



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Zpomalovače hoření v běžném životě**

## **Bakalářská práce**

Studijní program: **OCHRANA OBYVATELSTVA**

**Autor:** Petra Kolářová

**Vedoucí práce:** Ing. Kristýna Šimák Líbalová

České Budějovice 2020

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „**Zpomalovače hoření v běžném životě**“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 31. 5. 2020 .....

Petra Kolářová

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Kristýně Šimák Líbalové za hodnotné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování práce poskytovala.

# Zpomalovače hoření v běžném životě

## Abstrakt

Úvodní část definuje oblasti použití zpomalovačů hoření, účel jejich použití a vysvětluje nutnost uskutečnění rozhovorů s odbornou veřejností.

V teoretické části je popsán princip funkce, rozdělení a přehled některých používaných zpomalovačů hoření. Dále jsou vybrány konkrétní druhy zpomalovačů hoření včetně jejich charakteristik v návaznosti na právní předpisy.

Praktická část analyzuje na základě strukturovaných rozhovorů s odbornou veřejností to, jak vnímá odborná veřejnost zpomalovače hoření z praktického hlediska a jejich profesní odbornosti.

V závěru práce je uvedeno vyhodnocení získaných informací z jednotlivých oblastí odborné veřejnosti s návrhem případných opatření na zlepšení.

**Klíčová slova:** Hexabromcyklododekan; hexabromobifenyl; polybromované difenylethery; bioakumulace.

# **Retarding Agents in the Process of Burning in Everyday Life**

## **Abstract**

The introductory part defines the areas of use of flame retardants, the purpose of their use and explains the need for interviews with the professional public.

The theoretical part describes the principle of operation, distribution and an overview of some of the used flame retardants. Furthermore, specific types of flame retardants are selected, including their characteristics in connection with legislation.

The practical part analyses, on the basis of structured interviews with the professional public, how the professional public perceives flame retardants from a practical point of view and their professional expertise.

At the conclusion of the work is the evaluation of the information obtained from individual areas of the professional public with a proposal for possible improvement.

**Keywords:** Hexabromcyclododecane; hexabromobiphenyl; polybrominated diphenyl ethers; bioaccumulation.

## Obsah

1	Úvod.....	8
2	Teoretická část .....	10
2.1	Zpomalovače hoření.....	10
2.2	Princip funkce zpomalovačů hoření v polymerech.....	12
2.3	Rozdělení zpomalovačů hoření.....	13
2.4	Přehled používaných zpomalovačů hoření.....	14
3	Bromované zpomalovače – druhy a charakteristika.....	17
3.1	Hexabromcyklododekan – HBCDD .....	17
3.2	Hexabromobifenyl – HBB .....	18
3.3	Polybromované difenylethery-PBDEs.....	21
4	Stockholmská úmluva.....	25
5	Nariadení REACH a CLP .....	26
6	Výzkumná otázka a metodika výzkumu.....	28
6.1	Cíle práce .....	28
6.2	Metodika výzkumu.....	29
7	Výsledky .....	30
7.1	Strukturovaný rozhovor – otázky.....	30
7.2	Rozhovory ve skupině HZS ČR.....	31
7.3	Rozhovory ve skupině průmysl.....	35
7.4	Rozhovory ve skupině školství .....	38
7.5	Rozhovory ve skupině zdravotnictví.....	42
7.6	Vyhodnocení uzavřených otázek .....	45
7.7	Vyhodnocení otevřených otázek.....	53

8	Diskuze .....	57
9	Závěr .....	61
10	Seznam literatury a zdrojů .....	63
11	Seznam zkratk .....	67
12	Seznam tabulek .....	68
13	Seznam obrázků.....	69
14	Seznam grafů .....	70

# 1 Úvod

Nikdo z nás si neumí představit nebo nedokáže domyslet, jak by vypadal dnešní svět bez polymerních materiálů. Nebylo by například možné užívat si dnešního komfortu, jak v domácnostech, tak v dopravě obecně, neměli bychom rozvody elektřiny, vody, různou elektroniku, sportovní vybavení, textilní zboží a v neposlední řadě i mimo jiné některé stavební prvky. Rozmach výrobního průmyslu vede k vývoji a využívání nových materiálů, které díky svému původu v chemických syntézách s sebou přinášejí kromě řady pozitivních vlastností polymerních výrobků (elasticita, lehkost, pevnost aj.) také vyšší míru hořlavosti, protože jsou uhlovodíkového základu. Za účelem potlačení této nepříznivé vlastnosti nových materiálů se nejen do výrobků denní potřeby, ale i do různých výrobních pomůcek a nástrojů, přidávají další chemické směsi, tzv. retardanty (zpomalovače hoření). Ty dokážou případné jednotlivé zahoření a následný možný rozvoj do požáru buď zpomalit, nebo zcela eliminovat.

Tato vlastnost vedoucí ke zpomalení hoření polymerů je jistě žádoucí, ale má i svou druhou, méně známou stránku, kterou je negativní vliv na zdraví a životní prostředí. Zpomalovače jako takové jsou vlastně dilema jak z hlediska konstrukce a výroby produktů, tak z hlediska celospolečenského. Obzvláště dnes, kdy se akcentuje návrat k přírodním materiálům a celkově zdravý životní styl. V některých veřejných kruzích se staly zpomalovače hoření často diskutovanými, ovšem informovanost veřejnosti o celé problematice je značně povrchní. Každý jednotlivec by si měl sám uvědomit a zvážit případnou absenci zpomalovačů v jinak vysoce hořlavých materiálech, kterými polymery jsou. Získá tím sice zdravotní nezávadnost některých polymerů, ale v případě požáru bude muset čelit mnohem vyššímu nebezpečí v podobě otevřeného ohně.

V uplynulých letech jsme z různých rozhovorů a běžné komunikace zaregistrovali prakticky nižší míru povědomí současné populace o těchto látkách. Zaujalo nás to, a tak jsme se rozhodli uskutečnit rozhovory s odbornou veřejností, která není se zpomalovači hoření primárně spojována. Předpokládáme, že by se získané informace mohly dostat k běžným uživatelům, kterými jsme v podstatě my všichni. Z toho důvodu se zaměřujeme na to, aby práce měla charakter výchovně vzdělávací a s těžištěm v odborné rovině. Pro



zájemce, kteří by se s problematikou zpomalovačů chtěli blíže seznámit, je zpracovaný i přehled odborné literatury.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Zpomalovače hoření

Zpomalovače hoření definujeme jako chemické sloučeniny, které mění způsob pyrolýzy polymerů nebo pozměňují oxidační reakce při hoření (Štěpek, 1989).

Přidávají se do materiálů za účelem zpomalení hoření nebo předcházení vznícení a tím zlepšují tepelnou odolnost materiálů. Zpomalovače nazýváme rovněž jako retardéry nebo zhášeče hoření a značí se zkratkou FR (**F**ire **R**etardants) (Ocelka, 2017).

Podle chemického složení zpomalovačů se jedná o sloučeniny obsahující prvky – brom, fosfor, chlor, antimon, hliník, hořčík, dusík, bor, síra, křemík, vápník a ojediněle sloučeniny některých dalších kovových prvků, např. zinek, železo, cín, molybden. Nejvíce jsou zpomalovače sloučeninami bromu, fosforu, chloru, antimonu, hliníku a dusíku. Zpomalovače, které obsahují halogeny, patří většinou mezi aromatické, alifatické nebo alicyklické sloučeniny (Masařík, 2003).

Působení zpomalovačů obsahujících halogen závisí na pevnosti vazby uhlík – halogen. Nejúčinnější jsou sloučeniny s alifaticky vázaným bromem. Podle literatury mají aromatické bromované sloučeniny vyšší teplotu rozkladu než alifatické ekvivalenty. U bromovaných sloučenin se rozkladná teplota pohybuje v rozmezí 200 až 250 °C, zatímco u aromatických o něco výše mezi 250 až 300 °C. Základní složkou téměř všech zpomalovačů hoření je oxid antimonitý  $Sb_2O_3$ . Výběr zpomalovače musí být proveden velmi opatrně, protože má vliv na viskozitu taveniny polymerů, jejich světelnou stabilitu (především bromované druhy ji intenzivně snižují), tepelnou odolnost a fyzikální vlastnosti (např. pevnost, tažnost a tvrdost). Kromě toho je nutné přihlížet i k toleranci zpomalovače s polymerem. Jejich obsah v polymeru se liší jak v závislosti na zpracovatelské technologii, tak na teplotě plamene, které se při pyrolýze dosahuje. Mimo oblast výrobků z polymerů mohou být zpomalovače aplikovány i jako retardující nátěry (Štěpek, 1989).

S ohledem na široké využití polymerních materiálů a jejich hořlavost, narůstal význam zpomalovačů hoření jako chemických směsí a prvků. Ovšem některé z nich často

vykazovaly kromě své účinnosti určité negativní zdravotní účinky. To vedlo k dalšímu výzkumu a vývoji v této oblasti, která se s ohledem na ochranu zdraví stala i předmětem právní regulace. V současnosti se zpomalovače hoření vyskytují jako součást polymerních směsí a jiných plastických hmot v národním hospodářství, terciární sféře, ale i v domácnostech. Při požáru plastických hmot vznikají jejich tepelným rozkladem toxické látky. Jsou to různé chlorované uhlovodíky, chlór, fosgen, kyanovodík aj. (Balog, 1998).

Zpomalovače hoření vstupují do životního prostředí převážně spalováním nebo demontáží elektronického odpadu. Při požárech v domácnostech jsou často vystaveni velkému množství kouře obsahujícího tyto chemikálie nejvíce hasiči. Do okolního vzduchu, vody a půdy pronikají tyto látky také během výroby. V těchto prostředích mohou cestovat na velké vzdálenosti po celém světě a nyní se vyskytují například i v Arktidě, což je velmi znepokojivé. V domácnostech jsou významným zdrojem expozice především prachové částice (CHE, 2019).

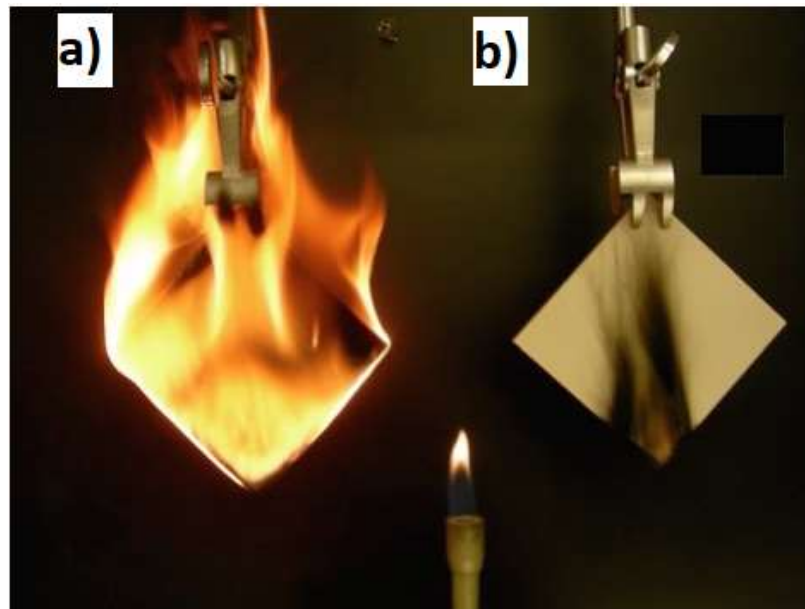
Tyto samozhášecí látky se vyskytují i ve zdravotnickém prostředí (např. infuzní pumpy, nemocniční postele, nábytek v čekárnách aj.). Do těchto zdravotnických produktů jsou přidávány z důvodu splnění standardů požární bezpečnosti, zpomalení nebo předcházení požárům (BFR, 2005).

K nejsledovanějším zpomalovačům hoření z hlediska znečištění životního prostředí patří v současné době bromované zpomalovače (BFRs – **B**rominated **F**lame **R**etardants) a organické látky, jejichž struktura obsahuje fosfor, tzv. organofosfáty. Zpomalovače zmírňují hořlavost předmětů každodenní potřeby a vyskytují se především v plastech, textiliích, elektronice, stavebních materiálech a v dalších průmyslových produktech (Ocelka, 2017).

Použití zpomalovačů hoření vzrůstá od konce padesátých let 19. století zásluhou objevu nových polymerních materiálů, jejichž spotřeba má stále rostoucí tendenci, a to především díky jejich zpracování, odolnosti, pružnosti, pevnosti a dalším vlastnostem. Nejpoužívanější skupinou byly v minulosti bromované zpomalovače hoření (polybromované difenylethery a bifenyly, hexabromocyklododekany a tetrabrombisfenol A) (Petrová, 2015).

Zde je třeba upozornit na skutečnost, že zpomalovače se dostávají do nových výrobků s přidávaným recyklátem (Arnika, 2017).

Zajímavostí je, že samozhášecí látky tvoří velkou část hmotnosti výrobku, například plasty mohou obsahovat až 15 % polybromovaných difenyletherů (PBDEs) a polyuretanové pěny až 30 %. Zpomalovače hoření mají zabránit šíření požáru, chránit zdraví osob a zabránit škodám na majetku Obr. 1. V důsledku jejich perzistentních vlastností, možné toxicity a schopnosti akumulace v lidském těle se provádí po celém světě měření ve všech složkách životního prostředí a příslušná právní úprava reguluje jejich produkci i spotřebu. V poslední době je snaha klasické bromované zpomalovače nahrazovat novými bromovanými sloučeninami (Ocelka, 2017).



