

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta špeciálneho inžinierstva



Ing. Eubica Šovčíková

a kolektív

*Závažné priemyselné havárie
a ich následky*

Žilina 2005

Skriptá obsahujú základné informácie o vzniku a následkoch veľkých priemyselných havárií, o účinkoch nebezpečných rádioaktívnych, chemických a toxických látok. Prehľadne podáva pohľad na prevenciu pred závažnými haváriami, analýzu rizika a zaoberá sa aj problematikou informovanosti obyvateľstva v prípade vzniku nežiaducej udalosti..

Táto literatúra je určená hlavne pre študentov Fakulty špeciálneho inžinierstva, študentov postgraduálneho štúdia, pre rôzne kurzy celoživotného vzdelávania, ako aj pre ostatných záujemcov.

Autori jednotlivých kapitol :

Ing. Lubica Šovčíková (Čahojová) – 1, 2.2, 2.3, 3, 4.3, 4.4, 4.5, 6, 8, 10.1,12

Ing. Iveta Coneva – 11, Prílohy

Ing. Otakar J. Mika, CSc. – 2.1, 2.4, 4.1, 4.2, 5, 9, 13, 14

Ing. Jozef Sabo – 7, 10.2

Odborný redaktor : prof. Ing. Pavol Poledňák, PhD.

Recenzenti : RNDr. Darina Kobzová, CSc.

doc. Ing. Ivana Tureková, PhD.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1 VYSVETLENIE DEFINÍCIÍ A ZÁKLADNÝCH POJMOV	8
2 HISTORICKÉ SKÚSENOSTI.....	13
2.1 Stručné poučenie z minulosti.....	13
2.2 Talianske Seveso 1976	14
2.3 Indický Bhopál 1984.....	15
2.4 Ukrajinský Černobyľ 1986.....	17
3 LEGISLATÍVA V OBLASTI PREVENČIE A LIKVIDÁCIE ZÁVAŽNÝCH PRIEMYSELNÝCH HAVÁRIÍ.....	19
3.1 SEVESO smernica.....	20
3.2 SEVESO (II) smernica	21
3.3 Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií .	21
4 MODERNÉ MANAŽÉRSKE SYSTÉMY RIADENIA.....	26
4.1 Z histórie manažérskych systémov riadenia bezpečnosti	26
4.2 APELL (OSN) – predchádzanie pred nebezpečnými priemyselnými haváriami	26
4.3 Hnutie Responsible Care	27
4.4 Medzinárodné a národné normy	28
4.5 Dopravný informačný a nehodový systém.....	29

5 PREVENCIA PRED ZÁVAŽNÝMI HAVÁRIAMI	31
5.1 Synergické a kumulatívne účinky.....	31
5.2 Modelovanie havarijných následkov	33
5.3 Plnenie prevencie závažných havárií.....	35
6 ANALÝZA RIZIKA.....	38
6.1 Analýza rizika nebezpečných chemických látok	38
6.2 Prehľad základných metód analýzy a hodnotenia rizika	41
6.3 Vyhodnotenie veľkých území podľa IAEA – TECDOC – 727	56
6.4 Zhrnutie k analýze a hodnoteniu rizika	59
7 RÁDIOAKTÍVNE LÁTKY.....	61
7.1 Charakteristika rádioaktívnych látok.....	63
7.2 Zisťovanie rádioaktívneho ožiarenia a zamorenia	64
7.3 Deaktivácia	64
8 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY A CHEMICKÉ PRÍPRAVKY ..	65
8.1 Klasifikácia nebezpečných chemických látok.....	68
8.2 Otravné látky.....	70
8.3 Horľavé látky	73
8.4 Výbušné látky	76
8.5 Šírenie oblakov plynov alebo pár	77
8.6 Karta bezpečnostných údajov	79

9 OPATRENIA PREVENČIE, OCHRANY A LIKVIDÁCIE NÁSLEDKOV ZÁVAŽNÝCH PRIEMYSELNÝCH HAVÁRIÍ.....	81
10 RADIAČNÉ HAVÁRIE A ICH NÁSLEDKY.....	83
10.1 Spôsob výroby elektrickej energie v JE a jej dopad.....	83
10.2 Opatreniami na ochranu zdravia ľudí pri radiačnej havárii	88
11 CHEMICKÉ HAVÁRIE A ICH NÁSLEDKY.....	91
12 TOXICKÉ HAVÁRIE A ICH NÁSLEDKY	98
13 OHROZENIE OBYVATELSTVA VÝBUCHOM.....	101
14 INFORMOVANOSŤ OBYVATELSTVA.....	105
14.1 Slobodný prístup k informáciám.....	105
14.2 Účasť verejnosti.....	106
14.3 Havarijná komunikácia.....	107
ZÁVER.....	110
POUŽITÁ LITERATÚRA.....	111

ÚVOD

Priemyselná činnosť prináša s pokrokom v uspokojovaní narastajúcich potrieb ľudstva i rad negatívnych prejavov. Jednou z nich je možnosť vzniku závažnej priemyselnej havárie, ktorá môže byť spojená s únikom nebezpečných látok toxického, horľavého alebo výbušného charakteru.

