace odpadů. Místo skládky musí být důkladně odizolováno od horninového podloží, aby nedocházelo k případné kontaminaci půdy a následnému poškozování životního prostředí. Případné narušení životního prostředí probíhá při skládkování jen velmi pozvolna, u kvalitně provedených skládek by k němu nemělo docházet vůbec. Pokud přistupujeme ke skládkování zvláště nebezpečného odpadu, je třeba před samotným uložením zajistit, aby se škodliviny z látek nemohly uvolňovat do okolního prostředí. K tomu slouží tzv. solidifikace. Pro solidifikaci se užívají tyto postupy:

- **Cementace** – odpad se za přídavku písku a retardačních činidel mísí s cementem.
- **Bitumenace** – probíhá ve dvou krocích, nejdříve je odpad zpracován v rotorových odparkách, kde se odpaří přebytečná voda. Dále je zbytkový odpad přímo promíchán s bitumenem.
- **Vitrifikace** – odpad je zataven do skla, čímž se zcela zamezí šíření odpadu do okolního prostředí.
- **Fixace** – proces fyzikální a chemické stabilizace nebezpečného odpadu. Je prováděna pomocí sádry.

V současné době stále patří skládkování k nejvíce rozšířenému způsobu likvidace odpadů, celosvětově však převládá tendence maximálně omezovat množství takto ukládaného odpadu. [40-42]

Recyklace je proces opětovného využívání výrobních, zpracovatelských a spotřebních odpadů, bez ohledu na místo a čas jejich vzniku a použití. Recyklace je jednou z možností, jak se efektivně zbavit vzniklého odpadu. V dnešní době je však využívána široká škála materiálů, z nichž jsou některé přírodními procesy velmi obtížně recyklovatelné. Základem recyklace je třídění vzniklého odpadu. V každé takto vytříděné surovině musí být obsaženo co nejméně příměsí tak, aby nebyla náročně zpracovatelná. K nejstarším recyklačním technologiím patří především zhodnocování papíru, textilu, skla a kovů. V současné době je tato skupina ještě doplněna o sběr a zpracování plastů, pneumatik, stavební suti, olejů, různých ředidel atd. [41-42]

Kompostování je způsob zpracování odpadu, při kterém je do půdy vracena organická hmota a živiny, jež tvoří nezbytné faktory pro růst všech rostlin. Tímto způsobem se nejvíce zpracovávají pevné domovní odpady, popřípadě kanalizační kaly, jež neobsahují žádné pro prostředí a kompost nevhodné látky jako jsou například vyšší koncentrace stopových prvků (sodík, hořčík, mangan atd.), těžké kovy (chróm, nikl, měď atd.), či jiné nevhodné příměsi (tuky, detergenty, plasty). Tato metoda dále není vhodná pro zpracování organických látek s choroboplodnými zárodky, s obsahem různých pesticidů, či dokonce toxických kovů. Takové látky by se potom mohli prostřednictvím kompostu dostávat v zemědělské výrobě do pěstovaných plodin. Technologie kompostování využívá strojních zařízení, která obstarávají během procesu tyto činnosti: drcení, třídění, separaci, vlhčení, míchání, provzdušňování a v neposlední řadě také vyzrávání vzniklého kompostu. [40-42]

Ředění je z hlediska ekonomické i technické náročnosti nejjednodušší způsob zneškodňování odpadu. Současně je to ale způsob, který je nejvíce využíván pro ilegální vypouštění kapalných a plyných odpadů do přírody. Dříve člověk samovolně vypouštěl a ukládal odpady do okolního prostředí bez zábran a využíval tak přirozených samočisticích a asimilačních procesů přírody. U některých druhů odpadů je možno těchto procesů využít i dnes. Příkladem takového odpadu můžou být odpadní vody či plyné produkty spalování, ty jsou po určitém čase rozředěny a zneškodněny vzájemnými reakcemi s ostatními složkami životního prostředí, nebo rozloženy volně žijícími organismy. Většinou však odpadní látky nejsou jednoduché a neškodné sloučeniny, a proto není vhodné tyto látky samovolně vypouštět do životního prostředí. [41, 42, 44]

V zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. je problematika ředění odpadů zmíněna v § 12 v odst. (5) a (6). Podle tohoto zákona: „*Mísení nebezpečných odpadů navzájem nebo s ostatními odpady, látkami nebo materiály je zakázáno. Přípustné je pouze ve výjimečných případech, a to se souhlasem krajského úřadu příslušného podle místa nakládání s odpady. Krajský úřad tento souhlas udělí pouze tehdy, pokud mísením nebezpečných odpadů nedojde k ohrožení zdraví lidí nebo životního prostředí, je v souladu s nejlepšími dostupnými technikami a je prováděno zařízením k využívání nebo odstraňování odpadů provozovaným na základě souhlasu podle § 14 odst. 1 nebo zařízením podle § 14 odstavce 2...*“ [44]

Spalování je destrukční proces, při němž dochází k termickému zneškodnění a podstatnému zmenšení hmotnosti a objemu likvidovaného odpadu. Většina takto zpracovaných chemických a biologických látek se postupně rozkládá a přechází na méně

škodlivé látky v popelu a ve spalinách. Při samotném procesu spalování dochází v peci k oxidaci tuhých i kapalných odpadů obsahujících uhlík na oxid uhličitý, vodu a popel. Další chemické látky v tomto procesu však mohou produkovat škodlivé emise, jež je třeba odlučovat. Proto se všechny výstupy ze spalovny (plynné emise, popílek, škvára, popel) kontrolují a zkoumají se jejich účinky na životní prostředí. Aby bylo spalování ekologicky nezávadné, je nutné využití účinné filtrace všech emisí (plynů i pevných částic). Takto vyfiltrovaný popílek může obsahovat nebezpečné prvky, jako jsou například těžké kovy, a proto je nutné ho dále ukládat na speciální skládky. [41, 42]

Pyrolýza je proces tepelného zpracování odpadních látek. K tomu je využíváno pyrolýzní pece, kde dochází ke spalování (při teplotách 250 až 1650 °C) při úplném nebo částečném omezení vzduchu za podmínek sníženého atmosférického tlaku. Produktem pyrolýzního rozkladu jsou dvě základní složky – pyrolýzní olej a pyrolýzní plyn. Tyto látky se dají velmi účinně spalovat v kotlích na výrobu tepla, popřípadě je lze využít jako druhotnou surovinu při výrobě některých látek (např. benzenu, toluenu). Pyrolýza je v dnešní době velmi perspektivní technologie především pro zpracování rizikových odpadů. [40, 42]

4.1 LIKVIDACE TEKUTÝCH ODPADŮ VZNIKAJÍCÍCH V RÁMCI VÝZKUMU

Likvidaci těchto látek lze provádět hned několika způsoby. V této kapitole je uveden očíslovaný seznam těchto způsobů, jejich číslování odpovídá vhodnosti užití dané metody. U každé z možností je proveden stručný popis, vhodná oblast využití a posouzení vhodnosti konkrétního řešení pro likvidaci odpadů vznikajících při vývoji polovodičových senzorů.

1) Pomocí firmy najaté za účelem likvidace kapalných odpadů

Po celé České republice existuje celá řada podniků zabývajících se odpady, které zajišťují komplexní služby v oblasti likvidace nebezpečných odpadů. Každý z těchto podniků používá jiné technologie a postupy, které se při likvidaci daných odpadů používají. Většina menších podniků likviduje nebezpečné odpady ukládáním na speciálně upravených skládkách či ve spalovnách. K tomuto účelu jsou používány především metody solidifikace, biodegradace či neutralizace. Bližší informace o těchto metodách jsou uvedeny výše v úvodu do kapitoly 4.

U větších podniků, jež disponují vlastní chemickou čističkou odpadních vod (ČOV), je prováděna likvidace dle následujícího postupu:

1. Svoz nebezpečného odpadu, přeprava musí probíhat dle odpovídajících směrnic – přepravu odpadů klasifikovaných jako nebezpečné lze provádět jen speciálně upravenými vozidly a proškolenými pracovníky dle vyhlášky ADR (Evropská dohoda o přepravě nebezpečných věcí). Při přepravě většího množství využíváno sacích cisteren, pro menší množství upravených skříňkových či dodávkových vozidel.
2. Odpad je klasifikován pracovníky (na základě údajů od zadavatele) dle katalogu odpadů.
3. V chemické ČOV je odpad přečerpán do připravených jímek a proveden odběr vzorků odpadu, jehož cílem je zjištění míry znečištění a podílu těžkých kovů.
4. Dle výsledků rozboru stanovení přesného postupu likvidace odpadu.
5. Provedení likvidace odpadu za přísného dohledu chemika, během celého procesu probíhá odebrání průběžných vzorků odpadní vody a jejich analýza.
6. Výsledný rozbor, vznik odpadních produktů – některé je možno znovu využít, popřípadě dále zpracovat (např. spalováním).

Tento postup je vhodný jak pro malé podniky, či jednotlivce, tak pro velké firmy, jež mají dostatek finančních prostředků a upřednostňují pohodlí, které tento způsob bez pochyby nabízí. [48, 49]



Obrázek 6 Fotografie chemické ČOV v Brně převzato z [50]

Shrnutí:



Pohodlné řešení vyžadující téměř nulovou aktivitu, možnost zlikvidovat celou škálu odpadních materiálů v téměř jakémkoli množství, pro menší subjekty jediné cenově dostupné řešení.



Nutnost objednání přesného množství pomocí objednávky předem, méně ekologický a šetrný způsob k životnímu prostředí – zvyšování CO₂ při konečném spalování zbytkových odpadů či zvyšování zátěže na životní prostředí při skládkování.

2) Zakoupením přístroje na recyklaci organických rozpouštědel

Tento přístroj využívá jednoduchého principu destilace, která umožňuje část použitých organických rozpouštědel dále využít. Během procesu destilace je odpadní směs očištěna od všech znečišťujících látek. Takto vzniknou dvě základní složky, složka odpadní a čistý recyklát, který je možno opětovně využít. Pomocí tohoto řešení lze dosáhnout mnohem ekologičtějšího a efektivnějšího provozu. Dále tento způsob umožňuje podniku rapidně snížit náklady na spotřebu a likvidaci využívaných rozpouštědel.