Obr. 1 Hoření polymeru a) polymer bez zpomalovače hoření; b) polymer se zpomalovačem hoření (Code Creator s.r.o.,2016)

## 2.2 *Princip funkce zpomalovačů hoření v polymerech*

Způsob retardace hoření je založen na následně uvedených dějích:

- a) snižování koncentrace uhlovodíkových úseků (RH) zředěním polymeru např. přídavkem plniv,
- b) zmenšování obsahu nebo zamezení přístupu kyslíku nehořlavými ochrannými nátěry, dále látkami, které spotřebovávají kyslík při své oxidaci nebo karbonizujícími příměsemi,
- c) odvod tepla z hořící zóny zředěním systému inertními plnivou nebo inertními plyny (přísadami nebo ději spotřebovávajícími teplo na endotermickou reakci, jako např. dehydratace, dále snížením teploty tání systému nebo zvýšením tepelné konduktivity),
- d) snižování koncentrace přechodně vznikajícího monomeru – např. olefin, styren, a to např. zmenšením rychlosti pyrolýzy,
- e) inhibice řetězově propagačních reakcí odstraňováním atomárního kyslíku a růstových radikálů, např. účinkem retardérů za vzniku méně reaktivní částice,
- f) odstraňování karbenů účinkem retardérů za vzniku méně reaktivní částice (Štěpek, 1989).

### ***2.3 Rozdělení zpomalovačů hoření***

Podle způsobu použití dělíme zpomalovače hoření následovně:

- **aditivní** se přidávají společně s jinými přísadami do polymerů za účelem úpravy jejich vlastností. Tento druh zpomalovačů má negativní dopad na různé vlastnosti polymeru. Jedná se především o mechanické, elektrické, chemické vlastnosti včetně charakteristik stárnutí, dále zpracovatelské vlastnosti, toxicitu a korozivitu látek při zpracování polymeru. Použití aditivních zpomalovačů je charakteristické především pro termoplasty (Masařík, 2003).

- **reaktivní** jsou složkou reakční směsi při polymeraci, vstupují do makromolekulárního řetězce polymeru a zůstávají v něm trvale chemicky vázány. Retardace prostřednictvím těchto retardérů je zpravidla velmi účinná, má trvalý charakter, je však technologicky náročnější a dražší, proto z těchto důvodů není tak rozšířena. Své využití má zejména u pryskyřic určených pro reaktoplasty (Masařík, 2003).

- **povrchové** látky nebo kombinace materiálů upravené do formy schopné vytvořit ochrannou vrstvu na povrchu výrobků z plastů. Tato technologie ve formě nátěrů, nástřiků, nánosů, obalů nebo obkladů je nejméně náročná a poměrně levná. Povrchové retardéry nacházejí své uplatnění při ochraně vodičů a kabelů (Masařík, 2003).

#### 2.4 Přehled používaných zpomalovačů hoření

V následujícím přehledu Tab. 1 jsou uvedeny aditivní zpomalovače, které jsou spolu s jinými přísadami použitelné pro plasty. Souhrn zpomalovačů je sestaven tak, že pro každý druh plastu jsou používané zpomalovače rozděleny do dvou skupin, a to sestupně podle použitelnosti (Masařík, 2003).

Tab. 1 Přehled aditivních zpomalovačů hoření v plastech

Druh plastu	Retardační systém
Polyetylén	Hydroxid hořečnatý; hydroxid hlinitý (nebo v kombinaci s fosforem případně s anorganickými sloučeninami fosforu); fosfor; chlorované parafiny; dekabromdifenyloxid; oktabromdifenyloxid; polyfosfát amonný; boritan zinečnatý (nebo v kombinaci s hydroxidem hlinitým). Organické fosfáty; bromované epoxidy; etylén-bis-tetrabromftalimid; tetrabrombisfenol A; pentabrombenzylakrylát; uhličitan vápenatý.
Polypropylén	Hydroxid hořečnatý; polyfosfát amonný (nebo v kombinaci s melaminem; hydroxidem hořečnatým); dekabromdifenyloxid; organické fosfáty halogenované; fosfor; oktabromdifenyloxid; boritan zinečnatý; křemík; chlorované parafiny (nebo v kombinaci s hydroxidem hlinitým). Hydroxid hlinitý; hexabromcyklododekan; pentabrombenzylakrylát; etylén-bis-tetrabromftalimid; oxid křemičitý + uhličitan draselný; křemík + chlorid cínatý; tetrabrombisfenol A; uhličitan vápenatý.
Polystyrénové plasty	Organické fosfáty; tetrabrombisfenol A; dekabromdifenyloxid; oktabromdifenyloxid; bromovaný polystyrén; bromované epoxidy; organické fosfáty halogenované; chlorované cyklické uhlovodíky; deriváty melaminu; chlorované parafiny; etylén-bis tetrabromftalimid. Pentabrombenzylakrylát; hexabromcyklododekan; fosfor + polyfosfát amonný; hydroxid hořečnatý.

Polystyrén lehčený	Hexabromcyklododekan; organické fosfáty; tribromfenylallyléter; bromovaný polystyrén.
Polyvinylchlorid	Oxid antimonitý (nebo v kombinaci se sloučeninami hořčíku; zinku; cínu); chlorované parafíny; organické fosfáty; (organické fosfáty halogenované); hydroxid hlinitý; boritan zinečnatý. Cíničitan zinečnatý; polyfosfát amonný; dekabromdifenyloxid.
Polymethylmetakrilát	Organické fosfáty; oxid křemičitý + uhličitan draselný. Boritan zinečnatý (nebo v kombinaci s hydroxidem hlinitým); polyfosfát amonný; fosfor.
Polyetyltereftalát	Organické fosfáty; bromovaný polystyrén; deriváty melaminu; bromované epoxidy; dekabromdifenyloxid; oktabromdifenyloxid; etylén-bis-tetrabromftalimid. Pentabrombenzylakrylát; boritan zinečnatý (nebo náhradou za oxid antimonitý); polyfosfát amonný.
Polykarbonát	Organické fosfáty; organické fosfáty halogenované; bromované epoxidy; silikony; bromovaný polystyrén; oktabromdifenyloxid; etylén-bis-tetrabromftalimid. Dekabromdifenyloxid; boritan zinečnatý; pentabrombenzylakrylát; deriváty melaminu.
Polyfenylénoxid	Organické fosfáty (nebo v kombinaci se sloučeninami boru; křemíku; antimonu); silikony (nebo v kombinaci s oxidem křemičitým; organickými fosfáty); boritan zinečnatý.
Polyamidy	Fosfor (nebo v kombinaci s oxidy kovů; deriváty melaminu; hydroxidem hořečnatým); melamin a jeho deriváty (nebo v kombinaci s fosforem; hydroxidem hořečnatým); bromovaný polystyrén; hydroxid hořečnatý; boritan zinečnatý (nebo náhradou za oxid antimonitý); dekabromdifenyloxid; oktabromdifenyloxid; etylén-bis-tetrabromftalimid; chlorované cyklické uhlovodíky; polyfosfát amonný. Bromované epoxidy; pentabrombenzylakrylát; křemík + chlorid cínatý; silikony; oxid křemičitý + uhličitan draselný.
Polyuretany	Polyfosfát amonný; organické fosfáty; organické fosfáty halogenované; fosfor; melamin a jeho deriváty; silikony; oxid křemičitý (nebo v kombinaci s oxidem antimonitým; uhličitanem vápenatým). Dekabromdifenyloxid; pentabromdifenyloxid; hexabromcyklododekan; bromované epoxidy.
Fenolické pryskyřice	Organické fosfáty; polyfosfát amonný; bromované epoxidy; organické fosfáty halogenované.

	Melamin; pentabromdifenyloxid; hydroxid hořečnatý; hydroxid hlinitý.
Nenasycené polyestery	Hexabromcyklododekan; oktrabromdifenyloxid; pentabromdifenyloxid; bromovaný polystyrén; bromované epoxidy; fosfor; hydroxid hlinitý; boritan zinečnatý; polyfosfát amonný (pozn. – bez rozlišení pořadí).
Epoxidy	Organické fosfáty (nebo v kombinaci s jinými retardéry); fosfor; organické fosfáty halogenované; bromované epoxidy; boritan zinečnatý (nebo náhradou za oxid antimonitý); hydroxid hlinitý; polyfosfát amonný; pentabromdifenyloxid. Dekabromdifenyloxid; oktabromdifenyloxid; oxid křemičitý (nebo v kombinaci s oxidem antimonitým; uhličitanem vápenatým).

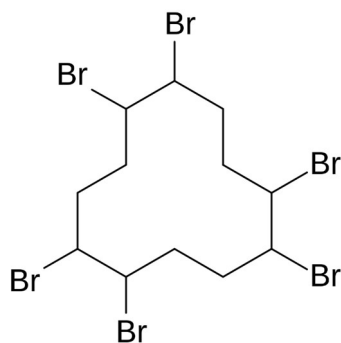
(Masařík, 2003)

Ve své práci se dále budu zabývat pouze vybranými zpomalovači, a to třemi charakteristickými ze skupiny zpomalovačů bromovaných. Vzhledem k tomu, že většina údajů je čerpána z dostupné literatury publikované ještě před vstupem ČR do Evropské unie v roce 2004, rozšířím popis jednotlivých zpomalovačů hoření také o jejich upřesňující charakteristiky vyplývající z právních předpisů harmonizovaných s příslušnými unijními směrnici a přímo aplikovatelnými nařízeními.



### 3 Bromované zpomalovače – druhy a charakteristika

#### 3.1 Hexabromcyklododekan – HBCDD



Obr. 2 Chemický vzorec HBCDD (EPA, 2018)

Tab. 2 Chemické a fyzikální vlastnosti HBCDD

Vlastnosti	Jednotka	Hodnota
Molekulární vzorec		$C_{12}H_{18}Br_6$
Vzhled		Bílá pevná látka bez zápachu
Rozpustnost ve vodě	$\mu\text{g/l}$	66 (při 20 °C)
Bod tání	°C	172-184 až 201-205
Bod varu	°C	> 190

(EPA, 2018)

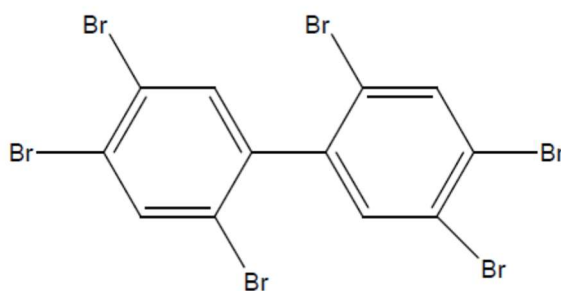
Hexabromcyklododekan (HBCDD) Obr. 2, Tab. 2 je alifatický cyklický uhlovdík nahrazený 6 atomy bromu. Průmyslovým výrobkem je směs  $\alpha$ -,  $\beta$ - a  $\gamma$ - isomerů. HBCDD se ve větší míře vyráběl od 80. let a od 90. let produkce narůstala. Cílem používání této bromované samozhášecí látky je snížení rizika vzniku a šíření požáru v průmyslových a administrativních budovách, ale i v domácnostech. S touto sloučeninou přichází do kontaktu téměř každý, proto je nezbytné se věnovat zdravotním dopadům a vlivům této látky na životní prostředí (Kočí, 2012).

Aditivní zpomalovač HBCDD má své uplatnění v široké škále konečných produktů, především ve stavebnictví v izolačních materiálech. Tyto izolační desky kromě budov nalezneme i v dopravních prostředcích. Dále se látka přidává do elektrických a elektronických zařízení, latexových pojiv, lepidel, barev a textilu, zejména do potahových látek, matrací, čalounění v nábytku, interiérových textilií v domácnostech (rolety), ale i do interiérového vybavení automobilů (Stockholm Convention, 2008).

Jedná o směs klasifikovanou jako „Toxicita pro reprodukci kategorie 2“ s přiřazenou větou H361 (podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky) a jako „Toxicita pro reprodukci – účinky na laktaci nebo prostřednictvím laktace“ s přiřazenou větou H362 (může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka) (MPO, 2009), (Medis-ALARM, 2020).

K expozici dochází vdechováním prachových částic a stykem s kůží. U člověka je prokázána přítomnost v mateřském mléce, tukové tkáni a krvi. Na základě testů *in vivo* bylo zjištěno, že HBCDD ovlivňuje reprodukční, vývojovou a neurologickou soustavu. HBCDD se přenáší potravinovými řetězci, může se uvolňovat do vzduchu, vody, půdy a sedimentů během výroby, zpracování, přepravy a použití. Únik této látky způsobuje rovněž nesprávná manipulace, skladování a likvidace. Pro lidskou populaci může být nebezpečná expozice během výroby a použití spotřebních nebo průmyslových výrobků obsahujících HBCDD (EPA, 2014).

### 3.2 Hexabromobifenylyl – HBB



Obr. 3 Chemický vzorec HBB (HBB, 2008)

Tab. 3 Chemické a fyzikální vlastnosti HBB

Vlastnosti	Jednotka	Hodnota
Molekulární vzorec		C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>6</sub>
Vzhled		Bílá pevná látka
Rozpustnost ve vodě	µg/l	Minimální
Bod tání	° C	72
Bod varu	° C	300

(HBB, 2008), (IRZ, 2019)

Hexabromobifenyl (HBB) Obr. 3, Tab. 3 patří do skupiny polybromovaných bifenyků (PBB), jsou to bromované uhlovodíky vytvořené substitucí vodíku bromem v bifenyku. Hexabromové kongenery existují v 42 možných isomerních formách (HBB, 2008).

Nehořlavost a samozhášecí schopnost je nejvýznamnějším znakem HBB (IRZ, 2019).

