

Metodika přístupu k analýze rizik a hodnocení rizik průmyslových havárií pro posouzení rizik v rámci prevence závažných havárií

Certifikovaná metodika

Projekt: TB010MZP059 - Výzkum potřeb a nového přístupu k analýze a hodnocení rizik průmyslových havárií a systémům řízení bezpečnosti jako nástroje zvýšení bezpečnosti v podnicích s vysokým rizikovým potenciálem

Řešitel: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., TLP, spol. s r.o.

Praha 2015

Obsah

Základní pojmy	3
Pojmy ze zákona [1].....	3
Ostatní pojmy a zkratky	4
1 Identifikace zdrojů rizik (nebezpečí)	5
1.1 Přehled nebezpečných látek v objektu.....	5
a) Aktualizovaný seznam nebezpečných látek v objektu	5
b) Bezpečnostní listy nebezpečných látek (v příloze)	5
1.2 Identifikace zdrojů rizik a výběr zdrojů rizik pro podrobnou analýzu rizik	5
a) Přehled jednotlivých zařízení s uvedením druhu a množství nebezpečných látek...5	5
b) Výběr zdrojů rizik pro podrobnou analýzu rizik	5
i) Výběr zdrojů rizik s NL typu hořlavé, výbušné, toxické pro QRA.....	6
ii) Výběr zdrojů rizik s NL typu „ostatní“	6
c) Přehled vlastností nebezpečných látek u vybraných zdrojů rizik.....	6
1.3 Popis vybraných zdrojů rizik a mapové zobrazení jejich umístění v objektu	6
2 Analýza rizik	7
2.1 Identifikace možných situací a příčin (podmínek), které mohou vést k iniciační události závažné havárie, identifikace iniciačních událostí a možných scénářů rozvoje závažné havárie	7
a) Přehled možných nebezpečných situací uvnitř objektu, které mají potenciál způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku, včetně nebezpečných chemických reakcí	7
i) Nebezpečné situace uvnitř objektu.....	7
ii) Nebezpečné chemické reakce při nežádoucím kontaktu chemických látek v objektu nebo za nežádoucích provozních podmínek	7
b) Přehled možných nebezpečných situací vně objektu, které mají potenciál způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku	8
c) Systematická komplexní identifikace a popis iniciačních událostí možných scénářů závažné havárie	8
d) Určení výsledných událostí možných scénářů závažné havárie a jejich frekvencí ..	8
2.2 Odhad následků scénářů závažných havárií na životy a zdraví lidí, životní prostředí a majetek	8
a) Určení kritérií a limitních hodnot pro odhad následků identifikovaných scénářů	8
b) Odhady následků identifikovaných scénářů závažné havárie na životy a zdraví lidí	9
c) Popis možných následků závažné havárie na složky životního prostředí	9
d) Grafické znázornění limitních účinků identifikovaných scénářů závažné havárie ..	9
2.3 Odhad výsledné roční frekvence scénářů závažných havárií	10
2.4 Stanovení míry rizik scénářů závažných havárií	10
a) Stanovení míry rizika identifikovaných scénářů na osoby	10
2.5 Výsledky a postup posouzení vlivu (spolehlivosti a chybování) lidského činitele	11
a) Identifikace kritických pracovních pozic	11
b) Analýza úkolů a činností vykonávaných pracovníky na kritických pracovních pozicích	11
c) Příčiny selhání lidského činitele na kritických pracovních pozicích a důsledky tohoto selhání.....	11
d) Realizovaná a plánovaná preventivní opatření pro eliminaci výskytu chybování lidského činitele	11
3 Hodnocení rizik	12
3.1 Hodnocení přijatelnosti společenského rizika závažných havárií	12
3.2 Hodnocení ostatních rizik	12
3.3 Celkové hodnocení rizika pro daný objekt	12
Seznam informačních zdrojů a metodik použitých při analýze rizik	13
Informační zdroje	13
Metodiky veřejně publikované	13
Metodiky veřejně nepublikované a jejich popis	13
Použité a doporučené zdroje	13