Stručný princip destilačního přístroje:

1. Znečištěná směs se nalije do destilační nádrže, kde se pevně uzavře.
2. Směs se v kotli rovnoměrně zahřívá – k ohřevu dochází nepřímo pomocí teplotnosného oleje, který je zahříván až na teplotu varu.
3. Výpary z rozpouštědla se postupně oddělují od znečišťujících látek.
4. Výpary procházejí sběrným potrubím z destilační nádrže do chladiče a kondenzují zpět do kapalného skupenství.
5. Vzniklý destilát (čisté rozpouštědlo) je přiveden do kanystru, čímž je umožněno dalšího užití recyklátu.
6. Zbytky z destilace zůstávají na dně destilačního kotle – tyto zbytky je nutno zlikvidovat jako nebezpečný odpad.



Obrázek 7 Fotografie destilačních přístrojů o objemech 12 a 90 litrů převzato z [52, 53]

V závislosti na stupni znečištění a kvalitě přístroje lze takto zpětně získat až 98 % použitého rozpouštědla. Zakoupení tohoto přístroje je vhodné především pro střední a větší podniky, jež mají ve větší míře pravidelnou spotřebu organických rozpouštědel. Dle potřeby lze zakoupit hned několik typů těchto přístrojů, liší se především v objemu destilační nádrže a výbavě přístroje. V nabídce jsou přístroje s objemem 10 až 400 litrů. Na obrázku 7 můžete vidět dva typy destilačních přístrojů o různých objemech nádrže. [51, 52]

Shrnutí:



Snižuje náklady na nákup a likvidaci organických rozpouštědel a jejich spotřebu, ovládání přístroje nevyžaduje žádnou speciální obsluhu, možnost téměř okamžité recyklace bez nutnosti čekání na svoz či další zpracování.



Vyšší počáteční náklady na pořízení a dopravu – finančně náročné, nutnost pravidelné údržby a vyhrazení speciálního prostoru pro umístění destilačního přístroje, použitelné pouze pro větší podniky s vyšší pravidelnou spotřebou organických rozpouštědel.

3) Zpracování odpadu jako náhradního paliva = energetické využití odpadu (EVO)

Při EVO jsou nebezpečné odpady zpracovávány na náhradní paliva. Ty se v současnosti používají především jako paliva pro cementárny. V ČR je tento způsob málo využívaný vzhledem k malému počtu zařízení na zpracování EVO

a rozporuplné platné legislativě. V zákoně o odpadech je uvedena přesná definice tohoto pojmu:

„energetické využití odpadů – použití odpadů hlavně způsobem obdobným jako paliva za účelem získání jejich energetického obsahu nebo jiným způsobem k výrobě energie,, [44]

Při zpracování odpadu, jako náhradního paliva, je využíváno především hořlavých nebezpečných odpadů, jež díky svým vlastnostem zajišťují vysokou výhřevnost vzniklého alternativního paliva. Postup při takovémto zpracování je velmi jednoduchý. Po určitých úpravách vstupních odpadů a přídavných surovin (viz princip výroby NP) vzniká látka, jež splňuje požadavky na tzv. TSS, a je s ní proto dále nakládáno ne, jako s nebezpečným odpadem, nýbrž jako se surovinou vykazující nebezpečné vlastnosti. Mezi odpady vhodné pro výrobu TSS patří tyto dvě základní skupiny:

1. **Nebezpečné odpady** – vhodné jsou především barviva, odpady s obsahem ropných látek, různé kaly s vysokým obsahem hořlavých látek, dehty, upotřebené filtrační tkaniny, rozpouštědla, laky rozpustné ve vodě, oleje, pryskyřice, lepidla, detergenty, odmašťovací prostředky
2. **Ostatní odpady** – odpady, jež současně slouží jako stabilizující směsi, jsou to např. hobliny, piliny, saze, pryž, různé plasty

Princip výroby NP

Dle typu zpracovávaného odpadu je nejdříve prováděna počáteční úprava, a to mechanicky, drtičem, či manuální dávkování přímo do připravené nádrže. Takto zpracovaný odpad je spolu s vybraných sorpčním materiálem (piliny, hobliny atd.) pomocí dopravníku přiváděn do bubnové míchačky. Zde se materiál při mírném ohřevu zpracovává, dokud nedojde k jeho naprosté homogenizaci.

Během celého tohoto procesu jsou postupně odebírány vzorky. Dle výsledků jejich analýzy jsou pak postupně přidávány komponenty, dokud se nedosáhne požadovaných konečných vlastností NP. Výsledné palivo je poté pomocí dopravníku přemístěno do kontejnerů a dále dopravováno k dalšímu využití jako palivo v cementářské peci.



Obrázek 8 fotografie procesu výroby NP převzato z [54]

Tento způsob je vhodný pro všechny subjekty neohledně na jejich velikost či spotřebu. V současnosti se ukazuje, že je mnohem ekologičtější a šetrnější k životnímu prostředí, než klasické spalování odpadů ve spalovnách, protože je zde využito energetického potenciálu chemických látek. Bohužel je tento způsob v ČR prozatím nepoužitelný. V současné době sice již existuje několik firem, které se výrobou alternativních paliv zabývají, bohužel je k tomuto účelu používáno především odpadních olejů a jiných kalů, které jsou mnohem méně náročnější na výsledné zpracování než organická rozpouštědla. Z tohoto důvodu není tento způsob likvidace zapracován do výsledné kalkulace. Do budoucna se však s těmito látkami počítá jako s budoucí alternativou pro výrobu těchto paliv, které mohou výrazným způsobem, díky své vysoké výhřevnosti, napomoci zmenšit míru spalování fosilních paliv. Z tohoto důvodu by bylo zajímavé tento trend v ČR nadále sledovat. [55-57]

Shrnutí:



Pomáhá snižovat objem skládkového opadu a spotřebu fosilních paliv, bezodpadová technologie – není nutné řešit zpracování zbytkových spalin, další využití odpadu jako energetické suroviny.



V ČR je rozporuplná legislativa týkající se EVO, malý počet zařízení na spalování EVO, nulový počet firem působících v ČR zabývajících se zpracováním těchto odpadů na alternativní paliva.

4) Odléváním vznikajících opadů do veřejné kanalizace

Jedná se v podstatě o protizákonné jednání porušující zákon o odpadech a další vyhlášky a nařízení vztahující se k likvidaci nebezpečných odpadů! Nelze jej označit ani za nouzové řešení, protože je velmi škodlivé pro životní prostředí i člověka samotného.

V zákoně č. 185/2001 o odpadech se jasně píše:

„Každý je povinen nakládat s odpady a zbavovat se jich pouze způsobem stanovených tímto zákonem a ostatními právními předpisy vydanými na ochranu životního prostředí. Nakládání s nebezpečnými odpady se řídí též zvláštními právními předpisy platnými pro výrobky, látky a přípravky se stejnými nebezpečnými vlastnostmi.

Pokud dále není stanoveno jinak, lze s odpady podle tohoto zákona nakládat pouze v zařízeních, která jsou k nakládání s odpady podle tohoto zákona určena. Při tomto nakládání s odpady nesmí být ohroženo lidské zdraví ani ohrožováno nebo poškozováno životní prostředí a nesmějí být překročeny limity znečišťování stanovené zvláštními právními předpisy.“ [44]

Shrnutí:



Cenově nenáročné a uživatelsky pohodlné.



Protizákonné jednání porušující zákon o odpadech, toto zacházení napomáhá znečištění životního prostředí a může mít negativní vliv na člověka či organismy vyskytující se ve volné přírodě.

4.2 LIKVIDACE PLYNNÝCH ODPADŮ VZNIKAJÍCÍCH V RÁMCI VÝZKUMU

Pokud je řeč o plynných opadech, je nutné zmínit především pojem emise. Pojem emise představuje určité množství látky vydávané z nějakého zdroje (např. komín průmyslové továrny). Emisní limit pak představuje maximální množství této znečišťující látky vypouštěné do atmosféry. Toto množství může být udáváno v mnoha jednotkách jako je mg/hod., mg/měsíc, mg/rok, v některých případech i kg/rok. Je-li množství emisí jedné z látek vyjmenovaných v seznamu IRZ shodné či dokonce překročí emisní práh, je osoba zodpovědná za daný únik povinna nahlásit jej dle zákona č. 25/2008 v návaznosti na evropské nařízení č. 166/2006/ES, o integrovaném registru znečišťování (IRZ). [5]

Během výzkumu jsou používány následující plynné látky ze seznamu IRZ:

- **Amoniak** – ohlašovací práh pro emise do ovzduší činí 10 000 kg/rok, to odpovídá při hypotetické koncentraci amoniaku ve vzduchu 0,1 % objemu vzduchu přibližně 14.000.000 m³ daného plynu za rok.
- **Oxidy dusíku** – ohlašovací práh pro emise do ovzduší je 100.000 kg/rok, to odpovídá při hypotetické koncentraci oxidů dusíku ve vzduchu unikajícího přibližně 5 g/m³ asi 20.000.000 m³ za rok.
- **Dusík** – ohlašovací práh pro emise do ovzduší není v evropském nařízení definován, jsou známy pouze limity pro únik do půdy a vody. [58]

Vzhledem k celkem vysokým expozičním limitům a relativně malým spotřebám při probíhajícím výzkumu, není ekologicky a především ekonomicky výhodné vzniklé plynné odpady nijak dále zpracovávat. V tomto případě lze využít likvidaci ředěním plynných látek s ovzduším (viz úvod do kapitoly 5). Takto malá množství vypouštěných plynů do ovzduší, vzhledem k emisím jiných průmyslových objektů či spaloven odpadů, nepředstavují pro životní prostředí znatelnou zátěž.

V dnešní době existují specializované firmy, které se likvidací plynných odpadů zabývají, avšak náklady jsou tak vysoké, že se zaměřují pouze na podniky, kde se odpadní plyny vyskytují ve větším měřítku. V takovém případě dochází k likvidaci přímo na místě vzniku odpadu, čemuž samozřejmě odpovídá i výše nákladů s tím spojená.

Stejně jako u ostatních skupin odpadů existuje i u plyných odpadních látek velký počet metod a technologických postupů, jak daný odpad nadále zpracovávat. Při výběru správné metody je důležité zjistit o vzniklém odpadu všechny potřebné informace – zda je to látka čistá či se jedná o směs několika odpadních látek. V takovém případě je důležité zjistit, o jaké látky se jedná, a do jaké míry vykazují nebezpečí pro člověka a životní prostředí. Pro představu uvádím několik základních metod likvidace plyných odpadů:

- **Separační metody** - jsou fyzikálně-chemické metody spočívající v oddělení (separování, izolování) jednotlivých složek směsí. Patří sem tyto metody:
 - ↪ Adsorpce
 - ↪ Absorbce fyzikální
 - ↪ Absorbce chemická
 - ↪ Vymražování
- **Likvidační metody** – jsou metody, při nichž dochází k naprosté likvidaci odpadu. Do této skupiny se řadí:
 - ↪ Chemisorpce
 - ↪ Biologický rozklad
 - ↪ Spalování katalytické

[59]

4.3 LIKVIDACE PEVNÝCH ODPADŮ VZNIKAJÍCÍCH V RÁMCI VÝZKUMU

Stejně jako u předešlých skupin lze tento typ odpadů likvidovat několika způsoby. V tomto případě je nutné vzniklý pevný odpad rozdělit do dvou základních skupin:

- **Nebezpečné pevné odpady** – do této skupiny můžeme zařadit nosné substráty znečištěné nebezpečnými látkami a vzniklé pasty zkoumaných látek.
- **Ostatní pevné odpady** – tuto skupinu tvoří případné zbylé neupotřebené substráty, jež nepřišly do styku s žádnou nebezpečnou látkou.

