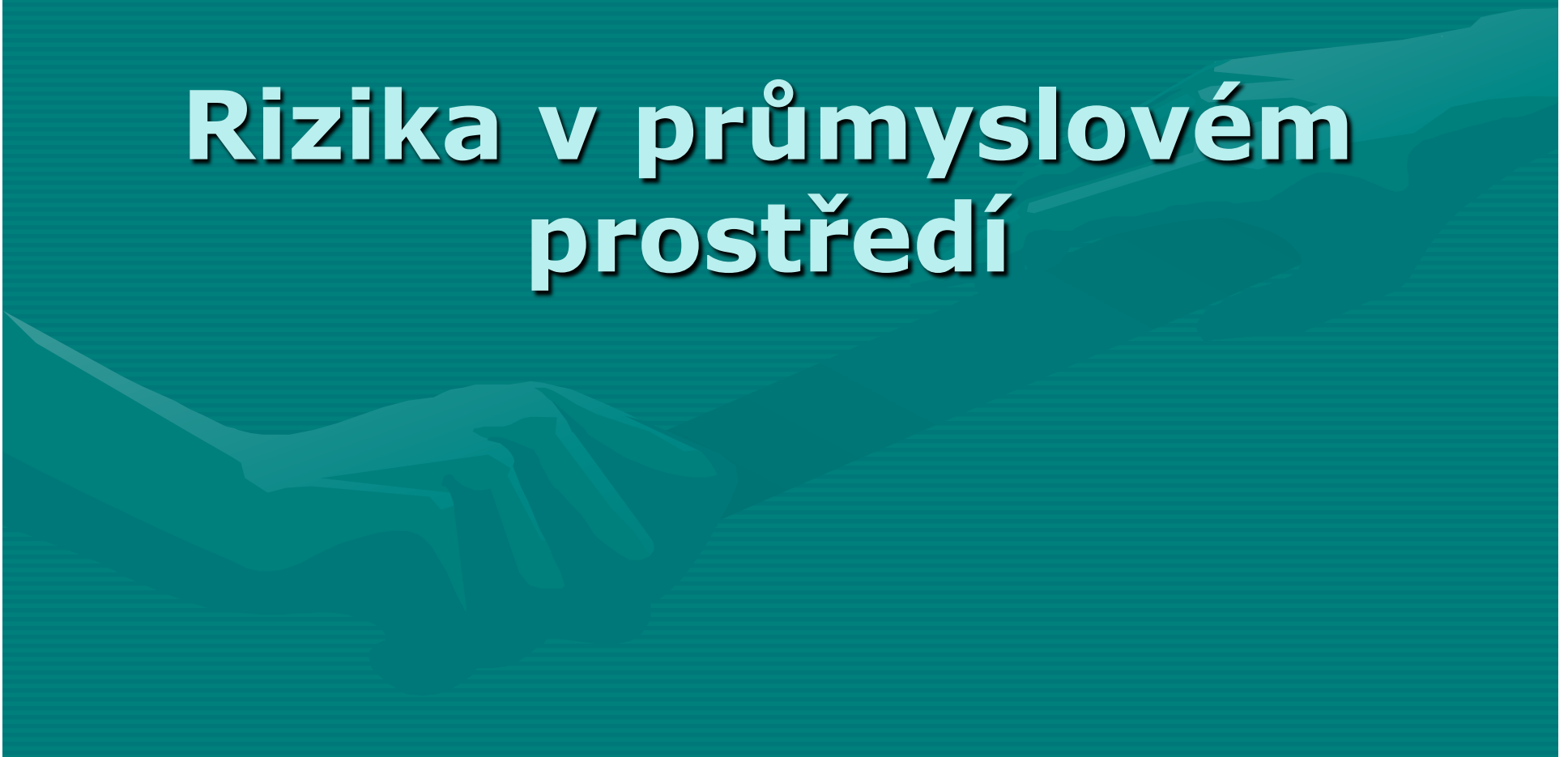


Rizika v průmyslovém prostředí



Definice rizika

- ve všech pokusech definovat riziko se objevují dvě hlavní složky:
 - výskyt nežádoucích následků,
 - nejistota (pravděpodobnost), s jakou následky nestanou.

RIZIKO = NEJISTOTA x NEŽÁDOUCÍ NÁSLEDKY

$$\text{RIZIKO} = \frac{\text{NEBEZPEČÍ}}{\text{OCHRANNÉ OPATŘENÍ}}$$

Definice průmyslového rizika

- **Pravděpodobnost** vzniku závažné průmyslové havárie a rozsah (závažnost) jejich možných **následků**, které můžou nastat počas určitého období nebo určitých okolností

Míra rizika

- po zdefinování rizika vzniká problém, jak ho vlastně měřit,
- proto se zaužívali termíny:
 - individuální riziko,
 - skupinové riziko,
 - sociální riziko,
 - oblast rizika.



