



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci



e – learning



VŠCHT PRAHA



Samostatná činnost

- Zpracování prezentace na vybrané téma
- Na konci semestru každý z posluchačů představí ostatním svou práci
- Prezentace v délce cca 15 minut

Témata:

- Budou dodána při následujících přednáškách dle počtu posluchačů

Informace o předmětu

- Nový předmět M216020
- Získ znalostí z technologických procesů



Náplň přednášek

- **Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech**
- Legislativa v prevenci havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX, IECEx)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA) – praktické aplikace
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy – praktické aplikace
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Kybernetická bezpečnost v průmyslu

Informace o předmětu

- Poznámky z přednášek
- Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi
- Smith D.; Reliability, maintainability and risk, Elsevier (2005), ISBN 0-7506-6694-3
- Roy E. Sanders; Chemical process safety, Elsevier (2015), ISBN: 978-0-12-801425-7
- Crowl D. A., Louvar J. F.; Chemical Process Safety, Prentice Hall PTR, 2002. ISBN: 0-13-018176-5

Bezpečnost a rizika

Růst průmyslu vs. bezpečnost

1987 - Nobelova cenu za ekonomii - profesor R. M. Solow (ekonom na Massachusetts Institute of Technology)

Téma práce: Otázka stanovení zdrojů ekonomického růstu

Závěr: zdrojem ekonomického růstu jsou výsledky dosahované ve vývoji a aplikaci nových technologií

„nové technologie“ = náročnější technologické podmínky (vyšší provozní teploty a tlaky, reaktivnější chemikálie, náročnější provozní podmínky pro stroje, nástroje, zařízení, aparáty, potrubí).

Náročnější provozní podmínky a používané látky jsou potenciálním zdrojem rizika.

Bezpečnost a rizika

Typické rysy dnešních průmyslových výrob

- **nepřetržitost výroby** (s dlouhým obdobím mezi plánovanými odstávkami)
- **rostoucí výrobní kapacita linek** (náklady na zařízení s dvojnásobnou kapacitou vzrostou méně než dvojnásobně)
- **intenzifikace pochodů** (náročnější podmínky)
- **vzájemná propojenost výrobních linek** (návaznost výrob)
- **integrace procesů** (vzájemná provázanost procesů)

Bezpečnost a rizika

Špatný obraz chemických výroby

Chemické závody (vč. energetických, např. plynárenských) jsou zdrojem různorodých ohrožení:

Běžné mechanické - převrhnutí, spadnutí, od pohybu zařízení apod.

Chemické ohrožení - exploze, požár, reaktivita a toxicita

Skutečnost?

Chemické provozy jsou jedny z nejbezpečnějších (!!!) průmyslových výroby, ale mají potenciál k nehodám katastrofického charakteru!

„velké ohrožení“ ► „velké nehody“



Bezpečnost a rizika

Bezpečnostní inženýrství

Od 50. let minulého století - významný pokrok v rozvoji bezpečnosti chemických procesů.

Dnes - bezpečnost je považována za důležitou vlastnost výrobních technologií a bezpečnostní inženýrství se rozvinulo ve vědeckou disciplínu, která zahrnuje mnoho složitých teorií i praktických poznatků.

Příklady :

- hydrodynamický model dvoufázového toku pojišťovacím ventilem
- dispersní modely reprezentující vývin toxického mraku po úniku media
- matematické postupy pro odhalení různých příčin poruchy
- stanovení pravděpodobnosti poruchy

- do 50. let 20. století - **etapa „okrajového“ zájmu o bezpečnost** (období ojedinělých, byť závažných havárií - oprava po poruše)
- od 50. do 70. let 20. století - **etapa „zvýšeného zájmu“ o bezpečnost**, tj. bezpečnost především, (po neočekávaných velkých světových haváriích se závažnými následky a dopady na veřejnost)
- od 70. let 20. století do dneška - **etapa „ekonomicky přijatelné“ bezpečnosti**

Bezpečnost a rizika

Bezpečnostní inženýrství

BI je odborná disciplína, která přednostně řeší dvě základní otázky:

- ✓ **identifikace nebezpečí** - zdrojů rizika (odhalení míst, jevů, stavů, které mají potenciál způsobit ztrátu)
- ✓ **hodnocení rizika** - stanovení velikosti ztrát a odhad pravděpodobnosti ztrát

Nebezpečí (Hazard) - fyzikální nebo chemická vlastnost objektu způsobit neočekávaný jev (jeho skrytá vlastnost a tedy i schopnost).

Ohrožení (Threat) - aktivované nebezpečí v konkrétním prostoru a čase, kdy jsou vykonávány činnosti, při kterých se vyskytují nebezpečí, která můžeme specifikovat a určit.

Riziko (Risk) - obecně se definuje jako součin velikosti následků určité události a pravděpodobnosti, že tato událost nastane v určitém časovém úseku.

Pojem **Bezpečnost (Safety)** v původním významu znamená prevenci pracovních nehod, postupně je nahrazován pojmem **Loss Prevention (předcházení ztrátám)**.

Bezpečnost a rizika

Bezpečnostní programy

Jaké jsou základní předpoklady úspěšné prevence ztrát?

Bezpečnostní znalosti - dají se naučit ve škole či samostudiem (znalost přírodních zákonů, nebezpečných vlastností látek a toho jak je aplikovat do oblasti bezpečnosti).

Zkušenosti s bezpečností - zkušenosti s procesy a procedurami používanými v provozu (např. HAZOP)

Technická kompetentnost - schopnost činit správné rozhodnutí na základě technického vyhodnocení bezpečnosti

Manažerská podpora systému bezpečnosti - vytvoření systému, který monitoruje ztráty a „skoronehody“

Angažovanost a podpora celého závodu - např. pojištění apod.



Bezpečnost a rizika

Bezpečnostní programy

Kvalita bezpečnostního programu

- ✓ **Dobrý** bezpečnostní program identifikuje a eliminuje bezpečnostní ohrožení
- ✓ **Výborný** bezpečnostní program obsahuje manažerský systém, který vytváří prevenci vzniku bezpečnostního ohrožení

Bezpečnost a rizika

Statistika nehod a ztrát

Statistiky ztrát a nehod jsou důležitými měřítky účinnosti bezpečnostních programů:

Existuje celá řada metod - je třeba vybírat pečlivě a opatrně!

Jedná se o průměrné hodnoty, které neodrážejí potenciál pro konkrétní nehody!

Bohužel žádná z metod nepracuje se všemi požadovanými aspekty!

Např.:

✓ OSHA incidence rate (IR) = míra výskytu ohrožení

(OSHA - Occupational Safety and Health Administration - U.S. federální agentura zabývající se bezpečnostní legislativou a ochranou zdraví)

✓ Fatal accident rate (FAR) = míra smrtelných nehod

(FAR se používá především v britském chemickém průmyslu)

✓ Fatality rate per person and year (FRPPY, FR) = míra úmrtnosti

Bezpečnost a rizika

OSHA incidence rate (IR)

OSHA incidence rate (IR)

= míra výskytu nových případů ohrožení populace v daném čas. období

Založena na počtu případů za 100 „dělníkoroků“ (dělníkorok = 50 pracovních týdnů ročně x 40 odpracovaných hodin týdně = 2 000h), tedy 100 dělníkoroků: $100 \times 2\,000 = 200.000$

$$\text{IR} = \frac{\text{Number of OSHA Recordable Cases} \times 200,000}{\text{Number of Employee labor hours worked}}$$

Souhrnně sleduje úmrtí, poranění a nemoci, ale nelze z ní vyčíst údaje např. pouze o úmrtí.

Bezpečnost a rizika

Fatal accident rate (FAR)

Fatal accident rate (FAR)

= míra smrtelných nehod

Je založena na počtu úmrtí na 1 000 zaměstnanců pracujících celý život

Předpokládá se, že zaměstnanec pracuje 50 let (tj. 10^8 pracovních hodin)

Počet úmrtí x 10^8

$$\text{FAR} = \frac{\text{Počet úmrtí} \times 10^8}{\text{Počet hodin odpracovaných všemi pracovníky za sledované období}}$$

FAR i OSHA IR jsou závislé na počtu hodin expozice!

Bezpečnost a rizika

FR (Fatality rate)

Fatality rate per person and year (FR, FRPPY)

= míra úmrtnosti

je dle definice nezávislá na počtu hodin expozice
udává počet úmrtí připadajících na osobu a rok

$$\text{FR} = \frac{\text{Počet úmrtí za rok}}{\text{Celkový počet lidí v dané populaci}}$$

FAR a FR lze navzájem přepočítávat, je-li znám počet hodin expozice
(OSHA IR nikoliv !)

Bezpečnost a rizika (míra výskytu ohr. x míra sm. nehod)

Příklady IR a FAR pro vybraná odvětví

Odvětví	IR	FAR
Chemie	0,49	4,0
Doprava	1,08	1,3
Ocelářství	1,54	8,0
Papír	2,06	-
Těžba uhlí	2,22	40
Potravinářství	3,28	-
Stavebnictví	3,88	67
Zemědělství	4,53	10
Nákl. doprava	7,28	-

Pro chemický průmysl je FAR 4, přičemž přibližně polovina je důsledkem běžných (mechanických) nehod – spadnutí, převrhnutí, přejetí apod. Druhá polovina je důsledkem expozice chemických dějů.

Hodnota 4 udává, že z 1000 lidí pracujících celý život v chemickém průmyslu 4 zemřou.

Pro srovnání:

- 20 zemře v důsledku neprůmyslových nehod (nejčastěji při dopravní nehodě)
- 40 zemře v důsledku kouření a 370 zemře v důsledku choroby

Bezpečnost a rizika

OSHA IR porovnání 2008 a 2012 (USA)

Fatality rates for occupations for two different years	2008	2012
Total fatalities	5,214	4,628
Total hours worked (millions)	271,958	264,374
<i>The rate represents the number of fatal occupational injuries per 100,000 full-time equivalent workers</i>		
Fishers and related workers	128.2	120.8
Logging workers	119.7	129.9
Structural iron and steel construction	46.5	37.0
Roofers	34.4	42.2
Agriculture – crop production	23.7	32.5
Taxi and chauffeurs	19.3	16.2
Protective services (police, firefighters, etc.)	9.1	15.0
Average fatality rate	3.7	3.4
Grocery store	2.1	2.5
Chemical manufacturing	1.4	1.8
Finance and insurance	0.3	0.3

Zdroj: U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics Fatal Occupational Injuries. Total hours worked and rates of fatal occupational injuries by selected worker characteristics 2008, http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfoi_rates_2008hb.pdf [accessed 28.09.14].

Bezpečnost a rizika

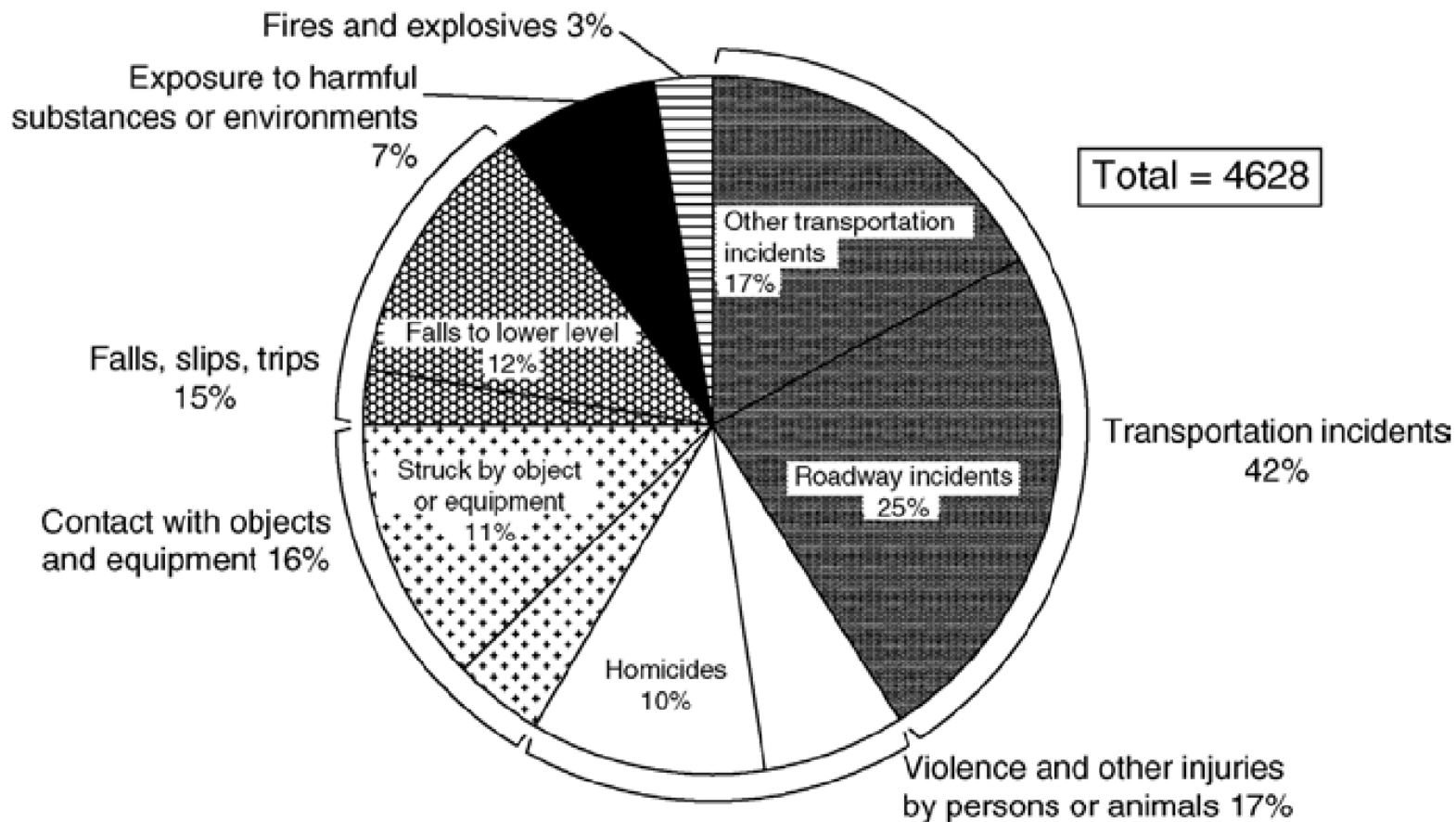
Relativní riziko smrtelné nehody v zaměstnání (USA, 2012)

Total workplace fatalities in 2012	4628
<i>Occupation</i>	<i>Relative fatality rates for occupations</i>
Logging workers	38.2
Fishers and related workers	35.5
Roofers	12.4
Structural iron and steel construction	10.9
Agriculture – crop production	9.6
Truck transportation	7.5
Taxi and chauffeurs	5.0
Police and sheriff's patrol officers	4.4
Average fatality rate	1.0
Grocery store	0.74
Chemical manufacturing	0.60
Educational services	0.26
Finance and insurance	0.09

Zdroj: U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics Fatal Occupational Injuries. Total hours worked and rates of fatal occupational injuries by selected worker characteristics 2012, http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfoi_rates_2012hb.pdf [accessed 28.09.14].

Bezpečnost a rizika

Smertelné nehody v zaměstnání (USA, 2012)



Každý čtvrtý pracovní úraz s fatálními následky byl spojen s dopravními nehodami (USA, 2012)

Zdroj: Roy E. Sanders; Chemical Process Safety, Elsevier, 2015.

Bezpečnost a rizika

Jak vnímáme riziko?

Riziko není nezbytně takové, jak je vnímáno. Lidé často mají zkreslené vnímání rizika. Mají tendenci zveličovat podružná rizika a selhávají (podceňují) ve vnímání závažných rizik, kterým jsou vystaveni každý den.

Hrozivý vs. obyčejný

Veřejnost se obecně více obává rizik, kde je smrt způsobená „bizarním“ způsobem (např. útok žraloka), než například smrt způsobená srdeční příhodou (jedna z nejčastějších příčin úmrtí).

- ❖ V roce 2001 zemřeli 2 občané USA po útoku žraloka, zatímco 934 tisíc následkem srdečního selhání. Které z těchto událostí plnily první stránky novin?
- ❖ Od roku 1947 bylo u USA zaznamenáno 18 smrtelných útoků aligátora. Naproti tomu ročně dojde v USA k 1.5 milionům nehod s vysokou zvěří s průměrně 140 až 150 smrtelnými následky. Je vnímán aligátor se stejným rizikem jako „vysoká“?

Vnímání rizika jako dobrovolného a nedobrovolného

Část populace akceptuje riziko celoživotního kouření (dobrovolně) se všemi jeho následky nebo řízení motocyklu (jeden z nejnebezpečnějších způsobů dopravy), ale bude protestovat proti výstavbě jaderné elektrárny, která podle expertů představuje zanedbatelné riziko.

Bezpečnost a rizika

Jak vnímáme riziko?

Morální a nemorální

Neporovnatelně více úmrtí je způsobeno dopravními nehodami než vraždami. Veřejnost však neakceptuje, pokud by se bezpečnostní složky zaměřili na nebezpečné řidiče místo stíhání násilníků, i kdyby taková akce významně snížila celkové množství úmrtí.

Detekovatelné a nedetekovatelné

Kolapsy vodních nádrží (přehrad) způsobily světově výrazně více ztrát na životech než havárie chemických závodů. Veřejnost však vnímá jako větší riziko chemicko-inženýrských staveb než staveb civilního inženýrství. Důvodem je to, že voda je vnímána jako známá látka, ale je zde obava z neznámých chemikálií.

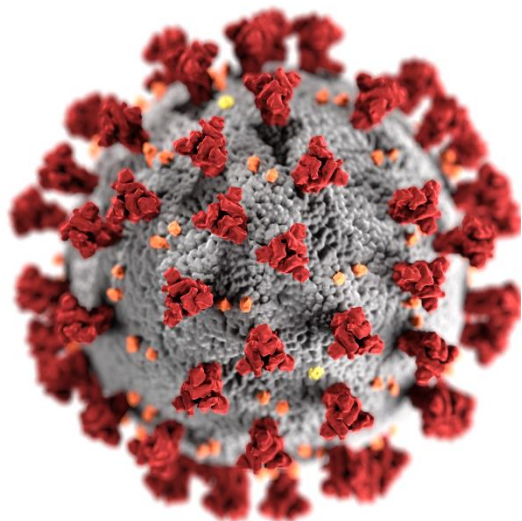
Přírodní vs. syntetický

Spáleniny od slunce více než zdvojnásobují pravděpodobnost rozvinutí melanomu. V USA je četnost úmrtích způsobených melanomem a rakovinou kůže odhadovaná na cca 1 každých 54 minut. Protože se jedná o „přírodní“ zdroj rizika, přikládáme mu menší riziko (emocionálně) než například expozici prostředí s výskytem azbestu.

Bezpečnost a rizika

Jak vnímáme riziko?

COVID X CHŘIPKA



<https://cs.wikipedia.org/wiki/Covid-19>



Zdroj: <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/3145338-covid-19-je-smrtici-priblizne-sestkrat-vic-nez-chripka-ukazuji-velke-studie>

Bezpečnost a rizika

Jak některé činnosti ovlivňují délku života?

Potenciální riziko vyjádřené jako snížení průměrné délky života (Lost of Life Expectancy)

Airplane travel	1 Day
Hazardous waste	4 Days
House fires	18 Days
Pesticides (an extreme position)	27 Days
Air pollution	61 Days
Crime threats (murder)	113 Days
Driving	182 Days
Smoking (the effects on the smoker)	51/2 Years
Poverty (lowest 20% standard of living)	7–10 Years

Zdroj: Roy E. Sanders; Chemical Process Safety, Elsevier, 2015.

Bezpečnost a rizika

Jak některé činnosti ovlivňují délku života?

Potenciální riziko vyjádřené jako snížení průměrné délky života (Lost of Life Expectancy)

Cigarette smoking (males)	2250 Days
Being 30% overweight	1300 Days
Being a coal miner	1100 Days
Being 20% overweight	900 Days
Cigarette smoking (female)	800 Days
Cigar smoking	330 Days
Dangerous jobs (accidents)	300 Days
Motor vehicle accidents	207 Days
Alcohol (US average)	130 Days
Being murdered (homicide)	90 Days
Average jobs (accidents)	74 Days
Drowning	41 Days
Falls	39 Days
Safest jobs (accidents)	30 Days
Coffee	6 Days
Diet drinks	2 Days

Zdroj: Covello VT, Sandman PM, Slovic P. Risk communication, risk statistics, and risk comparisons: a manual for plant managers. Washington, DC: Chemical Manufacturers Association; 1988.



Bezpečnost a rizika

Tři typy nehod v chemickém průmyslu

Havárie se vždy účastní nějaká nebezpečná chemická látka

Typ nehody	Pravděpodobnost výskytu	Potenciál SÚ	Potenciál ekonom. ztrát
<i>požár</i>	vysoká	nízký	střední
<i>exploze</i>	střední	střední	vysoký
<i>únik toxických látek</i>	nízká	vysoký	nízký

Bezpečnost a rizika

Akce ovlivňující fáze nehody

Fáze	Žádoucí efekt	Akce
Iniciace Událost která „startuje“ nehodu	předejít	Uzemňování, inertizace, obchůzkové prohlídky, povolení k horkým prachem, znalosti
Propagace Událost(i), která udržuje nebo dále rozvíjí nehodu	zmenšit	Snížení zásob hořlavin, odolnější materiály, instalace havarijních systémů
Terminace Událost, která nehodu zastavuje nehodu	zlepšit zvětšit	Pojišťovací a protipožární systémy, sprchy

Bezpečnost a rizika

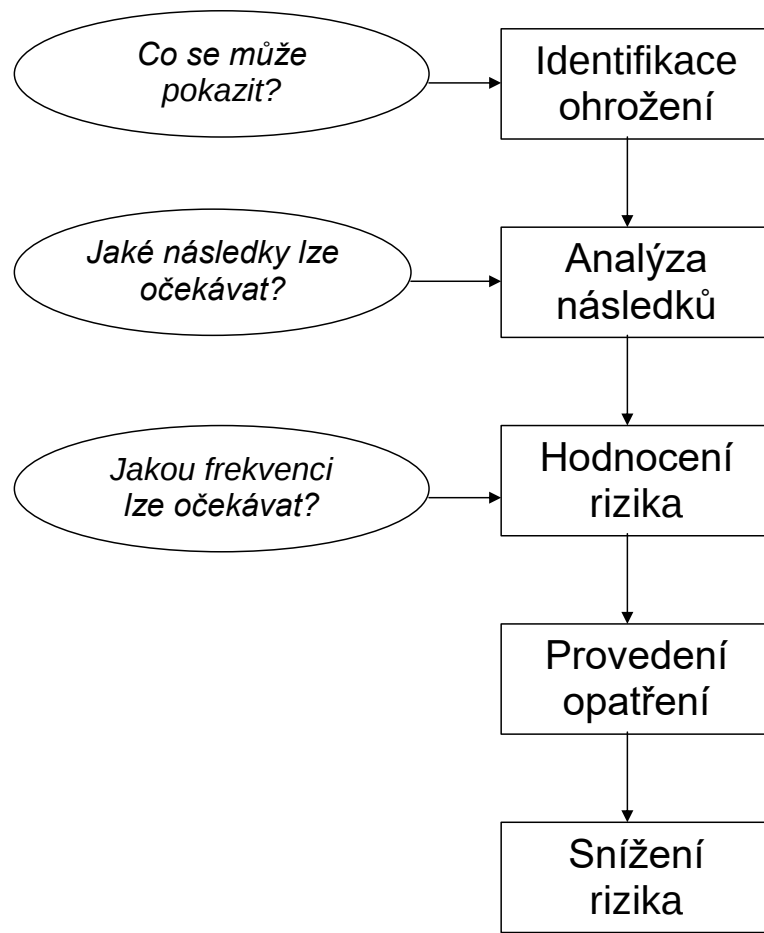
Modelový proces vývoje události vedoucí k nehodě

1. Pracovník zakopl
2. Zachytil se ventilu
3. Otočil ventilem
4. Unikla kapalina
5. Vytvořil se oblak par
6. Kolemjdoucí auto iniciovalo explozi
7. Požár trval 6 dní, dokud vše neshořelo

Bezpečnost a rizika

Identifikace rizika a následná opatření

Obecný postup při řešení rizika. Vývojový diagram identifikace a následných opatření.





VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Samostatná činnost

- Zpracování prezentace na vybrané téma
- Na konci semestru 5/12/22 každý z posluchačů představí ostatním svou práci
- Prezentace v délce cca 15 minut

Témata:

- Každý posluchač zašle emailem info o vybraném tématu přednášky

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- **Legislativa v prevenci havárií**
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX, IECEx)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA) – praktické aplikace
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy – praktické aplikace
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost v průmyslu

Legislativa a prevence havárií

Významné průmyslové havárie

Průmyslové havárie = prakticky jediný zdroj reálných informací pro :

- zdokonalení postupů ,
- předcházení podobným událostem ,
- rozvoj bezpečnostního inženýrství.

Mezi tři nejvýznamnější havárie v procesním průmyslu patří :

FLIXBOROUGH	Velká Británie	1974,
SEVESO	Itálie, Lombardie	1976,
BHOPAL	Indie, Madhya Pradesh	1984.

Uvedené havárie :

- * značně ovlivnily veřejné mínění,
- * ovlivnily rozvoj chemické inženýrství (důraz na bezpečnost procesu)
a formulaci nové disciplíny - bezpečnostního inženýrství

Legislativa a prevence havárií

Některé další havárie, které přispěly k rozvoji bezpečnostního inženýrství...

místo události	stát	rok	ztráty	substance
OPPAU	Německo	1921	(430)	dusičnan amonný
TESSEANDERLOO	Belgie	1942	(>:100)	dusičnan amonný
PHILADELPHIA	USA	1963	(430)	chlór
FEYZIN	Francie	1966	(18)	sklad propanu a butanu
	Německo	1968	(24)	vinylchlorid monomer
POTCHESTROOM	J.Afrika	1973	(18)	amoniak
	Brazílie	1972	(37)	butan
LITVÍNŮV	ČR	1974	(14)	etylén
SAN CARLOS	Španělsko	1978	(211)	propylén
HOUSTON	USA	1989	(23)	vysokotlaký PE
MEXICO City	Mexico	1984	(500)	terminál LPG
BANTRY BAY	Irská rep.	1979	(50)	nafta

Legislativa a prevence havárií

Flixborough

Flixborough - pravděpodobně první, důkladně dokumentovaná havárie (britská vláda trvala na rozsáhlém prověřování havárie)

Havárie : FLIXBOROUGH WORKS
United Kingdom
červen , 1974
společnost : NYPRO Limited

netěsnost reaktoru → náhrada spojovacím potrubím → prasknutí potrubí → únik 30 tun cyklohexanu → inicializace → exploze

Proces : KAPROLAKTAM → NYLON

CYKLOHEXAN (proces : 155 °C ; 7.9 atm) (při T = 180 °C má tenzi $p^{\circ}=6.6$ atm)
→ EXPANZE (atmosférické podmínky)

OXIDACE → CYKLOHEXANOL → CYKLOHEXANON

kapacita : 70 000 t/rok

Legislativa a prevence havárií

Flixborough

KASKÁDA REAKTORŮ (každý 20 tun)

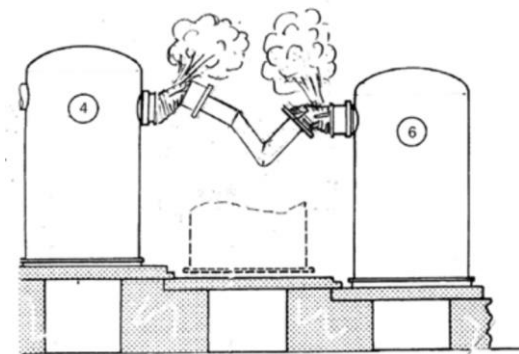
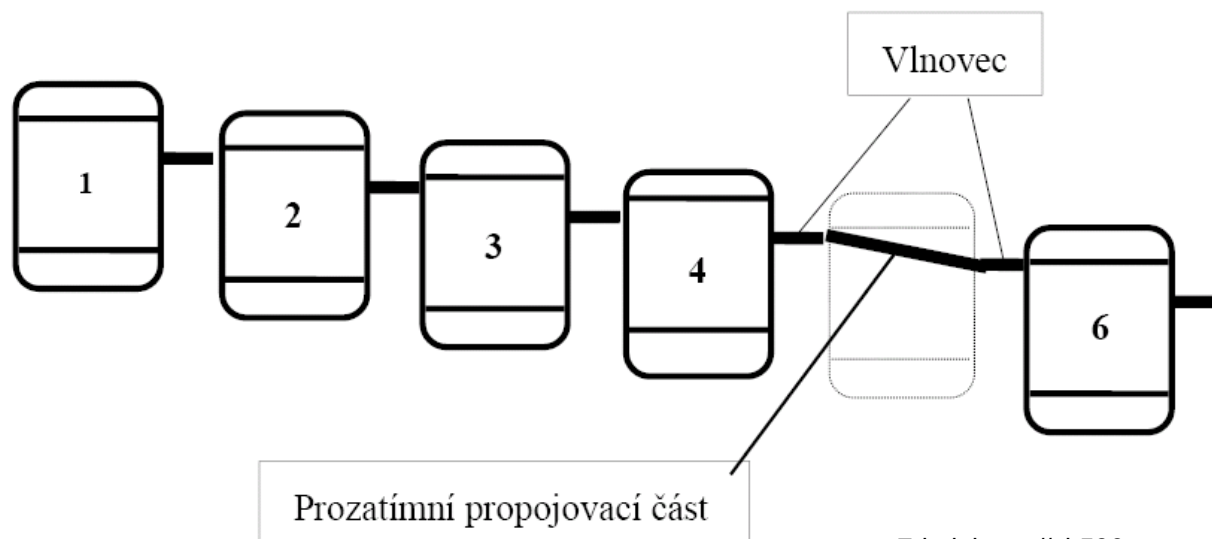
na 5. reaktoru TRHLINA → odstavení ,

oprava 28 inch. potrubí → náhrada 20 inch potrubím + kompenzátory

Nepřiměřený posuv v potrubí + OVER FLEXING → PRASKLÉ POTRUBÍ

30 tun CYKLOHEXANU → ÚNIK → NEZNÁMÁ INICIALIZACE 45 sec. po úniku

→ EXPLOZE



Zdroj: <https://ch506npc.wordpress.com/2018/08/21/flixborough-disaster/>

Legislativa a prevence havárií

Flixborough

Hlavní příčiny:

1. Potrubní spojka instalována bez prověření bezpečnosti, bez dozoru zkušených inženýrů. Výrobní výkres potrubí byl nakreslen křídou na dveřích strojovny.
2. Propojovací potrubí bylo navrženo zcela nevyhovujícím způsobem.
3. Je třeba dodržet pravidlo, podle kterého žádná úprava na zařízení nesmí být v horší kvalitě než ostatní zařízení.
4. V provozu uskladněno velké množství nebezpečných látek (1 galon = 3.7854 litru):
 - 330 000 gal cyklohexanu,
 - 66 000 galonů nafty,
 - 11 000 galonů toluenu,
 - 26 400 galonů benzenu
 - 460 galonů plynového oleje.

sklad se po iniciačním výbuchu vzňal



Legislativa a prevence havárií

Flixborough

Flixborough - pravděpodobně první, důkladně dokumentovaná havárie (britská vláda trvala na rozsáhlém prověřování havárie)



Zdroj: <https://www.scunthorpetelegraph.co.uk/news/flixborough-disaster-anniversary-new-pictures-85880>

Legislativa a prevence havárií

Flixborough

Následky havárie:

- 28 smrtelných zranění
- 36 zraněných
- zničený provoz, administrativní budova atd.
- poškozeno 1821 domů a 167 dalších objektů

Ztráty při havárii byly zcela neočekávané a překvapivé. Zájem světové veřejnosti byl nebývalý, vláda trvala na velmi pečlivé analýze příčin rozsáhlé havárie.

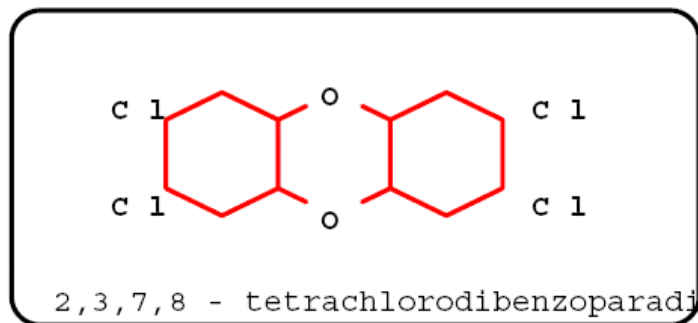
Legislativa a prevence havárií

Seveso

Havárie : SEVESO
Itálie, Lombardie, okolí Milána
10. červen 1976
společnost : Icmesa Chem. Corp.

produkce trichlorfenolu → zpracování na hexachlorofen → možnost tvorby nežádoucího tetrachlordibenzoparadioxinu (TCDD) → reaktor mimo kontrolu → únik TCDD do okolí

tetrachlordibenzoparadioxin - TCDD : pravděpodobně nejnebezpečnější známé toxikum (karcinogen, mutagen, teratogen)

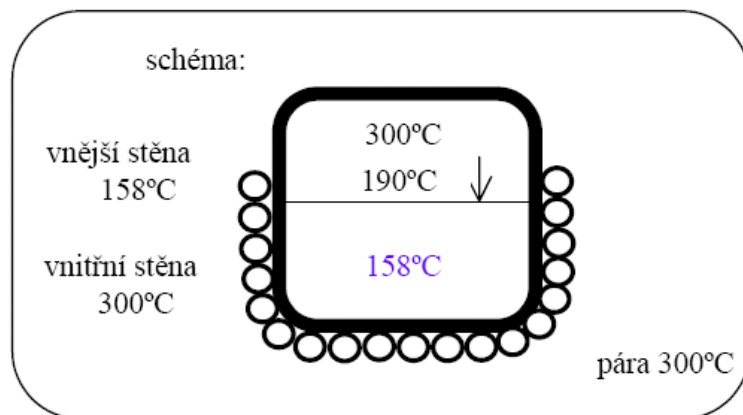


TCDD - smrtelná dávka pro člověka < než 10^{-9} násobek tělesné hmotnosti
rozpuštěný ve vodě → dekontaminace velmi obtížná

Legislativa a prevence havárií

Seveso

obr.3.2



UDÁLOST :

- reaktor s trichlorfenolem mimo kontrolu
- zvýšená produkce TCDD
- bílý mrak nad Sevesem
- kontaminováno rozsáhlé území
- překročení provozní teploty
- únik pojišťovacím ventilem
- silný liják spláchl TCDD do půdy

Následky havárie :

- 250 případů postižení
- více než 600 případů evakuace
- 2 000 pacientů - krevní zkoušky
- kontaminovaná oblast ohrazena

Legislativa a prevence havárií

Seveso

Příčina a důsledky havárie

- nedodržení technologického postupu
- část lidí byla evakuována
- část léčena na otravu
- úhyn domácích zvířat



Zdroj: <https://www.eurozpravy.cz>

Legislativa a prevence havárií

Seveso

Celkem unikly „jen“ 2 kg TCDD

továrna ICMESA švýcarské společnosti ROCHE po havárii:

- uzavřena
- dekontaminována (odmořena)
- srovnána se zemí



Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Seveso_disaster

- 5 lidí (spol. ICMESA) odsouzeno, (3 zbaveni viny, 2 podmíněné tresty)

kontaminované látky:

- 2 utěsněné jámy
- 41 sudů odpadů do Basileje
- náklady na odškodnění obyvatel : 300 mil. CHF (6,66 mld CZK)
- obsah dioxinu po havárii v krvi postižených 3.103 vyšší než u US vojáků manipulujících ve Vietnamu s plynem „ Agent Orange ”

Legislativa a prevence haváří

Seveso



Zdroj: https://www.lescienze.it/news/2016/07/09/news/40_anni_incidente_seveso_diossina-3155339/

Legislativa a prevence havárií

Seveso

dnes:

- místo překryto betonovým sarkofágem, po navezení hlíny - sportoviště/park
- z továrny - stěna z růžových cihel

dlouhodobé následky:

- vysoký výskyt kardiovaskulárních problémů
- následky popálenin kůže
- v Sevesu se rodí více děvčat (dioxin ovlivňuje hormonální stav nebo přímo geny)

V důsledku této havárie vznikla tzv. evropská direktiva SEVESO
(dnes **SEVESO II a III**)

Legislativa a prevence havárií

Bhopal

- Indický chemický závod
- Umístění ve střední Indii



Zdroj: www.blogspot.com

Legislativa a prevence havárií

Bhopal

Havárie : BHOPAL
Indie, Madhya Pradesh
3. prosinec 1984
společnost : Union Carbide

produkce pesticidů → meziprodukt - methylizokyanát (MIC) → došlo k chemické reakci MIC s vodou → únik toxické látky do okolí

meziprodukt v tomto procesu : **methylizokyanát (MIC)**
extrémně nebezpečná látka -
reaktivní, toxická, těkavá a hořlavá

maximální přípustná koncentrace v průběhu devítihodinové pracovní doby je 0,02 ppm
(koncentrace MIC 21 ppm drsně dráždí krční a nosní sliznici vyšší koncentrace - smrtelná)

Páry MIC - 2x těžší než vzduch i po úniku se drží při zemi

MIC reaguje exotermicky s vodou

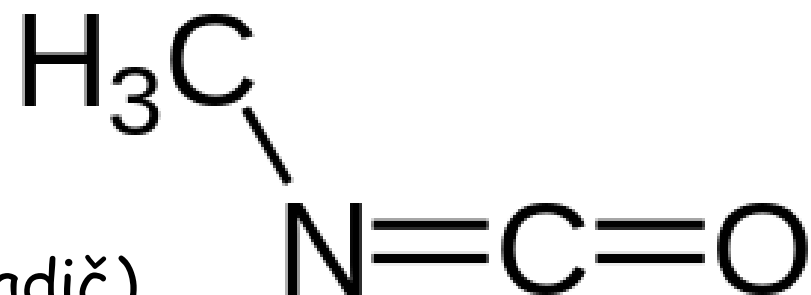
reakce je pomalá , při neadekvátním chlazení roste teplota, může dojít k varu MIC,
zásobníky s MIC musejí být chlazeny !

Legislativa a prevence havárií

Bhopal



- Postaveno 1969 firmou Union Carbide
 - Kopie Americké chemičky z Institute-West Virginia
- Výroba pesticidů z Methylisokyanátu (Sevin)



- Vysocetoxická látka
- Bod varu 39,5°C (nutno chladič)

Legislativa a prevence havárií

Bhopal

UDÁLOST : Zásobník s velkým množstvím MIC - kontaminován vodou -> Chemická reakce
- > MIC nad teplotu bodu varu

Páry MIC unikly - na fléru , fléra mimo provoz, uvolnilo značné množství
(odhaduje se asi 25 tun) toxického MIC ve formě par

TOXICKÝ MRAK se rozšířil na přilehlé městečko - obydlené centrum 1,5 míle -
v okamžiku výstavby dominantní zdroj obživy v oblasti -> vyrostla u závodu
osada

Následky havárie :

- 2000 smrtelných zranění
- 20 000 zraněných
- v provozu nikdo nezahynul
- žádné škody na zařízení

Legislativa a prevence havárií

Bhopal

- Havárie proběhla v noci 2. 12. 1984
- Časté ucpávání vedlejší jednotky - nutné proplachovat vodou
- MIC se při reakci s vodou začalo vařit a tlak v nádrži se zvyšoval
 - Jeden ze zaměstnanců si všiml úniku
 - Ve velíně - žádné výjimečné hodnoty
- Stále se zvyšující tlak v nádrži prorazil ventil a MIC začalo unikat do potrubí
 - Pračka plynů měla MIC zneškodnit, ale nefungovala
 - Spalovací věž měla MIC spálit, ale byla mimo provoz
 - Pomocí vodních děl mělo být MIC rozpuštěno, děla však byla poddimenzována a nedostříkla k věži
- Všech 42 tun MIC v nádrži uniklo

Chyby předcházející nehodě

- Výstavba - příliš drahá, snaha šetřit
 - Použití nekvalitní oceli (Nerezová ocel za běžnou)
 - Změny při výstavbě
 - Kopie - nesla chyby původního závodu - Nedostatečný výkon pračky plynů
- Provoz
 - Vypnutí chladicího okruhu Methyloxyanátu (ušetření 37\$ denně)
 - Ignorování oprav
 - Nezkalibrování velína
 - Propuštění většiny zaměstnanců - méně lidí na hlídání
 - Ignorování bezpečnostní zprávy

Předzvěsti katastrofy

- Pracovníci často hospitalizováni, 1 úmrtí na fosgen → stížnost
- Tým inženýrů vyhodnotil 30 oblastí → závažná katastrofa
- Představitelé firmy odmítli opravu → utajení posudku
- Ignorování dalších stížností

Legislativa a prevence havárií

Bhopal

- Oblak MIC klesl na Bhópál
 - celkem zemřelo 25.000 lidí a 558.125 lidí bylo zraněno
- Dlouhé soudní spory
 - Union Carbide stále popírá vinu na svojí straně, stojí si za tím, že katastrofu způsobila sabotáž
 - Nakonec došlo k mimosoudnímu vyrovnání ve výši 470 milionů dolarů, to znamená, že každý zraněný dostal 270 - 530 dolarů
- Kontaminace dodnes
 - 20.000 obyvatel dosud pije kontaminovanou vodu
- Union Carbide byl několikrát sloučen s jinými společnostmi a nyní je součástí DowDuPont, největší chemické korporace na světě

Legislativa a prevence havárií

Bhopal



Zdroj: www.eurozpravy.cz

Chemický areál dnes

- Odstaven ihned po havárii
- V roce 1999 zjištěna přítomnost těžkých kovů, pesticidů a chlorovaných chemikálií v areálu bývalého chemického závodu

Legislative a prevence havárií

Bhopal



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bh%C3%B3p%C3%A1lsk%C3%A1_katastrofa

Legislativa a prevence havárií



Zdroj: zpravy.aktualně.cz



VŠCHT PRAHA



Legislativa a prevence havárií



Zdroj: zpravy.aktualně.cz



VŠCHT PRAHA



Legislativa a prevence havárií

Bhopal



Zdroj: www.laizquierdadiario.com

Legislativa a prevence havárií

Mexico City

MEXICO CITY, San Juanico, velkokapacitní sklad LPG, 1984

Dne 19. listopadu 1984, přibližně v 5 hod.45 minut ráno došlo k rozsáhlému požáru a sérii explozí ve skladu LPG v podniku PEMEX, San Juan Ixhuatepec (San Juanico). Velkokapacitní sklad byl při havárii zcela zničen, o život přišlo asi 500 lidí.

- Dva největší kulové zásobníky a 48 válcových zásobníků bylo naplněno na 90 procent, čtyři menší kulové zásobníky byly naplněny na 50 procent, což představovalo 11 000 m³ LPG v okamžiku havárie.
- Přibližně v 5.45 hod. byl zaznamenán pokles tlaku, stejně jako v čerpací stanici vzdálené 40 km. Potrubí o průměru 8" mezi kulovým zásobníkem F4 a skupinou válcových zásobníků G4 prasklo.

Legislativa a prevence havárií

Mexico City

MEXICO CITY, San Juanico, velkokapacitní sklad LPG, 1984

- Ve velíně se snažili identifikovat příčinu poklesu tlaku, ale bez úspěchu.
- Doba úniku se odhaduje na 5 - 10 minut, byl mírný vítr 0,4 m/sec. Vlivem větru a tvaru terénu se plyn šířil na jihozápad. Lidé v nedalekých domech slyšeli hluk unikajícího plynu a cítili zápach plynu.
- Když mrak uvolněného plynu dosáhl rozměrů 200 x 150 metrů a výšky 2 m, vznítil se od fléry. To se stalo ráno v 5.45 hod.
- 5.30 Roztržení potrubí (8 palců.) Zaznamenán pokles tlaku ve velíně
- 5.40 Vznícení uvolněného mraku par, bouřlivé hoření a vysoký plamen
- 5.45 První exploze na seismografu, povolání hasiči
- 5.46 Druhá exploze, jedna z nejsilnějších
- 6.00 Policie zasahuje, je zastavena doprava
- 6.30 Dopravní chaos
- 7.01 Poslední exploze na seismografu
- 7.30 Pokračující exploze zásobníků
- 8.00-10.00 Záchrané práce vrcholí
- 11.00 Poslední exploze zásobníku
- 12.00-18.00 Záchrané práce pokračují
- 23.00 Zdolán požár na posledním velkém zásobníku

Exploze zachyceny na seismografu (Uni Mexico). Celkem 9 explozí, kde exploze v 5:46 a 6:54 měli sílu 5. stupně Richterovy stupnice

Legislativa a prevence havárií

Mexico City

MEXICO CITY, San Juanico, velkokapacitní sklad LPG, 1984

Následky:

- Výbuchy a následný požár zcela zničily okolí skladu a část města (40 tis obyvatel)
- Ocelové fragmenty o váze až 30 tun byly rozmetány na vzdálenost až 1200m.
- Zemřelo mezi 500 až 600 lidí, 5-7 tis bylo zraněno.
- Tepelná radiace byla tak vysoká, že pouze cca 2 % obětí bylo možné identifikovat.

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút

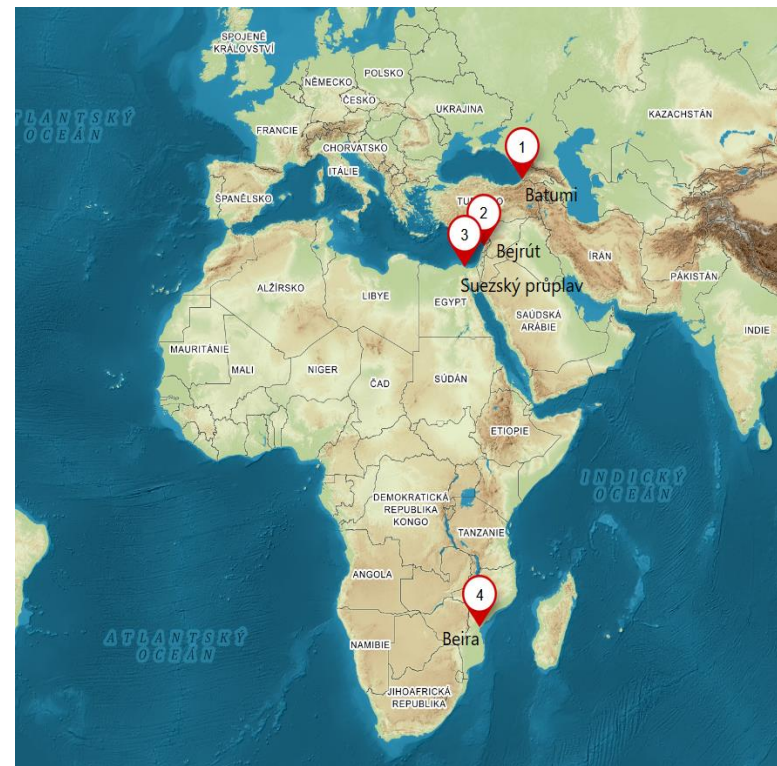
4. 8. 2020

- Nesprávné skladování materiálu, požár a následně výbuch
- Výbuch 2 750 t dusičnanu amonného
- Exploze srovnatelná se zemětřesením
- 6. 9. 2020 zastaveno pátrání po přeživších
- 158 obětí, více než 6 000 zraněných
- Škoda v metropoli 3-5 mld \$

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút

- 4. srpen 2020
- 18:00
 - Požár skladu
 - První výbuch menší intenzity
- 18:08:18
 - Silná exploze
 - Srovnatelné s explozí 1,12 kt TNT
 - Epicentrum výbuchu - kráter hluboký 43 m a široký 120 m



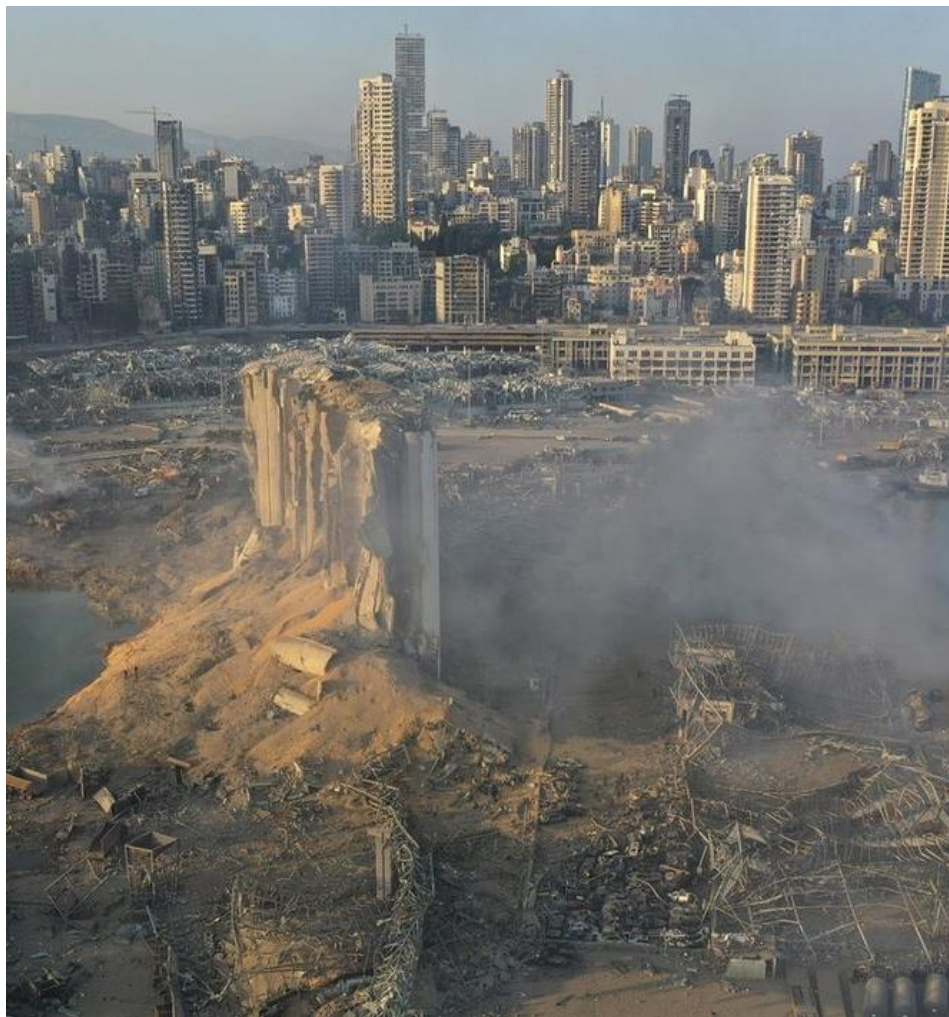
Zdroj: <https://mapy.cz/>

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút



Zdroj: www.idnes.cz



Zdroj: www.idnes.cz

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút



Zdroj: www.idnes.cz

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút



Zdroj: www.idnes.cz

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút



Zdroj: www.idnes.cz



VŠCHT PRAHA



Legislativa a prevence havárií

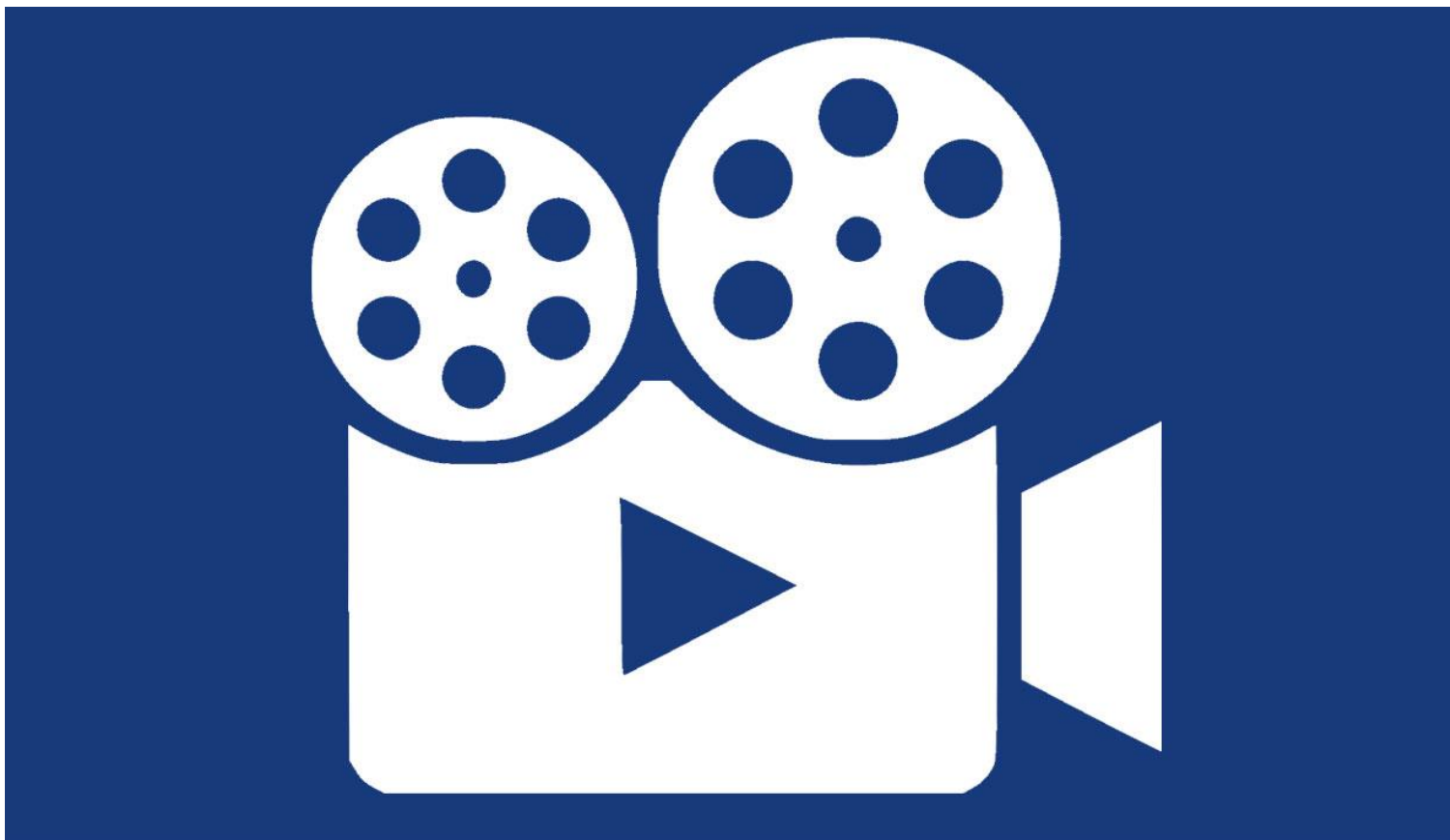
Libanon - Bejrút



Zdroj: www.idnes.cz

Legislativa a prevence havárií

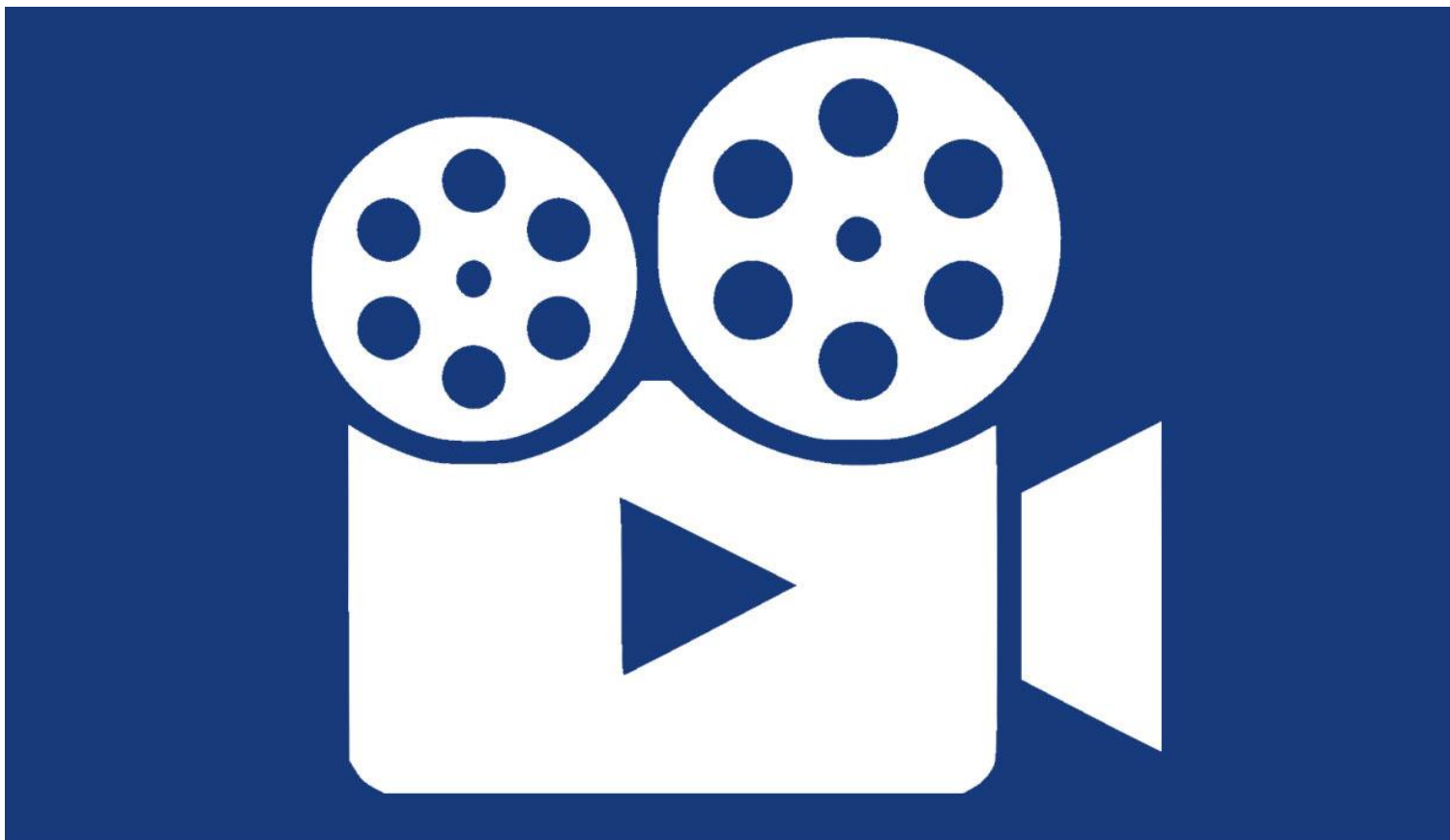
Libanon - Bejrút



Zdroj: <https://www.stream.cz/zahranicni-1240695-1/masivni-exploze-otrasla-bejrutem-nicila-kilometry-vzdalene-domy-64085037>

Legislativa a prevence havárií

Libanon - Bejrút



Zdroj: https://www.stream.cz/zahranicni-1240695-1/ocity-svedek-z-bejrutu-z-nebe-prsely-strepy-tlakova-vlna-letela-25-kilometru-64085082#dop_ab_variant=&dop_source_zone_name=&dop_req_id=&dop_id=64085082

Legislativa a prevence havárií

Německo – Oppau 1921

- 450 tun směsi síranu a dusičnanu amonného
- Pevné hnojivo bylo běžně uvolňováno řízenou explozí
- Změna fyzikálních podmínek při výrobě a neprovedené bezpečnostní testy
- Vybuchla pouze desetina naskladněného hnojiva
- Až 600 lidí přišlo o život
- 6500 lidí bez domova
- 2000 zraněných
- Vznikl kráter hluboký 19 metrů o rozměrech 125x90 m

Legislativa a prevence havárií

Texas - 1947

- Výbuch 2300 tun NH_4NO_3 na lodi Grandcamp
- Nesprávně hašený požár vedl k výbuchu
- Série výbuchů napříč celým přístavem
- Do zálivu spadla i dvě sportovní letadla
- Požár zachvátil i nedalekou ropnou rafinerii

- 581 lidí usmrceno
- 3500 bylo zraněno
- Zasažena obytná oblast s více než 500 domy

Legislativa a prevence havárií

Texas - 1947



Zdroj: <https://freerangeamerican.us/texas-city-disaster-1947/>

Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

Dne 13. 8. 2015 v dopoledních hodinách došlo v areálu chemičky k masivnímu výbuch a následnému požáru na Ethylenové jednotce Petrochemie.