Základní pojmy

Pojmy ze zákona [1]

objekt	celý prostor, popřípadě soubor prostorů, ve kterém je umístěna jedna nebo více nebezpečných látek v jednom nebo více zařízeních užívaných právnickou nebo podnikající fyzickou osobou, včetně společných nebo souvisejících infrastruktur a činností
zařízení	technická nebo technologická jednotka, ve které je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována a která zahrnuje rovněž všechny části nezbytné pro provoz zařízení, zejména stavební objekty, potrubí, skladovací tankoviště, stroje, průmyslové dráhy a nákladové prostory
provozovatel	právnická nebo podnikající fyzická osoba, která užívá nebo bude užívat objekt, ve kterém je nebo bude nebezpečná látka umístěna v množství, které je nejméně rovno množství uvedenému v příloze č. 1 k tomuto zákonu v sloupci 2 tabulky I nebo tabulky II, nebo který byl zařazen do skupiny A nebo do skupiny B rozhodnutím krajského úřadu
nebezpečná látka	vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemická směs podle chemického zákona [2], splňující kritéria stanovená v příloze č. 1 k tomuto zákonu v tabulce I nebo uvedená v příloze č. 1 k tomuto zákonu v tabulce II a přítomná v objektu jako surovina, výrobek, vedlejší produkt, meziprodukt nebo zbytek, včetně těch látek, u kterých se dá důvodně předpokládat, že mohou vzniknout v případě závažné havárie
umístění nebezpečné látky	projektované množství nebezpečné látky, která je nebo bude vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována v objektu nebo u které lze důvodně předpokládat, že se při ztrátě kontroly nad průběhem průmyslového chemického procesu nebo při vzniku závažné havárie může v objektu nahromadit
závažná havárie	mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, zejména závažný únik nebezpečné látky, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu, vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážným následkům na životy a zdraví lidí a zvířat, životním prostředí nebo majetku a zahrnující jednu nebo více nebezpečných látek
zdroje rizika (nebezpečí)	vlastnost nebezpečné látky nebo fyzická či fyzikální situace vyvolávající možnost vzniku závažné havárie
riziko	pravděpodobnost vzniku nežádoucího specifického účinku, ke kterému dojde během určité doby nebo za určitých okolností
skladování	umístění určitého množství nebezpečných látek pro účely uskladnění, uložení do bezpečného opatrování nebo udržování v zásobě
sousední objekt	objekt nacházející se v takové blízkosti jiného objektu, v důsledku které se zvyšuje pravděpodobnost vzniku nebo následky závažné havárie
domino efekt	možnost zvýšení pravděpodobnosti vzniku nebo následků závažné havárie v důsledku vzájemné blízkosti zařízení, objektů nebo skupiny objektů a umístění nebezpečných látek
zóna havarijního plánování	území v okolí objektu, ve kterém jsou uplatňovány požadavky ochrany obyvatelstva a požadavky územního rozvoje z hlediska havarijního plánování formou vnějšího havarijního plánu
scénář	variantní popis rozvoje závažné havárie, popis rozvoje příčinných a následných, na sebe navazujících a vedle sebe i poslopně probíhajících událostí, a to buď spontánně probíhajících anebo probíhajících jako činnost lidí, které mají za účel zvládnout průběh závažné havárie

Ostatní pojmy a zkratky

Pojmy

V oblasti bezpečnostního inženýrství existuje odborná terminologie. Pro účely prevence závažných havárií je nutné, aby byly správně chápány nejen pojmy ze zákona o prevenci závažných havárií, ale i další pojmy z oblasti bezpečnostního inženýrství. Z tohoto důvodu je vhodné se seznámit s dvěma terminologickými slovníky [3,4].