Jedná se o průmyslovou chemickou látku, která byla používána jako zpomalovač hoření, především v 70. letech 20. století. Podle dostupných informací se HBB ve většině zemí již nevyrábí ani nepoužívá. Je však možné, že v některých rozvojových zemích nebo v zemích s transformující se ekonomikou je HBB stále produkován a používán. Tato chemická látka je vysoce perzistentní (odolná vůči rozkladu v prostředí) a bioakumulativní v životním prostředí. Vzhledem k tomu, že HBB je klasifikován jako možný lidský karcinogen a má další chronické toxické účinky, je HBB zařazen do skupiny perzistentních organických polutantů (POPs). Využívá se při výrobě termoplastů používaných u elektronických výrobků, jako jsou televize, rádia. Dále se přidává jako zpomalovač hoření do kabelů, polyuretanových pěn, např. čalounění. HBB podléhá několika mezinárodním předpisům, což omezuje jeho použití a výrobu (HBB, 2008).

V Evropské unii je výroba a použití HBB zakázána (IRZ, 2019).

Jedná o směs klasifikovanou jako „Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice, kategorie 2“ s přiřazenou větou H373 (může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici). Dále klasifikovanou jako „Akutní toxicita pro vodní prostředí, kategorie 1“ s přiřazenou větou H400 (vysoce toxický pro vodní

organismy) a jako „Chronická toxicita pro vodní prostředí, kategorie 1“ s přiřazenou větou H410 (vysoce toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky) (MPO, 2009), (Medis-ALARM, 2020).

Do životního prostředí se HBB uvolňuje užíváním výrobků, ve kterých je obsažen, a v neposlední řadě při jejich likvidaci. Původem úniků je prach nebo částice uvolňující se z výrobků.

Úniky do životního prostředí:

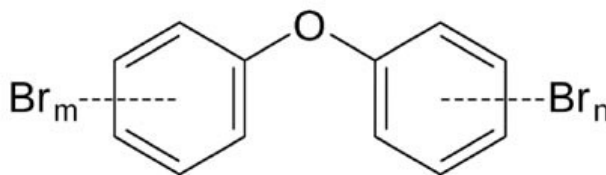
- při výrobě a dalším zpracování plastů,
- při zpracování produktů obsahující HBB na konečné výrobky,
- z výrobků, ve kterých jsou obsaženy, během jejich užívání (např. elektroniky, počítače),
- z výrobků s obsahem HBB, který se stane odpadem, je skládkován, spalován nebo jinak zneškodňován (IRZ, 2019).

O vlivu polybromovaných bifenylnů na životní prostředí je k dispozici velmi málo informací. Vyskytují se ve vodním prostředí, především v sedimentech, které mohou být PBB znečištěny, přestože koncentrace ve vodě mohou být zcela minimální. Toxické působení na živé organismy jsou velmi podobné jako například u polybromovaných difenyletherů (PBDEs) (IRZ, 2019).

HBB se snadno vstřebává do těla a akumuluje se po dlouhodobém působení. Nejčastěji je HBB do organismu inhalován formou prachových částic nebo aerosolů, nicméně proniká i pokožkou. Mnoho znalostí o působení na člověka se však z velké části opírá o vyšetření obyvatel Michiganu v USA, kde v 70. letech došlo ke konzumaci živočišných výrobků kontaminovaných PBB. Expozice poškozuje funkci štítné žlázy, gastrointestinální trakt, ovlivňuje srdeční činnost, poškozuje játra a ledviny. Mezi projevy expozice náleží především nechutenství a ztráta hmotnosti. Zaznamenány byly i potíže neurologické, kožní, potíže svalů a kostí. HBB je podezřelý i z karcinogenity (IRZ, 2019).

Z pohledu posouzení nebezpečnosti na životní prostředí vykazuje HBB mnoho negativních dopadů na zdraví člověka a ostatní živé organismy včetně karcinogenity. Jeho dopady na životní prostředí jsou vážné (IRZ, 2019).

### 3.3 Polybromované difenylethery-PBDEs



Obr. 4 Chemická struktura PBDE (MFE, 2019)

Tab. 4 Chemické a fyzikální vlastnosti PBDEs

Vlastnosti	Jednotka	PentaBDE	OctaBDE	DecaBDE
Molekulární vzorec		$C_{12}H_5Br_5O$	$C_{12}H_2Br_8O$	$C_{12}Br_{10}O$
Vzhled		Tmavě žlutá látka	Bělavý prášek	Bělavý prášek
Rozpustnost ve vodě	$\mu\text{g/l}$	13,3 při 25 °C	< 1 při 25 °C	< 1 při 25 °C
Bod tání	°C	-7 až -3	85 až 89	290 až 306
Bod varu	°C	> 300	> 330	> 320

(EPA, 2014)

Polybromované difenylethery (PBDEs) Obr. 4, Tab. 4 jsou uměle vyráběné organické sloučeniny, používané jako retardéry, které tvoří 209 chemických látek s příbuznou stavbou a vlastnostmi. S odlišným počtem atomů bromu v molekule rozlišujeme tři základní typy PBDEs:

- Penta-BDE (obsahuje 5 atomů bromu)
- Octa-BDE (obsahuje 8 atomů bromu)
- Deca-BDE (obsahuje 10 atomů bromu)

Všechny tři uvedené druhy jsou komerčně dostupné, nejvýznamnější z této skupiny jsou pentabromdifenylethery Obr. 5 (IRZ, 2019).

Jedná se o směs klasifikovanou jako „Toxicita pro reprodukci – účinky na laktaci nebo prostřednictvím laktace“ s přiřazenou větou H362 (může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka), jako „Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice, kategorie 2“ s přiřazenou větou H373 (může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici, dále jako „Akutní toxicita pro vodní prostředí, kategorie 1“ s přiřazenou větou H400 (vysoce toxický pro vodní organismy) a jako „Chronická toxicita pro vodní prostředí, kategorie 1“ s přiřazenou větou H410 (vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky) (MPO, 2009), (Medis-ALARM, 2020).

Díky nehořlavosti a samozhášecí schopnosti mají PBDEs uplatnění v mnoha odvětvích.

PentaBDE se používal jako zpomalovač u měkké a tvrdé polyurethanové pěny, při výrobě nábytku, kobereců, interiérů vozidel a v domácnostech. OctaBDE má stále své užití v termoplastech a v aplikacích vstřikování plastů a decaBDE v elektronickém průmyslu (televizory, počítače) a dále v textilním průmyslu (Chem de, 2019).

Výroba penta-BDE byla v zemích EU zastavena v roce 1997 a jeho využití se v posledních letech trvale snižuje. Pro pentaBDE a octaBDE je v EU zakázán prodej a použití ve všech oborech od srpna 2004 (IRZ, 2019).

Do životního prostředí se PBDEs mohou uvolňovat při jejich výrobě, aplikaci, užíváním výrobků, ve kterých je tato látka obsažena a v neposlední řadě při jejich likvidaci. Vzhledem k nízké těkavosti a rozpustnosti jsou zdrojem úniků prachové částice z výrobků s obsahem PBDEs.

Úniky do životního prostředí:

- výroba PBDEs a další zpracování (produkce polyuretanových pěn a plastů),
- zpracování produktů s obsahem PBDEs na konečné výrobky (nábytek),
- uvolňování PBDE do životního prostředí užíváním výrobků, ve kterých jsou PBDEs obsaženy (nábytek, čalounění),

- uvolňováním PBDEs do životního prostředí z výrobků, kde jsou obsaženy, následně, co se výrobek stane odpadem, je skládkován, spalován, popř. jinak zneškodňován.

Vyšší bromované kongenery PBDEs mají schopnost vázat se na sediment nebo částice půdy víc než nižší bromované kongenery, které mají tendenci se více bioakumulovat a jsou perzistentnější v životním prostředí (EPA, 2014).

Zásadním způsobem ohrožují především vodní organismy a narušují citlivou rovnováhu ekosystémů. Způsobují poškození reprodukčních funkcí a růstu u vodních organismů. PBDEs se ukládá v sedimentech a může se šířit potravními řetězci (IRZ, 2019).

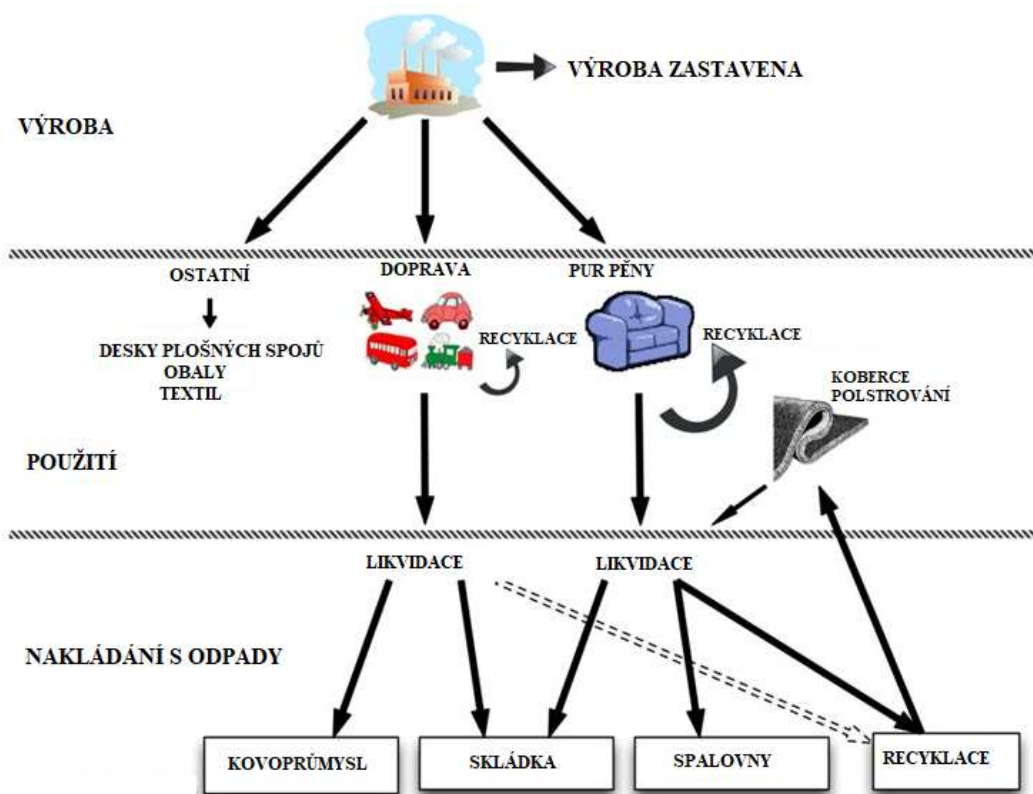
Projevy potenciální expozice pro člověka jsou požití, inhalace nebo dermální kontakt. Stopy PBDEs byly zjištěny ve vzorcích lidské tkáně, krve a v mateřském mléce (EPA, 2014).

Analýzy těchto sloučenin naznačují nízké, ale vzrůstající hladiny v evropském lidském mléce, které mohly být na vrcholu během 90. let 20. století (EHP, 2003).

Sloučeniny PBDEs mají vliv na reprodukci a týkají se vývojové toxicity, právě proto je jejich přítomnost v mateřském mléce pro budoucnost alarmující (EHP, 2001).

PBDEs se ukládají zejména v tkáních a orgánech s vysokým obsahem tuků, mohou způsobit poškození jater a mohou se projevit problémy i se štítnou žlázou. Záznamy o možné karcinogenitě nejsou zcela jasné, přesto bylo prokázáno, že zvyšují pravděpodobnost vzniku rakoviny jater u zvířat. Některé PBDEs mohou kromě toho ohrožovat zdravý vývoj plodu (IRZ, 2019).

Z celkového zhodnocení nebezpečnosti pro životního prostředí jsou PBDEs rizikové především svojí stabilitou a schopností bioakumulace, mají negativní dopad na životní prostředí a pro zdraví člověka (IRZ, 2019).



Obr. 5 Životní cyklus penta-BDE (UNEP, 2012)



## 4 Stockholmská úmluva

Stockholmská úmluva o perzistentních organických polutantech (dále „úmluva“) byla přijata v květnu roku 2001 v rámci programu OSN pro životní prostředí (UNEP). Podstata úmluvy je odstranění výroby, použití, dovozu a vývozu perzistentních organických polutantů (POPs), které jsou v úmluvě uvedeny a dále jejich bezpečné nakládání, zneškodnění a u neúmyslně vyráběných POPs odstranění nebo snížení jejich úniků (MŽP, 2001).

Česká republika úmluvu ratifikovala 6. srpna 2002, schválením se zavázala odstranit dvanáct nejdůležitějších POPs (IPEN, 2006).

Jménem Evropského společenství byla úmluva schválena, a to Rozhodnutím Rady ze dne 14. října 2004 o uzavření Stockholmské úmluvy o perzistentních organických znečišťujících látkách jménem Evropského společenství (2006/507/ES) (MPO, 2009).

Úmluva rovněž poskytuje obecný návod pro předcházení nebo snižování úniků kritických látek, a to formou všeobecných preventivních opatření.