Zdroj: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1566401-hasici-uz-dostali-pozar-litvinovske-chemicky-unipetrol-pod-kontrolu>

Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

Příčiny havárie

- Špatná komunikace
 - Obsluha vyhodnotila chybně stav zařízení
- Špatné rozhodnutí v krizové situaci
 - Příliš dlouhá rozhodovací doba vedla k natlakování systému
- Nevyhovující stav zařízení
 - Roztěsnění přírubového spoje
- Souhra několika faktorů vedoucí k MU
 - Páry propylenu se šířily směrem k horkému potrubí páry
 - Zničení potrubí středotlaké páry
 - Poškození potrubí přívodu vzduchu pro měření regulaci



Zdroj: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1566401-hasici-uz-dostali-pozar-litvinovske-chemicky-unipetrol-pod-kontrolu>

Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

Popis havárie

- V souvislosti s plánovaným přejetím řadů chladicích okruhů dodávajících chladicí vodu do etylenové jednotky, **vyhodnotila obsluha chybně stav technologického zařízení vodárny PCH**, když mylně považovala hlavní armaturu na řádu chladicí vody za otevřenou.
- V důsledku špatně vyhodnocené situace řádu chladicí vody a zejména chybně nebo nedostatečné komunikace mezi operátory na vodním hospodářství, došlo k přibližně **třináctiminutovému poklesu dodávky chladicí vody**.
- Třináctiminutový pokles dodávky chladicí vody vedl ke **ztrátě kondenzace propylenu a zvýšení tlaku v propylenové koloně**.
- **Přetlak propylenu se uvolňoval** přes havarijní pojistné ventily do flérového systému.
- Přibližně po čtyřech minutách od začátku uvolnění tlaku došlo u **havarijních pojistných ventilů k masivním vibracím**.
- **Vibrace způsobily roztěsnění přírubového spoje** a masivní únik propylenu do okolí.
- Páry propylenu se začaly šířit směrem k provozující kotelně ethylenové jednotky. Zde po jejich **kontaktu s horkým povrchem** některého z technologických zařízení došlo k jejich **vznícení**. Následně došlo k **masivnímu explosivnímu zahoření plynu**.
- Z důvodu chybějící páry došlo po havarijním odstavení pyrolýzních pecí na etylenové jednotce k jejich příliš rychlému chladnutí. Následkem toho došlo k **poškození - prasknutí jedné vlásenky v peci**.
- **Následný požár pece a jejího okolí - byl způsoben důsledkem předchozí ztráty možnosti řízení provozu ethylenové jednotky** v důsledku výpadku sítě parních a vzduchových rozvodů, a také **v důsledku předchozí evakuace venkovní obsluhy**, kdy ani z bezpečnostních důvodů již nebylo možné ovládat technologii místně.
- Přestože se díky **pohotovosti venkovního operátora** podařilo **odstavit poškozenou pec** od zbytku technologie ethylenové jednotky, **nebylo možné již zastavit čerpání pracího oleje**, který se posléze v peci vznítil a způsobil **požár dalších čtyř pyrolýzních pecí**.



Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

Následky havárie

- Úplné uzavření hlavní silnice vedoucí okolo chemičky a následné kolony na objízdných trasách.
- Záchraná služba potvrdila jedno zranění, lékaři ošetřili čtyři hasiče po celkovém kolapsu.
- Řidič kamionu ze stáčírny benzinu zřejmě tlakovou vlnou při výbuchu utrpěl poranění ucha.
- Policie kvůli hrozbě dalšího výbuchu vyklidila areál i okolí chemičky. Celkem se muselo evakuovat přes tisíc lidí.
- Obyvatelé nedaleké vesnice si stěžovali na spad velkých mastných sazí, které bezprostředně po výbuchu přinesl kouřový závoj ustupující ke Krušným horám.
- Na požár reagovaly i finanční trhy.
- Několika měsíční (18) odstavení výroby a omezení výroby na ostatních jednotkách chemičky.



Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

- hašení a chlazení technologického zařízení pyrolýzních pecí pomocí monitorů
- Komplikace:
 - vysoká teplota, členitost a výška technologického zařízení pyrolýzních pecí
 - objem a neustálý přísun hořlavin
 - v počátku zásahu - nízký výkony nasazených proudů z důvodů nedostatku zdrojů vody, současným nasazením proudů na vodu i pěnu
- Eliminace šíření požáru:
 - ruční uzavření hraničních armatur pyrolyzních pecí - skupina dobrovolníků (2 hasiči + 4 operátoři etylenové jednotky)
- **po 18:00** - lokalizace požáru, po uhašení požáru pecí - monitorování teploty technologického zařízení termovizí
- pravidelná měření teplot a kontroly zařízení až do úplného ukončení zásahu 18. srpna



Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

- Celková spotřeba vody - **154 600 m³** (bylo načerpáno 145 000 m³ čerstvé vody a 9600 m³ vody bylo přečerpáno mobilním čerpacím kontejnerem z jezera Jiřetín)
- **43** profesionální a dobrovolnické jednotky PO + **14** jednotek PO odřadu ze Středočeského kraje (celkem se vystříдалo **499** hasičů)
- Komplikace při likvidaci událostí:
 - extrémně silný hluk na místě zásahu (poškození sluchu u zasahujících hasičů)
 - vysoké venkovní teploty nad 30 °C
 - přívod propylenu na úseku č. 1 nebylo možné uzavřít, kontrolované hoření
 - několik druhů hořlavých látek na úseku č. 2 (kapaliny, plyny) v kombinaci s vysokou teplotou pyrolýzních pecí
 - z počátku nedostatečné množství nápojů a stravy s ohledem na vysoké venkovní teploty a velmi velký počet nasazených hasičů



Legislativa a prevence havárií

Litvínov – 13. srpen 2015

- nedošlo k úmrtí či zranění zaměstnanců
- Finanční ztráty společnosti Unipetrol:
 - 4,1 mld. Kč - rekonstrukce etylenové jednotky
 - 9,9 mld. Kč - odhadovaný ušlý zisk
 - cca 13,3 mld. Kč by měla být uhrazena pojistitelem
 - pokuta 1 400 000 Kč za spáchání 5 přestupků na úseku bezpečnosti práce
- nebylo prokázáno provedení posouzení rizika výbuchu se zřetelem na pravděpodobnost výskytu zdroje iniciace, kterým byl hořící plamen v kotli a horké povrchy v kotelně
- nebyly zaměstnancům zajištěny dostatečné a přiměřené informace a pokyny o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, zejména formou seznámení s riziky a výsledky vyhodnocení rizik
- nebyly dostatečně uchyceny výfukové trubky pojistných ventilů, tak aby byl zajištěn jejich bezpečný provoz a používání
- kontaktní manometr propylenové kolony byl nastaven na nesprávnou hodnotu a neplnil tak funkci ochranného zařízení
- nebylo vyhodnoceno riziko kmitání pojistných ventilů

Legislativa a prevence havárií

Studie příčin a následků havárií

SOURCE : INSTITUT NATIONAL DE L' ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

PŘÍČINY :

➤	VADY MATERIÁLU	48 %
➤	CHYBA ČLOVĚKA	31 %
➤	CHEMICKÁ REAKCE	12 %
➤	JINÉ PŘÍČINY	18 %
➤	VNĚJŠÍ VLIVY	7 %

NÁSLEDKY :

➤	TOXICKÉ EMISE	21 %
➤	POŽÁRY	21 %
➤	ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ	17 %
➤	EXPLOZE	12 %
➤	ZNEČIŠTĚNÍ VODY	45 %

Legislativa a prevence havárií

Přímé a nepřímé ztráty

- **Přímé ztráty** - vynaložené na likvidaci škod způsobených havárií
- **Nepřímé ztráty** - ztráty způsobené přerušením výroby

Legislativa a prevence havárií

Legislativa

Direktiva 82 / 501 / EEC (**SEVESO**)

- " On the Major-Accident Hazards of Certain Industrial Activities"

Direktiva 96/82/EC (**SEVESO II**)

- „On the control of major-accident hazards involving dangerous substances"

Direktiva 2012/18/EU (**SEVESO III**)

OSHA 1910.119 Occupational Safety and Health Standards
(Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals)

- primární pozornost věnovat nebezpečným látkám, seznam je vypracován a doplňován
- jakékoliv modifikace procesu vyžadují následnou studii bezpečnosti (multidisciplinární tým posuzovatelů)
- obyvatelstvo musí být nutně seznámeno s nebezpečím a rizikem, jinak nemůže spolupracovat

Legislativa a prevence havárií

Legislativa

Základní teze Direktivy 82 / 501 / EEC (SEVESO)

- nejlepší politikou je **prevence možných nehod přímo u zdroje** (technický pokrok je potřeba řídit s ohledem na nutnou ochranu životního prostředí),
- požadavky na bezpečnost je třeba **integrovat ve všech stadiích** vzniku a technického života zařízení (vývoji, projekci, konstrukci, provozu, intenzifikaci i po ukončení životnosti-likvidaci),
- u nebezpečných průmyslových činností je potřeba věnovat pozornost **ochraně veřejnosti a životního prostředí**,
- provozovatel je povinen učinit veškerá **opatření pro předcházení nehodám**,
- provozovatel je povinen poskytnout kompetentním orgánům podrobné **informace o látkách, procesu a zařízeních** a o krocích směřujících ke snížení rizika a následků,
- všechny **osoby mimo objekt** musí být vhodným způsobem **informovány** o bezpečnostních opatřeních v případě závažné havárie,
- členské státy musejí **předávat komisi ES informace** o závažných nehodách,
- neomezuje se právo členských států přijímat opatření zajišťující **vyšší stupeň ochrany** člověka a životního prostředí

Základní teze **DIREKTIVY SEVESO II 96/82/EC**

- vychází ze **zkušeností** získaných implementací direktivy Seveso ,
- **z havárií**, které se staly po přijetí direktivy Seveso.

Legislativa a prevence havárií

Legislativa

Zákon:

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií)

Vyhlášky:

- a) Vyhláška č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B
- b) Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury
- c) Vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku
- d) Vyhláška č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie
- e) Vyhláška č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

Zákon upravuje:

- povinnosti právnických nebo fyzických osob oprávněných k podnikání při prevenci vzniku závažných havárií,
- způsob zařazení podniku do příslušných skupin (podle množství a druhu nebezpečné látky),
- zvláštní požadavky pro stanovení občanskoprávní zodpovědnosti za škody vzniklé v důsledku závažné havárie,
- poskytování informací veřejnosti,
- výkon státní správy na úseku prevence

Rozsah zákona:

- stanovuje povinnosti právnickým a podnikajícím fyzickým osobám, ***které užívají objekt, ve kterém je umístěna nebezpečná látka nebo směs splňující kritéria uvedená v příloze č. 1 zákona***
- nevztahuje se na vojenské objekty a vojenská zařízení, nebezpečí spojená s ionizujícím zářením, silniční, drážní, leteckou a vodní přepravu nebezpečných látek mimo objekty, přepravu nebezpečných látek v potrubích, včetně souvisejících přečerpávacích, stanic postavených mimo objekt v trase potrubí, geologické práce, hornickou činnost a ukládání na odkaliště a skládky odpadu; ale nově se vztahuje se na podzemní zásobníky plynu.
- ***Podle množství nebezpečných látek se objekty zařazují do skupiny A nebo B. V případě podlimitního množství (2%) je třeba předložit „protokol o nezařazení“.***

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

- Látky s směsí se pro účely zákona klasifikují podle nařízení (ES) č. 1272/2008, o **klasifikaci, označování a balení látek a směsí** v platném znění = **nařízení CLP** (Classification, Labeling and Packaging)
 - **Třída nebezpečnosti** (fyzikálně-chemické, pro zdraví, pro ŽP) ; **kategorie nebezpečnosti**
 - Označování: **H věty, P věty, EUH věty**; výstražné symboly
- *Novelizace zákona se přizpůsobuje nové klasifikaci nebezpečných látek dle CLP*
- Pro stanovení působnosti zákona o PZH je určující příloha č. 1 „*Minimální množství nebezpečných látek, která jsou určující pro zařazení objektu do skupiny A nebo do skupiny B a pro sčítání poměrného množství nebezpečných látek*“
- **tabulka I** vymezuje **kategorie nebezpečných látek**, **tabulka II** naopak uvádí **jmenovitě vybrané nebezpečné látky**



Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

- Tabulka I Kategorie nebezpečných látek

Kategorie nebezpečnosti v souladu s nařízením (ES) č. 1272/2008	Množství nebezpečné látky v tunách	
Sloupec 1	Sloupec 2	Sloupec 3
	A	B
Oddíl „H“ - NEBEZPEČNOST PRO ZDRAVÍ		
H1 AKUTNÍ TOXICITA kategorie 1, všechny cesty expozice	5	20
H2 AKUTNÍ TOXICITA - kategorie 2, všechny cesty expozice - kategorie 3, inhalační cesta expozice (viz poznámka 1)	50	200
H3 TOXICITA PRO SPECIFICKÉ CÍLOVÉ ORGÁNY - JEDNORÁZOVÁ EXPOZICE Toxicita pro specifické cílové orgány - jednorázová expozice kategorie 1	50	200
Oddíl „P“ - FYZIKÁLNÍ NEBEZPEČNOST		
P1a VÝBUŠNINY (viz poznámka 2) - nestabilní výbušniny, nebo - výbušniny, oddíl 1.1, 1.2, 1.3, 1.5 nebo 1.6, nebo - látky nebo směsi, které mají výbušné vlastnosti podle metody A.14 dle nařízení (ES) č. 440/2008 (viz poznámka 3) a nenáleží do třídy nebezpečnosti organické peroxidy nebo samovolně reagující látky a směsi	10	50
P1b VÝBUŠNINY (viz poznámka 8) Výbušniny, oddíl 1.4 (viz poznámka 4)	50	200
P2 HOŘLAVÉ PLYNY Hořlavé plyny, kategorie 1 nebo 2	10	50
P3a Hořlavé aerosoly (viz poznámka 5.1) „Hořlavé“ aerosoly kategorie 1 nebo 2 obsahující hořlavé plyny kategorie 1 nebo 2 nebo hořlavé kapaliny kategorie 1	150 (čisté)	500 (čisté)
P3b Hořlavé aerosoly (viz poznámka 5.1) „Hořlavé“ aerosoly kategorie 1 nebo 2 neobsahující hořlavé plyny kategorie 1 nebo 2 ani hořlavé kapaliny kategorie 1 (viz poznámka 5.2)	5000 (čisté)	50000 (čisté)
P4 OXIDUJÍCÍ PLYNY Oxidující plyny, kategorie 1	50	200
P5a HOŘLAVÉ KAPALINY - Hořlavé kapaliny, kategorie 1, nebo - hořlavé kapaliny kategorie 2 nebo 3 udržované za teplot nad jejich bodem varu nebo - jiné kapaliny s bodem vzplanutí ≤ 60 °C, udržované za teplot nad jejich bodem varu (viz poznámka 6)	10	50
P5b HOŘLAVÉ KAPALINY - Hořlavé kapaliny kategorie 2 nebo 3, u kterých zejména podmínky zpracování jako vysoký tlak nebo vysoká teplota mohou vytvořit nebezpečí závažné havárie, nebo - jiné kapaliny s bodem vzplanutí ≤ 60 °C, u kterých zejména podmínky zpracování jako vysoký tlak nebo vysoká teplota mohou vytvořit nebezpečí závažné havárie (viz poznámka 6)	50	200
P5c HOŘLAVÉ KAPALINY Hořlavé kapaliny, kategorie 2 nebo 3, nespádající pod položky P5a a P5b	5000	50000
P6a Samovolně reagující látky a směsi a organické peroxidy	10	50

Zdroj: Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

:

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

- Tabulka II Jmenovitě vybrané nebezpečné látky

Nebezpečné látky	Číslo CAS ⁽²³⁾	Množství nebezpečné látky v tunách	
		Sloupec 2	Sloupec 3
Sloupec 1		A	B
1. Dusičnan amonný (viz poznámka 7)	-	5000	10000
2. Dusičnan amonný (viz poznámka 8)	-	1250	5000
3. Dusičnan amonný (viz poznámka 9)	-	350	2500
4. Dusičnan amonný (viz poznámka 10)	-	10	50
5. Dusičnan draselný (viz poznámka 11)	-	5000	10000
6. Dusičnan draselný (viz poznámka 12)	-	1250	5000
7. Oxid arseničný, kyselina arseničná nebo její soli	1303-28-2	1	2
8. Oxid arsenitý, kyselina arsenitá nebo její soli	1327-53-3		0,1
9. Brom	7726-95-6	20	100
10. Chlor	7782-50-5	10	25
11. Sloučeniny niklu v inhalovatelné práškové formě: oxid nikelnatý, oxid nikličitý, sulfid nikelnatý, sulfid niklitý, oxid niklitý	-		1
12. Ethylenimin	151-56-4	10	20
13. Fluor	7782-41-4	10	20
14. Formaldehyd (koncentrace ≥ 90 %)	50-00-0	5	50
15. Vodík	1333-74-0	5	50
16. Chlorovodík (zkapalněný plyn)	7647-01-0	25	250
17. Alkyly olova	-	5	50
18. Zkapalněné hořlavé plyny, kategorie 1 nebo 2 (včetně LPG) a zemní plyn (viz poznámka 13)	-	50	200
19. Acetylen	74-86-2	5	50
20. Ethylenoxid	75-21-8	5	50
21. Propylenoxid	75-56-9	5	50
22. Methanol	67-56-1	500	5000
23. 4, 4'-methylen bis (2-chloranilin) nebo jeho soli, v práškové formě	101-14-4		0,01
24. Methylisokyanát	624-83-9		0,15
25. Kyslík	7782-44-7	200	2000
26. 2,4-toluen diisokyanát 2,6-toluen diisokyanát	91-08-7 584-84-9	10	100
27. Karbonyldichlorid (fosgen)	75-44-5	0,3	0,75
28. Arsan (arsenovodík)	7784-42-1	0,2	1
29. Fosfan (fosforovodík)	7803-51-2	0,2	1

Zdroj: Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

:

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií



výbušné látky



hořlavé látky



oxidační látky



plyny pod tlakem



koorzivní a
žiravé látky



toxické látky



dráždivé látky



látky nebezpečné
pro zdraví



látky nebezpečné pro
životní prostředí

Zdroj: Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

:

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

- kvalifikační množství se vztahují vždy na jednotlivý objekt provozovatele
- Je-li nebezpečná látka umístěna na více místech objektu, provede se součet všech dílčích množství jednoho druhu nebezpečné látky
- $\text{zádrž} < Q_I \Rightarrow \text{nezařazený objekt}$; $Q_I < \text{zádrž} < Q_{II} \Rightarrow \text{skupina A}$; $Q_{II} < \text{zádrž} \Rightarrow \text{skupina B}$
- Není-li přítomna žádná jednotlivá látka nebo směs v množství přesahujícím nebo rovnajícím se příslušným kvalifikačním množstvím, se používá následující pravidlo

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_i}$$

kde:

q_i = množství nebezpečné látky i umístěné v objektu,

Q_i = příslušné množství nebezpečné látky i uváděné v sloupci 2 (při posuzování objektu k zařazení do skupiny A) nebo sloupci 3 (při posuzování objektu k zařazení do skupiny B) tabulky I nebo tabulky II,

n = počet nebezpečných látek,

N = ukazatel vyjadřující součet poměrů q_i ku Q_i .

- Klasifikace se provádí 3x. Fyzikální nebezpečnost, ochrana zdraví a ŽP.

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

Povinnosti provozovatele:

- Analýza a hodnocení rizik havárie
- Zpracovat bezpečnostní dokument
 - a - Bezpečnostní program
 - b - Bezpečnostní zpráva
- Zpracovat havarijní plán
 - a - Vnitřní
 - b - Vnější, zóna havarijního plánování
- Pojištění odpovědnosti
- Hlášení výskytu závažné havárie



Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

Analýza a hodnocení rizik závažné havárie

- určení zdrojů rizik
- určení příčin a možných scénářů havárie
- stanovení možných dopadů
- stanovení odhadu pravděpodobností výskytu scénářů
- ocenění rizik
- posouzení přijatelnosti rizik

Vnitřní havarijní plán

- Popis preventivních bezpečnostních opatření
- Osoby zodpovědné za plnění preventivních opatření
- Popis možných následků havárie
- Popis činností nutných k minimalizaci následků
- Seznam ochranných zásahových prostředků provozovatele
- Způsob varování veřejnosti a orgánů státní správy

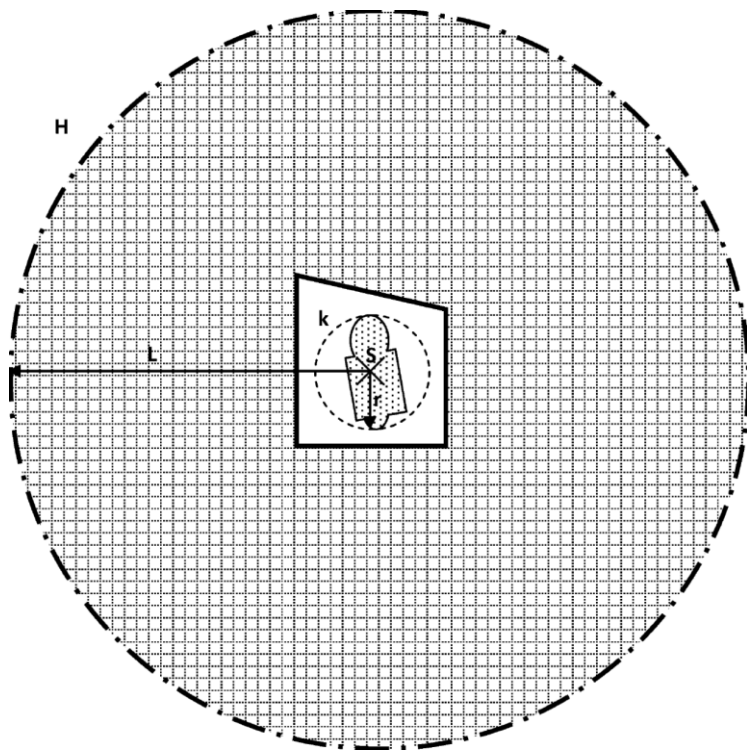
Vnější havarijní plán

- Provozovatel zpracovává písemné podklady pro KÚ
- Stanovení zóny havarijního plánování
- Možnost výskytu synergických efektů během havárie

Legislativa a prevence havárií

Zóna havarijního plánování

- Vyhláška č. 226/2015 Sb.**, o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře



Legenda:

	púdorysný průmět zařízení
	zóna havarijního plánování
	hranice plochy, pro kterou se zpracovává vnitřní havarijní plán
	výchozí hranice
	nejmenší kružnice opsaná kolem púdorysného průmětu zařízení se středem S a poloměrem r
	parametr stanovený podle přílohy 1
	střed zařízení

Zdroj: Vyhláška č. 226/2015 Sb.,

Legislativa a prevence havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

Hlášení závažné havárie

Kdy je havárie „závažná“ ?

- způsobená nebezpečnou látkou v množství $\geq Q_{II}$
- ohrožení na zdraví a životě
 - úmrtí, zranění 6 a více zaměstnanců, zranění osob mimo objekt, nutnost evakuace, přerušení dodávek vody, energií, komunikace
- ekologické škody
- hmotné škody (>70M Kč v objektu; > 7M mimo)
- škody mimo území ČR

Vztah k veřejnosti a zaměstnancům

Veřejnost

- právo vyjádřit se k návrhu na zařazení
- informace veřejnosti v zóně havarijního plánování
 - činnost, látky, rizika, signalizace a chování v případě havárie
 - utajení není důvodem pro odepření těchto informací

Zaměstnanci

- Seznámení s bezpečnostní dokumentací



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

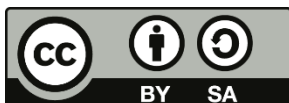
M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa v prevenci havárií
- **Toxikologie a průmyslová hygiena**
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX, IECEx)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA) – praktické aplikace
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy – praktické aplikace
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost v průmyslu

Toxikologie a průmyslová hygiena

Průmyslová toxikologie

- Obor aplikované toxikologie
- Ochrana zaměstnanců před působením toxických látek pracovním prostředím
- Definice podmínek pro bezpečné užívání toxických látek

Toxikologie a průmyslová hygiena

Pojmy

- Toxikologie - nauka o jedech a jejich účincích v org.
- Jed - nepříznivé účinky na org.
- Noxa
- Toxiny - produkovány živ. org.
- Toxikanty - vyrobené člověkem
- Toxicita - akutní x opožděná x chronická

Toxikologie a průmyslová hygiena

Cesty vstupu toxických látek – identifikace ohrožení

Možné ohrožení	
Kapaliny	Hluk
Páry	Záření
Prach	Teplota
Kouř	Mechanismy
Vstupy do organismu	
Vdechování (inhalace)	Trávicím traktem (perorálně)
Pokožkou (transdermálně)	Poraněním / injekčně
Možné poškození	
Plíce	Pokožka
Sluch	Oči
Nervová soustava	Játra
Ledviny	Reprodukční orgány
Oběhová soustava	Ostatní orgány

Toxikologie a průmyslová hygiena

Průmyslová hygiena

- oblast znalostí, která řeší různé otázky týkající se pracovních podmínek, vlivu výrobních faktorů na zdraví a zdraví

Tři fáze projektů průmyslové hygieny

- Identifikace rizika
- Vyhodnocení rizika
- Přijetí odpovídajících bezpečnostních opatření

Toxikologie a průmyslová hygiena

Průmyslová hygiena

Budeme se zabývat především ohrožením expozicí pracovníka toxickou látkou

Bezpečnostní informace o chemických látkách jsou uvedeny v tzv. „bezpečnostních listech“

MSDS (Material safety data sheets) - stejně se jmenuje i databáze těchto bezpečnostních listů.

V databázi hledáme buď podle názvu látky nebo jejího identifikačního čísla **CAS registry number** (zkr. CAS Number) - jednoznačný numerický identifikátor, používaný v chemii pro chemické látky, polymery, biologické sekvence, směsi a slitiny.

Toxikologie a průmyslová hygiena

Data pro posouzení ohrožení zdraví:

- Koncentrační limity v ovzduší - PEL, NPK - P
- Mez postřehu zápachu výparů
- Fyzikální podmínky
- Tlak nasycených par kapalin
- Citlivost chemikálie na teplotu nebo úder
- Rychlost reakce a reakční teplo
- Reaktivita s jinými chemikáliemi
- Nebezpečnost vedlejších produktů
- Výbušné koncentrace chemikálií, prachů a par
- Druh a úroveň radiace
- Úroveň hluku

Toxikologie a průmyslová hygiena

Závazné limity

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

PEL = přípustný expoziční limit

NPK-P = nejvyšší přípustná koncentrace

- nesmí být překročena
- při hodnocení lze užít časově vážený průměr z 10 min. intervalu

NV 361/2007 Sb. uvádí kromě jiného:

- Seznam toxických látek s PEL a NPK (**ZÁVAZNÉ LIMITY**)
- Seznam karcinogenů a mutagenů
- Vystavení směsi látek (pravidlo poměrných množství)
- Požadavky na měření a metody
- Požadavky na větrání a mnohé další

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 (CLP) - klasifikace, označování a balení látek a směsí (H-věty o bezpečnosti, P-věty pro bezpečné zacházení)

Toxikologie a průmyslová hygiena

Dávka: množství vdechnuté látky D v mg za minutu

NPK-P - průměrná nejvyšší přípustná koncentrace při trvalé 8-hodinové pracovní směně

NPK-P(L) - mezní (limitní) nejvyšší přípustná koncentrace, při krátkodobé expozici

Přípustné expoziční limity (PEL) jsou **celosměnové časově vážené průměry koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší**, jimž mohou být podle současného stavu znalostí vystaveni zaměstnanci při osmihodinové pracovní době, aniž by u nich došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jejich pracovní schopnosti a výkonnosti.

Výkyvy koncentrace chemické látky nad hodnotu přípustného expozičního limitu až do hodnoty nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) musí být v průběhu směny kompenzovány jejím poklesem tak, aby nebyla hodnota přípustného expozičního limitu překročena.

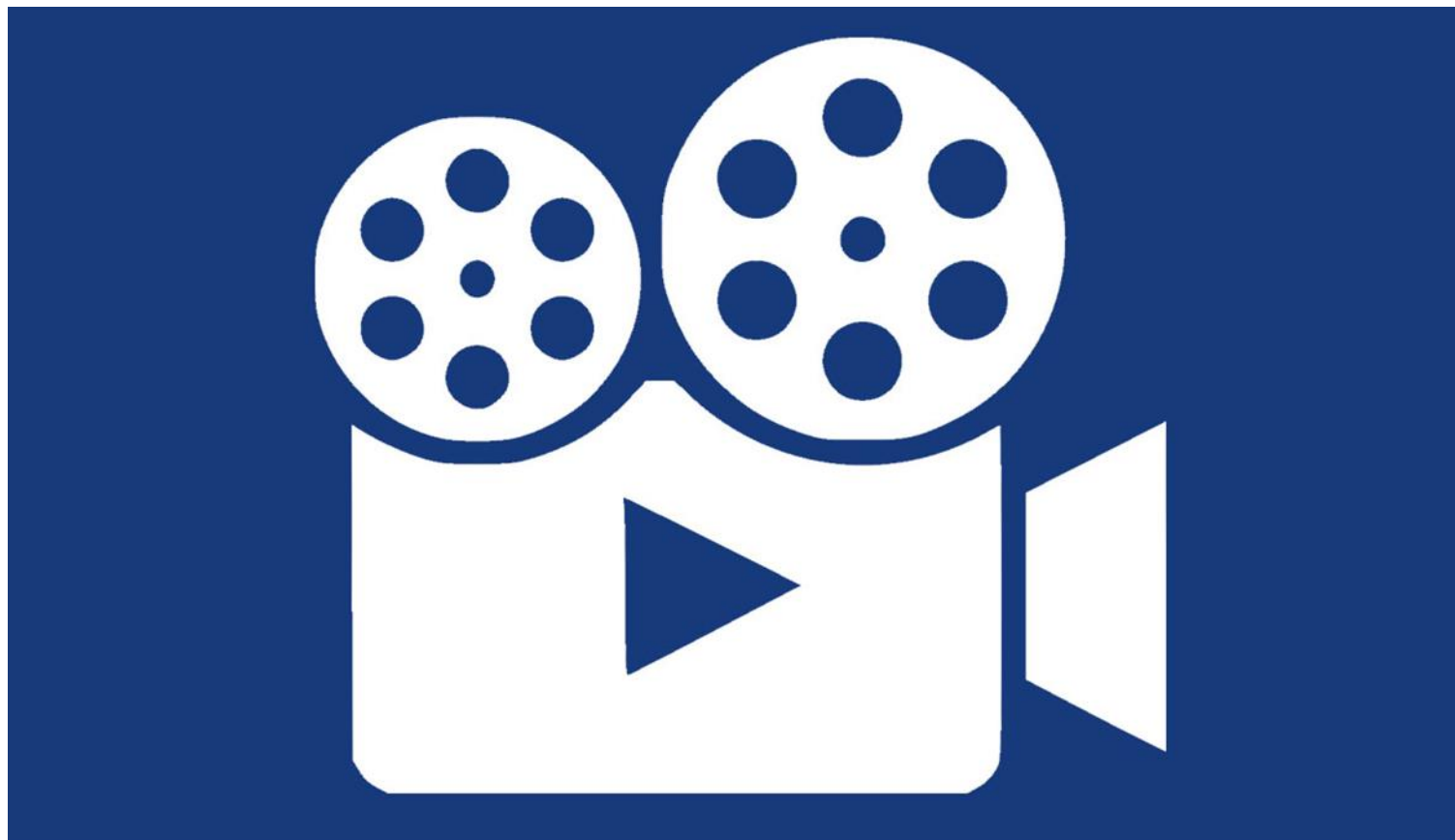
Toxikologie a průmyslová hygiena

CLP

- Novelizace
- Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2020/1182 ze dne 19. května 2020, kterým se pro účely přizpůsobení vědeckotechnickému pokroku mění část 3 přílohy VI nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (nařízení CLP), vstoupí v platnost koncem srpna 2020.
- Nařízení (EU) 2020/1182 mění přílohu VI nařízení CLP zavedením 37 nových, 21 aktualizovaných a zrušením 2 harmonizovaných klasifikací a označení některých látek.
- Dodržování nových harmonizovaných klasifikací bude pro látky a směsi požadováno od 1. března 2022, lze jej však použít i před tímto termínem.

Toxikologie a průmyslová hygiena

CLP



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=sC5lIStp3GA&list=PLXglzX4W16jeyZqtgfNVQullJ5g11kfMa&index=2>

Toxikologie a průmyslová hygiena

Rizika nakládání s chemickými látkami

- **Zákon č. 350/2011 Sb.**, o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)
- Nařízení **REACH** (registrace, evaluace a autorizace chemických látek) Nařízení ES č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky.

Ekologická rizika

- **Zákon č. 76/2002 Sb.**, o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)
- limity emisí škodlivých látek a jiných vlivů na prostředí, systém nejlepších dostupných technologií (BAT); BREF - výměna informací o BAT

Toxikologie a průmyslová hygiena

Rizika přepravy nebezpečných látek

- **TRINS (Transportní informační a nehodový systém)**
- Dojde-li tedy na území ČR k nehodě při přepravě či jiné manipulaci s nebezpečnými látkami, mohou operační a informační střediska HZS (IZS) využít odborné rady nebo i praktické pomoci při likvidaci mimořádné situace, aby byly její možné následky v co největší míře omezeny. Provozuje UNIPETROL.
- **ADR** - Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí

Riziko na pracovišti

- **Zákon č. 262/2006 Sb., Zákoník práce**
- **Zákon č. 174/1968 Sb.,** o státním odborném dozoru nad bezpečností práce
- A mnohé další...

Toxikologie a průmyslová hygiena

Dávka x akutní toxicita

LD₅₀ - *dosis letalis media*

- mg/kg hm.
- smrt 50 % jedinců
- pro odhad nebezpečnosti

Tab. 2 Přibližné hodnoty akutní LD₅₀ pro vybrané chemické látky [zdroj: Casarett L. J., Klaassen, C. D., Cassaret and Doull's Toxicology: the basic science of poisons, 2008]

Chemická látka	LD ₅₀ [mg/kg]
Ethanol	10000
Chlorid sodný	4000
Síran železnatý	1500
Síran morfinia	900
Sodná sůl fenobarbitalu	150
Picrotoxin (cocculin)	5
Síran strychninu	2
Nikotin	1
d-tubocurarin	0,5
Hemicholinium-3	0,2
Tetrodotoxin	0,10
Dioxin (TCDD)	0,001
Botulinový neurotoxin	0,00001

Zdroj: Průmyslová toxikologie a životní prostředí, Hana Kubátová, Edice SPBI, Spectrum, ISBN: 978-80-7385-210-8

Toxikologie a průmyslová hygiena

Třídy toxicity

Tab. 3 Třídění látek na základě jejich orální toxicity podle Gosselina, Smitha a Hodge [zdroj <https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/ld50.html>]

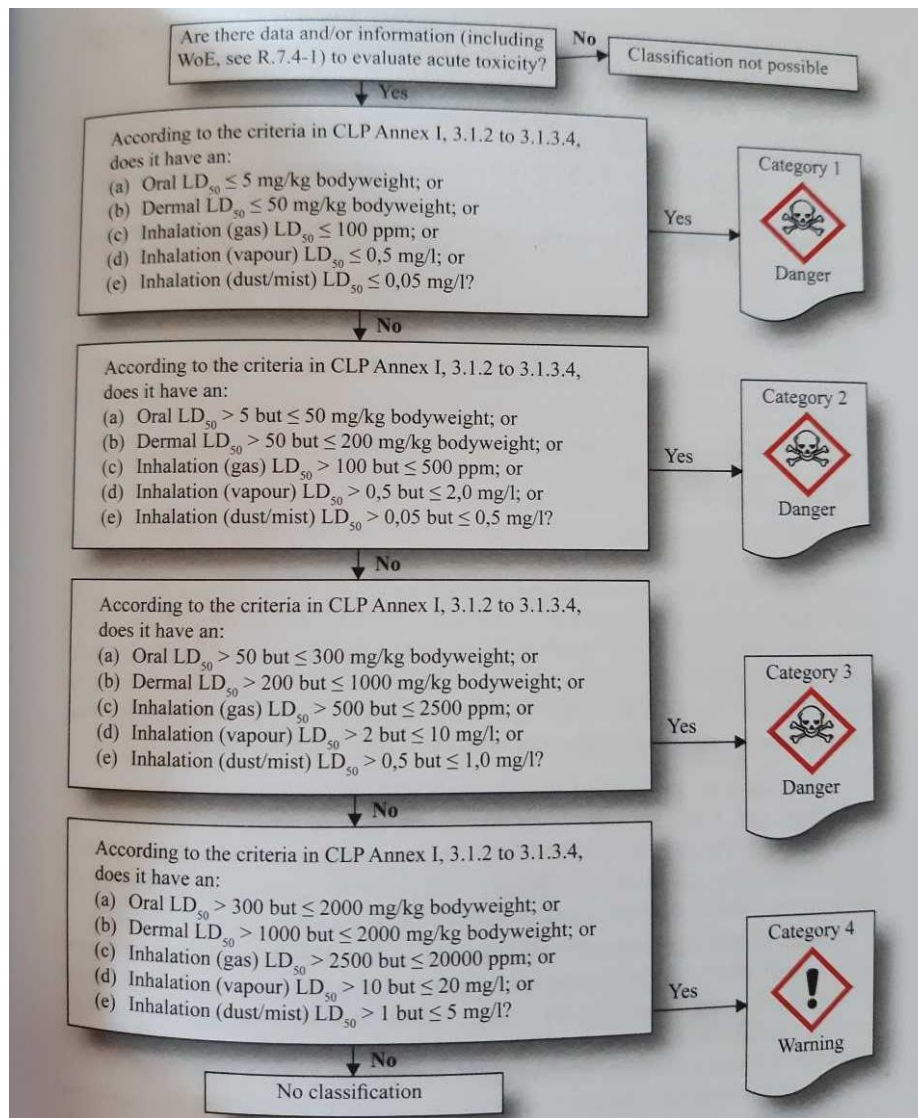
Hodnocení toxicity	Třída toxicity	Orální LD ₅₀ [mg/kg]	Relativní množství látky pro člověka o hmotnosti 70 kg
6	supertoxické	< 5	nepatrné množství, méně než 7 kapek
5	extrémně toxické	5-50	4 ml (7 kapek až 1 čajová lžička)
4	vysoce toxické	50-500	30 ml (1 čajová lžička až 1 unce*)
3	středně toxické	500-5000	30-600 ml
2	mírně toxické	5000-15000	600-1200 ml
1	prakticky netoxické	> 15000	více než 1200 ml

* unce není jednotkou SI; jedná se o přibližně 28,4 gramu nebo mililitru (cca $\frac{3}{4}$ malého „panáka“)

Zdroj: Průmyslová toxikologie a životní prostředí, Hana Kubátová, Edice SPBI, Spectrum, ISBN: 978-80-7385-210-8

Toxikologie a průmyslová hygiena

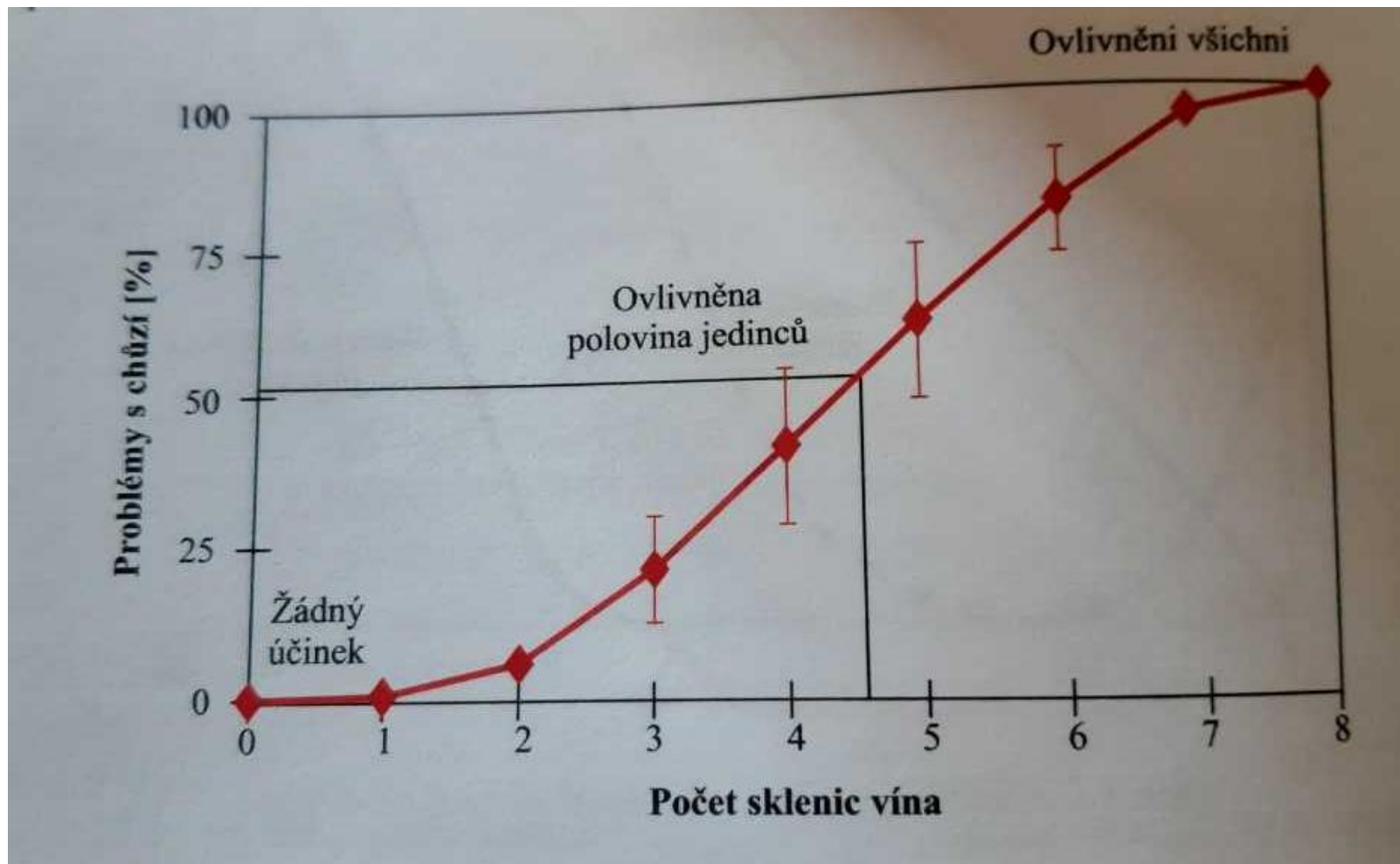
Klasifikace látek



Zdroj: Průmyslová toxikologie a životní prostředí, Hana Kubátová, Edice SPBI, Spectrum, ISBN: 978-80-7385-210-8

Toxikologie a průmyslová hygiena

Závislost účinku na dávce



Zdroj: Průmyslová toxikologie a životní prostředí, Hana Kubátová, Edice SPBI, Spectrum, ISBN: 978-80-7385-210-8

Toxikologie a průmyslová hygiena

Expozice

- Koncentrace nebo množství dávky, kterému jsou jedinci vystaveni ve specifických objemech vzduchu, vody nebo mase půdy
- Opakovaná expozice
- Vratná x nevratná - regenerační schopnosti organismu
- Účinky toxických látek - lokální x systémové

Toxikologie a průmyslová hygiena

Expozice

Expozice prachových částic

- na povrch prachových částic se váže řada nebezpečných látek. Jedná se například o těžké kovy a organické látky, které se pak snadněji dostávají do našeho dýchacího ústrojí
- nejnebezpečnější polétavý prach $PM_{2,5}$, tedy s velikostí částic do 2,5 mikrometrů v průměru, kterým naše dýchací ústrojí nestaví do cesty žádnou zábranu a filtry
- Přípustný expoziční limit (PEL) - viz opět **NV č. 361/2007 Sb.** Koncentrace prachových částic se vyjadřuje v mg/m^3 nebo někdy také v $mppcf$ (millions of particles per cubic foot)

Toxikologie a průmyslová hygiena

Úroveň hluku

- Měřena v decibelech
- $(dB) = -10 \log_{10}(I/I_0)$; Pokud je tedy určitý zvuk 10x intenzivnější, má úroveň větší o 10 dB)

Příklady (vztaženo k prahu slyšitelnosti - 0 dB) :

- Práh bolesti (120 dB)
- Projíždějící nákladní automobil (100 dB)
- továrna (90 dB)
- Hlasitá kancelář (80 dB)
- normální kancelář (50 dB)
- běžný příbytek (40 dB)
- nahrávací studio (30 dB)
- šepot (10 dB)

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Ustálený a proměnný hluk - ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{Laeq,8h}=85$ dB (přípustný limit)

Impulsní hluk, špičkový akustický tlak (140 dB), vysokofrekvenční hluk, ultrazvuk atd...

Toxikologie a průmyslová hygiena

Speciální toxikologie

Toxikologie produktů hoření

Hoření

- Oxid uhelnatý
 - Oxid siřičitý
 - Kyanovodík
 - Chlorovodík
 - Sulfan
 - Formaldehyd
-
- Vdechnutí a následná reakce v organismu - poškození dýchacích cest
 - Synergie některých látek

Toxikologie a průmyslová hygiena

Produkty hoření

PVC – chlorovodík, fosgen

Guma – oxidy síry, sulfan, kyslíkové radikály

Materiály s C – oxid uhelnatý, oxid uhličitý, kyslíkové radikály

Celulóza – akrolein a další aldehydy

Rozpustnost látek ve vodě – amoniak, formaldehyd, chlorovodík, oxid siřičitý a následná expozice (voda, půda)



Toxikologie a průmyslová hygiena

Oxid uhelantý

- Silně toxický a vysoce hořlavý
- Nedráždivý, bez chuti a zápachu
- Lehčí než vzduch
- Nedokonalou oxidací - součást kouřových plynů, ve výfukových plynech
- Vstup přes dýchací ústrojí
- Expozice vys. koncentracemi - ztráta vědomí, respirační problémy, infarkt myokardu (nedostatek kyslíku)
- Vazba na hemové železo v hemoglobinu

1 000 ppm = 0,1 obj. % = 1 145 mg/m³

Nebezpečná koncentrace - bezvědomí po 1h



Toxikologie a průmyslová hygiena

Oxid uhličitý

- Oxidací látek obsahující uhlík
- Při dokonalé oxidaci
- Přirozená součást uhlíkového cyklu - 0,03 % v atm.
- Těžší než vzduch
- Běžné koncentrace - bez chuti a zápachu, při vyšších koncentracích - ostře kyselý zápach a nakyslou chuť
- Použití všech skupenství
- Vstup přes dýchací ústrojí
- Dle CLP není hodnocen jako toxický

Více jak 2 % obj. - nedostatečné okysličování tkání

Toxikologie a průmyslová hygiena

Kyanovodík

- b.v. 25,6 °C
- Těkavá kapalina, extrémně toxická
- Plyn lehčí než vzduch
- Hořké mandle
- Při spalování C a N
- Přes dýchací ústrojí, ale také přes kůži a sliznice
- Toxicita - interakce s enzymy s kovy, blokuje inhibici enzymu cytochrom c oxidázy (na konci dých. řetězce v mitochondriích)

110 - 135 ppm = 120 - 150 mg/m³ = vysoce nebezp. koncentrace, do 1h smrt



Toxikologie a průmyslová hygiena

Sulfan

- Bezbarvý plyn těžší než vzduch
- Vysoce toxický
- Zápach po zkažených vejcích - ochrnutí čich. nervu
- Přírodní a antropogenní činností
- Přes dýchací ústrojí

110 - 150 ppm = 140 - 210 mg/m³ = ztráta čichu

1 000 ppm = 1400 mg/m³ = kolaps s paralýzou dýchání

Toxikologie a průmyslová hygiena

Pokud podmínky na pracovišti nevyhovují hygienickým limitům je třeba přistoupit k:

A) Instalaci prostředků kolektivní ochrany - odsávání, digestoře apod.

B) Používání ochranných osobních pomůcek (respirátory, dýchací masky, dýchací přístroje, ochranné obleky atd.)



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

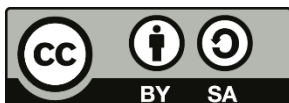
M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevenci havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- **Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek**
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX, IECEx)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ; BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Doprava nebezpečných látek

Přeprava nebezpečných látek, věcí a předmětů vyžaduje speciální režim bezpečnosti.



Zdroj: <https://www.krizport.cz/rady/chytre-blondynky-radi/nebezpecne-latky>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Doprava nebezpečných látek

Přeprava nebezpečných látek, věcí a předmětů vyžaduje speciální režim bezpečnosti.



Zdroj: <https://www.zachranny-kruh.cz/mimoradne-udalosti/havarie/dopravni-nehoda-s-unikem-nebezpecnych-latek.html>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Snížení rizik a omezení rozsahu havárie



Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/105008-bojovy-rad-3-l-cinnost-hasicu-v-nebezpecne-zone/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Doprava nebezpečných látek

Rok	Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek				Při nehodě došlo k úniku nebezpečných látek			
	pevných	kapalných	plynných	celkem	pevných	plynných	kapalných	celkem
2002	91	139	25	255	1	82	6	89
2003	84	118	16	218	3	7	0	10
2004	13	146	17	176	1	10	0	11
2005	31	163	15	209	3	15	2	20
2006	12	149	25	186	0	5	0	5
2007	17	131	24	172	1	5	1	6
2008	25	124	17	166	0	5	1	6
2009	5	72	14	91	1	5	1	7

Zdroj : Policie ČR

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Základní mezinárodní předpisy

Pro silniční přepravu nebezpečných věcí :

„**ADR**“ European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road - Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí



Zdroj: <https://www.inisoft.cz/poradenstvi-a-skoleni/odborne-clanky/dohoda-adr>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Základní mezinárodní předpisy

Železniční přeprava nebezpečných věcí:

„RID“ Reglement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemins de fer - Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží. Řád je přílohou č. 1 k jednotným právním předpisům pro smlouvu o mezinárodní železniční přepravě zboží (CIM), Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě - COTIF



Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Základní mezinárodní předpisy

Pro leteckou přepravu nebezpečných věcí:



„**ICAO**“ Technické pokyny“ Technical Instructions for the Safe Transport of dangerous Goods by Air, které doplňují přílohu č.18 Chicagské úmluvy o mezinárodním civilním letectví (Chicago 1944), uveřejněné Mezinárodní organizací pro civilní letectví (ICAO) v Montrealu; DGR - Dangerous Goods Regulations, - tj. předpisy pro přepravu nebezpečných věcí, vydává IATA.

Pro říční přepravu:

„**ADNR**“ Accord Européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par navigation du Rhin. Pro přepravu po vnitrozemských vodních cestách platí dohoda ADN „Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách“. Jedním z důvodů vydání Dohody ADN bylo sjednocení předpisů vztahující se k přepravě nebezpečných věcí po řekách

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Základní mezinárodní předpisy

Pro námořní přepravu nebezpečných věcí:

„IMDG Code“ Předpisy pro mezinárodní námořní dopravu nebezpečných věcí (International Maritime Dangerous Goods Code) naplňující kapitolu VII, část A Mezinárodní úmluvy o bezpečnosti života na moři - International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), vydané Mezinárodní námořní organizací (IMO), Londýn.



Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Základní mezinárodní předpisy

Právní úprava spojená s dopravou nebezpečných látek:

- Mezinárodní směrnice
- Národní předpisy

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

ADR

ADR - European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road

- vstoupila v platnost mezi vyspělými státy na základě svého článku 7 odst. 1 dnem 20. ledna 1968 a její přílohy dnem 29. července 1968.
- Tehdejší ČSSR se připojilo k Dohodě ADR v roce 1986
- Plné znění Dohody ADR, bez jejích dvou rozsáhlých příloh A a B, bylo zveřejněno ve Sbírce zákonů v částce 13 ze dne 1. července 1987 pod číslem 64 jako vyhláška Ministra zahraničních věcí o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě věcí (ADR).
- V zájmu jednotnosti a volného obchodu v Evropské unii (EU) byly přílohy A a B k ADR přijaty členskými státy EU jako základ pro právní úpravu silniční přepravy nebezpečných věcí po jejich 14 území a mezi jejich územími (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/68 z 20. října 2008 o pozemní přepravě nebezpečných věcí)

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

ADR

- ADR je dohodou mezi státy a neexistuje tudíž žádný nadnárodní orgán, který by mohl vynucovat její dodržování. V praxi jsou silniční kontroly prováděny smluvními stranami ADR a nedodržení jejích ustanovení může vyústit v uložení sankce národními orgány podle jejich vnitrostátních právních předpisů
- ADR se vztahovala na přepravy prováděné po území nejméně dvou ze smluvních stran dohody ADR
- Od 1.1. 2009 se vztahuje i na vnitrostátní dopravu
- Příloha A: Všeobecná ustanovení týkající se nebezpečných látek a předmětů
- Příloha B: Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Označování nebezpečných látek při dopravě

USA - Systém DIAMANT

Systém DIAMANT se používá na území USA. Je určen k rychlému posouzení nebezpečí při nehodách s nebezpečnými látkami.

Neslouží tak k identifikaci látky.

Označování nebezpečných látek se provádí ve tvaru čtverce postaveného na vrchol. Tento čtverec je rozdělen na čtyři čtvercová pole, která se od sebe odlišují barvou. Do barevných polí jsou vsazena číslíčka od 0 do 4. Čím je číslo vyšší, tím vzrůstá i potenciální nebezpečí při přepravě. V bílém poli není číslo, ale písmeno



Zdroj:
<https://www.pozary.cz/clanek/50602-hazchem-a-diamant-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Označování nebezpečných látek při dopravě

UK - HAZCHEM kód

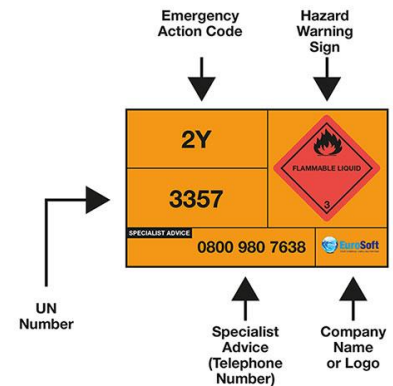
HAZCHEM kód kombinuje označení látky, způsobu likvidace a třídy nebezpečnosti. Jedná se o systém označování látek, který je určen pro stanovení prvotních opatření při zásahu. Uvádí zasahujícím složkám jaké mají použít vhodné hasivo, informuje o potřebných opatřeních pro ochranu nasazených sil a upozorňuje na potřebu evakuace civilních osob v ohrožené oblasti.

HAZCHEM kód je tvořen jednou číslicí a skupinou písmen.

Číslice určují v případě požáru uniklé látky, jaké se má použít hasivo a písmenový kód určuje ochrany před uniklou nebezpečnou látkou.

V případě, kdy je nutná evakuace při úniku nebezpečné látky se značí písmenem E. Doplnění - UN kód

Zdroj: <https://www.eurosoft-leeds.com/transportation/>



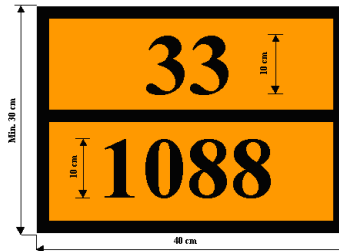
Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Označování nebezpečných látek při dopravě

UN systém

Speciální varovnou tabulku, která se používá pro označování dopravních prostředků. Tento systém značení se používá na území Evropské unie. Jedná se o oranžovou tabulku o rozměru 30 x 40 cm, která je černě orámovaná a rozdělena černou čarou na dvě samostatné pole. V horním poli je číslo nebezpečnosti látky tzv. KEMLER kód a ve spodní polovině je uvedeno číslo identifikace převážené látky tzv. UN číslo.

Kemler kód určuje jakým způsobem s látkou zacházet při jejím úniku. Jedná se o dvoumístnou kombinaci čísel, která může být doplněna písmenem X. První číslice vyjadřuje hlavní nebezpečí, druhá, popřípadě třetí, vyjadřuje nebezpečí vedlejší. Jsou-li číslice zdvojeny nebo ztrojeny znamenají stupňování nebezpečí dané látky.



Zdroj: <http://hasici-zsr.szm.com/nl.html>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Označování nebezpečných látek při dopravě

UN systém

Dle ADR je **Kemler kód** sestaven následujícím způsobem :

- 2 - uvolňování plynů pod tlakem nebo chemickou reakcí
- 3 - vznětlivost par kapalin a plynů
- 4 - hořlavost tuhých látek
- 5 - oxidační účinky (podporuje hoření)
- 6 - jedovatost (toxicita)
- 7 - radioaktivita
- 8 - žíravost
- 9 - nebezpečí samovolné prudké reakce
- X - látka nesmí přijít do styku s vodou
- 0 - pokud stačí k vyjádření nebezpečí jedna číslice, tak za ní na druhém místě bude dodatkovou číslicí nula



Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Označování nebezpečných látek při dopravě

UN systém

Příklad KEMLER kódu

26 - toxický plyn

263 - toxický plyn, hořlavý

X323 - hořlavá kapalina reagující nebezpečně s vodou a vyvíjející hořlavé plyny

X338 - velmi hořlavá kapalina, žíravá, reagující nebezpečně s vodou



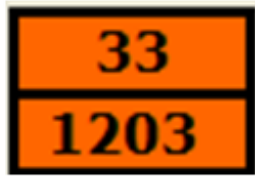
Zdroj: <http://hasici-zsr.szm.com/nl.html>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Označování nebezpečných látek při dopravě

UN systém

UN kód je **charakteristické čtyřčíslí**, přiřazené v dnešní době asi 3 000 chemickým látkám a jejich směsím, které látku nebo směs jednoznačně identifikuje. Musí být společně s Kemlerovým kódem uveden na každém vozidle, používaném při přepravě látek po železnici nebo silnici.



Kemlerův kód, 33 – lehce vznětlivá kapalina

UN kód, 1203 – benzín nebo palivo pro zážehové motory



nafta



benzín



propan



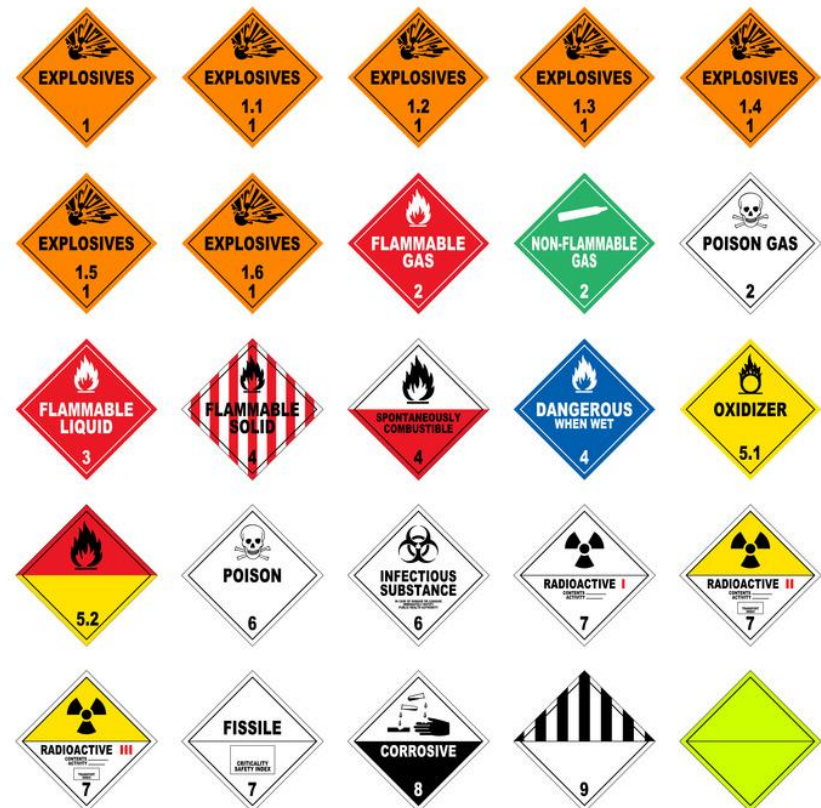
acetylen

Zdroj: <https://www.krizport.cz/rady/chytre-blondynky-radi/nebezpecne-latky>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

<u>Třída 1</u>	Výbušné látky a předměty (podtřídy 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6)
<u>Třída 2</u>	Plyny
<u>Třída 3</u>	Hořlavé kapaliny
<u>Třída 4.1</u>	Hořlavé tuhé látky
<u>Třída 4.2</u>	Samozápalné látky
<u>Třída 4.3</u>	Látky, které při styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny
<u>Třída 5.1</u>	Látky podporující hoření
<u>Třída 5.2</u>	Organické peroxidy
<u>Třída 6.1</u>	Jedovaté látky
<u>Třída 6.2</u>	Infekční látky
<u>Třída 7</u>	Radioaktivní látky
<u>Třída 8</u>	Žíravé látky
<u>Třída 9</u>	Jiné nebezpečné látky a předměty



Zdroj: <http://hasici-zsr.szm.com/nl.html>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

ADR třídí přepravované látky do 9 tříd a další podtřídy

Ke každé číselné kombinaci podtřídy je přiřazen symbol ve tvaru čtverce postaveného na vrchol. Rozdělení tříd je dáno podle nebezpečnosti a jak jsou na přepravovanou látku kladeny z hlediska bezpečnosti požadavky pro nakládání s uvedenou látkou. Tato tabulka je povinným doplňkem k tabulce s UN systémem. Musí jí být vybaveno každé vozidlo přepravující uvedenou látkou. Symbolů je cca **250**.

Třída 1 Výbušné látky a předměty

Třída 1 se dělí na podtřídy 1.1 až 1.6. Tyto podtřídy uvádějí jakým způsobem **reagují převážené látky**. Jako příklad lze uvést podtřídu 1.1., kdy výbuchu a tedy k destrukci dojde u celého nákladu téměř okamžitě.



Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

Třída 2 Plyny

Třída 2 zahrnuje čisté plyny, směsi plynů, směsi jednoho nebo více plynů s jednou nebo více jinými látkami, jakož i předměty, které takové látky obsahují. Třída 2 je rozdělena na podtřídy 2.1 **hořlavé plyny označené červenou** výstražnou tabulkou, 2.2. **nehořlavé netoxické plyny označeny zelenou** výstražnou tabulkou, 2.3. **toxické plyny, které jsou označeny bílou** výstražnou tabulkou.



Třída 3 Hořlavé kapaliny

tuhé a roztavené látky s bodem vzplanutí nad 60° C, které jsou podány k přepravě nebo přepravovány zahřáté na teplotu rovnající se jejich bodu vzplanutí nebo vyšší.



Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

Třída 4.1 - Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečitlivě tuhé výbušné látky



Zahrnují hořlavé látky a předměty a znečitlivěné výbušné látky; Znečitlivěné tuhé výbušné látky jsou látky, které jsou navlhčeny vodou nebo alkoholy, nebo jsou zředěny jinými látkami tak, aby se potlačily jejich výbušné vlastnosti.



Třída 4.2 - Samozápalné látky

- pyroforní látky, což jsou látky včetně směsí a roztoků (kapalné nebo tuhé), které při styku se vzduchem již v malých množstvích vzplanou do 5 minut.
- látky a předměty schopné samoohřevu, což jsou látky a předměty včetně směsí a roztoků, které jsou ve styku se vzduchem bez přívodu energie schopné se zahřívat.

Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

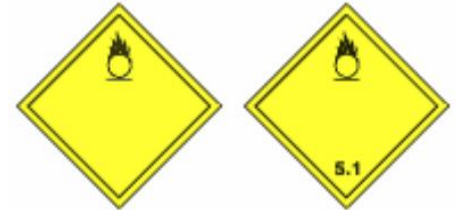
Třída 4.3 - Látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny

látky, které při reakci s vodou vyvíjejí hořlavé plyny, náchylné k vytváření výbušných směsí se vzduchem.



Třída 5.1 - Látky podporující hoření

látky, které nejsou samy nezbytně hořlavé, ale mohou všeobecně uvolňováním kyslíku vyvolat nebo podporovat hoření jiných látek



Třída 5.2 - Organické peroxidy

Organické peroxidy se mohou exotermicky rozkládat při normální nebo zvýšené teplotě. Rozklad může být vyvolán působením tepla, třením, nárazem i stykem s nečistotami (např. kyselinami, sloučeninami těžkých kovů, aminy).



Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

Třída 6.1 - Toxické látky



látky, o nichž lze konstatovat, že jejich příjmem dýchacími cestami, pokožkou nebo zažívacími orgány při jednorázovém nebo krátkodobém působení v poměrně malém množství může dojít k poškození zdraví, nebo ke smrti člověka. Uvedené látky musí být přiřazeny na základě svého stupně nebezpečí k následujícím obalovým skupinám: Obalová skupina I : velmi toxické látky; Obalová skupina II : toxické látky; Obalová skupina III: slabě toxické látky



Třída 6.2 - Infekční látky

látky, o kterých je známo nebo lze důvodně předpokládat, že obsahují původce nemocí. Tzn. mikroorganismy a to i včetně bakterií, virů, rickettsií, parazitů a plísní a jiných činitelů které mohou způsobit onemocnění u lidí nebo zvířat

Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR

Třída 7 - Radioaktivní látky



radionuklidy, ve kterých jak hmotnostní aktivita tak i celková aktivita v zásilce převyšuje hodnoty uvedené v tabulce určené pro přepravu nebezpečných látek

Třída 8 - Žíravé látky



látky a předměty, které svým chemickým účinkem napadají vlákna epitelu pokožky nebo sliznic, nebo které v případě úniku mohou způsobit škody na jiných věcech nebo na dopravních prostředcích. Též látky, které teprve s vodou tvoří žíravé kapaliny, nebo které za přítomnosti přirozené vlhkosti vzduchu vytvářejí žíravé páry nebo mlhy.

Podle stupně nebezpečí, které představují při přepravě, musí být přiřazeny k následujícím **obalovým skupinám**: Obalová skupina I : silně žíravé látky; Obalová skupina II : žíravé látky; Obalová skupina III: slabě žíravé látky

Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Třídění nebezpečných látek dle ADR



Třída 9 - Jiné nebezpečné látky a předměty

látky a předměty, které během přepravy představují jiné nebezpečí, než jsou nebezpečí ostatních tříd. Tato třída se dále rozděluje na jednotlivá nebezpečí, která jsou označena **velkým písmenem M a číslovkou od 1 až do 11.**

Zdroj: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>



VŠCHT PRAHA



Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Transport nebezpečných látek



Zdroj: <https://pozarniochrana.netstranky.cz/temata/37-preprava-nebezpecnych-latek.html>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

ADR

- Silniční dopravou je dovoleno přepravovat pouze nebezpečné látky a předměty vymezené mezinárodní dohodou ADR
- Zvláště nebezpečné věci lze přepravovat pouze na základě povolení ministerstva dopravy
- Pro přepravu jaderných materiálů je třeba souhlasu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost

TRINS Transportní informační a nehodový systém

vytvořen na základě dohody o spolupráci mezi Ministerstvem vnitra ČR, generálního ředitelství HZS ČR a Svazem chemického průmyslu ČR (SCHP ČR). Předmětem dohody je vzájemná součinnost při přepravě nebezpečných látek na území ČR a likvidaci havárií spojených s únikem nebezpečných látek.

Transportní informační a nehodový systém (TRINS) poskytuje prostřednictvím svých středisek nepřetržitou pomoc při řešení mimořádných situací spojených s přepravou či skladováním nebezpečných látek na území České republiky.

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

ADR

ADR v části 3 **vyjmenovává nebezpečné věci** a uvádí **vyňetí z platnosti pro omezená a vyňatá množství**.

Další povinnosti

- Za nebezpečný náklad má odpovědnost nejen samotný přepravce, ale také osoba, která náklad předává a osoba, která provádí jeho vykládku. Pro přepravu jaderných materiálů je třeba souhlasu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
- Odesílatel musí navíc zajistit proškolení všech ostatních osob, které se podílejí na přepravě nebezpečných věcí a stanovit bezpečnostního poradce. Totéž platí pro příjemce.

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

ADR

Povinnosti přepravce

- Je povinen naložit nebezpečný náklad pouze do způsobilého dopravního prostředku, který je řádně vybaven předepsanou výbavou a doklady
- je označen bezpečnostními značkami.
- Přepravce musí zajistit školení posádky dopravního prostředku a nominovat bezpečnostního poradce.
- je garantem dodržení povinností při nakládce, vykládce, zajištění a manipulaci nákladu, ale také garantem řádně vyplněných průvodních dokladů přepravovaného nákladu.
- Dopravce ručí též za zabránění úniku látek a poškození přepravovaných věcí.

Bezpečnostní poradce ADR

osoba, která je držitelem osvědčení odborné způsobilosti bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí a předmětů po silnici (MD)

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

ADR

Dokumenty povinné pro přepravu ADR

Přepravní doklad - obsahuje předepsané údaje, jako například jméno a identifikační číslo látky, technický název látky, čísla vzorů bezpečnostních značek, obalovou skupinu, kód omezení pro tunely a další. Všechny údaje musí být v jazyce toho, kdo je odesílá. Pokud se jedná o mezinárodní dopravu: angličtina, němčina nebo francouzština

Písemné pokyny podle ADR - přepravní doklad musí být vždy v kabině řidiče a musí být napsán v jazyce, kterému rozumí řidič. Pokyny pro případ nehody jsou stejné pro všechny členské státy a zajišťuje je dopravce.

Další dokumenty pro ADR jsou například osvědčení o schválení vozidla a osvědčení o školení řidiče.



Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Doprava tlakových lahví



Zdroj: <https://www.messer.cz/documents/921887/3573093/Bezpe%C4%8Dna+doprava+tlakov%C3%BDch+lahv%C3%AD.pdf/adc04e7b-eaf2-c091-7b21-87a1f28dacfd?t=1591167700757>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Doprava tlakových lahví

The diagram illustrates a gas cylinder label for UN 1072 compressed oxygen. The label is divided into several sections, each marked with a red circle and a number from 1 to 8. The sections include:

- 1** UN číslo a plné označení plynu v souladu s ADR (přeprava nebezpečných látek): UN 1072 Kyslík, stlačený
- 2** Bezpečnostní pokyny: Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout. Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant. Uchovávejte/skladujte odděleně od oděvů a jiných hořlavých materiálů. Udržujte redukční ventily bez maziva a oleje. V případě požáru: Zastavte únik, můžete-li tak učinit bez rizika. Skladujte na dobře větraném místě.
- 3** Prohlášení výrobce: MESSER
- 4** Signální výraz: NEBEZPEČÍ
- 5** Název, adresa a kontaktní údaje výrobce: Messer Medical, MEDICINÁLNÍ KYSLÍK, PLYNNÝ MESSER, Messer Technogas s.r.o., Zelený pruh 99, 140 02 Praha 4, IČO: 40764788, Tel.: 241 008 100, Fax: 241 008 140
- 6** ES číslo: 231-956-9
- 7** Registrovaný obchodní název: MESSER
- 8** Bezpečnostní značky: 2 (Oxidant), 5.1 (Hořlavý)

Additional text on the label includes: "Zavírejte ventil po užití" and "Použijte v souladu s bezpečnostním listem". The label also features a warning symbol (flame over a circle) and a hazard symbol (gas cylinder).

Zdroj: https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/2_BOZP_petr_kupka/2.4_Oznaceni_nebezpeci.pdf

vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/2_BOZP_petr_kupka/2.4_Oznaceni_nebezpeci.pdf

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

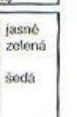
Doprava tlakových lahví

ČSN EN 1089-3 LÁHVE NA PŘEPRAVU PLYNŮ

BARVNÉ ZNAČENÍ (Část 3).

Přehled existujícího a nového barevného značení - Tabulka 1:

(Čisté plyny / směsi plynů pro průmyslové použití).

Stávající stav (převážující)	Nový	Stávající stav (převážující)	Nový
 modrá  modrá Kyslík	 bílá modrá (šedá)	 šedá  šedá (černá) Xenon, Krypton, Neon	 jasně zelená  šedá (jasně zelená)
 bílá  bílá Acetylen	 kaštanová kaštanová (bílá, šedá)	 červená  červená Vodík	 červená  červená
 hnědá  hnědá Argon	 tmavě zelená hnědá (šedá, tmavě zelená)	 červená  červená Formovací plyn (směs dusíku a vodíku)	 červená  šedá
 zelená  zelená Dusík	 černá zelená (šedá)	 šedá  jasně zelená Směs argonu a oxidu uhličitého	 šedá  šedá
 černá  černá Oxid uhličitý	 šedá šedá	 šedá  jasně zelená Stlačený vzduch	 šedá  šedá
 hnědá  hnědá Helium	 hnědá (jasně zelená) hnědá (šedá)	Poznámka: Válcová část lahve může být označena různými barvami, z nichž jedna je zde zobrazena barevně a ostatní jsou uvedeny v závorce.	

Zdroj: [https://www.hasici-](https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/2_BOZP_petr_kupka/2.4_Oznaceni_nebezpeci.pdf)

[vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/2_BOZP_petr_kupka/2.4_Oznaceni_nebezpeci.pdf](https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/2_BOZP_petr_kupka/2.4_Oznaceni_nebezpeci.pdf)

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek

Doprava tlakových lahví



Zdroj: <https://www.svarbazar.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2008070101>

Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek



Zdroj: https://www.youtube.com/watch?v=R8fWArnWo_4



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- **Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek**
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX, IECEx)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ; BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Rizika spojená s použitím hořlavých a výbušných látek

- Nejčastější havárie v chemickém průmyslu
 - požár
 - výbuch
 - uvolnění toxické látky
- Nejčastější zdroj výbuchu
 - páry organického rozpouštědla

Spálení (výbuch) 1 kg toluenu

- uvolní se energie ~ 40 MJ
- dokáže zničit chemickou laboratoř
- může způsobit ztráty na životech

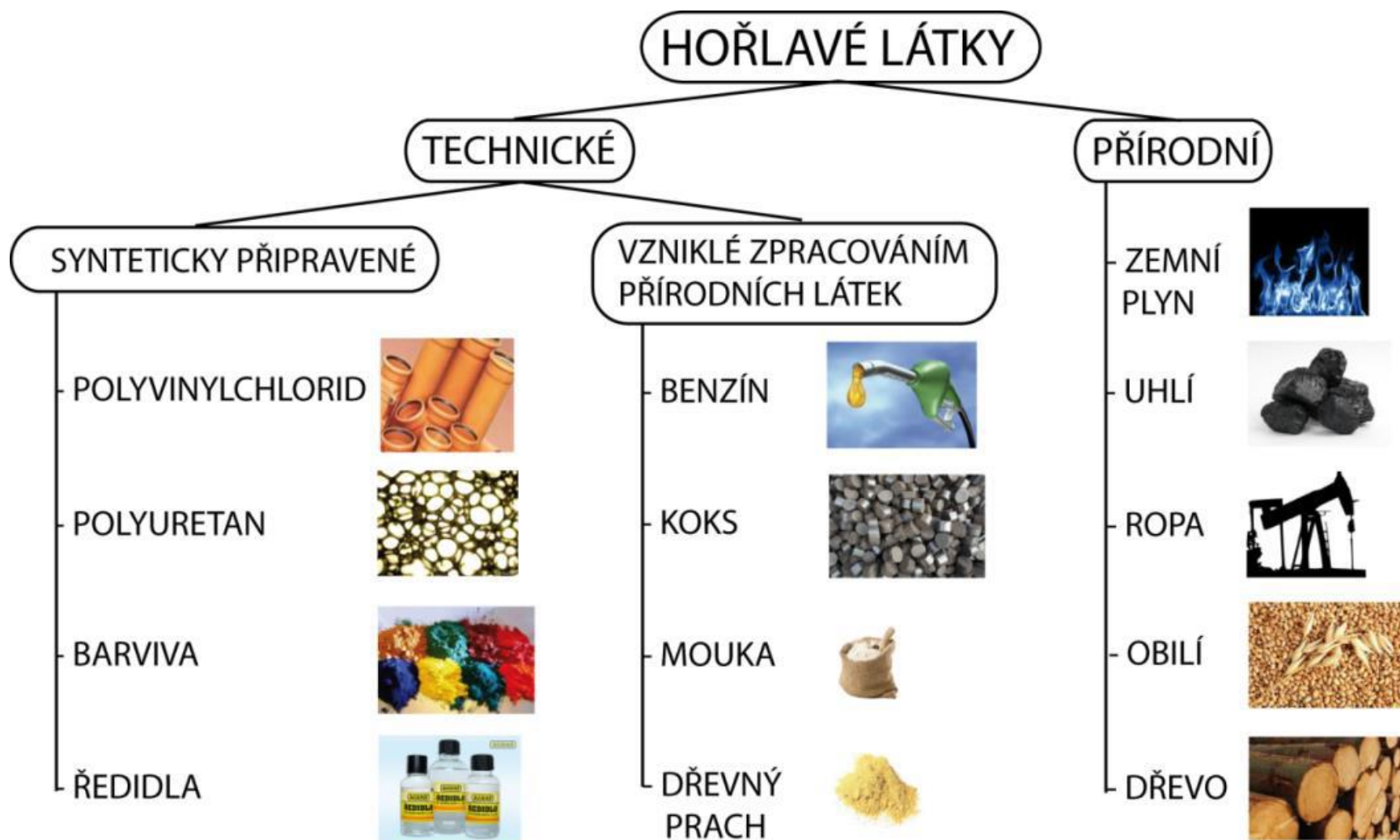
Co je třeba znát pro prevenci?

- Vlastnosti materiálů
- Povaha procesů hoření a výbuchu
- Prostředky snížení nebezpečí požáru nebo exploze



Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

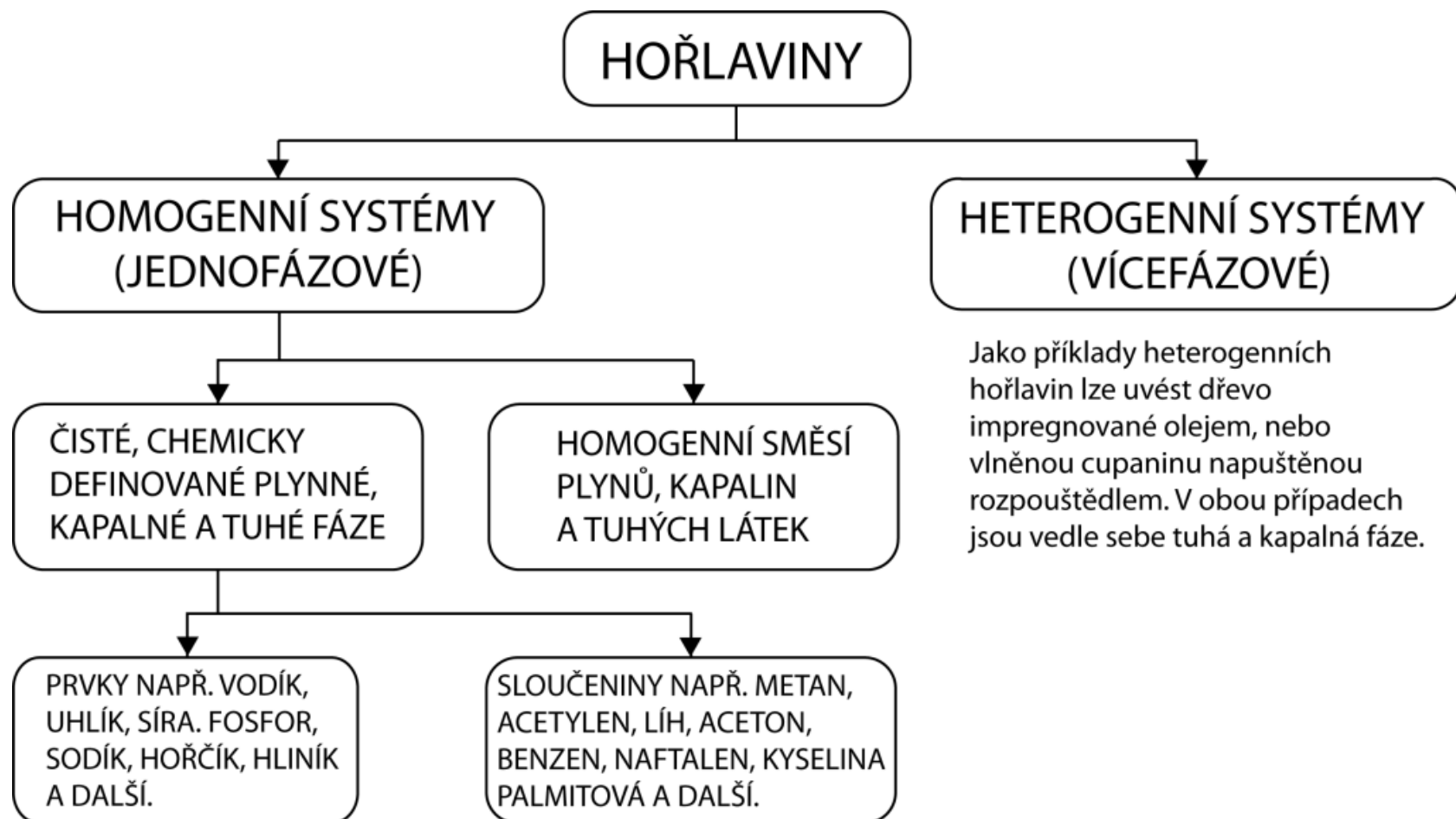
Rozdělení hořlavých látek



Zdroj: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/U3V/Studijni-materialy/U3V_Protivybuchova_prevence.pdf

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Rozdělení hořlavých látek



Zdroj: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/U3V/studijni-materialy/U3V_Protivybuchova_prevence.pdf

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Základní pojmy

- Hořlavá látka - látka ve formě plynu, páry, kapaliny, pevné látky nebo jejich směsi, která, pokud dojde k iniciaci, může vyvolat exotermickou reakci s oxidačním prostředkem (nejčastěji se vzduchem)
- Výbuch - je náhlá oxidace nebo rozkladná reakce vyznačující se vzrůstem teploty, tlaku nebo vzrůstem obou těchto veličin současně
- Deflagrace - je výbuch šířící se podzvukovou rychlostí
- Detonace - je výbuch šířící se nadzvukovou rychlostí a vyznačující se rázovou vlnou
- Rozsah výbušnosti - je rozsah koncentrace hořlavé látky ve vzduchu, při které může nastat výbuch.

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Základní pojmy

- Meze výbušnosti - meze rozsahu výbušnosti
- Dolní mez výbušnosti LEL (lower explosion limit) - dolní mez výbušnosti je dolní mez rozsahu výbušnosti
- Horní mez výbušnosti UEL (upper explosion limit) - horní mez výbušnosti je horní mez rozsahu výbušnosti
- Dolní mez výbušnosti plynů, par a prachů - dolní mez výbušnosti plynů, par a prachů je nejnižší koncentrace směsi plynů, par nebo prachů se vzduchem, při které je směs již výbušná
- Horní mez výbušnosti plynů, par a prachů - horní mez výbušnosti plynů, par a prachů je nejvyšší koncentrace směsi plynů, par nebo prachů se vzduchem, při které je směs ještě výbušná

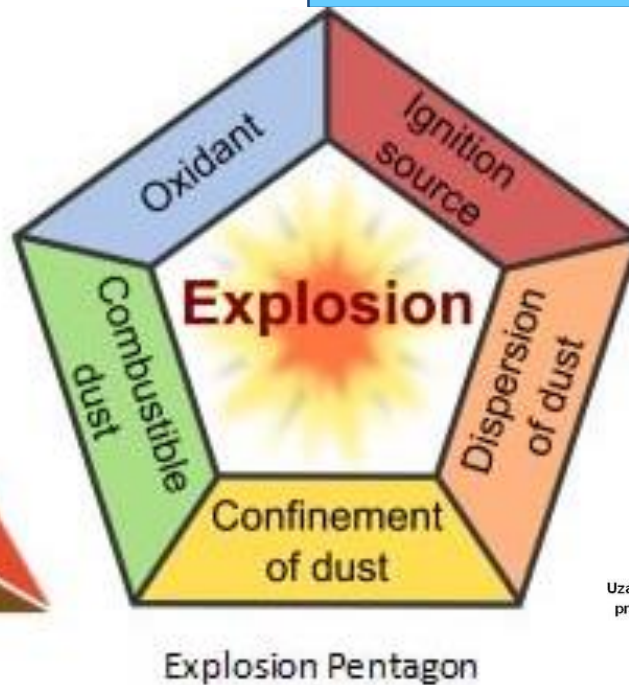
Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Hoření a exploze

= Rychlá, exotermní oxidace vzníceného paliva

HOŘÍ
jsou-li všechny
strany spojené

NEHOŘÍ
chybí-li některá
ze stran



Zdroj: <https://www.shutterstock.com/cs/image-vector/icons-signaling-flammable-fire-triangle-oxygen-441199573>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Požární trojúhelník

= Požární trojúhelník je model, který představuje tři složky potřebné k chemické reakci ohně nebo spalování.



Fire Triangle

Zdroj: <https://www.shutterstock.com/cs/image-vector/icons-signaling-flammable-fire-triangle-oxygen-441199573>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Hoření

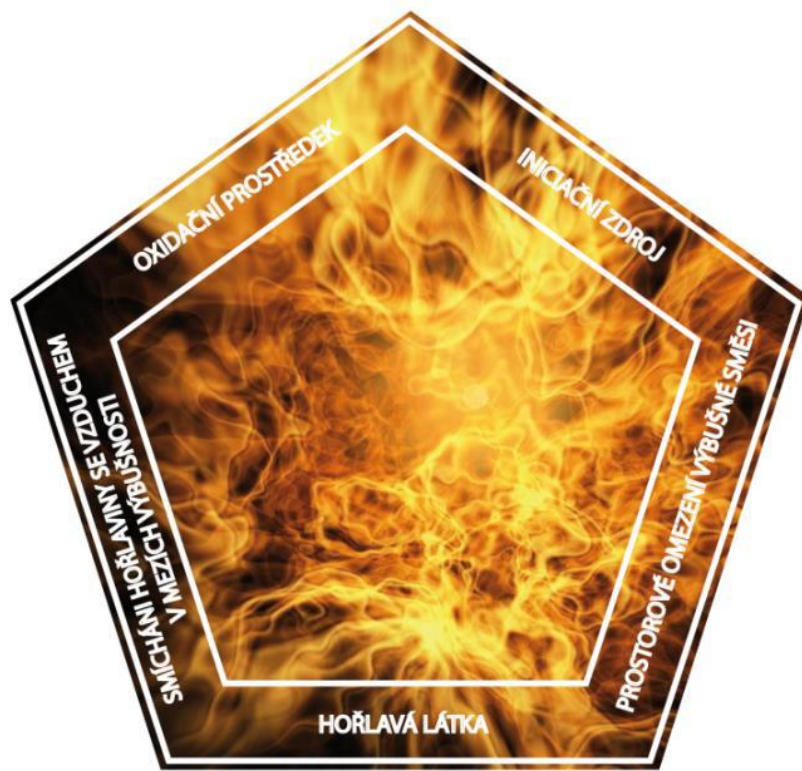
- složitý děj založený na fyzikálně-chemických přeměnách, probíhajících v reakčním pásmu, doprovázený uvolňováním tepla a obvykle i světla
 - Pro vznik hoření jsou nutné tři základní podmínky a to přítomnost hořlavé látky, oxidačního prostředku a dostatečně silného iniciačního zdroje
 - Komplikovaný pochod jak z hlediska makrostruktury, tak i z hlediska mikrostruktury plamene, respektive reakčního pásma
 - Z hlediska makrostruktury je hoření pochod, při kterém nastává výměna hmoty mezi reagujícím systémem a okolím.
- 1) **SPALOVÁNÍ** - je proces technicky využívaný pro získávání energie a/nebo chemických produktů. Spalování se obvykle vyznačuje regulovaným dávkováním hořlaviny a oxidačního prostředku do reakčního prostoru
 - 2) **POŽÁR** - je nežádoucí jev založený na hoření spalitelných látek.



Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Výbuch

Výbuch je fyzikálně-chemický jev, někdy pouze fyzikální jev, spojený s uvolněním energie, v případě chemických výbuchů obvykle uvolněním tepla a světla. Výbuch na rozdíl od prostého hoření se vyznačuje tím, že při něm nedochází k výměně hmoty s okolím nebo je tato výměna nedostatečná.

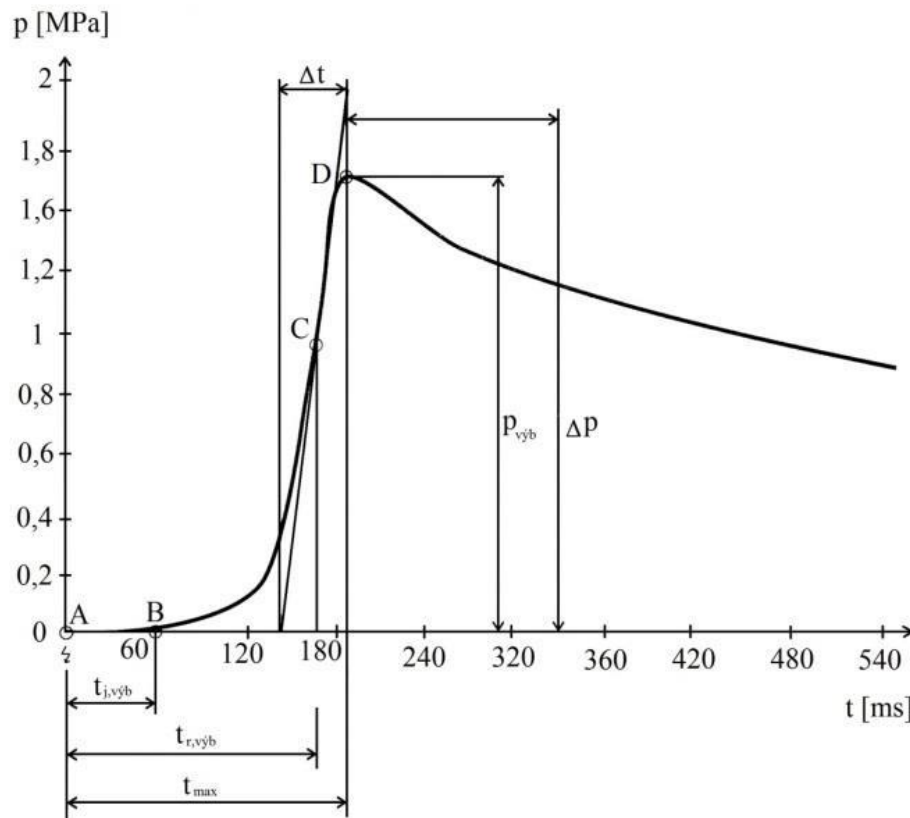


Zdroj: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/U3V/studijni-materialy/U3V_Protivybuchova_prevence.pdf

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Výbuch

Po iniciaci dochází k velkému vývinu tepla v důsledku exotermické reakce, teplo, které se vyprodukuje, nestačí být odváděno, a proto vlivem rostoucí teploty dochází k nárůstu tlaku.



Zdroj: https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/cs/.content/galerie-souboru/U3V/studijni-materialy/U3V_Protivybuchova_prevence.pdf

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Palivo-Oxidovadlo-Iniciace

PALIVO

Plyn

- acetylen, metan, vodík
- LPG

Kapalina

- benzín
- aceton, ether, hexan

Pevná látka

- plasty
- prachy organických látek

OXIDOVADLO

Plyn

- kyslík (vzduch)
- chlór

Kapalina

- peroxid vodíku
- kyselina dusičná
- kyselina chloristá

Pevná látka

- peroxidy kovů

INICIACE

- Elektrické jiskření (vynutí motorů), mechanické jiskření
- Zdroje otevřeného ohně, kouření, sváření
- Výboje statické elektřiny, horké povrchy, uvolnění tepla chemickou reakcí
- Žhářství



Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Třída nebezpečnosti hořlavých kapalin

Za hořlavou kapalinu se považuje kapalina, suspenze nebo emulze, splňující při atmosférickém tlaku 101 kPa tyto podmínky:

- není při teplotě + 35° C tuhá ani pastovitá,
- má při teplotě + 50° C tlak nasycených par nejvýše 294 kPa,
- má teplotu vzplanutí nejvýše + 250° C,
- lze u ní stanovit teplotu hoření.

Hořlavé kapaliny se podle teploty vzplanutí dělí do čtyř tříd nebezpečnosti:

- **I. třída nebezpečnosti** teplota vzplanutí do 21° C,
- **II. třída nebezpečnosti** nad 21° C do 55° C,
- **III. třída nebezpečnosti** nad 55° C do 100° C,
- **IV. třída nebezpečnosti** nad 100° C do 250° C.

Stanovení teploty vzplanutí a zařazení hořlavé kapaliny do příslušné třídy nebezpečnosti zajišťuje obvykle výrobce nebo dovozce. Teplotu vzplanutí stanovují akreditované zkušebny.

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Bod vzplanutí

„Teplota, při níž
hořlavá látka
vytvoří dostatek
par k tomu, aby
se vzduchem
tvořily hořlavou
směs“

Flash point

- Hoření potřebuje dodatečnou iniciaci
- Vzplanutí je pouze dočasné
- Závisí na tlaku

Při teplotách pod teplotou vzplanutí není možné zapálení, protože tlak par látky je příliš malý k tomu, aby se vytvořily zápalné směsi par se vzduchem.

To neznamená, že při teplotách pod teplotou vzplanutí neexistuje nebezpečí požáru.

Zdrojem zapálení však může být látka velmi rychle zahřátá na svou teplotu vzplanutí.

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Bod hoření

„Teplota, při které páry nad hořlavou látkou po zapálení vytrvale hoří“

Bod hoření (Fire point)

- Hoření potřebuje dodatečnou iniciaci
- Hoření je trvalé = produkuje teplo pro dostatečnou tvorbu dalších par
- Vyšší než bod vzplanutí

Bod hoření leží výše než bod vzplanutí.

Rozdíl mezi oběma teplotami je u nízkovroucích kapalin velmi nepatrný, avšak vzrůstá se snižující se těkavostí kapaliny.

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Teplota samovznícení

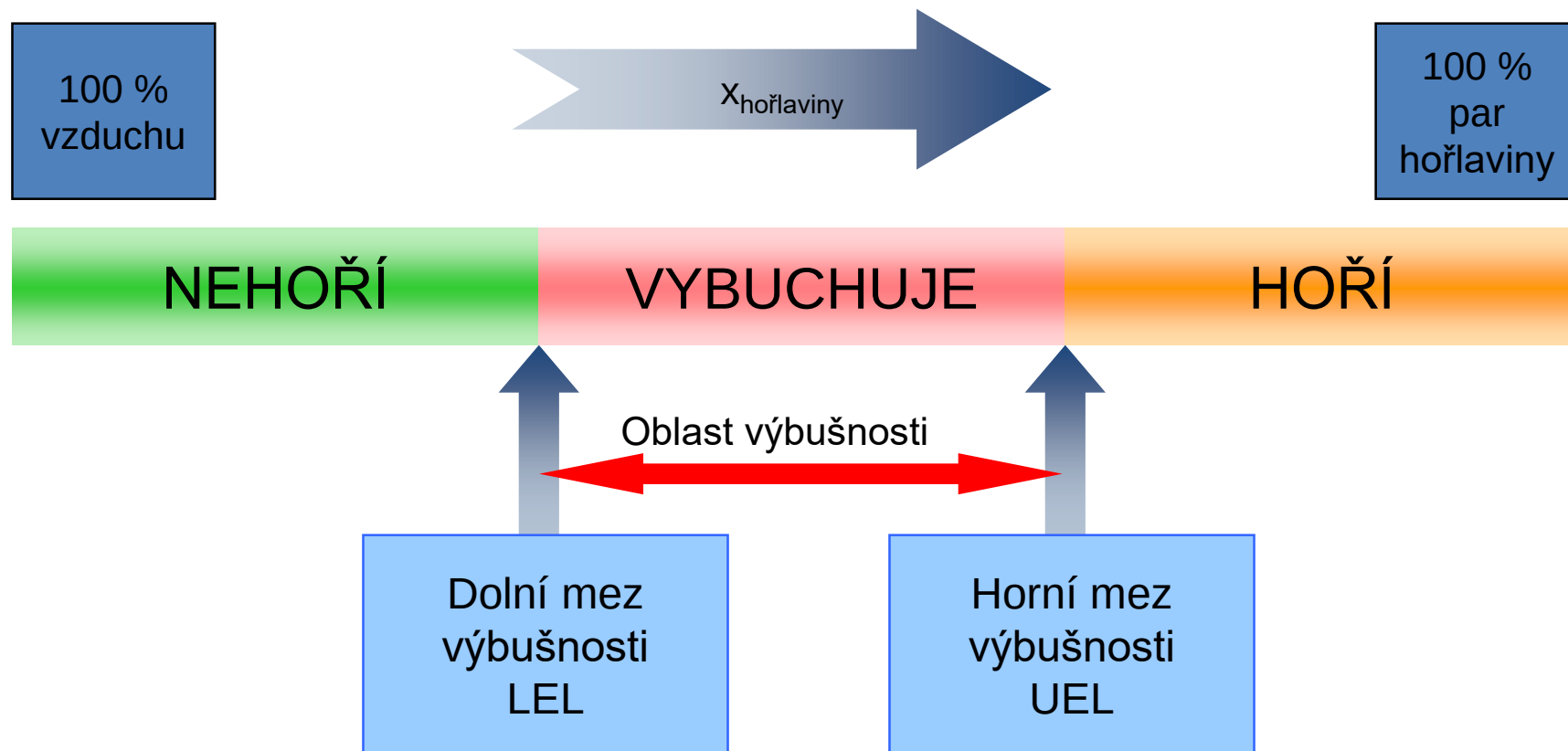
„Teplota, při které se hořlavá látka samovolně vznítí“

Autoignition temperature

- Hoření nepotřebuje dodatečnou iniciaci
- Vyšší než bod zápalnosti
- Vznícení se vyvolá pouze působením tepla, bez dalšího iniciačního zdroje

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Plyny – Meze výbušnosti



LEL (lower explosive limit)

UEL (upper explosive limit)

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Plyny – Meze výbušnosti

Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem zapalitelné jen uvnitř oblasti výbušnosti.

Pokud je koncentrace pod dolní mezí výbušnosti, není tato směs ani výbušná, ani hořlavá.

Pokud je koncentrace směsi nad horní mezí výbušnosti, je směs hořlavá jen za přístupu vzduchu, ale snadno se může stát výbušnou po odpovídajícím zředění se vzduchem.

Jako koncentraci, která není nebezpečná výbuchem, je možné označit koncentraci některého plynu nebo páry uvnitř technologického zařízení, jestliže nepřekročí 50 % dolní meze výbušnosti.

Směsi prachu tuhých látek se vzduchem jsou nebezpečné výbuchem, jestliže jejich dolní mez výbušnosti je menší nebo rovna 65 g/m^3 a jsou zvláště nebezpečné výbuchem, jestliže jejich dolní mez výbušnosti je menší nebo rovna 15 g/m^3 .

acetylen	1,2 - 80,0 %	svítiplyn	5,8 - 63,0 %
amoniak	15,5 - 31,0 %	zemní plyn	4,3 - 15,0 %
oxid uhelnatý	12,5 - 75,0 %	sirovodík	4,3 - 45,5 %
methan	5,0 - 15,0 %	vodík	4,0 - 74,2 %
benzín	1,1 - 6,0 %	aceton	1,6 - 15,3 %
butan	1,6 - 8,5 %	sirouhlík	1,3 - 50,0 %
propan	1,9 - 9,5 %	gener. plyn	21,0 - 74,0 %



Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Odhad mezí výbušnosti

Empiricky ze složení látky

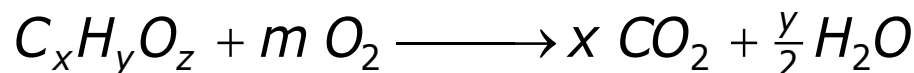
$$\text{LEL} = \text{LFL}$$

$$\text{UEL} = \text{UFL}$$

$$\text{LFL} = 0,55 C_{st}$$

$$\text{UFL} = 3,5 C_{st}$$

- platí dobře pro uhlovodíkové směsi
- stechiometrická koncentrace paliva C_{st} z rovnice hoření



$$C_{st} = \frac{\text{moly paliva}}{\text{moly paliva} + \text{moly vzduchu}} \times 100$$

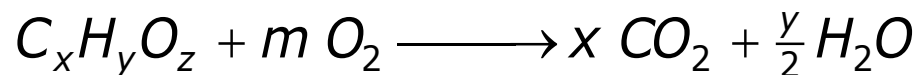
$$C_{st} = \frac{100}{1 + \frac{m}{0.21}}$$

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

MOC

MOC (Minimal Oxygen Concentration)

- Minimální koncentrace kyslíku potřebná k propagaci hoření



$$MOC = LEL \times m$$

- Směs nevybuchuje ač je v rozmezí výbušnosti, není-li obsah kyslíku alespoň roven MOC
- Snížení obsahu kyslíku pod MOC je možné přidáním inertu = **INERTIZACE**

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Zdroje vznícení

TABLE 6-3 IGNITION SOURCES OF MAJOR FIRES¹

Electrical (wiring of motors)	23%
Smoking	18%
Friction (bearings or broken parts)	10%
Overheated materials (abnormally high temperatures)	8%
Hot surfaces (heat from boilers, lamps, etc.)	7%
Burner flames (improper use of torches, etc.)	7%
Combustion sparks (sparks and embers)	5%
Spontaneous ignition (rubbish, etc.)	4%
Cutting and welding (sparks, arcs, heat, etc.)	4%
Exposure (fires jumping into new areas)	3%
Incendiarism (fires maliciously set)	3%
Mechanical sparks (grinders, crushers, etc.)	2%
Molten substances (hot spills)	2%
Chemical action (processes not in control)	1%
Static sparks (release of accumulated energy)	1%
Lightning (where lightning rods are not used)	1%
Miscellaneous	1%

Zdroj: ¹*Accident Prevention Manual for Industrial Operations* (Chicago: National Safety Council, 1974).

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Minimální energie pro vznícení

MIE = Minimum Ignition Energy

- MIE běžně 0,1 mJ až 10 mJ
- nepřímo úměrná tlaku
- přidavek inertu zvyšuje MIE
- Prachové oblaky mohou mít srovnatelnou MIE jako páry

Zdroje IE?

- Automobilová svíčka 25 mJ
- Očištění bot na rohožce - statický náboj - jiskra 22 mJ

Plamen, teplo - ohřátí nad teplotu samovznícení

- **Adiabatický teplotní ohřev reakce**
- **Adiabatická komprese**

TABLE 6-2 MINIMUM IGNITION ENERGIES¹

Combustible	Pressure (atm)	Minimum energy (mJ)
Methane	1	0.29
Propane	1	0.26
Heptane	1	0.25
Hydrogen	1	0.03
Propane (mole %) [O ₂ /(O ₂ + N ₂)] [100]		
1.0	1	0.004
0.5	1	0.012
0.21	1	0.150
1.0	0.5	0.01
Cornstarch dust		0.3
Iron dust		0.12

Zdroj: ¹M. G. Zabetakis, "Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors," *U.S. Bureau of Mines Bulletin* 627 (USNT AD 701, 576, 1965).