- **individuální riziko** – riziko přijímané osobou v blízkosti zdroje rizika. Pravděpodobnost výskytu nežádoucích následků způsobených událostí osobě v okolí nebezpečného zařízení,
- **skupinové riziko** – riziko skupiny osob (údržba v závodě nebo všichni zaměstnanci závodu). Míra skupinového rizika pro jednotlivé osoby bude výsledkem počtu osob v skupině a průměřeného individuálního rizika.

- **sociální riziko** – riziko pro společnost jako takovou. Míra sociálního rizika pro jednotlivé osoby bude výsledkem počtu postihnutých osob a průměrného individuálního rizika.
- **oblast rizika** – tato míra je užitečná, když k celkovému riziku určité zeměpisné oblasti přislouchá víc jak jeden zdroj.

Postup při analýze rizika

1. Popis rozsahu a cíl analýzy
2. Identifikace potenciálních nebezpečí (zdrojů rizika)
3. Kvantitativní vyhodnocení pravděpodobnosti nebo početnosti havárií
4. Kvantitativní vyhodnocení následků havárií
5. Souhrn informací získaných zobrazením rizik,
6. Odhad rizik, které jsou přijatelné nebo akceptovatelné
7. Zajištění realizace přijatých opatření

		HAZARD SEVERITY				
		Negligible (1)	Slight (2)	Moderate (3)	High (4)	Very high (5)
LIKELIHOOD OF OCCURRENCE	Very Unlikely (A)	LOW	LOW	LOW	LOW	MEDIUM
	Unlikely (B)	LOW	LOW	LOW	MEDIUM	MEDIUM
	Possible (C)	LOW	LOW	MEDIUM	MEDIUM	HIGH
	Likely (D)	LOW	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH
	Very Likely (E)	LOW	MEDIUM	HIGH	HIGH	HIGH

Techniky identifikace zdrojů rizika

- Identifikace zdrojů probíhá pro:
 - normální stavy,
 - mimořádné stavy (odstávka, testování, poruchy, havárie, likvidace havárií).

Analýza pomocí kontrolních záznamů (Check List Analysis – CLA)

- kontrolní záznamy položek nebo kroků, podle kterých se ověřuje stav závodu,
- každý stroj a zařízení může mít vlastní check list, podle kterého se potom vytvoří kompletní kontrolní záznam,
- je vhodná při prevenci jako soupis problémů, ke kterým už došlo.



Bezpečnostní audit (Safety Audit – SA)



- nejstarší metoda,
- vztahuje se k již existujícím provozům,
- bývá vykonán zaměstnanci různých profesí,
- představuje především inspekční pochůzky, které mohou mít charakter:
 - neformální vizuální prohlídky,
 - formální zjišťování.

Co se stane když... (What If Analysis – WFA)

		Dec-06	Dec-07
1			
2	Income statement		
3	Sales	\$200,000.00	\$300,000.00
4	Cost of Goods Sold	(\$110,000.00)	(\$155,000.00)
5	Gross Margin	\$90,000.00	\$145,000.00
6	Depreciation	(\$10,000.00)	(\$12,000.00)
7	Amortisation/Other	\$0.00	\$0.00
8	Sales, General & Adm. Overheads	(\$46,000.00)	(\$65,000.00)
9	Net Operating Profit (NOP)	\$34,000.00	\$68,000.00
10	Interest Expense	(\$4,000.00)	(\$5,000.00)
11	Interest Income	\$0.00	(\$100.00)
12	Other Financial Income	\$0.00	\$0.00
13	Profit after Financial Items	\$30,000.00	\$62,900.00
14	Exceptional Expense	\$0.00	\$0.00
15	Profit before Tax	\$30,000.00	\$62,900.00
16	Tax	(\$5,000.00)	(\$10,483.33)
17	Net Profit after Tax (NPAT)	\$25,000.00	\$52,416.67
18	Minority Interest	\$0.00	\$0.00
19	Dividends	(\$8,000.00)	(\$14,000.00)
20	Retained Profit for the Year	\$17,000.00	\$38,416.67