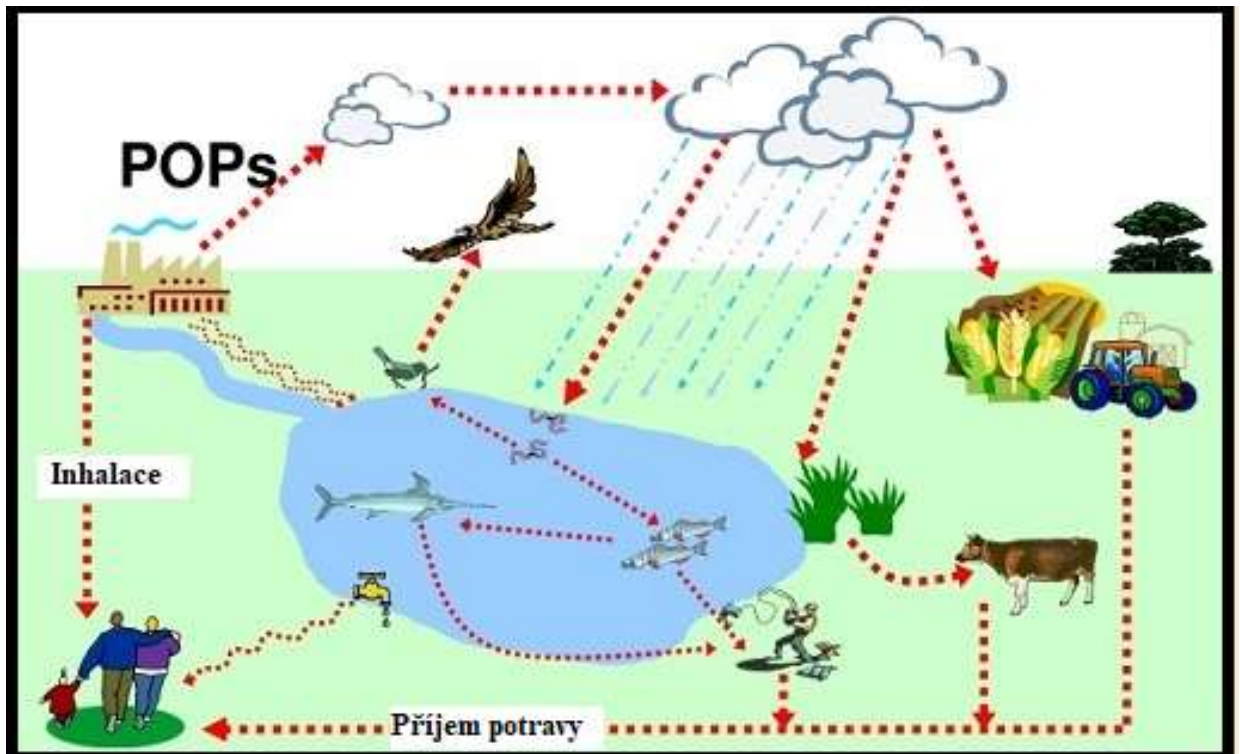
Dokument zmiňuje tyto užitečné postupy:

- použití nízkoodpadové technologie,
- použití méně nebezpečných látek,
- podpora obnovení a recyklace odpadu a látek, které vznikají a jsou užívány v procesu,
- náhrada vstupních surovin, které jsou POPs nebo u nichž je přímé spojení mezi materiálem a úniky POPs ze zdroje,
- dobré programy hospodaření a preventivní údržby,
- zlepšení nakládání s odpady se záměrem zastavení otevřeného a jiného neřízeného spalování odpadů včetně hoření skládek,
- minimalizace těchto chemických látek ve výrobcích, vyvarovat se použití chlóru (MŽP, 2009).

## 5 Nařízení REACH a CLP

Nařízení REACH je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/796/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES, v konsolidovaném znění (**R**egistration, **E**valuation, **A**uthorisation and **R**estriction of **C**hemicals; tzv. „REACH“), pro tehdejší členské státy Unie vstoupilo v platnost 1. června 2007. Nařízení REACH obecně platí pro všechny nejen vyráběné chemické látky a chemické směsi, ale také používané v průmyslových procesech včetně výrobků každodenní potřeby, například čistících přípravků, barvách a předmětů, jako jsou oděvy, nábytek a elektrická zařízení. Cílem nařízení je zabezpečit vysokou úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí před účinkem nebezpečných chemických látek a zároveň zamezit zbytečným zkouškám na zvířatech. Nařízení REACH ovlivňuje rozsáhlé spektrum společností v mnoha odvětvích, obecně jsou to role výrobce, dovozce a následní uživatelé (ECHA, 2019).

Nařízení CLP = Nařízení (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 určuje systém klasifikace, označování a balení chemických látek a směsí. V rámci EU se týká všech dodávaných látek a směsí (vyjma léčiv, potravin, krmiv atd). Definuje především třídy a kategorie nebezpečnosti. Třída nebezpečnosti určuje povahu fyzikální nebezpečnosti nebo nebezpečnosti pro zdraví či životní prostředí. Kategorie stanovuje rozdělení kritérií v rámci každé třídy nebezpečnosti s upřesněním závažnosti nebezpečnosti. V dokumentu je přílohou seznam standardních vět o nebezpečnosti (H-vět) a seznam pokynů pro bezpečné zacházení (P-vět). (MPO, 2009), (SZU, 2020).



Obr. 6 Bioakumulace POPs v životním prostředí (BIOTREK, 2015)

## 6 Výzkumná otázka a metodika výzkumu

### 6.1 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je popis a charakteristika vybraných druhů zpomalovačů hoření z hlediska, jejich využití, toxicity a právní úpravy při nakládání s nimi a ověření těchto znalostí na vybrané skupině osob. Zpomalovače hoření snižují rizika a následky při požáru, ale zároveň mají schopnost bioakumulace a jejich toxicita má negativní vliv na životní prostředí a zdraví člověka viz Obr. 6.

Výzkumná otázka této bakalářské práce byla vymezena takto: *Jak vnímá odborná veřejnost zpomalovače hoření z praktického hlediska a jejich profesní odbornosti?* Praktická část byla zpracována na základě strukturovaného rozhovoru odborné veřejnosti z následujících oblastí – HZS ČR, průmyslu, školství a zdravotnictví.

Cílem výzkumu je zjištění míry povědomí o zpomalovačích hoření u respondentů, kteří se mohou při své profesi dostat se zpomalovači hoření do kontaktu i přesto, že nejsou v dané problematice přímo zainteresováni. Na základě úvahy jsme vybrali zaměstnance těchto skupin:

- skupina HZS ČR – výběr respondentů, kteří mohou přicházet do styku se zpomalovači hoření při zásazích, což jsou příslušníci sboru, kteří v rámci zásahu likvidují požár,
- skupina průmysl – výběr respondentů z automobilového a leteckého průmyslu na pozicích vedoucí chemické laboratoře, konstruktér a testovací inženýr, a to z důvodu rozsáhlé aplikace plastů v těchto oborech,
- skupina školství – výběr respondentů z oblasti školství, konkrétně ZŠ, které mají aprobaci k výuce předmětů fyzika-matematika, fyzika-technická výchova, fyzika-chemie. Důvodem výběru bylo ověření vzdělávacího a výchovného vlivu na žáky a studenty, a půjde tedy o zjištění, jestli jsou v rámci výuky zmiňována též rizika pro životní prostředí plynoucí z používání rozličných plastových výrobků,
- skupina zdravotnictví – výběr respondentů z oblasti zdravotnictví se specializací internistka, zdravotní sestra, chirurg. Tato volba vyšla ze

skutečnosti, že se lékaři obecně zabývají léčbou následků způsobených vlivem těchto chemických látek na lidský organismus.

## **6.2 Metodika výzkumu**

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Podklady k vypracování teoretické části byly použity z odborné literatury, článků a internetových zdrojů.

Praktická část bakalářské práce byla vypracována formou strukturovaných rozhovorů. Rozhovor má dvě části, část A – uzavřené otázky (dále jen „uzavřený rozhovor“) a část B – otevřené otázky (dále jen „otevřený rozhovor“). Rozhovory byly vedeny s 12 respondenty, kteří byli rozděleni do 4 skupin, a to skupina HZS ČR, skupina průmysl, skupina školství a skupina zdravotnictví, každá po 3 respondentech. V části A, tedy v uzavřeném rozhovoru, odpovídali respondenti na 8 otázek formou výběru odpovědi ANO/NE. V části B, tedy v otevřeném rozhovoru, odpovídali respondenti na 4 otázky, z nichž otázky č. 1 – č. 3 byly shodné pro všechny respondenty a otázka č. 4 byla odlišná pro každou skupinu.

Vyhodnocení obou částí, tedy uzavřeného i otevřeného rozhovoru, bylo vypracováno formou tabulky, grafu a písemného komentáře. Zbývající tři odpovědi otevřeného rozhovoru byly vyhodnoceny pouze písemným komentářem. Rozhovor byl navržen tak, aby bylo nejprve možné ověřit všeobecnou znalost o zpomalovačích hoření, a to formou uzavřených otázek. Následně v druhé části rozhovoru formou otevřených otázek bylo úkolem zjistit, jak odborná veřejnost vnímá zpomalovače hoření z praktického hlediska a profesní odbornosti.

## 7 Výsledky

### 7.1 *Strukturovaný rozhovor – otázky*

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE, které jsou společné pro všechny dotazované skupiny.

1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?
2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?
3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?
4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?
5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů?
6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?
7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?
8. Je tato problematika řešena právními předpisy?

ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru pro jednotlivé skupiny

Skupina – HZS ČR:

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření.
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.
4. Domníváte se, že zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS ČR při výkonu povolání? A jak?

Skupina – oblast průmysl:

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření.
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.
4. Domníváte se, že je nutné používat zpomalovače hoření v plastech? Uveďte důvody, proč ano nebo ne.

Skupina – oblast školství:

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření.
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.
4. Domníváte se, že je důležité v rámci školní výuky seznámit žáky s významem zpomalovačů hoření a jejich vlastnostmi? Uveďte důvod.

Skupina – oblast zdravotnictví:

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření.
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.
4. Jak vnímáte z Vašeho profesního pohledu používání zpomalovačů hoření v běžném životě.

## **7.2 Rozhovory ve skupině HZS ČR**

Respondent 1.

Pohlaví: muž

Věk: 44

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (u HZS ČR): 13

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                 | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?              | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                           | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                            | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů? | NE  |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                     | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?      | ANO |

8. Je tato problematika řešena právními předpisy?

ANO

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast HZS ČR

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„Protipožární izolace, oheň nešířící izolace kabeláže, používají se jako přísada do celé řady plastů a jiných materiálů“.*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Principů je hned několik. Záleží na druhu použité chemické reakce. Při zahřátí látky/materiálu na určitou teplotu dojde v dané látce k chemické reakci, která vytvoří překážku některé části hořlavého souboru a tím se zastaví/zpomalí proces hoření“.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Stejně jako každá jiná chemická látka. Mohou a dnes je to už i vědecky dokázané, ovlivňovat chemické a biologické procesy v lidském těle, ať už přímým kontaktem nebo nepřímo. To, že se v současnosti o škodlivosti těchto látek už ví a už je snaha jejich kladné vlastnosti získat i jinak-bezpečněji, je naše výhoda, ale to, co opravdu chemické látky s námi činí při dlouhodobém vystavení, byť podprahových hodnot, se může prokázat až za další generace, a to je podle mne velké nebezpečí“.*
4. Domníváte se, že zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS při výkonu povolání? A jak? *„Odpověď je vlastně stejná jako u otázky 3. s tím, že pro zasahující hasiče je velmi velké nebezpečí i v tom, že jsou tyto látky běžným způsobem neidentifikovatelné. U každého zásahu se musí používat dostupné a předepsané ochranné prostředky, ale kdo dnes přesně prokáže a se 100% jistotou dokáže říct, že chemické reakce v prostoru požáru reagují tak, a tak a naše tělo jim není vystaveno i přes běžně používané ochranné prostředky u HZS, které chrání primárně jen dýchací cesty a tělo hasiče proti okolní teplotě“.*



Respondent 2.

Pohlaví: muž

Věk: 42

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): středoškolské

Počet let v oboru (u HZS ČR): 18

#### ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                 | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?              | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                           | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                            | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů? | NE  |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                     | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?      | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                          | ANO |

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast HZS ČR

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. „*V nábytku, barvách*“.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. „*Domnívám se, že je to chemická reakce*“.
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. „*Uvolňováním škodlivých látek do ovzduší*“.
4. Domníváte se, že zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS při výkonu povolání? A jak? „*Ano, a to při nesprávném použití ochranných pracovních pomůcek při zásahu*“.

Respondent 3.

Pohlaví: muž

Věk: 47

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): středoškolské

Počet let v oboru (u HZS ČR): 20

#### ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                 | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?              | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                           | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                            | NE  |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů? | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                     | NE  |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?      | NE  |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                          | NE  |

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast HZS ČR

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„Mohou se vyskytovat v plastech, textiliích, elektronice, dopravních prostředcích nebo v izolačních materiálech“.*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Je to chemická reakce na principu ochranné vrstvy nebo ředění“.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Zpomalovače hoření negativně působí na zdraví...jsou toxické“.*
4. Domníváte se, že zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS při výkonu povolání? A jak? *„Zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS a to především, pokud nepoužívají ochranné prostředky a dlouhodobě zůstávají v ochranném obleku po zásahu“.*

### 7.3 *Rozhovory ve skupině průmysl*

Respondent 1.

Pohlaví: muž

Věk: 45

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast průmyslu): 16

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                 | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?              | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                           | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                            | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů? | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                     | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?      | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                          | ANO |

ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast průmyslu

1. Uvedte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„Počítače, kopírky, monitory, televize, klávesnice, myši, ostatní výpočetní technika, oblečení, látky na stany, lamino na nábytek, výrobky denní potřeby“.*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Zpomalovače vytváří při hoření kolem plynnou izolační bariéru, bránící přístupu vzduchu“.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Produkty obsahují halogenidy, Br nebo F, které jsou karcinogenní, snižují reprodukční schopnost“.*

4. Domníváte se, že je nutné používat zpomalovače hoření v plastech? Uveďte důvody, proč ano nebo ne. *„Jsem pro používání zpomalovačů. Pozitiva převažují negativa“.*

Respondent 2.

