

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO  
PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

VLIV HASEBNÍCH LÁTEK NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

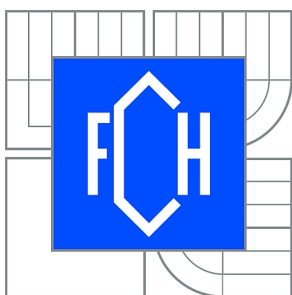
PAVEL ČTVRTNÍČEK

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF  
ENVIRONMENTAL PROTECTION

## VLIV HASEBNÍCH LÁTEK NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

IMPACT OF EXTINGUISHING SUBSTANCES ON THE ENVIRONMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PAVEL ČTVRTNÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RUDOLF VALÁŠEK

BRNO 2010



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	<b>FCH-BAK0394/2009</b>	Akademický rok: <b>2009/2010</b>
Ústav:	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí	
Student(ka):	<b>Pavel Čtvrtníček</b>	
Studijní program:	Ochrana obyvatelstva (B2825)	
Studijní obor:	Krizové řízení a ochrana obyvatelstva (2804R002)	
Vedoucí práce	<b>Ing. Rudolf Valášek</b>	
Konzultanti:	prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.	

### Název bakalářské práce:

Vliv hasebních látek na životní prostředí

### Zadání bakalářské práce:

Zpracovat přehled současných používaných hasebních látek v ČR a vyhodnotit jejich fyzikálně chemické vlastnosti, zejména s ohledem jejich vlivu na životní prostředí. Posoudit riziko ohrožení životního prostředí a zasahujících jednotek hasebními látkami a zhodnotit možnosti asanace životního prostředí znečištěného hasebními látkami po likvidaci různých druhů požárů s vazbou na použité hasební látky.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2010

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

-----  
Pavel Čtvrtníček  
Student(ka)

-----  
Ing. Rudolf Valášek  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2009

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Vzhledem k tomu, že neustále dochází k rozvoji průmyslové a dopravní infrastruktury, vývoji nových chemických látek a jejich uplatňování na trhu rostou také požadavky na hasiče, technologie hašení a hasiva, která jsou při požárech nebezpečných látek využívána. Proto jsem se v mojí bakalářské práci zaměřil na zhodnocení hasiv jak už klasických, tak i nejmodernějších. Dále jsem se v práci snažil popsat postup sanace půdy po požáru skladu s nebezpečnými látkami. Přínosem mojí práce bude komplexní přehled o užívaných hasivech a hasebních postupech, které mohou být vhodnou pomůckou pro velitele zásahu při řešení tohoto druhu mimořádných událostí.

## **ABSTRAKT**

Considering of there is a constantly developing industrial and transport infrastructure, development of new chemicals and their application in the market there are also demands on fireman increasing , and fire extinguishing agent technology, which are with fires hazardous substances used. Therefore, I was in my thesis focused on how to evaluate extinguishing agents as classic as modern. Then I tried to describe the work process of soil remediation after the warehouse fire with hazardous materials. The benefit of my thesis will be a comprehensive overview of the extinguishing agent used and extinguishing procedures, which may be a suitable gadget for the commander of intervention in dealing with this type of extraordinary incident.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Hasivo, nebezpečná látka, voda, pěnidlo, prášek, halon, půda

## **KEYWORDS**

Suppressant, dangerous substance, water, frothing agent, powder, halon, soil.

ČTVRTNÍČEK, P. Vliv hasebních látek na životní prostředí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2010. 46 Vedoucí bakalářské práce Ing. Rudolf Valášek.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

### *Poděkování:*

*Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Rudolfovi Valáškovvi za odborné rady a věcné připomínky a doporučení a dále odborníkům z řad IZS za ochotnou spolupráci při zpracování bakalářské práce.*

## **OBSAH**

1	ÚVOD .....	7
2	CÍLE PRÁCE.....	8
3	ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....	9
3.1	Půda .....	9
3.2	Voda.....	10
3.3	Ovzduší.....	10
3.4	Osud znečišťující látky v životním prostředí.....	11
4	OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	13
4.1	Podzemní vody .....	13
4.2	Povrchové vody .....	13
5	PROCES HAŠENÍ.....	14
5.1	Třídy požárů .....	14
5.2	Voda.....	15
5.2.1	Hasící účinky vody .....	15
5.3	Pěna .....	16
5.3.1	Současná pěnotvorná hasiva a jejich optimální použití .....	17
5.3.2	Legislativa v oblasti používání a nakládání s pěnidly .....	18
5.4	Hasicí prášky .....	19
5.4.1	Prášky BC .....	19
5.4.2	Prášky ABCD.....	20
5.4.3	Prášky hasící kovy .....	20
5.5	Inertní plyny .....	21
5.6	Halony .....	21
5.6.1	Číslování halogenderivátů uhlovodíků pro potřeby požární ochrany.....	22
6	NOVÉ TECHNOLOGIE HAŠENÍ .....	24
6.1	Ifex.....	24
6.2	Pyrocool.....	25
6.3	One Seven System ®.....	25
6.3.1	Historie One Seven .....	26
6.4	CCS Cobra.....	27
6.4.1	Hodnocení CCS po pěti letech používání .....	28
6.5	Víceúčelový hasicí a likvidační prostředek FireAde 2000.....	29
6.5.1	Pěnidlo FireAde AFFF.....	30
6.6	FIRE JACK.....	31

7	SANACE.....	33
7.1	Druhy sanací k odstranění rizik ekologické zátěže .....	33
7.2	Druhy technologických funkcí sanací .....	34
7.3	Technologie sanačních prací .....	35
8	RIZIKO OHROŽENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A ZASAHUJÍCÍCH JEDNOTEK POŽÁREM .....	36
8.1	Ekologické a genetické důsledky požárů.....	37
8.2	Průzkum znečištění spojeného s požárem v areálu firmy ADC služby s.r.o. - provozovna Podbřežice.....	38
8.2.1	Přírodní poměry .....	38
8.2.2	Rozsah provedených prací a použité metody.....	40
8.2.3	Vyhodnocení kontaminace na lokalitě.....	40
8.2.4	Z výsledků vzorkování vyplývají následující skutečnosti: .....	40
8.2.5	Závěry a doporučení.....	42
9	ZÁVĚR .....	45
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:.....	46
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	47

# 1 ÚVOD

V současné době stále dochází k prudkému rozvoji průmyslu a dopravní infrastruktury. Stavějí se velké městské aglomerace a průmyslové podniky. Díky tomuto mohutnému rozvoji jsou také kladeny stále větší požadavky na hasiče, hasiva a požární techniku, která je hasiči při mimořádných událostech využívána. Hasiči se již dávno nezabývají pouze hašením požárů, ale i technickými pomocemi rozmanitého druhu, dopravními nehodami, úniky nebezpečných látek a spoustou dalších druhů mimořádných událostí. Souběžně s rozvojem průmyslu se ale také klade čím dál větší důraz na ekologii a ochranu životního prostředí. Jelikož při požárech vzniká spousta nebezpečných látek, které jsou většinou ve formě zplodin hoření, snažíme se proto eliminovat dopad samotného zásahu jednotek požární ochrany na životní prostředí.

Proto se v mojí bakalářské práci budu věnovat vlivu hasebních látek na životní prostředí a dále pak okrajově následkům požárů na životní prostředí, včetně asanace místa události. V první části práce se budu věnovat životnímu prostředí, jeho složení a způsobu kontaminace životního prostředí a následně ochraně životního prostředí. Druhou, stěžejní částí mojí práce bude samotný proces hašení, kdy se budu snažit co nejpodrobněji vysvětlit proces hašení různými druhy hasiv. Pro účely mojí práce jsou zde popsána nejen hasiva, která se používají již několik desetiletí, ale i hasiva moderní, která se v současné době uvádějí na trh a hasiči s nimi získávají nové zkušenosti a testují jejich hasební schopnosti. V závěrečné části se pak věnuji sanaci prostředí, kde mimořádná událost vznikla a napáchala zde ekologické škody. Je zde jako příklad uvedena sanace po požáru ve firmě ADC služby s.r.o., provozovna Podbřežice, kde došlo k požáru skladu nebezpečných látek. Tyto látky v průběhu hašení kontaminovaly půdu v celém areálu a bylo zde nutné provést kompletní sanaci, kterou provedla firma DEKONTA.



## **2 CÍLE PRÁCE**

Cílem mojí práce bylo popsat všechna hasiva, která jsou v současné době používána, jejich vliv na životní prostředí a také možnosti sanace po požáru.

Jedná se o velmi obsáhlé téma, a proto nelze v mojí práci zmínit veškeré informace, které tato problematika zahrnuje. Dle mého názoru jde ale o dobrý základ k budoucí diplomové práci na podobné téma.

### 3 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Životním prostředím se rozumí vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje.

Jeho složkami jsou zejména:

- ovzduší
- voda
- horniny
- půda
- organismy
- ekosystémy
- energie

Životní prostředí tvoří tyto složky:

- biotická složka (tvořena živou hmotou – všemi živými organismy)
- buňka – nejmenší funkční biotická složka
- organismus – živá bytost schopná samostatné existence
- populace – biotický systém tvořený skupinou jedinců téhož druhu
- společenstvo – soubor populací, které žijí na jednom místě
- abiotická složka (tvořená neživou hmotou)
  - o půda
  - o voda
  - o vzduch
  - o přírodní síly

#### 3.1 Půda

Půdu lze definovat jako samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Je životním prostředím půdních organismů, stanovištěm planě rostoucí vegetace, slouží k pěstování kulturních rostlin. Je regulátorem koloběhu látek, může fungovat jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek. Půda je dynamický, stále se vyvíjející živý systém.

Z chemického hlediska půda obsahuje:

- anorganický podíl:
  - o makroživiny – C, O, H, N, P, K, Ca, Mg
  - o mikroživiny – S, Fe, B, Mo, Cl, Mn, Cu, Zn
- organický podíl:
  - o humusové látky – produkty humifikačních procesů

Vzhledem k obsahu jílnatých částic pod 0.01 mm se rozlišují:

- půdy lehké (písčité do 10%, hlinitopísčité 10 – 20%)
- střední (písčitolhinité 20 – 30%, hlinité 30 – 45%)
- těžké (jílovitolhinité 45 – 60%, jílovité 60 – 75% a jíl nad 70%)

Půdní fond ČR dělíme, podle toho jakou plní funkci, na:

- zemědělský půdní fond (ZPF)
- lesní půdní fond (LPF)
- zastavěné a ostatní plochy

### 3.2 Voda

Voda pokrývá více jak dvě třetiny zemského povrchu. Podstatnou část (97%) tvoří slané vody moří a oceánů.

Významnou vlastností vody je to, že dosahuje největší hustoty při asi 4°C. Voda o této teplotě je nejhustší a klesá ke dnu, v zimě proto vodní nádrže (rybníky, přehrady), ale i oceány umožňují život pod zamrzlým povrchem.

Voda je jednou ze základních složek životního prostředí a je nezbytnou podmínkou existence života na Zemi, proto je nezastavitelná a plní tyto funkce:

- biologickou – univerzální rozpouštědlo ve světě živých soustav (organismů)
- zdravotní – osobní a veřejná hygiena člověka, rekreace, klimatizace, vytápění, atd.
- kulturní a estetické – krajinná architektura

Vody dělíme podle:

- původu
  - o přírodní – atmosférické, podzemní, povrchové
  - o odpadní – splaškové, průmyslové
- použití (jakosti)
  - o pitná
  - o užitková
  - o provozní

Hodnocení jakosti povrchových vod se provádí podle norem platných v ČR. K tomuto hodnocení slouží ukazatele klasifikace jakosti vod.

### 3.3 Ovzduší

Povrch Země je obklopen plynným obalem – atmosférou. Proudění vzduchu v atmosféře udržuje stálý poměr složek do výšky 60 km.

Minoritní a stopové složky atmosféry jsou velmi významné. Oxid uhličitý, jehož koncentrace je 0,03%, je velmi důležitý pro existenci rostlin. Ozón, jehož většina je přítomna ve vrstvě zvýšené koncentrace ozónu s difuzními hranicemi uvnitř stratosféry, má obrovský význam pro ochranu života na zemském povrchu tím, že absorbuje nadměrné ultrafialové záření.

Její složení je:

Hlavní plyny:

- N<sub>2</sub> 78,084% obj.
- O<sub>2</sub> 20,94% obj.
- Ar 0,934% obj.
- CO<sub>2</sub> 0,03% obj.

Ostatní plyny:

- Ne, He, CH<sub>4</sub>, Kr, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, Xe

Atmosférické aerosoly:

- přirozené
- kosmický prach

- vulkanický prach
- kouřové částice
- částice z povrchu půdy a moře
- aeroplankton – pyl, bakterie
- antropogenní
- plynné příměsi –  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_3$
- pevné částice – saze

Přestože z hlediska složení se atmosféra směrem vzhůru stejnoměrně zředňuje, vykazuje určité rozvrstvení s výraznou charakteristikou. Spodní část atmosféry, v níž je významné proudění, je označována jako troposféra. Nad ní je stratosféra nazvaná podle zvrstvení do řady vrstev, mezi nimiž neexistuje příliš velká vertikální výměna. Hranice mezi troposférou a stratosférou se mění v závislosti na zeměpisné šířce a ročním období, ale může být položena do výšky 10 až 15 km. Teplota v troposféře klesá se zvyšující se výškou, zatím co ve stratosféře je nezávislá na výšce. Ve výškách nad 80 km stratosféra přechází do ionosféry. Je to oblast, v níž je atmosféra vodivá vlivem ultrafialového záření Slunce. V ionosféře je možno rozlišit nejméně tři vrstvy, které se liší schopností absorbovat a odrážet radiofony. [10]

Podle charakteru změn teploty vzduchu s výškou je atmosféra vertikálně členěna takto:

- troposféra
  - tropopauza
- stratosféra
  - stratopauza
- mezosféra
  - mezopauza
- termosféra

Mezi další vrstvy vertikálního členění patří:

- ionosféra – od 80 km: plyny jsou zde v ionizovaném stavu a při velké koncentraci iontů se plyny stávají elektricky vodivými
- ozónosféra – vrstva ozónu ve výškách 10 – 50 km s těžištěm ve 23 km

Kvalita ovzduší je ovlivněna množstvím vypouštěných škodlivých látek, přičemž emisí rozumíme hmotnostní koncentrací škodlivin v ovzduší.

### 3.4 Osud znečišťujících látek v životním prostředí

Osud (fáze) znečišťující látky v životním prostředí je dán třemi procesy:

- Transport
- Transformace
- Přenos mezi složkami prostředí

Transport je pohyb látky zapříčiněný přírodními silami a probíhající v příslušné složce (ovzduší, vodě a půdě). Jako příklad může posloužit pronikání látky různými vrstvami půdy. Lze sem rovněž řadit hromadění nebezpečného faktoru v dané složce (akumulace).