Každý z těchto odpadů lze samozřejmě jako u předchozích případů likvidovat hned několika způsoby. U neupotřebených substrátů je nejjednodušším a ekonomicky

nejvýhodnějším způsobem využití substrátu v jiných aplikacích či v krajním případě vhození zbytků do komunálního odpadu.

Tento způsob představuje řešení s prakticky nulovými náklady. Za náklad se dá považovat pouze poplatek, který je nutno platit firmám zprostředkávajícím svoz komunálního odpadu na skládku. Vzhledem k tomu, že odpadkové koše či kontejnery na takový odpad jsou hojně rozmístěny i na veřejných místech, nebude tento náklad započítávat do celkové kalkulace likvidace ostatních pevných odpadů. Z tohoto hlediska se tedy jedná o metodu finančně nejvýhodnější. To však platí pouze pro malé provozy, kde se stejně jako v našem případě jedná o množství několika málo kusů za měsíc. U větších podniků, kde vzniká zvýšené množství těchto odpadů, by bylo výhodnější produkované odpady recyklovat.

Nebezpečné pevné odpady

1) Likvidace pomocí specializované firmy

Nebezpečné pevné odpady obvykle představují při likvidaci největší problémy. Ve většině případů se totiž jedná o celou směsici různých odpadů, u nichž je těžké vybrat vhodnou metodu zpracování či fyzikální úpravy odpadu. Z tohoto důvodu je většinou nutné při likvidaci takového odpadu kombinovat hned několik fyzikálních a chemických postupů. Většinou se jedná o následující metody:

- **Spalování** – pokud to vlastnosti látky dovolují, je daná látka spalována ve spalovnách nebezpečných odpadů. Při spalování nebezpečných odpadů se jako vedlejší produkt uvolňují různé toxické sloučeniny, které odcházejí ve vzniklém kouři. Proto je nutnou podmínkou při tomto postupu zajistit dokonalé čištění odcházejících spalin a bezpečné ukládání zachycených exhalací.
- **Detoxikace chemickými metodami** – vhodné především pro směsné kaly, pomocí řízených chemických reakcí jsou látky převáděny na netoxické.
- **Skládkováním** – jeden z nejvíce využívaných způsobů při likvidaci pevných nebezpečných látek. Na skládky nebezpečného odpadu jsou ukládány takové odpady, které vykazují nějakou z nebezpečných vlastností. Patří sem: filtry, chemikálie a odpady, které jsou znečištěny

nebezpečnou látkou. Tyto skládky musí být zařízeny tak, aby nedocházelo k průsakům do okolního prostředí.

Vzhledem k fyzikálním vlastnostem korundové keramiky, především jejímu vysokému bodu tání, je zřejmé, že pro jejich ekologickou likvidaci by bylo nejvhodnější využít kombinaci těchto metod. Nejdříve by měla následovat fáze spalování, kdy se zredukuje míra nebezpečnosti odpadu spalováním znečišťujících látek, a dále finální uložení zbytkových spalin na skládku nebezpečného odpadu. [59, 60]

Shrnutí:



Likvidace specializovanou firmou zajišťuje správné zacházení v souladu s platnou legislativou, pohodlné řešení, doposud nejšetrnější známý způsob likvidace vzhledem k životnímu prostředí.



Méně šetrný k životnímu prostředí – zvyšování objemu skládkového odpadu a znečištění atmosféry spalinami, nutnost objednat svoz a likvidaci určitý čas předem, představuje určité finanční náklady spojené především s dopravou.

2) Vhozením odpadů do veřejného komunálního odpadu

Stejně jako v případě metody 4, u likvidace kapalných odpadů, se jedná v podstatě o protiprávní jednání. Odpady s nebezpečnými vlastnostmi, jejichž vzniku nelze zabránit, musí být dle zákona č. 185/2001 využity či jinak odstraněny způsobem, který neohrožuje lidské zdraví či životní prostředí, a je zároveň v souladu s tímto zákonem a dalšími právními předpisy. [44]

Shrnutí:



Nulové likvidační náklady, pohodlné řešení nevyžadující žádnou zvláštní aktivitu.



Protiprávní jednání, poškozují zdraví lidí a zhoršují životní prostředí.

5 KALKULACE NÁKLADŮ NA EKOLOGICKOU LIKVIDACI ODPADŮ

V kalkulaci nákladů na likvidaci vycházím z množství odpadů uvedených v následujícím textu. Jedná se pouze o přibližné množství, přesná spotřeba je v rámci každého zkoumání individuální. Jednotky spotřebovaného množství jsou uváděny v závislosti na druhu odpadu v litrech či kusech za jeden rok.

Tabulka 3 Seznam ročního množství spotřebovaného odpadu kapalných a pevných látek

název odpadu	množství odpadu	jednotka
Chloroform	1,5	litrů/rok
Toluen	3	
Aceton	3	
IPA	18	
Ethanol	3	
Keramický nosný substrát	cca 60	kusů/rok

V tabulce 3 je uvedeno roční množství hlavních kapalných a pevných odpadů spotřebovaných během testování sensorových jednotek za rok. Ostatní kapalně odpady, se během výzkumu používají pouze nárazově. Přibližná spotřeba ostatních rozpouštědel uvedených v kapitole 2.4 je zhruba 1/4 litru a méně za jeden měsíc, v kalkulaci likvidace je počítáno se spotřebou 0,15 l/měsíc.

U plyných odpadů je dle jejich emisních limitů zřejmé, že není nutné, ba dokonce výhodné, tyto látky nějak dál zpracovávat. Přibližná spotřeba oxidů dusíku je přibližně 1 litr za měsíc, což dělá roční spotřebu pouhých 12 litrů, zatímco povolený emisní limit je až do hodnoty 10.000 kg/rok. Další poměrně hojně využívanou látkou při testování je dusík. Jeho spotřeba je až 100 l/měsíc, což ročně představuje o něco vyšší hodnotu, než je tomu u látky předešlé, a to zhruba 1200 l/rok. Přesto tento plyn nepředstavuje pro životní prostředí významnou zátěž a jeho ohlašovací emisní práh pro ovzduší není ve směrnici EU vůbec

stanoven. Vzhledem k poměrně nízké roční spotřebě plyných odpadů, nepředstavují tyto látky nijak velké nebezpečí pro životní prostředí, a při správné obsluze během jejich užívání nehrozí ani nebezpečí pro člověka samotného. Není nutné provádět kalkulaci likvidace těchto látek, protože vypouštění zbytkových plynů do atmosféry je zde jediným vhodným řešením. Náklady na tuto likvidaci jsou tudíž nulové. Napsáno dle ústního sdělení Tomáše Džugana (studenta ZČU, Univerzity 26, Plzeň) dne 14. května 2012. [61]

5.1 KALKULACE POŘÍZENÍ DESTILAČNÍHO PŘÍSTROJE

Při výběru recyklačního přístroje existuje spousta aspektů a pracovních podmínek, které je při výběru vhodného zařízení nutné brát v úvahu. Důležité je jak produkované množství rozpouštědel, tak samotný typ těchto rozpouštědel či prostředí, ve kterém má daný přístroj pracovat. Velmi důležitý je přesný seznam likvidovaných rozpouštědel a jejich vlastností, a to především teplota varu a samovznícení. Teplota varu neboli destilační teplota udává hodnotu, při které se kapalina za atmosférického tlaku mění v páru, proto je nutné, aby likvidovaná rozpouštědla měla tuto teplotu maximálně do hodnoty 150 °C. Pokud je vyšší, je zapotřebí dokoupit speciální generátory vakua.

Každá firma zabývající se problematikou recyklace rozpouštědel nabízí celou škálu destilačních přístrojů. Pro kalkulaci jsem vybrala dvě největší firmy operující na našem trhu, a kontaktovala je se specifickými podmínkami odpovídajícími výzkumu polovodičových senzorů.

Společnost Drex s. r. o.



Obrázek 9 Destilační přístroj IST C1 z [63]

Jako první jsem kontaktovala společnost Drex s. r. o., která dodává destilační přístroje italské firmy IST pro malou až střední kapacitu destilace. Tyto přístroje jsou dodávány zákazníkům přímo z Itálie. Při osobní konzultaci mi byl nabídnut přístroj IST C1 (viz obrázek 9). Jedná se o cenově nejdostupnější model, bez speciálního elektrického krytí vhodný pro práci mimo výbušné prostředí. Zařízení disponuje pouze jednoduchým ovládním

pomocí otočných regulátorů a časovače. Přibližná doba destilačního cyklu u tohoto zařízení se pohybuje okolo 2,5 až 3,5 hodiny, kapacita destilační nádrže činí 10 litrů. Zařízení je po zapojení schopné okamžitého provozu. Pro snadnější čištění a údržbu je vhodné dokoupit ještě destilační pytle, které eliminují čištění kotle na minimum, nejsou však podmiňující pro správný chod zařízení.

V tabulce 4 uvádím cenovou kalkulaci na pořízení přístroje IST C1. Uvedená cena je včetně nákladů na dopravu, instalaci zařízení a denního zaškolení pracovníků. Na zakoupený přístroj platí záruční lhůta 12 kalendářních měsíců.

Tabulka 4 Celková kalkulace na pořízení destilačního přístroje IST C1 v Kč

Kód	Název výrobku/služby	Cena bez DPH	Výše DPH (20 %)	Cena celkem
02010003	IST C1 Destilační přístroj	50.000,-	10.000,-	60.000,-
02010085	IST C1 Balné	900,-	180,-	1.080,-
02030007	IST C1 Destilační pytel 50 ks	2.650,-	530,-	3.180,-
Celkový součet				
		53.550,-	10.710,-	64.260,-

[62, 63]

Společnost Gamin s. r. o.