Zkratky

AC	automobilová cisterna
CAS	jednoznačný numerický identifikátor nebezpečné látky podle Chemical Abstracts Service
ČSN	česká technická norma
GPS	Global Positioning System (Globální polohovací systém)
HAZOP	Hazard and Operability Study (Studie nebezpečí a provozuschopnosti)
HTA	Hierarchical Task Analysis (Hierarchická úkolová analýza)
ISBN	International Standard Book Number (Mezinárodní standardní číslo knihy)
ISO	International Organization for Standardization, převážně míněny technické normy ISO
ISSN	International Standard Serial Number (Mezinárodní standardní číslo seriálové publikace)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NL	Nebezpečná látka / nebezpečné látky
PP	Purple Book
QRA	Quantitative Risk Analysis (Kvantitativní analýza rizika)
TNI	technická normalizační informace
ZR	zdroje rizika
ŽC	železniční cisterna

1 Identifikace zdrojů rizik (nebezpečí)

1.1 Přehled nebezpečných látek v objektu

a) Aktualizovaný seznam nebezpečných látek v objektu

Zákon o prevenci závažných havárií [1] ukládá povinnost zpracovat seznam všech nebezpečných látek (dále jen „NL“) umístěných v objektu [§ 3, odst. (2), písmeno a)]. Zpracovatel bezpečnostní dokumentace vypracuje aktualizovaný seznam nebezpečných látek, ve kterém uvede druh, množství, klasifikaci a fyzikální formu všech nebezpečných látek umístěných v objektu (dále jen „seznam NL“).

V seznamu NL musí být pro každou NL uvedeno [1]:

- název,
- druh,
- celkové množství v objektu (ve hmotnostních jednotkách SI),
- číslo CAS,
- klasifikace, H-věty,
- fyzikální forma.

b) Bezpečnostní listy nebezpečných látek (v příloze)

Bezpečnostní listy jsou uvedeny vždy jako přílohy dokumentu. V případě vysokého počtu bezpečnostních listů lze tyto dokumenty uvést pouze v elektronické verzi.

1.2 Identifikace zdrojů rizik a výběr zdrojů rizik pro podrobnou analýzu rizik

a) Přehled jednotlivých zařízení s uvedením druhu a množství nebezpečných látek

V přehledu je uveden seznam zařízení v objektu ve smyslu § 2, odst. b), zákona [1], které obsahují NL dle bodu 1.1 a). Ke každému zařízení se uvede druh a množství umístěné NL, včetně informací o maximálním plnění zařízení.

- označení zařízení,
- popis zařízení,
- název NL,
- druh a množství NL v zařízení.

Každé zařízení v seznamu musí mít jednoznačnou identifikaci.

b) Výběr zdrojů rizik pro podrobnou analýzu rizik

Pokud se nevyberou všechny ZR pro podrobnou analýzu rizik, je třeba provést selekci podle níže uvedených zásad.

Nutno zde ale upozornit, že kompetentní orgán státní správy na úseku prevence závažných havárií může v odůvodněných případech rozhodnout o zařazení dalších zdrojů rizik, které nebyly vybrány selekcí, do výběru zdrojů rizik pro podrobnou analýzu rizik.

i) Výběr zdrojů rizik s NL typu hořlavé, výbušné, toxické pro QRA

V tomto případě je doporučeno použít selektivní metodu popsanou v tzv. Purple Book [5]. Použitá metoda zohledňuje vlastnosti a množství NL přítomné v zařízení a rovněž bere do úvahy procesní podmínky. Uvede se přehledný seznam parametrů NL, zařízení a provozních podmínek tak, aby bylo možné aplikovat tuto selektivní metodu. Tento seznam obsahuje:

- označení zdroje rizika,
- popis zařízení,
- způsob nakládání s NL (provoz/sklad),
- umístění zařízení (vně/uvnitř uzavřeného objektu),
- přítomnost záchytné jímky (ano/ne),
- název NL,
- druh NL (hořlavá/toxická/výbušná),
- skupenství NL při 25 °C,
- množství NL v zařízení,
- maximální provozní, resp. skladovací teplota,
- bod varu NL,
- tlak par NL při provozní, resp. skladovací teplotě,
- koncentrace NL ve vzduchu (LC₅₀).

ii) Výběr zdrojů rizik s NL typu „ostatní“

V případě NL, které nemají vlastnosti uvedené v předchozích dvou kapitolách a představují významný zdroj rizika, se postupuje podle konkrétní situace a je nutné se tímto ZR zabývat jinými postupy podle současného stavu poznání.

c) Přehled vlastností nebezpečných látek u vybraných zdrojů rizik

Uvést přehled vlastností NL u vybraných zdrojů rizik podle kapitoly 1.2 b) včetně parametrů nezbytných pro analýzu rizik, které obsahují fyzikálně-chemické, toxikologické a ekotoxikologické vlastnosti NL a všechny další potřebné informace o NL.