Transformace je jakýkoliv proces způsobující fyzikální změny či změny chemické struktury znečišťující látky. Transformace může jak zvýšit, tak i snížit nebezpečnost. Typickým příkladem jsou fotochemické transformace či mikrobiální degradace. [10]

Přenos mezi složkami prostředí je pohyb znečišťující látky mezi jeho složkami tj. mezi ovzduším, vodou, půdou a bioty. Např. látka může být přenášena z atmosféry na zemský povrch buď sedimentací, nebo vymýváním deštěm. Přenos napříč složkami může mít za výsledek rozsáhlou distribuci znečišťující látky v prostředí a tím následně větší potenciál pro expozici člověka z různých zdrojů či různými cestami. [10]

Fyzikálními pochody se rozumí zejména vypařování, srážení a rozpouštění, změna distribuce velikosti částic. Průběh těchto pochodů lze dobře charakterizovat pomocí fyzikálních konstant, které jsou buď k dispozici, nebo jsou relativně snadno stanovitelné (bod tání, bod varu, tlak nasycených par, rozpustnost, různé rozdělovací koeficienty). Vyjmenované pochody současně determinují transport faktoru mezi jednotlivými složkami životního prostředí. [10]

Chemickými pochody rozumíme reakce vedoucí k degradaci výchozí látky. Jedná se především o fotolýzu, hydrolýzu, oxidaci a redukci. I zde je obecně k dispozici celá řada dat umožňujících exaktní odhad míry, do jaké se jednotlivé pochody budou uplatňovat (rovnovážné resp. kinetické konstanty reakcí). [10]

U řady chemických faktorů je osud v jednotlivých složkách životního prostředí popsán konstantou nazývanou specifický poločas: je to vlastně poločas existence látky v dané složce (např. PCB v půdě, PAU ve vzduchu atd). Na rozdíl od zmíněných fyzikálních a chemických konstant je stanovení specifických poločasů náročné a zpravidla využívá modelových a predikčních metod. Při hodnocení chemických pochodů je třeba mít na zřeteli, že jejich produkty mohou být z hlediska hodnocení rizika stejně závažné případně závažnější než výchozí látka. [10]

## **4 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Ochrana životního prostředí zahrnuje činnosti, jimiž se předchází znečišťování nebo poškozování životního prostředí, nebo se toto znečišťování nebo poškozování omezuje a odstraňuje. Zahrnuje ochranu jeho jednotlivých složek, druhu organismů nebo konkrétních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb, ale i ochranu životního prostředí jako celku.

### **4.1 Podzemní vody**

Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásmu nasycení v přímém styku s horninami: za podzemní vody se považují též vody protékající drenážními systémy (meliorace) a vody ve studních.

### **4.2 Povrchové vody**

Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu: tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

#### **Půdní druh**

Skupina půd určená texturou půdy (především zrnitostí). Vzhledem k obsahu jílnatých částic pod 0,01 mm se rozlišují půdy lehké (písčité do 10%, hlinitopísčité 10 – 20%), střední (písčitohlinité 20 – 30%, hlinité 30 – 45%) a těžké (jílovitohlinité 45 – 60%, jílovité 60 – 75% a jíl nad 70%). Půdní druh podstatně ovlivňuje průběh půdotvorných pochodů, vodní a vzdušný režim v půdách, povahu chemických a biologických vlastností atd.

## 5 PROCES HAŠENÍ

Hašení - je proces, při kterém se snažíme zpomalit nebo zastavit chemickou reakci probíhající při hoření, kterou lze zjednodušeně zapsat:

hořlavá látka + oxidovadlo → spaliny + tepelné energie

Na rychlost této reakce má vliv zejména:

- vzájemná reaktivita látek (afinita)
- jemnost rozptýlení - promíchání, pohyb směsi
- teplota
- tlak
- koncentrace reagujících složek
- přítomnost katalyzátorů
- přítomnost záření, vlnění

Při procesu hašení ovlivňujeme tyto faktory:

- teplota - vnější projev rychlosti pohybu atomů nebo molekul. Zvýšením teploty se jejich pohyb zrychluje, vzájemně se více střetávají a rychleji spolu reagují. Snížením teploty reagujících látek pod určitou hodnotu se reakce prakticky zastaví - hoření se přeruší. Tento princip hašení se nazývá ochlazování
- koncentrace látek - rozhoduje o tom, kolik atomů nebo molekul se zúčastní reakce. Čím větší koncentrace látek, tím více molekul se střetává a tím reakce rychleji probíhá. Zředěním reakční směsi inertní složkou (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> apod.) dosáhneme tak nízké koncentrace hořlavých látek, že reakce se samovolně zastaví. Tento princip hašení se nazývá zředování. Na podobném principu se využívá tzv. izolační účinek, kde se odděluje alespoň jedna reagující látka od pásma hoření. Tím klesne její koncentrace v pásmu hoření prakticky na nulu a reakce hoření se samovolně zastaví
- katalyzátory - jsou látky, které urychlují chemické reakce, ale samy se jich přímo nezúčastňují. Stejně tak existují i látky, které na podobném principu tyto chemické reakce zpomalují. Tyto látky se nazývají negativní (záporné) katalyzátory a mohou reakci hoření zpomalit až do jejího úplného zastavení. Tento princip hašení se nazývá negativní katalytický účinek

### Hasivo

- látka, která způsobí uhašení požáru některým výše popsaným způsobem, na něž jsoukladeny tyto základní požadavky:
- vysoká hasící účinnost
- nehořlavé, nereagující s hašenou látkou
- levné, dostupné, efektivní, skladovatelné
- ekologické, zdravotně relativně nezávadné

### 5.1 Třídy požárů

A - požáry tuhých látek - nereagujících chemicky s vodou

B - požáry hořlavých kapalin nebo látek přecházejících do kapalného skupenství

C - požáry hořlavých plynů

D - požáry tuhých látek reagujících chemicky s vodou (vesměs požáry kovů)

F – požáry jedlých olejů a tuků (rostlinné nebo živočišné oleje a tuky) ve fritézách a jiných kuchyňských zařízeních

## 5.2 Voda

Nejpoužívanější a nejdostupnější hasební látkou je voda. Vyskytuje se prakticky všude, v dostatečném množství a je relativně levná.

Hasební účinek vody se v důsledku velké schopnosti vázat teplo zakládá především na ochlazování (chladicí efekt). Tvorbou páry (z 1 litru vody se vytvoří 1700 litrů páry) je dále vytlačován kyslík z pásma hoření. Účinek tohoto dusivého efektu se projevuje především při hašení vodou v uzavřených prostorech.

Voda jako hasivo je obzvláště vhodná pro požáry třídy A (pevných látek). Za určitých podmínek mohou být vodou hašeny i požáry hořlavých kapalin. Voda se dále používá jako chladicí látka pro požárem ohrožené stavby nebo jejich části, nádrže a další objekty.

Úspěšnost hašení je velmi závislá na tom, v jaké formě a množství se voda dostane na hořící látku.

Přímým proudem, podle tlaku na proudnici, může být docíleno značného dostřiku, čímž je umožněn účinný zásah i na větší vzdálenost. Mechanická energie vodního proudu umožňuje proniknutí vody do hořlavé látky, rozmetání hořící látky, utržení plamene od trhlin nádob. Při použití plného proudu je však nebezpečí, že část vody nebude vůbec k ochlazení využita a způsobí další škody.

Při použití roztráštěného proudu nebo mlhy se voda dostává na hořící látky rozptýlená. Tím se vysoký podíl vody velmi rychle odpaří a dojde k rychlému poklesu teploty. Škody způsobené vodou mohou být tak podstatně sníženy, případně úplně vyloučeny. Roztráštěným proudem nebo mlhou se mohou hasit i požáry hořlavých kapalin. U žhnutí je však účinek omezen vzhledem k malé hloubce pronikání do žhnoucích látek. Při použití vodní mlhy v uzavřených prostorech vzniká v důsledku velmi rychlého odpařování vody nebezpečí opaření zasahujících hasičů.

Voda se nesmí použít k hašení požárů lehkých kovů, karbidu vápníku, elektrických zařízení pod napětím, hořících sazí, roztavených kovů a žhnoucího uhlí.

Aby byla voda použitelná pro hašení požárů látek, které vodu odpuzují (uhelný prach, bavlna, korek), musí se k ní přidat smáčedlo. Tím se sníží povrchové napětí vody a dojde k většímu smáčení povrchu hořlavé látky. To má rovněž za následek snížení spotřeby vody až na polovinu. Přidáním smáčedla do vody se rovněž snižuje nebezpečí škod způsobených přebytkem hasební vody.

### 5.2.1 Hasící účinky vody

Mechanismus hašení vody je založený především na ochlazovacím účinku a částečně také na zředovacím a dusivém efektu vodní páry. Z fyzikálních vlastností vody vyplývá, že má vysokou schopnost přijímat teplo a má extrémně vysoké výparné teplo. Z jednoho litru vody vznikne přibližně 1700 l vodní páry, ale na celkovém hasebním efektu se výrazně nepodílí. Výsledný hasební efekt vody je také do značné míry ovlivněn stupněm rozdělení vody, která je do pásma hoření dopravena. Využití ochlazovacího účinku vody stoupá se zmenšováním vodních kapiček. Z uvedených skutečností vyplývá, že snahou hasičů musí být za daných konkrétních podmínek, využití takové technologie dopravy do daného pásma hoření, která jim



umožní její rozdělení na co nejmenší částice. Chladicí účinek vody je tedy závislý od formy jejího podání. Při plném nebo roztržitém vodním proudu nevyužijeme výparné teplo z celého objemu vody, která byla na hašení použita. [6]

Účinnost hasebnímu efektu se dá také zlepšit přidáním různých chemických přípravků. Jedná se především o povrchově aktivní organické sloučeniny, které výrazně snižují povrchové napětí vody. Již několik let je nasazeno do používání hasivo pod názvem FIRE ADE. U této látky, kterou přidáváme do vody v koncentraci 0,4% se mimo jiné výrazně projevuje schopnost obalovací, která napomáhá rychlému uhašení a zejména snížení znovu rozhoření požáru. V podstatě jde o vzájemné rozptýlení nemísitelných kapalin v emulzi a to mechanickou cestou v přítomnosti stabilizující látky (FIRE ADE). Dochází k tomu snížením mezifázového napětí emulgovaných látek. Emulgátory s charakterem koloidního elektrolytu se skládá z alifatického řetězce a polární skupiny, která je přitahována vodnou fází, ale alifatický řetězec směřuje do olejové fáze. Tím se však vytvoří mezi oběma kapalnými fázemi místo původní jedné stykové plochy, stykové plochy mezi emulgátorem a olejem a emulgátorem a vodou, které mají různé povrchové napětí. Tenká vrstva emulgátoru obsahující kapičky dispergované fáze pak brání jejich spojování. V důsledku většího mezi povrchového napětí jeví větší tendenci vytvořit minimální kulový povrch než fáze vodní. Tímto způsobem dochází k postupnému zvýšení teploty vzplanutí, potlačení kontinuálního hoření par hořlavé kapaliny ve směsi se vzduchem a přispívá k rychlému přerušování hoření. Výsledkem tohoto procesu je samozřejmě i snížení vývinu kouře, změna barvy (zesvětlení), uvolňování toxických látek apod. Důležitá je také skutečnost, že emulgovaná hořlavá kapalina se obtížně zapaluje, pokud se vůbec dá zapálit-to závisí na stupni emulgace. Tento proces emulgace ovlivňuje i hašení požárů třídy A. [6]

### 5.3 Pěna

Je to hasivo, které vzniká smísením pěnотvorného roztoku a vzduchu. A tak zamezují výstupu hořlavých par a plynů a izolují je od přístupu vzduchu. Po vodě druhé nejpoužívanější hasivo.

#### Hlavní hasební účinek

- izolace

#### Vedlejší hasební účinek

- ochlazovací – jen těžká pěna (obsahuje větší množství vody)

Pěnu můžeme použít i k vytváření dělících pásů mezi jednotlivými ohnisky požáru, nebo k zamezení šíření požáru po vodorovné ploše.

#### Rozdělení pěny podle způsobu vzniku:

- Chemická – vzniká vzájemnou chemickou reakcí mezi zásaditými a kyselými roztoky, nebo prášky, číslo napěnění max. 25
- Vzduchová pěna – vzniká provzdušněním pěnотvorného roztoku – pěnídla + vody
- Číslo napěnění – je poměr mezi množstvím pěnотvorného roztoku (voda + pěnídlo) a množstvím vzniklé pěny.

### **Rozdělení pěny podle čísla napěnění:**

těžká pěna – číslo napěnění do 20

střední pěna – číslo napěnění 20 – 200

lehká pěna – číslo napěnění nad 200

Pěna s vyšším číslem napěnění způsobuje menší následné škody – zvyšuje se kultura hašení.

### **Způsoby hašení pěnou:**

- plošné hašení
  - nejčastěji se používá při hašení třídy požáru A a B
  - pěna musí být pokládána tak, aby vytvářela od místa pokládání souvislý koberec o vrstvě 10 cm
  - nejvhodnější těžká, nebo střední pěna
  
- objemové hašení - zaplnění uzavřených prostor pěnou
  - nejvhodnější lehká a střední pěna
  - vrstva vytvořené pěny musí být min. 50 cm
  - musí být vytvořeny podmínky pro odvod vzduchu ze:
    - zaplňovaného prostoru.

Při určování množství pěny k hašení je třeba brát v úvahu značné rozrušení pěny mechanickým způsobem – velmi rychle se ničí vodními proudy, tak i působením tepla. Aby byl požár úspěšně likvidován, je nutné zabezpečit nepřerušovanou dodávku pěny po dobu 10 minut. Pro neočekávané případy je zapotřebí, aby na místě požáru byla minimálně trojnásobná zásoba pěnidla, tedy na 3 x 10 minut.

Pěna je vhodná pro hašení látek třídy A, ale především látek třídy B, na ochranu hořlavých materiálů a konstrukcí před sálavým teplem, k zamezení odpařování nehořících hořlavých kapalin, nebo nebezpečných látek a zboží.

Hašení pěnou je nevhodné při požárech hořlavých kapalin ředitelných vodou (rozkládají běžné druhy pěny, ale existují speciální pěnidla právě pro tyto druhy hořlavých kapalin). Při požárech pod el. napětím, požárech hořlavých kovů, požárech v prostorách, kde se nachází karbid vápníku, v přítomnosti rozžhaveného železa, uhlí, sazí (hrozí nebezpečí výbuchu), požárech objektů, kde by přítomné látky, nebo materiály které mohou být pěnou znehodnoceny (pitná voda, potraviny, elektronika).

### **5.3.1 Současná pěnotvorná hasiva a jejich optimální použití**

Hasící pěny jsou hasící média, obsahující plynnou a kapalnou fázi, vznikající provzdušněním pěnotvorných roztoků. Pěnotvorný roztok vznikne vzájemným promícháním vody a pěnotvorného přípravku (pěnidla) přidaného v požadované koncentraci. Takovýmto zjednodušeným způsobem se dají popsat mechanické (fyzikální) pěny. Chemické pěny, které byly ve větším rozsahu používány dříve a dnes již nejsou příliš rozšířené, vznikají na rozdíl

od mechanických pěn vzájemnou chemickou reakcí dvou složek. A to buď mokrým nebo suchým způsobem.