Pohlaví: muž

Věk: 51

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast průmyslu): 28

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?     | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                         | ANO |

ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast průmyslu

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„Domnívám se, že zpomalovače hoření se dnes vyskytují ve většině průmyslově vyráběných materiálů, a to např. v domácnostech (oblečení, koberce), ve stavebnictví (izolační a stavební materiál), doprava (čalounění většiny dopravních prostředků)“.*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Zpomalovače hoření brání přístupu kyslíku k hořícímu materiálu, a tím omezují další rozvoj požáru“.*

3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Vedlejším produktem hoření zpomalovačů hoření jsou toxické látky, nebezpečné pro zdraví člověka i pro životní prostředí“.*
4. Domníváte se, že je nutné používat zpomalovače hoření v plastech? Uveďte důvody, proč ano nebo ne. *„Důvodem pro použití zpomalovačů hoření je možnost rychlejšího uhašení požáru a tím snížení výsledných škod na majetku a na zdraví postižených osob. Důvodem proti použití zpomalovačů hoření je obsah nebezpečných toxických složek v těchto zpomalovačích“.*

Respondent 3.

Pohlaví: muž

Věk: 65

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast průmyslu): 35

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?     | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                         | ANO |

ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast průmyslu

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„Vyskytují se ve všech výrobcích, ve kterých je to nutné, a to z důvodu požární bezpečnosti. Jedná*

*se především o plastové výrobky, jak pro běžné užití, tak i pro využití v průmyslu. Dále se zpomalovače nacházejí ve stavebních materiálech, textiliích, izolačních materiálech, elektronice nebo v dopravních prostředcích (např. čalounění, palubní desky) atd.“*

2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Zpomalovače hoření fungují na několika různých chemicko-fyzikálních principech, a to např. zvýšením tepelné vodivosti materiálu, omezováním přísunu kyslíku, snížení rychlosti hoření aj.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Některé druhy mohou mít karcinogenní účinky“.*
4. Domníváte se, že je nutné používat zpomalovače hoření v plastech? Uveďte důvody, proč ano nebo ne. *„Nejvíce v těch, co jsou použity jako stavební materiály, kvůli záchranným akcím a evakuaci“.*

#### **7.4 Rozhovory ve skupině školství**

Respondent 1.

Pohlaví: žena

Věk: 47

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast školství): 1,5

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | NE  |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | ANO |

7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření? ANO
8. Je tato problematika řešena právními předpisy? NE

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast školství

1. Uvedte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„V kompozitech, ve stavebnictví“.*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Nehořlavá část kompozitu – proklad běžně užívaného materiálu“.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Nevím určitě. Chemické látky použité jako zpomalovače snad mohou být jedovaté, nebo karcinogenní“.*
4. Domníváte se, že je důležité v rámci školní výuky seznámit žáky s významem zpomalovačů hoření a jejich vlastnostmi? Uvedte důvod. *„Ano. Zlepšení informovanosti žáků v rámci výuky protipožární ochrany. Vliv dětí na rodiče při nákupu spotřebního zboží“.*

Respondent 2.

Pohlaví: muž

Věk: 46

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast školství): 15

#### ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření? ANO
2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření? ANO
3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření? ANO
4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka? ANO
5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů? NE

- |   |     |
|---|-----|
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření? | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                     | NE  |

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast školství

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„Prakticky všude, kde je reálné riziko požáru, např. elektronika, automobilová technika, hračky, domácí potřeby, podlahové krytiny, izolace ve stavebnictví atd.“*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Předpokládám, že zvyšují hodnotu tepelné kapacity konkrétního polymeru“.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Mám za to, že v přímém kontaktu s člověkem se mohou hromadit v těle a při vyšších dávkách ovlivňují funkci organismu. Stejně tak se mohou dostávat do ovzduší v podobě prachových částic vzniklých při obrábění a tváření konkrétních polymerů. Do životního prostředí se podle mne mohou dostat při nevhodné likvidaci odpadu, kdy se polymery vlivem povětrnostních podmínek rozpadají a jejich pozůstatky jsou obsaženy v půdě a spodních vodách“.*
4. Domníváte se, že je důležité v rámci školní výuky seznámit žáky s významem zpomalovačů hoření a jejich vlastnostmi? Uveďte důvod. *„Ano, domnívám se, že je nutné žákům vštěpovat v rámci mezipředmětových vztahů přírodopisu, chemie a technické výchovy základní informace o významu, vlastnostech a vlivu zpomalovačů hoření na člověka a životní prostředí. Důvodem je skutečnost, že polymery dnes v masovém měřítku nahrazují tradiční materiály, např. dřevo, kov atd. Proto nelze do budoucna jejich výskyt nikterak omezit a jsme s nimi prakticky denně v kontaktu (oblečení, mobilní telefony, doprava, hygiena, aj.). Kvůli tomu je nutné žáky a studenty, jako zástupce budoucí generace vzdělávat tak, aby si do praktického života odnášeli zodpovědnost za zdraví a životní prostředí, která se bude projevovat správným zacházením s polymery a jejich zodpovědné likvidaci“.*



Respondent 3.

Pohlaví: žena

Věk: 50

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast školství): 7

#### ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | NE  |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?     | NE  |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                         | ANO |

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast školství

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. *„V plastech, jako bromové příměsi, které zpomalují, popřípadě úplně hasí požáry“.*
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. *„Váže kyslík do nehořlavé směsi“.*
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. *„Při hoření se uvolňují do vzduchu nebo zůstávají v ohořelých tělesech, prachu. Těžko se rozkládají a snadno se dostanou do potravního řetězce“.*
4. Domníváte se, že je důležité v rámci školní výuky seznámit žáky s významem zpomalovačů hoření a jejich vlastnostmi? Uveďte důvod. *„Ano, já sama jsem se o něm doslechla jen z rozhlasu Dvojka, a to buď ve vědeckém pořadu Meteor nebo“.*

*v nějakém jiném rozhovoru těžce stanice. Škodlivé je nadýchání se při požáru. Konkrétně nevím, na jaké bázi (co na sebe bromové bifenyly aj. sloučeniny bromu vážou nebo rozkládají) v těle působí. Důležité bude i poučit děti o častém a správném větrání v místnosti“.*

## **7.5 Rozhovory ve skupině zdravotníků**

Respondent 1.

Pohlaví: muž

Věk: 59

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast zdravotnictví): 30

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?     | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                         | ANO |

ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast zdravotnictví

1. Uvedte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.  
*„Předpokládám, že je v nátěrových hmotách, stavebních materiálech a plastových výrobcích“.*

2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. „*Při hoření vytlačují kyslík; mají vyšší bod hoření*“.
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí. „*Jsou to karcinogenní látky*“.
4. Jak vnímáte z Vašeho profesního pohledu používání zpomalovačů hoření v běžném životě? „*Vnímám je pozitivním způsobem*“.

Respondent 2.

Pohlaví: žena

Věk: 30

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast zdravotnictví): 7

#### ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | NE  |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | NE  |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | NE  |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?     | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                         | NE  |

#### ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast zdravotnictví

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. „*To opravdu nevím*“.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. „*Nemám představu*“.

3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.  
„Nevím“.
4. Jak vnímáte z Vašeho profesního pohledu používání zpomalovačů hoření v běžném životě? „Nevnímám je nijak“.

Respondent 3.

Pohlaví: žena

Věk: 46

Dosažené vzdělání (středoškolské/vysokoškolské): vysokoškolské

Počet let v oboru (oblast zdravotnictví): 25

ČÁST A – uzavřené otázky rozhovoru ANO/NE

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?                                | ANO |
| 2. Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?             | ANO |
| 3. Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?                          | ANO |
| 4. Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?                           | ANO |
| 5. Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů | ANO |
| 6. Existují alternativy s odlišným chemickým složením?                    | ANO |
| 7. Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?     | ANO |
| 8. Je tato problematika řešena právními předpisy?                         | ANO |

ČÁST B – otevřené otázky rozhovoru oblast zdravotnictví

1. Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. „Nevím“.
2. Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření. „Obsahují látku, která je méně hořlavá“.

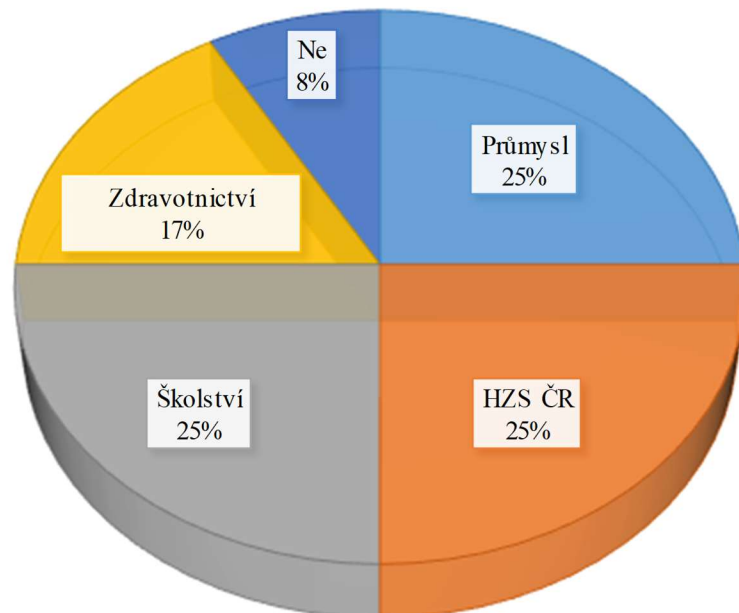
3. Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.  
„*Neumím posoudit*“.
4. Jak vnímáte z Vašeho profesního pohledu používání zpomalovačů hoření v běžném životě? „*Nevím, jak mám vnímat jejich používání*“.

### 7.6 Vyhodnocení uzavřených otázek

Otázka č. 1: Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?

Tab. 5 Vyhodnocení otázky č. 1

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ano	Ano
2.	Ano	Ano	Ano	Ne
3.	Ano	Ano	Ano	Ano



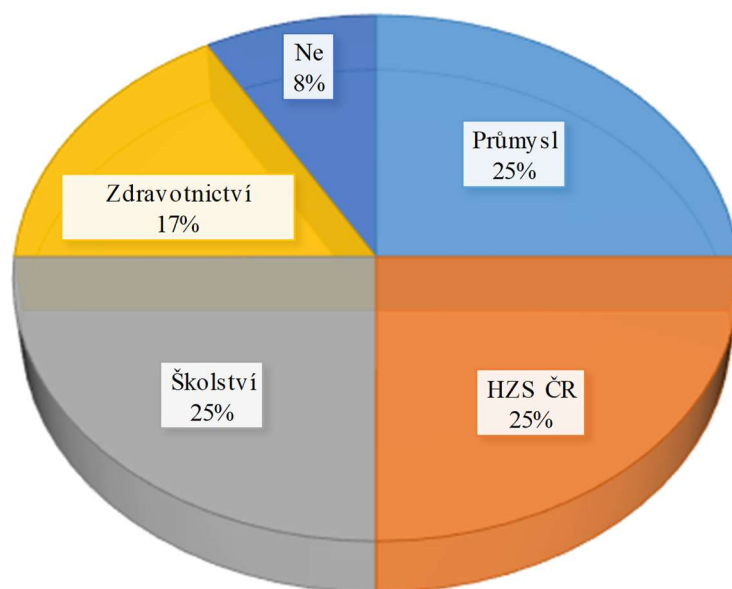
Graf 1 Vyhodnocení otázky č. 1

Graf 1 znázorňuje odpovědi na otázku „Říká Vám něco pojem zpomalovače hoření?“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 5, kteří byli rozděleni do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl, HZS ČR a školství odpověděly jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. Oproti tomu ve skupině zdravotnictví odpovědělo ano pouze 17 % a zbývajících 8 % odpovědělo ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 2: Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?

Tab. 6 Vyhodnocení otázky č. 2

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ano	Ano
2.	Ano	Ano	Ano	Ne
3.	Ano	Ano	Ano	Ano



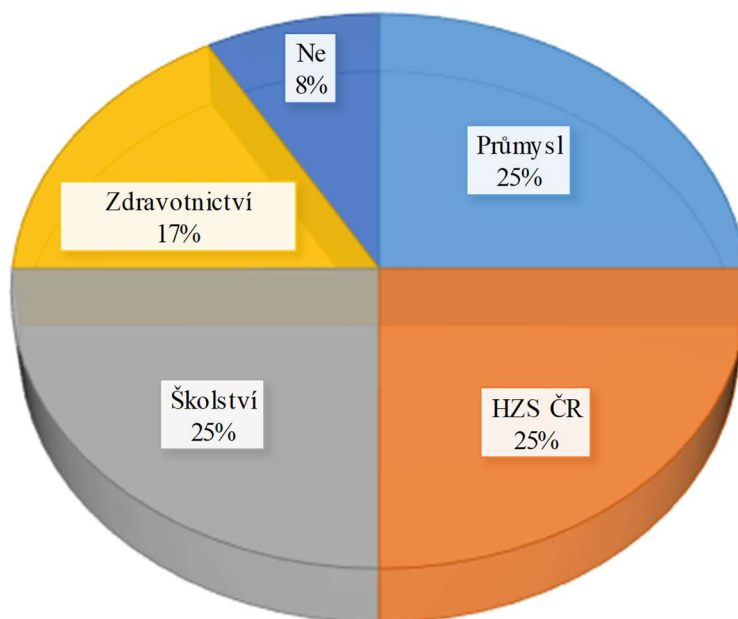
Graf 2 Vyhodnocení otázky č. 2

Graf 2 znázorňuje odpovědi na otázku „Přicházíme v běžném životě do styku se zpomalovači hoření?“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 6, kteří byli rozděleni do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl, HZS ČR a školství odpověděly jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. Oproti tomu ve skupině zdravotnictví odpovědělo ano pouze 17 % a zbývajících 8 % odpovědělo ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 3: Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?