Výroba chemikálií a chemických výrobkov patrí v rámci spracovateľského priemyslu medzi strategické odvetvia v priemysle Slovenskej republiky. Zabezpečuje medziprodukty pre ďalšie spracovanie v rámci samotného odvetvia, ďalej výrobky pre mnohé iné odvetvia hospodárstva, vrátane finálnych výrobkov pre obyvateľstvo.

Začiatkom 20. storočia sa začal rozvíjať chemický priemysel. Rozvíjal sa najmä po 2. svetovej vojne. Jeho výroba závisela od dovozu surovín. V súčasnosti medzi najvýznamnejších producentov na Slovensku patrí najmä Slovnaft, Istrochem v Bratislave a Duslo v Šali. Vo farmaceutickom priemysle zase dominuje Slovenská L'upča, Hlohovec, Nitra a Šarišské Michaľany. Gumárenská výroba je situovaná v Púchove a Bratislave. Plasty sa vyrábajú v Trnave, Nitre, Žiline a Strážskom. Chemický priemysel v Slovenskej republike tvorí 20 % z celkového priemyselného hospodárstva.

Chemický priemysel patrí medzi najrizikovejšie odvetvia čo sa týka možnosti vzniku závažných priemyselných havárií. Havárie v tomto odvetví majú prevažne veľký dopad na životné prostredie a spôsobujú nielen veľké materiálne škody, ale ohrozujú aj zdravie človeka. Príčinou týchto mimoriadnych udalostí je najmä neustály rast kapacít výrobných jednotiek, zavádzanie nových technológií a extrémne pracovné podmienky. Preto sa v poslednom období dostáva do popredia otázka prevencie. Riziká spojené s používaním chemických látok sa musia včas predvídať, identifikovať, ale predovšetkým formou prevencie je nutné zamedziť ich možným negatívnym účinkom.

Z histórie je známy celý rad závažných priemyselných havárií, ktoré mali najrôznejšie negatívne dopady na životy a zdravie ľudí, na hospodárske zvieratá, na životné prostredie a na majetok. Niektoré najvýznamnejšie chemické a radiačné havárie sú uvedené a stručne popísané v samostatnej kapitole.

Pri výrobe, používaní, skladovaní a manipulácii s nebezpečnými chemickými látkami a prípravkami nemôžeme vylúčiť vznik malej či väčšej havárie, eventuálne závažnej havárie, ktorej prejavom je požiar, výbuch alebo únik toxikkej látky, či toxických látok.

Ale nie je to len priemysel, ktorý využíva veľa nebezpečných chemických látok a prípravkov. Tiež v poľnohospodárstve je používané veľké množstvo

agrochemikálií, ktoré majú niektoré nepriaznivé vlastnosti (predovšetkým toxicitu) a môžu ohrozovať človeka, zvieratá a životné prostredie.

Veľmi dôležitá je prevencia pred vznikom závažných priemyselných havárií, pretože práve prevencia je základom starostlivosti o človeka a životné prostredie.

1. Vysvetlenie definícií a základných pojmov

Havária je nežiaduca udalosť, ktorá spôsobuje škody alebo zranenia.

Závažná priemyselná havária je udalosť, akou je najmä nadmerná emisia, požiar alebo výbuch s prítomnosťou jednej alebo viacerých vybraných nebezpečných látok, vyplývajúca z nekontrolovateľného vývoja v prevádzke ktoréhokoľvek z podnikov, na ktoré sa vzťahuje tento zákon a ktorá vedie bezprostredne alebo následne k vážnemu poškodeniu alebo ohrozeniu života alebo zdravia ľudí, životného prostredia alebo majetku v rámci podniku alebo mimo neho¹.

Prevenia závažnej priemyselnej havárie je súbor organizačných, riadiacich, personálnych, výchovných, technických, technologických a materiálnych opatrení na zabránenie vzniku závažnej priemyselnej havárie¹.