Search Inputs & Outputs

Options to search: Advanced Example

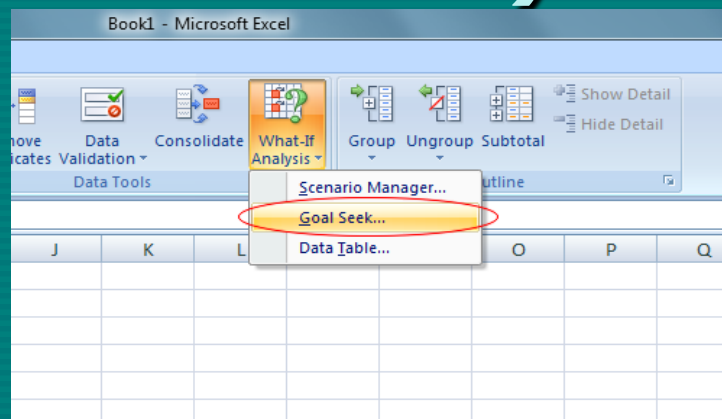
☒ Inputs D F Options Example

☒ Outputs D F Options Example

Area

☒ Current Sheet ☐ Selected area ☐ All sheets

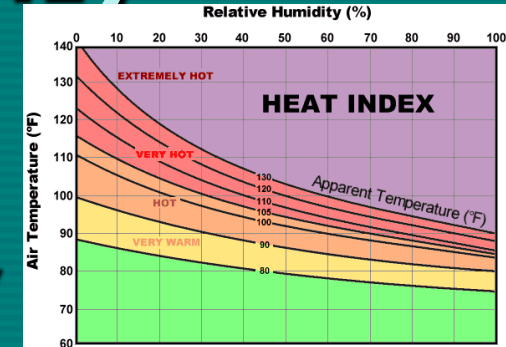
Format cells Close



- otázkou Co se stane když...? Se zjišťují příčiny havárií a navrhují se opatření na zvýšení bezpečnosti (může to být také jakákoliv námitka),
- kladení otázek nemusí být systematické a závisí od zkušeností a intuice týmu,
- probíhá formou porad vybraných odborníků, které se uskutečňují pomocí brainstormingu.

Použití ukazovatelů nebezpečnosti (Hazard Indices – HI)

- rychlý způsob klasifikace potenciálního nebezpečí závodu,
- v prvním stadiu klasifikace je závod rozčleněn na samostatné jednotky (sklad, úprava surovin, reakce, separace, čištění). Pro každou jednotku je vyhotoveno číselné ohodnocení, které vychází z druhu a množství látky přítomné v jednotce,
- konečná číselná hodnota se převede na klasifikaci nebezpečí v rozmezí „nízké“ až „katastrofální“



BEHI Total Score	Hazard or Risk Rating
5-9.5	Very Low
10-19.5	Low
20-29.5	Moderate
30-39.5	High
40-45	Very High
46-50	Extreme

Úvodní analýza nebezpečí (Preliminary Hazard Analysis – PHA)

- rychlý přehled provozních nebezpečí (častý podklad pro detailní analýzy),
- základ metody – náčrt schématu závodu a informace o přítomných látkách,
- pro každé nebezpečí se bere do úvahy relativní početnost a následky a jsou identifikovány potenciální havárie,
- havárie jsou odhadnuty pomocí předpokládané **početnosti** a **stupně poškození zdraví** obyvatelů.

Početnost

P

k havárii nedojde, nebezpečí vyloučeno

0

méně než 1x za 1000 roků

1

mezi 1x za 100 a 1x za 1000 roků

2

mezi 1x za 10 a 1x za 100 roků

3

mezi 1x za rok a 1x za 10 roků

4

častěji než 1x za rok

5

Stupeň poškození zdraví

S

bez zranění

0

vážné zranění

2

smrtelná nehoda

3

několik smrtelných nehod

5

$$\text{Index rizika } I = P + S$$

Situace

normální
pracovní pokoj
výměna směny
stávka

Místo

provozní jednotka
potrubní mosty
sklady
řídící místnost

Pracovní úkon

začatí provozu
odstavení provozu
normální provoz
neobvyklý provoz
údržba
generální oprava
přeprava
nová výstavba

Nebezpečí

uvolnění nebezpečných látek
požár
výbuch
únik toxické látky
kontaminace produktu
poškození zařízení
odstavení zařízení

Vnější příčiny

bouře
povodeň
sníh
mráz
zemětřesení
sesuv půdy
havárie automobilu
požár

Vnitřní příčiny

technická porucha
chyba operátora
chyba obsluhy
chyba údržby
zásobování energií
surovina
sabotáž
jiné

Studie nebezpečnosti a provozuschopnosti (Hazard and Operability Study – HAZOP)

- využitelná hlavně v chemickém průmyslu na posuzování nově projektovaných i existujících závodů,
- posouzení závodu vypracovává menší tým odborníků,
- každý úsek se posuzuje systematicky s využitím série **klíčových slov**, které ulehčují formulaci odchylek,
- cílem je zjistit, jestli existuje podmínka, při které by mohlo dojít k odchylce. Jestli ano, je potřebné zkoumat její důsledky. Jsou odchylky významné?
- když je analyzován jeden úsek, přechází se na další část systému.