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Chování exploze z pohledu okolního prostředí

Ohraničená exploze

- Uvnitř budovy nebo jiného uzavřeného prostoru
- Velká část energie se podílí na tlakové vlně

Neohraničená exploze

- Ve volném prostoru
- **Pouze 2 -10 %** energie se podílí na tlakové vlně
- typický scénář VCE (Flixborough)

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Hoření x Exploze

Hoření uvolňuje energii relativně pomalu, exploze velmi rychle

- Hoření může přejít v explozi a naopak

Exploze - prudké rozpínání plynů = tlaková vlna

- mechanická exploze
- exploze způsobená chemickou reakcí

Deflagrace

- rychlost šíření menší než rychlost zvuku
- tlaková vlna ~ 1-2 atm.
- šíření plamene je řízeno rychlostí přenosu hmoty
- může přerůst v detonaci

**Velký rozsah poškození;
málo střepin**

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Hoření x Exploze

Hoření uvolňuje energii relativně pomalu, exploze velmi rychle

- Hoření může přejít v explozi a naopak

Exploze - prudké rozpínání plynů = tlaková vlna

- mechanická exploze
- exploze způsobená chemickou reakcí

**Lokální poškození;
velké množství úlomků**

Detonace

- rychlost šíření větší než rychlost zvuku
- tlaková vlna > 10 atm.
- trvání < 1 ms
- k iniciaci je nutná velká energie uvolněná v malém prostoru
 - tepelný mechanismus - teplo vyvinuté při reakci ji dále urychluje
 - řetězový mechanismus - při reakci se zvyšuje množství reaktivních volných radikálů

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Poškození vlivem tlakové vlny

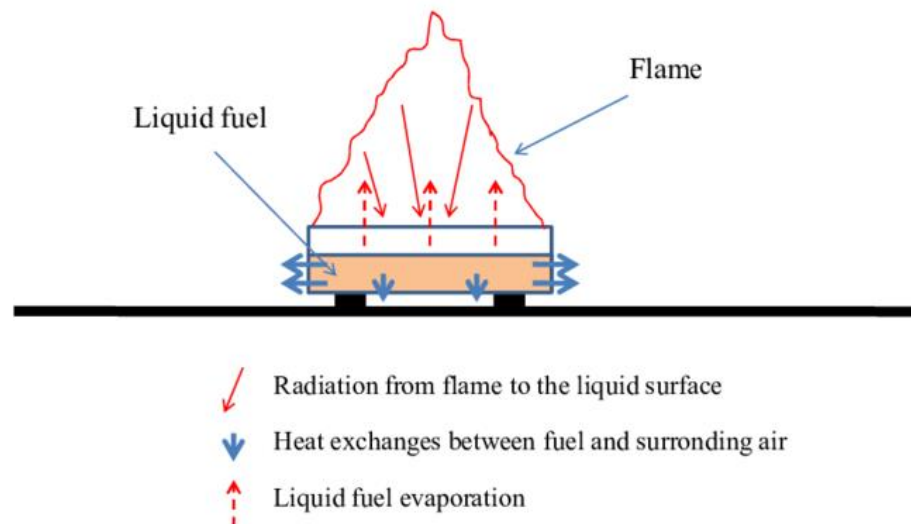
přetlak [kPa]	Poškození
3-7	Rozbitá okna
5	Částečné zničení domů
9	Zohýbané ocelové konstrukce
15-20	Poškození běžných betonových zdí
25	Kritické poškození zásobníků ropy
50	Převrácené železniční vagóny
70	Totální destrukce budov

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Pool fire

- v případě rozlití kapaliny - kaluž - zapálení
- druh difuzního plamene, při kterém se vrstva těkavého kapalného paliva odpařuje a hoří
- vrstva paliva může být buď na vodorovném pevném podkladu, nebo plovoucí na kapalině s vyšší hustotou, obvykle vodě



Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Pool-fire-on-the-65-m-2-pit-before-and-after-foam-application-rate-of-7-L-min-m-2_fig10_23571119

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Pool fire

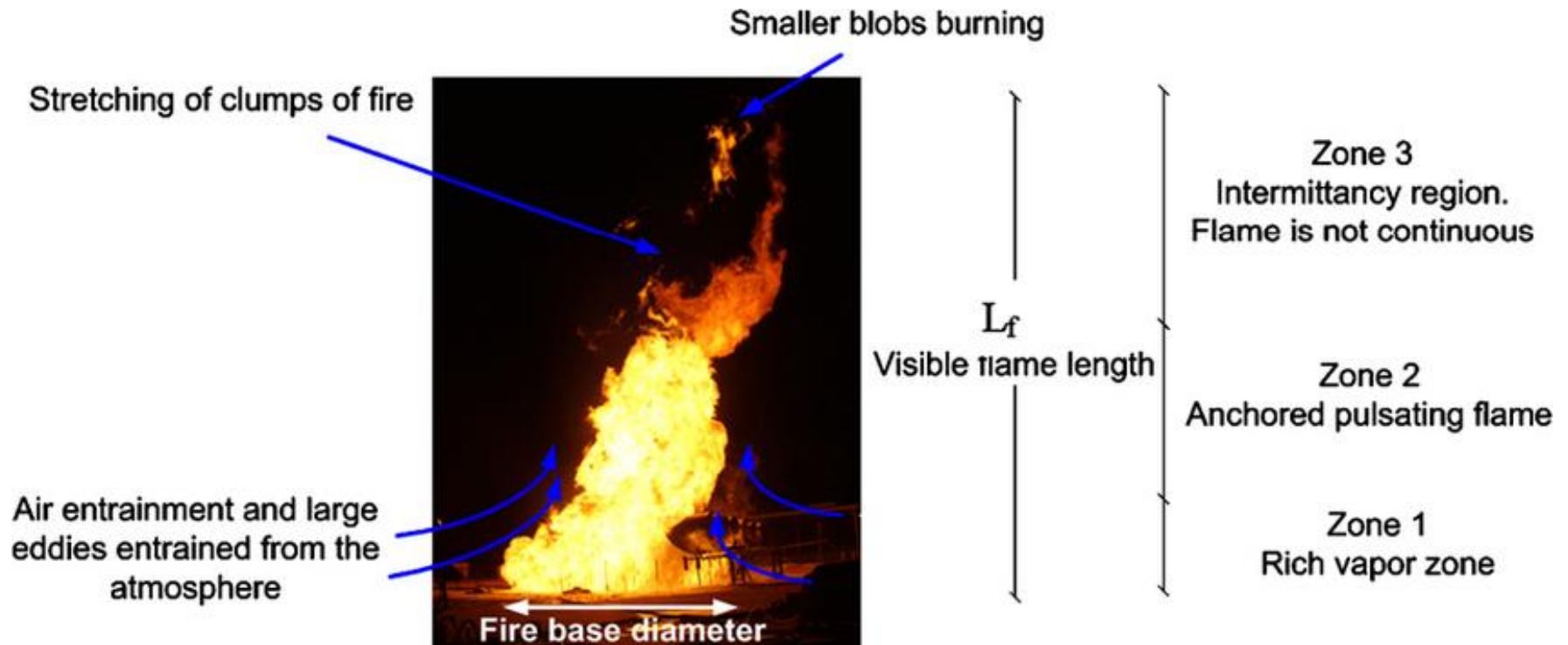


Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Pool-fire-on-the-65-m-2-pit-before-and-after-foam-application-rate-of-7-L-min-m-2_fig10_23571119

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Pool fire



Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Pool-fire-on-the-65-m-2-pit-before-and-after-foam-application-rate-of-7-L-min-m-2_fig10_23571119

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Jet fire

- v případě netěsnosti na potrubí nebo na nádobě - k okamžitému zapálení výtoku stlačeného hořlavého plynu, kapaliny nebo dvoufázového výtoku plyn/kapalina
- vysoká energie plamene a nízká kinetická energie



Zdroj: https://innsitup.live/?utm_campaign=INccHxHRWrew3TQsLBbfNnbGFYUZobMqxXT9Zrw5Fhl1&t=main9os_Win

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Jet fire



Zdroj: <http://gasprocessingnews.com/columns/202012/safety-and-sustainability-a-new-standard-of-safety-for-onshore-passive-fire-protection.aspx>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Flash fire

- v případě zapálení hořlavých par se zpožděním po úniku
- Opožděná iniciace

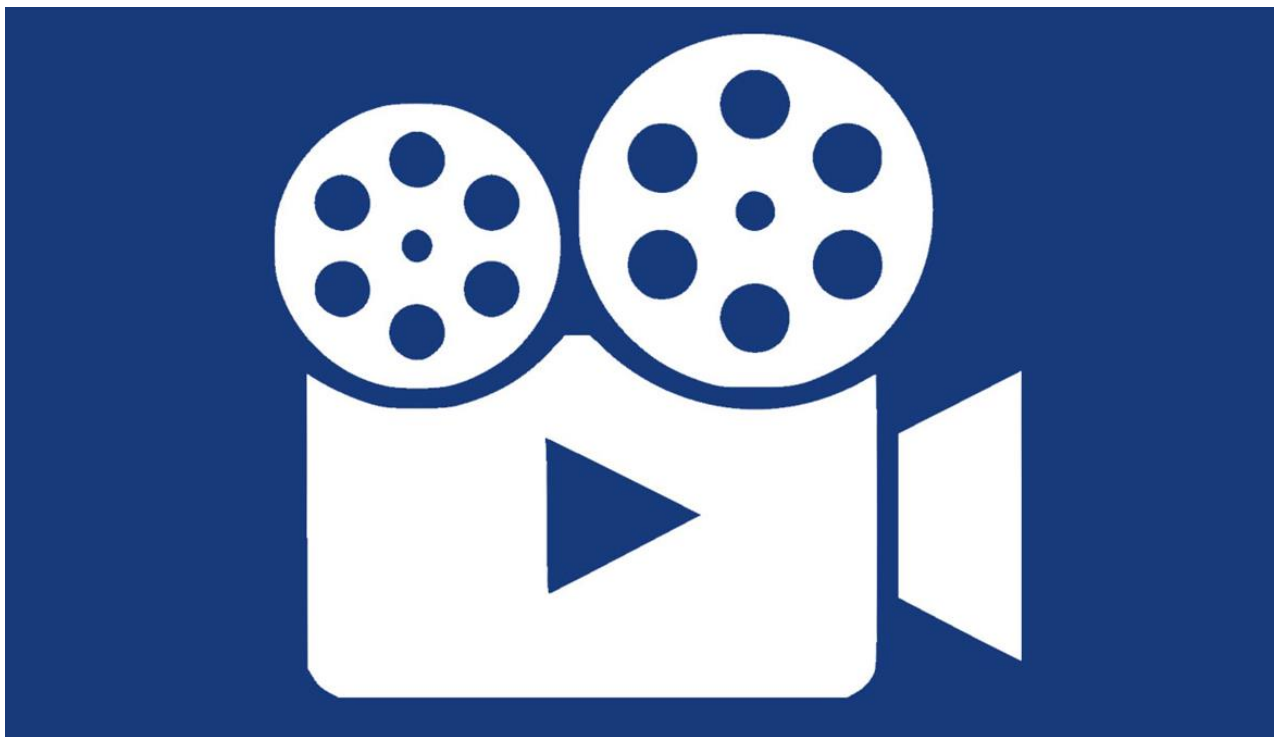


Zdroj: <https://hsewatch.com/flash-fire/>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Flash fire



Zdroj: https://www.youtube.com/watch?v=ydO_AnxDk

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exloze

Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE)

- Při prasknutí nádrže pod tlakem obsahující kapalinu nad normálním bodem varu

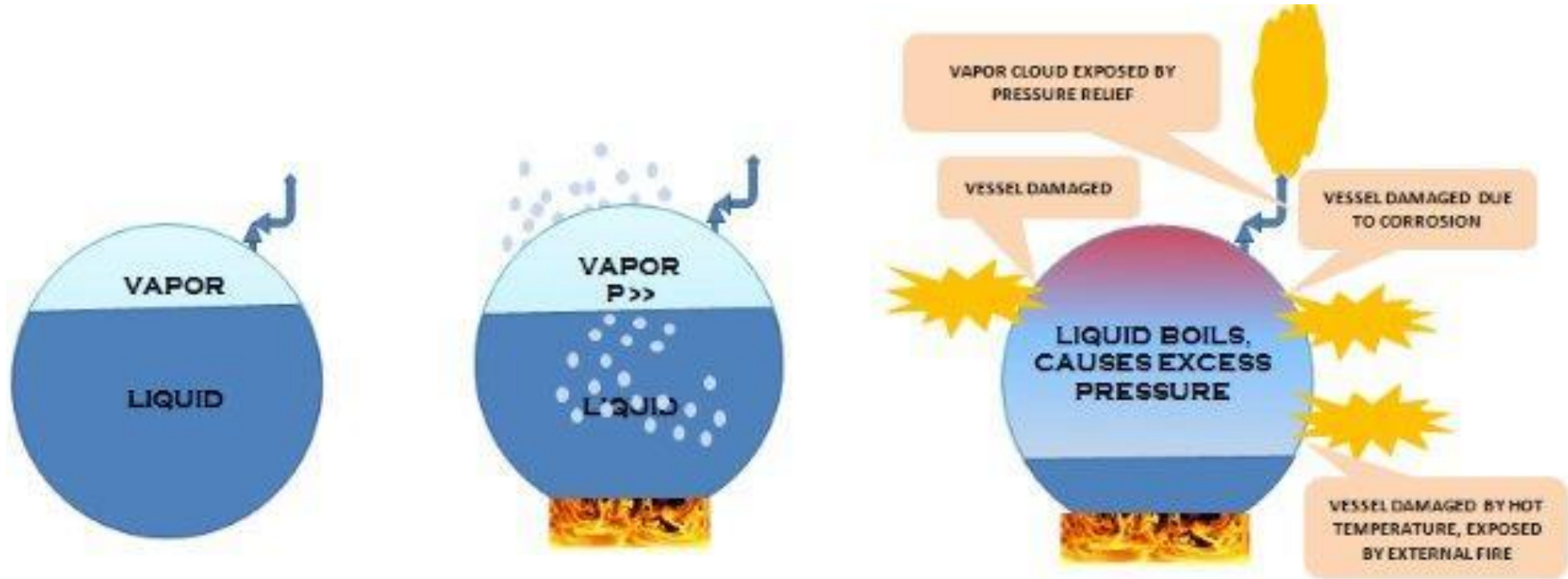
Typický scénář:

- Požár v sousedství nádrže s hořlavou kapalinou
- Ohřívání stěn nádrže a kapaliny uvnitř, zvyšování tlaku par
- Přehřátí materiálu nádrže nad hladinou kapaliny do té míry, že není schopen odolat tlaku par
- Prasknutí nádrže a explozivní odpaření části obsahu

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

BLEVE

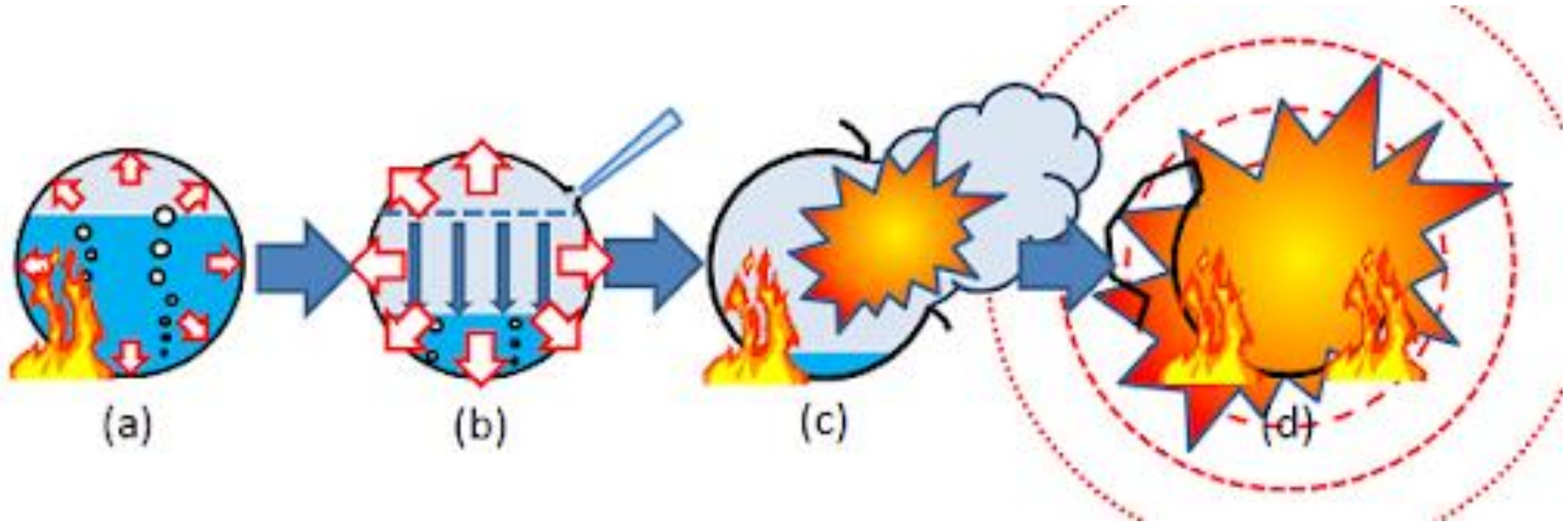


Zdroj: <https://www.marineinsight.com/tech/what-is-boiling-liquid-expanding-vapour-explosion-bleve-on-gas-carrier-ships/>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

BLEVE



Zdroj: <https://www.marineinsight.com/tech/what-is-boiling-liquid-expanding-vapour-explosion-bleve-on-gas-carrier-ships/>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

BLEVE

Při rychlém zahřívání (např. působením okolního požáru) zásobníku zkapalněného plynu pod tlakem dochází k odpařování kapaliny a dalšímu růstu tlaku, který může vést až k protržení stěny zásobníku.

Poté:

- rychlý pokles tlaku,
- prudký var kapaliny bez nutnosti dodávky tepla z okolí
- prudké odpařování může přerůst v mechanickou explozi
- je-li látka hořlavá -> riziko další (chemické) exploze

Mexico City, 1984

Zásobníky LPG, 650 mrtvých a více než 6400 zraněných



Zdroj: <http://airfresh-society.blogspot.com/2010/02/domino-gas-bleve-disaster-1984.html>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

BLEVE

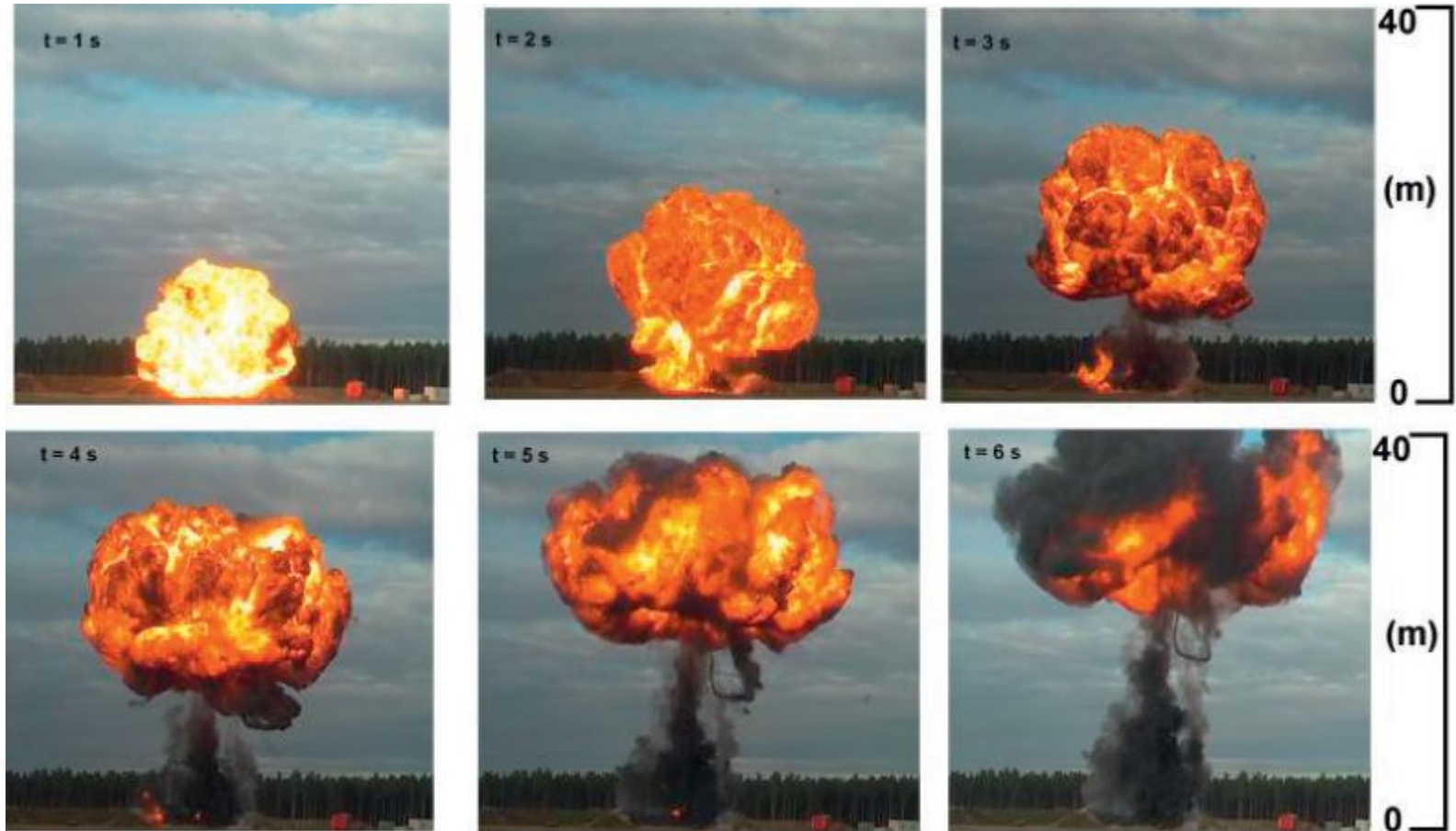


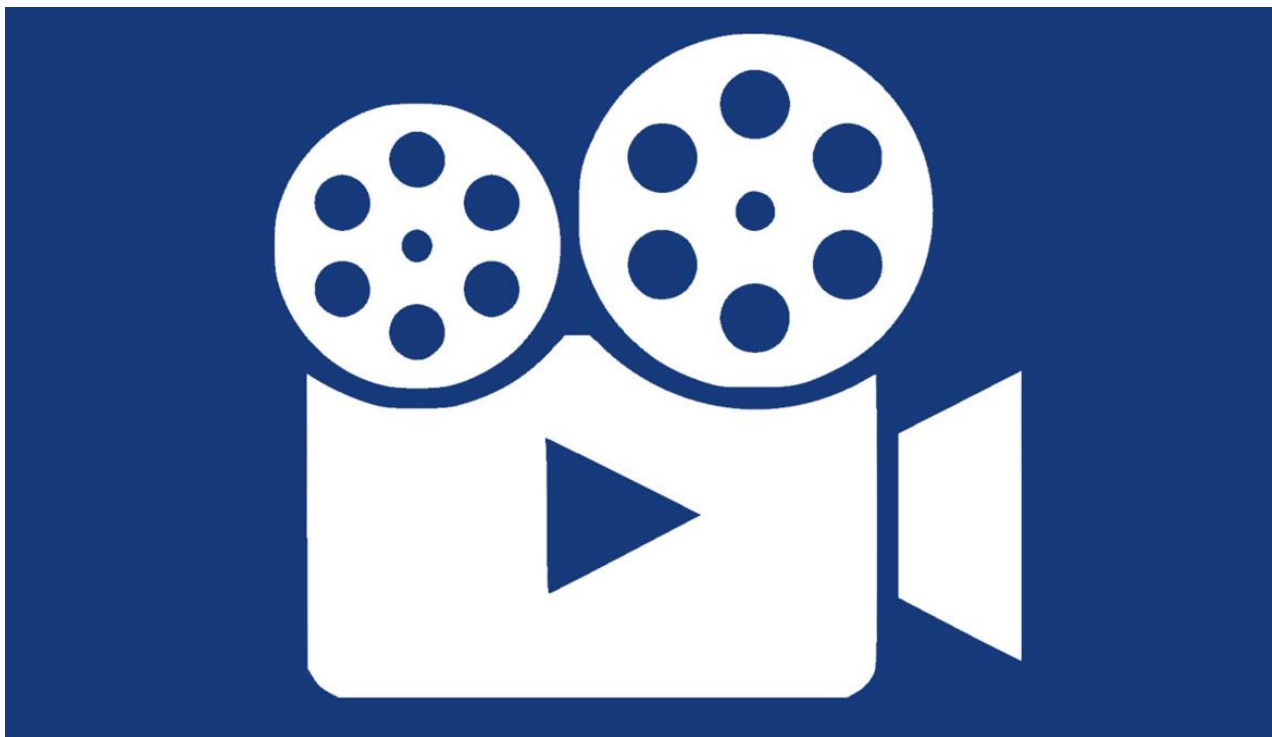
Figure 2. Time-dependent evolution of the fireball after the explosion.

Zdroj: <https://pdf.sciencedirectassets.com/277910/1-s2.0-S1876610215X00051/1-s2.0-S1876610215001824/main.pdf>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

BLEVE



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=EKg1Eo5hZ5o>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

Vapor Cloud Explosion (VCE)

Typický scénář

- Náhlý únik velkého množství hořlavých par
- Disperze par do okolí = promíchání se vzduchem
- Vznícení vzniklého oblaku

Příklad: Flixborough

- přerušení potrubí s cyklohexanem ($d=50$ cm); uniklo 30 tun cyklohexanu
- výbuch nastal 45 s po přerušení potrubí
- 28 mrtvých; továrna srovnána se zemí

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

VCE

Charakteristika:

- Pravděpodobnost vznícení roste s velikostí oblaku
- Turbulentní míchání par a vzduchu zvyšuje pravděpodobnost a účinky exploze
- Velký oblak je takřka nemožné ovládat a zabránit výbuchu

Metody prevence:

- zabránit úniku par
- malé zásoby těkavých látek
- minimalizace nebezpečí vzplanutí při prasknutí trubky
- citlivé detektory úniku + automatické uzavření

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

VCE



Zdroj: <https://www.bakerrisk.com/services/testing/vapor-cloud-explosion/>



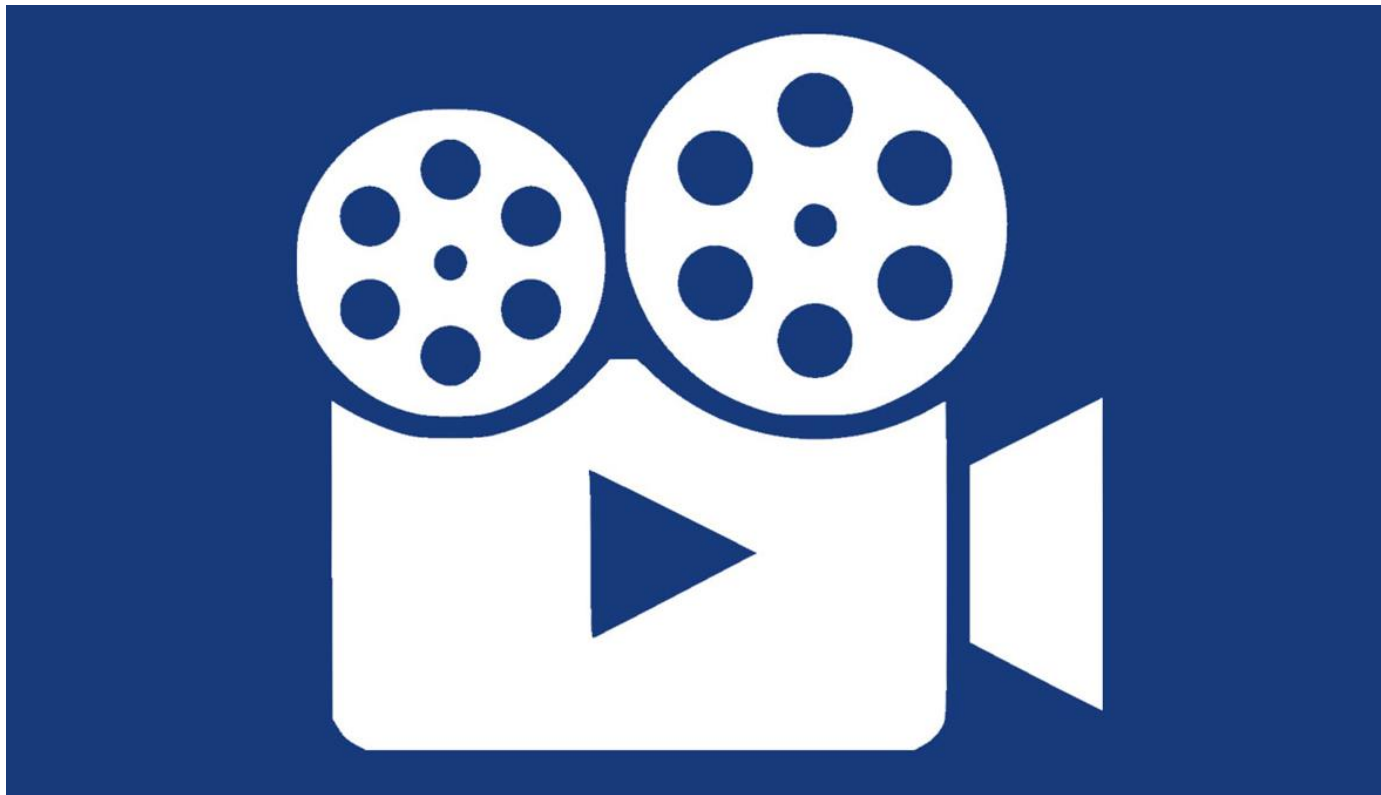
VŠCHT PRAHA



Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

VCE

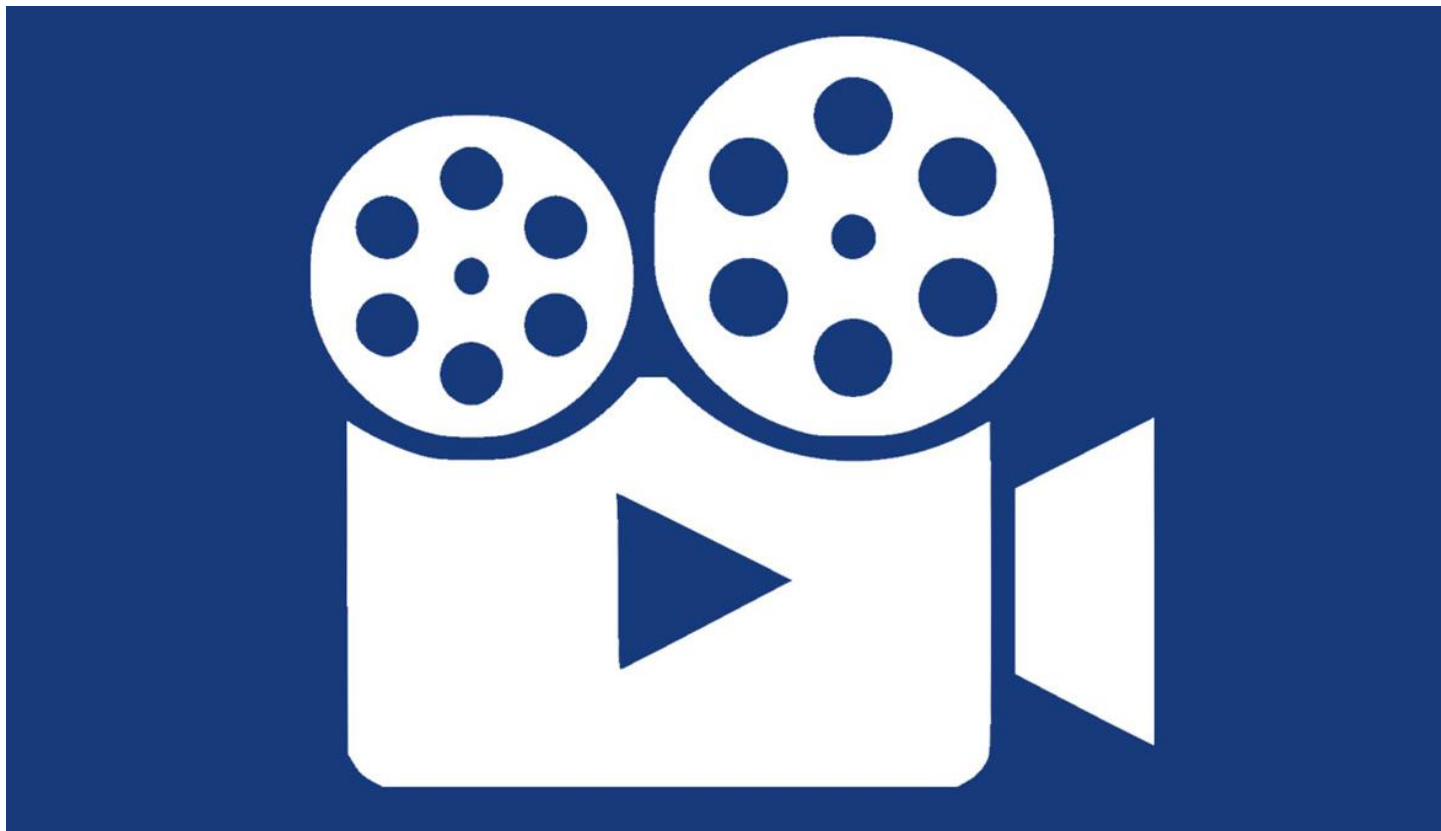


https://www.youtube.com/watch?v=DZeAZyDI_JU

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze

VCE



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=YYtYUxk8RL8>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Prevence hoření a explozí

Prevence vzniku požáru

1. Zabránění vzniku hořlavé směsi

- mimo meze výbušnosti
- pod bodem vzplanutí
- pod hranicí minimální koncentrace kyslíku - inertizace

2. Omezení výskytu iniciačních příčin (zdrojů vznícení)

- Nelze zcela potlačit
- Eliminace statické elektřiny
- Nevýbušné zařízení
- Nejiskřivé nástroje
- Automatické hašení



Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Tlakové lahve



Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

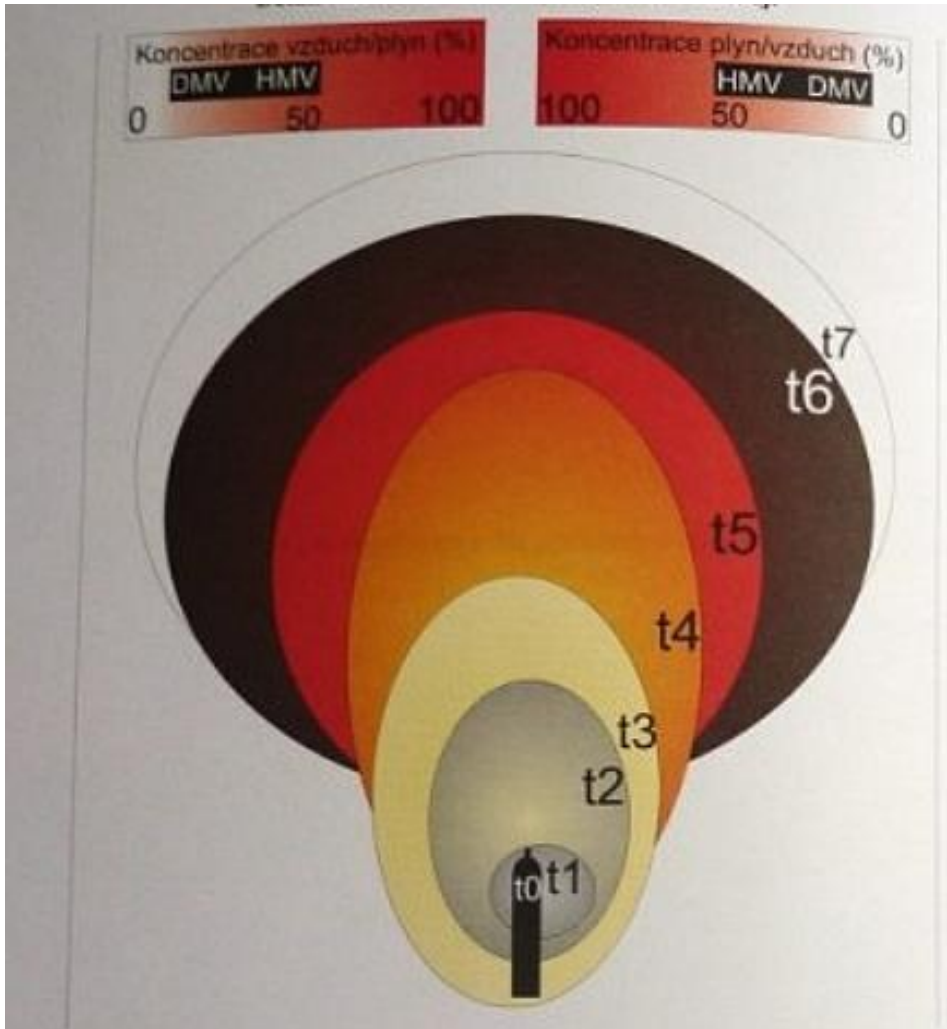


**NEBEZPEČÍ
VÝBUCHU
TLAKOVÝCH LAHVÍ**

Zdroj: <https://www.tabulky.eu/bezpecnostni-tabulky-vseobecne-2/nebezpeci-vybuchu-tlakovych-lahvi-3/>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Fázové rozhraní při výbuchovém ději

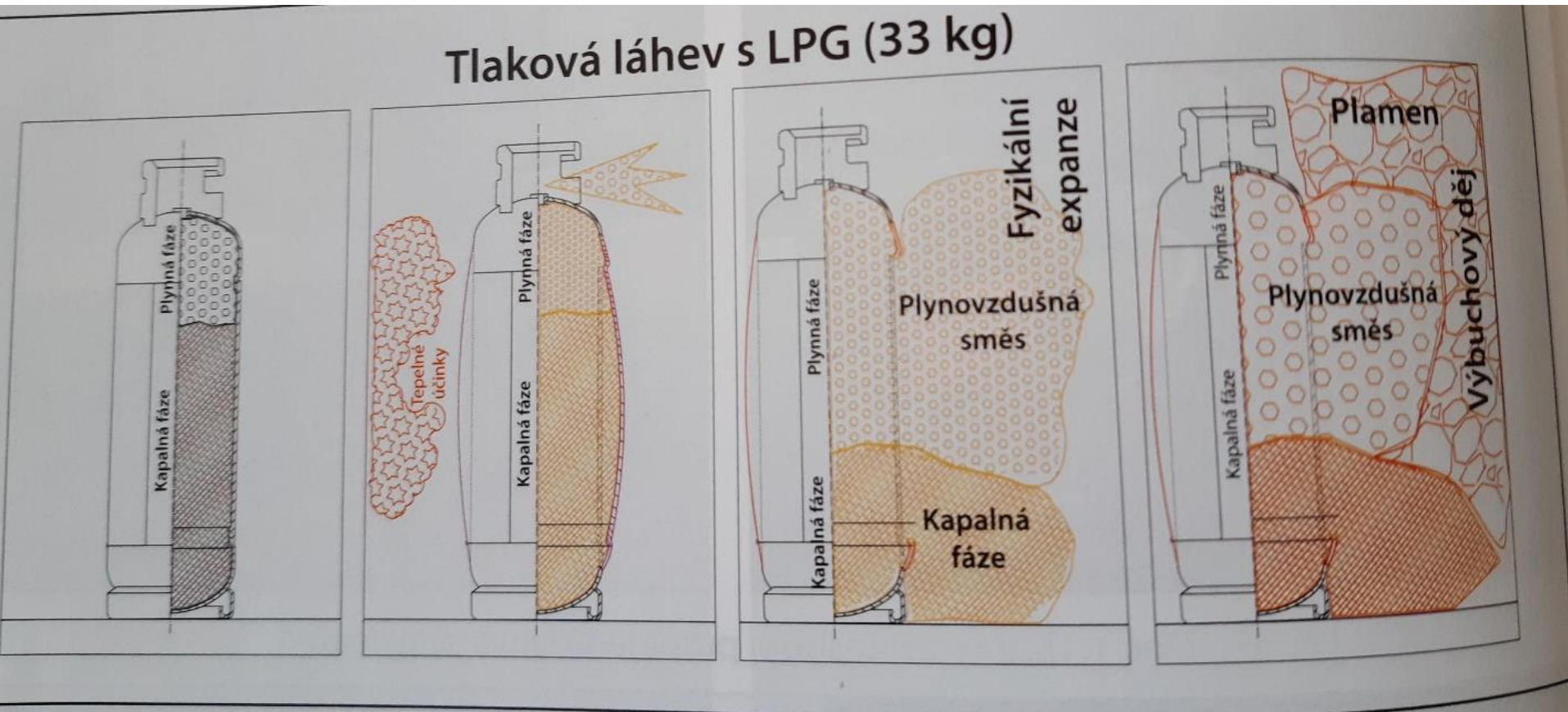


t0	hořlavý plyn je uvnitř tlakové láhve, bezpečný stav
t1	po úniku plynu se tvoří plynovzdušný mrak
t2	plynovzdušný mrak začíná na svém povrchu hořet
t3	plocha hořícího povrchu se zvětšuje
t4	hoření probíhá na celém povrchu
t5	dochází ke shoření plynovzdušné směsi
t6	kouř a zplodiny hoření
t7	rozptýl kouře a zplodin hoření

Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze tlakové lahve - LPG

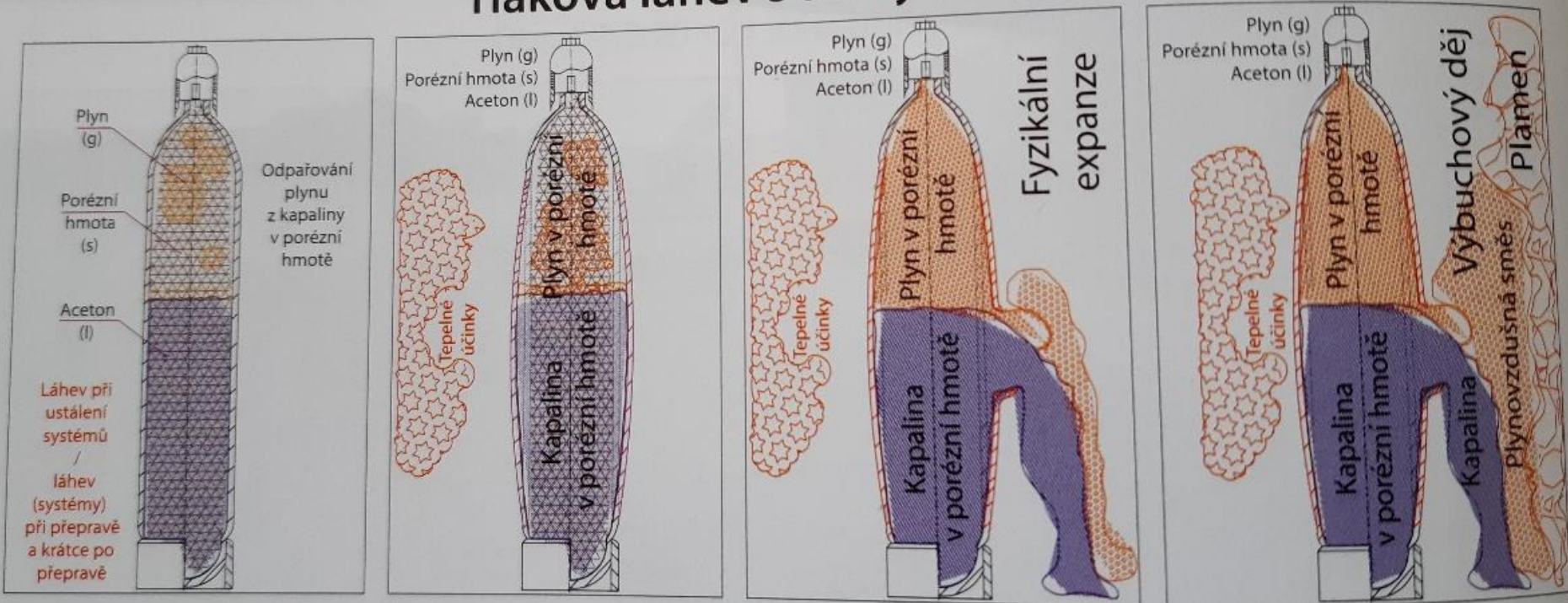


Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze tlakové lahve - acetylén

Tlaková láhev s acetylénem

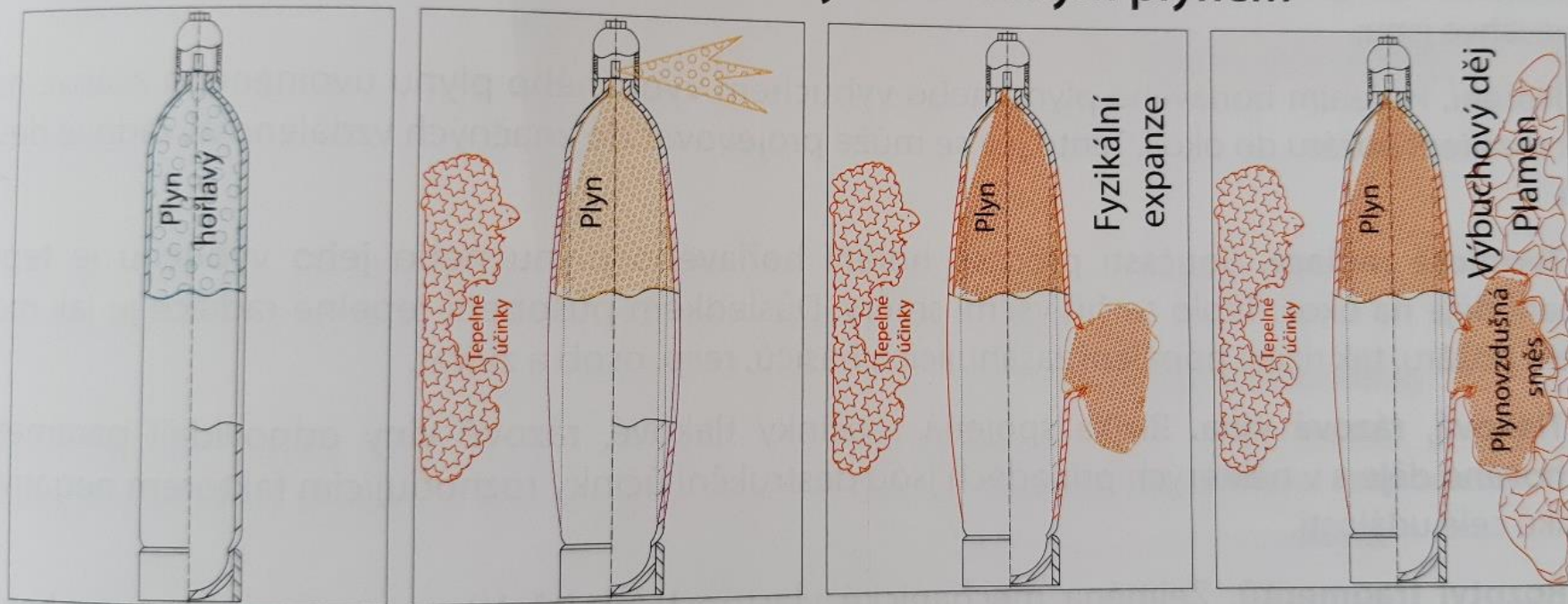


Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze tlakové lahve – hořlavý plyn

Tlaková láhev s hořlavým stlačeným plynem

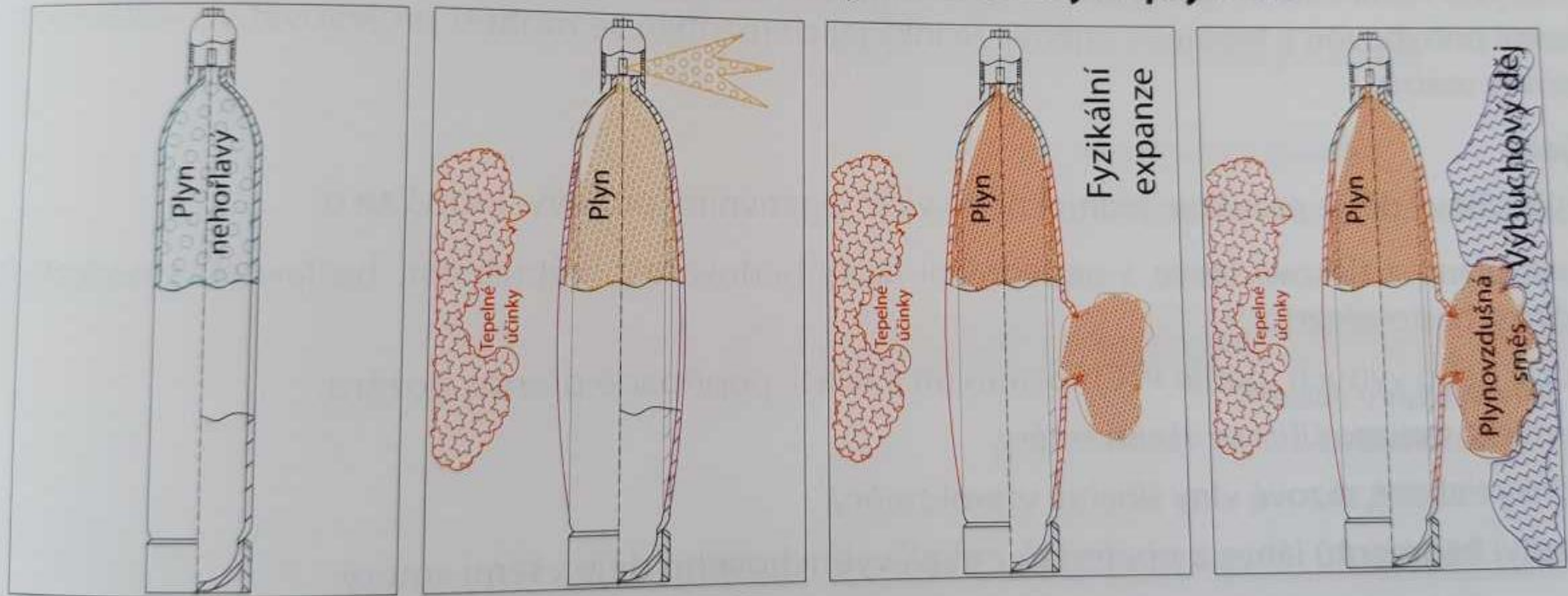


Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze tlakové lahve – nehořlavý plyn

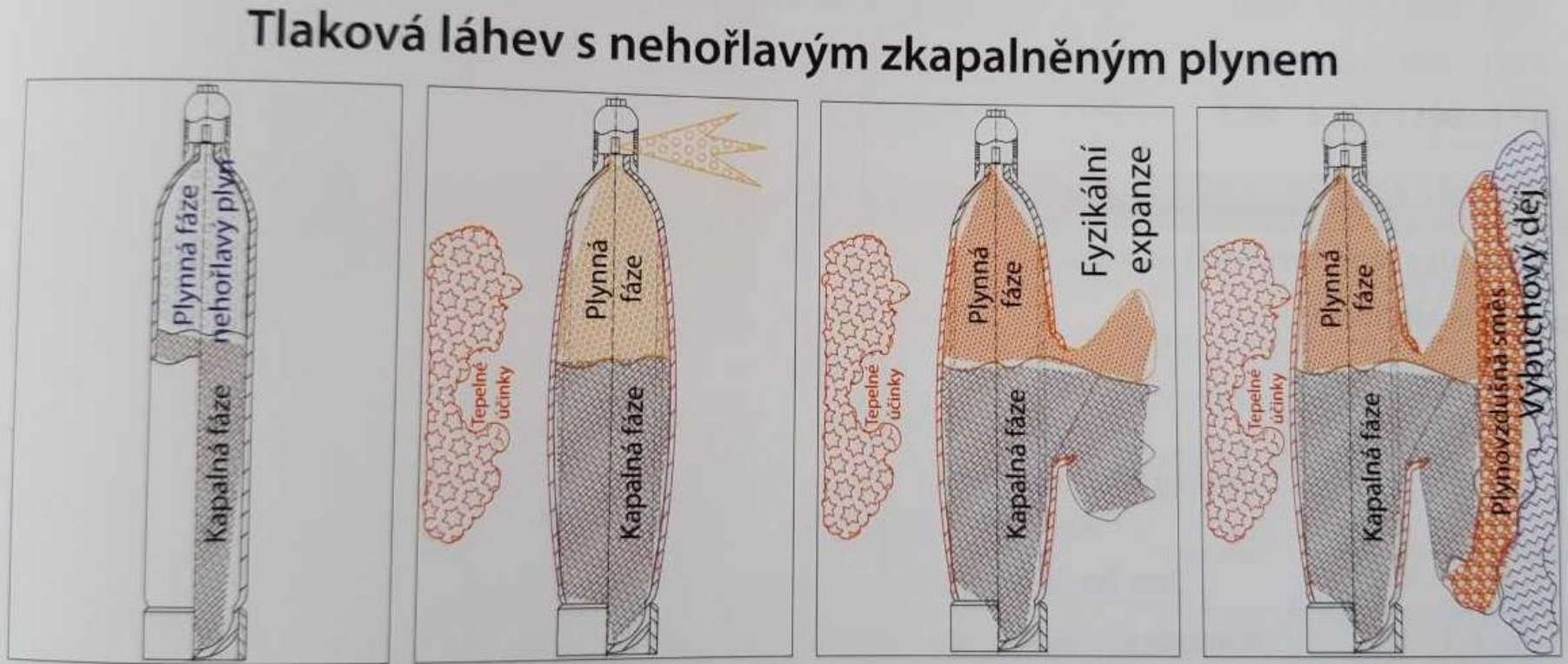
Tlaková láhev s nehořlavým stlačeným plynem



Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek

Exploze tlakové lahve – nehořlavý plyn



Zdroj: Požárně bezpečnostní zařízení ve stavebních, Kratochvíl a spol., ISBN: 978-80-7385-238-2

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek



<https://www.youtube.com/watch?v=W6pbJJpNrSQ>

Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek



https://www.youtube.com/watch?v=__9AyX8sf2I



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- **Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)**
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ; BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Ochrana před výbuchem plynů a par

Inertizace

Inertizace = Ředění výbušné směsi inertem pod hladinu MOC

- MOC pro většinu plynů ~ 10 % obj. O_2
- Zavedení inertní atmosféry
 - Vakuová inertizace
 - Tlaková inertizace
 - Průtočná inertizace

Automatické udržování inertizace



Ochrana před výbuchem plynů a par

Prostory s nebezpečím výbuchu

Nařízení vlády č. 406/2004 Sb.

Nařízení vlády o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu

Klasifikace prostorů:

Prostor s nebezpečím výbuchu je prostor, ve kterém se výbušná atmosféra může vyskytnout v množství vyžadujícím opatření k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců.

PROSTORY se zařazují do zón na základě četnosti výskytu výbušné atmosféry:

- ČSN EN 60079-10-1 Výbušné atmosféry - Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné plynné atmosféry.
- ČSN EN 60079-10-2 Výbušné atmosféry - Část 10-2: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné atmosféry s hořlavým prachem.
- ČSN EN 60079-14 ed. 3 - Výbušné atmosféry - Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací.
- ČSN EN 1127-1 ed. 2 - Výbušná prostředí - Prevence a ochrana proti výbuchu - Část 1: Základní koncepce a metodika.

Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu



Prostory s nebezpečím výbuchu

Prostory s výskytem výbušné atmosféry složené ze **směsi vzduchu a hořlavých látek ve formě plynu, páry nebo mlhy** se zaříd'ují do těchto zón:

Zóna 0

- Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často. $>1000 \text{ h/a}$

Zóna 1

- Prostor, ve kterém je občasný vznik výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy pravděpodobný. $10-1000 \text{ h/a}$

Zóna 2

- Prostor, ve kterém vznik výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy není pravděpodobný, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze výjimečně a pouze po krátký časový úsek. $<10 \text{ h/a}$

Zdroj: <https://www.bola.cz/poradna/jak-zaridit-prostory-s-nebezpecim-vybuchu>



Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

Prostory s nebezpečím výbuchu

Prostory, v nichž se výbušná atmosféra vyskytuje **ve formě oblaku hořlavého prachu ve vzduchu**, se zaříd'ují do těchto zón:

Zóna 20

- Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často.

Zóna 21

- Prostor, ve kterém je občasný vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu pravděpodobný.

Zóna 22

- Prostor, ve kterém vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zvířeného hořlavého prachu ve vzduchu není pravděpodobný, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze výjimečně a pouze po krátký časový úsek.

Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

Prostory s nebezpečím výbuchu

Specifika USA a Kanada:

Division 1:

Nebezpečná koncentrace hořlavých plynů, par nebo výbušné směsi prachu je za běžného provozu přítomna trvale, přerušovaně nebo periodicky.

Division 2:

Hořlavé kapaliny nebo plyny jsou přítomny, ale za běžných podmínek jsou uzavřeny v zásobnících nebo systémech, ze kterých mohou uniknout pouze při výjimečných provozních situacích.



Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

Práce v prostoru s nebezpečím výbuchu

V prostorech s nebezpečím výbuchu, pokud je tak stanoveno v dokumentaci o ochraně před výbuchem, smí být práce prováděny pouze v souladu s písemnými pokyny vydanými zaměstnavatelem.

Tam kde je to stanoveno v dokumentaci o ochraně před výbuchem, smí být nebezpečné činnosti, při nichž může vznikat výbušná atmosféra nebo které mohou způsobit iniciaci výbušné atmosféry, stejně jako činnosti, které mohou vzájemným působením s jinou činností vyvolat nebezpečí výbuchu, prováděny **pouze na základě písemného příkazu k provedení prací („příkaz V“).**

Zaměstnavatel zavede systém vydávání příkazů V k tomu pověřeným zaměstnancem tak, aby příkaz V byl vydán před zahájením výkonu práce.

Zaměstnanci musí být prokazatelně seznámeni s obsahem příkazu V.

Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

Zařízení pro prostory s nebezpečím výbuchu

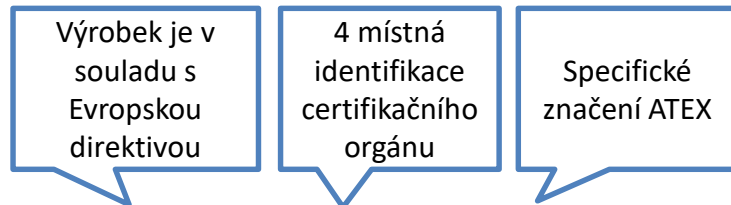
Směrnice EU 94/9/ES a 99/92/EC ATEX

minimální požadavky na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví
Zaměstnanců vystavených riziku výbušných prostředí.



ATEX=Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères Explosibles

Značení výrobků certifikovaných dle ATEX:



CE 0102 Ex II 2 GD EEx demb IIC T6

Zdroj: <https://www.bola.cz/poradna/jak-zaridit-prostory-s-nebezpecim-vybuchu>

Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

Značení zařízení do výbušného prostředí

Výrobky certifikované dle ATEX jsou značeny kódem, který se skládá z následujících částí:



Zdroj: <https://www.bola.cz/poradna/jak-zaridit-prostory-s-nebezpecim-vybuchu>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Skupiny zařízení

Skupina zařízení I, zařízení určená pro použití v podzemních částech dolů a v částech instalací na povrchu dolů, které mohou být ohroženy důlním plynem a/nebo hořlavým prachem. **Kategorie:**

M1 vyžaduje, aby zůstaly funkční z bezpečnostních důvodů v přítomnosti výbušné atmosféry a vyznačují se komplexními prostředky ochrany proti výbuchu. V případě poruchy jednoho z použitých prostředků je zajištěna dostatečná úroveň bezpečnosti alespoň jedním dalším nezávislým prostředkem ochrany.

M2 budou v případě vzniku výbušné atmosféry vypnuty. Přesto musí mít dostatečnou úroveň ochrany při normálním provozu a navíc pro případ těžkých provozních podmínek vznikajících zejména hrubým zacházením a změnami okolního prostředí.

Skupina zařízení II, zařízení určená pro použití v ostatních místech, která mohou být ohrožena **výbušnou atmosférou** tvořenou směsí vzduchu s plyny či prachem.

Kategorie: **1** (pro Zónu 0 a 20); **2** (pro Zónu 1 a 21); **3** (pro Zónu 2 a 22).