Obrázek 10 Destilační přístroj RS 120AH z [64]

Taktéž jsem kontaktovala ostravskou firmu Gamin s. r. o., která má ve své nabídce české destilační přístroje. Jejich nejnižší model RS 120AH je vybaven měděnou destilační nádrží o celkovém objemu 12 litrů. Tento přístroj je v provedení EX, což znamená, že je vybaven ochrannou proti výbuchu, a je schopný pracovat i ve výbušném prostředí. Přístroj dále disponuje novým LCD displejem

a mikroprocesorem, který umožňuje přesné nastavení a kontrolu během procesu destilace. Doba jednoho destilačního cyklu se pohybuje okolo 3,5 až 4,5 hodiny.

Měsíční náklady jsou dány pouze spotřebou elektrické energie a jednorázových sáčků nutných k údržbě destilační nádrže. Firma dále nabízí možnost úpravy zařízení zákazníkovi přímo na míru, jako je například průhledítka do kotle, či systém automatického napouštění a vypouštění rozpouštědla. Velkou výhodou je možnost si bezplatně odzkoušet přístroj ještě před samotným zakoupením. Tato služba zahrnuje zapůjčení a demonstraci přístroje přímo u zákazníka. Každý si tak může předem nezávazně odzkoušet, jak na daném pracovišti zařízení pracuje, či kvalitu vzniklého recyklátu. V tabulce 5 je uvedena kalkulace na pořízení přístroje RS 120AH.

Tabulka 5 Celková kalkulace na pořízení destilačního přístroje RS 120 AH v Kč

Kód	Název výrobku/služby	Cena bez DPH	Výše DPH (20 %)	Cena celkem
RS 120AH	Destilační přístroj, kapacita 12 litrů	101.500,-	20.300,-	121.800,-
BEUT12U	Fóliové sáčky pro RS 120 50 ks	2.250,-	450,-	2.700,-
	Dopravné a balné	2.500,-	500,-	3.000,-
Celkový součet				
		106.250,-	21.250,-	127.500,-

[64, 65]

Dále jsem provedla přibližnou kalkulaci ročních ušetřených nákladů na pořízení organických rozpouštědel při využívání přístroje na destilaci. Vzhledem k tomu, že účinnost destilace se pohybuje dle aktuálních podmínek, může se hodnota účinnosti výrazně měnit. Z tohoto důvodu je v tabulce 6 počítáno s dvěma hodnotami účinnosti a to 80 % a 90 %. Přibližné roční ušetřené náklady jsou pak spočítány dle klasického aritmetického průměru z těchto dvou výsledných hodnot, což činí částku 4.402,40,- Kč/rok. Uvedené ceny chemikálií jsou dle platného ceníku internetového obchodu firmy PENTA, a jsou platné pro lahve o objemu 1 l. [66]

Tabulka 6 Kalkulace ročních ušetřených nákladů při využívání recyklačního přístroje v Kč

Název rozpouštědla	Cena/l	Spotřeba l/rok	Náklady cena/rok	Procento	Roční ušetřené náklady
Chloroform	130,-	1,5	195,-	80	156,-
				90	175,50,-
Toluen	70,-	3	210,-	80	168,-
				90	189,-
Aceton	79,-	3	237,-	80	189,60,-
				90	213,30,-
IPA	110,-	18	1980,-	80	1.584,-
				90	1.782,-
Ethanol	619,-	3	1857,-	80	1.485,60,-
				90	1.671,30,-
Dichlormethan	135,-	1,8	243,-	80	194,40,-
				90	218,70,-
Dimethylformamid	154,-	1,8	277,20,-	80	221,80,-
				90	249,50,-
Cyklohexan	100,-	1,8	180,-	80	144,-
				90	162,-
Roční ušetřené náklady celkem				80	4.143,40,-
				90	4.661,30,-

Z výše uvedených kalkulací je zřejmé, že cenová nabídka firmy DREXX s. r. o. je téměř o polovinu nižší. Stále je však pořizovací cena přístroje IST C1 mnohonásobně vyšší než náklady na likvidaci pomocí specializované firmy. Pokud vezmeme přibližné roční ušetřené náklady na nákup rozpouštědel při používání destilačního přístroje a sečteme je

s nejnižší obdrženou cenovou nabídkou na likvidaci poptávaných odpadů, zjistíme, že návratnost investic do pořízení přístroje by byla až za 11 let užívání. Za tuto dobu lze navíc předpokládat možnost poškození přístroje, a tudíž by bylo nutné započítat další náklady na případnou opravu. V tomto konkrétním případě tedy nelze z ekonomického hlediska tuto možnost doporučit. Pořízení takového zařízení určitě stojí za zvážení u podniků, které mají výrazně vyšší spotřebu (alespoň několik desítek litrů za měsíc). Z hlediska ekologického je toto nejoptimálnější řešení pro životní prostředí, vzhledem k tomu že recyklace výrazně snižuje množství vznikajícího nebezpečného odpadu.

5.2 KALKULACE LIKVIDACE POMOCÍ SPECIALIZOVANÉ FIRMY

Pro tuto kalkulaci bylo kontaktováno několik firem zabývajících se likvidací nebezpečných odpadů. V následujícím textu jsou uvedeny tři cenově nejzajímavější nabídky likvidace vznikajících odpadů, které mi byly specializovanými podniky nabídnuty. Při výběru podniku bylo přihlédnuto i k tomu, jaký rozsah služeb daná společnost nabízí tak, aby bylo možno provést likvidaci všech vznikajících odpadů najednou. V příloze P6 je uveden seznam kontaktů na všechny firmy, jež byli kontaktovány a provedli řádnou cenovou nabídku likvidace daných odpadních látek.

Společnost Dekonta a. s.

Tato společnost provádí kompletní služby při likvidaci odpadů a to jak kapalných tak pevných. Zjišťuje komplexní služby od nakládky odpadů, převozu dle režimu ADR až po konečnou likvidaci nebezpečných odpadů. Tato společnost využívá k likvidaci těchto odpadů především skládkování. K úpravě těchto odpadů využívá několika různých fyzikálních, chemických a biologických metod. Patří sem především biodegradace, stabilizace organických i anorganických kontaminantů obsažených v odpadech, venting ex situ, promývání ex situ.

Společnost Dekonta a. s. prostřednictvím obchodního zástupce nabídla na poptávanou likvidaci velmi příjemnou cenovou nabídku. Poptávané kapalné i pevné odpady spadají do kategorie, jejíž likvidace je oceněna sazbou 24 Kč/kg. Náklady na dopravu činí 9 Kč/km. Jedná se o společnost, jež má svozné místo ve městě Slaný u Prahy. Vzdálenost nakládky

odpadů a svozného místa je 177 km. Při kalkulaci je započtena cesta tam i zpět. K výsledné ceně je ještě připočtena 20 % sazba DPH. Provedenou kalkulaci likvidace vznikajících odpadů dle firmy Dekonta a. s. můžete vidět v tabulce 7 ve sloupci s označením Cena 2.

Společnost byla vybrána především na základě výhodné cenové nabídky likvidace poptávaných odpadů. Bohužel se středisko likvidace nachází 177 km od sběrného místa, a tudíž se cena likvidace poptávaných odpadů díky nákladům na dopravu velmi prodraží. Další výhodou likvidace pomocí této firmy je možnost likvidace všech vznikajících odpadů při výzkumu senzorových jednotek najednou. [67, 68]

Společnost ELIOD servis s. r. o.

Společnost ELIOD servis zajišťuje realizaci veškerých služeb spojených s likvidací jak komunálních tak nebezpečných odpadů. Likvidaci nebezpečných odpadů zajišťují ukládáním na skládky nebezpečného odpadu či zpracováním ve spalovnách. Zneškodňování odpadů probíhá stejně jako v předchozím případě solidifikací, biodegradací, neutralizací a dalšími fyzikálními a chemickými úpravami vzniklých odpadů.

Cenová nabídka likvidace odpadů vznikajících při výzkumu senzorových jednotek je o něco vyšší než u první společnosti. Všechny poptávané odpady spadají do kategorie, jejíž likvidace je ohodnocena taxou 40 Kč/kg. Zpracování odpadů je prováděno na středisku ve Zruči, které je vzdáleno pouhých 15 km od sběrného místa. Vzhledem k tomu že k likvidaci dochází v obci blízké Plzni, neplatí se náklady na dopravu paušálně v Kč/km ale pouze jako jednorázový poplatek 350 Kč/svoz. Stejně jako v předchozím případě je do celkové částky připočtena hodnota DPH. Kalkulace likvidace poptávaných odpadů dle cenové nabídky společnosti ELIOD servis s. r. o. můžete vidět v tabulce 7 ve sloupci s označením Cena 1.

Stejně jako v předchozím případě lze v tomto podniku likvidovat všechny vznikající odpady. Navíc jsou zde díky blízké poloze likvidačního střediska velmi nízké cenové náklady na přepravu. Celkově je tedy i přes vyšší náklady na samotnou likvidaci mnohem výhodnější cenová nabídka společnosti ELIOD servis s. r. o. Náklady na likvidaci jsou oproti nabídce firmy Dekonta a. s. téměř trojnásobně nižší. [69, 70]

Vzhledem k tomu, že všechny nabídky jsou udávány v kilogramech a spotřebované odpady v litrech, bylo nutné spotřebu látek přepočítat. Přepočet byl proveden podle klasického vzorce:

$$m = \rho * V$$

ρ ... hustota kapaliny [kg/m³]

V... objem kapaliny [m³]

m... hmotnost [kg]

Spotřeba v kilogramech u každé chemické látky je přepočítána dle sazeb uvedených u jednotlivých firem. Dále jsou zde uvedeny náklady na dopravu odpadů. Nakonec je započítána ještě aktuální sazba DPH 20 %. V dalším řádku jsou ještě pro přesnost uvedeny i hodnoty DPH platné od příštího roku, kdy začne platit sjednocená sazba 17,5 %. Všechny přepočítané hodnoty včetně součtů jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Kalkulace nákladů na likvidaci kapalných odpadů pomocí specializovaných firem

Látka	Hustota [kg/m ³]	Spotřeba [l]	Hmotnost [kg]	Cena 1 [Kč]	Cena 2 [Kč]
Aceton	790	3	2,37	94,80,-	56,90,-
Toluen	866,9	3	2,6	104,-	62,40,-
Chloroform	1480	1,5	2,22	88,80,-	53,30,-
IPA	786	18	14,148	565,90,-	339,60,-
Ethanol	789	3	2,367	94,70,-	56,80,-
Dichlormethan	1325,5	1,8	2,3859	95,40,-	57,30,-
Dimethylformamid	948	1,8	1,7064	68,30,-	41,-
Cyklohexan	779	1,8	1,4022	56,10,-	33,70,-
Cena likvidace odpadů celkem				1.168,-	701,-
Náklady na dopravu				350,-	3.186,-
Náklady na likvidaci celkem bez DPH				1.518,-	3.887,-
DPH pro rok 2012 (20 %)				303,60,-	777,40,-
DPH pro rok 2013 (17,5 %)				265,70,-	680,20,-
Celkové náklady na likvidaci s DPH (rok 2012)				1.821,60,-	4.664,40,-

Pro pevné odpady je cena likvidace kvůli jejich znečištění stejná jako u kapalných odpadů. Přibližné rozměry substrátu jsou 9 x 6 mm a hmotnost 0,1 g. Vzhledem k tomu, že je cena likvidace udávána v kilogramech, a celková hmotnost přibližného počtu 60 kusů je okolo pouhých 6 gramů, pohybuje se cena likvidace v halířových položkách. Proto, pokud by probíhala likvidace pevných odpadů zvláště, by náklady tvořilo především dopravné. Z tohoto hlediska je tedy velmi výhodné, využít služeb společnosti, která nabízí komplexní služby v rámci likvidace nebezpečných odpadů, a tudíž může provést svoz všech vzniklých odpadů najednou.