Klíčové slovo	Odchylka	Možné příčiny	Důsledky	Požadavky
NO, NOT (žádné, není)	žádný průtok	v skladovací nádrži není uhlovodík	ztráta uhlovodíku po reakci	zajistit plynulý přívod skladovací nádrže, instalovat signalizaci hladiny v provozní nádrži
MORE (vyšší, víc)	nárůst teploty	vysoká teplota v skladovací nádrži	vyšší tlak v potrubí i v provozní nádrži	zkontrolovat, zda jsou indikované vysoké teploty. Jestli ne, instalovat zařízení na měření teplot
LESS (nižší, méně)	nižší teplota	v zimním období	systém odvodňo- vání může zamrznout	ohřev odvodňovacího potrubí párou
AS WELL AS (taktéž)	přítomnost organických kyselin	porucha v pracovním postupu	zvýšená koroze	zkontrolovat vhodnost konstrukčního materiálu
PART OF (součást)	vyšší procento vody	vysoká hladina vody v skladovací nádrži	nádrž je přeplněná	vykonávat pravidelné odvodňování skladovací nádrže

Postup při metodě HAZOP

1. Popis účelu (funkce) systému (subsystému)
2. Popis odchylky od požadovaného stavu
3. Využití uvedených, definovaných klíčových slov
4. Zjištění příčiny nebo kombinace příčin, které vedou k odchylce
5. Hledání odpovědí na otázky Co se stane když...?
6. Stanovení možných důsledků a provozních problémů
7. Odporučené opatření

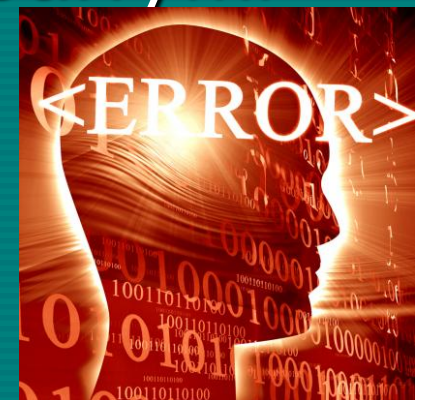
Analýza vplyvů poruch a jejich následků (Failure Modes and Effects Analysis – FMEA)

- hodnotí možné poruchy zařízení a jejich vliv na technologický proces (systém, subsystém, komponenty),
- cílem je vybrat takové případy poruch, které jsou nejzávažnější (**kategorie kritickosti poruch**),
- princip:
 - Jak je možné komponent poškodit?
 - Co se může stát, když se komponent poškodí?

Kategorie	Následky
katastrofická	ztráta systému (zařízení), několikanásobné zranění, smrt
kritická	zranění, poškození zařízení, nebezpečný stav vyžadující okamžitou nápravu
okrajová	žádný důležitý systém není poškozený, žádné poškození funkce zařízení, žádné zranění osob
zanedbatelná	žádný důležitý systém není poškozen, žádné zranění osob, není potřebná okamžitá náprava

Analýza spolehlivosti člověka (Human Reliability Analysis – HRA)

- cílem je identifikovat možné lidské chyby a jejich působení nebo i příčiny těchto chyb,
- systematické hodnocení faktorů, které ovlivňují činnost operátorů, techniků, pracovníků údržby a ostatního personálu ve výrobě; dále pak faktorů, které přispívají k těmto chybám. Identifikace důležitých míst systému, které jsou ovlivněny jednotlivými chybami,
- využívá se v kombinaci s ostatními metodami.



Kvantitativní analýza rizika chemických procesů (Chemical Process Quantitative Risk Analysis – CPQRA)

- relativně nová metoda,
- unikátnost chemických zařízení a procesů si vyžaduje takovou metodologii, která respektuje zvláštnosti chemického průmyslu,
- běžné nástroje na zajištění bezpečnosti (dodržování norem a předpisů, prohlídky a revize) jsou v tomto odvětví nedostatečné



Postup CPQRA

1. Stanovení cíle analýzy postupem CPQRA
2. Popis analyzovaného systému
3. Identifikace nebezpečí (WFA, HAZOP, FMEA)
4. Vypracování seznamu havárií
5. Výběr závažných havárií
6. Odhad následků
7. Modifikace systému s cílem snížit následky
8. Odhad početnosti výskytu havárií
9. Modifikace systému s cílem snížit početnost
10. Odhad rizika na základě početnosti a následků
11. Modifikace systému – snížení rizika

Zhodnocení možnosti aplikace metodik

- na prevenci a připravenost podniků na závažnou havárii je zaměřena směrnice Seveso II,
- ta ale členským krajinám EU žádnou metodiku na analýzu rizik nepředpisuje (krajiny samotné se rozhodují o uplatnění metod),
- jedinou cestou na objektivní a porovnatelné zhodnocení rizik je cesta aplikace kvantitativních metod hodnocení rizik závažné havárie.