Značení zařízení do výbušného prostředí

Úrovně ochrany

ÚROVEŇ OCHRANY	KATEGORIE		PROVEDENÍ OCHRANY	PODMÍNKY PROVOZU*
	SKUPI- NA I	SKUPI- NA II		
velmi vysoká	M1		dva nezávislé prostředky ochrany nebo bezpečné i při dvou vzájemně nezávislých poruchách	zařízení zůstane v provozu a ve funkci i tehdy, je-li přítomna výbušná atmosféra
velmi vysoká		1	dva nezávislé prostředky ochrany nebo bezpečné i při dvou vzájemně nezávislých poruchách	zařízení zůstane v provozu a ve funkci v zónách 0, 1, 2 (G) a/nebo 20, 21, 22 (D)
vysoká	M2		vhodné pro normální provoz a nepříznivé provozní podmínky. Pokud se dá použít, je vhodné také pro často vznikající rušení nebo poruchy, se kterými je nutno normálně počítat	zařízení bude při zjištění výbušné atmosféry vypnuto
vysoká		2	vhodné pro normální provoz a často vznikající poruchy nebo nesprávné funkce zařízení, se kterými je nutno normálně počítat	zařízení zůstane v provozu a ve funkci v zónách 1, 2 (G) a/nebo 21, 22 (D)
normální		3	vhodné pro normální pro	zařízení zůstane v provozu v zónách 2 (G) a 22 (D)

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ výbušné atmosféry

G - Výbušná atmosféra vytvořená směsí vzduchu s plyny, parami nebo mlhami.

D - Výbušná atmosféra vytvořená prachovzdušnou směsí.



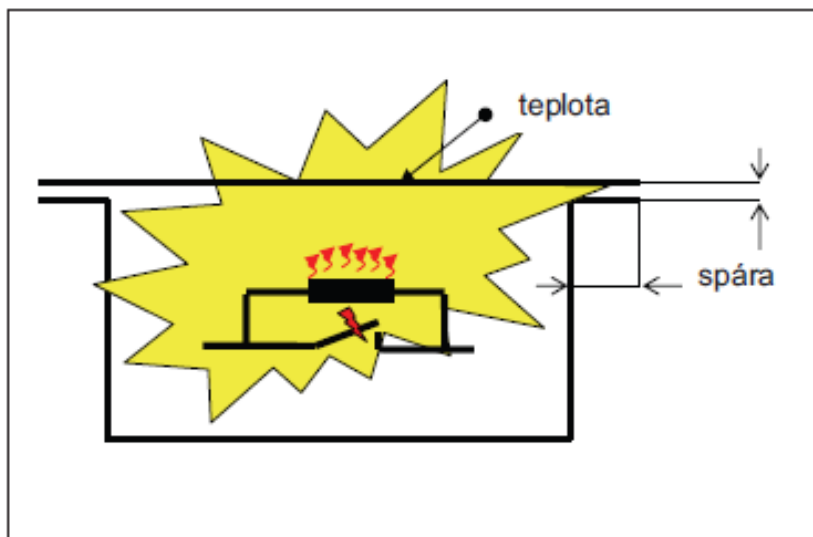
Zdroj: https://www.kronium.cz/svitilny-fenix-a-atex-certifikace-pro-zarizeni-do-vybusneho-prostredi/info_24.html

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

d - pevný závěr - je konstruován tak, že při výbuchu směsi uvnitř závěru se nerozšíří výbuch do okolní atmosféry. Vhodné pro použití v zóně 1.

Motory, osvětlení, sdružovací a rozvodné krabice, elektronika



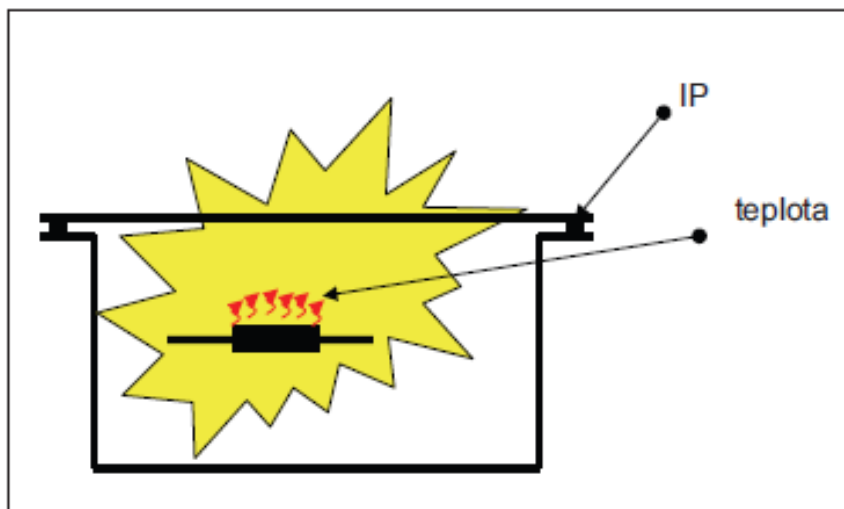
Obr. 1. Pevný závěr Exd

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

e - zajištěné provedení - Elektrické zařízení zabraňuje vzniku jisker v obvodu. Vhodné pro použití v zóně 2 a 1. *Motory, osvětlení, sdružovací a rozvodné krabice*



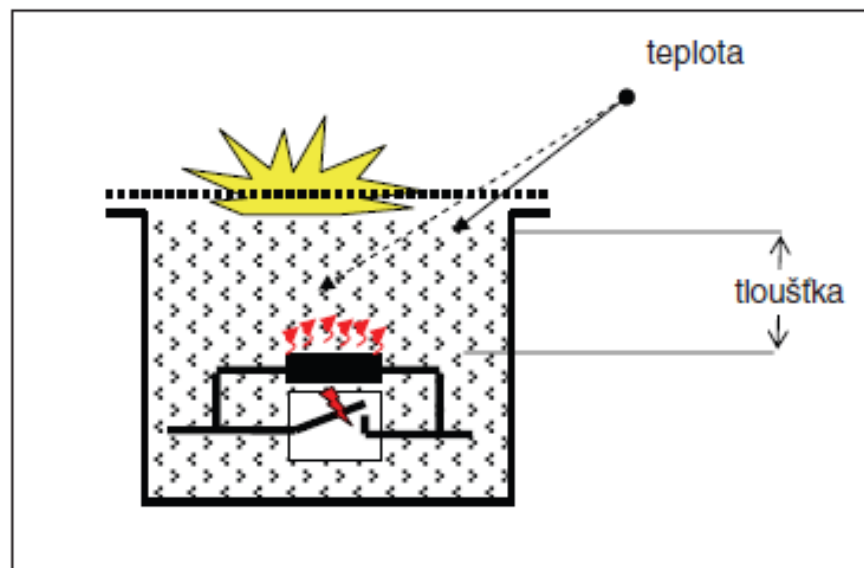
Obr. 2. Zajištěné provedení Exe

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

m - **Zalévací hmota** - zajištěné provedení pro atmosféru typu G dle normy EN 60079-7. Vhodné pro použití v zóně 1 a 2. *Elektronika*



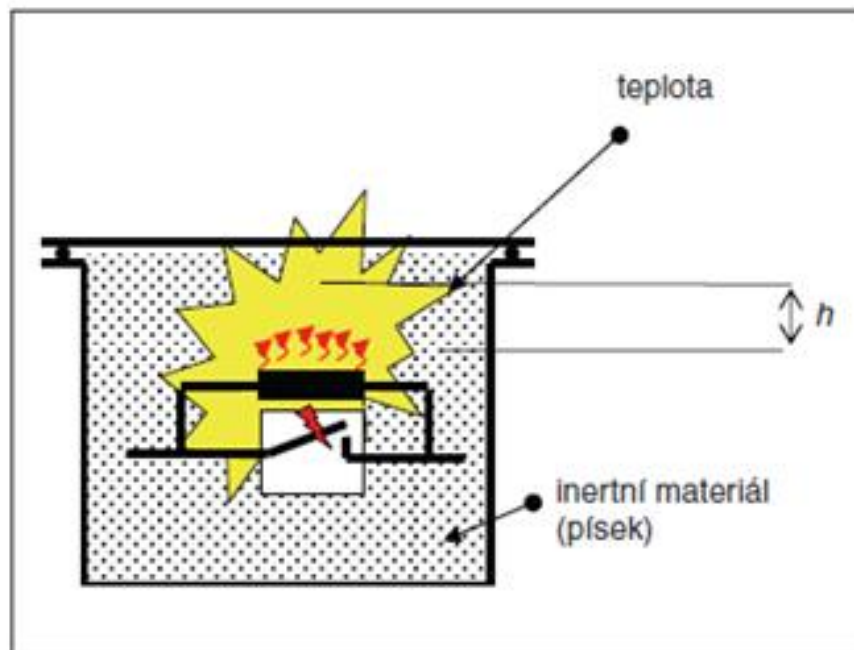
Obr. 3. Ochrana pomocí zalévací hmoty Exm

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/411113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

q - pískový závěr - Zařízení je trvale zalité zalévací hmotou a zabraňuje tak jiskření. Vhodné pro použití v zóně 1 a 0. *Elektronika, telefony, tlumivky*



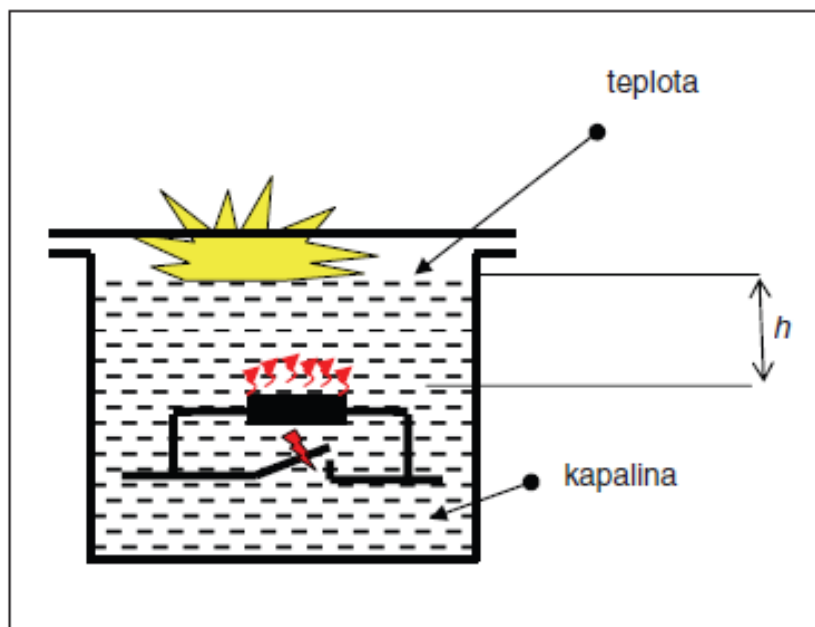
Obr. 4. Ochrana pískovým závěrem Exq

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

- o - **olejový závěr** - Elektrické zařízení je trvale ponořené do oleje. Vhodné pro použití v zóně 1 a 2. Rozvaděče



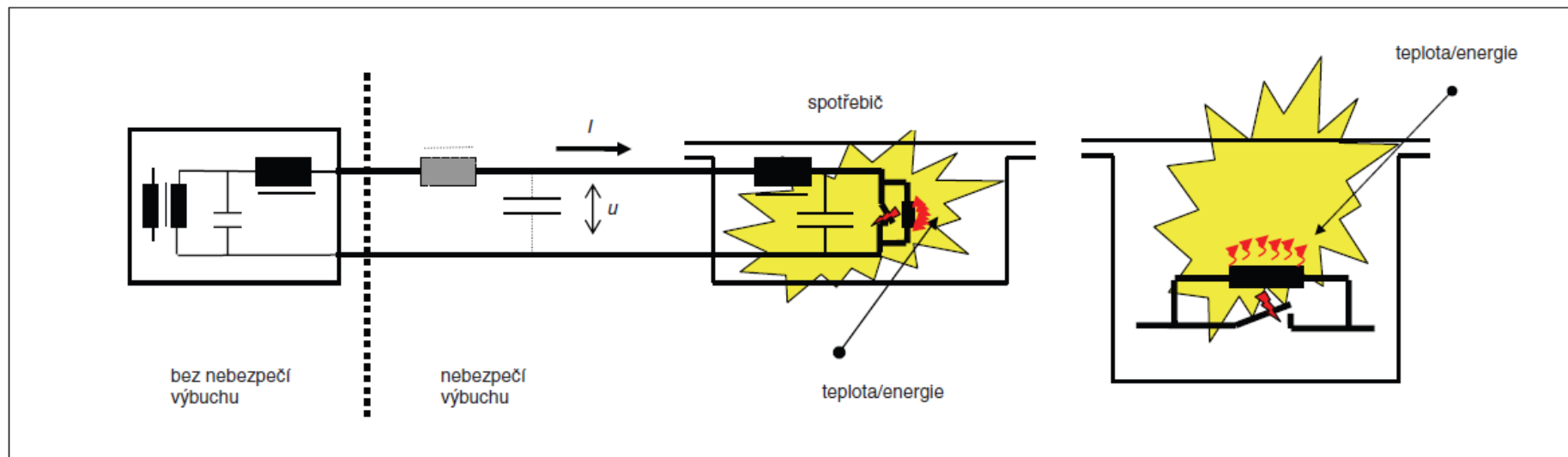
Obr. 5. Olejový závěr Exo

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

i - jiskrově bezpečné zařízení - Zařízení má omezený přísun elektrické energie z napájecích zdrojů nebo akumulátorů. Vhodné pro použití v zóně 2, 1 a 0. *Měření a regulace*



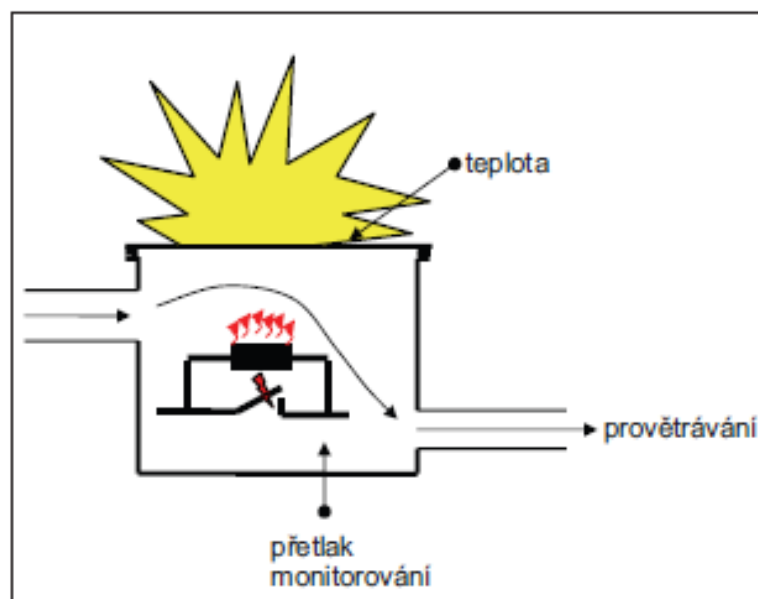
Obr. 6. Jiskrově bezpečné zařízení „Ex i“

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

p - závěr s vnitřním přetlakem - Závěr s vnitřním přetlakem pro neelektrická zařízení. Vhodné pro použití v zóně 1 a 0. *Analyzéry, motory, počítače*



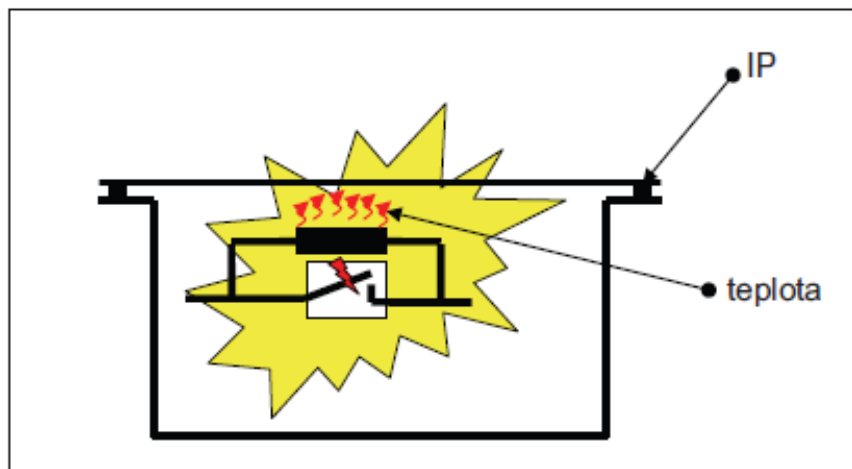
Obr. 7. Závěr s vnitřním přetlakem Exp

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany G

n - **ochrana tupu „n“** - Zařízení není schopno způsobit vznícení okolní výbušné atmosféry. Vhodné pro použití v zóně 2. *Motory, osvětlení, sdružovací a rozvodné krabice, elektronika*



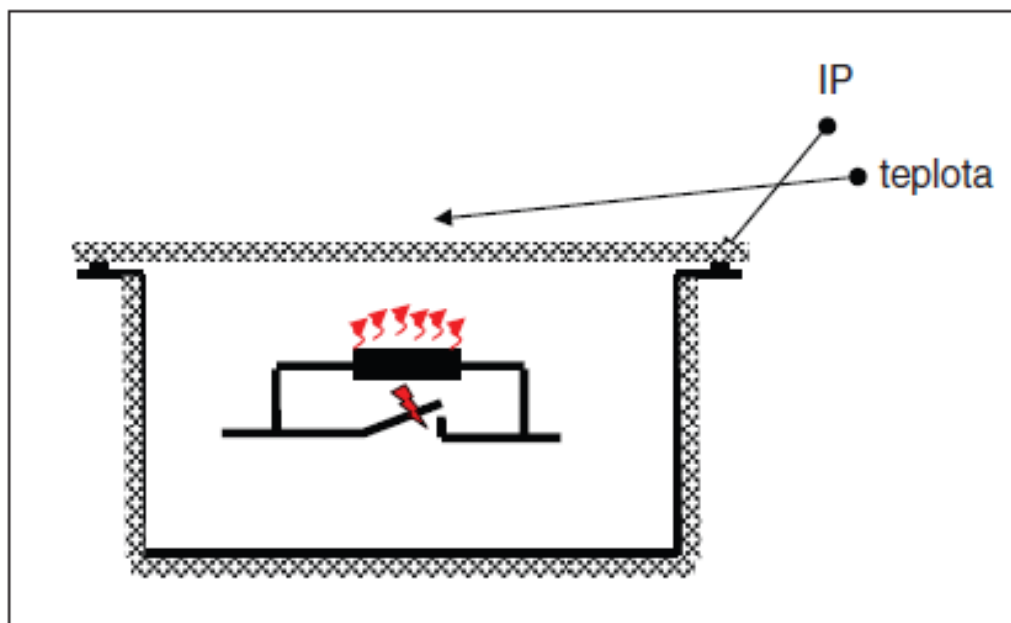
Obr. 8. Ochrana typu n Exn

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany D

tD - **ochrana závěrem** - zabránění vniknutí prachu, zvýšené krytí IP



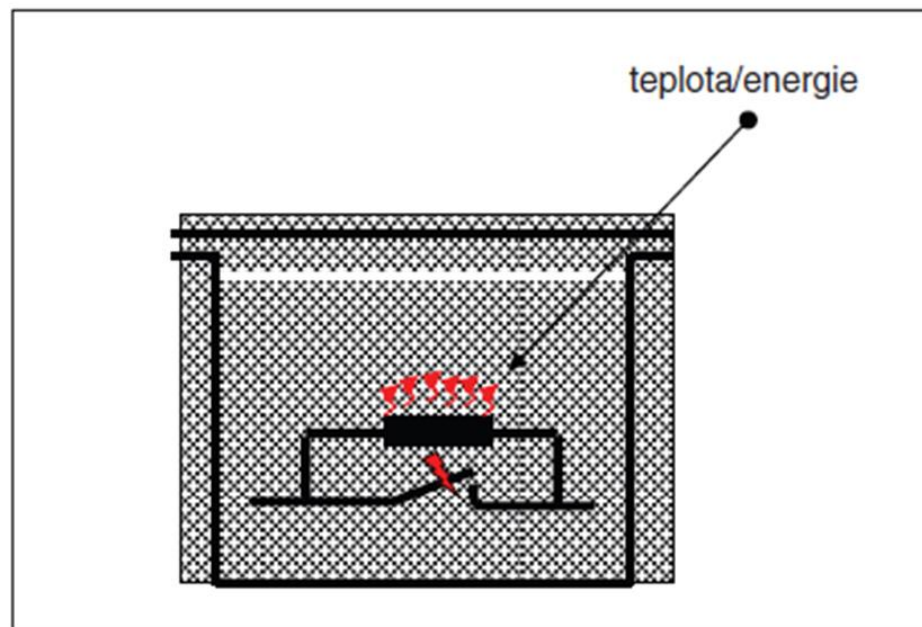
Obr. 9. Ochrana závěrem Ex tD

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany D

iD - **jiskrově bezpečné zařízení** - analogie k plynům a parám, u zařízení s malými energiemi, kde může vzniknout prach



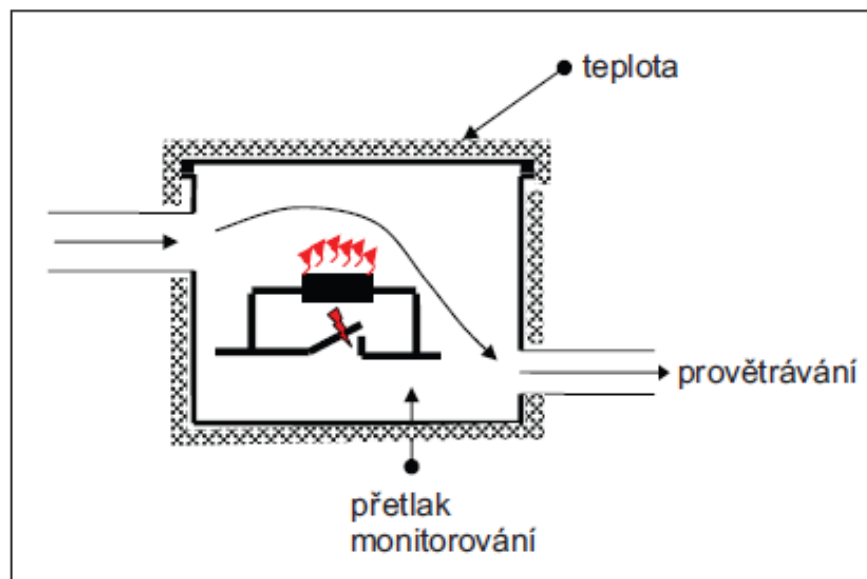
Obr. 10. Jiskrově bezpečná zařízení Ex iD

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany D

pD - **závěr s vnitřním přetlakem** - analogie k plynům a parám, u rozvaděčů



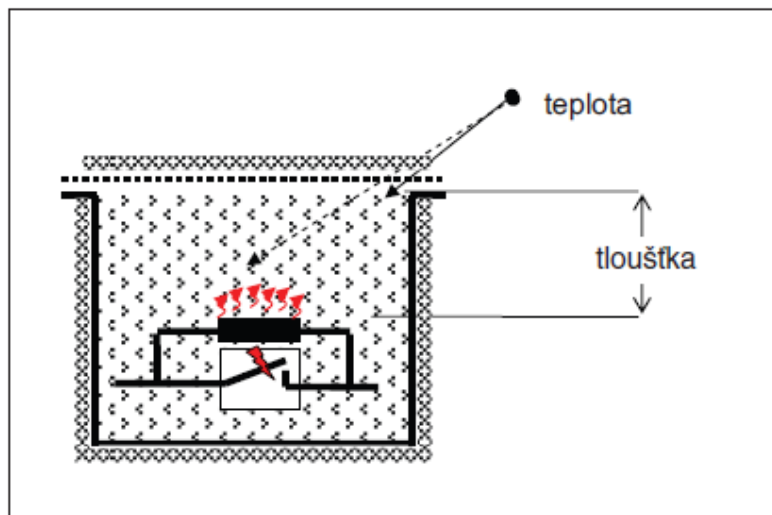
Obr. 11. Ochrana závěrem s vnitřním přetlakem

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Typ ochrany D

mD - **závěr se zalévací hmotou** - analogie k plynům a parám



Obr. 12. Ochrana pomocí zalévací hmoty
Ex mD

Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/411113.pdf>

Značení zařízení do výbušného prostředí

Skupiny plynů

IIA - zařízení testovaná pro použití v atmosféře s výskytem **acetonu, ethanolu, propanu, butanu, benzenu, amoniaku, toluenu** a plynů stejně nebezpečných.

IIB - zařízení testovaná pro použití v atmosféře s výskytem **formaldehydu, etheru, dibutyletheru, etylenu**, - plynů stejně nebezpečných a plynů ze skupiny IIA.

IIC - zařízení testovaná pro použití v atmosféře s výskytem **vodíku, acetylenu**, plynů stejně nebezpečných a plynů ze skupin IIA, IIB

Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

IP (Ingrass Protection)

Stupeň krytí (IP)

Odolnost elektrických zařízení proti vniknutí cizího tělesa a vniknutí kapalin, zejména vody. Značení dle EN 60529, *Stupeň ochrany krytem*.

Značení **IP XY**

1) Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles

- IP 0x** Nechráněno
- IP 1x** Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 50mm a větších a před dotykem dlaně
- IP 2x** Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 12,5mm a větších a před dotykem prstem
- IP 3x** Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 2,5mm a větších a před dotykem nástrojem
- IP 4x** Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 1mm a větších a před dotykem drátem
- IP 5x** Zařízení je chráněno před prachem a před dotykem jakoukoli pomůckou
- IP 6x** Zařízení je prachotěsné a je chráněno před jakoukoli pomůckou

Ochrana před výbuchem plynů, par a prachu

IP (Ingrass Protection)

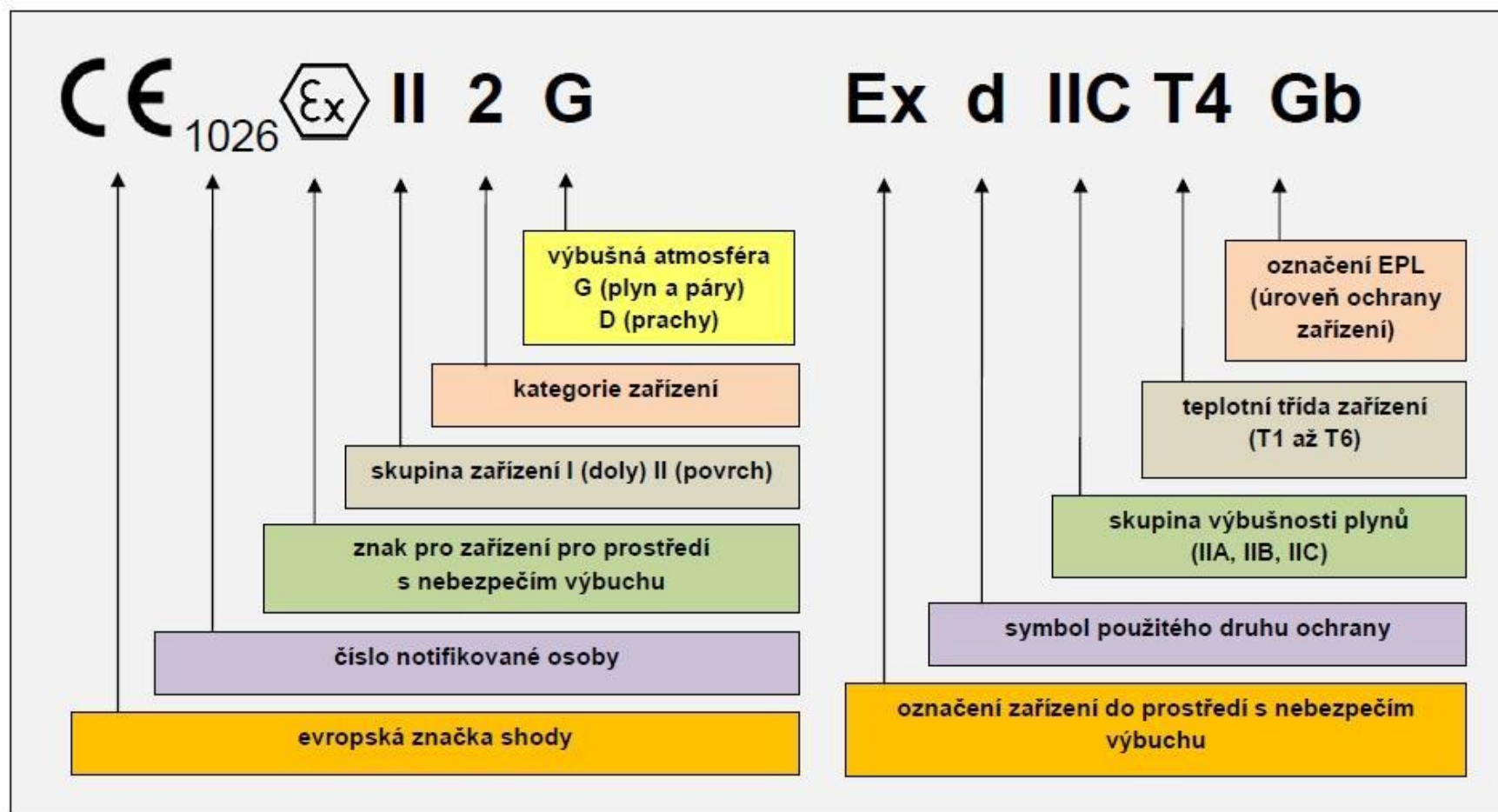
Stupeň krytí (IP)

2) Stupně ochrany proti vniknutí vody

- IP x0** Nechráněno
- IP x1** Chráněno proti padající vodě při ekvivalentu deště 3-5 mm padající vody za minutu v průběhu 10 minut. Jednotka je umístěna ve své pracovní poloze
- IP x2** Chráněno proti padající vodě, když je přístroj v poloze 15 stupňů. Stejně jako IPX-1, jen rozdílem, že jednotka je testována ve 4 pozicích, nakloněna o 15° v každé poloze od normální provozní polohy
- IP x3** Chráněno proti vodní tříšti. Voda stříká na přístroj v úhlu 60° vertikálně, v množství 10 litrů za minutu a při tlaku 80-100kN/m² po dobu 5 minut
- IP x4** Chráněno proti stříkající vodě. Stejně jako u IPX-3, jen s rozdílem, že voda stříká ve všech úhlech
- IP x5** Chráněno proti vodním proudům. Voda míří 6,3 mm tryskou ve všech úhlech při průtoku 12.5 litrů za minutu při tlaku 30 kN/m² po dobu 3 minuty ze vzdálenosti 3 metry
- IP x6** Chráněno proti vlnobití. Voda míří 12,5 mm tryskou ve všech úhlech při průtoku 100 litrů za minutu při tlaku 100 kN/m² po 3 minuty ze vzdálenosti 3 metry
- IP x7** Chráněno proti ponoření do vody. Ponoření na 30 minut do hloubky 1 metr
- IP x8** Chráněno proti potopení do vody. Zařízení je schopné nepřetržitého potopení do vody za podmínek, které určí výrobce zařízení

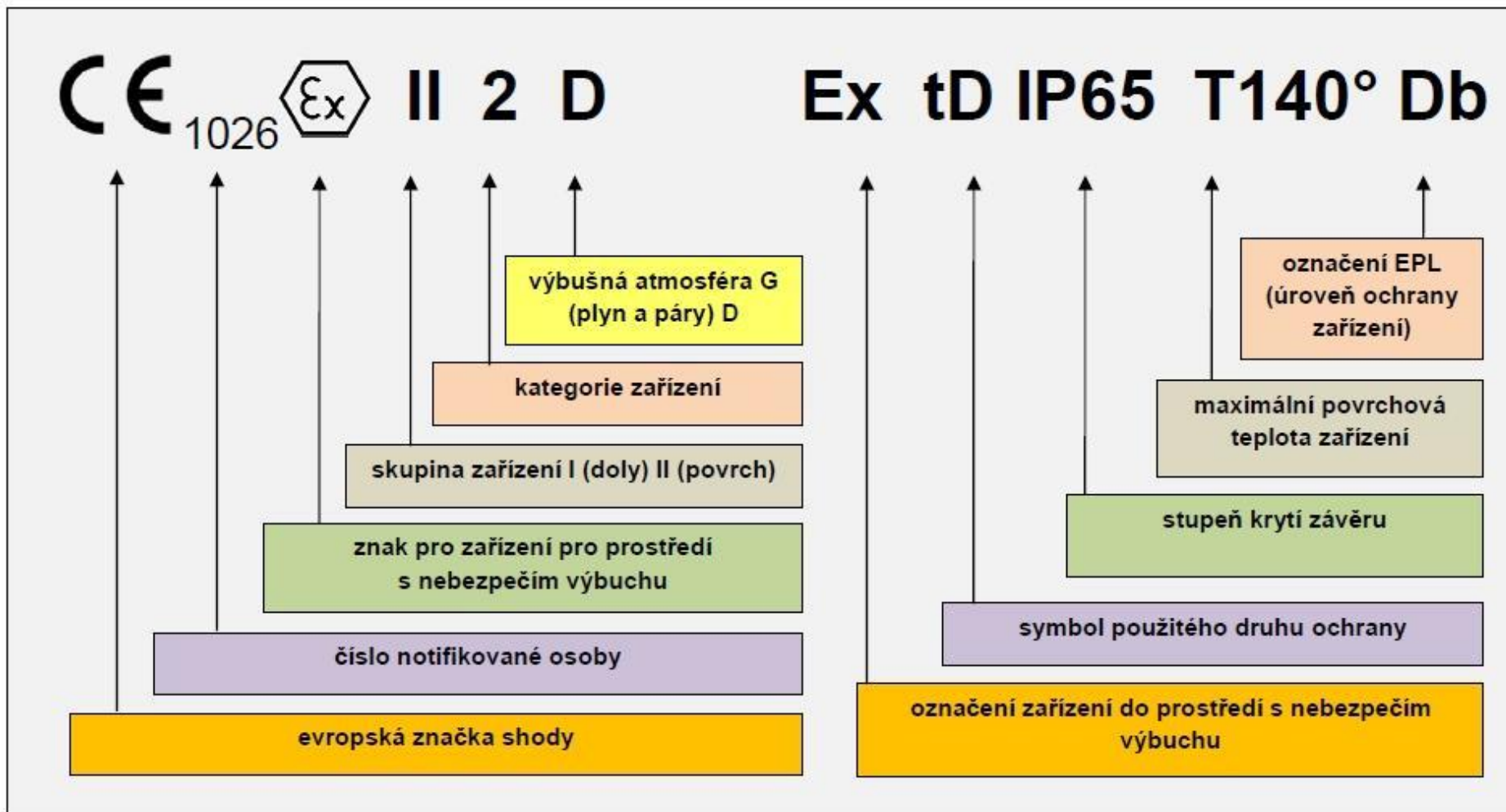


Značení zařízení do výbušného prostředí



Zdroj: <https://riskanalysis.vvu.cz/elektricka-neelektricka-zarizeni>

Značení zařízení do výbušného prostředí



Zdroj: <https://riskanalysis.vvu.cz/elektricka-neelektricka-zarizeni>



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- **Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP**
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená technická zařízení dle zákona č. 174/1968 Sb. jsou zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku, která podléhají dozoru podle tohoto zákona.

- Tlaková zařízení
- Plynová zařízení
- Elektrická zařízení
- Zdvihací zařízení

Podle stupně nebezpečnosti se vyhrazená technická zařízení zařazují do tříd, popřípadě skupin a stanoví se způsob prověřování odborné způsobilosti organizací, podnikajících fyzických osob a fyzických osob k činnostem na těchto zařízeních.



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená technická zařízení

Organizace a podnikající fyzické osoby

- a) **zajistí při uvádění do provozu a při provozování** vyhrazených technických zařízení **bezpečnostní opatření a provedení prohlídek, revizí a zkoušek** ve stanovených případech; při výrobě vyhrazených tlakových zařízení, nevztahuje-li se na ně platné nařízení vlády vydané k provedení zvláštního zákona
- b) mohou **montovat, opravovat, provádět revize a zkoušky** vyhrazených technických zařízení, plnit nádoby plyny a vyrábět vyhrazená tlaková zařízení, jen pokud jsou **odborně způsobilé a jsou držiteli oprávnění**
- c) **zajistí**, aby ve stanovených případech **zkoušky, revize, opravy, montáž nebo obsluhu** vyhrazených technických zařízení vykonávaly jen fyzické osoby, které jsou **odborně způsobilé**, a ve stanovených případech jsou též **držiteli osvědčení**.

Vyhrazená technická zařízení

TIČR

Technická inspekce České republiky

vykonává státní odborný dozor nad bezpečností vyhrazených technických zařízení v rozsahu zák. č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce. Vyhrazenými technickými zařízeními jsou ve smyslu § 6b odst. (1) zák. č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku, která podléhají dozoru podle tohoto zákona. Jsou to technická zařízení tlaková, zdvihací, elektrická a plynová

Hlavní předměty činnosti v rozsahu zákona č. 174/1968 Sb.:

- **vydávání odborných a závazných stanovisek** o tom, zda jsou při projektování, konstrukci, výrobě, montáži, provozu, obsluze, opravách, údržbě a revizi VTZ splněny požadavky bezpečnosti těchto zařízení
- **provádění prohlídek, řízení a vyhodnocování zkoušek**, kterými osvědčuje, zda vyhrazená technická zařízení a materiály, použité k jejich zhotovení splňují požadavky předpisů k zajištění bezpečnosti technických zařízení; ve stanovených případech potvrzuje úspěšné výsledky zkoušek
- **prověřování odborné způsobilosti organizací a podnikajících fyzických osob** k výrobě, montáži, opravám, údržbě a revizím VTZ a v této souvislosti vydávání oprávnění
- **prověřování odborné způsobilosti fyzických osob** ke zkouškám, revizím, opravám nebo obsluze VTZ a v této souvislosti vydávání osvědčení



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Vyhláška č. 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

Zařízení tlaková:

- parní a kapalinové kotle s konstrukčním přetlakem 0,07 MPa a teplota pracovní látky převyšuje bod varu při tomto přetlaku,
- tlakové nádoby, jejichž pracovní přetlak převyšuje 0,07 MPa a které obsahují plyny, páry nebo žíravé, jedovaté a výbušné kapaliny o jakékoliv teplotě nebo jakékoliv kapaliny o teplotě převyšující bod varu při přetlaku 0,07 MPa,
- kovové tlakové nádoby k dopravě plynů, jejichž kritická teplota je nižší než 50°C, nebo plynů, u nichž při teplotě 50°C je absolutní tlak vyšší než 0,3 MPa.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Co nepatří mezi tlaková zařízení?

- a) kotle pracující s radioaktivními látkami nebo kotle umístěné v prostředí s neutronovým tokem,
- b) kotle o objemu do 10 litrů (včetně), u nichž **bezpečnostní součin Z konstrukčního přetlaku v MPa a objemu v litrech nepřesahuje 10**,
- c) tlakové nádoby pracující s radioaktivními látkami nebo tlakové nádoby umístěné v prostředí s neutronovým tokem,
- d) tlakové nádoby do 10 litrů (včetně), u nichž bezpečnostní součin nepřevyšuje 10,
- e) tlakové nádoby z trubek i nekuhových průřezů o nejvyšším vnitřním rozměru do 100 mm (včetně) bez sběračů, popřípadě se sběrači, pokud sběrač z trubky i nekuhového průřezu nemá vnitřní rozměr větší než 150 mm (včetně),
- f) topná tělesa pro parní a vodní (kapalinové) vytápění,
- g) potrubí, jeho rozšířené části a tlakové nádoby do něho vestavěné (určené například k uvolňování tlaku nebo jako zásobníky), jejichž vnitřní průměr (D) nepřesahuje trojnásobek vnitřního průměru (d) největší připojené trubky ($D < 3d$), jakož i všechny rozšířené části potrubí a tlakové nádoby do něho vestavěné, pokud slouží jen k dopravě pracovní látky (například rozdělovače, odlučovače, sběrače),
- h) tlakové části strojů a technických zařízení, které nejsou samostatnými tlakovými nádobami (například válce pístových strojů, skříně parních turbín, větrníky pístových kapalinových čerpadel, chladiče kompresorů, tlaková pouzdra zapouzdrěných rozvodů),
- i) ohřívače vzduchu, prašníky, čističe plynu vysokých pecí,
- j) nafukovací nekovová zařízení, u nichž vnitřní přetlak stlačeného plynu zajišťuje jejich tvar a tuhost (například pneumatiky, pneumatické nosníky, plováky),
- k) nádoby na plyny o tlakovém objemu do 0,22 litru (včetně),
- l) nevratné tlakové nádoby pro aerosoly a podobné použití,



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Pasport

- Základní doklad, který potvrzuje charakteristiku nádoby a soulad s technickou dokumentací.
- Vypracovává výrobce nádoby a musí tam být údaje o částech namáhaných přetlakem (u výrobce archivace 10 let).

Obsah pasportu:

1. Všeobecné údaje
2. Technická charakteristika a parametry
3. Údaje o pojistných ventilech a bezpečnostní výstroji
4. Údaje o základní armatuře
5. Přehled o použitém materiálu
6. Výpočet pevnosti nádoby
7. Náčrtek nádoby s rozměry.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení TLAKOVÁ



Pasport tlakové nádoby

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE:

Název a adresa provozovatele			
Název a adresa výrobce	Reflex Winkelmann GmbH, Gersteinstrasse 19, Ahlen, Německo		
Název a adresa dovozce	REFLEX CZ, s.r.o. Sezemická 2757/2, Praha 9 tel.: 800 733 539		
Výrobní číslo		Rok výroby	2014
Název nádoby	Reflex NG 8 - 140 a N 200 - 1000		
Určení	Expanzní nádoba s membránou		
Tvar a konstrukční rozměry podle výkresu číslo	viz tabulka		

2. TECHNICKÁ CHARAKTERISTIKA A PARAMETRY:

Max. pracovní tlak (bar)	6,0
Zkušební tlak hydraulický (bar)	8,6
Zkušební tlak pneumatický (bar)	
Zkušební látka a délka trvání zkoušky (čas v minutách)	voda, 10
Nejvyšší pracovní teplota °C	70
Pracovní látka	voda / dusík
Objem (v litrech)	8 - 1000
Hmotnost (v kg)	viz tabulka
Přídavek na korozi, erozi (v mm)	0,1
Kategorie nádoby	4

3. ÚDAJE O POJISTNÝCH VENTILECH A JINÝCH ZAŘÍZENÍCH:

Poř. číslo	Typ poj. ventilu nebo poj. zařízení	Počet	Výrobní číslo	Jmenovitá světlost DN	Jmenovitý tlak PN
1					
2					
	Nejmenší průtočný průměr d ₀ v mm	Otevírací přetlak v barech	Zaručený výtokový součinitel α _w	Zaručený výtok Q _Z v kg*h ⁻¹	Číslo a datum vydání typového osvědčení
1					
2					

4. ÚDAJE O ZÁKLADNÍ ARMATUŘE:

Počet	Název	Norma	Max. tlak (bar)	Max. teplota (°C)	DN

Zdroj: <https://docplayer.cz/14842529-Pasport-tlakove-nadoby.html>

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Revize

- Výchozí revize
- Provozní revize
- Vnitřní revize
- Zkouška těsnosti
- Tlaková zkouška

Výchozí revize

- Provádí se u tlakových nádob nových, rekonstruovaných nebo u těch, kde došlo ke změně použití nebo k přemístění
- Revizní zpráva je přílohou pasportu



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Provozní revize

- První do dvou týdnů po zahájení provozu nádoby
- Další jednou ročně
- U nádob chladících zařízení jednou za dva roky

Vnitřní revize

- 1 x za 5 let
- Před rekonstrukcí a po ní nebo po větších opravách
- Při odstávce delší než dva roky
- Po každém přemístění
- Při změně pracovní tekutiny

U neprůlezných nádob - 1x 5 let tlaková zkouška

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Zkouška těsnosti

- Po každé vnitřní revizi

Tlaková zkouška

- Nejpozději 1 x za 9 let
- Po provozní přestávce delší než dva roky (je-li nutné po vnitřní revizi)
- Po přemístění nádoby (je-li nutné po vnitřní revizi)
- Po překročení nejvyššího pracovního přetlaku nebo nejvyšší pracovní teploty

Nelze provést u expanzních nádob - zde 1x 5let zkouška těsnosti

Odpovědné osoby

- 1) Pracovník odpovědný za bezpečný a hospodárný provoz
- 2) Obsluha tlakových nádob (1x 3roky školení); vedení deníku a kontrolních záznamů



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **TLAKOVÁ**

Povinnosti obsluhy

1. Kontrola pojistného ventilu

- 1 x za měsíc (u nádob do 4 MPa nebo s teplotou pracovní látky do 300 °C)
- 1 x za rok (jedovaté, žíravé nebo jiné nebezpečné s prac. přetlakem nad 10 MPa)
- 1 x za 4 měsíce

2. Kontrola tlakoměrů

3. Kontrola teploměrů

Odstavení z provozu

1. Vznikne-li trhлина.
2. Netěsnosti v rozebíratelných spojích, obsahuje-li žíravé, jedovaté, výbušné nebo hořlavé látky.
3. Dojde-li k selhání bezpečnostní výstroje.
4. Hrozí-li přímé nebezpečí úrazu osob.
5. Vyskytnou-li se jiné neobvyklé jevy.
6. Při vzniku deformací na stěnách nádoby.
7. Při překročení max. teploty, která by mohla narušit pevnost materiálu.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Vyhláška č. 21/1979 Sb. -kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

Vyhláška č. 85/1978 Sb. -o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení

Vyhláška č. 48/1982 Sb. -kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení

a další normativní předpisy

Definice plynu:

Za plyny se považují látky, jejichž kritická teplota je nižší než 50 °C, nebo látky u nichž je při teplotě 50 °C absolutní tlak (tenze) par vyšší než 0,3 MPa.



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Vyhrazená plynová zařízení

- Výrobu a úpravu plynů
- Skladování a přepravu plynů
- Plnění nádob plyny, včetně tlakových stanic
- Zkapalňování a odpařování plynů
- Zvyšování a snižování tlaku plynů
- Rozvod plynů
- Spotřebu plynů spalováním

Vyhláška je závazná pro organizace, na které se vztahuje působnost orgánu státního odborného dozoru nad bezpečností práce a pro právnické a fyzické osoby, které vykonávají podnikatelskou činnost podle zvláštních předpisů.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Povinnosti provozovatele

- Zajistit, aby kontroly a provozní revize byly vykonávány podle předpisů, popř. návodů a pokynů výrobce a dodavatele.
- Zajistit, aby montáž a opravy zařízení vykonávala jen oprávněná organizace (vydává OIP) a obsluhu zařízení jen odborně způsobilí pracovníci.
- Vypracovat do jednoho měsíce od zahájení provozu místní provozní řád podle podkladů v projektové a dodavatelské dokumentaci, návodů výrobce a na základě zkušeností z provozu
- U zařízení, kde se pracuje s jedovatými a nedýchatelnými plyny, před zahájením provozu zajistit dýchací a oživovací techniku, udržovat ji ve stavu schopném provozu a pro případ nutnosti (havárie, porucha) zajistit protiplynovou nebo záchrannou službu.
- Vést předepsanou technickou dokumentaci a uschovávat doklady stanovené právními předpisy nebo technickými normami.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Kontroly zařízení

- Provádí se nejméně 1 x za rok.
- Musí být provedena do konce kalendářního měsíce, ve kterém projde její lhůta. (Při lhůtě 3 měsíce a kratší nejpozději v den lhůty).
- Provozní revize nahrazuje v kalendářním roce provedení kontroly.
- Posuzuje se, zda stav zařízení odpovídá požadavkům bezpečnosti práce, technických zařízení a požární ochrany; současně se provede kontrola ovzduší a zjištění netěsností.
- Kontrolu provádí pověřený pracovník -obsluha zařízení.
- O kontrole se provádí záznam do provozního deníku

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

REVIZE zařízení

- Revize provádí pracovník, který má k této činnosti osvědčení o odborné způsobilosti -revizní technik. Osvědčení vydává oblastní inspektorát práce.
- Pro provádění revizí je organizace povinna vypracovat harmonogram revizí nejméně na tříleté období a upravovat jej podle provozních zkušeností a technického stavu zařízení.
- Revize musí být provedena do konce kalendářního měsíce, ve kterém projde její lhůta.



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ** Druhy revizí

Výchozí revize

- Provádí oprávněný dodavatel zařízení před uvedením zařízení do provozu a zpráva o výchozí revizi je součástí dodávky zařízení.
- Zařízení nesmí být uvedeno do provozu, pokud nejsou odstraněny závady bránící bezpečnému a spolehlivému provozu, které jsou uvedeny ve zprávě o výchozí revizi.
- Zpráva o výchozí revizi musí být uložena u provozovatele po dobu životnosti zařízení.

Provozní revize

- Provádějí se zejména po skončení zkušebního provozu, po generální opravě, po zásazích, které měly vliv na bezpečnost a spolehlivost provozu, po nuceném odstavení (nehoda, porucha), po odstávce delší než 6 měsíců.
- Provádějí se nejméně 1 x za 3 roky.
- Zpráva o provozní revizi musí být uložena u provozovatele po dobu
- nejméně 6 let.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Dokumentace

Provozní deník

- Vede se pro jednotlivá zařízení případně pro skupinu zařízení jednoho druhu.
- Nevede se u zařízení pro spotřebu plynu spalováním s výkonem menším než 50 kW -vedou se doklady o údržbě, opravě a seřízení -např. kniha oprav.
- Do deníku se provádí záznam o:
 - Uvedení zařízení do provozu nebo jeho odstavení
 - Vzniklých závadách
 - Údajích potřebných pro posouzení provozu
 - Kontrole zařízení, kontrole ovzduší a zjišťování netěsností
 - Údržbě, opravě a seřízení
 - Provedených provozních zkouškách



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Dokumentace

Místní provozní řád

- U zařízení pro spotřebu plynů spalováním s výkonem menším než 50 kW stačí dokumentace dodávaná výrobcem.
- Do doby zpracování místního provozního řádu (musí být do jednoho měsíce od zahájení provozu) se provoz zajišťuje podle zásad uvedených v projektové a dodavatelské dokumentaci popř. pokynů výrobce.
- Při zpracování se stanoví způsob zajištění obsluhy (trvalá, občasná) a potřebný počet pracovníků obsluhy.
- Trvalá obsluha -obsluha při které je nutná soustavná přítomnost pracovníka na pracovišti nebo v dosahu signalizace.
- Občasná obsluha -přítomnost na pracovišti k zajištění úkonů stanovených místním provozním řádem nebo návodem pro obsluhu a údržbu zařízení



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Školení - obsluha zařízení

- Pracovníci pověřeni obsluhou zařízení musí být provozovatelem seznámeni s předpisy pro obsluhu a se souvisejícími bezpečnostními předpisy, s požárním řádem, poplachovými směrnicemi a musí být zaškoleni v obsluze těchto zařízení. Před pověřením samostatnou obsluhou musí být provozovatelem přezkoušeni.
- Provozovatel je povinen určit obsah seznámení a délku (osnovu) zaškolení s ohledem na charakter a rozsah vykonávané činnosti na daném druhu zařízení a ověřovat znalosti pracovníků revizním technikem, který má platné osvědčení odborné způsobilosti příslušného druhu a rozsahu jednou za tři roky.
- Zkoušky a přezkušování revizním technikem se nepožadují pro obsluhu zařízení pro spotřebu plynů spalováním, jehož celkový výkon je nižší než 50 kW.



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Plynové kotelny

- **kotelna I. kategorie** - kotelna se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů nad 3,5 MW
- **kotelna II. kategorie** - kotelna se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů nad 0,5 MW do 3,5 MW
- **kotelna III. kategorie** - kotelna se jmenovitým tepelným výkonem alespoň jednoho kotle 50 kW a vyšší do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW a kotelna se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů větším než 100 kW i když ani jeden z nich nedosahuje výkonu 50 kW do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW

Školení topičů:

- Zkoušku skládá uchazeč před zkušební komisí. Zkušební komise se skládá z předsedy a z nejméně dvou členů, z nichž jeden musí být revizní technik kotlů
- Pokud uchazeč skládá zároveň zkoušku k obsluze plynového zařízení k otopu kotle, musí být členem zkušební komise též revizní technik plynových zařízení pro spotřebu plynu spalováním se jmenovitým tepelným výkonem alespoň 50 kW.
- Platnost zkoušky 5 let

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Vybavení kotelny

Kotelny III. kategorie:

- Přenosný hasicí přístroj CO_2
- Pěnotvorný prostředek nebo vhodný detektor pro kontrolu těsnosti spojů
- Lékárnička pro první pomoc
- Bateriová svítilna
- Detektor na oxid uhelnatý

Kotelny II. kategorie:

- viz. kotelny III. kategorie + stabilní hasicí zařízení stanovené projektem

Kotelny I. kategorie:

- viz. kotelny II. kategorie + analyzátor spalin, detektor na zjišťování přítomnosti plynného paliva a nosítka

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **PLYNOVÁ**

Plynové kotelny

Odborná prohlídka kotelny:

- před uvedením kotelen do provozu,
- po každé generální opravě a rekonstrukci kotlů,
- při změně druhu paliva,
- vždy po jednom roce provozu kotelen,
- u sezónního provozu před zahájením každé sezóny

Provádí:

Osoba, která ovládá předpisy pro provoz, obsluhu a údržbu kotelního zařízení a kotelny a předpisy související, například tepelný technik, revizní technik kotlů, energetik. O výsledku prohlídek vyhotoví zápis.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **ELEKTRICKÁ**

Vyhláška č. 73/2010 Sb. -o vyhrazených elektrických technických zařízeních

Vyhláška č. 48/1982 Sb. -kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení.

Vyhláška č. 50/1978 Sb. -o odborné způsobilosti v elektrotechnice

Vyhláška č. 73/2010 Sb. -o vyhrazených elektrických technických zařízeních

Jedná se o zařízení:

- a) pro výrobu, přeměnu, přenos, rozvod a odběr elektrické energie a elektrické instalace,
- b) určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **ELEKTRICKÁ**

Výhláška č. 73/2010 Sb. -o vyhrazených elektrických technických zařízeních

Zařízení třídy I.	Skupina A	Zařízení určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu
	Skupina B	Zařízení pracovišť z hlediska úrazu elektrickým proudem zvlášť nebezpečných působením vnějších vlivů; nebezpečí působení vnějších vlivů musí vyplývat z projektové dokumentace
	Skupina C	Zařízení v prostorách pro léčebné účely a ve zdravotnických zařízeních
	Skupina D	Zařízení ve stavbách určených pro shromažďování více než 200 osob
	Skupina E	Zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny, pokud jsou součástí zařízení uvedených ve skupinách A až D
Zařízení třídy II.	Skupina A	Zařízení užívaná k výrobě, přeměně, přenosu, rozvodu nebo užití elektrické energie s napětovými převody vysokého napětí (vn), velmi vysokého napětí (vvn) nebo zvlášť vysokého napětí (zvn) se jmenovitým výkonem nad 5 MW
	Skupina B	Zařízení o napětí nad 1000 V střídavých a 1500 V stejnosměrných nesloužící pro veřejný rozvod podle energetického zákona s přenášeným výkonem větším než 1 MW
	Skupina C	Zařízení určená pro použití v prostředí s nebezpečím požáru
	Skupina D	Zařízení neuvedená ve třídě I. s proudem a napětím převyšujícím bezpečné hodnoty podle příslušných technických norem
	Skupina E	Zařízení silničních vozidel s vestavěným elektrickým vybavením a zařízení sloužící k připojení těchto vozidel na parkovištích a v kempech
	Skupina F	Zařízení v objektech pro přechodné ubytování fyzických osob
	Skupina G	Zařízení prozatímních stavenišť a zařízení ve stavbách, ve kterých jsou prováděny bourací práce
	Skupina H	Zvláštní a prozatímní zařízení určená k používání na výstavištích, v lunaparcích, v prozatímních scénických zařízeních, při dočasných kulturních a zábavních akcích, prozatímní zařízení pro zvukové a obrazové přenosy
	Skupina I	Zařízení v zemědělských stavbách
	Skupina J	Zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny neuvedená ve třídě I. skupině E

Zdroj: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-73>



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení ELEKTRICKÁ

Protokol o určení vnějších vlivů

Vyjadřuje soubor všech faktorů působících v daném místě na elektrické zařízení, tvoří podklad pro zpracování plánu údržby, projektů, revizí, postupů prací a instalací nových i rozšiřujících zařízení či technologií.