V tabulce 8 je uvedena kalkulace likvidace pevných odpadů dle nabídek kontaktovaných společností a míra DPH. V posledním řádku je spočten celkový náklad na likvidaci všech odpadů vznikajících v rámci výzkumu polovodičových senzorů.

Tabulka 8 Kalkulace nákladů na likvidaci všech vznikajících odpadů

Název odpadu	Počet kusů	Hmotnost [kg]	Cena 1 [Kč]	Cena 2 [Kč]
Znečištěné nosné substráty	60	0,006	0,24,-	0,144,-
DPH pro rok 2012 (20 %)			0,048,-	0,029,-
DPH pro rok 2013 (17,5 %)			0,042,-	0,025,-
Celkové náklady na likvidaci nebezpečných odpadů			1.821,90,-	4.664,60,-

Společnost Kaiser servis s. r. o.

Společnost Kaiser servis s. r. o. poskytuje komplexní služby v oblasti ekologie, nakládání s odpady, čištění jímek a kanalizací. Jako jediná z uvedených společností navíc disponuje chemickou čističkou odpadních vod, což umožňuje mnohem ekologičtější a šetrnější likvidaci tekutých odpadů. Likvidace pevných nebezpečných odpadů je prováděna ve speciální provozovně v Rajhradcích u Brna, kde společnost disponuje dekontaminační. Své sídlo má umístěné v Brně, avšak disponuje dále ještě několika pobočkami umístěnými po celé České republice. Jedna z těchto poboček se nachází i v Plzni.

Cenová nabídka u této společnosti mi byla nabídnuta nikoli sazebně v Kč/kg, ale jako jednorázový paušální poplatek za kompletní poskytnuté služby. Výsledná cena zahrnuje dopravu, nákladku všech nebezpečných odpadů, výslednou likvidaci a DPH. [48, 71]

Tabulka 9 Kalkulace nákladů na likvidaci odpadů dle firmy Kaiser servis s .r .o.

kat. číslo	název odpadu/služby	cena [Kč]
07 01 04	Jiná organická rozpouštědla, promývací kapaliny a matečné louhy N	paušál 2.750,-
11 01 98	Jiné odpady obsahující nebezpečné látky N	
doprava	Přeprava odpadů včetně manipulace (nakládka) – dodávkové vozidlo Renault Master 1,6 t	
DPH pro rok 2012 (20 %)		550,-
DPH pro rok 2013 (17,5 %)		481,30,-
Náklady na likvidaci nebezpečných odpadů celkem		3.300,-

ZÁVĚR

Cílem této práce je nalézt takové řešení likvidace vznikajících odpadů při vývoji polovodičových senzorů, které bude představovat nejlepší kompromis mezi finanční a ekologickou stránkou. Vzhledem k tomu, že při procesu výzkumu vniká celá škála různých odpadů, jsou v mé práci vznikající odpady a metody jejich likvidace rozděleny dle jejich skupenství.

U plyných odpadů je řešení nejjednodušší. Roční spotřeba těchto odpadů je tak malá, že postačí likvidace pouhým ředěním s okolním vzduchem, tedy prosté vypouštění odpadních plynů do atmosféry.

Likvidace odpadů kapalných je o něco složitější a z hlediska metod likvidace zajímavější. Zde se nabízí hned několik alternativ. Jako nejperspektivnější je zpracování nebezpečných kapalných odpadních látek na alternativní paliva, jež pomáhají snižovat spotřebu fosilních paliv v cementářských pecích. Tato metoda je však pro malé rozšíření v České republice prozatím pouze písni budoucnosti. Z hlediska finančního by ale bylo zajímavé další trendy v tomto odvětví sledovat, taková likvidace by měla být podstatně méně finančně náročná, než jsou současné likvidační postupy.

Další velmi zajímavou variantou je využití speciálního destilačního přístroje, který umožňuje recyklaci vznikajících odpadních rozpouštědel. Počáteční pořizovací náklady jsou tak velké, že se jejich koupě vyplácí až podnikům s vyšší produkcí odpadních rozpouštědel. Pro naši aplikaci by nejlevnější přístroj stál po přepočtu celých 64.260,- Kč. Po drobných výpočtech zjistíme, že návratnost pouze počátečních nákladů by byla až za celých 11 let plného užívání. Z tohoto důvodu nelze tento způsob z finančního hlediska označit za vhodný, navíc by se jednalo pouze o zpracování kapalných odpadů a dále by vznikaly náklady na likvidaci odpadů pevných.

Poslední přijatelnou variantou je likvidace odpadů pomocí specializované likvidační firmy, těch se nachází po celé republice velké množství. Tato možnost zahrnuje likvidaci všech vznikajících odpadů, kapalých i pevných. Zpracování odpadů v těchto společnostech se podnik od podniku různí. Je využíváno metod spalování, ukládání na skládku nebezpečných odpadů či chemické ČOV pro likvidaci nebezpečných kapalin a kalů. Tento způsob se jeví

finančně nejvýhodněji. Do své práce jsem zapracovala 3 finančně nejzajímavější nabídky. Nejlevnější likvidaci nabídla společnost Eliod servis s. r. o. s konečnou cenou 1.821,90,- Kč za roční množství vzniklých odpadů.

Dále je zde varianta, která přímo porušuje zákon o odpadech, a to možnost vznikající odpady nadále nijak speciálně neupravovat či likvidovat. Tento způsob je však ekologicky i eticky naprosto nevhodný. V zákoně č. 185/2001 o odpadech v § 11 se přesně píše:

„Při posuzování vhodnosti způsobů odstranění odpadů má vždy přednost způsob, který zajistí vyšší ochranu lidského zdraví a je šetrnější k životnímu prostředí.“ [44]

I když je takové jednání z finančního hlediska nenáročné, nepovažuji částku 1.821,90,- Kč ročně za tak velké množství prostředků, které by stálo za ohrožení životního prostředí či dokonce lidského zdraví, což vzhledem k vlastnostem vznikajících odpadních kapalných látek rozhodně hrozí.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HUSÁK, Miroslav. *Senzorové systémy*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1993. 180 s.
- [2] KUBERSKÝ, Petr. *Polovodičové senzory plynů*. Plzeň, 2007. 42 s. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [3] TUPA, Jiří. *Řízení diagnostických procesů*. Plzeň, 2008. 99 s. Habilitační práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická.
- [4] Česká republika. Vyhláška o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí. In: *Sbírka zákonů č. 402/2011*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2011, částka 140.
- [5] O IRZ. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Integrovaný registr znečišťování* [online]. [2012] [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/node/108>
- [6] Právní předpisy v oblasti chemických látek. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [2012] [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/pravni_predpisy_chemicke_latky_2012
- [7] Platná chemická legislativa. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*[online]. 2011 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument93278.html>
- [8] KUČEROVÁ, Eva. *Elektrotechnické materiály*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická, Katedra technologických, měřicích a průmyslových systémů, 2002. 174 s
- [9] MALUČKÝ, Michal . *Konstrukce dělicího stroje DPS*. Zlín, 2010. 41 s, s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <http://dspace.knihovna.utb.cz/bitstream/handle/10563/13326/malu%C4%8Dk%C3%BD_2010_bp.pdf?sequence=1>.
- [10] ŠAŠEK, L. *Chemická technologie speciálních silikátových výrobků*. 1. vydání. Praha: VŠCHT, 1988. [cit. 2012-05-02].
- [11] SEDLAŘÍK, Pavel . *Fyzikálně-chemické vlastnosti geopolýmerů*. Zlín, 2006. 56 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z WWW: <http://dspace.knihovna.utb.cz/bitstream/handle/10563/1371/sedla%C5%99%C3%ADk_2006_dp.pdf?sequence=1>.
- [12] *Vítejte na Zemi* [online]. 2008 [cit. 2012-03-03]. Koloběh dusíku. Dostupné z WWW: <http://vitejtenazemi.cenia.cz/hry/vzduch/kolobeh_dusiku/index.html>.

- [13] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. c2002 [cit. 2012-03-03]. Celkový dusík. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/node/108>>.
- [14] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. C2002 [cit. 2012-03-18]. Oxidy dusíku. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/node/79>>.
- [15] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. C2002 [cit. 2012-03-18]. Amoniak. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/node/11>>.
- [16] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. C2002 [cit. 2012-03-18]. Toluén. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/node/95>>.
- [17] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. C2002 [cit. 2012-03-18]. Trichlormethan. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/node/101>>.
- [18] Technický benzín. In *Bezpečnostní list* [online]. Liberec : Severochema Liberec, 2010 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z WWW: <http://severochema.org/res/product_file/544_492.pdf>.
- [19] Technický benzín. In *Bezpečnostní list* [online]. Praha : Fuchs oil corporation, 2009 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z WWW: <http://www.fuchs-oil.cz/images/stories/file/Bezpecnostni_listy/Zbyvajici/BL%20Technicky%20benzin%2090-150.pdf>.
- [20] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. C2002 [cit. 2012-03-18]. Dichlormethan. Dostupné z WWW: <<http://www.irz.cz/irz/new/node/31>>.
- [21] Ethanol. In *Bezpečnostní list* [online]. [s.l.] : Mach chemikálie, 18.11.2009 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z WWW: <www.mach-chemikalie.cz/download.php?id=511>.
- [22] *Odmaturuj.cz* [online]. 08.05.2008 [cit. 2012-03-25]. Alkoholy. Dostupné z WWW: <<http://www.odmaturuj.cz/chemie/alkoholy/>>.
- [23] Isopropylalkohol. In *Bezpečnostní list* [online]. [s.l.] : ELCHEMCo, 17.11.1999, 25.11.2008 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://bl.elchemco.cz/elchemco/BL-IPA.pdf>>.
- [24] Isopropylalkohol. In *Bezpečnostní list* [online]. [s.l.] : PENTA, 3.11.2010 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z WWW: <http://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/i/bezplist_42.pdf>.
- [25] *Messaggiamento.com* [online]. c2006 [cit. 2012-03-25]. Pros And Cons Of Isopropyl Alcohol. Dostupné z WWW: <<http://www.messaggiamento.com/alternative/16255-pros-and-cons-of-isopropyl-alcohol.html>>.z WWW: <http://www.ges.cz/sheets/Bezplisty/ipa_kapalina.pdf>.