Pěnidla jsou roztoky na bázi syntetické, proteinové nebo fluoroproteinové. Pěny jsou charakterizovány svými fyzikálními parametry, kterými jsou typ pěny (lehká, střední a těžká), číslo napěnění, poločas rozpadu, pH, obsah sedimentu, součinitel rozprostření pěny, obštrik pěny při aplikaci na větší vzdálenost, chemická a tepelná odolnost, mrazuvzdornost a maximální teplota skladování atd.

Mezi základní sledované parametry pěnidel, kromě jejich báze a základních fyzikálních vlastností, patří hasící schopnost, odolnost proti zpětnému rozhoření, procento přimíchávání, schopnost tvorby vodního polymerního filmu.

Princip hašení pěn představuje dusivý účinek. U pěn nižšího čísla napěnění (těžké pěny) je tento účinek kombinovaný i s účinkem chladícím. Samostatnou oblastí jsou smáčedla. Představují pěnidla, která jsou při aplikaci přimíchávána v takovém poměru, že dochází k minimální, nebo dokonce k žádné tvorbě pěny. Takto vytvořené hasivo má smáčivý a chladící účinek. Disponuje pouze částečným dusivým účinkem a především není určeno k zajištění odolnosti povrchu nanášené látky proti zpětnému vzplanutí. [6]

### 5.3.2 Legislativa v oblasti používání a nakládání s pěnidly

V současné době jsou v ČR platné dva okruhy právních předpisů, které specifikují jednak požadavky na bezpečné a ekologické nakládání s pěnidly a rovněž požadavky na vlastnosti a parametry pěnidel. Včetně stanovení způsobu zkoušení jako hasiva.

První okruh právních předpisů je ustanoven v zákoně č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích, ve znění zákona č. 434/2005 Sb. Na tento zákon navazují další prováděcí předpisy (nařízení vlády a vyhlášky ministerstva vnitra, zdravotnictví a životního prostředí). Stanovují metody pro zjišťování fyzikálních a chemických vlastností, vlivu na životní prostředí, zjišťování toxicity, hodnocení a klasifikace, podmínky registrace nebezpečných látek, postup při hodnocení rizika nebezpečných látek pro životní prostředí, atd. Nejdůležitější z hlediska uživatelů pěnidel je, že ke všem chemickým látkám a přípravkům, což jsou i pěnidla, musí být doložen bezpečnostní list. Formu a obsah bezpečnostního listu stanovuje vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 231/2004 Sb. [6]

Druhý okruh právních předpisů vychází ze zákona č. 22/1997 Sb. o o technických požadavcích na výrobky.

Pěnidla u nás v ČR certifikují:

- Technický ústav požární ochrany MV (TUPO MV), Praha 4 – Modřany, autorizovaná osoba AO 221
- Vědeckovýzkumný uhelný ústav (VV UÚ), Ostrava – Radvance, autorizovaná osoba AO 214

Autorizovaná osoba vydá, na základě provedených zkoušek a měření vlastností pěnidla, Certifikát typu, který potvrzuje splnění normou stanovených parametrů a zajišťuje, že je výrobek bezpečný.

Výrobce (distributor), který je vlastníkem příslušného certifikátu, vystavuje Prohlášení o shodě. Což je shoda vyrobeného pěnidla se vzorkem, na jehož základě proběhla certifikace pěnidla. Veškerá pěnotvorná hasiva musí mít Certifikát vystavený na základě splnění podmínek normy ČSN EN 1568 českou autorizovanou osobou.

### **Environmentální vlivy**

V současné době se při výběru pěnidel u nás ne zcela dostatečně zohledňují jejich environmentální vlivy. To je způsobeno jednak odběratelem, který tyto parametry nepožaduje, a dodavatelem, který není často schopen tyto vlastnosti pěnidel prokazatelně dokladovat. Tyto parametry je možno získat z bezpečnostních listů pěnidel, kde je uvedena toxicita na vodní organismy, biologická odbouratelnost, CHSK, BSK5, dále jsou zde uvedeny informace o způsobu likvidace náhodných úniků pěnidel a jejich zneškodnění. [6]

Kromě úniků a likvidace pěnidel je důležité upozornit i na skutečnosti, že při likvidaci požárů a nebo mimořádných událostech, u kterých je možný únik hořlavých kapalin do vod a kontaminace půdy, se nepříznivým způsobem projevuje schopnost pěnidel a smáčedel snižovat povrchové napětí kapalin. Tuto vlastnost vykazují především kapaliny na bázi tenzidů, mezi které patří i pěnidla. Tato vlastnost má za následek zvýšenou rozpustnost ropných látek, ale nejen jich, ve vodě a zvýšený průsak takto emulgovaných látek společně s vodou (i dešťovou) do půdy a tím i do spodních vod. [6]

Zvyšují se tak náklady na likvidaci ekologických důsledků mimořádných událostí. Zde se ukazuje nutnost rychlého a vysoce účinného zásahu pro zkrácení doby vývinu životního prostředí nepřátelských zplodin hoření a s co nejmenším množstvím použitého hasiva především pro zabránění průniku vzniklých emulzí do půdy a spodních vod. [6]

## **5.4 Hasicí prášky**

Hlavním hasebním účinkem prášků je zpomalování chemické reakce hoření – inhibice a u prášků univerzálních navíc i izolace.

Podle možnosti použití se prášky označují podle tříd požárů

### **5.4.1 Prášky BC**

Vhodné pro hašení požárů hořících kapalin a plynů, které mohou být navíc v elektrickém silovém poli, jejich hasební účinek spočívá ve zpomalování chemické reakce hoření. Při hoření vznikají krátkodobě radikály, které způsobují rozvětvení řetězců a podporují tak dále hoření. Při použití prášku se vytvoří prášková prostorová „stěna“ a hořením vzniklé radikály, aktivní molekuly a atomy odevzdají svoji energii „stěně“. Tím nastane přerušení řetězové reakce hoření a plamen uhasne. Hovoří se proto také o „stěnovém efektu“. Nemají izolační a chladicí účinek. Pokud je okolí zahřáté nad teplotu vznícení hořlavé látky, je zde nebezpečí znovuvznícení a doporučuje se kombinace hašení práškem a bezprostředně nato pěnou. Práškem dosáhneme rychlého poklesu intenzity hoření-srazí plameny a pěnou se zabrání odpařování hořlavých kapalin - izolace.

Tento prášek proto dále dělíme dále jako:

- normální, k hašení tříd požárů B a C
- speciální, k hašení v kombinaci s pěnou, označované jako SV prášky

Příklady B, C prášků: TOTALIT SUPER – působí korozi  
TOTALIT 2000

MONNEX – není určen pro požáry třídy A, ale je ho možno použít v kombinaci s vodou, která zchladí požářiště. V této kombinaci ho lze velmi dobře použít i pro hašení požárů třídy B a C .

### 5.4.2 Prášky ABCD

Vhodné pro hašení požárů tuhých látek, kapalin, plynů a některých kovů, nazývají se prášky univerzálními. Vedle „stěnového efektu“ přistupuje při použití tohoto druhu prášku ještě další efekt, spočívající na dlouhodobém prodlévání prášku na žhnoucích hmotách a na povrchu ložiska požáru vytvářejí glazuru, která zabraňuje přístupu vzduchu. Kromě toho účinkují tyto chemikálie jako ochrana proti plamenům, čímž znemožňují znovu zahoření hmoty.

### 5.4.3 Prášky hasící kovy

Dříve označované jako prášky M, jsou určeny pro hašení požárů alkalických kovů, jako je sodík a draslík, hořčík, hliník, uran a dalších těžce hasitelných kovů.

Při zásahu reagují s hořícími kovy a vytvářejí taveniny soli.

Příklad: TOTALIT M

Hasící prášky se připravují smícháním anorganických a organických tuhých látek, rozemletých na velikost kolem 0,1 mm.

Jedná se především o tyto chemikálie:

hydrogenuhličitan sodný	$\text{NaHCO}_3$
hydrogenuhličitan draselný	$\text{KHCO}_3$
hydrogenfosforečnan diamonný	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
dihydrogenfosforečnan amonný	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
sírandiamonný	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
síran disodný	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
síran didraselný	$\text{K}_2\text{SO}_4$
chlorid sodný	$\text{NaCl}$
chlorid draselný	$\text{KCl}$

Pro přípravu prášků pro speciální účely se používají:

tetraboritan disodný	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (borax)
hexafluorohlinitan trisodný	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$ (kryolit)

Kladné vlastnosti hasících prášků, jsou elektricky nevodivé, nejsou jedovaté (mimo některých M prášků), oblak prášku zabraňuje prostupu sálavého tepla, jsou odolné proti výkyvům teplot od  $-50^\circ\text{C}$  do  $+60^\circ\text{C}$ , malé následné škody (vysoká kultura hašení), proto velmi vhodné k hašení v knihovnách a archivech.

Záporné vlastnosti prášku: - nemají ochlazovací efekt, proto může dojít ke znovuvznícení, dochází k zaprášení okolí (nebezpečí poškození jemné mechaniky), při nevhodném skladování hrudkovatí a jsou nepoužitelné a hlavní je vysoká pořizovací cena.

Hašení je proto nevhodné pro požáry hořlavých kovů, požáry jemné mechaniky, prašné prostředí (nebezpečí rozvíření prachu a hořlavé látky).

## 5.5 Inertní plyny

Princip hašení těmito plyny spočívá zejména v ředění hořlavé směsi (vzduchu), nebo-li vytěsňování kyslíku z pásma hoření.

V praxi to znamená, že celý ohraničený prostor zaplníme nehořlavými plyny, aby se dosáhlo koncentrace potřebné k přerušení hoření. Přitom je třeba pokud možno uzavřít všechny otvory. Jedná se tedy o „objemové hašení“.

Inertními plyny používanými k tomuto způsobu hašení jsou:

Oxid uhličitý – CO <sub>2</sub>	koncentrace potřebná k hašení	30 %
Dusík – N	koncentrace potřebná k hašení	35 %
Vodní pára	koncentrace potřebná k hašení	35 %

Nejčastěji používaným plynem k hašení je oxid uhličitý - nehořlavý, nejedovatý plyn, bez barvy, chuti, zápachu, vedlejší hasební účinek je ochlazování, je těžší než vzduch.

Mezi kladné vlastnosti výše zmiňované hasební látky patří, že je elektricky nevodivý, není jedovatý, ale je nedýchatelný, po hašení nezůstávají zbytky hasiva (odpaří se), nejsou zde následné škody a proto je vhodný na hašení v potravinářství, archivech, atd. Cena je v poměru k ostatním hasivům a hasebním účinkům nízká.

Musíme se zmínit také o záporných vlastnostech oxidu uhličitého. Při hašení může dojít k omrzlinám, (teplota je  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), dále k poškození materiálu a zařízení (popraskání skleněných nádob), pro svůj nízký chladicí efekt se nehodí pro hašení žhnoucích materiálů třídy A, hašení otevřených požárů je málo účinné, přestože je nejedovatý, ale již při 3 % koncentraci je nebezpečný lidskému zdraví, při vyšších koncentracích než 10 % může dojít k edému plic, hasební koncentrace 35 % je smrtelná a proto je nutno použít dýchacích přístrojů.

Hašení oxidem uhličitým CO<sub>2</sub> je nevhodné, pro požáry hořlavých kovů a jejich slitin - může dojít k chemickým reakcím, při kterých vzniká nebezpečný oxid uhelnatý (hrozí nebezpečí výbuchu), žhnoucí uhlí a saze. Prostředí, kde by mohlo dojít ke zvíření prachu - nebezpečí výbuchu a v místech, kde by mohlo dojít k poškození materiálu a zařízení nízkými teplotami.

## 5.6 Halony

Halony jsou deriváty uhlovodíků, v nichž je jeden nebo více atomů vodíků nahrazeno atomy halogenů – fluoru F, chloru Cl, bromu Br, jodu I. Například chlorderiváty methanu jsou tyto – CH<sub>4</sub> (methan), CH<sub>3</sub>Cl (monochlormethan), CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (dichlormethan), CHCl<sub>3</sub> (trichlormethan), CCl<sub>4</sub> (tetrachlormethan). Hašení pomocí halonů je založeno na principu zpomalování chemické reakce hoření – inhibice.

Z halonů se v praxi nejčastěji používají deriváty methanu a ethanu, méně často propanu. Pro označení halogenderivátů používaných v požární ochraně se používá název halon (z angl. Halogened hydrocarbon).

Halony - halogenované uhlovodíky

Jedná se o lehce zplyňující kapaliny, které se ve formě plných, nebo sprchových proudů dodávají do prostoru hoření, mají malý chladicí účinek – 10 x menší než voda a proto nejsou vhodné pro hašení požárů třídy A, jsou vhodné pro hašení požárů třídy B a za jistých podmínek je lze použít i k hašení požárů třídy C, velmi účinné pro hašení motorových prostorů automobilů.

**Kladné vlastnosti halonů:**

prudce hasí plamenné hoření, proto jsou vhodné pro hašení požárů třídy B a C mají malou elektrickou vodivost po uhašení nezůstávají žádné zbytky hasiva – vysoká kultura hašení jsou mrazuvzdorné.

**Záporné vlastnosti:**

jsou jedovaté, především chlorované halony, při tepelném rozkladu vzniká chlor, kyanovodík a jiné jedovaté látky, působí na některé plastické hmoty, dochází k jejich naleptání nebo bobtnání, při jejich použití vznikají slabé kyseliny, které mají korozivní účinky a při hašení na otevřených prostranstvích je hašení málo účinné.

**Hašení halony je nevhodné:**

- požáry hořlavých kovů – nebezpečí výbuchu
- žhnoucí materiály – uhlí, prach, saze apod. – nadměrná tvorba jedovatých zplodin
- v uzavřených prostorách – nebezpečí otravy

**5.6.1 Číslování halogenderivátů uhlovodíků pro potřeby požární ochrany**

Halogenderivátů uhlovodíků je velké množství, jako hasivo se však používají jen některé. Složitost jejich chemických názvů vedlo ke vzniku číselných kódů. Při jejich tvorbě značí:

- první číslo udává počet atomů uhlíku C
- druhé číslo udává počet atomů fluoru F
- třetí číslo udává počet atomů chloru Cl
- čtvrté číslo udává počet atomů bromu Br

Počet vodíkových atomů v molekule halogenderivátu se číslováním neuvádí. Počet vodíků se dopočítá tak, aby byla zachována čtyřvaznost uhlíkového atomu. Příklad číselného označení halogenderivátů uhlovodíků:

Vzorec	Chemický název	Číselný kód
CF <sub>3</sub> Br	Bromtrifluormetan	1 301
CF <sub>2</sub> ClBr	Bromdifluorchlormetan	1 211
CHF <sub>2</sub> Br	Bromdifluormetan	1 201
CHCl <sub>3</sub>	Trichlormetan	1 030
CCl <sub>4</sub>	Tetrachlormetan	1 040
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	Dichloretan	2 020
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	Dibrometan	2 002
C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	Trichlortrifluoretan	2 330
C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	Dichlortetrafluoretan	2 420

Tabulka 1: Příklad značení halonů

Vzhledem k negativnímu vlivu na životní prostředí, zejména na ozónovou vrstvu, jsou halony nahrazovány jinými, méně škodlivými – DEUGEN, HALOTRON, FM 200 a jiné.