Riziko závažnej priemyselnej havárie je pravdepodobnosť vzniku závažnej priemyselnej havárie a rozsah (závažnosť) jej možných následkov, ktoré môžu nastať počas určitého obdobia alebo za určitých okolností, § 2 ods. 2 Obchodného zákonníka.

Havarijný plán je dokumentácia obsahujúca súbor technických, organizačných a iných opatrení na zdlanie závažnej priemyselnej havárie a na obmedzenie jej následkov na území podniku¹.

Bezpečnostná správa je dokumentácia obsahujúca technické, riadiace a prevádzkové informácie o nebezpečenstvách a rizikách podniku kategórie B a o opatreniach na ich vylúčenie alebo zníženie¹.

Nebezpečenstvo je často používaný termín k označeniu možného zdroja alebo príčiny havárie. Je to chemická alebo fyzikálna podmienka, ktorá má potenciál spôsobiť poškodenie zdravia ľudí, straty na majetku alebo znečistenie životného prostredia (toxicita, horľavosť, výbušnosť, teplota, tlak a pod.).

Ohrozenie je stav pôsobiaci na človeka či prostredie, kedy sa stroj prípadne technický objekt, uvedie do prevádzky alebo sa začne používať a kedy nie sú v plnej miere zohľadnené jeho nebezpečné vlastnosti. Vzniká v konkrétnom priestore a čase.

Ohrozenie je aktívna vlastnosť objektu spôsobiť negatívny jav. Vznikom ohrozenia môže dôjsť k vzniku aktívneho nebezpečenstva.

¹ Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Riziko je všeobecne definované ako možnosť nežiaducich následkov, ale často je považované za funkciu pravdepodobnosti havárie a jej následkov.

Riziko technologického zariadenia je možné definovať ako mieru ekonomických strát alebo poškodenia ľudského zdravia vyjadreného pomocou pravdepodobnosti havárie a veľkosťou straty alebo poškodenia .

Rizikové faktory : sú technické alebo humánne parametre objektu, činností, ktoré ovplyvňujú riziko, t.j. pravdepodobnosť vzniku negatívneho javu a jeho dôsledok.

Bezpečnosť je protiklad rizika. Bezpečnosť alebo prevencia strát je predchádzanie haváriám identifikáciou nebezpečenstva a jeho znížením použitím odpovedajúceho procesu a zariadenia.

Bezpečnostný systém je to systém zbavený všetkých zrejmých faktorov, ktoré môžu viesť k zraneniu osôb alebo k stratám na majetku či znečistení životného prostredia.

Zariadenia sú stroje, prístroje, pevné alebo mobilné zariadenia, ovládacie súčasti a ich prístrojové vybavenia a detekčné a prístrojové ochranné systémy, ktoré sú samostatne alebo spoločne určené na výrobu, prenos, skladovanie, meranie, reguláciu a premenu energie a na spracovanie materiálu a ktoré sú schopné spôsobiť výbuch v dôsledku vlastných potenciálnych zdrojov iniciácie horenia.

Strojové zariadenie je stroj, ktorý je zostavený zo súčastí, z ktorých aspoň jedna je pohyblivá, z príslušných pohonných jednotiek, ovládacích a prúdových (napájajúcich) obvodov, a ostatných častí navzájom spojených na presne stanovené použitie, najmä na spracovanie, úpravu, dopravu alebo balenie materiálu, termín stroj zahŕňa aj zostavu strojov, ktoré sú na dosiahnutie rovnakého cieľa zostavené a riadené tak, aby fungovali ako integrovaný celok.

Mimoriadna udalosť je náhla závažná udalosť, ktorá vedie k narušeniu bezpečnosti, alebo stability daného systému, vedie ku vzniku krízy alebo katastrofy. Z hľadiska civilnej ochrany rozumieme pod týmto pojmom živelnú pohromu, haváriu alebo katastrofu.

Požiar je každé nežiaduce horenie, pri ktorom vznikajú škody na majetku, životnom prostredí alebo ktorého následkom je usmrtená alebo zranená fyzická osoba alebo uhynuté zviera. Požiar je tiež nežiaduce horenie, pri ktorom sú ohrozené životy alebo zdravie fyzických osôb, zvieratá, majetok alebo životné prostredie².

² Zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi zmenený neskoršími predpisov.

Horľavá látka je to látka vo forme plynu, pary, kvapaliny, pevnej látky alebo ich zmesi, ktorá pokiaľ nastane iniciácia, vyvolá exotermickú reakciu so vzduchom.