Tab. 7 Vyhodnocení otázky č. 3

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ano	Ano
2.	Ano	Ano	Ano	Ne
3.	Ano	Ano	Ano	Ano



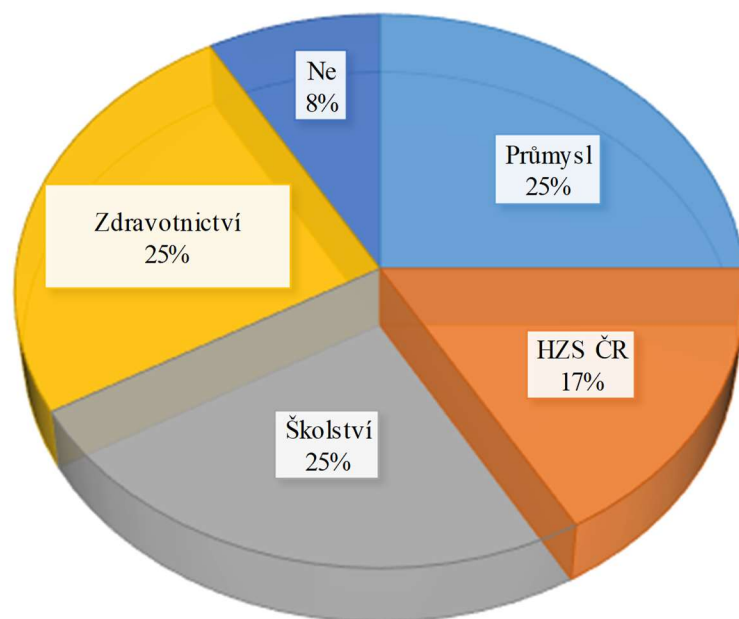
Graf 3 Vyhodnocení otázky č. 3

Graf 3 znázorňuje odpovědi na otázku „Víte, k čemu se používají zpomalovače hoření?“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 7, kteří byli rozděleni do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl, HZS ČR a školství odpověděly jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. Oproti tomu ve skupině zdravotnictví odpovědělo ano pouze 17 % a zbývajících 8 % odpovědělo ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 4: Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?

Tab. 8 Vyhodnocení otázky č. 4

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ano	Ano
2.	Ano	Ano	Ano	Ano
3.	Ne	Ano	Ano	Ano



Graf 4 Vyhodnocení otázky č. 4

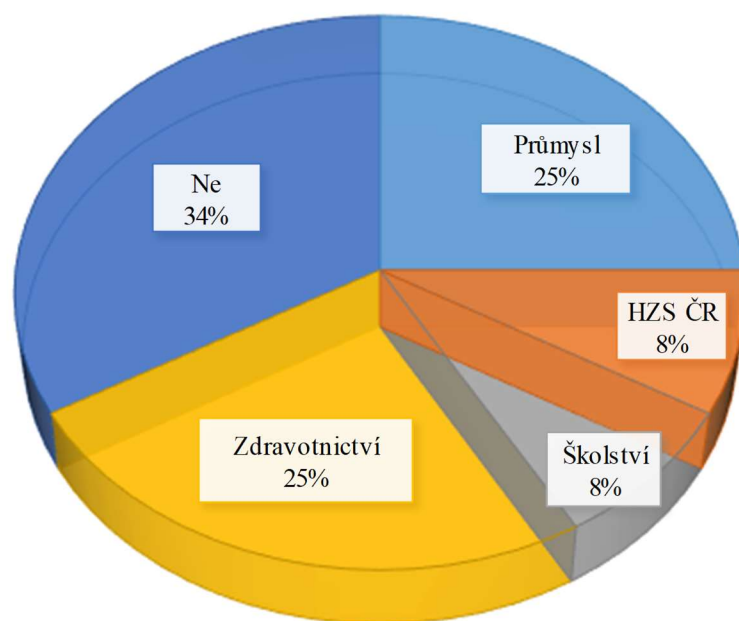


Graf 4 znázorňuje odpovědi na otázku „*Ovlivňují zpomalovače hoření zdraví člověka?*“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 8, kteří byli rozděleni do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl, zdravotnictví a školství odpověděly jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. V 17 % odpověděla ano skupina HZS ČR. Zbývajících 8 % tvoří odpovědi ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 5: *Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů?*

Tab. 9 Vyhodnocení otázky č. 5

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ne	Ano	Ne	Ano
2.	Ne	Ano	Ne	Ano
3.	Ano	Ano	Ano	Ano



Graf 5 Vyhodnocení otázky č. 5

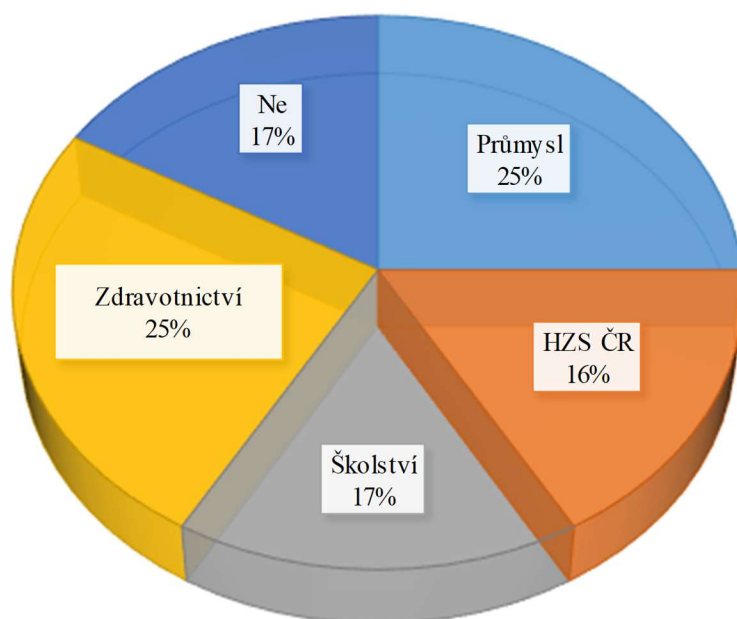
Graf 5 znázorňuje odpovědi na otázku „*Domníváte se, že se zpomalovače hoření vrací do oběhu recyklací plastů?*“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 9, kteří byli

rozdělení do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl a zdravotnictví odpověděly jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. V 8 % odpověděla ano skupina školství a skupina HZS ČR. Zbývajících 34 % tvoří odpovědi ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 6: Existují alternativy s odlišným chemickým složením?

Tab. 10 Vyhodnocení otázky č. 6

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ano	Ano
2.	Ano	Ano	Ano	Ano
3.	Ne	Ano	Ne	Ano



Graf 6 Vyhodnocení otázky č. 6

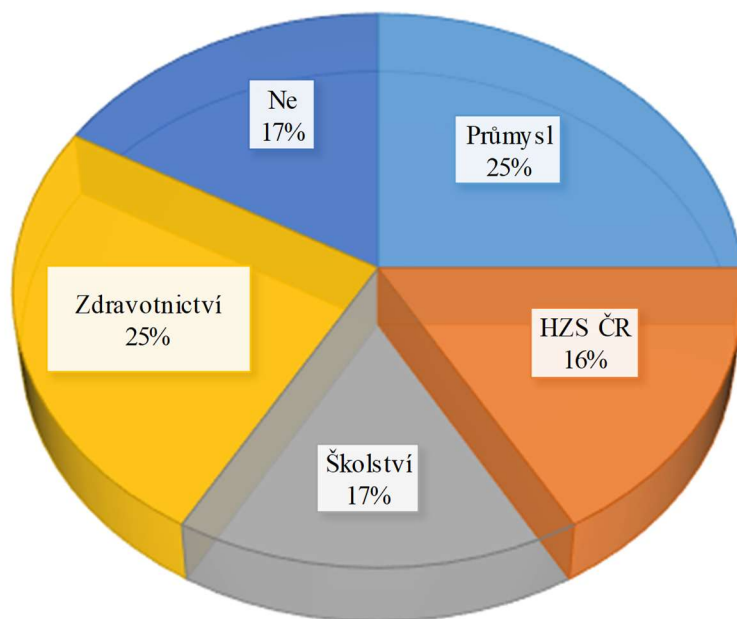
Graf 6 znázorňuje odpovědi na otázku „Existují alternativy s odlišným chemickým složením?“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 10, kteří byli rozdělení do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých

skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl a zdravotnictví odpověděly jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. V 17 % odpověděla ano skupina školství, dále v 16 % skupina HZS ČR. Zbývajících 17 % tvoří odpovědi ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 7: Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?

Tab. 11 Vyhodnocení otázky č. 7

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ano	Ano
2.	Ano	Ano	Ano	Ano
3.	Ne	Ano	Ne	Ano



Graf 7 Vyhodnocení otázky č. 7

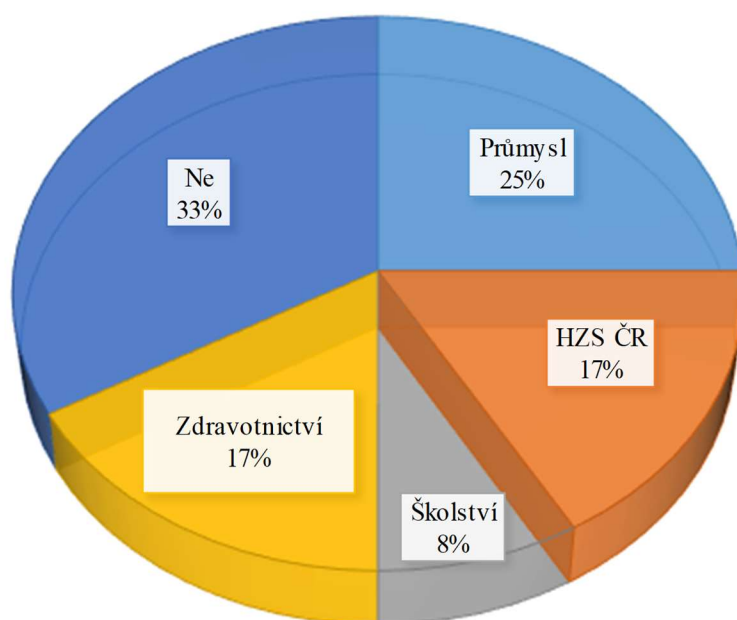
Graf 7 znázorňuje odpovědi na otázku „Domníváte se, že se Vy osobně můžete setkat se zpomalovači hoření?“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 11, kteří byli rozděleni do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupiny zastupující průmysl a zdravotnictví odpověděly

jednoznačně ano, tedy každá 25 % z celkového počtu dotazovaných. V 17 % odpověděla ano skupina školství, dále v 16 % skupina HZS ČR. Zbývajících 17 % tvoří odpovědi ne z celkového počtu dotazovaných.

Otázka č. 8: Je tato problematika řešena právními předpisy?

Tab. 12 Vyhodnocení otázky č. 8

Respondent	HZS ČR	Průmysl	Školství	Zdravotnictví
1.	Ano	Ano	Ne	Ano
2.	Ano	Ano	Ne	Ne
3.	Ne	Ano	Ano	Ano



Graf 8 Vyhodnocení otázky č. 8

Graf 8 znázorňuje odpovědi na otázku „Je tato problematika řešena právními předpisy?“. Z celkového počtu 12 respondentů Tab. 12, kteří byli rozděleni do čtyř skupin a měli možnost odpovědět pouze ano nebo ne, odpověděli v jednotlivých skupinách následovně. Skupina zastupující průmysl odpověděla jednoznačně ano, tedy 25 % z celkového počtu dotazovaných. V 17 % odpověděla ano skupina zdravotnictví

a skupina HZS ČR, dále v 8 % skupina školství. Zbývajících 33 % tvoří odpovědi ne z celkového počtu dotazovaných.

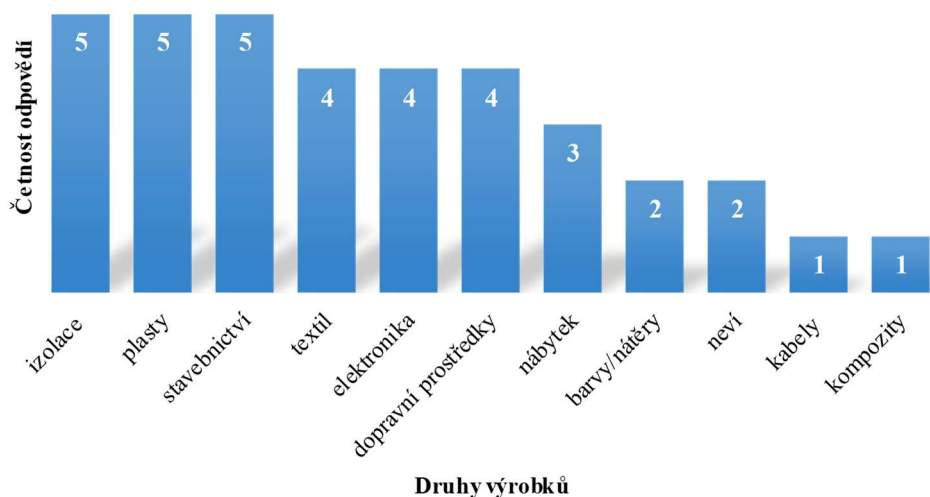
### 7.7 Vyhodnocení otevřených otázek

Otázka č. 1: Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.

Tab. 13 uvádí přehled odpovědí respondentů na výše uvedenou otázku. Z uvedených odpovědí vyplývá, že nejvíce vnímají problematiku přímo zainteresované skupiny, kterými jsou skupiny HZS ČR a průmyslu. Respondenti ze skupiny školství a zdravotnictví se s ohledem na oblast jejich působení podílejí na uvedeném přehledu menším počtem odpovědí.