Závažnost problematiky ochrany životního prostředí – uzavření tzv. Montrealské dohody, která je v ČR ratifikována zákonem č. 86/1995 Sb., který dovoluje používat tato hasiva prakticky až do vyčerpání zásob nacházejících se na území ČR.



## 6 NOVÉ TECHNOLOGIE HAŠENÍ

### 6.1 Ifex

Nové technologie hašení se snaží dopravit do místa požáru vodu v jemně rozděleném stavu hasičské terminologii hovoříme o hašení vodní mlhou. Do tohoto pojmu se zahrnuje příliš široká oblast velikostí vodních kapiček a v různé literatuře je potom tak různé rozdělení. Proto je spíše správně uvádět v jaké oblasti velikosti kapiček uvedená technologie pracuje. Zatím co meteorologové hovoří o mlze v rozsahu velikosti kapiček  $5,10^{-3}$  až  $3,10^{-2}$  mm v některé hasičské literatuře se uvádí rozsah vodní mlhy  $1,10^{-1}$  až 1mm. Skutečná vodní mlha a vodní páry mohou mít za určitých podmínek účinek srovnatelný s hasícím plynem. Pro chráněný prostor se musí zajistit přibližně objemová koncentrace 40% což vede ke snížení koncentrace kyslíku. Experimentálně bylo vyzkoušeno jaká má být hmotnostní frakce vody na jednotku dopravovaného vzduchu, aby došlo k uhašení požáru ( $0,15$ , což odpovídá  $170 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ). N uhašení ohně s větší intenzitou než 1MW je však třeba  $350 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ . S vodními kapkami o velikosti  $1,10^{-2}$  až  $2,10^{-2}$  mm, lze však dosáhnout hodnoty až  $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ . Požadované hodnoty lze dosáhnout až při teplotě  $850^\circ\text{C}$ . Z toho je zřejmé, že skutečná vodní mlha může být použita na lokální hašení a ne na objemové hašení. [6]

Hašení jemně rozptýlenou vodou je však účinné jen když se vodní kapky odpaří v místě kde materiál hoří a ještě dříve než tohoto místa dosáhnou. Této podmínky je možno dosáhnout volbou optimální velikosti kapek v závislosti na jejich rychlosti a vzdálenosti do místa hoření. Jestliže se v místnosti  $4 \times 4 \text{ m}$  při hoření uvolňuje  $134\,000 \text{ kJ} \cdot \text{min}^{-1}$  tepla musí tomu i odpovídat intenzita dodávky vody odpovídající také stupni jejího využití z hlediska jejího výparného tepla. [6]

V současné době existují různé systémy, které pracují na principu snížení velikosti vodních kapek a tím zvětšení jejího povrchu (styčné plochy), aby se zvýšilo množství odpařené vody a tím i množství odvedeného tepla. Na trhu se představují jak plynodynamické nebo impulsní technologie hašení. Jedná o disperzní systémy hašení požárů jemně rozptýlenou vodou. Zpravidla dosahují velikosti kapek kolem  $1,10^{-1}$  mm což představuje povrch asi  $200 \text{ m}^2$ . Jedním ze systémů je i impulsní technologie hašení, která spočívá ve vypuzení vody ze zařízení ve velmi krátkém čase (asi 50 milisek). K vypuzení vody ze zařízení se využívá stlačeného vzduchu ( $2,5 \text{ MPa}$ ), který dodá vodě potřebnou kinetickou energii potřebnou k rozdělení vody na jemné vodní kapky a jejich dopravě na místo požáru. U malých zařízení vystřelující 1kg vody je tzv. účinný dostřel asi 10 až 15m a u větších zařízení vystřelujících 12kg vody činí dostřel 20 až 40m. [6]

Z našich poznatků vyplývá, že tato technologie je vhodná především pro hašení požárů třídy A, zejména těch materiálů, které jsou nasákové. V tomto případě se zde uplatňuje velká kinetická energie. Lépe se s touto technologií také hasí v uzavřených prostorech než na volném prostranství. V relativně uzavřených prostorech se projevuje také dusivý efekt, který následuje po vniknutí jemně rozptýlené vody do hořící místnosti. Např. při teplotě v místnosti  $600^\circ\text{C}$  má vzniklá vodní pára objem asi  $3,9 \text{ m}^3$ . Při opakovaných výstřelech je dusivý efekt patrný i u místností několikrát přesahující objem vytvořen vodní páry z jednoho výstřelu. Při používání většího zařízení např. přes okenní otvory se musí počítat s tím, že pod oknem vzniká hluchý prostor, který musí být dohašován nasazením ručních proudnic (zpravidla vysokotlakých). Z provedených zkoušek a praktického používání vyplývá, že je žádoucí kombinovat tuto technologii s ručními proudnicemi, protože velmi rychle dochází k potlačení plamenného hoření a ochlazení celého prostoru, ale k dohašování jednotlivých ohnisek nebo v hluchých prostorech je vhodnější využívat vysokotlakých proudnic. Obavy o zranění

zasahujícího hasiče se nám neprojeví, což svědčí o tom, že používané ochranné prostředky jsou dostačující. Touto technologií se také velmi dobře hasí pneumatiky, kde se dobře projevují nejen ochlazující účinky, ale i tlakový efekt. [6]

## 6.2 Pyrocool

Zvláštní pěnidla jsou zastoupena především látkou Pyrocool, která patří z chemického hlediska do skupiny smáčedel, která se používají v několika modifikacích:

PYROCOOL A (smáčedlo), PYROCOOL B, B1 (pěnidlo) a PYROCOOL AR (pěnidlo typu AFFF tvořící vodní a polymerní film). Jde o světle žlutou viskózní kapalinu s následujícími účinky:

- měrná hmotnost  $1040 \text{ kg.m}^{-3}$
- teplota varu  $100^\circ\text{C}$
- teplota tuhnutí  $-1^\circ\text{C}$
- rozpustnost ve vodě 100%
- biologická odbouratelnost 90%
- toxicita 0
- skladovatelnost 10let v originálních obalech

Používá se ve formě 0,4% roztoku ve vodě (tj. čtyři litry PYROCOOLu na 1000 litrů hasícího roztoku) pro modifikaci A a B a ve formě 1% roztoku pro modifikaci B1 a AR.

Je hasební látkou s vysokým ochlazovacím účinkem, jehož podstatou je přeměna energie tepelného záření (tj. infračervené záření) do oblasti viditelného záření. Současné rozptýlení aktivní látky v okolí plamene vytváří vrstvu s vysokou tepelnou vodivostí, která zajistí odvod tepla a jeho vyzáření do okolního prostoru.

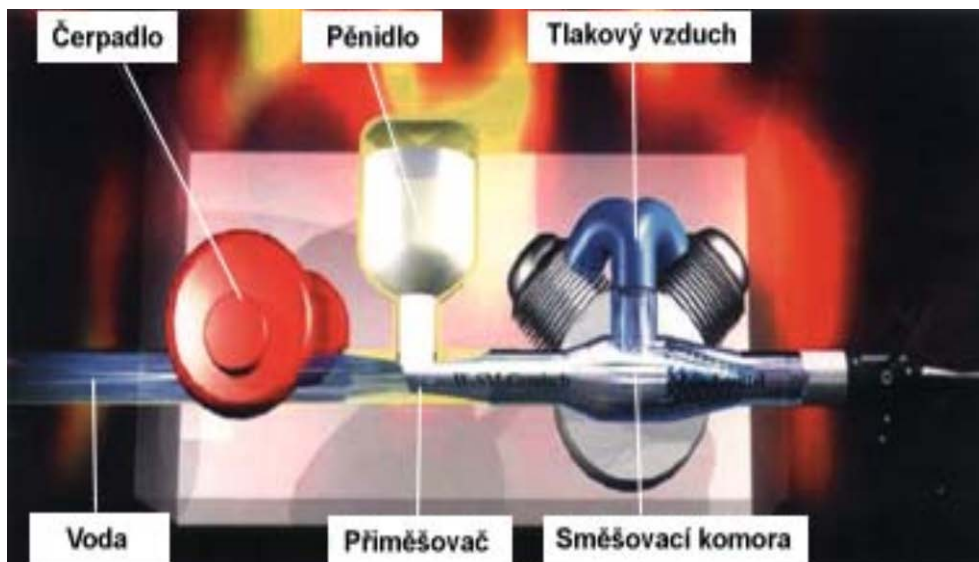
PYROCOOL jako hasební látka má široké použití. Ve formě vodného roztoku slouží k hašení požárů třídy A, B a C. Varianta PYROCOOL A má sníženou pěnivost a zvýšený průnik do prachových materiálů, modifikace PYROCOOL B, B1 pak zvýšenou pěnivost a je přednostně určena k hašení požárů kapalných uhlovodíků a PYROCOOL AR je možno použít i na požáry polárních kapalin.

## 6.3 One Seven System ®

Další netradiční technologií hašení je hašení nazvané v Evropě ONE SEVEN a v USA CASF. Tato hasební metoda byla vyvinuta speciálně pro hašení požárů třídy A, avšak systém může být použit pro hašení požárů třídy B, ale při použití odpovídajících pěnidel pro tento druh požáru. V podstatě jde o tlakově provzdušněnou pěnu. Základem této technologie je tlakový vzduch, voda a pěnidlo. Výsledný produkt (hasící pěna) je vyráběn již za výstupem vody z čerpadla a to přidáním tlakového vzduchu do roztoku vody se speciálním pěnidlem. Do vody se přidává malé množství speciálního pěnidla (0,3% - mokrá pěna a 0,4% - suchá pěna) a tento roztok se napěňuje přidáním tlakového vzduchu /0,7 až 0,8 MPa) z kompresoru na výsledný produkt, který obsahuje přibližně jeden díl vody s pěnidlem a 7 dílů vzduchu.

Toto zařízení se skládá ze tří základních částí (obr.1):

- čerpadlo,
- přiměšovač,
- kompresor.



Obrázek 1: OS systém - schéma

### 6.3.1 Historie One Seven

Již ve třicátých letech byla v Německu vyráběna první přenosná čerpadla s integrovaným kompresorem. Jednalo se o přenosné čerpadlo firmy Flader (dnes Johstadt) o výkonu 800 l. při 8,105 Pa s integrovaným kompresorem Mercedes. Tento model byl nazván ZVII/K. Kompresor byl instalován mezi primární hřídeli čerpadla a motorem. Kompresor mohl být zapojen během činnosti přes spojku. [14]

Další zkušenosti s tímto systémem byly získány v USA. Systém One Seven (dále jen O. S.) je zde známý jako CAFS – Compressed Air Foam System. Nejprve bylo vyvinuto pěnidlo pro hašení hořlavých materiálů třídy A – Pěnidlo typu A. V roce 1978 nastal přechod, poprvé od konce války, k experimentálnímu použití se stlačeným vzduchem. Od roku 1988 rozšiřují aplikaci Pěnidla A na lesní požáry. V letech 1995 až 1996 byl učiněn rozhodující rozvoj tohoto systému. Dnes je ve spojených státech systémem CAFS vybaveno více jak 200 hasičských sborů. [14]

Dopravitelnost takovéto pěny je deklarována až 1000 m. Z našich zkušeností můžeme potvrdit, že jsme dopravovali tlakovou pěnu hadicemi až na střechu deseti podlažní budovy, a dostřik pěny ze speciální proudnice byl téměř 20 m. Pokud jde o hadice, můžou být používány standardní hadice B i C, ale nesmí být narušené, protože by se porušila struktura pěny (jde o tlakovou pěnu). I když jde o tlakovou pěnu je zde větší nebezpečí přiskřípnutí hadice např. ve dveřích. Průměry hadice se volí podle výkonu zařízení. Velkou výhodou pro zasahující hasiče je snadná manévrovatelnost s naplněnou hadicí, protože je až 7x lehčí než hadice naplněná vodou.

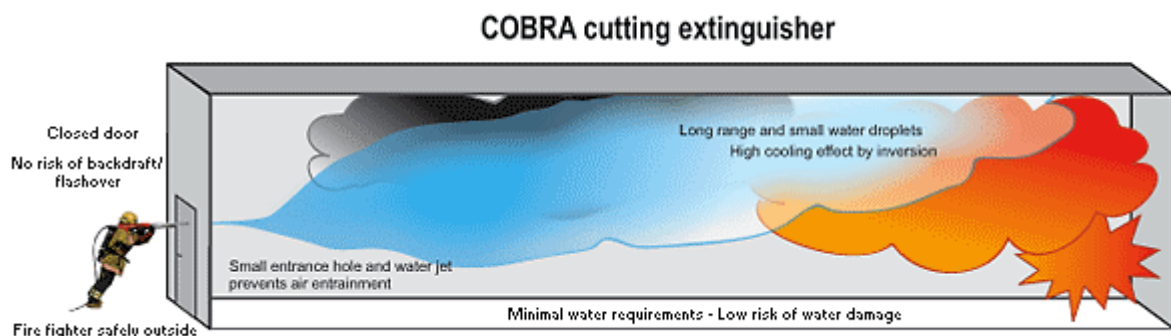
Hasící schopnost tlakové pěny spočívá jak v dusivém účinku, protože dobře odděluje hořící materiál od vzduchu a brání uvolňování par při hoření, ale při rozpadu pěny se projevuje dobrý chladicí účinek, protože při rozpadu se vyděluje původní roztok, který penetruje hořící materiál. Dochází velmi rychle ke sražení plamenů a následnému ochlazení. Tohoto mechanismu se využívá zejména u tzv. mokré pěny, která obsahuje jen 0,3% pěnidla. Mokrý pěna je vhodná pro přímé hašení požáru, protože zde přispívá k hasebnímu účinku zlepšená struktura pěny a roztok vody a pěnidla relativně rychle proniká do hořícího materiálu a trvale hasí. Mokrý pěna na rozdíl od suché pěny je více tekutá a rychleji se rozpadá. Suchá pěna je tvořena přidáváním speciálního pěnidla v koncentraci 0,4% a ponechává si relativně

delší čas svoji formu, má dobrou přilnavost a přechází do roztoku relativně pomalu. Tvoří tak lepší izolační krytí, je vhodnější pro ochranu před tepelným zářením a jiskrami z hořících látek. Suchá pěna je proto vhodná k ochraně hořlavých materiálů před požárem, protože snižuje příjem tepla od požáru vyzářováním nebo prouděním. Hasící účinek mokré pěny byl srovnáván tak zvaným Salem testem, kdy jsou tři identické požáry pevných látek hašeny a vyhodnocovány z hlediska rychlosti poklesu teploty na 100°C a spotřeby vody. Srovnání je zřejmé z následující tabulky, kdy se sledoval pokles teploty požáru v místnosti z 540 oC na 100°C ve výšce 1,2 m v závislosti na čase působení. Tyto požáry byli hašeny vodou s průtokem na proudnici 76 l.min-1, vodou s přidáním 0,5% pěnidla na třídu požáru A se stejným průtokem na proudnici a se systémem ONE SEVEN s výkonem 0,6m3.min-1. [14]