1.3 Popis vybraných zdrojů rizik a mapové zobrazení jejich umístění v objektu

Popis parametrů vybraných zdrojů rizika a dalších relevantních informací ke zdrojům rizik, v rozsahu potřebném pro podrobnou analýzu rizika, obsahuje zejména:

1. popis technologie, popis skladovacích a procesních zařízení a jeho podmínky (stavové veličiny – teplota, tlak), průtoky médií,
2. rozměry zařízení, jejich nominální objem, dále pracovní, projektové a zkušební tlaky,
3. zádrže (stupeň naplnění nebezpečnou látkou) a maximální stupeň plnění
4. způsob plnění a vyprazdňování,
5. zabezpečení úniků (havarijní jímky a jiná řešení),
6. materiál, z kterého je zařízení vyrobeno,
7. rozměry připojených potrubí,
8. osazení ručně i dálkově ovládanými armaturami,
9. vybavení systémem měření a regulace a havarijním odstavováním (*emergency shut down*),
10. frekvence manipulací (stáčení/plnění) a jejich doba trvání.

Součástí popisu je mapové zobrazení umístění jednotlivých vybraných zdrojů rizik v objektu a stanovení vzdáleností k jednotlivým zájmovým oblastem (např. souřadnice GPS zdrojů rizik apod.).

2 Analýza rizik

Pro analýzu rizik se používá kvantitativní analýza rizik (QRA). QRA je základem pro posouzení rizik při provozování, manipulaci, transportu a skladování nebezpečných látek a na základě matematického ocenění složek rizika vyjadřuje míru rizika daného zdroje rizika. Specifický způsob analýzy rizik platí při posouzení rizik látek nebezpečných životnímu prostředí.

2.1 Identifikace možných situací a příčin (podmínek), které mohou vést k iniciační události závažné havárie, identifikace iniciačních událostí a možných scénářů rozvoje závažné havárie

- a) Přehled možných nebezpečných situací uvnitř objektu, které mají potenciál způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku, včetně uvážení nebezpečných chemických reakcí

Určení iniciačních událostí je vyhledání nežádoucích událostí, které mohou iniciovat uplatnění nebezpečného potenciálu zdroje rizika. Tyto iniciační události mají své příčiny, které vyplývají z nebezpečných situací uvnitř. Příčiny mohou být zjišťovány různými metodami, nebo zdrojem informací mohou být obecně možné (generické) iniciační události, jejichž volbu a výběr je však nutno v rámci stávajícího objektu zvážit a prověřit.

Posouzení nebezpečných situací uvnitř objektu musí zjistit takové situace a jejich příčiny (podmínky), které vedou ke ztrátě kontroly nad zdrojem rizika a mohou mít v konečné podobě za následek únik nebezpečné látky ze zařízení do svého okolí.

i) Nebezpečné situace uvnitř objektu

Přehled nebezpečných situací v objektu, které mohou vést k havárii, např.:

- únik obsahu zařízení s NL v důsledku ztráty integrity – selhání technologie,
- únik obsahu zařízení s NL v důsledku lidské chyby nebo úmyslného činu,
- únik obsahu zařízení s NL v důsledku dominoefektu, aj.

ii) Nebezpečné chemické reakce při nežádoucím kontaktu chemických látek v objektu nebo za nežádoucích provozních podmínek

Důležitou nebezpečnou situací mohou být nebezpečné chemické reakce při nežádoucím kontaktu NL se vzduchem, vodou, případně s jinými NL umístěnými v objektu.