Horenie môžeme definovať ako chemickú reakciu, ktorá je sprevádzaná uvoľňovaním tepla a vyžarovaním svetla. Horenie vzniká a prebieha za určitých podmienok. Na to je potrebná prítomnosť horľavej látky (palivo), oxidačného prostriedku (vzduch, O₂) a tepla (zdroj zapálenia).

Bod horenia kvapalných látok je najnižšia teplota, pri ktorej kvapalina zahrievaná v predpísanom prístroji za definovaných podmienok vyvinie toľko pár, že jej zmes so vzduchom po priblížení iniciačného zdroja vzplanie a horí bez prerušenia najmenej 5 sekúnd.

Bod vzplanutia horľavej kvapaliny je najnižšia teplota, pri ktorej sa za presne definovaných podmienok skúšky vytvorí nad hladinou také množstvo pár, že ich zmes so vzduchom po priblížení plameňa vzplanie a hneď aj zhasne.

Teplota vznietenia je najnižšia teplota horúceho povrchu, pri ktorej sa optimálna zmes pár alebo plynov danej látky so vzduchom na predpísanom zariadení a pri predpísanom pracovnom postupe vznieti.

Samovznietenie predstavuje chemický proces, pri ktorom sa horľavý súbor zohreje na teplotu vznietenia alebo výbuchu vývinom tepla v samotnej látke.

Teplota samovznietenia horľavej látky je najnižšia teplota, na ktorú musíme zohriať horľavú látku, aby získala schopnosť zohrievať sa sama až k procesu horenia.

Minimálny zápalný prúd je najnižšia hodnota elektrického prúdu, ktorý je schopný pri preskoku induktívnej iskry iniciovať skúmanú zmes v predpísanom skúšobnom zariadení. Hodnoty minimálneho zápalného prúdu sa pohybujú v rozmedzí od 20 do 150 mA.

Minimálna iniciačná energia je najmenšia energia kapacitnej iskry, ktorá je schopná zapáliť najľahšie iniciovateľnú zmes horľavého plynu alebo pary v zmesi s oxidačným prostriedkom.

Výbuch je veľmi rýchle (rádovo desiatky až tisíce m.s⁻¹) spaľovanie horľavej látky za vzniku svetla, tepla, splodín horenia a tlakovej vlny (pri detonácii vzniká rázová vlna).

Medze výbušnosti predstavujú dolné a horné hraničné koncentrácie zmesi horľavých pár, plynov alebo prachov so vzduchom, medzi ktorými sa táto zmes môže vznietiť- vybuchnúť.

Dolná medza výbušnosti je najnižšia koncentrácia horľaviny vyjadrená v % obj. alebo v g.m^{-3} v zmesi so vzduchom, kyslíkom či iným oxidačným prostriedkom, ktorá je schopná pri určitej iniciačnej energii šíriť plameň.

Horná medza výbušnosti je najvyššia koncentrácia horľavej látky v zmesi s oxidačným prostriedkom, ktorá je ešte výbušná.

Nebezpečná chemická látka alebo prípravok vykazujú jednu alebo viacej nebezpečných vlastností, klasifikovaných podľa zákona č. 163/2001 Z.z., o chemických látkach a chemických prípravkoch.

Umiestnenie nebezpečnej látky predstavuje projektované množstvo nebezpečnej látky, ktorá je alebo bude vyrábaná, spracovávaná, používaná, prepravovaná alebo skladovaná v objekte, zariadení alebo ktorá sa môže nahromadiť v objekte alebo zariadení pri vzniku závažnej havárie.

Toxicita predstavuje vlastnosť niektorých látok spôsobovať po preniknutí do organizmu chorobné zmeny alebo smrť.

Toxická dávka

Množstvo toxickej chemickej látky, ktoré po vniknutí do organizmu vyvolá príznaky otravy. Toxické dávky sú prahové (PD), efektívne (ED), zneschopňujúce (ID) a smrteľné (LD). Indexom sa vyjadruje percento zasiahnutých jedincov z celku. Toxická dávka sa vyjadruje v gramoch alebo miligramoch na jednotku hmotnosti alebo na hmotnosť osoby (70 kg), napr. LD_{50} .

Ohrozenie priemyselnými toxickými látkami znamená nebezpečenstvo, ktoré plyní z možnosti úniku priemyselných toxických látok. Únik by spôsobil otravy a kontamináciu osôb, kontamináciu objektov a životného prostredia.

Cesty vstupu kontaminantov do organizmu sú spôsoby, ktorými sa toxická chemická látka alebo rádioaktívna látka môže dostať do ľudského organizmu. Z praktického hľadiska majú význam štyri cesty vstupu: dýchaacími ústrojmi (inhalačne), kožou (perkutánne), požitím (ingesciou) a poranením.