#### 6.4 CCS Cobra

CCS (Cold Cut System) Cobra je speciální zařízení vyvinuté švédskou firmou CCS AB a určené pro hašení, řezání a efektivní snížení teploty v prostoru požáru. CCS-COBRA může řezat různé materiály používaných v stavebnictví a dopravě, např. dřevo, beton, ocel, asfalt, dural, kevlar, guma, apod. [19]

Řezný efekt je vytvořený pomocí vysokotlakého proudu vody s přidavkem řezného prostředku (abraziva), ve složení: 40-50% FeO, 30-40% SiO<sub>2</sub>, 2-4% MgO, 2-4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1-3% CaO. Velikost zrn abraziva se pohybuje od 0,25 mm do 1 mm. Spotřeba abraziva je 2 l/min, t.j. 4%. Na řezání dřeva, asfaltové lepenky, plastů (např. skladba střechy) postačuje proud vody bez přidavku abraziva. [19]



Obrázek 2: Schéma funkce systému CCS Cobra

Speciální proudnice s patentovanou tryskou umožňuje prorazit stěnu nebo jinou překážku přímo v místě požáru a efektivně zasáhnout, hasit oheň a snižovat teplotu v prostoru bez nutnosti vstupu do něj. Zařízení řeže materiály úzkým paprskem vodního proudu, do kterého je v době řezání přidáváno abrazivo, tlakem až 30 MPa. Po proniknutí vody vyříznutým otvorem se úzký paprsek vody promění v oblak mlhy a páry, který velmi účinně ochlazuje a hasí příslušná pásma požáru. Řezání se obejde bez zvýšení teploty. Tuto metodu lze proto používat i v prostředí nebezpečných a hořlavých látek, které dovolují styk s vodou. Systém disponuje přídatným zařízením Cold Tap, vyvinutým pro přečerpávání obsahu poškozených cisteren a nádrží. Toto zařízení umožňuje vyříznutí přesného otvoru v plášti poškozené nádrže pomocí vodního paprsku a následné odsátí jejího obsahu do jiné nádrže přes armaturu, která se v místě otvoru k nádrži přilepí. [19]

Zařízení Cobra se skládá z následujících částí:

- nádrž na vodu
- hydraulický systém

- vysokotlaké vodní čerpadlo - 300 bar, 45–50 l/min
- ovládací panel
- naviják s hadicí – až 300 metrů
- nádrž na abrazivo
- proudnice

Cobra se může využít také jako zařízení na dekontaminaci osob a materiálu.

V severských zemích je používáno v rychlých zásahových automobilech, nebo bývá namontováno v CAS. [19]

COBRA je užívána i jako součást hasičských automobilových plošin. Na koši je 5 metrové vysunovací rameno, na jehož konci je tryska. Při požáru výškové budovy je v prostoru požáru COBROU snižována teplota do doby než tam pronikne jednotka s proudem po schodišti. [19]

Zařízení CCS Cobra v ČR:

HZS Praha	Toyota 4WD Pick-Up CAS 24 MB Atego "Empl"
HZS Ostrava	MB Sprinter
HZS Plzeň	KHA MB Atego
OUPO Brno	CAS 24 Dennis Rapider
HZSp Škoda Auto , Mladá Boleslav	RZA VW

#### 6.4.1 Hodnocení CCS po pěti letech používání

Cobra je v praxi používaný název pro řezací a hasící zařízení od Švédské firmy Cold Cut Systems (CCS). Zařízení Cobra vychází z v průmyslu používané metody řezání materiálu pomocí vody a abraziv, a bylo vyvinuto ve spolupráci s Univerzitou Lund a Státním úřadem PO (Swedish Rescue Services Agency). Rychlost řezání je u materiálu jako beton (tl. 15 cm) do 75 sek, a materiálu jako ocel (1 cm) do 60 sek. Zařízení bylo vyvinuto primárně pro ochlazování zplodin hoření v uzavřených prostorech. S přibývajícím zkušenostmi se začalo používání Cobry rozšiřovat i na další typy situací jako např. hašení skrytých ložisek požárů. S postupem času došlo i k vývoji taktických postupu kombinujících např. nasazení zařízení Cobra s přetlakovým ventilátorem a termokamerou. Cobra se v současnosti montuje jak do RZA a CAS, tak i na AP. Dnes ji najdeme v mnoha zemích. Mezi největší uživatele se řadí Švédsko, Norsko, USA, UK, Nizozemí, Japonsko, tak i dnes Česko. Tyto země rovněž sdílí své zkušenosti od roku 2002 v databázi zásahů. Z České strany do ní přispívá HZS Praha. Z databáze vyplývá, že největší uplatnění Cobry je překvapivě při požárech obytných budov a obchodů, a to zejména při hašení střež, podkrovních prostor a sklepů, a při hašení skrytých ložisek u sendvičových stavebních materiálů. Toto platí zejména pro Švédsko, kde je Cobra nejčastěji k nalezení na menších pobočných stanicích za účelem získání času v úvodních fázích zásahu do příjezdu dalších jednotek. V Norsku, Česku a UK lze nalézt toto zařízení ve větších městech a na velkých/centrálních stanicích. Cobra je tak v těchto zemích spíše nasazována u požáru větších obytných a průmyslových budov a komplexů. Použití Cobry se díky tomu liší i v délce nasazení tohoto zařízení. Ve Švédsku je Cobra nasazována často v sérii kratších cílených úkonů v délce minut. Oproti tomu v Norsku a Česku lze nalézt zásahy, kdy byla Cobra nasazena i desítky minut. Databáze rovněž zahrnuje incidenty k nimž došlo během používání Cobry. Asi nejvážnějšími byly dva zásahy, při nichž došlo k nasazení Cobry

k hašení vnitřního prostoru v němž se stále nacházeli hasiči v DT. Rizikem je v tomto případě jak samotný vodní paprsek, tak i možnost opaření parou, jež se vytváří při hašení Cobrou. Naštěstí ale nedošlo k žádnému zranění. Po několika letech “seznamování” se tak Cobra začíná stávat standartním vybavením u HZS, zvláště pak ve Švédsku. V současné době probíhá vývoj jak nových taktických postupů, tak i samotného zařízení. V tomto případě se jedná zejména o možnost přiměšování pěnidla a vývoj proudnice, jež je možné držet v podpaží místo na rameni. V nedávné době byla CCS Cobra úspěšně použita při hašení střechy pavilonu opic v plzeňské ZOO.

## 6.5 Víceúčelový hasicí a likvidační prostředek FireAde 2000

FireAde 2000 je nová technologie, víceúčelový hasicí a likvidační prostředek, kombinující výhody šesti různých chemických technologií pro zvýšení svých hasebních schopností a rozšíření možnosti použití ve větší míře. FireAde 2000 odstraňuje nutnost skladovat několik různých hasiv pro různé druhy požárů.

FireAde je 6 výrobků v jednom:

- hasivo – prostředek FireAde 2000 se používá pro třídy požáru: A, B, C, D, F.
- chladicí prostředek – FireAde 2000 dosahuje znatelného a rychlého snížení teploty vytvořením teplotního gradientu, způsobeného latentním teplem vypařování a prostým objemovým ochlazováním. Vzhledem k vysoce účinnému smáčedlu, které snižuje povrchové napětí vody až šestkrát, je objem FireAde 2000 nutný pro ochlazení o 10C značně nižší, než objem obyčejné vody
- likvidace úniku nebezpečných látek – FireAde 2000 je vysoce účinný jako látka pro likvidaci úniku vzhledem ke své schopnosti emulgace hořlavých kapalin (polárních/nepolárních) a eliminovat nebo redukovat hořlavé uhlovodíkové výpary při styku s nimi. Tento proces je založen na principu emulgace, který spočívá v mechanickém rozptýlení nemísitelných kapalin za přítomnosti stabilizující látky – emulgátoru. Doba nečinnosti a přerušení je minimalizována nebo zcela eliminována, neboť likvidace úniků a následné vyčištění se uskuteční rychle bezpečně, bez nebezpečí vznícení. Praktické uplatnění emulgační vlastnosti FireAde je při úniku nebezpečných látek na komunikacích, úniku na letištních manipulačních plochách a úniku v rafineriích, chemickém i jiném průmyslu
- čištění toxického kouře – Emulgační efekt FireAde se po aplikaci následně projeví změnou barvy kouře. Nejvíce je to patrné u požáru hořlavých uhlovodíků, kde barva přechází z tmavě černé na světlejší odstín. Lze tento aspekt pozorovat ihned po aplikaci FireAde 2000, kde tmavý hustý kouř se mění na čistější bílý kouř, s vyšším poměrem obsahu vodních par, než nebezpečných toxinů.
- biologický rozpad – FireAde 2000 obaluje molekuly uhlovodíků, které se pak vznášejí ve vodním roztoku a jsou snadno napadnutelné přírodními nebo syntetickými mikroorganismy. Biologický rozpad lze urychlit při rekultivačních programech půdy, která byla kontaminována rozlitím nebo únikem uhlovodíků

FireAde má víceúčelové uplatnění a eliminuje potřebu skladování různých hasiv pro různé druhy požárů. Protože pěna vyžaduje časté doplňování, aby tvořila ochrannou vrstvu nad ohněm, je FireAde 2000 ekonomičtější, neboť pro úplné uhašení téhož požáru vyžaduje pouze jednu aplikaci. Menší množství vody a rychlejší uhašení znamená i menší poškození vodou a menší náklady na čištění. FireAde 2000 je schopen rychlého rozpadu v životním prostředí a

neškodí rostlinám, živočichům ani jiným součástem jeho struktury. Má též nekorozivní účinky a to třicetkrát menší než „Lehká voda“, je tedy šetrnější k hasicímu zařízení a k objektům, majetku zasaženým ohněm. Jeho pH je neutrální, což je pH 7,2 (voda má pH7).

#### **Použití FireAde 2000 jako hasiva**

Prostředek FireAde 2000 může být použit pro kategorie požárů a to A, B, C, D, F.

### **6.5.1 Pěnidlo FireAde AFFF**

Pěnidlo FireAde AFFF je beziontové povrchově aktivní činidlo. Pěnidlo FireAde AFFF neobsahuje PFOS (perfluoroktanové sulfonáty), PFOA (perfluoroktanové kyseliny), nebezpečné produkty dekompozice, karcinogeny nebo podezřelé látky, ani složky škodlivé pro životní prostředí.

Pěnidlo FireAdeAFFF Climate Control není syntetické hasivo. Má téměř neutrální pH a neobsahuje žádné toxické látky ani škodlivé tenzidy. Je tvořené směsí neškodlivých tenzidů a povrchově aktivních filmotvorných látek, které na povrchu hořlavých uhlovodíků tvoří vodní film. Všechny složky jsou uvedeny v inventáři chemických látek zákona o kontrole toxických látek (TSCA) nebo jsou z něj vyňaty. Výrobek se skládá výhradně z přírodních zdrojů, tudíž je šetrný k životnímu prostředí.

Pěnidlo FireAdeAFFF Climate Control bylo certifikováno podle § 10 zákona č. 22/1997 Sb. Na základě tohoto procesu byl na výrobek vydán certifikát typu č. 221/003/2003. Výrobek se shoduje se základními požadavky nařízení vlády č. 173/1997Sb., ve znění pozdějších předpisů a s těmito technickými předpisy: ČSN EN 1568-3 (těžká pěna).

FireAdeAFFFF Climate Control byl charakterizován jako hasivo, které se používá k hašení látek třídy požáru A a požáru třídy B (vodou nemísitelné kapaliny). FireAdeAFFF Climate Kontrol je hasivo kategorie I – C.

Použijte vhodnou ochranu dýchacích orgánů, odpovídající typu požáru.

Tento produkt - FireAdeAFFF Climate Control - je hasícím prostředkem, který na povrchu hořlavých uhlovodíků tvoří vodní film.

Mísitelnost: - jakýkoliv produkt na bázi vody použitý při hašení bude kompatibilní s FireAde AFFF Climate Kontrol.

Poznátky ze zkoušek hašení kuchyňských olejů:

Vasil Silvestr Pekar

Příspěvek se zabývá příčinami požárního nebezpečí jedlých tuků a olejů a upozorňuje na problém použití hasebních látek pro jejich hašení. Na základě provedených praktických zkoušek podle našich normovaných zkušebních postupů vyhodnocuje účinnost hasiv Neufrol M, Fettex. Fire Ade AFFF, deklarovaných pro třídu požáru F.

Ekotoxicita: - třída nebezpečnosti pro vodu WGK (SRN) = 1 (málo nebezpečný pro vodní prostředí). Nejsou známy žádné nepříznivé vlivy na životní prostředí. Ve spolupráci s laboratořemi TÜV v Kolíně nad Rýnem FireAde AFFF (Climate Control) získal klasifikaci WGK 1. WGK je uznávanou mezinárodní klasifikací z hlediska účinku životního prostředí, kterou může chemická látka dosáhnout.

Švýcarská akreditační organizace a Švýcarský federální úřad pro metrologii zkoušeli FireAde AFFF (Climate Control) podle Evropské normy EN 45001 pod akreditačním číslem STS 085.

Určení plochy hašení hasivem FA AFFF hořlavých kapalin s bodem vzplanutí nad 28 oC.

Výchozí podmínky zadané firmou SHK: přimísení FA AFFF 3%;  
 - spotřeba roztoku pro uhašení látek typu metylester, , metanol, řepkový olej je udána hodnotou  $0,1 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{ft}^{-2}$ ;

Převod jednotek:  $1 \text{ US galon} = 3,785 \text{ l}$ ;  $1 \text{ sq ft} = 0,092903 \text{ m}^2$  ( $1 \text{ m}^2 = 10,763915 \text{ sq ft}$ );

Intenzita dodávky roztoku  $I_p$

$$I_p = 10,763915 \cdot 0,3785 = 4,0741418 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

Pro průtok roztoku proudnicí typu Turbojet při 0,8 MPa ( $360 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ) je plocha hašení udána

$$Q_p = \frac{360}{4,0741418} = 88,362167 \text{ m}^2$$

Ze známých průtoků různých proudnic vyplývá, že plocha hašení na 1 proudnici a výkony proudnic při přimísení 3% FIREADE AFFF jsou následující:

Typ proudnice	Tlak na pr. (MPa)	Průtok proudnicí $Q_p$ ( $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ )			Plocha hašení 1 pr. ( $\text{m}^2$ )
		Roztok u	Pěnidla	Vody	
Turbojet	0,8	360	11	349	88
P3	0,8	400	12	364	98
P6	0,8	800	24	776	196

Tabulka FireAde intenzity přimísení.