- [26] Cyklohexan. In *Bezpečnostní list* [online]. [s.l.] : Penta, 2010 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z WWW: <http://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/c/bezplist_162.pdf>.
- [27] Cyklohexan. In *Bezpečnostní list* [online]. [s.l.] : Mach chemikálie, 2010 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z WWW: <www.mach-chemikalie.cz/download.php?id=42>.
- [28] Cyklohexan. In *Bezpečnostní list* [online]. [s.l.] : Lach-Ner, 2004 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z WWW: <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/labtech/pdf/bezp_listy/cyklohexan.pdf>
- [29] Aceton. In *Bezpečnostní list* [online]. Šenov : EURO-Šarm, spol. s r.o. , 2007 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z WWW: <http://www.polyglass.cz/obchod/tl_bl/aceton_bl.pdf>.
- [30] Aceton. In *Bezpečnostní list* [online]. Liberec : Severochema, 19.11.2010 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z WWW: <[http://www.severochema.cz/sqlcache/33CLP%20BL%20Aceton%202011_II_\(novela_REACH\).pdf](http://www.severochema.cz/sqlcache/33CLP%20BL%20Aceton%202011_II_(novela_REACH).pdf)>.
- [31] ING. PETR ŠVEC - PENTA. *N,N-DIMETHYLFORMAMID*. Praha, 2010. Dostupné z: http://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/d/bezplist_234.pdf
- [32] EURO-ŠARM. *Dichlormethan*. Šenov, 2011. Dostupné z: www.eurosarm.cz/web/umkatalogdoc/149.pdf
- [33] STŘÍTESKÝ, Stanislav. *Elektrické transportní vlastnosti materiálů pro organickou elektroniku* [online]. Brno, 2012 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=50487. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Radek Přikryl.
- [34] JIANG, Jianzhuang. *Functional phthalocyanine molecular materials*. Berlin: Springer, c2010, 325 s. ISBN 978-364-2047-510.
- [35] JANČULA, Daniel. *Ekotoxikologické hodnocení metod používaných pro omezení masového rozvoje řas* [online]. Brno, 2006 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/63649/prif_m/diplomova_prace.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně. Vedoucí práce Blahoslav Maršálek.
- [36] *ChemicalBook: Chemical Search Engine* [online]. © 2008 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <http://www.chemicalbook.com/>
- [37] NEŠPŮREK, Stanislav, Jan PROKEŠ a Jaroslav STEJSKAL. Vodivé polymery. *Časopis Vesmír*. 2001, roč. 80, č. 1, s. 35-38. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanky/clanek/id/5505>

- [38] FLIMEL, Karol. Využití diketopyrolopyrolu a jeho derivátů. *ChemPoint* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, © 2012 [cit. 2012-05-26]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/vyuziti-diketopyrolopyrolu-a-jeho-derivatu>
- [39] Škoda JS s. r. o. *Nebezpečné odpady : soubor příspěvků konference*. Plzeň : Český svaz vědeckotechnických společností, 1999. 116 s.
- [40] KOLÁŘ, Ladislav; KUŽEL, Stanislav . *Odpadové hospodářství*. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2000. 193 s.
- [41] KRENÍKOVÁ, Věra . *Odpadové hospodářství*. Ústí nad Labem : Fakulta životního prostředí UJEP v Ústí nad Labem, 1999. 130 s.
- [42] KUDLÁČEK, Ivan. *Ekologie průmyslu*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 188 s.
- [43] *Český statistický úřad* [online]. c2011 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.czso.cz>>.
- [44] *Česká republika. Zákon ze dne 15. května 2001 č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. In *Sbírka zákonů ročník 2001. 2001, částka 145, s. 45*.
- [45] *Česká republika. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů)*. In: *Sbírka zákonů*. Tiskárna Ministerstva vnitra, 2001, roč. 2001, částka 145.
- [46] SEVEROCHEMA LIBREC. *Toluen*. Liberec, 2007. Dostupné z: <http://www.drogeriecerny.cz/bezpecnostni-listy/Toluen.pdf>
- [47] HACH LANGE GMBH. *Chloroform*. Praha, 2012. Dostupné z: http://www.hach-lange.cz/countrysites/action_q/download%3Bmsds/msds_document/cs%252F1445853%252Epdf/lkz/CZ/spkz/cs/TOKEN/LaS2TVu971-shFeCEisclBgsfDU/M/M3vB8Q
- [48] KAISER SERVIS. *Kaiser servis: odvoz odpadu, odpady, komunální odpad, čištění kanalizace* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.kaiserservis.cz/>
- [49] Likvidace nebezpečných odpadů a odpadních vod na moderní stanici v areálu Zetor v Brně. *Enviweb.cz: Odpadové hospodářství, ekonomika životního prostředí* [online]. © 1996-2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://enviweb.ihned.cz/clanek/91085/likvidace-nebezpecnych-odpadu-a-odpadnich-vod-na-moderni-standici-v-arealu-zetor-v-brne>

- [50] Technologie na zpracování odpadů. KAISER SERVIS. *Kaiser servis - odvoz odpadu, odpady, komunální odpad, čištění kanalizace* [online]. 2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.kaiserservis.cz/technologie>
- [51] Likvidace odlakovacích médií. ABL-TECHNIC. *Vítejte u ABL-TECHNIC* [online]. © 2010 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.abl-technic.de/profil-cs/management-zivotniho-prostredi/likvidace-odlakovacich>
- [52] ŠIŠPEROVÁ, Michaela. Organická rozpouštědla a možnosti jejich zpracování. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2007, č. 4 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/organicka-rozpoustedla-a-moznosti-jejich-zpracovani.html>
- [53] DOLEŽAL, Ivan. Destilační přístroj IST 90 EEXD Digit. *Svět tisku: Destilační přístroj IST 90 EEXD Digit* [online]. 2003 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=199&buxus_svettisku=f3f3
- [54] TAP: linka na výrobu alternativního paliva. .A.S.A. *Vítejte v .A.S.A.: služby odpadového hospodářství v ČR* [online]. 2009-2012 [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.asa-group.com/cs/Ceska-republika/Provozovny/A-S-A-spol-s-r-o-provozovna-Brno/TAP-linka-na-vyrobu-alternativniho-paliva-Brno.asa>
- [55] ODPADOVÉ FÓRUM. *Energetické využití odpadů: Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie*. Praha, 2010. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf>
- [56] PÍCHALOVÁ, Kristýna. Náhradní paliva. Zlín, 2008. bakalářská práce (Bc.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [57] Současná paliva v cementářském průmyslu. *Odpadové fórum*. 2009, č. 2, s. 1-12. Mimořádná příloha časopisu ODPADOVÉ FÓRUM I. díl. Dostupný z: <http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha3.pdf>
- [58] Evropská unie. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 166/2006 ze dne 18. ledna 2006, kterým se zřizuje evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek a kterým se mění směrnice Rady 91/689/EHS a 96/61/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2006. Dostupné z: http://www.irz.cz/repository/e-prtr_regulace.pdf
- [59] SÁKRA, Tomáš. Přehled fyzikálně chemických metod zpracování průmyslových odpadů v České republice. In: *ENVI UPCE: Stránky pro on-line podporu environmentálně zaměřených předmětů vyučovaných na Dopravní fakultě Jana Pernera Univerzity Pardubice* [online]. Ústav ochrany životního prostředí, [2004] [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: <http://envi.upce.cz/publikace/sakra.html>

- [60] Teze přednášek k předmětu Odpady potravinářské výroby distribuce a prodeje. In: *Ústav veterinární ekologie a ochrany životního prostředí* [online]. Brno: Fakulta veterinární hygieny a ekologie, [2011] [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: http://fvhe.vfu.cz/adresa/sekce_ustavy/uvozp/Tezeprednasek_Odpady.pdf
- [61] Tomáš Džugan - ústní sdělení (student ZČU, Univerzita 26, Plzeň) dne 14. května 2012
- [62] *DREXX s. r. o.: recyklace ředidel, destilační přístroje, fotopolymerní desky, lepicí pásy, UV barvy* [online]. [2012] [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.drexx.cz/>
- [63] DREXX S. R. O. *Cenová nabídka sortimentu*. Lány, 2012.
- [64] GAMIN S. R. O. *Cenová nabídka sortimentu*. Ostrava, 2012.
- [65] GAMIN S. R. O. *Recyklace ředidel* [online]. 2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.recyklace-redidel.cz/>
- [66] ING. PETR ŠVEC - PENTA. *Ceník laboratorních, čistých a speciálních chemikálií*. Praha, 2012. Dostupné z: http://www.pentachemicals.eu/ceniky/cenicz_1.pdf
- [67] DEKONTA A. S. *Dekonta a.s.: Dekontaminace, havarijní služba, nebezpečný odpad, biofiltr* [online]. 2012 [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: <http://www.dekonta.cz/>
- [68] DEKONTA A. S. *Cenová nabídka služeb*. Slaný, 2012.
- [69] ELIOD SERVIS S. R. O. *Eliod servis: ekologická likvidace odpadů* [online]. [2012] [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: <http://www.eliodservis.cz/>
- [70] ELIOD SERVIS S. R. O. *Cenová nabídka služeb*. Zruč-Senec, 2012.
- [71] KAISER SERVIS, spol. s. r. o. *Cenová nabídka služeb*. Brno, 2012.