Uvést možné nebezpečné chemické reakce NL při nestandardních provozních podmínkách – změna teploty, tlaku, záměna složek ve směsi atd.

b) Přehled možných nebezpečných situací vně objektu, které mají potenciál způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku

Situace, které mohou být způsobeny vnějšími okolnostmi a nejsou prakticky ovlivnitelné provozovatelem, mohou vést k závažnému poškození provozního zařízení a různě velkému úniku nebezpečné látky. Vnější příčiny v tomto případě pocházejí od zdroje rizika, který se nachází mimo hranice analyzovaného objektu, a který má potenciál způsobit havárii na analyzovaném objektu. Vnější příčiny mohou mít charakter přírodních jevů (většinou bez možnosti ovlivnění lidským faktorem) a/nebo jsou důsledkem lidské činnosti.

Přehled nebezpečných situací vně objektu, které mohou vést k havárii, např.:

- únik obsahu zařízení s NL v důsledku účinku nepříznivých přírodních jevů,
- únik obsahu zařízení s NL v důsledku lidské činnosti v okolí objektu, aj.
- únik obsahu zařízení s NL v důsledku dominoefektu (dle § 23 odst. 3 zákona)

c) Systematická komplexní identifikace a popis iniciačních událostí možných scénářů závažné havárie

Uvést vybrané iniciační události možných scénářů závažné havárie na základě publikovaných generických údajů nebo na základě analýzy systému a jejich popis. Za systematickou komplexní analýzu pro vyšetření možných příčin havárie vybraných ZR u provozovatelů ve skupině B lze považovat tyto metody: HAZOP (ČSN IEC 61882), případně FMEA (ČSN EN 60812), nebo FTA (ČSN EN 61025).

V případě uvádění zařízení do provozu po nehodě či havárii bude vždy provedena analýza metodou HAZOP.

d) Určení výsledných událostí možných scénářů závažné havárie a jejich frekvencí

Na základě provedené identifikace nebezpečných situací a příčin (podmínek) a z nich vyplývajících iniciačních událostí se určí a popíše možné scénáře závažné havárie, tzn. jejich rozvoj (přes rozvíjející události) včetně uvedení stromů událostí a popisu koncových stavů scénářů tohoto rozvoje a roční frekvence koncové události.

2.2 Odhad následků scénářů závažných havárií na životy a zdraví lidí, životní prostředí a majetek

a) Určení kritérií a limitních hodnot pro odhad následků identifikovaných scénářů

Kvantifikovaný odhad následků identifikovaných scénářů na stanovené příjemce se provádí pomocí modelování fyzikálně chemických procesů a jevů, které nastávají a probíhají při závažné havárii a pomocí modelů zranitelnosti, které poskytují odhad toxických účinků, tepelných účinků a účinků tlakové vlny na stanovené příjemce.

Pro odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií na životy a zdraví lidí je nutno uvést kritéria a limitní hodnoty pro působení toxických účinků, tepelných účinků a účinků tlakové vlny ve vztahu k době expozice. Pro odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií na životní prostředí v současné době neexistují doporučená kritéria a limitní hodnoty pro následky na půdu, spodní vody a povrchové vody. Z tohoto důvodu je nutné, aby

provozovatel uvedl zvolený způsob ocenění následků na životní prostředí. Pro odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií na majetek uvést relevantní použitá kritéria a limitní hodnoty, které se odvozují z hodnot zjištěných a uváděných následků tepelného toku/tepelné expozice a hodnot přetlaku na materiály.

U výbuchů při roztržení zařízení je nutno uvážit i dosah a účinek doletu fragmentů ze zařízení. Pro odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií na zvířata nejsou stanovena kritéria a limitní hodnoty pro působení toxických účinků, tepelných účinků a účinků tlakové vlny. Toto je nutno řešit případ od případu za pomoci vyhledání relevantních údajů, pokud existují.

b) Odhady následků identifikovaných scénářů závažné havárie na životy a zdraví lidí

V této části je třeba uvést:

- potřebné údaje o atmosférických podmínkách v okolí objektu (na území zasaženém potenciální havárií). Výpočty se provádějí pro nejpravděpodobnější a nejhorší atmosférické podmínky z hlediska rozptylu NL;
- pro vyhodnocení následků uvažovaných scénářů havárií počty osob, které se mohou vyskytovat na území zasaženém potenciální havárií;
- použitý výpočetní software, resp. uvést a popsat použitý způsob výpočtu, pro odhady následků identifikovaných scénářů závažné havárie. Je doporučeno využití tzv. „probitové funkce“ pro vyjádření všech potenciálních ztrát na životech, tedy v prostorech s mortalitou osob 99% – 1%;
- souhrnné výsledky odhadů následků, nejlépe formou tabulek.

c) Popis možných následků závažné havárie na složky životního prostředí

Vzhledem k tomu, že dosud nejsou k dispozici doporučená kvantitativní kritéria pro hodnocení zasažení půdy, spodních a povrchových vod, musí být uvedeny minimálně popisy a vzdálenosti následků na nejbližší národní park (NP), chráněnou krajinnou oblast (CHKO), národní přírodní rezervaci (NPR), národní přírodní památku (NPP), přírodní rezervaci (PR), přírodní památku (PP), evropsky významnou lokalitu (EVL), ptačí oblast (PO), památný strom a významné krajinné prvky (VKP) a dále popis možných následků závažné havárie na funkčnost územního systému ekologické stability (ÚSES).

Součástí popisu je i odhad stavu přírodních stanovišť a zvláště chráněných druhů po zásahu závažné havárie. Stav může být odhadnut jako příznivý v případě, kdy jsou splněny podmínky uvedené v § 3, písm. s) a t) zák. 114/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů [8].

Pro ocenění závažnosti ohrožení ŽP lze použít některé indexové metody, např. H&V index [6] nebo Environment-Accident Index [7], popř. jiný vhodný postup, jehož princip bude popsán a bude adekvátní dané situaci.

d) Grafické znázornění limitních účinků identifikovaných scénářů závažné havárie

Limitní účinky identifikovaných scénářů závažné havárie uvést grafickou formou.

2.3 Odhad výsledné roční frekvence scénářů závažných havárií

Součástí kvantifikace rizika je určení následků závažné havárie (kapitola 2.2). Aby analýza byla kompletní, je nutné rovněž stanovit, jak často k havárii s danými následky může dojít, tzn. stanovit její frekvenci za určité časové období. Výsledné roční frekvence scénářů závažných havárií vycházejí ze stromů událostí (kapitola „d) *Určení výsledných událostí možných scénářů závažné havárie a jejich frekvencí*“).

Základní tvar rovnice pro výslednou roční frekvenci koncové události scénáře je ve tvaru

$$F_S = F_{IU} \times P_S$$

kde F_S – výsledná roční frekvence koncové události scénáře,

F_{IU} – roční frekvence iniciační události,

P_S – pravděpodobnost koncové události scénáře.

Pravděpodobnost koncové události scénáře vychází z frekvence iniciační události tohoto scénáře a závisí na rozvoji havárie – na rozvíjejících událostech scénáře. Frekvence a pravděpodobnosti událostí scénáře lze získat z generických dat (např. [5]), popřípadě výpočtem za použití metod FTA a ETA.

2.4 Stanovení míry rizik scénářů závažných havárií

Požadovaným výsledkem kvantitativního stanovení rizika je číselné vyjádření společenského rizika. Společenské (skupinové) riziko v rámci prevence závažných havárií je riziko, kterému je vystavena skupina lidí ovlivněných závažnou havárií a představuje frekvenci takové události, při které zahyne N osob současně. Společenské riziko se znázorňuje obecně pomocí křivek $F-N$, kde N je počet úmrtí a F je kumulativní frekvence událostí doprovázených N nebo více úmrtími.

a) Stanovení míry rizika identifikovaných scénářů na osoby

Pro stanovení míry rizika identifikovaných scénářů závažných havárií se použije výsledků z odhadu následků těchto scénářů na životy osob (viz kapitola 2.2) a výsledné frekvence těchto scénářů, resp. jejich koncových stavů (viz kapitola 2.3).