Každý stupeň vnějšího vlivu je kódován dvěma velkými písmeny a číslicí (např. AB5).

První písmeno - jednu ze tří všeobecných kategorií vnějších vlivů,

- Vlivy A - vnější činitel prostředí (teplota, vlhkost)
- Vlivy B - využití (charakteristika osob, zpracovávaný materiál)
- Vlivy C - konstrukce budovy (použitý materiál, fixace na okolí)

Druhé písmeno - upřesňuje, o který konkrétní vnější vliv se jedná

(A = teplota okolí, B = atmosférické podmínky, C = nadmořská výška, D = výskyt vody atd.).

Číslice - označují rozsah působení konkrétního vlivu - od nejmírnější třídy vlivu (1) až po nejsilnější (9).

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení ELEKTRICKÁ

Revize

Interval revizí elektrozařízení objektu - podle nebezpečnosti prostředí,
maximálně 5 let.

Revize elektrospotřebičů

Tabulka 1 – Lhůty pravidelných revizí nepřípevněných spotřebičů

Skupina elektrických spotřebičů	nepřípevněné spotřebiče držené v ruce ^{*)} (viz 3.2.4 a 3.2.5)		ostatní nepřípevněné spotřebiče (viz 3.2.2)
A	Před vydáním provozovateli nebo uživateli a dále podle skupiny jejich užívání (viz 5.2 bod 1)		
B	Třídy I	1 × za 3 měsíce	1 × za 6 měsíců
	Třídy II a III	1 × za 6 měsíců	
C	Třídy I	1 × za 6 měsíců	1 × za 24 měsíců
	Třídy II a III	1 × za 12 měsíců	
D	Třídy I Třídy II a III	1 × za 12 měsíců	1 × za 24 měsíců
E	Třídy I Třídy II a III	1 × za 12 měsíců	1 × za 24 měsíců

Skupina A – Spotřebiče poskytované formou pronájmu dalšímu provozovateli nebo přímému uživateli.

Skupina B – Spotřebiče používané ve venkovním prostoru (na stavebách, při zemědělských pracích atp.).

Skupina C – Spotřebiče používané při průmyslové a řemeslné činnosti ve vnitřních prostorách.

Skupina D – Spotřebiče používané ve veřejně přístupných prostorách (školy, kluby, hotely, internetové kavárny atp.).

Skupina E – Spotřebiče používané při administrativní činnosti.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **ELEKTRICKÁ**

Školení

- Školení elektrikářů § 6 a více - 1 x za 3 roky
- Školení zaměstnanců § 3 - např. v rámci vstupního školení BOZP

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **ZDVIHACÍ**

Vyhláška č. 19/1979 Sb. -kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení
a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

- a - zdvihadla a pojízdná zdvihadla o nosnosti nad 5 000 kg,
- b - jeřáby o nosnosti nad 5 000 kg - bez omezení,
- c - pohyblivé pracovní plošiny s výškou zdvihu nad 3m -bez omezení,
- d - stavební výtahy s výškou zdvihu nad 3m, jimiž se dopravují také osoby,
- e - výtahy, které jsou trvalou součástí staveb, o nosnosti nad 100 kg a s výškou zdvihu nad 2m -bez omezení,
- f - regálové zakladače se svisle pohyblivými stanovišti obsluhy.



Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení ZDVIHACÍ

Co nepatří mezi zdvihací zařízení?

- vrátky,
- zdvižné vozíky,
- stabilní konstrukce, na nichž jsou umístěna zdvihadla, pojízdná zdvihadla a jeřáby,
- zdvihací zařízení, konstruovaná a sestavená výlučně pro montážní účely (montážní stožáry, ramena, nástavby apod.),
- závěsné dopravníky,
- nakladače,
- zdvihací čela nákladních automobilů,
- mechanické rampy,
- plošiny pro zdvihání automobilů,
- výsuvné žebříky,
- prostředky pro vázání, zavěšení a uchopení břemen, které nejsou trvalou součástí zařízení,
- pomocná (jednouúčelová) manipulační zařízení, která jsou součástí technologických linek strojů.

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení **ZDVIHACÍ**

Vazač (slinger)

Typ A

vyškolen a prakticky zaučen pro všechny druhy vázání všemi druhy vázacích prostředků

delší a náročnější školení + zácvik

vystavuje se vazačský průkaz

Typ B

vyškolen a praktický zaučen v rámci systému bezpečné práce pro daná pracoviště

vázání nesmí být hlavní pracovní náplní

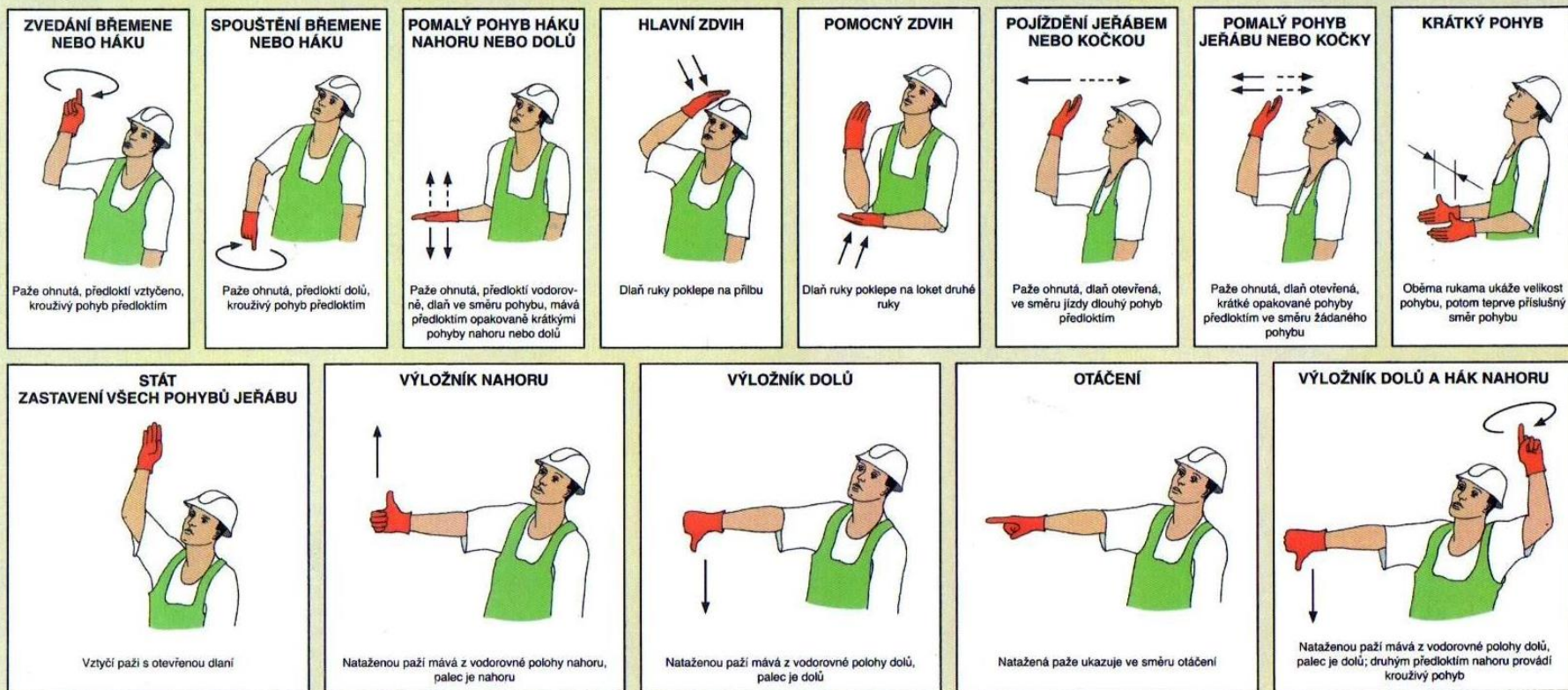
nevydává se vazačský průkaz, pouze karta vazače

Vyhrazená technická zařízení

Vyhrazená zařízení ZDVIHACÍ

Vazač (slinger)

DOROZUMÍVACÍ ZNAMENÍ DÁVANÉ VAZAČEM A JEŘÁBNÍKEM



Zdroj: https://www.skoleni-gerabniku.cz/skoleni_gerabniku_vazacu_vyska.html



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- **Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy**
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Spolehlivost zařízení

Spolehlivost – základní pojmy

Spolehlivost jako obor představuje aparát pro posuzování spolehlivosti výrobků na základě statistických údajů.

Spolehlivost jako taková není přesně definovaná technická vlastnost, ale vyjadřuje odhad délky životnosti technického produktu a pravděpodobnost jeho výpadku pro poruchu.

Je to **statistická veličina** => u jednotlivého výrobku ji nelze garantovat.

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Spolehlivost zařízení

Spolehlivost – základní pojmy

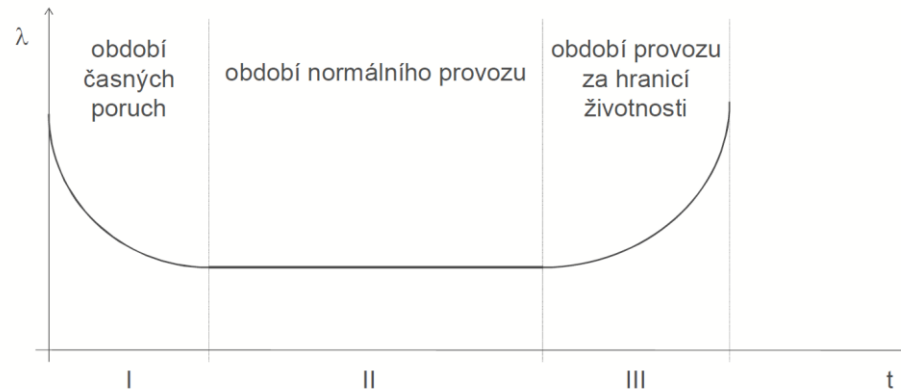
intenzita poruch λ_P (rok⁻¹)

střední doba poruchy τ_P (h)

intenzita údržby λ_U (rok⁻¹)

střední doba údržby τ_U (h)

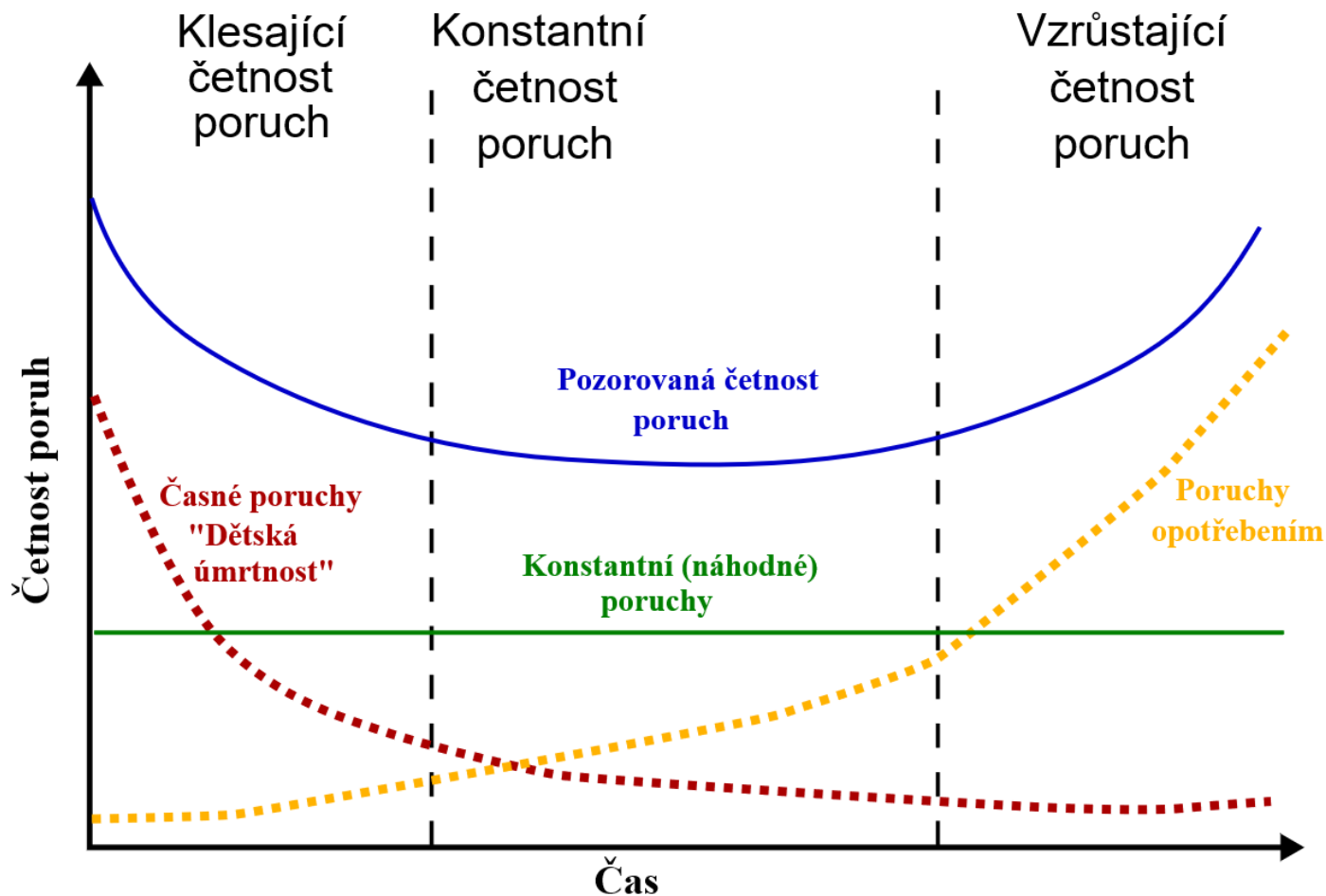
Model stárnutí: „Vanová křivka“ „Bathtub curve“



Zdroj: <https://elektrika.cz/data/clanky/spolehlivost-v-elektrotechnice>

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Bathtub curve



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Vanov%C3%A1_k%C5%99ivka

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Distribuční funkce doby do poruchy

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

Kde:

t čas poruchy (h)

t_0 garantovaná doba bez poruch [h]

β charakteristika opotřebení

- $\beta < 1$ indikuje období časných poruch
- $\beta = 1$ indikuje náhodné poruchy
- $\beta > 1$ indikuje poruchy opotřebení

η charakteristická životnost (h)

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Základní pojmy

Spolehlivost (reliability) - schopnost plnit požadované funkce, při zachování hodnot stanovených provozních ukazatelů v daných mezích a čase, podle stanovených technických podmínek

Bezporuchovost (reliability) - schopnost plnit nepřetržitě požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek

Životnost (longevity) - schopnost objektu plnit požadované funkce při stanoveném systému oprav a údržby

Udržovatelnost (maintainability) - způsobilost k předcházení poruch předepsanou údržbou

Opravitelnost (repairability) - způsobilost ke zjišťování příčin vzniku poruch a odstraňování jejich následků opravou

Objekt (item) - předmět stanoveného určení, jehož spolehlivost se zkoumá

Prvek (component) - samostatně uvažovaná část objektu

Systém (system) - souhrn několika vzájemně spjatých prvků určený k plnění předepsaných funkcí

Záloha (reserve) - funkčně nadbytečný objekt nebo prvek určený ke zvýšení spolehlivosti daného systému

Zálohování (redundancy) - metoda zvýšení bezporuchovosti objektu (systému) použitím záloh

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Základní pojmy

Provoz (operation) - stav, při kterém objekt plní požadovanou funkci

Poruchový stav (state of failure) - stav objektu, při kterém objekt není schopen plnit požadovanou funkci, v mezích daných technickou dokumentací

Doba provozu (operating time) - doba pro vykonání práce, rozsah vykonávané práce

Doba do první poruchy (time to first failure) - doba provozu objektu do první poruchy

Doba mezi poruchami (time between failures) - doba provozu objektu mezi dvěma po sobě následujícími poruchami

Technický život (life, life - time) - součet dob provozu objektu od začátku provozu, nebo po generální opravě, nebo do vzniku mezního stavu

Doba skladování (storage time) - kalendářní doba skladování za daných podmínek

Kritérium poruchy (failure criterion) - souhrn znaků charakterizujících přechod objektu z bezporuchového stavu do stavu poruchového

Třídění poruch

Třídění poruch a mezních stavů se provádí ve stádiu projektování, výroby a využití objektů, při rozboru a zpracování údajů o poruchách a mezních stavech objektů. Stanovení skutečností, že poruchy a mezní stavy vznikly, se provádí na základě kritérií poruch a mezních stavů podle ČSN 010601. Jevem, podle něhož se třídí mezní stavy, je přechod do mezního stavu.

Hlediska třídění se používají při:

- předkládání informací o poruchách a mezních stavech,
- rozboru, hodnocení a předpovědi spolehlivosti,
- stanovení kritérií poruch a mezních stavů,
- při rozboru statistiky příčin poruch a mezních stavů.

Základní hlediska třídění:

- podle místa vzniku poruchy,
- podle času,
- podle způsobu projevu a odstranění poruchy.

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Hlavní typy poruch

Porucha z vnějších příčin (misuse failure) - porucha vzniklá nedodržením stanovených provozních podmínek z předpisů

Porucha přetížením (overload failure) - porucha vzniklá zatížením překračujícím mez stanovenou

technickou dokumentací pro objekt

Porucha z vnitřních příčin (inherent weakness failure) - porucha způsobená vlastní nedokonalostí objektu při zachování stanovených provozních podmínek a předpisů pro zatěžování

Nezávislá porucha (independent - primary - failure) - porucha prvku soustavy, která nebyla způsobena vadou jiného prvku soustavy

Závislá porucha (dependent - secondary - failure) - porucha způsobená vadou jiného prvku

soustavy

Konstrukční porucha (design failure) - porucha způsobená chybou konstrukce

Výrobní porucha (manufacturing failure) - porucha způsobená nedodržením stanoveného výrobního postupu

Provozní porucha (operating failure) - porucha způsobená nedodržením stanovených provozních předpisů



Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Hlavní typy poruch

Porucha dožitím (wear - out failure) - poruchy vzniklé jako důsledek opotřebování, únavy a stárnutí

Závada (minor defect) - drobná vada která nemá vliv na schopnost objektu plnit funkci v provozu

Náhlá porucha (sudden failure) - porucha vzniklá skokovou změnou hodnot jednoho nebo několika parametrů objektu. Nelze předvídat.

Postupná porucha (gradual failure) - porucha vzniklá postupnou změnou hodnot jednoho nebo

několika parametrů objektu. Lze předcházet prevencí.

Úplná porucha (complete failure) - porucha zcela zabraňující použití objektu

Částečná porucha (partial failure) - porucha v důsledku odchylek hlavních technických parametrů objektu, které nejsou však takové, aby zabránily použití objektu

Havarijní porucha (catastrophic failure) - porucha která je náhlá a úplná

Periodicita poruch

Období časných poruch (early failure period - EFP) - počáteční úsek doby používání, během kterého se intenzita poruch zmenšuje

Období konstantní intenzity poruch (constant failure rate period - CFRP) - období během kterého poruchy vznikají s přibližně konstantní intenzitou

Období poruch dožitím (wear - out failure period - WOFP) - koncový úsek doby používání, během kterého se intenzita poruch zvětšuje

Spolehlivostní prognózy **pracují vždy s údaji platnými pro období konstantní intenzity** poruch.

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Ukazatele spolehlivosti

Pravděpodobnost poruchy (probability of failure) - pravděpodobnost, že v daném časovém intervalu vznikne porucha objektu

= *počet poruch / celkový počet provozovaných objektů*

Pravděpodobnost bezporuchového provozu (probability of survival) - pravděpodobnost, že v daném časovém intervalu nevznikne porucha objektu

= *počet neporušených objektů / celkový počet provozovaných objektů*

Hustota pravděpodobnosti poruchy (failure probability density) - pravděpodobnost, že dojde k poruše za malý časový interval po daném okamžiku, dělená velikostí tohoto intervalu

= *počet porušených za malý interval / (celkový počet x délka intervalu)*

Intenzita poruch (failure rate) - podmíněná hustota pravděpodobnosti poruchy

= *počet porušených objektů za malý časový interval / (celkový počet neporušených do tohoto času x délka intervalu)*

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Ukazatele spolehlivosti

Střední intenzita poruch (mean failure rate) - střední hodnota intenzity poruch objektu za časový Interval

Střední doba do poruchy (mean time to failure) - střední hodnota doby provozu objektu do první poruchy. Určuje se jako aritmetický průměr dob do první poruchy.

Střední doba mezi poruchami (mean time between failures MTBF) - střední doba provozu objektu mezi poruchami určená jako aritmetický průměr dob mezi poruchami.

Střední doba opravy (mean time to repair MTTR) - střední doba od začátku opravy do okamžiku obnovy bezvadnosti nebo provozuschopnosti objektu

Střední doba poruchového prostoje (mean down time due to failure MDT) - střední doba provozu neschopného stavu objektu, způsobeného poruchou

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Ukazatele životnosti

Střední život (mean life) - střední doba technického života

Předepsaný život (specified life) - celková provozní doba objektu, při jejíž dosažení se má používání objektu ukončit nezávisle na jeho stavu

Životnost (longevity) - schopnost objektu plnit požadované funkce při stanoveném systému oprav a údržby

Součinitel pohotovosti (coefficient of availability) - pravděpodobnost, že objekt který je v ustáleném provozním režimu, bude provozu schopný v libovolně zvoleném okamžiku

$$K_p = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_{Oi}}$$

$\sum t_i$ Kumulativní doba provozu
 $\sum t_{Oi}$ Kumulativní doba opravy

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Ukazatele životnosti

Součinitel technického využití (coefficient of technical utilization) - poměr střední hodnoty doby setrvání objektu v provozuschopném stavu za určité období, k součtu středních hodnot doby setrvání objektu v provozuschopném stavu, doby prostojů způsobených údržbou a doby oprav za stejné období

$$K_{TV} = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_{oi} + \sum t_{ui}}$$

$\sum t_i$	Kumulativní doba provozu
$\sum t_{oi}$	Kumulativní doba opravy
$\sum t_{ui}$	Kumulativní doba údržby

Spolehlivostní blokové schéma (reliability block diagram RBD) - schéma které znázorňuje zapojení prvků z hlediska rozboru a výpočtu spolehlivosti systému

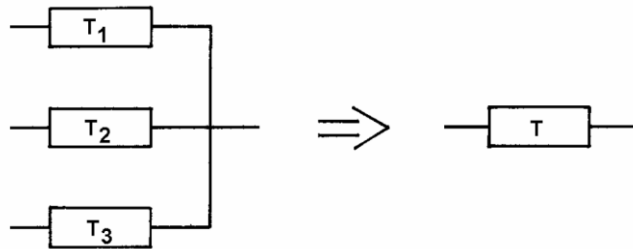
Sériové zapojení (serial connection) - zapojení prvků v RBD, při kterém vznikne porucha soustavy při poruše alespoň jednoho prvku

Paralelní zapojení (parallel connection) - zapojení prvků v RBD, při kterém vznikne porucha soustavy při poruše všech prvků

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Výpočet spolehlivosti systému

Výpočet spolehlivosti složitého systému je **analogický s výpočtem odporu složitého el. obvodu**. Spolehlivost jednotlivých prvků objektu je vyjádřena střední dobou mezi dvěma poruchami (MTBF) označuje se jako T [hod] resp. pomocí pravděpodobnosti výpadku $\lambda = 1/T = 1/MTBF$



$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3}$$

Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy

Pohotovost

Současně s výpočtem spolehlivosti vyjádřené MTBF je neméně důležité stanovení pohotovosti, která vyjadřuje pravděpodobnost, že objekt se bude v libovolně zvoleném okamžiku nacházet v provozuschopném stavu. Ukazatel pohotovosti A se vyjádří jako:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MDT}$$

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

MTBF - střední doba provozu objektu mezi poruchami

MDT - střední doba poruchového prostoju

MTTR - střední doba opravy

Požadavek na pohotovost $A = 0,998$ znamená za 1 rok max. 17 hodin prostojů pro poruchu.

Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Metody údržby zařízení

Údržba – zachování spolehlivosti s minimem nákladů

Prováděním koordinované údržby, tj.: provádí-li se údržba na několika prvcích, které jsou z hlediska spolehlivosti v sérii (např. jednotlivé přístroje vývodu rozvodny), provádí se zpravidla v jednom údržbovém prostoji, nedochází tedy ke sčítání intenzit údržby.

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Metody údržby zařízení

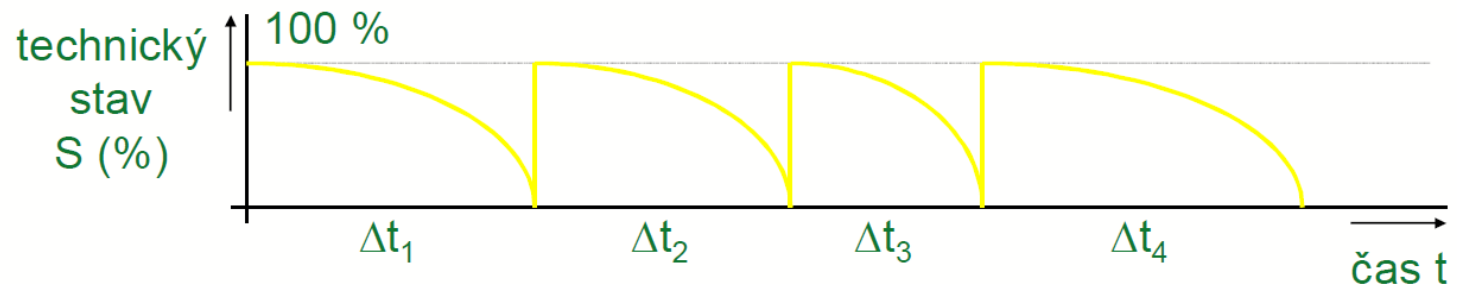
RTF (run to failure)

Údržba po poruše (korektivní) tzv. provoz do poruchy

Nejstarší typ údržby.

Zařízení je cíleně provozováno až do poruchy. Ta je následně odstraněna pomocí předem připravených náhradních dílů, postupů údržby a nasmlouvané pracovní síly

$$\Delta t_1, \Delta t_2, \dots \neq \text{konst.}, S_1 = S_2 = \dots = 0$$



Zdroj: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/10826/mgr_20335.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Metody údržby zařízení

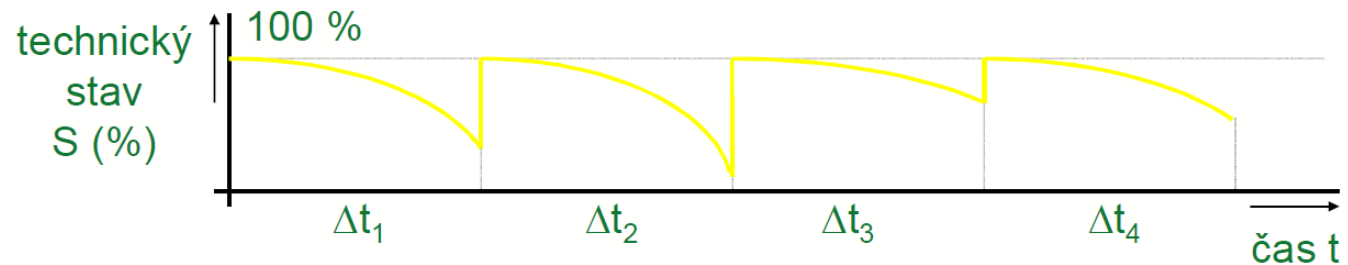
TBM (time based maintenance)

Preventivní periodická údržba

Od 50. let 20. století; spojena s rozvojem diagnostických metod

Typ preventivní údržby. Úkony jsou předem naplánovány bez ohledu na aktuální stav zařízení. Plánovanou dobou může být kalendářní doba, ale i počet motohodin, cyklů, sepnutí atp. Např. výměna oleje v autě po x km, pravidelné mazání ložisek.

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \text{konst.}, S_1, S_2, \dots \neq \text{konst.}$$



Zdroj: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/10826/mgr_20335.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Metody údržby zařízení

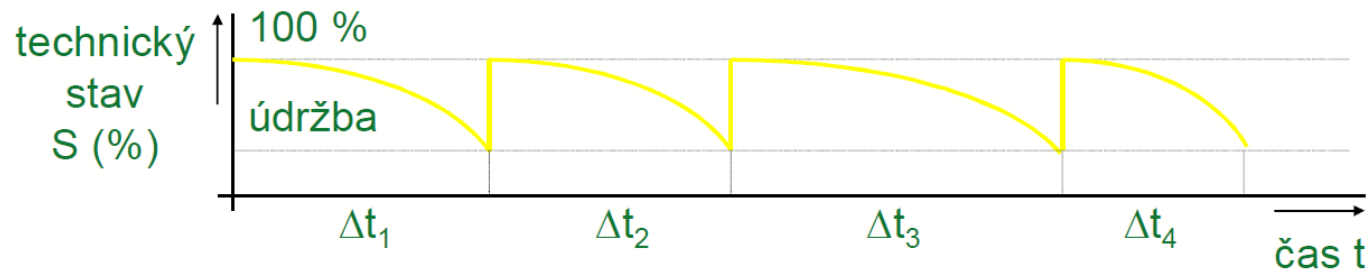
CBM (condition based maintenance)

Údržba podle technického stavu

Od 80. let 20. století; spojena s rozvojem diagnostických metod

Typ preventivní prediktivní údržby. Reaguje na stav zařízení, zjištěný během sledování zařízení (systému). Např. výměna ložisek na základě měření vibrací, výměna oleje na základě analýzy atp.

$$\Delta t_1, \Delta t_2, \dots \neq \text{konst.}, S_1 = S_2 = \dots = \text{konst.}$$



Zdroj: https://dSPACE.tul.cz/bitstream/handle/15240/10826/mgr_20335.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Metody údržby zařízení

RCM (reliability centered maintenance)

Spolehlivostně orientovaná údržba

Od 90. let 20. století; snaha o co **nejvyšší efektivitu**; přihlíží se k **důležitosti** zařízení

Systém plánování údržby vycházející z analýzy možných poruchových stavů, pravděpodobnosti jejich vzniku a následků, tedy hodnoty rizika. (ČSN EN 60300-2-11)

$$\Delta t_1, \Delta t_2, \dots \neq \text{konst.}, S_1, S_2, \dots \neq \text{konst.}$$



Zdroj: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/10826/mgr_20335.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Údržba zařízení a metody jejího provádění

RCM

RCM (reliability based maintenance)

Cílem spolehlivostně orientované údržby je vytvořit takovou strategii údržby, aby se minimalizovaly celkové provozní náklady při zachování nezbytné míry spolehlivosti, bezpečnosti a ohleduplnosti k životnímu prostředí provozovaných zařízení.

Postup RCM

1. Určení všech zařízení, která podléhají údržbě a uplatní se tedy v samotném procesu RCM.
2. Stanovení funkce těchto zařízení.
3. Určení výsledného modelu stárnutí zařízení.
4. Stanovení důležitosti zařízení.
5. Identifikace poruch zařízení a jejich následků.
6. Sestavení rovnice celkových provozních nákladů na zařízení a nalezení nejvhodnější formy údržby.

Údržba zařízení a metody jejího provádění

RCM

Následky poruch

Bezpečnostní následky - zranění osob, zničení zařízení, vznik požáru, obecné ohrožení

Ekologické následky - znečištění ovzduší, vodních toků, kontaminace půdy, např. únik oleje při havárii transformátoru, únik radioaktivity při havárii v jaderné elektrárně

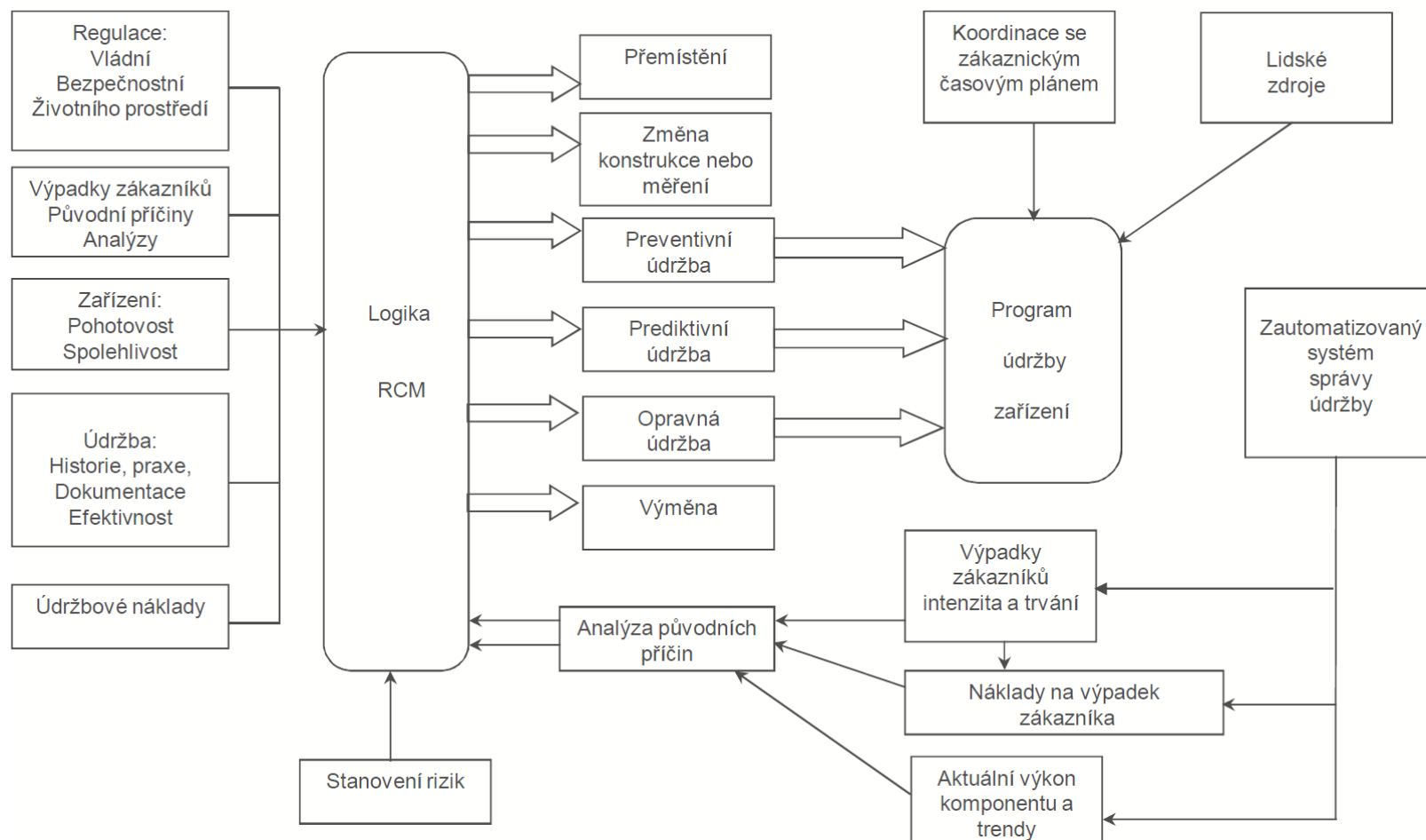
Provozní následky - přímé ekonomické ztráty v důsledku omezení výroby (distribuce) a náklady na opravu

Neprovozní následky - spojené s přímými náklady na opravu

Skryté následky - poruchy, které nejsou na první pohled patrné a mohou zapříčinit vznik vícenásobné poruchy, např. chybné funkce a poruchy ochranných zařízení

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Schéma procesu RCM



Zdroj: https://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Clenstvi/Centra/Sborniky_spolehlivost/192_52sbornik_.pdf

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Metody údržby zařízení

Stanovení pořadí prvků do údržby (**stav vs. důležitost**)

U každého prvku se stanovuje stav a důležitost

Dříve rozdělení pouze na **kritická** a **nekritická zařízení**

Dnes spíše podrobnější dělení:

- **Největší tahouni:** Procento výroby nebo dodržení úrovně kvality souvisí přímo s výkonností tohoto zařízení. Vyžaduje neustálé vyhodnocování a optimalizaci bez ohledu na stav a musí být vždy provozováno na špičkové úrovni výkonu.
- **Kritická zařízení** (zásadního vlivu): Úroveň výkonnosti daného zařízení není tak důležitá ve smyslu „bud' je v provozu, nebo není v provozu“, avšak doba provozuschopnosti tohoto zařízení koreluje s výnosem produkce.
- **Polokritická zařízení:** Výpadek nebo selhání tohoto zařízení vytváří tlak na produkci nebo dodržení úrovně kvality. Denní procesy jsou schopny pokračovat, i když ne zcela optimálně, i v případě selhání daného zařízení.
- **Nekritická zařízení:** Produkce nebo dodržení úrovně kvality nejsou tímto zařízením ovlivněny. I když mohou existovat jiné důvody k opravě daného zařízení, není to kvůli přímé výrobní ztrátě.

Údržba zařízení a metody jejího provádění

RCM

Kritéria výběru prvků pro RCM

1. Kritéria, která odráží důležitost prvků pro daný systém.
2. Kritéria v této skupině musí vyjadřovat „úplnost“ a dostatečný počet vstupních podkladů pro zavedení systému RCM.
3. Třetí skupina kritérií musí brát v úvahu návratnost, tedy fakt, že u některých prvků se asi nebude měnit stávající systém údržby.

Důležitost zařízení

Důležitostí se rozumí významnost daného zařízení z hlediska dopadu jeho výpadku na provoz systému - přímo závislá na velikosti nákladů na výpadek.

Důležitost zařízení tedy nesouvisí se samotnou spolehlivostí zařízení, ale závisí výhradně na jeho umístění v soustavě (systému).

Údržba zařízení a metody jejího provádění

Údržba zařízení

Nákladovost

Pro jednotlivá zařízení je nezbytné sestavit rovnici celkových provozních nákladů a nalézt její lokální minimum

$$N_C = N_U + N_O + N_V + N_D \quad (\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1})$$

Kde

N_U . . . náklady na údržbu zařízení ($\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$)

N_O . . . náklady na opravu ($\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$)

N_V . . . náklady na výpadek ($\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$)

N_D . . . další náklady ($\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$)

Příklad:

$$N_U = N_{U1} \cdot \lambda_U \quad N_O = N_{O1} \cdot \lambda_{PK} \quad \lambda_{PK} = \lambda_P \cdot \left(1 - e^{-\frac{\lambda_P}{\lambda_U}} \right)$$

intenzita údržby λ_U (rok^{-1}) intenzita poruch λ_P (rok^{-1})



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- **Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice**
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Definice rizika

Rizika můžeme vnímat pozitivně i negativně. Definice pojmu riziko existuje nepřehledné množství.

- Riziko je událost nebo skutečnost, která může nastat a pokud nastane, má pak negativní dopad na hodnotu společnosti
- Riziko by mělo být měřitelné v závislosti na svém dopadu a pravděpodobnosti, že nastane
- Rizikem se rozumí pravděpodobnost, že jev bude mít negativní dopad na organizaci
- Riziko je pojem, kterým je popisována situace, která může způsobit potenciální ztráty firmě, či organizaci.
- Riziko je situace, v níž existuje možnost nepříznivé odchylky od žádoucího výsledku, ve který doufáme, nebo který očekáváme
- Riziko je nejistota, zda dojde k určité události, která by mohla mít negativní vliv na plnění stanovených cílů
- Riziko se měří podle možných následků a pravděpodobnosti výskytu

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

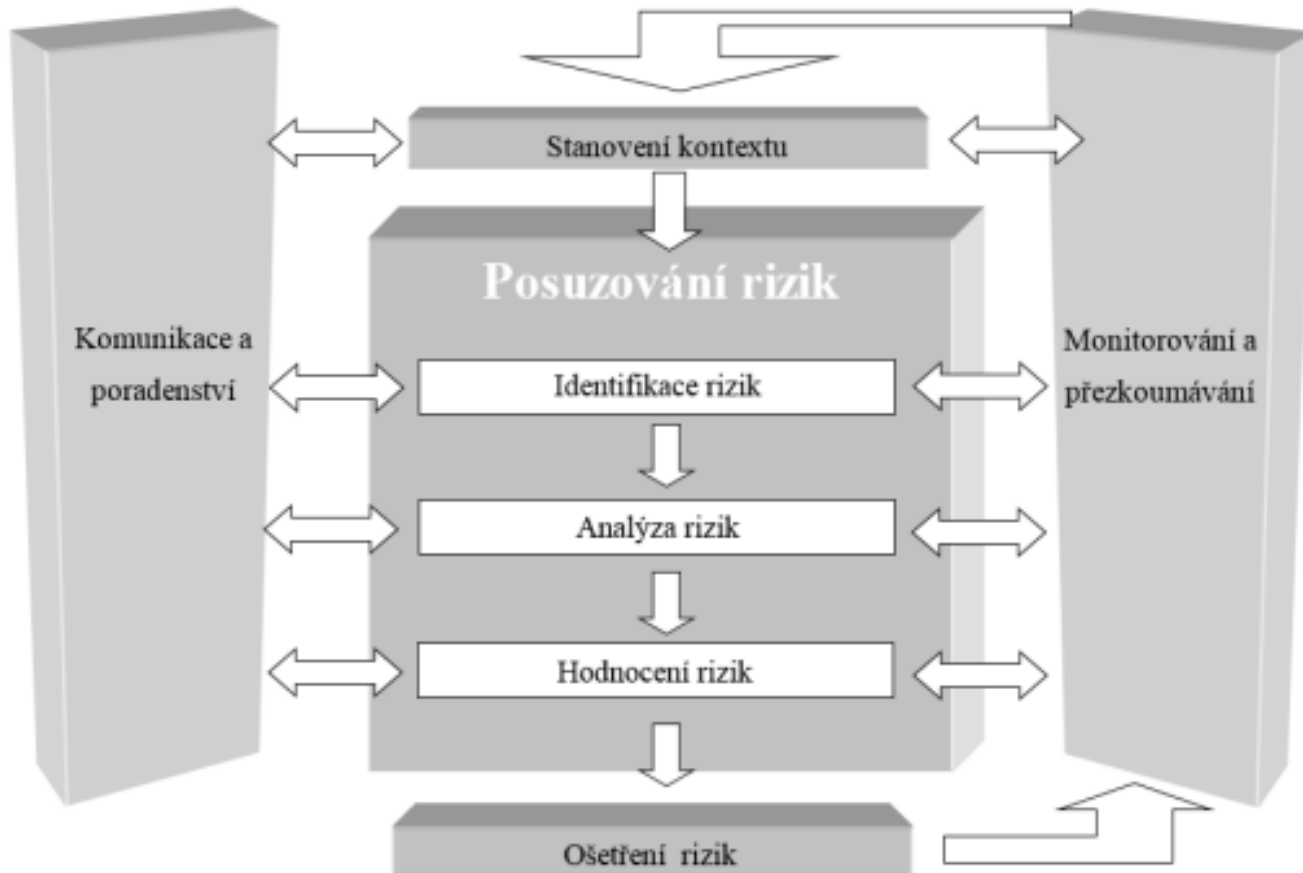
Definice rizika

Rizika obecně mohou být:

- náhodná - příčinná
- přirozená - vyvolaná
- dobrovolná - vynucená
- intuitivní - racionální
- předpokládaná- klasifikovaná
- očekávaná - neočekávaná
- neovlivnitelná - ovlivnitelná
- empirická - teoretická
- objektivní - subjektivní
- identifikovaná - neidentifikovaná, nedefinovaná (skrytá, dosud nenalezená)
- typická - abstraktní

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Řízení rizik



Řízení rizik (Risk Management) je oblast řízení zaměřující se na analýzu a snížení rizika

Zdroj: https://www.ipma.cz/media/1283/dobra_praxe_zeni_rizik.pdf

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Řízení rizik

Posuzování rizik

Další fáze posuzování rizik obsahuje etapy identifikace, analýzy a hodnocení rizik. V první etapě identifikace rizik je nutno identifikovat zdroje rizik a oblasti dopadů. Výstupem je seznam všech rizik.

Identifikace rizik

Hlavním cílem je nalézt maximum rizik, porozumět jejich podstatě, tato rizika popsat a zanést do seznamu rizik.

V rámci první fáze řízení rizika se provádí mimořádně důležitá identifikace a katalogizace rizika. Jedná se o vytvoření seznamu rizik (všech nebezpečí a ohrožení).

Analýza rizik

Pro analýzu rizik existuje mnoho přístupů a metodických postupů. Cílem analýzy rizik je prozkoumat příčiny, následky a vzájemné vazby rizik. Dále je nutno ocenit účinky rizik v kvalitativní nebo kvantitativní formě a zpracovat pořadí rizik podle jejich závažnosti.

Hodnocení rizik

Znamená porovnání úrovní rizik zjištěných analýzou rizik. Výsledkem této fáze je nutné zjistit, která rizika dále ošetřit a která je možné přijmout, je možné rozhodnout i o potřebě další analýzy.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Řízení rizik

Posuzování rizik

Další fáze posuzování rizik obsahuje etapy identifikace, analýzy a hodnocení rizik. V první etapě identifikace rizik je nutno identifikovat zdroje rizik a oblasti dopadů. Výstupem je seznam všech rizik.

Identifikace rizik

Hlavním cílem je nalézt maximum rizik, porozumět jejich podstatě, tato rizika popsat a zanést do seznamu rizik.

V rámci první fáze řízení rizika se provádí mimořádně důležitá identifikace a katalogizace rizika. Jedná se o vytvoření seznamu rizik (všech nebezpečí a ohrožení).

Analýza rizik

Pro analýzu rizik existuje mnoho přístupů a metodických postupů. Cílem analýzy rizik je prozkoumat příčiny, následky a vzájemné vazby rizik. Dále je nutno ocenit účinky rizik v kvalitativní nebo kvantitativní formě a zpracovat pořadí rizik podle jejich závažnosti.

Hodnocení rizik

Znamená porovnání úrovní rizik zjištěných analýzou rizik. Výsledkem této fáze je nutné zjistit, která rizika dále ošetřit a která je možné přijmout, je možné rozhodnout i o potřebě další analýzy.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Typy analýzy rizika

Analýzu rizika je možno provést několika způsoby a za využití různých přístupů, z nichž každý nabízí různý záběr i hloubku studie. Podle charakteru výstupů, které daná analýza nabízí, rozlišujeme tři typy:

Kvalitativní analýza - typ analýzy rizika, kde se používá kvalitativní odhad rizika určité události, tj. nečíselný popis skládající se z identifikace a popisu zdrojů rizik, relativního ocenění závažnosti zdrojů rizik, identifikace, sestavení a popisu scénářů havárií až do kroku vytvoření scénářů (například pomocí metody **HAZOP** = an. ohrožení a provozuschopnosti)

Semikvantitativní analýza - typ analýzy rizika, kde se používá semikvantitativní odhad rizika určité události, tj. kategorie frekvencí a následků pro scénáře jsou definovány určitými stupni závažnosti slovně i kvantitativně (např. číselným rozpětím). Míra rizika je vyjádřena pak obdobně jako u kvalitativní analýzy rizika s upřesněním kategorií závažnosti následků a frekvencí scénářů (například pomocí metody **FMEA** = an. selhání a dopadů)

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Typy analýzy rizika

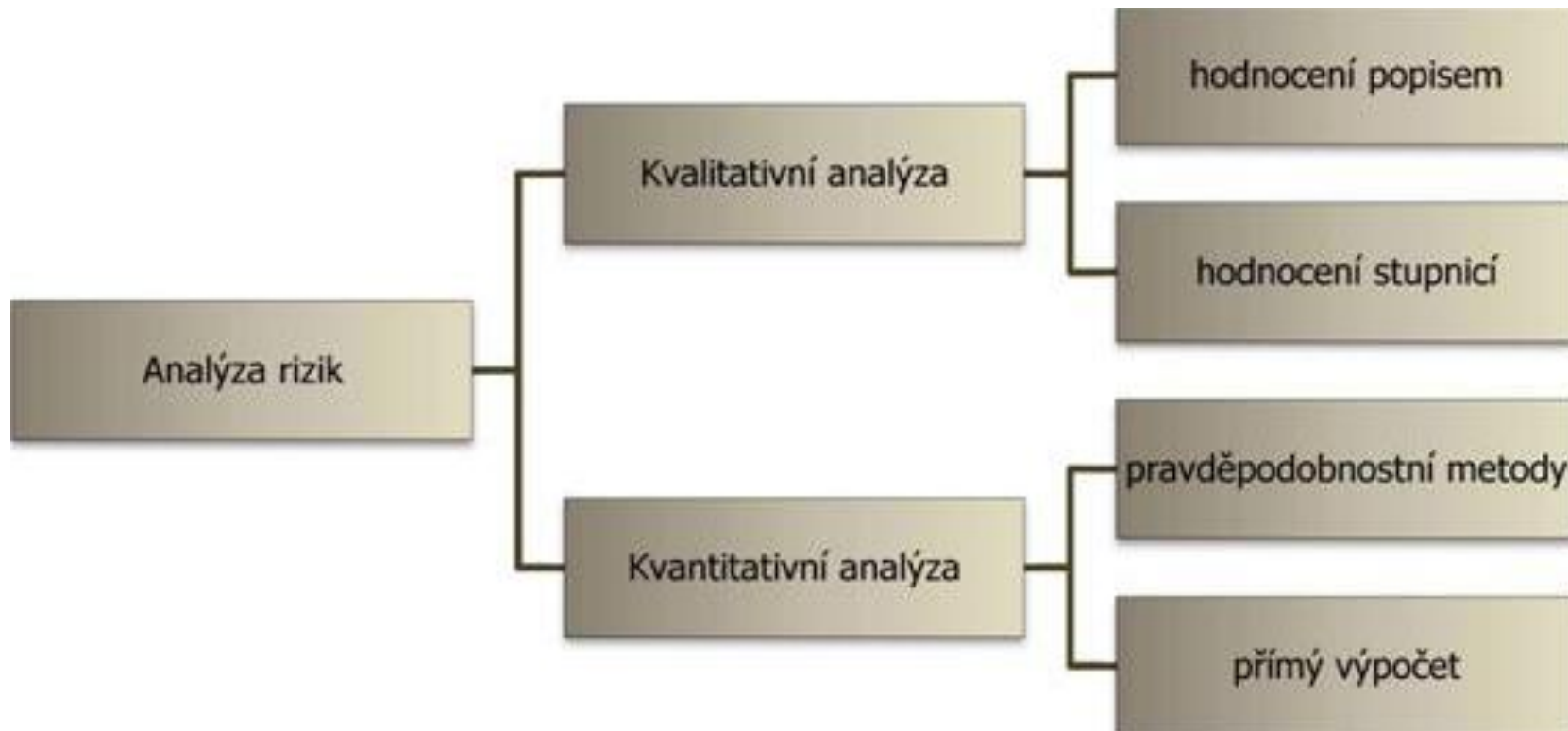
Kvantitativní analýza - typ analýzy rizika, kde je použit systematický postup numerického vyčíslení očekávané frekvence a následků potenciálních havárií spojených se zařízením nebo provozem založeným na inženýrském odhadu, vyhodnocení a matematických metodách (**FTA** = an. stromu poruch)

Skládá se obvykle z těchto základních úloh:

- Identifikace a definice možných nebezpečných událostí (scénářů havárií) a jejich možných konečných stavů.
- Odhad pravděpodobnosti výskytu každého možného konečného stavu každé nebezpečné události.
- Výpočet následků každého možného konečného stavu každé nebezpečné události.
- Kombinace pravděpodobností a následků pro odhad individuálního a společenského rizika.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Typy analýzy rizika



Zdroj: https://www.qmprofi.cz/33/dokumentace-ke-strojnimu-zarizeni-priklad-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Eu83L2dZYdxccQ0_D5itXeQ/

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Metody hodnocení rizik

Analýza a hodnocení rizik jsou postupy, které přispívají k rozvoji poznání a jsou velmi důležité v praxi. Slouží pro potřeby řízení a tvoří podklady pro rozhodovací proces.

Hodnocení rizik je možno provést jen na základě konkrétních, pravdivých a ověřených datových souborů o dané živelné pohromě, nehodě, havárii, útoku apod., které platí fyzikálně správně definovaný prostor či území a pro fyzikálně správně definovaný časový interval. **Cílem** je zajistit **rozhodování** ve prospěch věci. Proto musí být používán otestovaný soubor kritérií, který zaručuje objektivitu, **nezávislost a nezaujatost hodnocení**. V řadě případů jsou posuzované problémy komplexní nebo mají mnoho nejistot a neurčitostí, což způsobuje, že je třeba použít vícekriteriální expertní metody.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Metody hodnocení rizik

Vzhledem ke složitosti a rozmanitosti vzniku živelných pohrom, nehod, havárií, útoků apod. na jedné straně a kvality, vypovídací schopnosti a homogenity dostupných datových souborů na straně druhé, **není možno vypracovat žádné obecné pokyny pro stanovení rizik.**

Výběr vhodné metodiky určení rizik velice závisí na tom, zda:

- známe nebo můžeme stanovit rozložení nehod, havárií, útoků apod. v prostoru a v čase a můžeme spočítat četnostní rozložení nehod, havárií, útoků apod. (počet vs. velikost) pro určité území a zvolený časový interval, dále vypočítat a zmapovat ohrožení.
- známe nebo můžeme stanovit rozložení dopadů nehod, havárií, útoků apod., stanovit scénáře dopadů ve variantním provedení a pravděpodobnosti jejich výskytu.

Většina metodik pro stanovení rizik předpokládá absolutní bezchybnost projektu a omezuje se jen (nebo téměř výhradně) na kontrolu jeho dodržení včetně procesu a činnosti obsluhy. To znamená, že každá metoda analýzy rizik je pouze pomocný nástroj a intelligence člověka zůstává nezastupitelná.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Metody hodnocení rizik

Základní metody pro stanovení rizik

Každá z existujících metod pro stanovení rizik, včetně těch dále uvedených, byla generována pro určitý specifický problém, a proto jednotlivá paradigma **nejsou vzájemně porovnatelná**.



Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Check List (kontrolní seznam)

Kontrolní seznam je postup založený na systematické kontrole plnění předem stanovených podmínek a opatření, Seznamy kontrolních otázek (checklists) jsou zpravidla generovány na základě seznamu charakteristik sledovaného systému nebo činností, které souvisejí se systémem a potencionálními dopady, selháním prvků systému a vznikem škod. Jejich struktura se může měnit od jednoduchého seznamu až po složitý formulář, který umožňuje zahrnout různou relativní důležitost parametru (váhu) v rámci daného souboru.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Safety Audit (bezpečnostní kontrola)

Bezpečnostní kontrola je postup hledající rizikové situace a navržení opatření na zvýšení bezpečnosti. Metoda představuje postup hledání potencionálně možné nehody nebo provozního problému, který se může objevit v posuzovaném systému. Formálně je používán připravený seznam otázek a matice pro skórování rizik.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

What - If Analysis (analýza toho, co se stane když)

Analýza toho, co se stane když, je postup na hledání možných dopadů vybraných provozních situací. V podstatě je to spontánní diskuse a hledání nápadů, ve které skupina zkušených lidí dobře obeznámených s procesem klade otázky nebo vyslovuje úvahy o možných nehodách. Není to vnitřně strukturovaná technika jako některé jiné (například HAZOP a FMEA). Namísto toho po analytikovi požaduje, aby přizpůsobil základní koncept šetření určitému účelu.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

WI analýza

What-If Analysis in Excel

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the **DATA** tab selected. The **What-If Analysis** dropdown menu is open, showing options: **Scenario Manager...**, **Goal Seek...**, and **Data Table...**. Three dialog boxes are overlaid on the spreadsheet:

- Scenario Summary**: Shows "Report type" as "Scenario summary" and "Result cells" as "=SC\$12,SC\$14,SC\$16".
- Goal Seek**: Shows "Set cell:" as "SB\$7", "To value:" as "85", and "By changing cell:" as "SB\$6".
- Data Table**: Shows "Row input cell:" and "Column input cell:" as "SB\$2".