SEZNAM PŘÍLOH

- P1:** Seznam standardních vět označujících specifickou rizikovost (Seznam R-vět) dle přílohy č. 6 k vyhlášce č. 402/2011
- P2:** Seznam standardních pokynů pro bezpečné zacházení (Seznam S-vět) dle přílohy č. 7 k vyhlášce č. 402/2011
- P3:** Výstražné symboly a písmenná označení nebezpečných vlastností dle přílohy č. 5 k vyhlášce č. 402/1011
- P4:** Platné právní předpisy v oblasti chemických látek
- P5:** Platná legislativa v oblasti odpadového hospodářství
- P6:** Podrobná mapa a seznam kontaktovaných firem zabývajících se likvidací nebezpečného odpadu

**PŘÍLOHA P1: SEZNAM STANDARTNÍCH VĚT OZNAČUJÍCÍCH
SPECIFICKOU RIZIKOVOST (SEZNAM R-VĚT) DLE PŘÍLOHY
Č. 6 K VYHLÁŠCE Č. 402/2011**

JEDNODUCHÉ R-VĚTY

R 1	Výbušný v suchém stavu
R 2	Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
R 3	Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření ohni nebo působení jiných zdrojů zapálení
R 4	Vytváří vysoce výbušné kovové sloučeniny
R 5	Zahřívání může způsobit výbuch
R 6	Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu
R 7	Může způsobit požár
R 8	Dotek hořlavého materiálu může způsobit požár
R 9	Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem
R 10	Hořlavý
R 11	Vysoce hořlavý
R 12	Extrémně hořlavý
R 14	Prudce reaguje s vodou
R 15	Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny
R 16	Výbušný při smíchání s oxidačními látkami
R 17	Samovznětlivý na vzduchu
R 18	Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem
R 19	Může vytvářet výbušné peroxidy

R 20	Zdraví škodlivý při vdechování
R 21	Zdraví škodlivý při styku s kůží
R 22	Zdraví škodlivý při požití
R 23	Toxický při vdechování
R 24	Toxický při styku s kůží
R 25	Toxický při požití
R 26	Vysoce toxický při vdechování
R 27	Vysoce toxický při styku s kůží
R 28	Vysoce toxický při požití
R 29	Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
R 30	Při používání se může stát vysoce hořlavým
R 31	Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
R 32	Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
R 33	Nebezpečí kumulativních účinků
R 34	Způsobuje poleptání
R 35	Způsobuje těžké poleptání
R 36	Dráždí oči
R 37	Dráždí dýchací orgány
R 38	Dráždí kůži
R 39	Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků
R 40	Podezření na karcinogenní účinky
R 41	Nebezpečí vážného poškození očí
R 42	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování
R 43	Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží

R 44	Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu
R 45	Může vyvolat rakovinu
R 46	Může vyvolat poškození dědičných vlastností
R 48	Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví
R 49	Může vyvolat rakovinu při vdechování
R 50	Vysoce toxický pro vodní organismy
R 51	Toxický pro vodní organismy
R 52	Škodlivý pro vodní organismy
R 53	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 54	Toxický pro rostliny
R 55	Toxický pro živočichy
R 56	Toxický pro půdní organismy
R 57	Toxický pro včely
R 58	Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí
R 59	Nebezpečný pro ozonovou vrstvu
R 60	Může poškodit reprodukční schopnost
R 61	Může poškodit plod v těle matky
R 62	Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti
R 63	Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky
R 64	Může poškodit kojené dítě
R 65	Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic
R 66	Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže
R 67	Vdechnutí par může způsobit ospalost a závratě
R 68	Možné nebezpečí nevratných účinků

KOMBINOVANÉ R-VĚTY

R 14/15	Prudce reaguje s vodou za uvolňování extrémně hořlavých plynů
R 15/29	Při styku s vodou uvolňuje toxický, extrémně hořlavý plyn
R 20/21	Zdraví škodlivý při vdechování a při styku s kůží
R 20/22	Zdraví škodlivý při vdechování a při požití
R 20/21/22	Zdraví škodlivý při vdechování, styku s kůží a při požití
R 21/22	Zdraví škodlivý při styku s kůží a při požití
R 23/24	Toxický při vdechování a při styku s kůží
R 23/25	Toxický při vdechování a při požití
R 23/24/25	Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R 24/25	Toxický při styku s kůží a při požití
R 26/27	Vysoce toxický při vdechování a při styku s kůží
R 26/28	Vysoce toxický při vdechování a při požití
R 26/27/28	Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití
R 27/28	Vysoce toxický při styku s kůží a při požití
R 36/37	Dráždí oči a dýchací orgány
R 36/38	Dráždí oči a kůži
R 36/37/38	Dráždí oči, dýchací orgány a kůži
R 37/38	Dráždí dýchací orgány a kůži
R 39/23	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R 39/24	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R 39/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R 39/23/24	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží

R 39/23/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R 39/24/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 39/23/24/25	Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R 39/26	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování
R 39/27	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží
R 39/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při požití
R 39/26/27	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 39/26/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování a při požití
R 39/27/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při styku s kůží a při požití
R 39/26/27/28	Vysoce toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití
R 42/43	Může vyvolat senzibilizaci při vdechování a při styku s kůží
R 48/20	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R 48/21	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R 48/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R 48/20/21	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R 48/20/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R 48/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním

R 48/20/21/22	Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R 48/23	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním
R 48/24	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží
R 48/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici požíváním
R 48/23/24	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a stykem s kůží
R 48/23/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním a požíváním
R 48/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží a požíváním
R 48/23/24/25	Toxický: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici vdechováním, stykem s kůží a požíváním
R 50/53	Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 51/53	Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 52/53	Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
R 68/20	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování
R 68/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží
R 68/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při požití
R 68/20/21	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při styku s kůží
R 68/20/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování a při požití
R 68/21/22	Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při styku s kůží a při požití

R 68/20/21/22 Zdraví škodlivý: možné nebezpečí nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití

**PŘÍLOHA P2: SEZNAM STANDARDNÍCH POKYNŮ PRO
BEZPEČNÉ ZACHÁZENÍ (SEZNAM S-VĚT) DLE PŘÍLOHY Č. 7
K VYHLÁŠCE Č. 402/2011**

JEDNODUCHÉ S-VĚTY

- | | |
|-------------|--|
| S 1 | Uchovávejte uzamčené |
| S 2 | Uchovávejte mimo dosah dětí |
| S 3 | Uchovávejte na chladném místě |
| S 4 | Uchovávejte mimo obytné objekty |
| S 5 | Uchovávejte pod ... (příslušnou kapalinu specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel) |
| S 6 | Uchovávejte pod ... (inertní plyn specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel) |
| S 7 | Uchovávejte obal těsně uzavřený |
| S 8 | Uchovávejte obal suchý |
| S 9 | Uchovávejte obal na dobře větraném místě |
| S 12 | Neuchovávejte obal těsně uzavřený |
| S 13 | Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv |
| S 14 | Uchovávejte odděleně od ... (vzájemně vylučující látky uveďte výrobně/dovozce/následný uživatel) |
| S 15 | Chraňte před teplem |
| S 16 | Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – Zákaz kouření |
| S 17 | Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů |
| S 18 | Zacházejte s obalem opatrně a opatrně jej otevírejte |
| S 20 | Nejezte a nepijte při používání |
| S 21 | Nekuřte při používání |

- S 22 Nevdechujte prach
- S 23 Nevdechujte plyny/dýmy/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 24 Zamezte styku s kůží
- S 25 Zamezte styku s očima
- S 26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc
- S 27 Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení
- S 28 Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím ... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 29 Nevylévejte do kanalizace
- S 30 K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu
- S 33 Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
- S 35 Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
- S 36 Používejte vhodný ochranný oděv
- S 37 Používejte vhodné ochranné rukavice
- S 38 V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů
- S 39 Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej
- S 40 Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte ... (specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 41 V případě požáru nebo výbuchu nevdechujte dýmy
- S 42 Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek k ochraně dýchacích orgánů (specifikace uvede výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 43 V případě požáru použijte ... (uved'te zde konkrétní typ hasicího zařízení. Pokud zvyšuje riziko voda, připojte "Nikdy nepoužívat vodu")
- S 45 V případě nehody nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno ukažte toto označení)

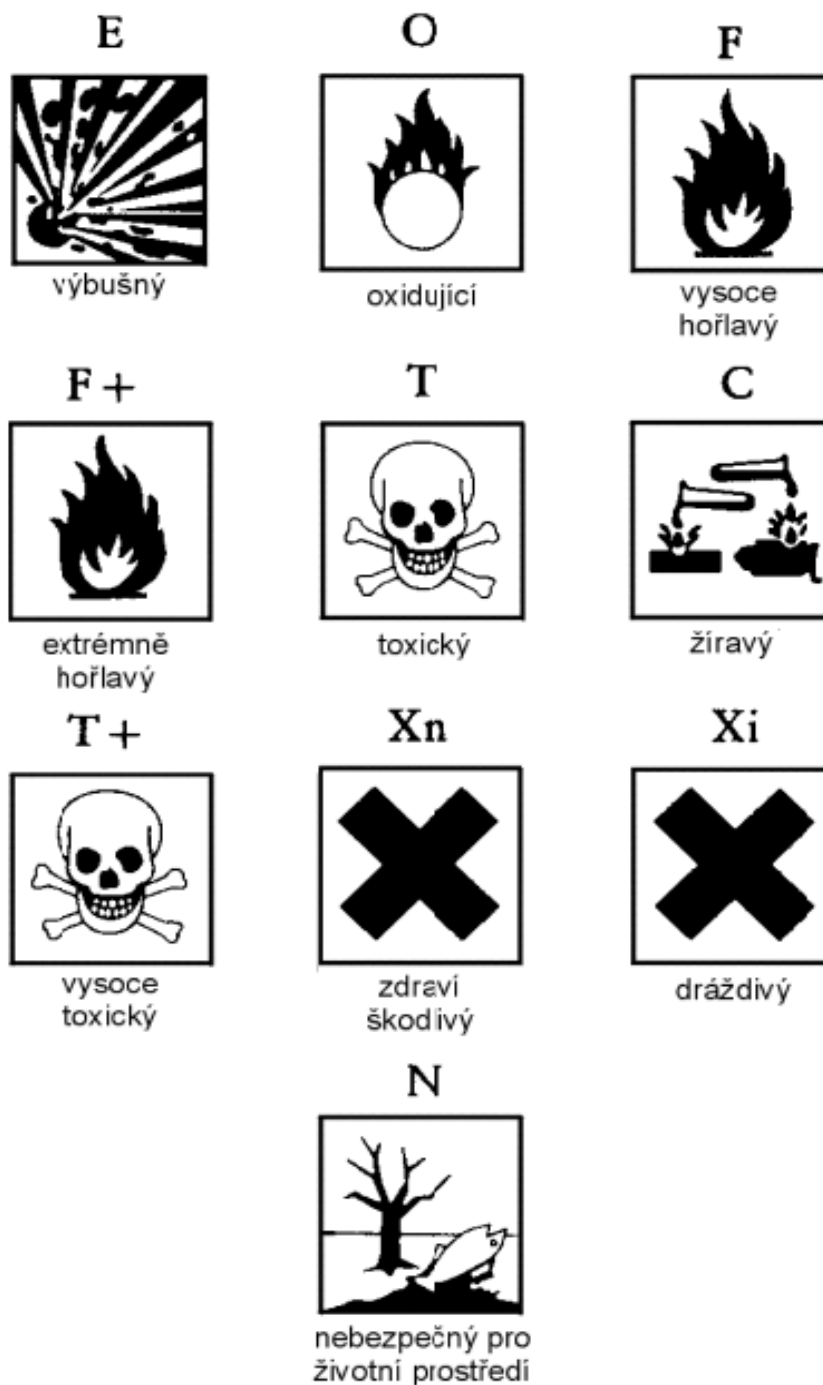
- S 46** Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S 47** Uchovávejte při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 48** Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ... (vhodnou látku specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 49** Uchovávejte pouze v původním obalu
- S 50** Nesměšujte s ... (specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 51** Používejte pouze v dobře větraných prostorách
- S 52** Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy
- S 53** Zamezte expozici – před použitím si obzarejte speciální instrukce
- S 56** Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
- S 57** Použijte vhodný obal k zamezení kontaminace životního prostředí
- S 59** Informujte se u výrobce/dovozce/následného uživatele o regeneraci nebo recyklaci
- S 60** Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad
- S 61** Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy
- S 62** Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S 63** V případě nehody při vdechnutí: přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu
- S 64** Při požití vypláchněte ústa velkým množstvím vody (pouze je-li postižený při vědomí)