Stanovení – výpočet roční frekvence havárie F_h

Výslednou roční frekvenci havárie (F_h) lze matematicky vyjádřit:

$$F_h = F_S \times P_{VNL} \times P_{VO} \times P_{atm.podmínky}$$

kde:

F_h	roční frekvence havárie
F_S	výsledná roční frekvence koncové události scénáře
P_{VNL}	pravděpodobnost výskytu nebezpečné látky (pokud není ZR přítomen stále, např. ŽC nebo AC na místě stáčení)
P_{VO}	pravděpodobnost výskytu osob v dané lokalitě
$P_{atm.podmínky}$	korekce na počasí – součin četnosti třídy stability, výskytu směru a rychlosti větru ($P_{atm.stab.} \times P_{směr.větru} \times P_{rychl.větru}$)

Pak míra rizika je vyjádřena výrazem:

$$MR = F_h \times N^2$$

MR	míra rizika
F_h	roční frekvence havárie
N	zjištěný počet usmrčených osob (mortalita)

Po provedeném stanovení míry rizika je třeba uvést přehledně souhrn vyjádřené míry rizika pro jednotlivé analyzované scénáře havárií.

Možný postup pro určení společenského rizika je uveden např. v [5].

2.5 Výsledky a postup posouzení vlivu (spolehlivosti a chybování) lidského činitele

a) Identifikace kritických pracovních pozic

Provede se výběr a popis pracovních pozic s přímou vazbou na vznik závažné havárie. Jedná se o pracovní pozice, které mohou zásadně a bezprostředně ovlivňovat bezpečnost provozu zařízení, které bylo identifikováno jako zdroj rizika.

b) Analýza úkolů a činností vykonávaných pracovníky na kritických pracovních pozicích

Pro zjištění příčin selhání lidského činitele na kritických pracovních pozicích je třeba nejprve provést analýzu úkolů a činností vykonávaných pracovníky na identifikovaných kritických pracovních pozicích. K tomu lze použít například metodiku HTA (hierarchická analýza úkolů) nebo metodiku HAZOP s rozšířením z pohledu chybování lidského činitele.

c) Příčiny selhání lidského činitele na kritických pracovních pozicích a důsledky tohoto selhání

Na základě nalezení kritických míst posuzovaného systému člověk – technologie a identifikace kritických pracovních pozic byla podle postupu posouzení vlivu lidského činitele provedena analýza úkolů a činností vykonávaných pracovníky na těchto pozicích (kap. 2.5a a 2.5b), Selháním člověka může dojít k chybám při plnění těchto úkolů a vykonávání potřebných činností. Je třeba provést identifikaci příčin těchto možných selhání a důsledky těchto selhání na bezpečnost zařízení (vznik nebezpečné situace – kap. 2.1a, kap. 2.1b).

d) Realizovaná a plánovaná preventivní opatření pro eliminaci výskytu chybování lidského činitele

Uvést realizovaná a plánovaná preventivní opatření pro eliminaci výskytu chybování lidského činitele, která zohledňují dosavadní provozní zkušenosti a výsledky provedeného posouzení vlivu (spolehlivosti a chybování) lidského činitele.

3 Hodnocení rizik

3.1 Hodnocení přijatelnosti společenského rizika závažných havárií

Při hodnocení přijatelnosti rizika se jedná o porovnání hodnoty předchozím postupem odhadnutého rizika závažné havárie v objektu s mezní hodnotou přijatelnosti rizika. Následuje rozhodnutí o přijatelnosti či nepřijatelnosti rizika (a následně je možné určit, která ze složek rizika je nepřijatelná). Hodnotí se přijatelnost společenského rizika.

Společenské (skupinové) riziko v okolí hodnoceného objektu se považuje za přijatelné, jestliže platí:

$F_h < F_p$, kde pro F_p platí vztah

$$F_p = \frac{1 \times 10^{-3}}{N^2}$$

kde:

F_p přijatelná roční frekvence závažné havárie,

F_h zjištěná roční frekvence závažné havárie,

N zjištěný počet ohrožených osob (mortalita).