Tab. 13 Výskyt zpomalovačů hoření ve výrobcích za jednotlivé skupiny

Skupina respondentů	izolace	plasty	stavebnictví	textil	elektronika	dopravní prostředky	nábytek	barvy/nátěry	neví	kabely	kompozity	Celkem
HZS ČR	2	2	0	1	1	1	1	1	0	1	0	10
Školství	1	1	2	0	1	1	1	0	0	0	1	8
Průmysl	2	1	2	3	2	2	1	0	0	0	0	13
Zdravotnictví	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	5
Celkem	5	5	5	4	4	4	3	2	2	1	1	



Graf 9 Jednorozměrné rozložení četnosti výrobků

Graf 9 znázorňuje rozložení četnosti výrobků, ve kterých se dle respondentů mohou vyskytovat zpomalovače hoření. Odborná veřejnost nejvíce vnímá zastoupení zpomalovačů hoření ve výrobcích typu – izolace, plasty, některé typy stavebních hmot. Méně již v textilu, elektronice a dopravních prostředcích. Nejméně uváděnými jsou nábytek, barvy/nátěry, kabely a kompozity.

Otázka č. 2: Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření.

Nejvíce se reálnému fungování zpomalovače hoření přiblížila skupina průmyslu, která uvedla tyto principy: omezení rozvoje požáru, snížení přístupu kyslíku a zvýšení tepelné vodivosti materiálu. Respondenti skupiny HZS ČR uvedli kromě zpomalení procesu hoření také princip ochranné vrstvy materiálu. Podobně na funkci zpomalovače hoření nahlížela skupina školství a zdravotnictví, respondenti uvedli pouze zvýšení tepelné kapacity polymeru a snížení přístupu kyslíku.

Otázka č. 3: Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí?

Oproti očekávání jsou odpovědi na otevřenou otázku č. 3 bez bližší specifikace. Respondenti ze skupiny HZS ČR se pouze v jednom případě vyjádřili v plné šíři na celou otázku, a sice v části týkající se zdraví člověka respondent uvedl informace, které se týkají

bioakumulace a toxicity zpomalovačů hoření. A dále pak v části týkající se životního prostředí uvedl nepřímo jejich perzistenci. Zbývající respondenti zmínili pouze obecný popis vlivu zpomalovačů hoření, jako je toxicita a škodlivost v ovzduší.

Ve skupině průmyslu uvedli dva respondenti konkrétně negativní vliv zpomalovačů hoření na zdraví člověka, tedy jejich karcinogenitu a poškození reprodukčního systému. V jednom případě byla odpověď spíše obecného charakteru, že se jedná o látky toxické, které jsou nebezpečné pro zdraví člověka, ale i pro životní prostředí.

Od respondentů ze skupiny školství byly získány rozsáhlejší odpovědi. V jednom případě respondent uvedl, že se koncentrace chemické látky hromadí v organismu, čímž ovlivňuje jeho funkci. Dále uvedl, že při nevhodné likvidaci odpadu nebo při obrábění a tváření konkrétních polymerů dochází ke kontaminaci životního prostředí – vzduchu, půdy a spodních vod. Třetí respondent nepřímo uvedl, že se jedná o látky perzistentní a že se dostávají do potravinového řetězce. A dále, že se uvolňují do vzduchu při procesu hoření.

Respondenti ze skupiny zdravotnictví se k otázce č. 3 vyjádřili takto, v jednom případě uvedl respondent, že se jedná o látky karcinogenní a ve dvou případech uvedli respondenti, že neví a neumí posoudit, jak mohou zpomalovače hoření ovlivňovat zdraví člověka a životní prostředí.

Otázka č. 4 pro skupinu HZS ČR: Domníváte se, že zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS ČR při výkonu povolání? A jak?

Na výše uvedenou otázku všichni respondenti ze skupiny HZS ČR odpověděli kladně, že zpomalovače hoření škodí příslušníkům HZS ČR. Zároveň uvedli, že je důležité používat ochranné prostředky při zásahu.

Otázka č. 4 pro skupinu průmysl: Domníváte se, že je nutné používat zpomalovače hoření v plastech? Uveďte důvody, proč ano nebo ne.

Respondenti ze skupiny průmyslu uvedli, že se přiklánějí k používání zpomalovačů hoření v plastech, a to z důvodu snížení škod na majetku a ve vztahu zdraví osob při požáru, příp. evakuaci. V jednom případě byl uveden negativní vliv zpomalovačů hoření, a to jejich toxicita.

Otázka č. 4 pro skupinu školství: Domníváte se, že je důležité v rámci školní výuky seznámit žáky s významem zpomalovačů hoření a jejich vlastnostmi? Uveďte důvod.

Respondenti ze skupiny školství odpověděli na otázku č. 4 jednoznačně ano, tedy že je důležité v rámci školní výuky seznamovat žáky s významem zpomalovačů hoření a jejich vlastnostmi. Jeden respondent konkrétně uvedl, že by se informovanost o zpomalovačích hoření mohla zahrnout do výuky přírodopisu, chemie nebo technické výchovy. Na otázku, proč šířit povědomí o zpomalovačích hoření do škol, uvedli respondenti tyto důvody: děti mohou mít vliv na rodiče při výběru spotřebního zboží, dále lze díky výuce poukázat na toxicitu zpomalovačů hoření, vysvětlit žákům, jak zacházet s polymery a při jejich následné likvidaci, zároveň vzdělávat žáky k určité zodpovědnosti ke zdraví a k životnímu prostředí.

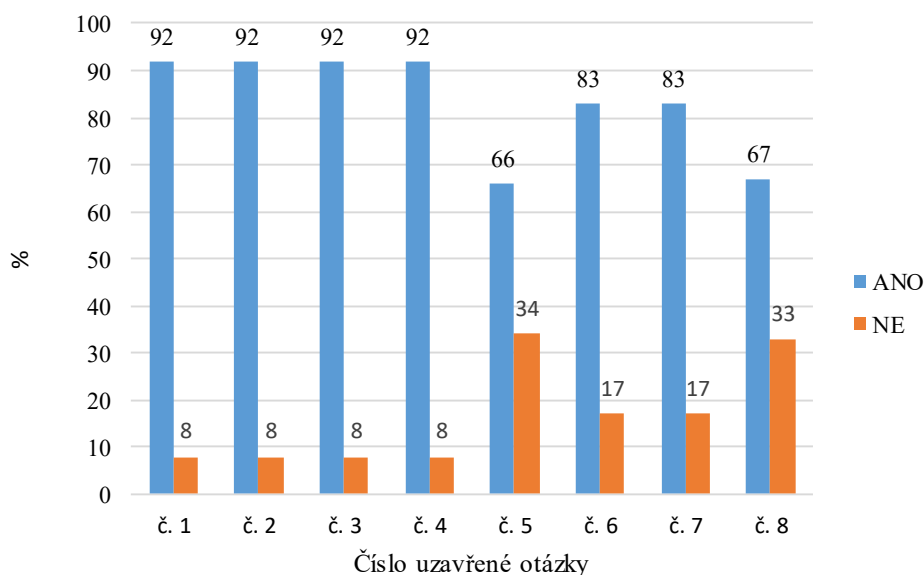
Otázka č. 4 pro skupinu zdravotníků: Jak vnímáte z Vašeho profesního pohledu používání zpomalovačů hoření v běžném životě?

Respondenti ze skupiny zdravotníků na otázku č. 4 uvedli stručné odpovědi a žádný respondent blíže nespecifikoval, jak vnímá z profesního pohledu používání zpomalovačů hoření v běžném životě. V jednom případě respondent vyjádřil, že zpomalovače hoření vnímá pozitivním způsobem, ve zbývajících dvou případech respondenti nevnímají zpomalovače hoření nijak nebo neví.



## 8 Diskuze

V rámci této kapitoly je provedena kritická interpretace získaných výsledků. Praktická část byla vypracována na základě strukturovaných rozhovorů. Metodikou uzavřených otázek byly od všech respondentů získány odpovědi, které procentuálně shrnuje následující Graf 10. Všechny čtyři skupiny byly shrnuty do jednoho celku s názvem odborná veřejnost, v němž sloupce odpovědí ANO jsou tvořeny součtem všech dílčích odpovědí ANO od konkrétních skupin. Stejným způsobem jsou tvořeny i sloupce pro odpovědi NE.



Graf 10 Procentuální poměr odpovědí odborné veřejnosti

Z analýzy odpovědí na uzavřené otázky č. 1, č. 2, č. 3 a č. 4 vyplývá, že odborná veřejnost si je z 92 % vědoma existence zpomalovačů hoření i možnosti dostat se s nimi do styku a má přehled o účelu jejich využití, včetně jejich vlivu na zdraví člověka. Zbývajících 8 % má v této oblasti šetření jen minimální znalosti.

Nejnižší míra vědomostí se projevila u uzavřené otázky č. 5, kde pouze 66 % odborné veřejnosti uvedlo, že se zpomalovače hoření vracejí do oběhu recyklací plastů, přičemž zbývajících 34 % odpovědí bylo negativních.

Shodné výsledky mají otázky č. 6 a č. 7, které vykazují 83 % kladných odpovědí na otázky, zda existují zpomalovače hoření s odlišným chemickým složením a zda se může respondent osobně setkat se zpomalovači hoření. Zbývajících 17 % respondentů se k otázkám č. 6 a č. 7 vyjádřilo záporně.

Nižší míru vědomostí vykazují rovněž odpovědi na otázku č. 8, zda je problematika zpomalovačů hoření řešena právními předpisy. K této otázce se 67 % respondentů vyjádřilo kladně a 33 % respondentů podalo zápornou odpověď.

Následně bylo provedeno vyhodnocení otevřených otázek strukturovaného rozhovoru, přičemž první otázku bylo ještě možné analyzovat pomocí grafického znázornění, viz Graf 9, ovšem zbývajících otázky č. 2 – č. 4 se musely vyhodnotit pouze slovně.

Odpověď na otevřenou otázku č. 1 „*Uveďte, ve kterých výrobcích se mohou zpomalovače hoření vyskytovat.*“ části B nekoreluje u části odborné veřejnosti s odpovědí na uzavřenou otázku č. 7 „*Můžete se Vy osobně setkat se zpomalovači hoření?*“ části A. Na otázku č. 1 odpověděla část odborné veřejnosti „*Nevím*“, ale zároveň na otázku č. 7 odpověděla kladně, že se mohou se zpomalovači setkat i v běžném životě. Předpokládá se, že pokud ta část odborné veřejnosti odpoví na otázku č. 7 ANO, uvede zároveň v otázce č. 1 aspoň jeden druh výrobku, v němž se mohou zpomalovače hoření vyskytovat. Z toho vyplývá, že téma problematiky zpomalovačů hoření se veřejnosti stalo známé na základě diskuze ve veřejném prostoru, ovšem detailnější věcně správná informovanost, např. začlenění zpomalovačů hoření do konkrétních výrobků, se nepotvrdila.

V odpovědích na otevřenou otázku č. 2 „*Popište, jak si představujete princip funkce zpomalovače hoření.*“ nejlépe definovala fungování zpomalovače hoření skupina průmyslu. Respondenti ze skupiny HZS ČR nahlíželi na otázku i z profesního hlediska a hodnotili princip převážně v obecné rovině, podobně jako skupiny školství a zdravotnictví, které se k této otázce vyjádřily shodně.

Ve formulacích odpovědí na otevřenou otázku č. 3 „*Jak mohou ovlivňovat zpomalovače hoření zdraví člověka a životní prostředí.*“ se ukázalo, jak těžké je pro část respondentů specifikovat účinky, jež mohou mít zpomalovače hoření na zdraví člověka a stav

životního prostředí. Respondenti zareagovali souhrnně jednou odpovědí, ve většině uváděli toxicitu a karcinogenitu.

Otevřené otázky č. 4 nebyly na rozdíl od v předchozích případech společné pro všechny skupiny, ale byly koncipovány pro každou jednotlivou oblast zvlášť. Otázky pro jednotlivé skupiny jsou specifikovány v kapitole č. 7.1, část B.

Z odpovědí je zřejmé, že příslušníci HZS ČR si uvědomují závažnost rizika toxicity při požárech. Z tohoto důvodu poukazují na důležitost užívání a údržby ochranných prostředků při zásazích např. při požáru skládky, kde se může ve větší míře vyskytovat plastový odpad. Je to kvůli toxicitě látek působících jak v souvislosti s požárem, tak i mimo něj.

Z pohledu odborníků v průmyslu se prakticky jedná o celospolečenské téma, které je ale řešené pouze v odborných kruzích. Odborníci se shodují v tom, že při posouzení použití zpomalovačů hoření je třeba vzít v úvahu obě strany problému. V případě absence zpomalovače hoření vzniká zvýšené riziko při požárech (např. přímé ohrožení osob při evakuaci). V opačném případě, za přítomnosti zpomalovače hoření (za účelem zvýšení bezpečnosti osob při požáru) spočívá riziko v tom, že dojde ke zvýšení expozice lidí s těmito zpomalovači v latentním stavu. Což může mít za následek vyšší výskyt onemocnění spojených s toxicitou zpomalovačů hoření.

Z odpovědí pracovníků školství jednoznačně vyplývá, že pro seznámení se s problematikou výroby, použití a likvidací polymerních výrobků je nutné podnitit v oblasti školství tvorbu edukačních materiálů přizpůsobených konkrétním věkovým kategoriím jednotlivých skupin žáků a studentů.