KOMBINOVANÉ S-VĚTY

- S 1/2** Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí
- S 3/7** Uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě

- S 3/9/14** Uchovávejte na chladném dobře větraném místě odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uveďte výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 3/9/14/49** Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě, odděleně od ... (vzájemně se vylučující látky uveďte výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 3/9/49** Uchovávejte pouze v původním obalu na chladném, dobře větraném místě
- S 3/14** Uchovávejte na chladném místě, odděleně od ... (vzájemně se vylučující materiály uveďte výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 7/8** Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý
- S 7/9** Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě
- S 7/47** Uchovávejte obal těsně uzavřený, při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 20/21** Nejezte, nepijte a nekuřte při používání
- S 24/25** Zamezte styku s kůží a očima
- S 27/28** Při styku s kůží okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím ... (vhodnou kapalinu specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)
- S 29/35** Nevylévejte do kanalizace, tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
- S 29/56** Nevylévejte do kanalizace, zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
- S 36/37** Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice
- S 36/37/39** Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
- S 36/39** Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné brýle nebo obličejový štít
- S 37/39** Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít
- S 47/49** Uchovávejte pouze v původním obalu při teplotě nepřesahující ... °C (specifikuje výrobce/dovozce/následný uživatel)

**PŘÍLOHA P3: VÝSTRAŽNÉ SYMBOLY A PÍSMENNÁ
OZNAČENÍ NEBEZPEČNÝCH VLASTNOSTÍ DLE PŘÍLOHY Č. 5
K VYHLÁŠCE Č. 420/2011**



PŘÍLOHA P4: PLATNÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY V OBLASTI CHEMICKÝCH LÁTEK

↪ Platnou právní úpravou v oblasti chemických látek a směsí v ČR je zákon č. 350/2011 Sb., který upravuje náš právní řád na následující nařízení ES:

1. **(ES) č. 1907/2006** o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení chemické agentury pro chemické látky, a o změně některých dalších směrnic EU
 - (ES) č. 987/2008, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu IV a V
 - (ES) č. 134/2009, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XI
 - (ES) č. 552/2009, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XII
 - (EU) č. 276/2010, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XII
 - (EU) č. 453/2010, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu II
 - (EU) č. 143/2010, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XIV
 - (EU) č. 207/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XVII (pentabromdifenylether a PFOS)
 - (EU) č. 252/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu I
 - (EU) č. 253/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XIII
 - (EU) č. 366/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XVII (akrylamid)
 - (EU) č. 494/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1907/2006, pokud jde o přílohu XVII (kadmium)
2. **(ES) č. 1272/2008** o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, a o změně některých dalších směrnic EU

- (ES) č. 790/2009, kterým se pro účely přizpůsobení vědeckotechnickému pokroku mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí. Změny se týkají přílohy VI, tabulek 3.1 a 3.2.
 - (ES) č. 286/2011, kterým se pro účely přizpůsobení vědeckotechnickému pokroku mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí
3. **(ES) č. 689/2008** o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek
- (EU) č. 15/2010, kterým se mění příloha I nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 689/2008 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek
 - (EU) č. 196/2010, kterým se mění příloha I nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 689/2008 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek
 - (EU) č. 186/2011, kterým se mění příloha I nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 689/2008 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek
 - (EU) č. 214/2011, kterým se mění přílohy I a V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 689/2008 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek
 - (EU) č. 834/2011, kterým se mění příloha I nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 689/2008 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek
4. **(ES) č. 648/2004** o detergentech
- (ES) č. 907/2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 648/2004 o detergentech za účelem přizpůsobení příloh III a VII uvedeného nařízení
 - (ES) č. 1336/2008, kterým se mění nařízení (ES) č. 648/2004 za účelem jeho přizpůsobení nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí
 - (ES) č. 551/2009, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 648/2004 o detergentech za účelem přizpůsobení příloh V a VI uvedeného nařízení
5. **(ES) č. 850/2004** o perzistentních organických znečišťujících látkách, a o změně některých dalších směrnic EU

- (ES) č. 1195/2006, kterým se mění příloha IV nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 o perzistentních organických znečišťujících látkách
 - (ES) č. 172/2007, kterým se mění příloha V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 o perzistentních organických znečišťujících látkách
 - (ES) č. 323/2007, kterým se mění příloha V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 o perzistentních organických znečišťujících látkách a o změně směrnice 79/117/EHS
 - (ES) č. 304/2009, kterým se mění přílohy IV a V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004, pokud jde o zpracování odpadů obsahujících perzistentní organické znečišťující látky v procesech tepelné a metalurgické produkce
 - (EU) č. 756/2010, kterým se mění přílohy IV a V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 o perzistentních organických znečišťujících látkách
 - (EU) č. 757/2010, kterým se mění přílohy I a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 o perzistentních organických znečišťujících látkách
6. **(ES) č. 1102/2008** o zákazu vývozu kovové rtuti a některých sloučenin a směsí rtuti a bezpečném skladování kovové rtuti
7. **(ES) č. 440/2008** kterým se stanovují zkušební metody podle nařízení (ES) č. 1907/2006
- (ES) č. 761/2009, kterým se přizpůsobuje technickému pokroku nařízení (ES) č. 440/2008, kterým se stanoví zkušební metody podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek
 - (EU) č. 1152/2010, kterým se přizpůsobuje technickému pokroku nařízení (ES) č. 440/2008, kterým se stanoví zkušební metody podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH)
8. **(ES) č. 340/2008** o poplatcích a platbách Evropské agentury pro chemické látky podle nařízení (ES) č. 1907/2006
9. **(ES) č. 440/2010** o poplatcích placených Evropské agentury pro chemické látky podle nařízení (ES) č. 1272/2008

10. **(ES)č. 771/2008** kterým se stanovuje organizační a jednací řád odvolávacího senátu
Evropské agentury pro chemické látky

↳ K provedení výše uvedeného zákon je v platnosti pouze jeden platný právní předpis,
a to vyhláška č. 401/2011 Sb.

PŘÍLOHA P5: PLATNÁ LEGISLATIVA V OBLASTI ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ



Platné zákony:

- **č. 477/2001 Sb.**, Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech) - úplné znění
- **č. 185/2001 Sb.**, Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů



Platné vyhlášky:

- **č. 116/2002 Sb.**, Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu o způsobu označování vratných zálohovaných obalů
- **č. 237/2002 Sb.**, Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků
- **č. 294/2005 Sb.**, Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- **č. 341/2008 Sb.**, Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)
- **č. 351/2008 Sb.**, Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů
- **č. 352/2005 Sb.**, Vyhláška o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady)

- **č. 352/2008 Sb.**, Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru a zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků (o podrobnostech nakládání s autovraky)
- **č. 353/2005 Sb.**, Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků, ve znění vyhlášky č. 505/2004 Sb., a vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů
- **č. 374/2008 Sb.**, Vyhláška č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů a o změně vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), ve znění pozdějších předpisů
- **č. 376/2001 Sb.**, Vyhláška Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zdravotnictví o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů
- **č. 381/2001 Sb.**, Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů)
- **č. 382/2001 Sb.**, Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě
- **č. 383/2001 Sb.**, Vyhláška o bateriích a akumulátorech a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- **č. 384/2001 Sb.**, Vyhláška Ministerstva životního prostředí o nakládání s polychlorovanými bifenyly, polychlorovanými terfenyly, monometyltetrachlorordifenylmetanem, monometyldichlorodifenylmetanem, monometyldibromdifenylmetanem

a veškerými směsmi obsahujícími kteroukoliv z těchto látek v koncentraci větší než 60 mg/kg (o nakládání s PCB)

- **č. 641/2004 Sb.**, Vyhláška MŽP o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů z této evidence

↪ Platná nařízení:

- **č. 111/2002 Sb.**, Nařízení vlády, kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů
- **č. 197/2003 Sb.**, Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství České republiky

PŘÍLOHA P6: PODROBNÁ MAPA A SEZNAM KONTAKTOVANÝCH FIREM ZABÝVAJÍCÍCH SE LIKVIDACÍ NEBEZPEČNÉHO ODPADU



Logo společnosti	Název společnosti	Místo pobočky/centrály	Kontakt
Prodejci přístrojů na recyklaci rozpouštědel			
	Gamin s. r. o.	Ostrava	pospisilova@gamin.cz 777 243 079
	DREXX s. r. o.	Lány	ivo.elicer@drexx.cz 728 017 120

Firmy zabývající se likvidací nebezpečných odpadů			
	ELIOD servis s. r. o.	Zruč-Senec	hakr@eliodservis.cz 377 338 533
	Dekonta a. s.	Slaný	turek@dekonta.cz 602 107 819
	Kaiser servis s. r. o.	Brno pobočka Plzeň	cervenkova@kaiserservis.cz 731 566 803
	ADC služby s. r. o.	Podbřežice	nabilek@adcsluzby.cz 547 228 242