	FireAde AFFF	FireAde 2000
<b>% přimísení :</b>		
Pevné látky	0,40%	0,40%
Hořlavé kapaliny (b.vzpl.<21°C)	1%	3%
Nafta	1%	3%
Oleje (b.vzpl. > 160°C)	1%	3%
Intenzita dodávky [ $\text{l} / \text{m}^2$ ]		
Pevné látky	5 až 7 l/min/m <sup>2</sup> *	5 až 7 l/min/m <sup>2</sup> *
Hořlavé kapaliny (b.vzpl.<21°C)	2,1 l/min/m <sup>2</sup>	2,1 l/min/m <sup>2</sup>
Nafta	2,1 l/min/m <sup>2</sup>	2,1 l/min/m <sup>3</sup>
Oleje (b.vzpl. > 160°C)	4,1 l/min/m <sup>2</sup>	4,1 l/min/m <sup>2</sup>
<b>Nutné proudnice při aplikaci</b>	Doporučují se proudnice P3 a P6	Doporučují se proudnice typu Turbojet
<b>Speciální požadavky na aplikaci (směr pokládky pěny, tlak apod.)</b>	Tlak 0,6 až 0,8 Mpa	Tlak 0,6 až 0,8 Mpa

## 6.6 FIRE JACK

K novinkám v hasební technice patří i aerosolové systémy, známé u nás jako FIRE JACK. Tento způsob hašení je vhodný pro uzavřené prostory a je založen na inhibičním principu



mikročásteč aerosolu, které při střetu s radikály hořlaviny odebírají těmto radikálům energii a tím celý proces v krátkém časovém intervalu terminují (chemický mechanismus hašení). Jelikož proces hašení probíhá v uzavřeném prostoru, dochází v něm i k vytěsňování kyslíku - hasivo má i dusivý efekt (fyzikální mechanismus hašení).

Podstatu hasiva u systému FIRE JACK tvoří draselné soli, sloučeniny chloru, hořčíku a jeho pojivo se používají epoxidové pryskyřice.

Generátory hasicího systému FIRE JACK jsou vhodné zejména pro hašení požárů třídy A a B - pro likvidaci plamenného hoření. Lze je použít i pro zařízení pod elektrickým napětím. Jsou zvláště vhodné pro hašení požárů v uzavřených prostorách:

- kde plameny, kouř a vysoká teplota brání přístupu a účinnému využití jiných hasiv. Jako příklady takových prostor lze uvést šachty, kabelové prostory, vlakové soupravy a další
- kde je uzavřené zařízení pod proudem,
- při nedostatku vody
- kde je složitá a nevýhodná aplikace vody

FIRE JACK nelze použít pro hašení:

- chemických výrobků a polymérních materiálů se sklony ke žhnutí bez přístupu vzduchu,
- materiálů, které tvoří vnitřní žhnoucí dutiny např. materiály sypké, vláknité, porézní a další,
- alkalických kovů, kovů alkalických zemin, lehkých kovů a jejich slitin.

Generátory dále nelze použít tam, kde v prostoru hašení jsou přítomni lidé. Uvolněný aerosol je totiž nedýchatelný a celý prostor zaplní bílý dým. Díky zadýmení je v celém prostoru nulová viditelnost a v přítomnosti lidí by mohla vzniknout panika.

Sám aerosol má dráždivé účinný na dýchací orgány. Jako většina hasiv vykazuje i aerosol a produkty jeho rozpadu určitý stupeň toxicity, který je ovšem podružný vedle vysoké toxicity produktů vzniklých požárem.

## 7 SANACE

Za sanace a rekultivace jsou považovány všechny práce, které organizace je povinna učinit k nápravě škod na krajině a škod vzniklých na pozemcích právnickým i fyzickým osobám těžební činností (§ 31 odst. 5 horního zákona), chránit povrchové a podzemní vody zákon č. 254/2001Sb., o vodách (vodní zákon) a související předpisy. Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Sanační práce zahrnují i rekultivaci pozemků podle zvláštních předpisů (zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon)). Může jít např. o výsadbu náhradní zeleně, případnou výstavbu náhradních objektů za objekty narušené těžební činností, pokud slouží k obnově funkční způsobilosti krajinného systému, včetně nákladů spojených s monitorováním dlouhodobých účinků důlní činnosti na povrch. Zjednodušeně řečeno, rekultivace je uvedení postiženého území do takového stavu, aby zde mohl fungovat soběstačný ekosystém a aby se území nepodobalo měsíční krajině, jak tomu mnohde bývá.

Výběr vhodné sanační technologie je nejdůležitější proces v celé sanaci, který zásadním způsobem ovlivní průběh a výsledky sanačního zásahu. Bezesporu nejdůležitějším kritériem pro výběr sanačních metod by mělo být posouzení výskytu kontaminantu ve vazbě na horninové prostředí. Nejedná se pouze o zhodnocení pozice ohniska znečištění vůči aktuální hladině podzemní vody, ale posouzení širokého komplexu geologické a tektonické stavby a litologie daného území. Vedle typů převažující pórovitosti a hodnot propustnosti hornin, je nutno zohlednit pozici lokality v hydrogeologickém oběhu.

Postup při asanačních pracích

- vyhloubení čtyř hydrogeologických indikačních vrtů
- odběr vzorků povrtaných zemin a podzemní vody
- chemické analýzy odebraných zemin a podzemní vody
- geodetické zaměření vybudovaných vrtů
- měření stavů hladiny podzemní vody
- zhodnocení průzkumu v závěrečné zprávě

### 7.1 Druhy sanací k odstranění rizik ekologické zátěže

Izolace kontaminovaného horninového prostředí

Tato metoda neodstraňuje vlastní znečištění ze zemin a podzemní vody, ale brání vložení mechanické nebo hydraulické překážky šíření kontaminace v nenasyceném pásmu anebo podzemní vodě do dosud čistého prostředí.

Mechanická překážka

- vodorovná nepropustná izolace, užívaná k zamezení infiltrace srážkových vod do kontaminovaného prostoru, nejčastěji se jedná o sanaci starých skládek. Častým předpokladem úspěšnosti této varianty je absence znečištění ve zvodni
- svislé těsnicí stěny zahloubené do nepropustného podloží kontaminované zvodně. Pokud není zabráněno infiltraci srážkové vody, musí se počítat s periodickým odčerpáváním podzemní vody

Nejspolehlivější, ale také nejnákladnější je kombinace horizontálního a vertikálního těsnění. Optimálně této kombinace lze použít při sanování starých skládek, kdy kontaminanty již dosáhly, nebo se předpokládá, že dosáhnou hladiny podzemní vody.

#### Hydraulická izolace znečištěného území

Ochranná depresní hydraulická bariéra je nejvíce používanou metodou u nás i v zahraničí, kdy snížením hladiny ve vrtech nebo horizontálních drenážích se vytvoří souvislá deprese, která brání migraci znečištění ze sanovaného území. Vyčerpaná voda obsahující rozpuštěné nebo i splývající kontaminanty se musí čistit a tak vlastně dochází ke kombinaci izolace a (částečně) dekontaminace území.

Elevační hydraulická bariéra, kdy soustavou vrtů nebo příkopů se do podzemí infiltruje čistá resp. během sanace vyčištěná voda.

#### Úplná dekontaminace horninového prostředí

Sanačním zásahem je vyčištěno celé kontaminované území na úroveň přirozeného pozadí nebo na hodnoty tomuto pozadí blízké. V žádném případě nesmí zůstatkový obsah škodlivin znamenat riziko na lokalitě i ve směru proudění podzemní vody. Pro daný cíl se musí zpravidla používat více sanačních technologií. Tento způsob sanace je v případě rozsáhlé a masivní kontaminace nákladnou a dlouhodobou záležitostí.

#### Částečná dekontaminace horninového prostředí

Není požadováno vyčištění celého území na hodnoty pozadí nebo zcela bezrizikové. Často se technicky dekontaminují nebo částečně jen izolují ohniska znečištění. Pouze masivní kontaminace proniká již do jejich okolí se rovněž odstraní a na většině znečištěného území probíhá přirozené snižování kontaminace přírodního prostředí.

## 7.2 Druhy technologických funkcí sanací

### Odstranění kontaminovaného materiálu

Jedná se pouze o přemístování kontaminantu, nejčastěji i s nosným médiem z podzemí na povrch terénu. Zde se potom kontaminovaný materiál čistí, anebo se odveze na skládku. Nejčastějším případem této sanační funkce je těžba kontaminovaných zemin, odsávání znečištěného půdního vzduchu a čerpání znečištěné vody. Z čistících procesů vody na povrchu je např. gravitační odloučení, striping, absorpce, filtrace a z čistících procesů zemin je to biodegradace, praní a termická desorpce.

### Rozklad kontaminantů

Biologickými nebo fyzikálně chemickými pochody eventuelně radioaktivním zářením dojde k destrukci či mineralizaci kontaminantů. Při biodegradaci je konečným produktem oxid uhličitý a voda.

### Izolace (fixace) kontaminantu

Fyzikálním procesem nebo fyzikálněchemickými pochody dochází k pevnému zakotvení kontaminantu do zeminové matrice. Nejrozšířenějším případem je solidifikace a stabilizace znečištěných zemin. Specifickým případem je metoda enkapsulace často používaná k izolaci drobných ohnisek znečištění v rozsáhlých deponiích. Ostatní procesy jsou jen málo používané. Efektivní, ale u nás vůbec nepoužívanou metodou je izolace i nejnebezpečnějších kontaminantů vitrifikací v elektrickém oblouku do sklovité taveniny, zeminy nebo horniny.

### 7.3 Technologie sanačních prací

#### Technologie ověřené

Jedná se o zavedené a dlouhodobě ověřené technologie, kde je podrobně znám nejen technologický postup a účinnost, ale také případné nedostatky a omezení. Sem náleží především metoda čerpání s čištěním vody na povrchu strypováním, adsorpcí a odstraňování fáze ropné látky z hladiny podzemní vody.

#### Technologie vznikající (inovační)

Jedná se o známé, v málo případech i zavedené, ale dlouhodobě neodzkoušené technologie. Nejsou známy dostatečně nevýhody technologických procesů v konkrétních poměrech, ani účinnosti. Jejich definitivnímu zavedení do sanace by měla předcházet sanace zkušební včetně z intenzivního monitoringu kvality horninového prostředí. Komplikace se složitými geologickými poměry může některé technologie z této skupiny přeradit do následující.

#### Technologie experimentální

Taková technologie, se kterou nejsou žádné zkušenosti, a zpravidla se jedná rovněž o nasazení prototypu zařízení, by neměl být umožněn definitivní provoz bez pilotního a zkušební ověření. Je odůvodnitelná na konkrétním projektu pouze v případě, že veškeré ověřené a vznikající technologie jsou v daných podmínkách neúčinné. Riziko selhání je velké a při neopatrnosti během aplikací by mohlo dokonce dojít ke zhoršení stavu kontaminace, buď jejím rozvlečením horninovým prostředím anebo vznikem nebezpečných meziproduktů rozkladu. Zásadně by měli být proto experimentální technologie zaváděny v rámci nebo alespoň za spolupůsobení podnikových, resortních, národních a mezinárodních grantů a to na lokalitách, které jsou proti výše uvedeným negativním vlivům, jež mohou způsobit dlouhodobé i trvalé zhoršení jakosti této i jakékoli další následné sanace, chráněny ještě jinými souběžnými sanačními postupy.

## 8 RIZIKO OHROŽENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A ZASAHUJÍCÍCH JEDNOTEK POŽÁREM

Každý vznikající a rozvíjející se požár představuje potenciální ohrožení životního prostředí. Zvláštní postavení při posuzování celkového rizika požáru jako vznikající plynné produkty tak i zbytky po hoření. Shořené materiály představují složitou a těžko definovatelnou směs různých látek od netoxických po nebezpečné. Pro bezpečné nakládání se zbytky po požáru, resp. čištění budov po požáru, kde se předpokládá výskyt nebezpečných látek, je potřeba dodržovat některé základní doporučení které byli získané na základě analýzy skutečných požárů.

Zvýšené riziko vzniku požáru a havárií, které ohrožují kvalitu životního prostředí, se dá předpokládat z následujících důvodů:

- doprava, skladování a manipulace s požárně nebezpečnými a zdravý škodlivými látkami
- zvýšená aplikace hořlavých materiálů v průmyslu i v obytné sféře
- používání nových konstrukčních materiálů, které zatím nemají dostatečně ověřené požárně technické a toxikologické charakteristiky
- zavádění nových technologií s vysokým požárním rizikem
- zvýšený pohyb pracovních sil
- nové požadavky na požárně bezpečnostní a ekologickou výchovu obyvatelstva

Celosvětový trend požární bezpečnosti je orientovaný na prognózy a vypracování preventivních opatření před haváriemi a požáry. S tím souvisí otázky hygieny zásahových prací záchranných jednotek.

Nedílnou součástí preventivních opatření je získávání znalostí a poskytování informací o požárních a ekologických rizicích pro výrobu i obytnou sféru a taktéž pro záchranné jednotky požární ochrany, rychlé záchranné služby, za účelem zamezení a snížení následků havárií, požárů a katastrof.

Velké havárie ve světě (Seveso – Itálie 1976, Bhopal – Indie 1984, San Carlos – Španělsko 1978, Kuvajt – Irán 1991) potvrzují nevyhnutelnost koordinace odborné přípravy požárních inženýrů a specialistů.

Každý vznikající a rozvíjející se požár představuje potencionální ohrožení životního prostředí, pokud není v zárodku lokalizovaný a likvidovaný. Specifickým postavením požáru je možnost jeho nekontrolovatelného rozšíření na okolní prostředí. Doprovázené jevy jako je tvorba toxických produktů hoření, nebezpečných zbytků po hoření, tepelné působení např. na zásobníky a technologické prvky, zvyšují riziko havárie s dlouhodobou kontaminací životního prostředí.

Všeobecně je známé, že rozkladné produkty hoření obsahují zdraví nebezpečné látky, které mohou dlouhodobě setrávat na místě havárie, resp. se dostávají do koloběhu v přírodě.

Zvláště nebezpečné látky, které se nejčastěji na požářišti objevují, jsou benzo(a)pyrén a polycyklické uhlovodíky. Výskyt těchto nežádoucích látek v životním prostředí silně ovlivňuje i průmyslová činnost, narůstající počet motorových vozidel, nekontrolovatelné spalování odpadů apod.

Prvním krokem je posouzení rizika z hlediska umístění nových výrobních celků, skladů a skladového hospodaření, množství skladového a zpracovaného materiálu, přítomnosti vodních zdrojů a obytných celků. Nevyhnutelnou součástí analýzy požárního rizika je posouzení technologických postupů a opatření pro případ havárií.