The spreadsheet data is as follows:

	C	D	E	F
			Result Cell	2,500
			15	2500
			16	3500
			17	4500
			18	5500
			19	6500
			20	7500
			21	8500

Formulas visible in the spreadsheet:

- B1*B2** (in cell D2)
- B3-B5** (in cell D3)

At the bottom left, there is a logo for **WallStreetMojo**.

Zdroj: <https://www.wallstreetmojo.com/what-if-analysis-in-excel/>

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Preliminary Hazard Analysis – PHA (předběžná analýza ohrožení)

Předběžná analýza ohrožení – též kvantifikace zdrojů rizik je **postup na vyhledávání nebezpečných stavů či nouzových situací**, jejich příčin a dopadů a na jejich zařazení do kategorií dle předem stanovených kritérií. Koncept PHA ve své podstatě představuje **soubor různých technik**, vhodných pro posouzení rizika.

V souhrnu se nejčastěji pod touto zkratkou jedná o následující techniky posuzování: What-if; What-if/checklists; hazard and operability (HAZOP) analysis; failure mode and effects analysis (FMEA); fault tree analysis (FTA); kombinace těchto metod; ekvivalentní alternativní metody.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Process Quantitative Risk Analysis - QRA (analýza kvantitativních rizik procesu)

Kvantitativní posuzování rizika je systematický a komplexní přístup pro predikci odhadu četnosti a dopadů nehod pro zařízení nebo provoz systému. Analýza kvantitativních rizik procesu je koncept, který rozšiřuje kvalitativní (zpravidla verbální) metody hodnocení rizik o číselné hodnoty. Algoritmus využívá kombinaci (propojení) s jinými známými koncepty a směřuje k zavedení kritérií pro rozhodovací proces, potřebnou strategii a programy k efektivnímu zvládání (řízení) rizika. Vyžaduje náročnou databázi a počítačovou podporu.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Hazard and operability – HAZOP (analýza ohrožení a provozuschopnosti)

HAZOP je postup založený na pravděpodobnostním hodnocení ohrožení a z nich plynoucích rizik. Jde o týmovou expertní multioborovou metodu. Hlavním cílem analýzy je identifikace scénářů potencionálního rizika. Experti pracují na společném zasedání formou brainstormingu. Soustřed'ují se na posouzení rizika a provozní schopnosti systému (operability problems). Pracovním nástrojem jsou tabulkové pracovní výkazy a dohodnuté vodící výrazy (guidewords). Identifikované neplánované nebo nepřijatelné dopady jsou formulovány v závěrečném doporučení, které směřuje ke zlepšení procesu.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

HAZOP

 www.peccg.com		PROCESS HAZARD ANALYSIS - HAZOP											
		Company			Drawing Numbers:								
		Facility			Unit / Process:		Coal grinding and Firing System						
		Study		HAZOP	Equipment:		Coal grinding mill						
		Date			Documents referred:								
Sr. No.	Deviation/ What if	Cause	Consequence	Risk matrix before Mitigation measures				Safeguard	Risk matrix after Mitigation measures				Recommendation
				Likely hood of the consequence (Probability)	Severity	Detection of Hazard	Risk= PxSxD		Likely hood of the consequence (Probability)	Severity	Detection of Hazard	Risk= PxSxD	

Zdroj: <https://pecconsultinggroup.com/coal-grinding-and-firing-systems-hazop-analysis/>

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

HAZOP

Tabulka B.1 – Příklad pracovního výkazu HAZOP pro úvodní příklad

NÁZEV STUDIE: PŘÍKLAD PROCESU							LIST č.: 1 ze 4		
Výkres č.:		ČÍSLO REVIZE:					DATUM: 17. prosince 1998		
SLOŽENÍ TÝMU:		LB, DH, EK, NE, MG, JK					DATUM PORADY: 15. prosince 1998		
UVAŽOVANÁ ČÁST:		Převravní potrubí ze zásobního tanku A do reaktoru							
CÍL PROJEKTU:		Látka: A		Činnost: Nepřetržitá přeprava rychlosti větší než B					
		Zdroj: Tank pro A		Místo určení: Reaktor					
Č.	Vodící slovo	Prvek	Odchyłka	Možné příčiny	Následky	Bezpečnostní opatření	Komentáře	Požadovaná opatření	Opatření přiděleno
1	ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ	Látka A	Žádná látka A	Zdrojový tank A je prázdný	Žádný tok A do reaktoru Výbuch	Žádná nejsou specifikována	Nepřijatelná situace	Uvážit instalaci poplachu plus zablokování čerpadla B při nízké hladině v tanku A	MG
2	ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ	Převrava A (rychlosti >B)	K žádné přepravě A nedochází	Čerpadlo A se zastavilo, potrubí se ucpalo	Výbuch	Žádná nejsou specifikována	Nepřijatelná situace	Měření rychlosti průtoku materiálu A plus poplach při malém průtoku plus zablokování čerpadla B při malém průtoku	JK
3	VYŠŠÍ	Látka A	Více látky A: zdrojový tank je přeplněn	Plnění tanku z tankeru při jeho nedostatečné kapacitě	Tank přeteče do omezeného prostoru	Žádná nejsou specifikována	Poznámka: Toto by se zjistilo během zkoumání tanku	Uvážit poplach při vysoké hladině, jestliže nebyla rozpoznána již dříve	EK

Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3229068/>



Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Event Tree Analysis - ETA (analýza stromu událostí)

Analýza stromu událostí je postup, který sleduje průběh procesu od iniciační události přes konstruování události vždy na základě dvou možností - příznivé a nepříznivé. Metoda ETA je graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení systémového stromu událostí představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Znázorňuje všechny události, které se v posuzovaném systému mohou vyskytnout. Podle toho jak počet událostí narůstá, výsledný graf se postupně rozvětňuje jako větve stromu.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

ETA



Zdroj: <https://www.edrawsoft.com/event-tree-introduction.html>

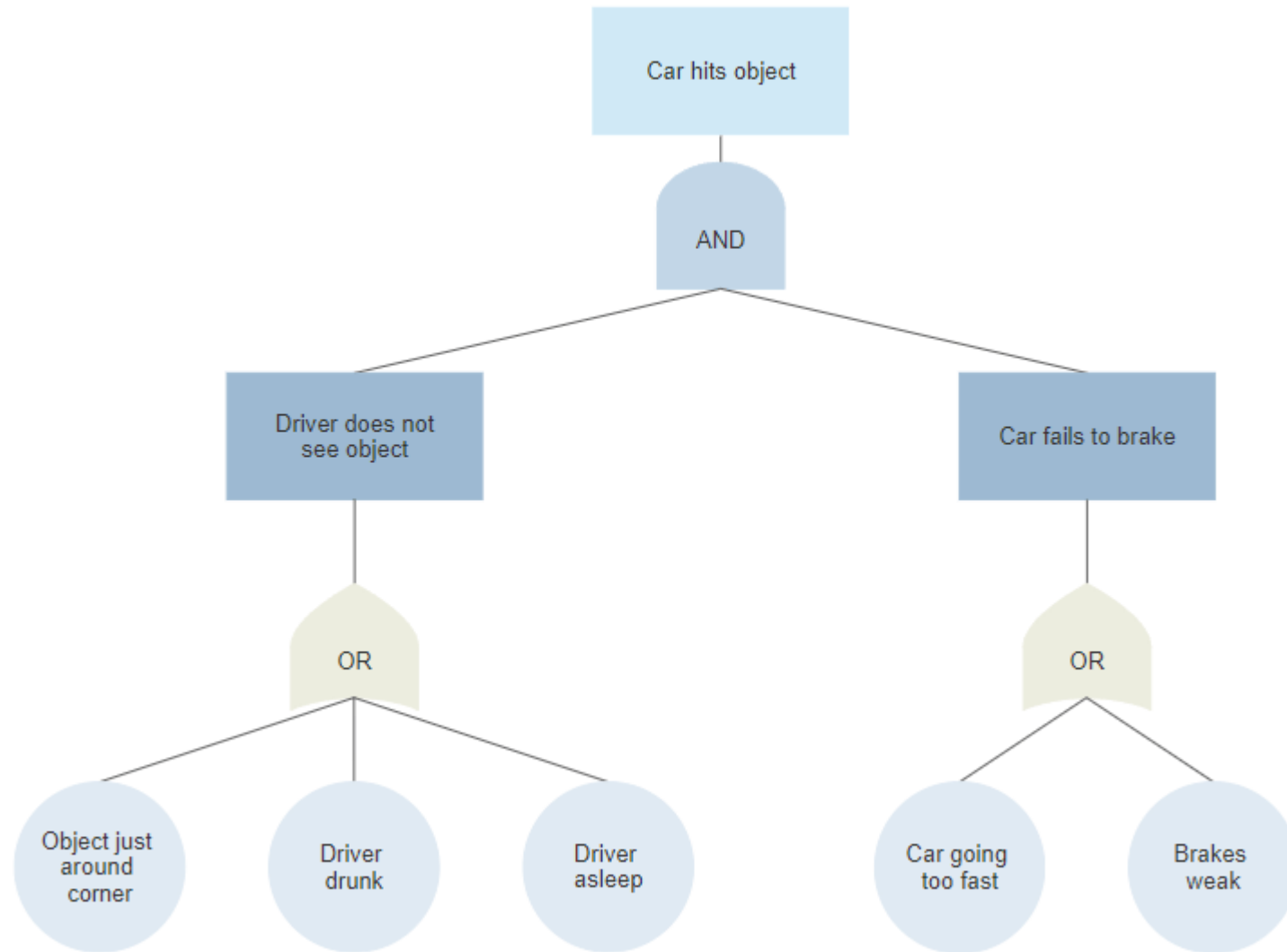
Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Fault Tree Analysis - FTA (analýza stromu poruch)

Analýza stromu poruch je postup založený na systematickém zpětném rozboru událostí za využití řetězce příčin, které mohou vést k vybrané vrcholové události. Metoda FTA je graficko-analytická popř. graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení stromu poruch představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Hlavním cílem analýzy metodou stromu poruch je posoudit pravděpodobnost vrcholové události s využitím analytických nebo statistických metod. Proces dedukce určuje různé kombinace hardwarových a softwarových poruch a lidských chyb, které mohou způsobit výskyt specifikované nežádoucí události na vrcholu.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

FTA



Zdroj: <https://www.smartdraw.com/fault-tree/fault-tree-software.htm>

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Failure Mode and Effect Analysis - FMEA (analýza selhání a jejich dopadů)

Analýza selhání a jejich dopadů je postup založený na rozboru způsobů selhání a jejich důsledků, který umožňuje hledání dopadů a příčin na základě systematicky a strukturovaně vymezených selhání zařízení. Metoda FMEA slouží ke kontrole jednotlivých prvků projektového návrhu systému a jeho provozu. Představuje metodu, kde se předpokládá kvantitativní přístup řešení. Využívá se především pro vážná rizika a zdůvodněné případy. Vyžaduje aplikaci počítačové techniky, speciální výpočetní program, náročnou a cíleně zaměřenou databázi.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Human Reliability Analysis - HRA (analýza lidské spolehlivosti)

Analýza lidské spolehlivosti je postup na posouzení vlivu lidského činitele na výskyt živelných pohrom, nehod, havárií, útoků apod. či některých jejich dopadů. Koncept analýzy lidské spolehlivosti HRA směřuje k systematickému posouzení lidského faktoru (Human Factors) a lidské chyby (Human Error). Ve své podstatě přísluší do zastřešující kategorie konceptu předběžného posouzení PHA. Zahrnuje přístupy mikroergonomické (vztah „člověk - stroj“) a makroergonomické (vztah systému „člověk - technologie“). Analýza HRA má těsnou vazbu na aktuálně platné pracovní předpisy především z hlediska bezpečnosti práce. Uplatnění metody HRA musí vždy tvořit integrovaný problém bezpečnosti provozu a lidského faktoru v mezních situacích různých havarijních scénářů, tzn. paralelně a nezávisle s další metodou rizikové analýzy.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Fuzzy Set and Verbal Verdict Metod - FL-VV (metoda mlhavé logiky verbálních výroků)

Metoda mlhavé logiky a verbálních výroků je metoda založena na jazykové proměnné. Jde o multikriteriální metodu rozhodovací analýzy z kategorie měkkého, mlhavého typu. Opírá se o teorii mlhavých množin a může být aplikována v různých obměnách, jednak samostatně s přímým výstupem priorit, anebo jako stupnice v pomocných bodech [PB], namísto standardní verbálně-numerické stupnice v relativních jednotkách [RJ], tj. ve spojení s metodou TUKP - Totální ukazatele kvality prostředí (možnost uplatnění axiomatické teorie kardinálního užitku). Umožňuje aplikaci jednotlivcem i kolektivu.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Relative Ranking – RR (relativní klasifikace)

Relativní klasifikace je ve skutečnosti spíše analytická strategie než jednoduchá dobře definovaná analytická metoda. Tato strategie umožňuje analytikům porovnat vlastnosti několika procesů nebo činností a určit tak, zda tyto procesy nebo činnosti mají natolik nebezpečné charakteristiky, že to analytiku opravňuje k další podrobnější studii. Relativní klasifikace může být použita rovněž pro srovnání několika návrhů umístění procesu nebo zařízení a za-jistit tak informaci o tom, která z alternativ je nejlepší nebo méně nebezpečná. Tato porovnání jsou založena na číselných srovnáních, která reprezentují relativní úroveň významnosti každého zdroje rizika.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

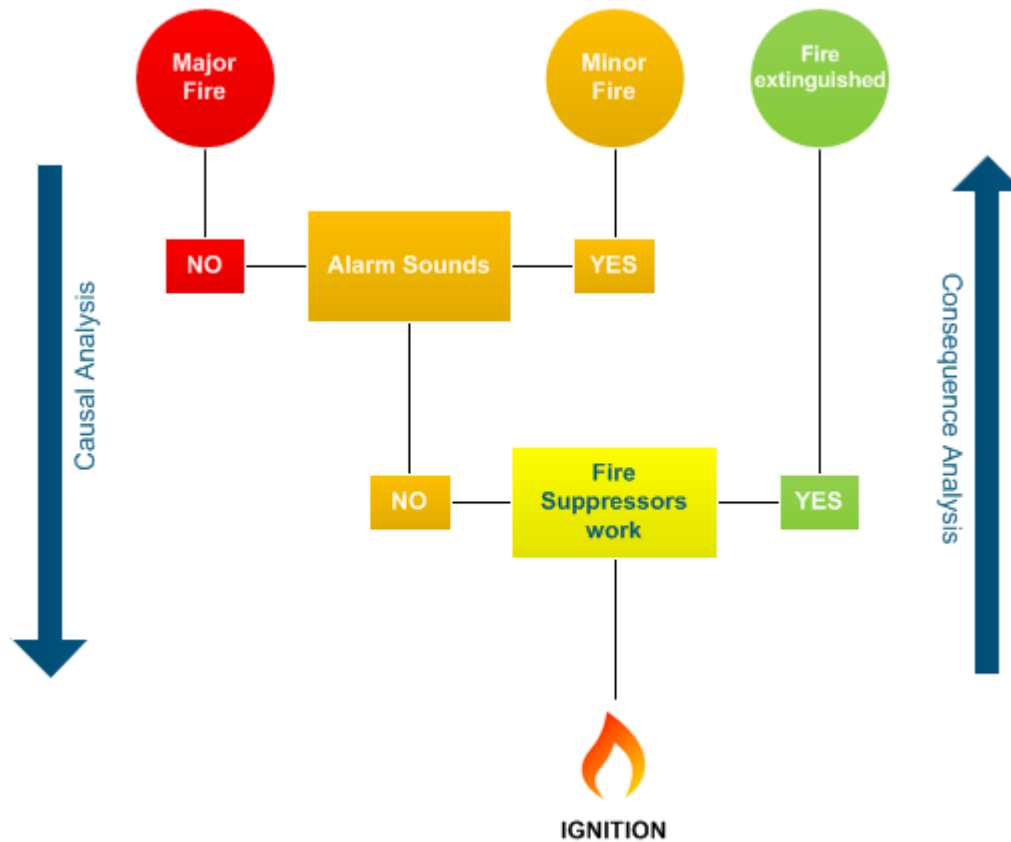
Causes and Consequences Analysis - CCA (analýza příčin a dopadů)

Analýza příčin a dopadů je směs analýzy stromu poruch a analýzy stromu událostí. Největší předností CCA je její použití jako komunikačního prostředku: diagram příčin a dopadů zobrazuje vztahy mezi koncovými stavy nehody (nepřijatelnými dopady) a jejich základními příčinami. Protože grafická forma, jež kombinuje jak strom poruch, tak strom událostí do stejného diagramu, může být hodně detailní, užívá se tato technika obvykle nejvíce v případech, kdy logika poruch analyzovaných nehod je poměrně jednoduchá.

Jak už napovídá název, účelem analýzy příčin a dopadů je odhalit základní příčiny a dopady možných nehod. Analýza příčin a dopadů vytváří diagramy s nehodovými sekvencemi a kvalitativními popisy možných koncových stavů nehod.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

CCA



Zdroj: <https://www.asems.mod.uk/toolkit/consequence-analysis-risk-reduction-option-selection>

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Probabilistic Safety Assessment - PSA (metoda pravděpodobnostního hodnocení)

Metoda stanovuje příspěvky jednotlivých zranitelných částí k celkové zranitelnosti celého systému. Tato technologie se používá například k modelování scénářů hypotetických jaderných havárií, které vedou k tavení aktivní zóny a k odhadnutí četnosti takových havárií. V zemích OECD byly doposud zpracovány stovky studií PSA.

Metodika PSA se skládá z:

pochopení systému jaderného zařízení, a ze shromáždění relevantních dat o jeho chování při provozu; identifikace iniciačních událostí a stavů poškození jaderného zařízení; modelování systémů a řetězců událostí pomocí metodiky založené na logickém stromu; hodnocení vztahů mezi událostmi a lidskými činnostmi; vytvoření databáze dokumentující spolehlivost systémů a komponent.

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Použití metod hodnocení

Přehled technik identifikace zdrojů rizika a jejich použití v jednotlivých fázích životního cyklu zařízení.

	SR	CA	RR	PHA	W-I	W-I + CA	HAZOP	FMEA	FTA	ETA	CCA	HRA
Výzkum a vývoj	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
Koncepční návrh	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Poloprovoz	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Detailní inženýring	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Konstrukce / Najíždění	●	●	○	○	●	●	○	○	○	○	○	●
Běžný provoz	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rozšíření / Modifikace	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Vyšetřování událostí	○	○	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●
Vyřazení z provozu	●	●	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○

- Technika běžně používaná
- Technika používaná buď výjimečně, nebo nevhodná pro určitou fázi životního cyklu zařízení

Zdroj: <https://www.bozpprofi.cz/33/prevence-rizik-pri-rozhodujicich-cinnostech-lesniho-hopodarstvi-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Egny2sdjJ1sRmhpKqEfBib2MB8q2Z8oGSQ/>

Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice

Použití metod hodnocení

<i>Zkratka</i>	<i>Anglický název</i>	<i>Český název</i>
SR	Safety Review	Bezpečnostní prohlídka
CL	Checklist Analysis	Analýza kontrolním seznamem
RR	Relative Ranking	Relativní klasifikace
PHA	Preliminary Hazard Analysis	Předběžná analýza zdrojů rizika
W-I	What-If	„Co se stane, když ...“
W-I/CL	What-If/Checklist	„Co se stane, když ...“ / kontrolní seznam
HAZOP	Hazard and Operability Analysis	Studie nebezpečí a provozuschopnosti
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis	Analýza způsobů a důsledků poruch
FTA	Fault Tree Analysis	Analýza stromu poruch (poruchových stavů)
ETA	Event Tree Analysis	Analýza stromu událostí
CCA	Cause-Consequence Analysis	Analýza příčin a následků
HRA	Human Reliability Analysis	Analýza lidské spolehlivosti



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- **Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)**
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Kvantitativní metody analýzy

Kvantitativní metody analýzy rizik

Kvantitativní analýza

- typ analýzy rizika, kde je použit *systematický postup numerického vyčíslení očekávané frekvence a následků* potenciálních havárií spojených se zařízením nebo provozem
- založené na inženýrském odhadu, vyhodnocení a matematických metodách

Skládá se obvykle z těchto základních úloh:

- *Identifikace* a definice možných nebezpečných události a jejich konečných stavů
- *Odhad pravděpodobnosti* výskytu každého možného konečného stavu každé nebezpečné události
- *Výpočet následků* každého možného konečného stavu každé nebezpečné události

Kvantitativní metody analýzy

Event Tree Analysis ETA (analýza stromu událostí)

postup, který sleduje průběh procesu od iniciační události přes konstruování událostí vždy na základě dvou možností - příznivé a nepříznivé. Metoda ETA je **graficko-statistická metoda**.

- Výpočet pravděpodobnosti (četnosti za rok) vzniku nežádoucích následků pomocí ETA je **podmíněn znalostí pravděpodobnosti vzniku iniciační události**

ETA systematicky pokrývá časové sekvence vývoje události:

- série činností bezpečnostního systému a zásahů operátora - systémy zabráňující vzniku nehodové události = **pre-nehodová aplikace**
- řada možných koncových stavů/následků (**post-nehodová aplikace**)

Kvantitativní metody analýzy

Event Tree Analysis ETA (analýza stromu událostí)

- Následky mohou být **přímé** (požáry, exploze) nebo **nepřímé** (domino efekty)
- Událost následující po iniciační události je podmíněna výskytem předchozí události
- Výsledky události mají nejčastěji binární podobu (ÚSPĚCH/NEÚSPĚCH nebo ANO/NE), ovšem může se jednat i o více výsledků (např. 100%, 50% a 0% uzavření regulačního ventilu)

Metoda ETA byla vyvinuta na žádost jaderného průmyslu po havárii v elektrárně Three Mile Island. Metodika ETA je součástí normy **IEC 62502 - Event Tree Analysis**

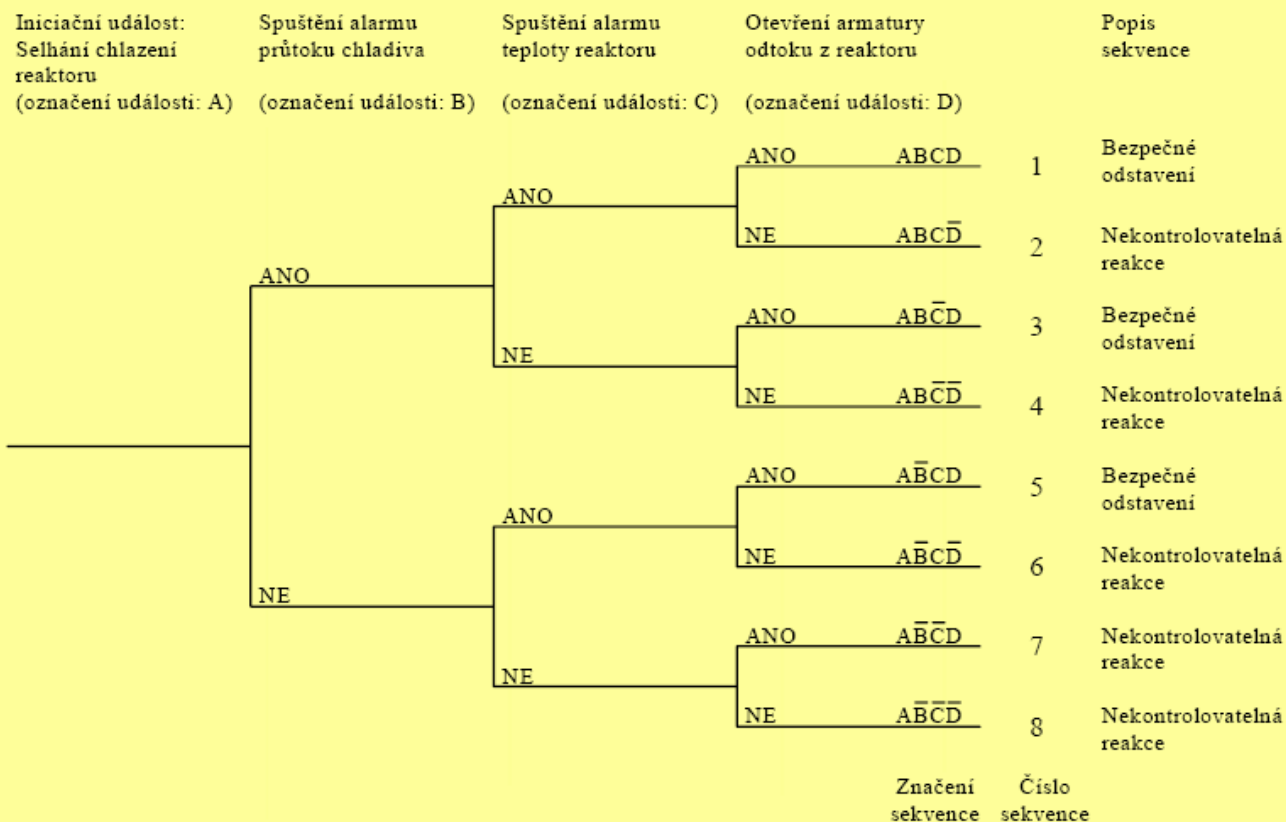
Metoda ETA pomáhá systematicky popsat série činností bezpečnostního systému. Používá se pro identifikaci a analýzu systémových, projektových a procesních slabých míst. Výsledkem je sada doporučení pro snížení pravděpodobnosti nehody a snížení jejich následků

Kvantitativní metody analýzy

ETA

Ztráta chladiva v chemickém reaktoru (Pre-nehodová aplikace)

Ztráta chladiva v chemickém reaktoru s exotermickou reakcí s následkem nekontrolovatelné reakce



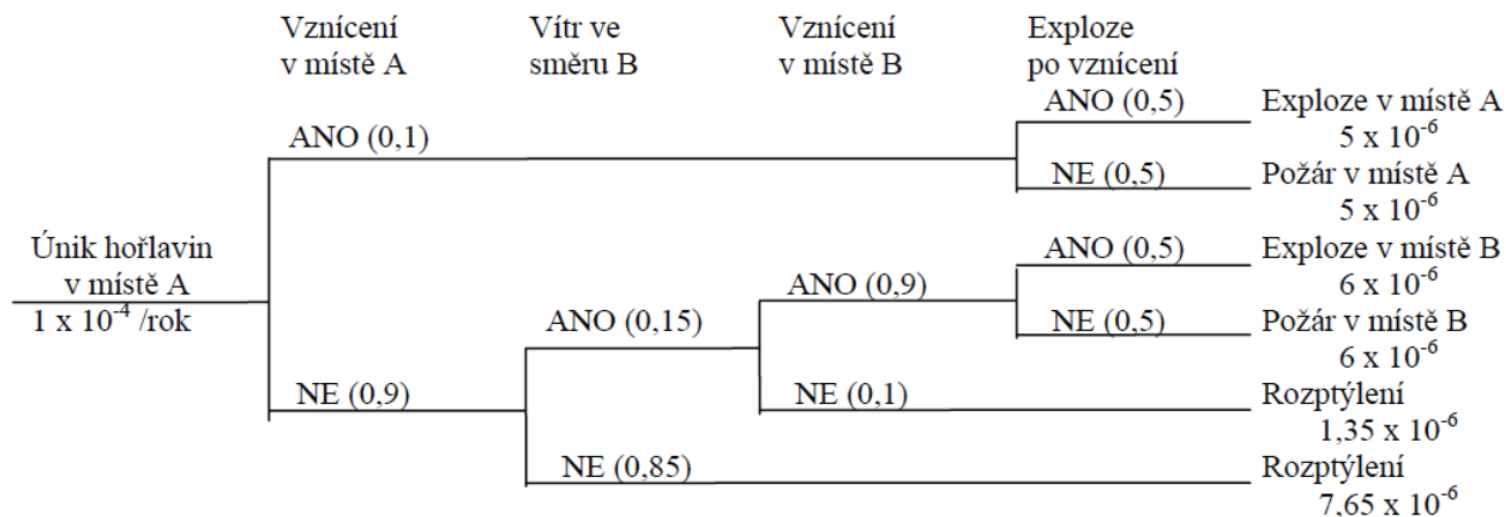
Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3009638/>

Kvantitativní metody analýzy

ETA

Příklad stromu událostí úniku hořlavin (Post-nehodová aplikace)

Pravděpodobnosti spojené s každým ramenem **musí dávat součet 1** pro každé záhlaví a musí to platit pro binární i pro vícenásobné výstupy z uzlu. Zdrojem dat podmíněných pravděpodobností mohou být historické záznamy, provozní data, chemická data, data životního prostředí, spolehlivostní data zařízení. expertní úsudek



Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3009638/>

Kvantitativní metody analýzy

Fault Tree Analysis FTA (analýza stromu poruchových stavů)

analytická technika, která se používá pro vyhodnocení pravděpodobnosti selhání, tj. spolehlivosti složitých systémů. Nachází uplatnění v řadě oblastí, zejména v oblasti řízení rizik a řízení kvality, či řízení bezpečnosti. Je uplatnitelná jako preventivní metoda, tak jako metoda analýzy již existujícího problému (například havárie)

FTA je založená na rozboru vrcholové události nebo problému (obecně negativního jevu, například havárie, poruchy, nekvality, vysokých nákladů) a pomáhá systematicky identifikovat faktory, které problém způsobují nebo negativně ovlivňují funkčnost systému.

Jejím cílem je detailní analýza - nalezení příčin negativního jevu a dále umožňuje snížit pravděpodobnost jeho výskytu.

Kvantitativní metody analýzy

Fault Tree Analysis FTA (analýza stromu poruchových stavů)

- 1962 fa Bell Telephone Laboratories v souvislosti s vývojem startovacího systému rakety Minuteman
- Boeing - první výpočtové programy umožňující kvalitativní a kvantitativní vyhodnocení stromu poruchových stavů s využitím výpočetní techniky
- Složité technické systémy => jaderná energetika, kosmonautika, letectví, zbrojní průmysl
- 1990 Mezinárodní elektrotechnická komise IEC vydala normu IEC 1025 - Fault Tree Analysis, která obsahuje zkušenosti z praktického užití a principy a postupy pro tvorbu a vyhodnocení stromu poruchových stavů
- 1994 - ČSN IEC 1025 - Analýza stromu poruchových stavů
- Současnost - je nabízena řada výkonných softwarových produktů, které značně zjednodušují praktické použití metody
- I při využití software může tuto metodu analýzy správně a efektivně použít pouze vysoce kvalifikovaný odborník s širokým technickým rozhledem

Kvantitativní metody analýzy

FTA

Charakteristika, cíle a postup provádění analýzy

- Deduktivní metoda, patří mezi speciální orientované grafy
- Logický diagram, znázorňuje logické vztahy mezi vrcholovou událostí (**Top Event**), zvanou kořen stromu a mezi příčinami vzniku této události
- Příčiny mohou být v provozních podmínkách, běžných očekávaných poruchách prvků systému, chybách obsluhy, náhodných diskrétních poruchách, odchylkách provozních parametrů prvků apod.
- Reprezentuje všechny rozumné kombinace poruch prvků, které mohou vést ke vzniku vrcholové události (jevu)
- Donutí tvůrce stromu představit si a popsat logiku rozvoje poruchy v systému a odhalit všechny kauzální vazby mezi prvky a poruchou
- Většina slabých míst v systému může být odhalena již v etapě návrhu a vývoje systému
- Posuzují se příčiny poruchového stavu, hledají se odpovědi na otázky: **Co? Kde? Kdy? Proč?**

Kvantitativní metody analýzy

FTA

- Realizace metody představuje provedení logické posloupnosti kroků, kterou lze rozdělit do pěti základních částí:
 - přípravná část
 - tvorba stromu poruchových stavů
 - kvalitativní analýza stromu poruchových stavů
 - kvantitativní analýza stromu poruchových stavů
 - vyhodnocení analýzy
- Výstupem z analýzy tedy může být:
 - soupis možných kombinací provozních podmínek, podmínek prostředí, chyb lidského faktoru, provozních poruch prvků, které by mohly (i v kombinaci) vést ke vzniku nežádoucí vrcholové události
 - pravděpodobnost, s jakou nežádoucí vrcholová událost může v provozu nastat během specifikovaného časového intervalu

Kvantitativní metody analýzy

FTA

FTA – přípravná část analýzy

- Shromáždění všech nezbytných informací o systému:
 - konstrukční uspořádání systému
 - popis funkcí systému
 - vymezení rozhraní a interakcí systému s okolím
 - předpokládané provozní režimy systému
 - předpokládaný systém údržby
 - vliv lidského faktoru na činnost systému
- Vychází se z dostupné technické dokumentace, např. výkresů, specifikací, technických popisů, provozních příruček apod.
- Analýze metodou FTA často předchází provedení analýzy spolehlivosti systému jinou metodou, např. FMEA

Základním předpokladem pro úspěšné provedení analýzy je dokonalá znalost systému, jeho funkcí a podmínek jeho použití.

Kvantitativní metody analýzy

FTA

FTA – definování vrcholové události

- událost znamenající vznik nebo existenci nebezpečných podmínek
- událost představující neschopnost systému plnit požadované funkce

(**vrcholová událost** - Jednoznačně popisuje zkoumanou událost, přesně vymezuje systém nebo jeho část, které se analýza týká)

- Vrcholová událost musí být definována jasně a nedvojznačně
- Může jí být i provozuschopný stav systému, potom zkoumáme podmínky, nutné pro realizaci požadované funkce
- Výhodnější je zkoumat poruchový stav, zpravidla vede ke snadnější analýze
- Charakter metody neumožňuje analyzovat více vrcholových událostí současně

Kvantitativní metody analýzy

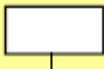
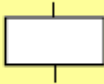
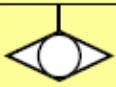
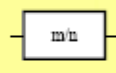
FTA

FTA – tvorba stromu poruchových stavů

- Každý strom poruch začíná od vrcholové události
- Strom je rozvíjen analýzou vztahu mezi vrcholovou událostí a jejími příčinami, při níž hledáme odpověď na dvě základní otázky:
 - Co by mohlo být příčinou (příčinami) vrcholové události?
 - Jaká je logická vazba mezi vrcholovou událostí a jejími příčinami?
- Hledáme bezprostřední příčiny nadřazené události – to jsou příčiny nutné a postačující pro vznik vrcholové události
- Výsledek analýzy zaznamenáváme s využitím grafických značek, kdy vzájemnou logickou vazbu mezi událostí a jejími bezprostředními příčinami vyjadřujeme pomocí tzv. **hradel** (budou dále uvedena)
- Je třeba posoudit, zda bezprostřední příčiny vrcholové události představují tzv. „**základní (primární) události**“ či ne
 - události, které se již dále nerozvíjí
 - obvykle vztažena k jednomu prvku systému
 - posouzení záleží na požadované hloubce analýzy

Kvantitativní metody analýzy

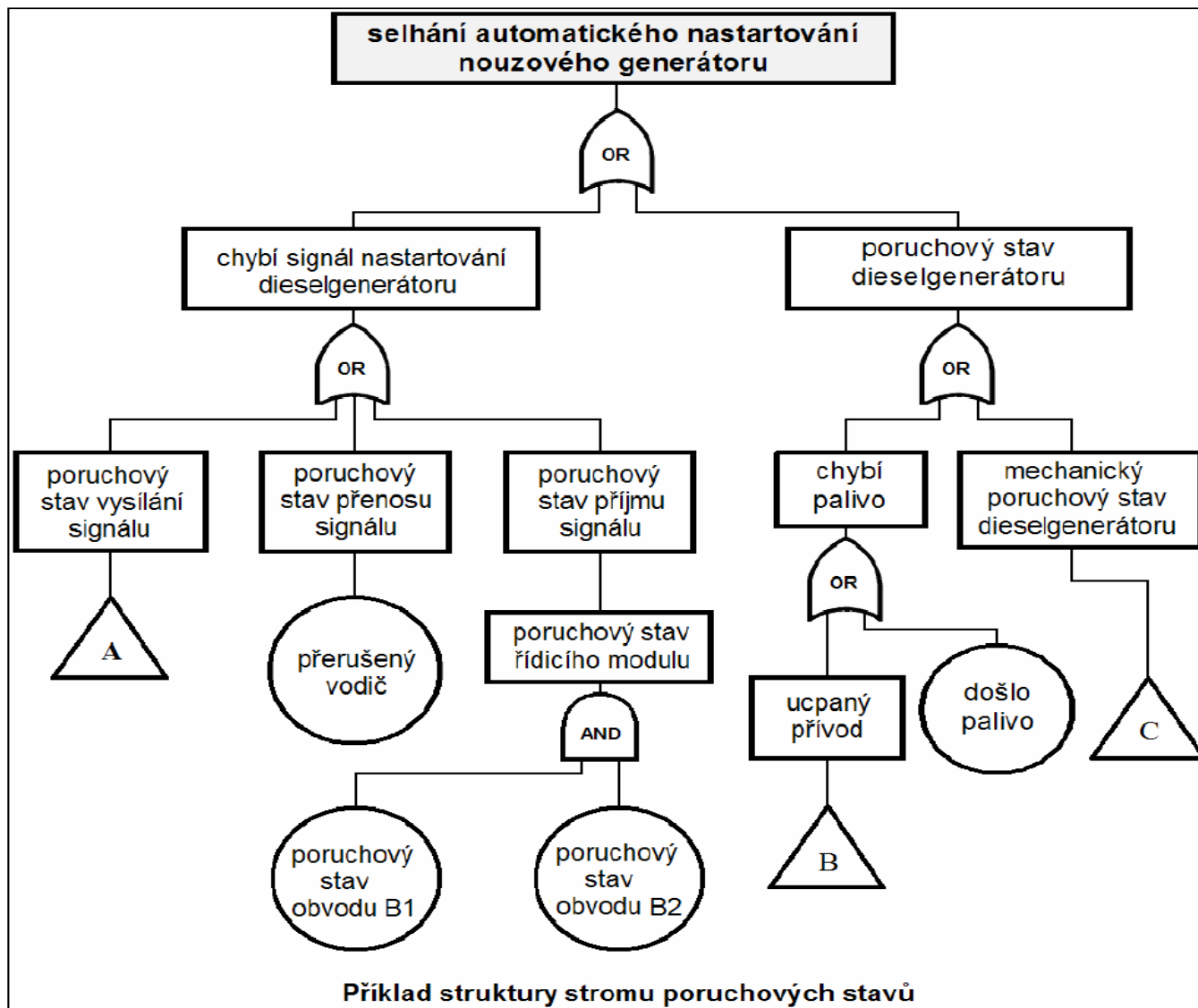
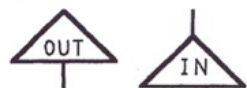
FTA

Doporučená značka	Alternativní značka	Název a popis
		Blok s názvem nebo popisem vrcholové události (TOP jevu).
		Blok s názvem nebo popisem události (jevu), případně s uvedením pravděpodobnosti výskytu (pokud se to požaduje).
		Základní (primární) událost – událost, která se dále nedělí.
		Nerozvíjená událost – událost, která není dále rozvíjena (zpravidla proto, že se to nepovažuje za nutné)
		Událost analyzovaná jinde – událost dále rozvíjená v jiném stromu poruch.
		Hradlo AND (a) – událost nastane pouze tehdy, když současně nastanou všechny vstupní události.
		Hradlo OR (nebo) – událost nastane tehdy, když nastane kterákoliv vstupní událost, nebo jejich libovolná kombinace.
		Zálohovaná struktura – událost nastane tehdy, jestliže nastane minimálně m z n vstupních událostí.

Zdroj: <https://docplayer.cz/6608301-Rizeni-rizik-technologicka-rizika-zakladni-metody-jejich-odhadu-a-opatreni-k-jejich-prevenci-a-minimalizaci.html>

Kvantitativní metody analýzy

FTA



Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/2878356/>

Kvantitativní metody analýzy

FTA

FTA - tvorba stromu poruchových stavů

- Jestliže se **nejedná o základní událost**, je možný trojí postup:
 - událost dále rozvíjet
 - označit událost jako **Nerozvíjenou událost** (nemáme dostatek informací nebo na dané úrovni projektu není rozvinutí možné nebo nutné)
 - označit událost jako **Událost analyzovanou jinde** a rozvoj události v řešeném stromu neprovádět a událost analyzovat jinde v samostatném stromu Poruch
- Zvolený postup zakreslíme do vytvářeného stromu poruch. V případě, že je některá z bezprostředních příčin vrcholové události dále rozvíjena, analyzují se její bezprostřední příčiny podobným způsobem jako vrcholová událost a výsledky tohoto kroku se opět zakreslí do stromu poruch. Tento proces opakujeme (aplikujeme), dokud nedospějeme k událostem na nižší úrovni členění systému, tedy k základním událostem (případně k událostem nerozvíjeným a analyzovaným jinde)
- V konstrukci stromu poruch se často používají tzv. **přenosy**. Objevuje-li se na více místech stromu stejná dále rozvíjená událost, postačuje její vyřešení pouze na jednom z míst výskytu a přenos této informace na další místa výskytu události pomocí příslušných značek

Kvantitativní metody analýzy

FTA

FTA – tvorba stromu poruchových stavů

- Každou událost ve stromu poruch je nutné jednoznačně identifikovat a označit tak, aby byly zřejmé vzájemné vztahy mezi stromem poruch a vyšetřovaným systémem. Jestliže se ve stromu poruch objevuje více různých událostí (poruchových stavů) vztahujících se k jednomu prvku systému, musí se tyto události označit tak, aby je bylo možné vzájemně rozlišit a přitom bylo vždy jasné, že se jedná o skupinu událostí, která se vztahuje k jednomu stejnému objektu
- Jestliže se určitá událost, týkající se jednoho objektu, objevuje na různých místech stromu poruch, případně v různých stromech poruch, je nutné všechny tyto výskyty označit stejně. Samozřejmě pokud se stejné události objevují na různých objektech, nesmí mít stejné označení
- V konečném stádiu vývoje stromu poruch je stromem poruch diagram, ve kterém jsou všechny události spojené logickými hradly, přičemž každé hradlo má jednu výstupní událost a jednu či více vstupních událostí.

Kvantitativní metody analýzy

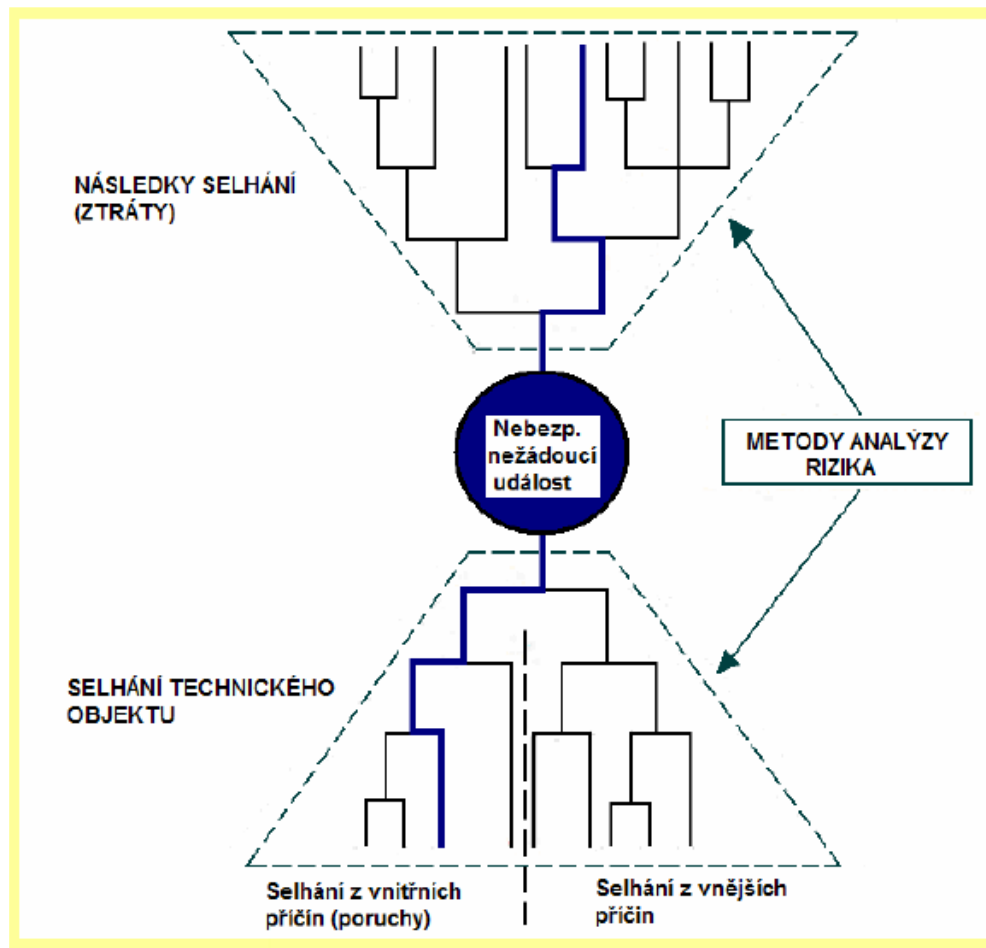
FTA

FTA - Vyhodnocení analýzy

- Výsledky analýzy stromu poruchových stavů je vhodné shrnout do zprávy, která by měla zahrnovat alespoň:
 - cíl a předmět analýzy
 - přehled použité technické dokumentace
 - popis systému (konstrukční popis, popis funkcí, vymezení hranic systému)
 - uvažované provozní režimy a podmínky prostředí
 - uvažované aspekty působení lidského činitele
 - definici vrcholové události (událostí)
 - vytvořený strom (stromy) poruchových stavů
 - výsledky kvalitativní analýzy
 - výsledky kvantitativní analýzy
 - závěry analýzy (vyjádření, zda systém splňuje stanovené požadavky, případně návrhy na změnu konstrukce systému, podmínek provozu, prostředí apod.)

Kvantitativní metody analýzy

Propojení stromu událostí a stromu poruchových stavů (ETA + FTA)



Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3009638/>

Sloučením stromu poruch a stromu událostí vzniká tzv. motýlek. Komplexní model pro analýzu příčin vzniku nebezpečné události a možných následků (scénářů) rozvoje události.

Změnou přístupu k analýze lze model transformovat jen do podoby stromu poruch nebo do podoby stromu událostí.



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- **Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)**
- Metodiky HAZOP, HAZID
- Kybernetická bezpečnost

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA / FMECA

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) = Analýza způsobů a důsledků poruch

- strukturovaná analýza, která slouží k identifikaci způsobů poruch systémů, jejich příčin a důsledků
- jedná se o kvalitativní analýzu

FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) = Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch

- rozšíření metody FMEA o odhad kritičnosti důsledků poruch a pravděpodobnosti jejich nastoupení
- jedná se o semikvalitativní analýzu

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA / FMECA

Historický přehled

- metoda vyvinuta v 60. letech dvacátého století jako nástroj pro zabezpečení spolehlivosti nových technických systémů
- poprvé metoda využita v agentuře NASA při realizaci projektu APOLLO
- 1974 - v USA vydána vojenská norma se základními zásadami analýzy MIL-STD-1629
- 1985 - vydána norma IEC 812
- 1992 - metoda zavedena u nás jako ČSN IEC 812
- v současnosti patří FMEA/FMECA k nejužívanějším metodám prediktivní analýzy spolehlivosti

Charakteristika metody

- induktivní metoda - provádí analýzu od nižší k vyšší úrovni členění systému
- zkoumá jakým způsobem mohou objekty na nižší úrovni selhat a jaký důsledek mohou mít tato selhání pro vyšší úrovně systému (tomu předchází dekompozice a stanovení úrovní systému)

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

analytický nástroj managementu jakosti používaný, mimo jiné, i pro optimalizaci procesů. Má za úkol identifikaci všech možných potenciálních poruch, které mohou nastat a nalezení všech možných příčin těchto poruch.

Lze použít pro vylepšení procesů v rané fázi jejich přípravy. Takto můžeme docílit výrazného snížení nákladů oproti pozdějším dodatečným opatřením.

Nevyžadují obsáhlá statistická data, a přesto mohou přinášet významné úspory a zlepšení kvality. Metody slouží jako nástroj pro identifikaci možných vážných rizik. Jsou to preventivní metody používané pro odhalení rizik.

Správná aplikace metod vyžaduje detailní znalost systémů z důvodu správné identifikace možných poruch a jejich způsobů

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

systematickým způsobem identifikuje poruchy, které mohou nastat a těmto poruchám přiřazuje jejich **důsledky**.

Každý způsob poruchy a její důsledek má jinou **závažnost**. Tuto skutečnost vystihuje **ukazatel kritičnosti**, který každé poruše přiřadí hodnotu její závažnosti.

Při využití **Paretova principu**, který vychází z teorie, kdy většina poruch je způsobena malým množstvím příčin, lze tímto způsobem v systému velmi efektivně identifikovat kritická místa a aplikací nápravných opatření v těchto místech eliminovat většinu možných poruch.

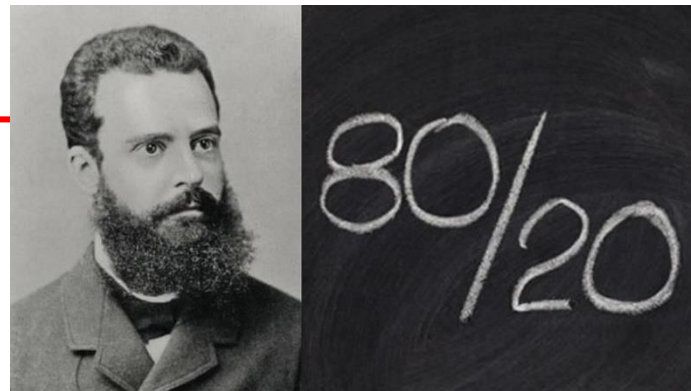
Paretův princip (též Pravidlo 80/20): jednoduchá analytická pomůcka 20 % příčin způsobuje 80 % následků.

Př.: 80 % příjmů podniku pochází od 20 % zákazníků; 20 % výrobků generuje 80 % zisku

Kritičnost poruchy: ukazatel závažnosti, pravděpodobnost výskytu, detekce

Metody analýzy FMEA/FMECA

Paretův princip



Zdroj: <https://www.jakprodat.cz/2017/02/25/pravidlo-80-20/>

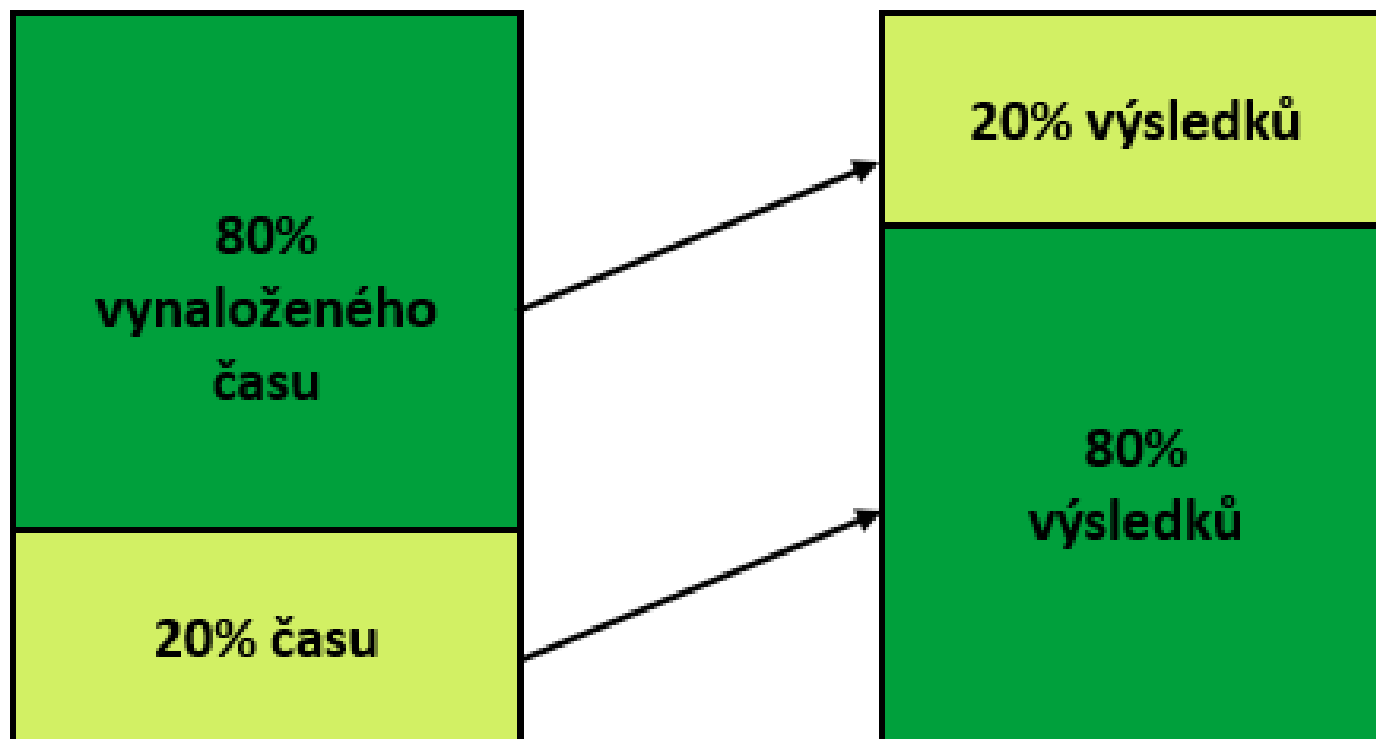
Pravidlo 80/20, neboli Paretovo pravidlo či Paretův princip nese jméno italského ekonoma a sociologa Vilfreda Pareta.

Ten už v 19. století zjistil, že v Itálii je 80 % bohatství v rukou 20 % lidí.

Časem se ukázalo, že tento princip platí v překvapivě velkém množství dalších situací či vztahů a s jeho dopady či důkazy o jeho platnosti se můžeme setkat v běžném životě na každém kroku.