Pracovníci zdravotnictví nejsou přímo zainteresováni v dané problematice, nicméně sekundárně se s ní setkávají v podobě následků způsobených těmito látkami (např. karcinogenní onemocnění) a léčbou případných zranění nebo intoxikací vzniklých například při zásahu. Nicméně ani zdravotníci se nemusí v některých případech přímému působení těchto látek vyhnout, jelikož mohou být členy zásahového týmu integrovaného záchranného systému, a přitom nejsou vybaveni adekvátními ochrannými pomůckami pro tuto situaci na rozdíl od profesionálních jednotek HZS ČR. Jde v podstatě o to, že

případná residua zpomalovačů hoření se mohou vyskytovat i mimo rozsah aktuálního požářiště, a jejich vliv tak může zasahovat i na stanoviště zdravotníků či jiných osob.

Z výše uvedeného vyplývá, že odborná veřejnost disponuje poměrně vysokou mírou vědomostí spojených s rizikem při používání zpomalovačů hoření. Zároveň se ukazuje, že vlastní téma by si zasloužilo více pozornosti a především zapojení laické veřejnosti do hledání aktivního řešení, a to formou edukace v oblasti školství, výchovy a dalšího vzdělávání, čímž by se informace o tomto problému dostaly hlouběji do rodin a celé společnosti.

Na základě výše uvedených shrnutých výsledků navrhuje zaměřit se ve vzdělávacích institucích na zvýšení edukační činnosti ohledně zmíněné problematiky, a to nejen u studentů, ale i u zaměstnanců formou odborných školení nebo seminářů.

## 9 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat a charakterizovat vybraný druh zpomalovačů hoření z hlediska jejich využití, toxicity a právní úpravy při nakládání s nimi. Dále bylo naším cílem ověření těchto znalostí na vybrané skupině osob, a sice těch, které se mohou při své profesi dostat se zpomalovači hoření do kontaktu, i přesto, že nejsou v dané problematice přímo zainteresováni. Našimi respondenty byli zaměstnanci následujících profesních skupin: HZS ČR, průmysl, zdravotnictví a školství.

Analýzou odborné literatury, textů a internetových zdrojů byla vytvořena teoretická část práce. Zde se projevil nedostatek současné odborné literatury k danému tématu. Teoretické poznatky byly čerpány ze starší literatury a doplňovány aktuálními odbornými články zabývajícími se problematikou zpomalovačů hoření. V teoretické části práce byly díky tomu poměrně stručně a přehledně definovány zpomalovače hoření, popsán princip jejich funkce a rozdělení včetně uvedení důležitých právních předpisů, týkajících se regulace zpomalovačů hoření.

V praktické části práce bylo nejprve přistoupeno k popisu metodiky kvalitativního výzkumu, dále byly formulovány uzavřené a otevřené otázky, následně realizovány strukturované rozhovory, a nakonec získané odpovědi analyzovány a doplněny tabulkami, obrázky a grafy. Strukturovaný rozhovor byl veden se zástupci odborné veřejnosti za účelem zjištění názoru na používání zpomalovačů hoření v praxi a ověření úrovně znalostí týkajících se daného tématu a jejich osobního pohledu na probíranou problematiku. Respondenti z odborné veřejnosti byli osloveni proto, že občanská veřejnost nemá moc možností se s uvedenou problematikou setkat, a tak jí zůstává poměrně neznámá. Vzhledem k tomu, že se jednalo o strukturované rozhovory, jejichž organizace je časově náročná, byli z každé skupiny vybráni tři respondenti. Z pohledu statistické validnosti by bylo vhodnější vybrat rozsáhlejší vzorek respondentů, což by byl i přesto omezený rozsah osob, s ohledem na to, že toto téma není, jak již bylo uvedeno i vzhledem k množství dostupné literatury v současnosti rozsáhle řešeno.

Z analýzy odpovědí na oba typy otázek vyplývá, že převážná většina odborné veřejnosti má přehled o využití zpomalovačů hoření a jejich vlivu na zdraví člověka. Zároveň si byli

respondenti vědomi toho, že se i oni sami se zpomalovači hoření mohou dostat do kontaktu. Nižší míra informovanosti o zpomalovačích hoření se projevila v oblasti recyklace plastů, přestože je dnes tato oblast jedním z důležitých požadavků na proces výroby.

Na začátku činností směřujících k vyhotovení této bakalářské práce jsem nepředpokládala takovou míru rozsahu používání zpomalovačů hoření a jejich ambivalentního vlivu na každodenní život člověka. I proto pro mne byla práce na tomto tématu velice inspirující a umožnila mi prohloubit mé teoretické znalosti odborné problematiky. Jsem toho názoru, že společnost je třeba motivovat k zamyšlení a případným změnám především na základě objektivních informací. Současná situace, které jako lidstvo čelíme, vznikla částečně jako reakce na nespokojenost zákazníků a konzumentů s původními obaly (např. sklo aj.), které jsou nyní nahrazovány především polymerními materiály. Vzhledem k tomu, že se jedná o látky bioakumulativní a perzistentní, stává se z nich celospolečenské téma.

Závěrem je možné konstatovat, že v této bakalářské práci bylo dosaženo všech stanovených cílů. Uvedení do problematiky zpomalovačů hoření vnímám také jako vytyčení dalšího směru výzkumu v tomto tématu, jehož výsledky bude možné využít i pro edukační proces.

## 10 Seznam literatury a zdrojů

BALOG, Karol a Ivana BARTLOVÁ. 1998. *Základy toxikologie*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1998. str. 107. 80-861-1129-6.

Bromované difenyletery, 2019. [online]. IRZ. [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: [https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Bromovane\\_difenyletery\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Bromovane_difenyletery_Karta_latky_11012019.pdf)

Distribuce publi.cz, 2016. [online]. Code Creator, s.r.o. [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/13.html>

Flame Retardant Alternatives for Hexabromocyclododecane (HBCD), 2014. [online]. EPA. [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/hbcd\\_report.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/hbcd_report.pdf)

Flame Retardants, 2019. [online]. Collaborative on Health and the Environment [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://www.healthandenvironment.org/environmental-health/environmental-risks/chemical-environment-overview/flame-retardants>

Hexabromobifenyl, 2019. [online]. IRZ. [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: [https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Hexabromobifenyl\\_Karta\\_latky\\_11012019.pdf](https://www.irz.cz/sites/default/files/latky/Hexabromobifenyl_Karta_latky_11012019.pdf)

Chemicals listed in Annex A HBB, 2008. [online]. Stockholm Convention. [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: <http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HBB/tabid/5860/Default.aspx>.

International POPs Elimination Project, 2006. [online]. IPEN. [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: [https://ipen.org/sites/default/files/documents/3ceh\\_czech\\_country\\_situation\\_report-en.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/3ceh_czech_country_situation_report-en.pdf)

KOČÍ, V., 2012. Hexabromcyklododekan a životní prostředí [online]. Chemické listy. [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: [http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/2012\\_12\\_1116-1121.pdf](http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_12_1116-1121.pdf)

MASAŘÍK, Ivo. 2003. *Plasty a jejich požární nebezpečí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. str. 183. 80-866-3416-7.

MEDIS-ALARM 120A, 2020. [online]. Dostupné také z: Databáze nebezpečných látek společnosti MEDISTYL, spol. s r.o. v licenci Krajského úřadu Jihočeského kraje [2020/3 V4.2.351]. 2020.

Nařízení CLP o klasifikaci a označování látek a směsí, 2020. [online]. SZÚ. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/navrh-narizeni-ghs-o-klasifikaci-a-oznacovani-latek-a-smesi-1?highlightWords=clp>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. prosince 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, v konsolidované, 2009. [online]. MPO. [cit. 2020-05-01] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/dokument54046.html>

OCELKA, T. et al., 2017. Zhášece hoření, jejich výskyt v prostředí a metody měření [online]. Chemické listy. [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/35>

PBDE structure, 2019. [online]. MFE. [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: <https://www.mfe.govt.nz/publications/hazards/executive-summary/appendix-b-polybrominated-diphenyl-ether-pbde-structure-and>

PBDEs, 2012. [online]. UNEP. [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: <http://sib3pop.menlhk.go.id/uploads/Regulasi/UNEP-POPS-GUID-NIP-2012-PBDEs-Inventory.En.pdf>

Persistent Organic Pollutants, 2015. [online]. BIOTREK. [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <https://bionine.wordpress.com/2015/10/14/k-p-o-p-killing-of-persistent-organic-pollutants-via-biomolecular-engineering/>



PETROVÁ, Š. et al., 2015. Retardanty hoření, jejich použití a vliv na životní prostředí [online]. Chemické listy. [cit. 2019-11-11]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/312>

Polybromierte Diphenylether, 2019. [online]. Chem.de. [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: [https://www.chemie.de/lexikon/Polybromierte\\_Diphenylether.html](https://www.chemie.de/lexikon/Polybromierte_Diphenylether.html)

Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in U.S. mothers' milk, 2003. [online]. EHP. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/2966.pdf>

Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure, and toxicology, 2001. [online]. EHP. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.01109s149>

Problem Formulation for Cyclic Aliphatic Bromides Cluster, 2018. [online]. EPA. [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-06/documents/hbcd\\_problem\\_formulation\\_05-31-18.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-06/documents/hbcd_problem_formulation_05-31-18.pdf)

Regulations REACH, 2019. [online]. ECHA [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/reach/understanding-reach>

Risk profile on hexabromcyclododecane, 2008. [online]. Stockholm Convention. [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: <http://www.pops.int/Implementation/Alternatives/AlternativestoPOPs/ChemicalslistedinAnnexA/HBCD/tabid/5861/Default.aspx>

SARAH JANSSEN, M.D., PHD, M.P.H., Brominated Flame Retardants: Rising Levels of Concern [online], 2005. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: [https://www.noharm.org/sites/default/files/documents-files/28/BFRs\\_Rising\\_Concern.pdf](https://www.noharm.org/sites/default/files/documents-files/28/BFRs_Rising_Concern.pdf)

Stockholmská úmluva o perzistentních organických polutantech, 2009. [online]. MŽP. [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/stockholmska\\_umluva\\_polutanty/\\$FILE/OMV-Text\\_cesky\\_a\\_anglicky-20090727](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/stockholmska_umluva_polutanty/$FILE/OMV-Text_cesky_a_anglicky-20090727)

Stockolmská úmluva-polutanty, 2001. [online]. MŽP. [cit. 2019-11-09]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/stockholmska\\_umluva\\_polutanty](https://www.mzp.cz/cz/stockholmska_umluva_polutanty)

ŠTĚPEK, Jiří, Jiří ZELINGER a Antonín KUTA, 1989. *Technologie zpracování a vlastnosti plastů*. Praha: Nakladatelství technické literatury, n. p., 1989. str. 637. 04-602-89.

Technical Fact Sheet PBDEs and PBBs, 2014. [online]. EPA. [cit. 2019-11-12]. Dostupné z: [https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/ffrofactsheet\\_contaminant\\_perchlorate\\_january2014\\_final\\_0.pdf](https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/ffrofactsheet_contaminant_perchlorate_january2014_final_0.pdf)

Technical Fact Sheet-PBDEs, 2014. [online]. EPA. [cit. 2019-11-24]. Dostupné z: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/ffrofactsheet\\_contaminant\\_perchlorate\\_january2014\\_final\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/ffrofactsheet_contaminant_perchlorate_january2014_final_0.pdf)

Toxická recyklace, 2017. [online]. Arnika. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://arnika.org/toxicka-recyklace-aneb-jak-mohou-nevytridene-odpady-kontaminovat-spotrebni-zbozi-v-cr/download/studie-toxicka-recyklace-arnika-2017-3>

## 11 Seznam zkratk

BFRs	Bromované zpomalovače hoření
CLP	Klasifikace, označování a balení látek a směsí
HBB	Hexabrombifenyl
HBCDD	Hexabromcyklododekan
PBDEs	Polybromované difenylethery
POPs	Perzistentní organické polutanty
REACH	Registrace, evaluace a autorizace chemických látek

## 12 Seznam tabulek

Tab. 1 Přehled aditivních zpomalovačů hoření v plastech .....	14
Tab. 2 Chemické a fyzikální vlastnosti HBCDD.....	17
Tab. 3 Chemické a fyzikální vlastnosti HBB .....	19
Tab. 4 Chemické a fyzikální vlastnosti PBDEs.....	21
Tab. 5 Vyhodnocení otázky č. 1 .....	45
Tab. 6 Vyhodnocení otázky č. 2 .....	46
Tab. 7 Vyhodnocení otázky č. 3 .....	47
Tab. 8 Vyhodnocení otázky č. 4 .....	48
Tab. 9 Vyhodnocení otázky č. 5 .....	49
Tab. 10 Vyhodnocení otázky č. 6 .....	50
Tab. 11 Vyhodnocení otázky č. 7 .....	51
Tab. 12 Vyhodnocení otázky č. 8 .....	52
Tab. 13 Výskyt zpomalovačů hoření ve výrobcích za jednotlivé skupiny .....	53

### 13 Seznam obrázků

Obr. 1 Hoření polymeru.....	12
Obr. 2 Chemický vzorec HBCDD .....	17
Obr. 3 Chemický vzorec HBB .....	18
Obr. 4 Chemická struktura PBDE.....	21
Obr. 5 Životní cyklus penta-BDE .....	24
Obr. 6 Bioakumulace POPs v životním prostředí.....	27

## 14 Seznam grafů

Graf 1 Vyhodnocení otázky č. 1 .....	45
Graf 2 Vyhodnocení otázky č. 2 .....	46
Graf 3 Vyhodnocení otázky č. 3 .....	47
Graf 4 Vyhodnocení otázky č. 4 .....	48
Graf 5 Vyhodnocení otázky č. 5 .....	49
Graf 6 Vyhodnocení otázky č. 6 .....	50
Graf 7 Vyhodnocení otázky č. 7 .....	51
Graf 8 Vyhodnocení otázky č. 8 .....	52
Graf 9 Jednorozměrné rozložení četnosti výrobků .....	54
Graf 10 Procentuální poměr odpovědí odborné veřejnosti .....	57