Speciální postavení mají dioxiny, kterým se v poslední době věnuje velká pozornost vzhledem na jejich termickou stabilitu a dlouhý poločas rozpadu. Dioxiny představují celkově asi 75 různých druhů a asi 135 druhů benzofuranů. Všeobecně je známo, že dioxiny a benzofurany mají různou toxicitu v závislosti na počtu chloru v molekule. Při požáru mohou za určitých okolností vznikat dioxiny (přítomnost halogenovaných sloučenin, PVC, plastů se sníženou hořlavostí), které jsou stabilní a mohou být rizikem pro zasahující jednotky, pokud nejsou zabezpečené přiměřené preventivní opatření. Další nevyhnutelnou podmínkou vzniku dioxinů je nižší obsah kyslíku v reakční zóně a teplotě 300 až 600°C. Při teplotách nad 1000°C se dioxiny rozpadají. V konečném důsledku výskyt dioxinů na požářišti se nadá vyloučit a musí se s nimi počítat. Jsou pevně vázané na zbytky po hoření, ale nikde se neuvádí koncentrace těchto látek (hlavní výskyt těchto látek je u bytových požárů). V některých krajích byly vydány doporučení, jak čistit budovy po požáru, za účelem minimalizovat rizika kontaminace. Z hlediska nasazení zasahujících jednotek požární ochrany je potřebné vědět, že jsou dvě podstatné cesty, jak dioxiny pronikají do lidského organismu. Může to být resorpcí přes pokožku nebo přes dýchací cesty. Nikde se zatím neuvádějí podrobnější údaje o resorpci přes pokožku. Při likvidačních pracích a manipulaci se zbytky po požáru, je potřebné zabezpečit důkladnou ochranu proti kontaminaci. Velkým nebezpečím je kontaminace přes dýchací cesty. Často jsou podceňené uklízení práce na požářišti a manipulace se zbytky po požáru. Největším nebezpečím dioxinů je jejich bioakumulační schopnost. Biologický poločas rozpadu Seveso – dioxinu se odhaduje na 2120 dní.

Některé zkušenosti z požáru velkého množství PVC nepotvrdili přítomnost kritické koncentrace polychlorovaných dibenzo – dioxinů v místě požáru a v okolí. Pro bezpečné nakládání se zbytky po požáru, resp. čištění budov po požáru, kde se předpokládá výskyt nebezpečných látek, je potřeba dodržovat některé základní doporučení, získané analýzou skutečných požárů:

- zplodiny hoření a zbytky po hoření obsahují velký počet různorodých toxických sloučenin
- dioxiny jsou velmi pevně vázané na saze
- dioxiny se vyskytují na místech, kde opticky můžeme pozorovat přítomnost nečistot po požáru (saze, usazeniny prachu, pórovité uhlíkaté zbytky, apod.)
- opatření na odstranění sazí, prachu a zbytky po požáru je detailně rozpracovat
- dodržováním těchto opatření se můžeme v některých případech vyvarovat nákladných analytických prací na dokazování přítomnosti toxických látek
- v případě velkých požárů kde byli přítomny organické sloučeniny obsahující halogeny, je potřebné vykonat analýzu na přítomnost dioxinů
- pro zásahové a asanační jednotky je nutné vypracovat tzv. zásahové resp. asanační hygienické zásady

## 8.1 Ekologické a genetické důsledky požárů

Požáry představují všeobecně potencionální ohrožení životního prostředí. Poukazuje se na nebezpečí životního prostředí spalnými produkty po požárech a jeho následný vliv na živé organismy, v konečném důsledku taky na člověka. Zplodiny hoření mohou vyvolat též změny genetického materiálu, které se nemusí hned projevit, ale mohou se projevit až v dalších generacích. Jedná se většinou o změny patologické povahy.

Na znečištění životního prostředí se donedávna dívalo jako na technický problém. Jeho řešení z všeobecného, biologického a genetického hlediska bylo dlouho zanedbávané a to hlavně protože důležitost byla nedoceněná nebo neznámá. Až když výzkum získal

přesvědčivé důkazy o tom, že spalováním různých odpadů vznikají látky, které jsou schopny vyvolat změny v genetickém materiálu, jsou příčinou vážných onemocnění u lidí, způsobují rychlejší stárnutí a rakovinná onemocnění, začala se tomuto problému věnovat zvýšená pozornost.

Každý vznikající požár představuje potencionální ohrožení životního prostředí, pokud není v zárodku lokalizovaný a likvidovaný. Doprovodné jevy jako je tvorba toxických produktů hoření, nebezpečných zbytků po požáru, tepelné působení apod., zvyšují riziko havárie s dlouhodobou kontaminací životního prostředí.

Ochrana životního prostředí je úzce spjatá s detekcí a včasnou eliminací látek, které mají nepříznivé účinky na živé organismy. Při určování nebezpečí, které způsobují hořící látky, se vychází všeobecně z poznatku, že při spalování chemických látek se mění chemické složení hořících materiálů, vzniká množství dýmu, uvolňuje se nebezpečný oxid uhelnatý, teplo a toxické látky, které odrážejí potenciální nebezpečí akutní otravy a zvýšení genetického rizika. Dochází k častým otravám nebo trvalým poškozením, které mají za následek i smrt organismu. V produktech hoření se nejčastěji nachází dva hlavní narkotické plyny a to, oxid uhličitý a kyanovodík, které reagují s hemoglobinem v krvi, teda mohou být měřené v krvi jedinců, kteří při požáru přežili, nebo zahynuli.

Na základě výsledků ze sledování toxického a potencionálně mutagenního účinku půdních vzorků můžeme konstatovat, že půdní extrakty z lokality požáru pneumatik vykazují vysokou toxicitu a vyvolávají průkazně zvýšení genových mutací a chromozómových aberací.

## **8.2 Průzkum znečištění spojeného s požárem v areálu firmy ADC služby s.r.o. - provozovna Podbřežice.**

Dne 25. května 2007 došlo v areálu provozovny firmy ADC služby s.r.o. v Podbřežicích požáru střechy. V souvislosti s tímto požárem došlo k úniku vzniklých hasebních vod do horninového prostředí v areálu provozovny a na přilehlých pozemcích využívaných ZD Rostěnice. Na místě při požáru zasahovaly profesionální a dobrovolné jednotky HZS Jihomoravského kraje. Úniku hasebních vod nebylo povahou plochy pozemku možné zabránit. [13]

Podle vizuálního posouzení bylo zasaženo území o plošné výměře přibližně 1250 m<sup>2</sup>; při prohlídce místa havárie bylo zjištěno zasažení zemin přilehlého, zemědělsky využívaného, pole. Zasažení povrchových ani podzemních vod nebylo v okolních objektech vizuálně zjištěno. Vzhledem k použitému množství hasebních vod bylo toto zasažení předpokládáno.

Společnost DEKONTA, a.s. byla o situaci informována dne 25. května 2007 původcem (jednatel firmy ADC služby s.r.o.) a byla přizvána k účasti na jednání za přítomnosti zástupců zúčastněných stran o postupu nápravných opatření. Následně byla objednávkou ze strany původce vyzvána k provedení průzkumu a vyhotovení návrhu následných nápravných opatření. [13]

### **8.2.1 Přírodní poměry**

Požářiště se nachází v areálu provozovny ADC služby s.r.o. v katastru obce Podbřežice. K úniku hasebních vod došlo do prostoru nezpevněného povrchu a jeho blízkého okolí. Lokalita je situována v areálu bývalého kravína na západním okraji obce Podbřežice, cca 490 m SZ směrem od dálničního podjezdu dálnice D1 Dražovice – Pomořany (okres

Vyškov), 430 m S směrem od soutoku Podbřežovického a Dražovického potoka. GPS souřadnice jsou 49°12'44.71"N/16°55'17.8"E. [I3]

Sever - areál bývalého ZD

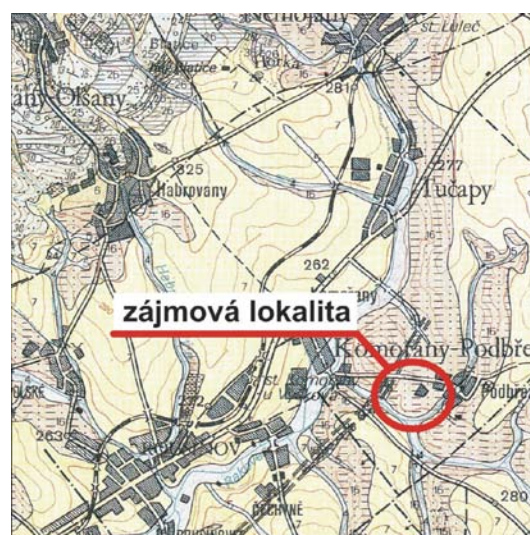
Východ - zemědělsky využívaná půda, Podbřežický potok

Jih - zemědělsky využívaná půda, Dražovický potok

Západ - zemědělsky využívaná půda, těleso dálnice D1

Z regionálně geologického hlediska se území havárie nachází v prostoru karpatské předhlubně v rámci jednotky vnějších Západních Karpat. Horninové prostředí je tvořeno horninami mořského vývoje spodního bádenu (morav), a to vápnitými jíly až podřadnými písky. Svrchní vrstva horninového prostředí je od nadloží tvořena písčitou až sprašovou hlínou. Podložní vrstva nebyla během průzkumných prací zastížena. [I3]

Lokalita náleží do povodí lokálního vodního toku Rakovec. Číslo hydrologického pořadí 4-15-03-074. Vodní tok Rakovec protéká přibližně 900m západně od místa úniku hasebních vod, Podbřežovický potok 400m jihovýchodně směrem a Dražovický potok 415m jihozápadním směrem. [I3]



Obrázek 1: Situace lokality v katastru obce Podbřežice

Obrázek 2: Geologická mapa zájmového území

Zájmové území se nachází v drobných lokálních toků Dražovického a Podbřežického potoka, které se v obci Komořany vlévají do vodního toku Rakovec.

Průměrná roční teplota vzduchu (°C), naměřená v období od 1961 do 1990 v nejbližší meteorologické stanici v Brně Tuřanech, je 8,7°C. Roční úhrn srážek dosáhl hodnoty 4901/mm (Tabulka č. 1). [I3]

Tabulka 2: Klimatologické parametry lokality v období 1961-1990

Meteorol. Stanice	Měsíc												Rok
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Brno - Tuřany	Průměrná teplota vzduchu (°C)												
	-2,5	-0,3	3,8	9,0	13,9	17,0	18,5	18,1	14,3	9,1	3,5	-0,6	8,7
	Úhrn srážek (mm)												
	24,6	23,8	24,1	31,5	61,0	72,2	63,7	56,2	37,6	30,7	37,4	27,1	490,1
Trvání slunečního svitu (h)													
45,3	71,6	121,5	169,1	219,1	221,0	234,9	217,9	161,9	124,0	51,3	40,1	1677,4	



### **8.2.2 Rozsah provedených prací a použité metody**

událost z hlediska zákona č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších novelizací, řešil na místě vodoprávní úřad Odboru životního prostředí MěÚ Vyškov, zastoupený RNDr. Jiřím Kutálkem, vedoucím oddělení. [I3]

jako hodnotící parametry byla použita data z vyhlášky 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě ve znění pozdějších novelizací (504/2004 Sb.) a z vyhlášky 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénů a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. [I3]

Průzkumné práce byly provedeny v následujícím rozsahu:

25. květen 2007 - příjezd na místo havárie, obhlídka místa havárie, zhodnocení stavu, vytýčení oblasti kontaminace.

28. květen 2007 - 08:00 – příjezd na místo havárie, systematické ovzorkování vytýčeného území; celkem odebráno pomocí ručního odběrového zařízení 13 vzorků zeminy včetně vzorku pro stanovení koncentrace v přirozeném pozadí a 1 vzorku podzemní vody, během prací byla na lokalitě prováděna fotodokumentace.

- 12:00 – ukončení prací, odjezd z místa havárie.

29. květen 2007 - předání vzorků zeminy a vody do autorizované laboratoře na stanovení koncentrace NEL, AOX, EOX, dusičnany, sírany, chloridy, těžké kovy (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) v zeminách a PAL-A (povrchově aktivní látky – anionaktivní) ve vodě. [I3]

### **8.2.3 Vyhodnocení kontaminace na lokalitě**

V průběhu průzkumu kontaminace byly provedeny odběry vzorků zemin a vody v místě havárie. Vzorky byly předány do akreditované laboratoře na provedení kvantitativní analýzy, za účelem stanovení stupně znečištění. [I3]

Odběr vzorků kontaminované zeminy ve vyznačeném prostoru (plocha šíření hasebních vod) byl proveden pomocí ručního odběrového zařízení. Celkem bylo odebráno 13 vzorků včetně vzorku pro stanovení koncentrace v přirozeném pozadí. Dále byl metodou statického odběru odebrán 1 vzorek podzemní vody z nedaleké jímky, pro kontrolu, zda nedošlo ke znečištění podzemních vod hasebními prostředky použitými při likvidaci požáru (Tabulka č. 2).