Metody analýzy FMEA/FMECA

Paretův princip

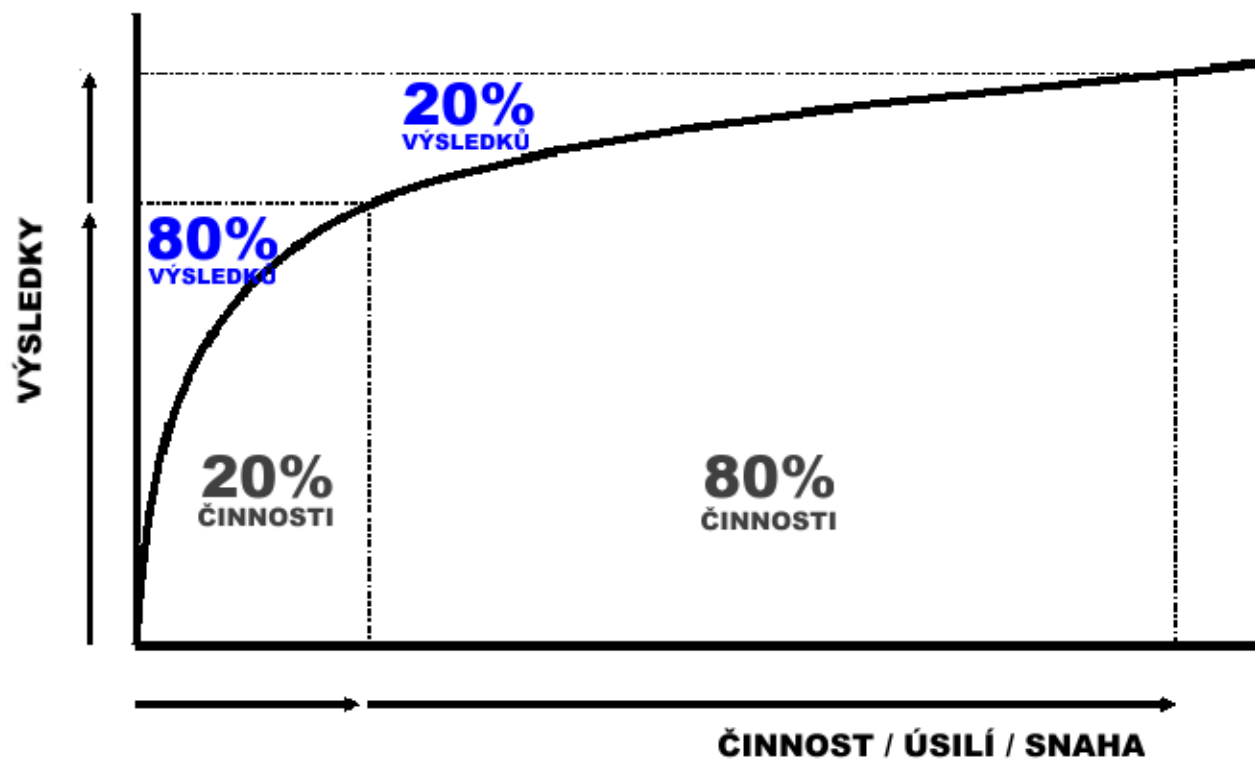


Zdroj: <https://www.portu.cz/blog/kouzlo-paretova-principu/>

Metody analýzy FMEA/FMECA

Paretův princip

PARETOVO PRAVIDLO 20 /80



Zdroj: <https://www.zij-zdrave.cz/blog-pro-vas-osobni-rozvoj/nemusite-byt-perfektni-a-i-presto-budete-velmi-efektivni>

Metody analýzy FMEA/FMECA

Paretův princip

Další výskyt Paretova zákona z různých oblastí lidské činnosti, kde byl tento nerovnoměrný jev pozorován a kde může přibližně platit pravidlo 80/20:

- 80 % příjmů získáte od 20 % zákazníků
- 20 % reklamních aktivit přivede 80 % zákazníků
- 80 % dat přenese v datové síti 20 % uživatelů
- 80 % zábavy zažijete s 20 % Vašich známých
- 80 % skladové plochy vám zabere 20 % skladových položek
- 80 % výsledků získáte za 20 % času
- 20% vašich obchodních zástupců zajistí 80 % tržeb
- Nejčastěji nosíte 20 % oblečení a 80 % téměř nepoužíváte

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

Aplikace metodiky vyžaduje minimální náklady a při správném použití vykazuje vysokou úspěšnost, protože přímo identifikuje konkrétní místa v procesu a určuje jejich kritičnost

Existuje v několika modifikacích:

PFMEA Process FMEA FMEA aplikovaná na proces

SFMEA System FMEA FMEA aplikovaná na systém

DFMEA Design FMEA FMEA aplikovaná na design

FMECA FMEA Critical FMEA kritických poruch

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

objekt (item)	Část nebo součást zařízení, subsystém, funkční jednotka, zařízení nebo systém. Může se též jednat o hardware, software nebo proces.
porucha (failure)	Ukončení schopnosti objektu plnit požadovanou funkci.
poruchový stav (fault)	Stav objektu , kdy není schopen plnit požadovanou funkci.
důsledek poruchy (failure effect)	Následek způsobu poruchy pro provoz, funkci nebo stav objektu.
způsob poruchy (failure mode)	Způsob, jakým u objektu dochází k poruše.
kritičnost poruchy (failure criticality)	Kombinace závažnosti důsledků a četnosti výskytu nebo jiných atributů poruchy jako míra potřeby zaměřit se na ně a zmírnit je.
systém (system)	Soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků.
závažnost poruchy (failure severity)	Významnost nebo stupeň důsledků způsobu poruchy na provoz objektu

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

Postup při aplikaci analýzy

FMEA může být zahájena poté, co je celý systém vymezen tak, aby mohl být prezentován jako funkční blokový diagram, kde mohou být stanoveny technické parametry jednotlivých prvků

Pro správnou analýzu a pochopení systémů je často nezbytné zajistit součinnost týmu odborníků, kteří se systémem pracují.

(tj. chápou vnitřní vztahy a možné interakce v analyzovaném systému -> klíčové pro identifikaci kritických míst)

Sběr dat: brainstorming, diagramu příčin a následků nebo jiné metody vedoucí k identifikaci možných způsobů vzniku poruch

Neangažovanost klíčových pracovníků, kteří mají informace o analyzovaném objektu, může znamenat chybějící zdroj důležitých informací.

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

Pro správnou aplikaci FMEA je důležité dodržet jednotlivé kroky analýzy:

- vymezení hranice systému pro analýzu
- definice všech způsobů poruch dané části systému
- volba způsobu poruchy k analýze
- stanovení možných bezprostředních a konečných důsledků
- stanovení závažnosti konečného důsledku
- zjištění potencionální příčiny daného způsobu poruchy
- odhad četnosti nebo pravděpodobnost výskytu způsobu poruchy za čas
- návrh metody pro zmírnění metody poruchy
- sumarizace důsledků poruch
- zpráva o analýze

Průběh analýzy se zaznamenává do pracovního listu FMEA

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

Analýza způsobů a důsledků poruch – FMEA

Stroj nebo zařízení _____
Strojní skupina _____
Součást _____
Model _____
Základní tým _____

Zodpovědnost za návrh _____
Datum _____
Zpracoval _____

Číslo FMEA _____
Strana _____ z _____
Datum provedení FMEA: _____
(původní) _____ (revidovaná) _____

Název zařízení (prvku)	Funkce	Identifikační číslo	Způsob (druh) poruchy	Příčina poruchy	Způsob zjištění poruchy	Důsledky poruchy	Pravděpodobnost poruchy	Odhaltitelnost poruchy	Následek poruchy	Úroveň kritičnosti	Doporučení k nápravě
										Přijímat opatření při 60 a více bodech úrovně kritičnosti	

36

Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3006524/>

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA - Analýza způsobů a důsledků poruch (Failure Mode and Effects Analysis)

FMEA konstrukční – kompaktní svítidlo sporáku

Název zař.	Funkce	Ident. číslo	Předvídané poruchy	Důsledek poruchy
1. Keramický plášť	Nosný díl všech prvků svítidla	1234-K1	Nevhodná tl. stěny dna Nesprávný tvar a rozměr otvoru pro kontakty Nesoulad rozměrů výstupků pro zajištění skla Nevhodné rozměry pro upevňovací sponu Nevhodné větrací otvory	Praskání, vyštipování Praskání při ohýbání kontaktů Uvolňování skleněné krytky Upev. spona v nevhodné poloze Přehřátí žárovky
2. Žárovka	Osvětlení pečící trouby	25W/240V, T300	Žárovka není typovaná na požadované parametry (T300)	Snížení životnosti
3. Upevňovací spona	Element upev. svítidla v panelu	1234-R2	Nevhodná volba materiálu (tvrdost, tloušťka) Chybný rozměr pro upevnění na plášť Chybné rozměry pro upevnění v panelu	Špatná fixace v panelu Obtížná montáž, nedrží na plášti Nelze zajistit mont. a demont.
4. Podložka	Pružný element pod skl. krytkou	1234-R3	Nevhodná volba materiálu (tvrdost, tloušťka)	Uvolnění skleněné krytky Nemožnost zafixování skleněné krytky
5. Skleněná krytka	Krytka svítidla	1234-B4	Nevhodná volba materiálu – čírost, ekologická nezávadnost	Větší absorpce světla, styk s potravinami
6. Připojovací konektory a kontakty objímky	Vytváří styk v objímce. Slouží pro připojení vodičů	1234-R5, R6	Nevhodná volba materiálu (pružnost, pevnost) Otřepy a ostré hrany Nesprávný návrh rozměrů kontaktů a závitového kroužku	Nedokonalý styk, nefunkční Velké násvuvné síly dutinky Zadrhnutí žárovky při vyšroubování Nevyhoví na kalibry a správnou funkci

Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3150142/>

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMECA - Analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (Failure Mode, Effects a Criticality Analysis)

Vyhodnocení kritičnosti

Jedna z metod pro určení kritičnosti je výpočet čísla priority rizika

RPN (Risk Priority Number)

Riziko definováno **ukazatelem závažnosti důsledku** a **odhadem pravděpodobností** jeho výskytu v určeném časovém intervalu. Jestliže tyto ukazatele nejsou k dispozici, lze použít **ukazatel potenciálního rizika R**.

$$R = S \times P$$

S (severity) bezrozměrné číslo klasifikující **závažnost** důsledku poruchy

P (probability) bezrozměrné číslo vyjadřující **pravděpodobnost** výskytu poruchy

Pro výpočet RPN: $RPN = S \times O \times D$

O (occurrence) je **pravděpodobnost výskytu** způsobu poruchy v daném čase

D (detection) klasifikuje **detekce poruchy**. Jedná se o odhad pravděpodobnosti detekce poruchy. Vyšší detekční číslo znamená menší pravděpodobnost detekce poruchy. Horší detekce znamená vyšší číslo RPN a tedy vyšší priorita při řešení daného způsobu poruchy

RPN slouží k určení priority při přijímání opatření pro snížení způsobů poruch.

Metody analýzy FMEA/FMECA

FMEA/FMECA

Ukázka

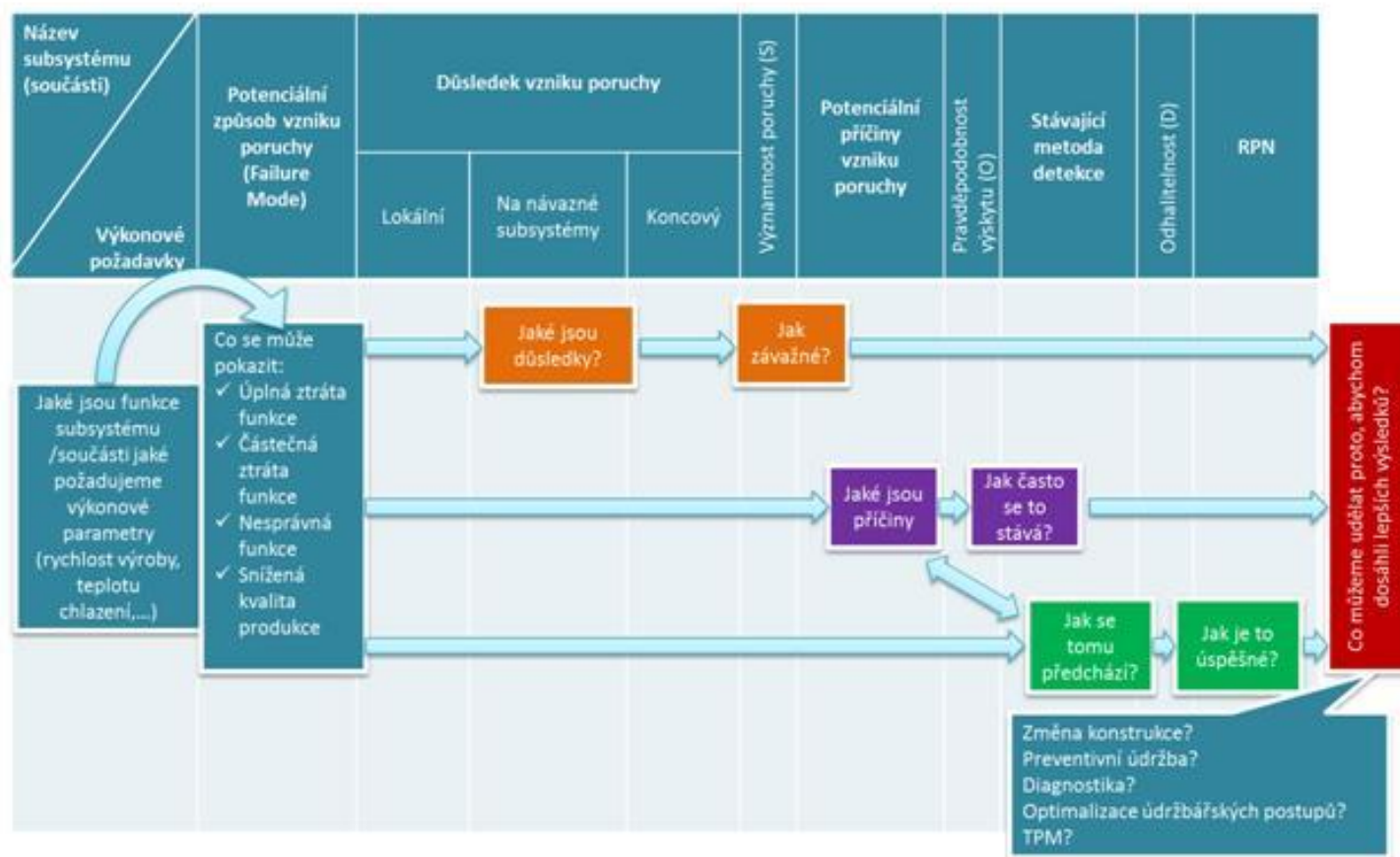
Kvalitativní matice kritičnosti		Závažnost			
		Malá	Okrajová	Velká	Katastrofická
Možnost výskytu	Vysoká	2	3	4	4
	Střední	2	3	4	4
	Nízká	2	3	4	4
	Velmi nízká	2	3	3	4
	Velmi slabá	1	2	2	3

Kategorie kritičnosti	
4	Nepřijatelná
3	Nežádoucí
2	Přijatelná
1	Malá

KCM Consulting s.r.o

Zdroj: <https://kcm.cz/skoleni/fmeca-fmea-analyza-zpusobu-dusledku-a-kriticnosti-poruch/>

Metody analýzy FMEA/FMECA



Zdroj: upraveno z (SAE J1739, 2002)

Zdroj: https://www.qmprofi.cz/33/formular-fmea-fmeca-uniqueidgOKE4NvrWuOKaQDKuox_Z5suEJudOuUzy0VnZiUL3gY/



VŠCHT PRAHA



Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- **Metodiky HAZOP, HAZID**
- Kybernetická bezpečnost

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

Studie nebezpečí a provozuschopnosti

HAZOP technika byla vynalezena při praxi v petrochemickém podniku Imperial Chemical Industries se sídlem ve Velké Británii.

Metoda využívá pravděpodobnostní vyhodnocení rizik v místě, kde se rizika mohou vyskytovat.

V průběhu let byla tato metoda mnohokrát použita s velmi rozumnými výstupy, takže nakonec byla uznána za mezinárodně uznávaný standard, který byl implementován do národních norem a je založen na IEC 61882:2001.

Studie HAZOP je týmový proces podrobného rozpoznávání problémů týkajících se nebezpečí a provozuschopnosti. Studie HAZOP se zabývá rozpoznáváním potenciálních odchylek od cíle projektu (projektované funkce), zkoumáním jejich možných příčin a hodnocením jejich následků



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

Studie nebezpečí a provozuschopnosti

Princip metody

- HAZOP je týmový proces podrobného rozpoznávání problémů týkajících se nebezpečí a provozuschopnosti
- zabývá se rozpoznáváním potenciálních odchylek od cíle projektu (projektované funkce), zkoumáním jejich možných příčin a hodnocením jejich následků
- zkoumání se provádí pomocí systematického používání sady vodicích slov, aby se rozpoznaly potenciální odchylky od cíle projektu (projektované funkce) a tyto odchylky se používají jako „spouštěcí mechanismus“ pro stimulaci představ členů týmu o tom, jak by mohlo k odchylce dojít a jaké by mohla mít následky
- zkoumání se provádí pod vedením vyškoleného a zkušeného vedoucího studie, který musí zajistit zevrubné pokrytí studovaného systému pomocí logického analytického myšlení
- vedoucímu studie pomáhá především zapisovatel, který zaznamenává rozpoznaná nebezpečí a/nebo narušení provozu pro další vyhodnocení a řešení

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

Studie nebezpečí a provozuschopnosti

Princip metody

- zkoumání vychází ze znalostí specialistů z různých vědních a technických oborů s vhodnými dovednostmi a zkušenostmi, kteří projevují intuici a dobrý úsudek
- zkoumání se má provádět v prostředí pozitivního myšlení a otevřené diskuse, při rozpoznání problému je zaznamenán pro následné hodnocení a řešení
- řešení rozpoznaných problémů není prvotním cílem zkoumání HAZOP, ale jestliže se k nim dospěje, zaznamenají se, aby je pracovníci odpovědní za projekt vzali v úvahu

HAZOP se realizují ve čtyřech základních postupných krocích:

- 1) stanovení rozsahu, cílů a odpovědnosti
- 2) stanoví se rozsah platnosti a cíle
- 3) stanoví se odpovědnosti za dílčí oblasti
- 4) vybere se tým



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

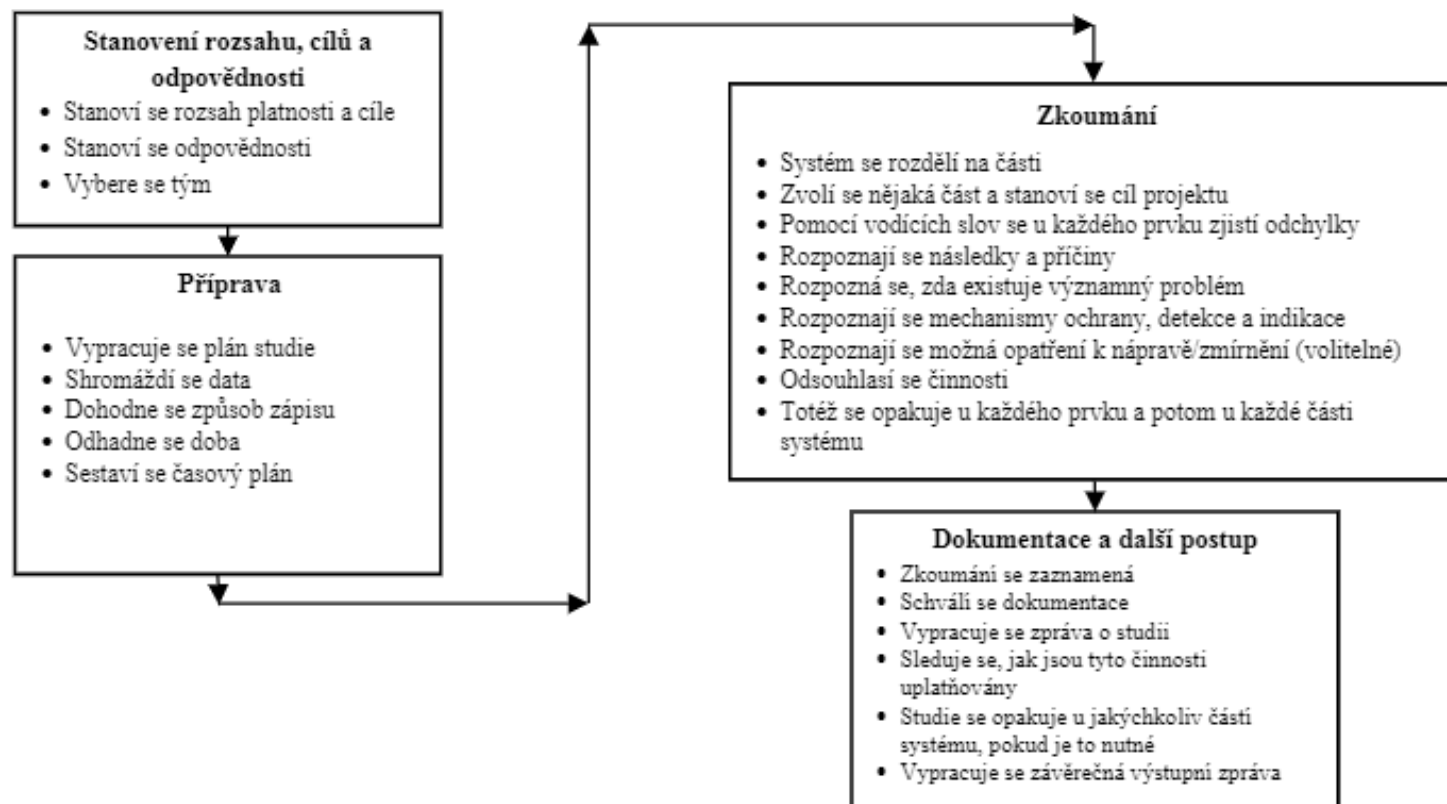
Studie nebezpečí a provozuschopnosti

Princip metody

- **příprava**
 - vypracuje se plán studie
 - shromáždí se data
 - dohodne se způsob zápisu průběhu analýzy
 - odhadne se doba provádění analýzy
 - sestaví se časový plán
- **zkoumání**
 - systém se rozdělí na části
 - zvolí se vhodná část a stanoví se cíl projektu
 - pomocí **vodicích slov** se u každého prvku zjistí odchylky
 - rozpoznají se **následky a příčiny**
 - rozpozná se, zda existuje **významný problém**
 - rozpoznají se **mechanismy ochrany, detekce a indikace**
 - rozpoznají se **možná opatření k nápravě/zmírnění** (volitelné)
 - odsouhlasí se činnosti
 - totéž se **opakuje u každého prvku** a potom u každé části systému

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

Studie nebezpečí a provozuschopnosti

Princip metody

- dokumentace a další postup
 - zkoumání se zaznamená
 - schválí se dokumentace
 - vypracuje se zpráva o studii
 - sleduje se, jak jsou tyto činnosti uplatňovány
 - studie se opakuje u jakýchkoliv částí systému, pokud je to nutné
 - vypracuje se závěrečná výstupní zpráva

ČSN IEC 61882 Studie nebezpečí a provozuschopnosti (studie HAZOP) - Pokyn k použití



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

Klíčové slovo	Význam
NENÍ	úplná negace původní funkce
VĚTŠÍ	kvantitativní nárůst
MENŠÍ	kvantitativní pokles
A TAKÉ, JAKOŽ I	kvalitativní nárůst (výskyt ještě jiného případu)
A ROVNĚŽ	kvalitativní nárůst
ČÁSTEČNĚ	kvalitativní pokles
REVERZE	opačná funkce (činnost)
JINÝ	úplná náhrada
PŘEDČASNÝ	předčasná funkce (činnost)
ZPOŽDĚNÝ	opožděná funkce (činnost)

Zdroj: <https://slidetodoc.com/identifikace-zdroj-rizik-cementan-pece-leisan-mukhametzianova-ing/>



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - použití

- původně technika vyvinutá pro systémy zabývající se zacházením s kapalným médiem nebo tokem jiného materiálu
- softwarové aplikace, včetně programovatelných elektronických systémů
- systémy zahrnující pohyb osob různými způsoby dopravy, jako je silniční či železniční doprava
- zkoumání různých posloupností operací a provozních postupů
- hodnocení administrativních postupů v různých průmyslových odvětvích
- hodnocení specifických systémů, například zdravotnických zařízení
- zkoumání nebezpečí a potenciálních problémů sdružených s různými provozními stavy daného systému, jako je např. najíždění, pohotovostní stav, běžný provoz, běžné odstavení provozu, nouzové odstavení provozu

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - Hazard and Operability Analysis

Omezení studie HAZOP

- HAZOP je technika, při které se **samostatně uvažují jednotlivé části systému** a zkoumají se vlivy odchylek u každé části. Je možné, že se **na závažném nebezpečí podílí i vzájemné působení více částí systému**. V těchto případech je nezbytné, aby se **takové nebezpečí prostudovalo podrobněji** s použitím technik, jako je analýza stromu událostí a analýza stromu poruchových stavů
- **nelze** zaručit rozpoznání všech nebezpečí (problémů s provozuschopností), proto by studie HAZOP měla být používána spolu s jinými vhodnými technikami
- úspěch velmi závisí na schopnosti a zkušenosti vedoucího studie a na znalostech a zkušenostech členů týmu
- při studii se uvažují pouze ty části, které se objevují v prezentaci projektu, zatímco činnosti a operace, které se v této prezentaci neobjeví, se neuvažují

Metodiky HAZOP, HAZID

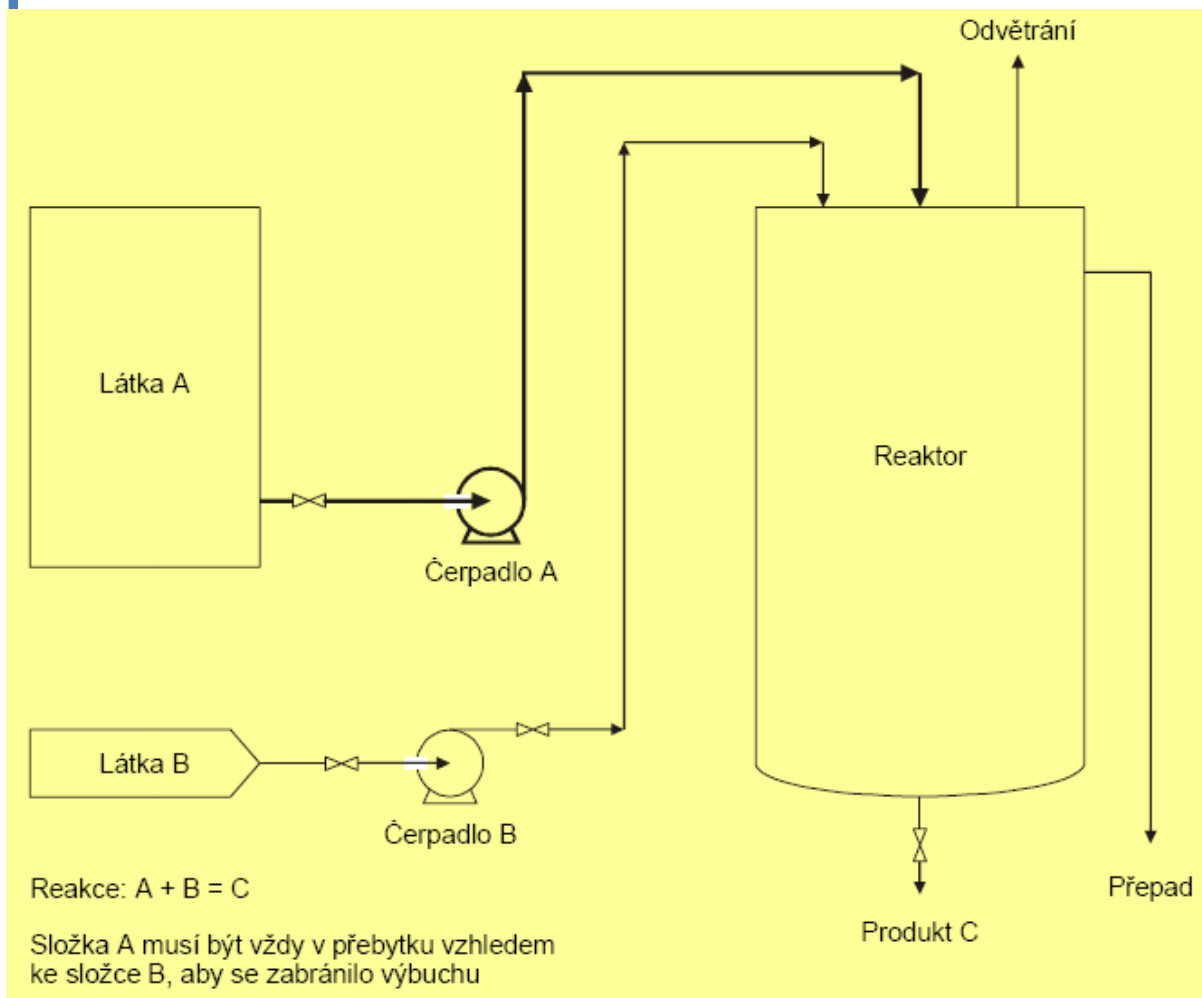
HAZOP - příklad

Uvažuje se jednoduché zařízení na zpracování chemických látek. Látky A a B jsou nepřetržitě dopravovány čerpadlem ze svých zdrojových tanků, aby se sloučily a vytvořily v reaktoru produkt C. Předpokládejme, že látka A musí být v reaktoru vzhledem k látce B vždy v přebytku, aby se zabránilo nebezpečí výbuchu.

Úplná prezentace projektu by zahrnovala mnoho dalších podrobností, jako je vliv tlaku, teploty reakce a reaktantů, míchání, dobu reakce, slučitelnost čerpadel A a B atd., ale pro účely tohoto jednoduchého názorného příkladu budou tyto podrobnosti ignorovány. Část systému vybraná pro zkoumání je potrubí od zdrojového tanku obsahujícího látku A k reaktoru, včetně čerpadla A. Cíl projektu pro tuto část je nepřetržitě přepravovat látku A z tanku do reaktoru rychlostí větší, než je rychlost přepravy látky B.

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - příklad



Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3229068/>

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP - příklad

NÁZEV STUDIE: PŘÍKLAD PROCESU							LIST č.: 1 ze 4		
Výkres č.:			ČÍSLO REVIZE:				DATUM: 17. prosince 1998		
SLOŽENÍ TÝMU:			LB, DH, EK, NE, MG, JK				DATUM PORADY: 15. prosince 1998		
UVAŽOVANÁ ČÁST:			Přepravní potrubí ze zásobního tanku A do reaktoru						
CÍL PROJEKTU:			Látka: A		Činnost:		Nepřetržitá přeprava rychlostí větší než B		
			Zdroj: Tank pro A		Místo určení:		Reaktor		
Č.	Vodící slovo	Prvek	Odchyłka	Možné příčiny	Následky	Bezpečnostní opatření	Komentáře	Požadovaná opatření	Opatření přiděleno
1	ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ	Látka A	Žádná látka A	Zdrojový tank A je prázdný	Žádný tok A do reaktoru Výbuch	Žádná nejsou specifikována	Nepříjemná situace	Uvážit instalaci poplachu plus zablokování čerpadla B při nízké hladině v tanku A	MG
2	ŽÁDNÝ, NENÍ ŽÁDNÝ	Přeprava A (rychlostí >B)	K žádné přepravě A nedochází	Čerpadlo A se zastavilo, potrubí se ucpalo	Výbuch	Žádná nejsou specifikována	Nepříjemná situace	Měření rychlosti průtoku materiálu A plus poplach při malém průtoku plus zablokování čerpadla B při malém průtoku	JK
3	VYŠŠÍ	Látka A	Více látky A: zdrojový tank je přeplněn	Plnění tanku z tankeru při jeho nedostatečné kapacitě	Tank přeteče do omezeného prostoru	Žádná nejsou specifikována	Poznámka: Toto by se zjistilo během zkoumání tanku	Uvážit poplach při vysoké hladině, jestliže nebyl zjištěn již dříve	EK

Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/3229068/>



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZOP

Shrnutí:

- Kvalitativní metoda založená na velmi důsledně propracovaném a systematickém postupu kritického prověřování analyzovaného procesu za účelem odhalení potenciálních nebezpečných situací, nalezení jejich příčin a stanovení možných následků. Základním principem metody je hledání odchylek od správné funkce (účelu) analyzovaného úseku (subsystému) a od správných hodnot zásadních veličin (např. tlak, teplota, průtok, složení apod.)
- **Analýza HAZOP je zaměřena na systém**, na rozdíl od analýzy FMEA, která je zaměřena na součástky.
- Prvek je analyzován ve dvou směrech:
 - nalezení potenciální příčiny odchylky
 - odvození jejích následků

Metodiky HAZOP, HAZID

HAZID

HAZARD IDENTIFICATION

Modifikace PHA (Předběžná analýza ohrožení)

Jedná se o analýzu, jejímž účelem je identifikovat všechny potenciální nebezpečí a náhodné události vedoucí k nehodě. Ohodnotit je dle závažnosti a navrhnout případná opatření.

Analýza se spoléhá na brainstorming expertů ohledně rizik a jejich ohodnocení. Většinou se využívá v rané fázi vývoje a dá se použít na jakýkoliv systém.

Využívá formu „Checklistu“



Metodiky HAZOP, HAZID

HAZID

APPENDIX 7 - HAZID RISK RANKING MATRIX

Based on Table A.1 in ISO17776 [1]

Severity	Consequences				Increasing Likelihood				
	People	Assets	Environment	Reputation	A	B	C	D	E
0	No injury or health effect	No damage	No effect (no or temporary impact - days)	No impact (local media, no significant concern)	Never heard of in the industry	Heard of in the industry	Has happened in the organization or more than once per year in the industry	Has happened at the location or more than once per year in the organization	Has happened more than once per year at the location
1	Slight injury or health effect (first aid or medical treatment)	Slight damage	Slight effect (local scale, short term damage – weeks)	Slight impact (short term local concern)	L	L	L	L	L
2	Minor injury or health effect (restricted work case or LTI)	Minor damage	Minor effect (local scale, short term damage – months)	Minor impact (short term national mention)	L	L	L	M	M
3	Major injury or health effect (partial disability)	Moderate damage	Moderate effect (local scale, medium terms damage – years)	Moderate impact (medium term national concern)	L	L	M	M	H
4	< 3 fatalities, or permanent total disabilities	Major damage	Major effect (local scale, long term damage – decades)	Major impact (regional or persistent national concern)	L	M	M	H	H
5	> 3 fatalities	Massive damage / total loss	Massive effect (regional scale, permanent damage)	Massive impact (global concern and media coverage)	M	M	H	H	H

L	Low Risk
M	Medium Risk
H	High Risk

Zdroj: https://www3.dfc.gov/Environment/EIA/vistaaleph/ESIA/Chapter_10/Chapter_10_Risk_Management_Plan.pdf

Hodnocení rizik v technických procesech

M216020

Ing. Alice Vagenknechtová, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 Česko
Uveďte původ - Zachovejte licenci

Náplň přednášek

- Bezpečnost a rizika v průmyslových a technických procesech
- Legislativa a prevence havárií
- Toxikologie a průmyslová hygiena
- Bezpečnost a rizika při dopravě nebezpečných látek
- Hořlavé a výbušné látky, rozptyly toxických látek
- Ochrana před výbuchem plynů a par (ATEX)
- Vyhrazená technická zařízení, TIČR, ČBÚ, BOZP
- Spolehlivost zařízení, definice, pojmy a základní vztahy
- Údržba zařízení a metody jejího provádění (TPM, RCM)
- Základy metodik hodnocení poruch a rizik, definice
- Kvantitativní metody analýzy (FTA, ETA)
- Kvalitativní a semikvalitativní metody analýzy (FMEA, FMECA)
- Metodiky HAZOP, HAZID
- **Kybernetická bezpečnost**

Kybernetická bezpečnost

- s větším rozsahem konektivity je spojeno **zvýšené riziko bezpečnostních hrozeb**
- tyto hrozby mohou nabývat mnoha podob, od úmyslných hackerských útoků až po chyby vzniklé jednáním s dobrým úmyslem
- události odehrávající se v oblasti kybernetické bezpečnosti mohou mít dopad na dostupnost sítě a rovněž mohou způsobovat přerušení provozu a zastavení výroby



Zdroj: <https://www.pixman.cz/blog/kyberneticka-bezpecnost-typy-utoku-a-proziravy-vyvoj-aplikaci>

Kybernetická bezpečnost

Kyberprostor

- je virtuální počítačový svět, přesněji elektronické médium tvořící světovou, globální počítačovou síť, která je základem online komunikace
- jedna z hlavních vlastností struktury kyberprostoru je otevřenost širokému okruhu uživatelů v interaktivní a virtuálním prostředí
- je globální a vyvíjející se doména popisovaná užíváním elektrických sítí a elektromagnetického spektra, jejíž smysl je vytvářet, uchovávat, upravovat, vyměňovat, sdílet, vybírat, používat či vymazávat informace.
- Kyberprostor zahrnuje: **a)** fyzická i telekomunikační zařízení, která umožňují spojení technologií a komunikaci sítí systému, chápáno obecně (SCADA zařízení, smartphony/tablety, počítače, servery, atd..), **b)** počítačové systémy a komplementární software, který zaručuje spojení a funkčnost systému, **c)** spojení počítačových sítí, **d)** uživatelské vstupy a uzly zprostředkovatelů spojení, **e)** informace
 - uživatelská data

Kybernetická bezpečnost

Definice

Bezpečnost

- představuje vlastnost objektu nebo subjektu určující stupeň jeho ochrany proti možným hrozbám

Hrozba

- skutečnost, událost, síla nebo osoba, jejíž působení může způsobit poškození, ztrátu důvěry nebo hodnoty aktiva

Riziko

- vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou bude hodnota aktiva poškozena působením hrozby

Kybernetická bezpečnost

Definice

Kybernetická bezpečnost

- lze chápat jako souhrn právních, organizačních, technických a vzdělávacích prostředků pro zajištění ochrany digitálního prostředí a umožňujícího vznik, zpracování a výměnu informací

Mezníkem

11. 9. 2001

Sdělení Radě a Evropskému parlamentu o ochraně kritické infrastruktury při boji proti terorismu



Kybernetická bezpečnost

Definice

Kybernetická bezpečnost v ČR

- Novela zákona č. 240/2000 Sb. O krizovém řízení (krizový zákon)
- Novelizace - 8. 12. 2008 (na základě směrnice EU)

Zákon č. 181/2014 Sb.

Zákon o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů (zákon o kybernetické bezpečnosti)

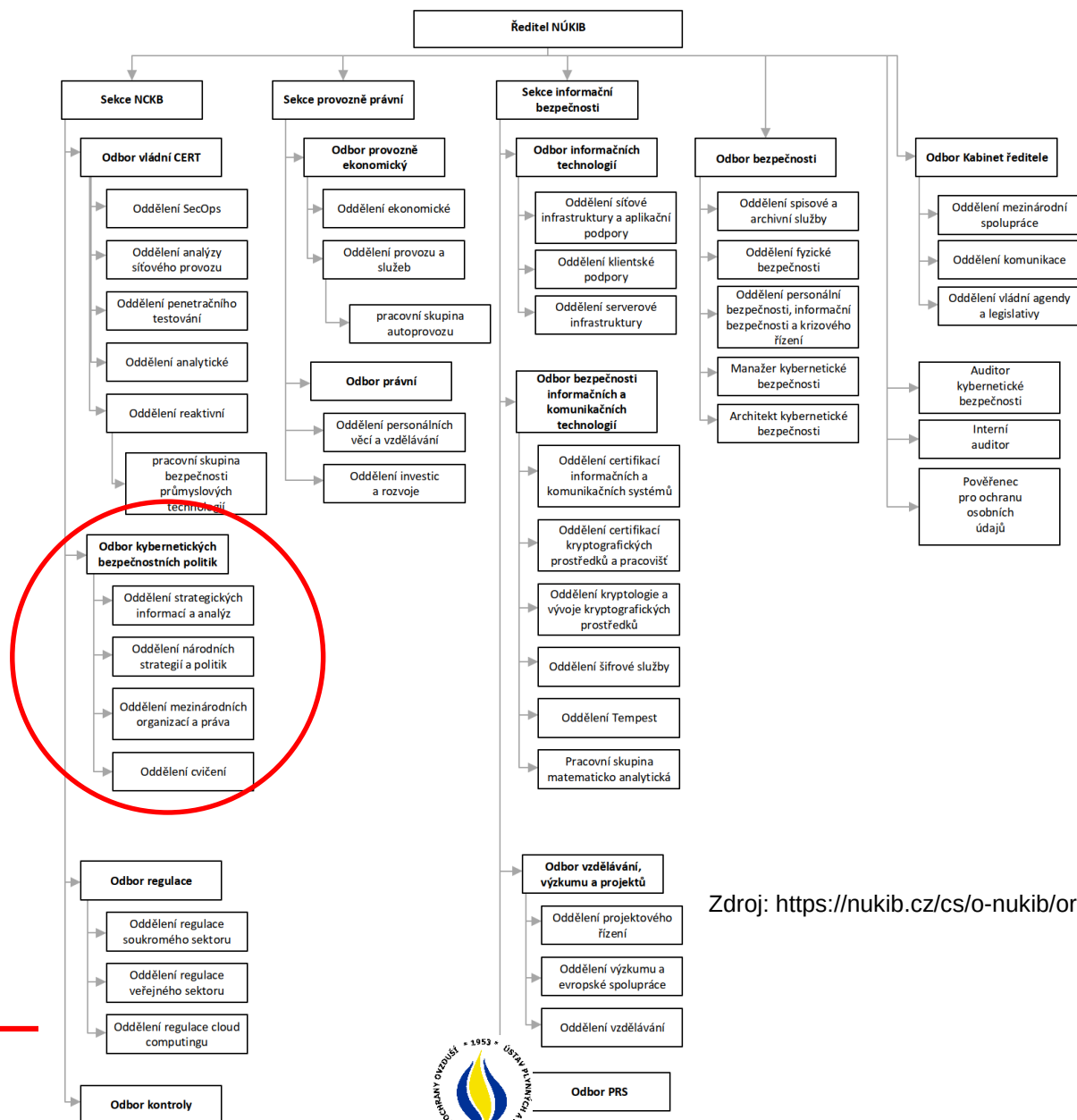
Nová vyhláška č. 82/2018 Sb., o kybernetické bezpečnosti

Kybernetická bezpečnost

Národní úřad pro kybernetickou a informační bezpečnost (NÚKIB)

- ústřední správní orgán pro kybernetickou bezpečnost včetně ochrany utajovaných informací v oblasti informačních a komunikačních systémů a kryptografické ochrany
- dále má na starosti problematiku veřejně regulované služby v rámci družicového systému Galileo
- ředitel Úřadu se pravidelně účastní jednání Bezpečnostní rady státu (BRS) a je členem Výboru pro kybernetickou bezpečnost, který je stálým pracovním orgánem pro koordinaci plánování opatření k zajišťování kybernetické bezpečnosti České republiky

Kybernetická bezpečnost



Zdroj: <https://nukib.cz/cs/o-nukib/organizacni-struktura-uradu/>

Kybernetická bezpečnost

Typy útoků

Odborníci na kybernetickou bezpečnost rozdělují útoky do tří hlavních skupin podle toho, na co jsou zaměřeny. Rozlišujeme tak kybernetické útoky proti:

- dostupnosti sítě
- integritě sítě
- důvěrnosti

Kybernetická bezpečnost

Útoky na dostupnost sítě

Útoky, které se snaží síť nebo webovou aplikaci zahltit požadavky a způsobit tak její nedostupnost.

Takové útoky se označují jako **DoS** (Denial of Service, odepření přístupu) nebo **DDoS** (Distributed Denial of Service, distribuované odepření přístupu).

Při útoku typu **DoS** útočníci zaplaví síť obrovským počtem žádostí, případně objeví neošetřenou skulinu, tzv. zranitelnost v aplikaci. Vygenerují velký počet nesmyslných požadavků, a ochromí tak provoz aplikace.

DDoS útoky jsou velmi podobné, jen si narušitel vezme na pomoc celou armádu nakažených počítačů, tzv. botnet. V botnetech se nachází několik stovek tisíc počítačů.

Kybernetická bezpečnost

Útoky na integritu sítě - malware

Útoky zaměřené na integritu sítě se snaží **přepsat** či **zničit počítačový kód** a jejich cílem bývá **poškodit hardware, infrastrukturu nebo systémy**.

Příkladem z reálného světa je **ransomware**, který ochromil chod Benešovské nemocnice na několik týdnů. Jak je něco takového možné? Začalo to jediným kliknutím - na soubor v příloze podvrženého e-mailu. Ten bez vědomí uživatele postupně zašifroval veškeré soubory na počítači a šířil se sítí dál. Byly ochromeny servery, počítače, ale také zdravotnické přístroje. Škody dosáhly desítek milionů korun.

Kybernetická bezpečnost

Útoky proti důvěrnosti

Při úspěšném útoku proti důvěrnosti **narušitel odcizí firmě hodnotné informace od osobních údajů zákazníků, přes fotografie, čísla karet, hesla a telefonní čísla až po obchodní tajemství a duševní vlastnictví.**

Únik osobních údajů je velký problém sám o sobě. A ještě o něco větší od roku 2018, kdy vstoupilo v platnost obecné nařízení o ochraně osobních údajů (GDPR). Kromě ztráty důvěry veřejnosti firmě hrozí i pokuta v těžko představitelné výši až 20 milionů eur.

Ukradené osobní údaje mají samy o sobě velkou hodnotu, útočníci je mohou zkusit prodat, použít k vydírání nebo k podvodu se zneužitím identity. Často je ale sami obratem využijí při dalším útoku založeném na phishingu nebo social engineeringu.



Phishing

Útočník vám zkusí podstrčit e-mail nebo (nejčastěji přihlašovací) webovou stránku, která vypadá skoro jako pravá - rozdíl bývá v drobných detailech. I proto se pro tento typ útoků ustálilo označení phishig, tedy záměrně zkomolené anglické slovo "fishing". Vyzve vás k poskytnutí důvěrných informací (uživatelského jména, hesla) nebo ke kliknutí na link. To pak odstartuje stahování škodlivého software.

Nejčastěji se jedná o hromadný phishingový útok, útočník se snaží napodobit banku nebo sociální síť a získat přístupové údaje k účtům. E-maily bývají hůře napsané, většinou s pomocí překladače, a dají se relativně snadno rozpoznat. Proto než své údaje zadáte, vždy raději zkontrolujte URL adresu, na které se nacházíte, a ujistěte se, že je správná.

Kybernetická bezpečnost

Kybernetická bezpečnost v ČR za rok 2020

468 ^

nahlášených kybernetických
incidentů NÚKIB

99 ^

z nahlášených kybernetických
incidentů řešeno NÚKIB

9 ^

velmi významných
kybernetických incidentů
řešených NÚKIB

1 267 ^

bezpečnostních incidentů
řešených CSIRT.CZ – národním
bezpečnostním týmem ČR

738 ^

řešených phishingových útoků
CSIRT.CZ

8 073 v

trestných činů v oblasti
kybernetické kriminality
a kriminality páchané
na internetu

100 v

účastníků cvičení kybernetické
bezpečnosti uspořádaných
NÚKIB

8 v

cvičení kybernetické bezpečnosti
provedených NÚKIB

18 209 ^

proškolených zaměstnanců
státní správy

Zdroj: https://www.nukib.cz/download/publikace/zpravy_o_stavu/Zprava_o_stavu_KB_2020.pdf



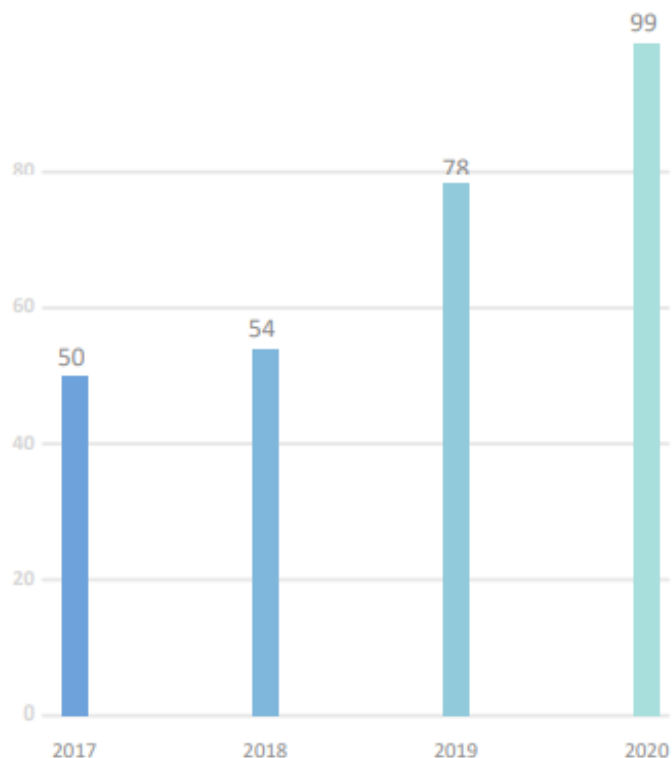
VŠCHT PRAHA



Kybernetická bezpečnost

Kybernetická bezpečnost v ČR za rok 2020

Graf 13: Vývoj počtu kybernetických bezpečnostních incidentů řešených NÚKIB v letech 2017 – 2020: V roce 2020 NÚKIB řešil nejvíce incidentů za poslední čtyři roky a nárůst lze očekávat i v dalším roce



Graf 14: Vývoj počtu kybernetických incidentů v letech 2019 a 2020 dle odvětví

● 2019 ● 2020



267%
meziroční nárůst incidentů
v sektoru zdravotnictví

Zdroj: https://www.nukib.cz/download/publikace/zpravy_o_stavu/Zprava_o_stavu_KB_2020.pdf

Kybernetická bezpečnost

Kybernetická bezpečnost v ČR za rok 2020

KYBERNETICKÉ INCIDENTY V ROCE 2020 PODLE TYPU INCIDENTU

Popis kategorií vychází z formuláře pro hlášení
incidentů:

- 37** ŠKODLIVÝ KÓD (například virus, červ, trojský kůň, dialer, spyware)
- 26** DOSTUPNOST (například narušení dostupnosti způsobené DoS/DDoS útokem nebo sabotáží)
- 16** PRŮNIK (například úspěšná kompromitace aplikace nebo uživatelského účtu)
- 7** PODVOD/PHISHING (například e-mail se škodlivou přílohou nebo odkazem)
- 7** POKUS O PRŮNIK (například pokus o zneužití zranitelnosti, kompromitace aktiva, „zero day“ útok)
- 3** SBĚR INFORMACÍ (například skenování, sniffing, sociální inženýrství)
- 1** URÁŽLIVÝ OBSAH (například spam, kyberšikana, nevhodný obsah)
- 2** ADMINISTRATIVNÍ/TECHNICKÝ (bezpečnostní incident způsobený administrativní či technickou chybou)

Zdroj: https://www.nukib.cz/download/publikace/zpravy_o_stavu/Zprava_o_stavu_KB_2020.pdf



VŠCHT PRAHA



Kybernetická bezpečnost

Kybernetická bezpečnost v ČR za rok 2020

Kritickou informační infrastrukturou (KII) jsou dle ZKB komunikační a informační systémy prvků kritické infrastruktury (KI)

KI samotná je dle zákona č. 240/2004 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů, definována jako **prvek nebo systém prvků, jejichž narušení by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu**

Mezi typické prvky KI patří **elektrárny, přehrady, letiště nebo telekomunikační sítě, ale také strategické finanční instituce nebo státní úřady.**

Vyřazení některého z těchto prvků může ochromit poskytování kritických služeb (dodávky elektřiny, tepla, vody nebo výplaty důchodů) nebo v krajním případě způsobit fyzické škody (například kybernetickou sabotáží)

Kybernetická bezpečnost

VÝHLED TRENDŮ V KYBERNETICKÉ BEZPEČNOSTI V ČR NA ROKY 2021 A 2022

RANSOMWARE

Využívání vyděračského **malwaru**, kterým útočníci napadeným institucím zašifrují data a následně od nich požadují výkupné, bude téměř jistě (pravděpodobnost 90 - 100 %) představovat jednu z nejvýznamnějších kybernetických hrozeb i v následujících dvou letech.

Zároveň je velmi pravděpodobné (pravděpodobnost 75 - 85 %), že bude i nadále pokračovat trend zvýšené sofistikovanosti kampaní a jejich zacílení na konkrétní oběti.

Vzhledem k předpokladu přetrvávajícího tlaku na zdravotnická zařízení v letech 2021 a 2022 je téměř jisté (pravděpodobnost 90 - 100 %), že budou nadále cílem útoků ransomwaru. Mezi další cíle se velmi pravděpodobně (pravděpodobnost 75 - 85 %) zařadí velké podniky, instituce veřejného sektoru a vzdělávací zařízení.

Kybernetická bezpečnost

VÝHLED TRENDŮ V KYBERNETICKÉ BEZPEČNOSTI V ČR NA ROKY 2021 A 2022

PHISHING, SPEAR-PHISHING A PODVODNÉ E-MAILY

Nejzávažnějším hrozbám z roku 2020 bude ČR čelit i v následujících letech, především kvůli přetrvávající možnosti **zneužívání tématu pandemie a rozvoji metod sociálního inženýrství**, mj. sofistikovanějšího spear phishingu spojeného s využitím deepfakes.

Zároveň je pravděpodobné (pravděpodobnost 55 - 70 %), že rozšíření deepfakes bude častěji využíváno pro tzv. vishing (spojení slov voice a phishing), zaměřený jak na samotné uživatele, tak i na veřejné a zejména finanční instituce.

Zdroj: https://www.nukib.cz/download/publikace/doporuceni/Doporuceni_spear_phishing_pro_personal_nemocnic_cb.pdf

Od: Radek Chvalík <radek.chvalik@fmmaletice.cz>

Odesláno: 21. února 2020 9:44:19

Komu: Jaroslav.novak@fmmaletice.cz

Předmět: ověřit teď

Adresa je podvržená - končí @fmmaletice.cz

Vážený uživateli,

Zpráva vytváří časovou tiseň a vyzývá k rychlému jednání

Během včerejšího večera došlo k vypršení vašeho certifikátu na eRecept. V návaznosti na to nebudete moci dále vydávat recepty. Pro jeho obnovení [klikněte zde](#) a urychleně zadejte své přihlašovací jméno a heslo.

<https://admin.microsoft.com/fwlink/?linkid=870921>

Technická podpora

Odkaz na závadnou adresu

Fakultní nemocnice Maletice

Kybernetická bezpečnost

VÝHLED TRENDŮ V KYBERNETICKÉ BEZPEČNOSTI V ČR NA ROKY 2021 A 2022

NEDOSTATEK ODBORNÍKŮ NA KYBERNETICKOU BEZPEČNOST

Dlouhodobý nedostatek odborníků představuje faktor, který ovlivňuje celou řadu oblastí a trendů v kybernetické bezpečnosti.

Můžeme proto předpokládat, že v následujících letech bude velmi pravděpodobně (pravděpodobnost 75 - 85 %) narůstat využívání outsourcingu mnoha služeb spojených s IT infrastrukturou a jejím zabezpečením (mimo jiné tzv. Security as a Service).

Kybernetická bezpečnost

VÝHLED TRENDŮ V KYBERNETICKÉ BEZPEČNOSTI V ČR NA ROKY 2021 A 2022

CLOUD

Rostoucí obliba cloudového prostředí nadále velmi pravděpodobně (pravděpodobnost 75 - 85 %) **povede k nárůstu kybernetických útoků zaměřených na tuto infrastrukturu**

Cloudy budou vystaveny stále častějším útokům, protože jak státní aktéři, tak kyberkriminální skupiny se snaží získat přístup k citlivým datům nebo obchodním tajemstvím

Nedostatků zabezpečení (např. nevhodná konfigurace) zůstanou pravděpodobně (pravděpodobnost 55 - 70 %) **nejpoužívanějším vektorem útoku na cloudové služby**

Nelze vyloučit (pravděpodobnost 25 - 50 %), že mezi zasaženými klienty těchto služeb se objeví i české organizace nebo společnosti

Kybernetická bezpečnost

VÝHLED TRENDŮ V KYBERNETICKÉ BEZPEČNOSTI V ČR NA ROKY 2021 A 2022

KYBERNETICKÉ ÚTOKY PROTI STRATEGICKÝM INSTITUCÍM STÁTU

Ústřední orgány státní správy ČR budou v letech 2021-2022 velmi pravděpodobně (pravděpodobnost 75-85 %) čelit závažným kybernetickým útokům ze strany sofistikovaných aktérů.

Státní sektor, včetně jeho strategických institucí (zejména ústřední orgány státní správy), patří kvůli své viditelnosti a přístupu k citlivým informacím k častým cílům kybernetických zločinců i státních aktérů.

Případy ze zahraničí (např. případ SolarWinds) ukazují, že útočníci využívají stále propracovanější metody k proniknutí do systému oběti a útok se tak stává stále hůře detekovatelný.

Na základě výše uvedených faktů, vlastních dat a informací od partnerů NÚKIB odhaduje, že trend závažných kybernetických útoků proti státním strategickým institucím se v následujících dvou letech projeví i v ČR a jedna nebo více z nich bude velmi pravděpodobně (pravděpodobnost 75 - 85 %) čelit závažnému kybernetickému útoku ze strany sofistikovaných aktérů.

Kybernetická bezpečnost

ZÁVĚR KB v ČR

Zajištění absolutní bezpečnosti, resp. kybernetické bezpečnosti není reálné.

Lze však učinit opatření pro zajištění bezpečnosti, dle dodržování zásad nejlepší praxe za přijatelných nákladů, která mohou zajistit akceptovatelnou úroveň bezpečnosti.

Mezi doporučení lze zařadit např. specifikace detailních požadavků pro hodnocení chemického provozu a bezpečnosti, zavedení auditních kontrol se stanovením sankcí při nedodržení bezpečnostních pravidel, modernizace systémů nouzové komunikace, aktualizace plánů připravenosti a reakce na incidenty a školení všech pracovníků v oblastech kybernetické bezpečnosti.

Rovněž nelze opomenout **pravidelná hodnocení bezpečnosti daného provozu**, jakož i systému řízení bezpečnosti a kritérií rozvržení bezpečnosti, zaměřených na optimalizaci dostupných vrstev ochrany.