V případě, že výsledná hodnota rizika závažné havárie se jeví pro daný zdroj rizika jako nepřijatelná, provede se podrobnější analýza rizika, a dle potřeby se stanoví a realizují organizační a technická opatření ke snížení tohoto rizika, prověřená opakovanou analýzou rizika a hodnocením rizika, která redukují následky a/nebo frekvenci možné závažné havárie.

3.2 Hodnocení ostatních rizik

Hodnocení ostatních rizik pro další příjemce (zvířata, životní prostředí a majetek) se provede podle aktuální potřeby nebo situace a současného stavu poznání.

3.3 Celkové hodnocení rizika pro daný objekt

Celková přijatelnost nebo nepřijatelnost rizika pro daný objekt je dána souhrnem výsledků analýz, hodnocení přijatelnosti společenského rizika a vyhodnocení dalších místních podmínek a faktorů, zejména sociálních, ekonomických, užívání území a dalších.

Pokud se zjistí, že riziko je nepřijatelné, je třeba stanovit opatření ke snížení tohoto rizika a prověřit je opakovanou analýzou rizika a hodnocením rizika. Pokud se prokáže, že tato opatření jsou přínosem, je třeba je realizovat.

Seznam informačních zdrojů a metodik použitých při analýze rizik

Informační zdroje

Uvést seznam informačních zdrojů, které byly využité při zpracování posouzení rizik.

Metodiky veřejně publikované

Uvést seznam použitých metodik, které byly použité při zpracování posouzení rizik, včetně použitých softwarových nástrojů.

Metodiky veřejně nepublikované a jejich popis

Uvést metodiky, které byly použité při zpracování posouzení rizik a nejsou veřejně publikované (a tím dostupné pro účely kontroly provedeného posouzení rizik).

Použité a doporučené zdroje

1. Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií
2. Zákon č. 350/2011 Sb. ze dne 27. října 2011 o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), ve znění pozdějších předpisů
3. *Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. VÚBP, Praha, 2005.
Dostupné na WWW: <<http://www.vubp.cz/index.php/metodiky>>
a <<http://mapis.vubp.cz/OPPZH/ZS/Prehled/ClanekDetail.aspx?guid=f5547951-a38b-4c72-8b2b-6684dbddc319>>. V případě nedostupnosti sledovat základní webovou stránku VÚBP, v.v.i.
4. *Terminologický výkladový slovník k problematice lidského činitele*. VÚBP, Praha, 2011.
Dostupné na WWW: <<http://www.vubp.cz/index.php/metodiky>>
a <<http://mapis.vubp.cz/OPPZH/ZS/Prehled/ClanekDetail.aspx?guid=f5547951-a38b-4c72-8b2b-6684dbddc319>>. V případě nedostupnosti sledovat základní webovou stránku VÚBP, v.v.i.
5. Committee for the Prevention of Disasters: *Guidelines for Quantitative Risk Assessment (Purple Book)*, CPR 18E, ISBN 90-12-08796, Hague, First edition 1999.
Dostupné (registrace) na WWW:
< <http://www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/>> (pod pořadovým číslem 3)
6. *Metodický pokyn pro stanovení zranitelnosti životního prostředí metodou ENVITECH 03 a analýzou dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V index*. Scott, Åsa, *Environment – Accident Index: Validation of Model*, *Journal of Hazardous Materials* 61, pages 305–312, 1998
7. Zákon č. 114/1992 Sb. České národní rady o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

-
- Committee for the Prevention of Disasters: *Methods for the Calculation of Physical Effects*, („Yellow Book“), CPR 14E, ISBN 9012084970, The Hague, SDU, 1997
 - Committee for the Prevention of Disasters: *Methods for the Determination of Possible Damage to People and Objects Resulting from Releases of Hazardous Materials*, („Green Book“), CPR 16E, ISBN 90-5307-052-4, Voorburg, 1989
 - Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers: *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, Second Edition, New York, 2000
 - Lees F.P.: *Loss Prevention in the Process Industries*, Butterworth-Heinemann, Oxford, United Kingdom, Second Edition 1996