Vzorkování bylo provedeno dle Metodického pokynu MŽP – Vzorkovací práce v sanační geologii 2006. Při odběru vzorků zemin a manipulaci s nimi byly dodržovány postupy zajišťující jakost prováděných prací. Vzorkování provedla proškolená oprávněná osoba. Tyto postupy zahrnovaly dekontaminaci vzorkovacího náradí a transport vzorků předepsaným způsobem. [I3]

Odebrané vzorky zemin byly dle vyhlášky č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě ve znění pozdějších novelizací (504/2004 Sb.) a z vyhlášky 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénů a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady hodnoceny na základě obsahu NEL, AOX, EOX, dusičnany, sírany, chloridy, těžké kovy (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn). [I3]

### **8.2.4 Z výsledků vzorkování vyplývají následující skutečnosti:**

Při průzkumných pracích nebyla zjištěna kontaminace sledovanými látkami. [I3]

Tabulka 3: Výsledky laboratorních analýz

<i>Parametr</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Pod 1</i>	<i>Pod 2</i>	<i>Pod 3</i>	<i>Pod 4</i>	<i>Pod 5</i>
Sušina	% hm.	78,3	78,6	73,6	79,1	84,1
As	mg/kg suš.	7,76	6,64	7,31	5,15	7,76
Cd	mg/kg suš.	0,13	0,30	0,66	0,24	0,13
Cr	mg/kg suš.	31,4	31,4	43,8	34,3	37,1
Cu	mg/kg suš.	21,5	37,1	88,8	26,0	25,2
Hg	mg/kg suš.	0,04	0,04	0,07	0,14	0,05
Ni	mg/kg suš.	38,8	41,0	92,1	40,8	44,3
Pb	mg/kg suš.	14,5	22,5	44,6	17,5	16,9
Zn	mg/kg suš.	71,0	97,1	203	74,3	82,5
AOX	mg/kg suš.	21,4	22,0	42,2	22,3	24,6
EOX	mg/kg suš.	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
NEL	mg/kg suš.	615,0	435,0	630,0	65,0	45,0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/kg suš.	8,94	16,0	8,97	21,7	57,7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg suš.	547,0	663,0	752,0	508,0	283,0
Cl <sup>-</sup>	mg/kg suš.	92,6	57,3	54,5	48,5	36,9

Pokračování tabulky 3:

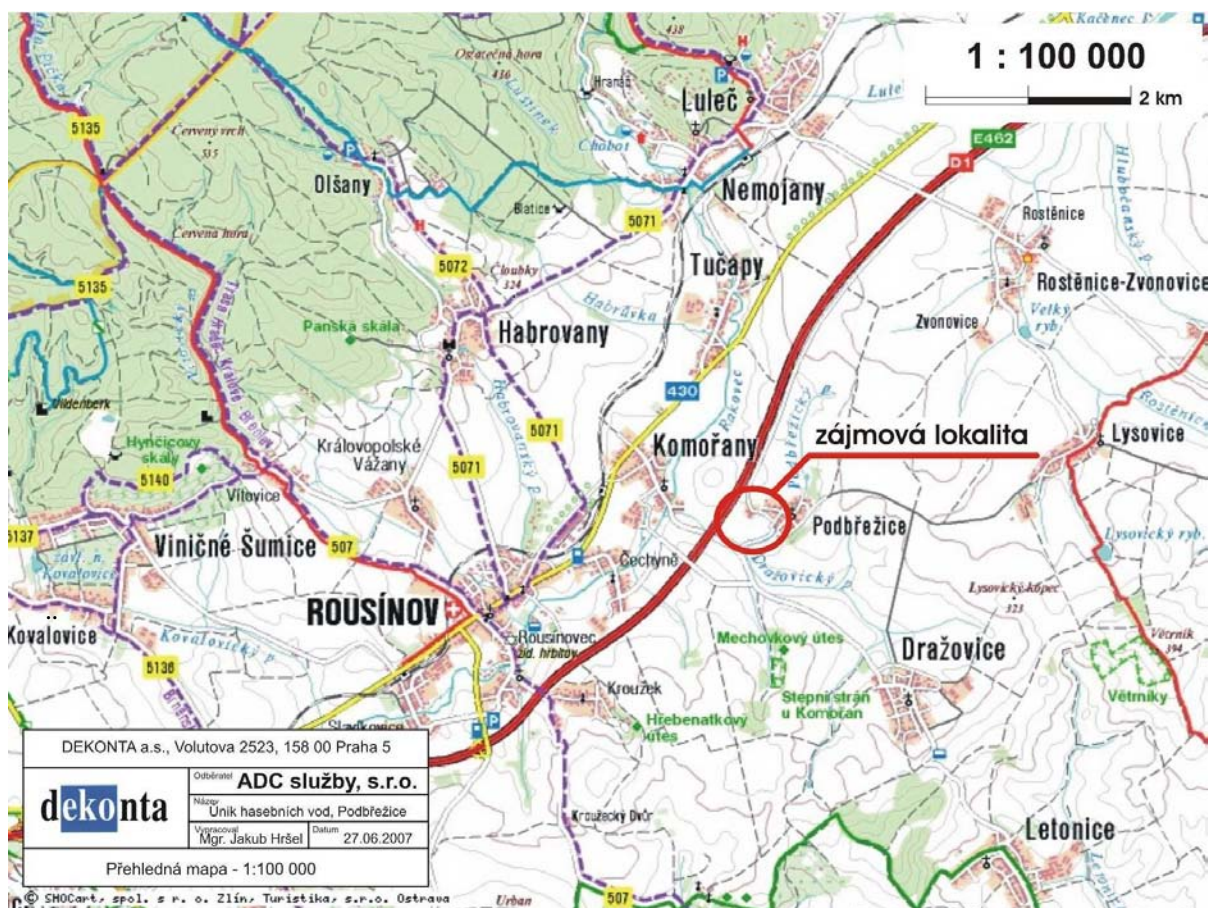
<i>Parametr</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Pod 6</i>	<i>Pod 7</i>	<i>Pod 8</i>	<i>Pod 9</i>	<i>Pod 10</i>
Sušina	% hm.	81,4	84,4	85,0	85,8	83,3
NEL	mg/kg suš.	120,0	50,0	50,0	35,0	45,0
AOX	mg/kg suš.	22,9	22,0	21,8	17,9	16,1

<i>Parametr</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Pod 11</i>	<i>Pod 12</i>	<i>Pod 13</i>	<i>Pod 14 voda</i>
Sušina	% hm.	81,7	82,8	67,7	-
NEL	mg/kg suš.	40,0	45,0	4 470,0	-
AOX	mg/kg suš.	20,0	19,7	206,0	-
PAL-A	mg/l	-	-	-	< 0,05

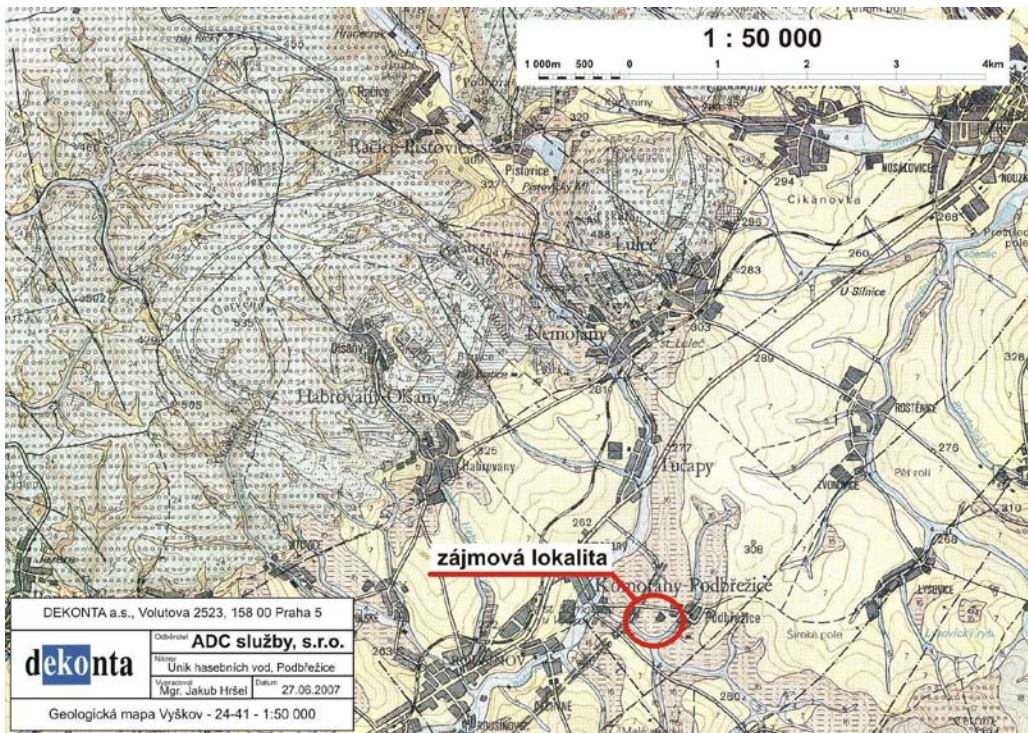
### 8.2.5 Závěry a doporučení

V areálu provozovny firmy ADC služby s.r.o. v Podbřežicích došlo k požáru střechy. V souvislosti s tímto požárem došlo k úniku vzniklých hasebních vod do horninového prostředí v areálu provozovny a na přilehlých pozemcích využívaných ZD Rostěnice. [I3]

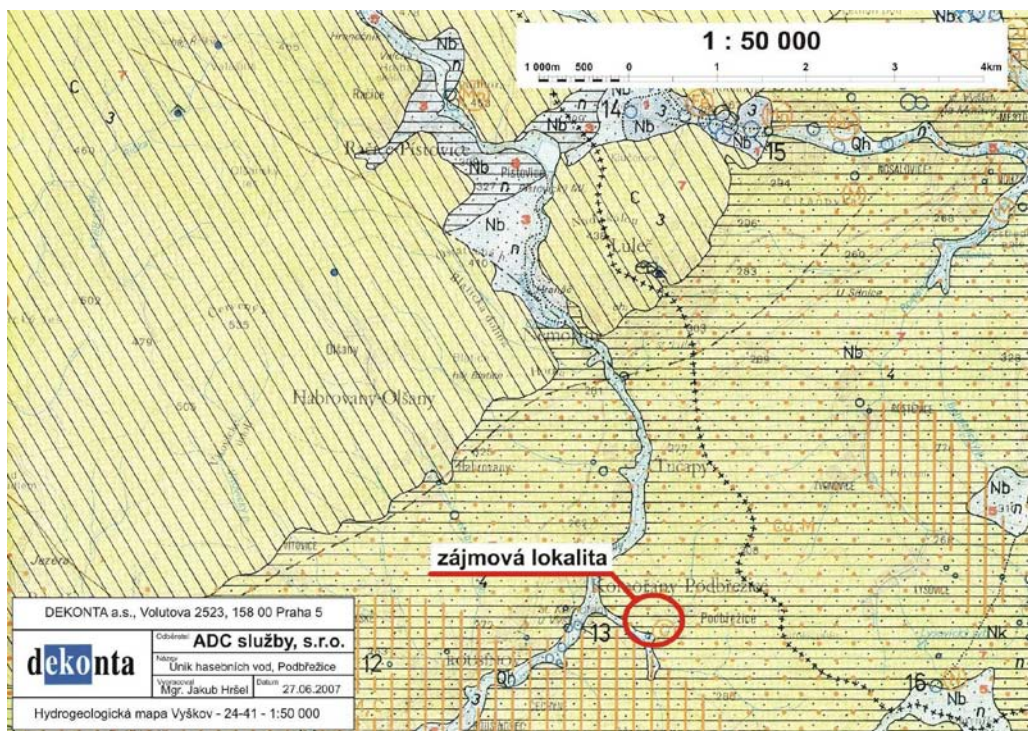
Z rozborů provedených na vzorcích zemin a vzorku podzemní vody vyplývá, že nedošlo ke kontaminaci zemědělské půdy přilehající k objektu provozovny ADC služby s.r.o. v katastru obce Podbřežice. Hodnoty koncentrací pro jednotlivé vybrané ukazatele splňují hodnoty uvedené v příslušných vyhláškách a není nutné provádět jakákoli další sanační opatření. [I3]



Obrázek 3: Situace zájmové lokality v přehledné mapě 1:100 000



Obrázek 4: Situace zájmové lokality v geologické mapě 1:50 000



Obrázek 5: Situace zájmové lokality v hydrogeologické mapě 1:50 000



## 9 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracovat přehled současných používaných hasebních látek v ČR a vyhodnotit jejich fyzikálně chemické vlastnosti, zejména s ohledem na jejich vliv na životní prostředí. Posoudit riziko ohrožení životního prostředí a zasahujících jednotek hasebními látkami a zhodnotit možnosti asanace životního prostředí znečištěného hasebními látkami po likvidaci různých druhů požárů s vazbou na použité hasební látky.

V první části jsem se zaměřil na složky životního prostředí, kde jsem se snažil podrobněji rozvést každou složku a jak je pro vlastní život důležitá.

Dále jsem se zaměřil na proces hašení a přehled jak základních, tak současných hasebních látek v ČR a jejich vlastností, hlavně chemické vlastnosti jednotlivých druhů hasících látek. Jako hlavní téma bakalářské práce byla zaměřena na nové technologie hašení, které přináší menší dopad na životní prostředí, riziko ohrožení životního prostředí a zasahujících jednotek hasebními látkami. Možnosti asanace životního prostředí zasaženého zbytky hasebních látek. V další části byl jako příklad uveden nedávný požár v areálu firmy ADC služby s.r.o. - provozovna Podbřežice, které jsem získal od firmy DEKONTA a.s. Tato firma zde dělala průzkum, odběr vzorků a vyhodnocení.

Jak jsem zjistil z materiálů, tak nové technologie hašení a to např. One Seven, CCS Cobra, FireAde jsou jedny z nejlepších, co byly doposud vyvinuty a používány jak v ČR, tak i ve světě. Mají co nejmenší dopad na životní prostředí, díky malému obsahu pěnidel a vody, při hašení požáru. Díky výše uvedeným vlastnostem se do životního prostředí uvolní méně nebezpečných látek a tak bude kontaminace životního prostředí minimální. Bude méně nároků kladeno na firmy, které provádí asanaci životního prostředí.

Pokud si však položíme otázku, proč jsou v ČR tato zařízení málo rozšířena, zjistíme, že pořizovací i provozní cena jednoho zařízení se pohybuje v milionových částkách a proto z ekonomického hlediska je vybavování jednotek HZS ČR tak problematická. Dále jsou kladeny velké nároky na obsluhu, i na hasiče co zařízení využívají. Vzhledem k tomu, že nové technologie hašení do značné míry snižují negativní vliv požárů na jednotlivé složky životního prostředí, je třeba najít optimální řešení ve vybavování jednotek požární ochrany novou moderní technikou schopnou používat i nové přísady, přidávané do vody ve velmi nízkých koncentracích, pro zvýšení její hasební účinnosti.

Jak jsem ale již v úvodu uvedl, tak se jedná o velmi obsáhlé a složité téma, které by bylo vhodné dále detailněji zpracovat v rámci samostatné diplomové práce.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- [1] Edice SPBI č.1 Hasební látky.
- [2] Edice SPBI č.7 Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií.
- [3] Edice SPBI č. 15 Základy toxikologie.
- [4] Edice SPBI č. 22 Dynamika požáru.
- [5] Edice SPBI č. 24 Nebezpečné látky I.
- [6] Edice SPBI č. 29 Hasiva klasická a moderní.
- [7] Edice SPBI č. 37 Hasiace látky a jejich technologie.
- [8] Sborník přednášek konference PO – 2003 VŠB – TU Ostrava.
- [9] Sborník konference Moravian volunteer fire fighter 2006 – Brno.
- [10] Zborník prednášok konference FIRECO 1999 Trenčín.
- [11] I.Mezinárodní konferenci FIRECO 1994. Vplyv požiarou a hasiacich médií na životné prostredie.
- [12] Zborník prednášok konference FIRECO 2001 Trenčín.
- [13] Dr. Ing. Aleš Bernatík, Ing.Petra Nevrlá: Vliv havárií na životní prostředí.
- [14] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
- [15] Ing. Pavel Ožanka, RNDr. Irena Brumovská: Chemie hasících látek.
- [16] DEKONTA a.s, Mgr.Jakub Hršel: Únik hasebních vod.
- [17] Bohdan Boček: Diplomová práce 2002. One Seven.
- [18] Mjr. Ing. Jarmil Valášek a kolektiv: Bojové otravné látky, biologická agens a prostředky individuální ochrany.
- [19] *CCS Cobra Rezné a hasicí zařízení* [online]. 2010 [cit. 2010-04-17]. COBRA. Dostupné z [WWW](http://www.ccs-cobra.com/cz/default.asp) : <<http://www.ccs-cobra.com/cz/default.asp>>.

## **11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

IZS integrovaný záchranný systém

HZS hasičský záchranný sbor

MU mimořádná událost

NL nebezpečná látka

CCS cold cut systém