Detekcia je zisťovanie prítomnosti alebo monitorovanie rádioaktívnych, bojových, biologických alebo toxických chemických látok.

Detektor je zariadenie určené na zisťovanie alebo monitorovanie prítomnosti škodlivín. Rozhodujúcimi vlastnosťami detektoru sú rýchlosť odozvy a citlivosť. Detektory môžu zisťovať škodliviny v mieste použitia, môžu sa umiestňovať v určitej vzdialenosti od zisťovaného prvku alebo môžu zisťovať vzdialené škodliviny.

Deaktivácia znamená odstraňovanie rádioaktívnych látok z povrchu osôb, zvierat, výbrojov, iného materiálu, objektov a terénu. Je súčasťou dekontaminácie. Na deaktiváciu sa používajú dezaktivačné zmesi.

Deaktivačné látky sú látky rôznej chemickej podstaty, ktoré sa využívajú na prípravu deaktivačných zmesí. Medzi ne patria detergenty (tenzidy či povrchovoaktívne látky), voda, rozpúšťadlá (napr. benzín a nafta), kyseliny, zásady, penotvorné látky, soli a makromolekulárne a ďalšie látky, ktoré vhodne upravujú vlastnosti zmesi.

Nehoda je nežiaduca, mimoriadna, krátkodobo neovládaná udalosť, ktorá vznikla a prebehla vo veľmi krátkom časovom intervale s dopadom na časť prevádzky alebo zariadenia, bez toho, aby bolo ohrozené zdravie ľudí, živých organizmov a životného prostredia, či mohlo dôjsť k preukázateľne výraznému poškodeniu majetku.

Prevenia znamená organizačné a technické opatrenia alebo činnosti, ktorých cieľom je predísť priemyselnej havárii a vytvoriť podmienky pre zaistenie havarijnej pripravenosti.

2 Historické skúsenosti

2.1 Stručné poučenie z minulosti

V 70. rokoch sa v Európe udialo niekoľko závažných havárií, ktoré ovplyvnili ďalšie dianie na poli prevencie, ale i likvidácie následkov závažných priemyselných havárií. Medzi tieto rozsiahle, závažné a známe havárie môžeme zaradiť:

- katastrofálnu explóziu mraku a následný rozsiahli požiar v továrňach Nypro Flixborough vo Veľkej Británii (1974),
- a dve závažné havárie v chemických podnikoch v talianskom Sevese (1976) a v talianskej Manfredonii (1978), ktoré spôsobili rozsiahlu kontamináciu okolia nebezpečnou chemickou látkou,

- závažnú haváriu s najrozsiahlejšími dopadmi bola katastrofická havária v indickom Bhopále (1984), ktorá spôsobila predovšetkým rozsiahle straty na ľudských životoch a zdraví obyvateľstva žijúceho v okolí chemickej továrne.

Posledné spomenuté závažné udalosti sú všeobecne považované za iniciátori k riešeniu systematickej a účinnej prevencii závažných priemyselných havárií. Najmä však udalosť v talianskom Sevese urýchlila prijatie legislatívnych opatrení na prevenciu veľkých priemyselných havárií. V roku 1982 bola prijatá Smernica Rady 82/501/EEC o rizikách veľkých havárií niektorých priemyselných činností, označovaná ako Smernica Seveso.

Smernica Seveso bola dvakrát dopĺňaná v dôsledku ďalších závažných havárií, ktoré boli podnetom pre prijatie dodatkov. V roku 1987 bola prijatá Smernica 87/216/EEC a v roku 1988 Smernica 88/610/EEC. Dodatky mali za cieľ rozšírenie pôsobnosti Smernice Seveso a boli zamerané najmä na opatrenia týkajúce sa skladovania nebezpečných látok.

Členské štáty však vyžadovali celkovú revíziu smernice. Zdôrazňovali hlavne potrebu rozšírenia jej platnosti a zlepšenie havarijného riadenia. Ich snahy podporil aj Európsky parlament. V roku 1996 bola prijatá Smernica Rady 96/82/EEC o kontrole nebezpečenstiev rizik veľkých havárií zahrňajúcich nebezpečné látky, nazývaná aj Smernica Seveso II. Jej cieľom je prevencia závažných priemyselných havárií zahrňajúcich nebezpečné látky a obmedzenie ich následkov na ľudí a životné prostredie. Oproti Smernici Seveso, kladie väčší dôraz na ochranu fauny a flóry, nachádza sa v nej aj klasifikácia látok nebezpečných pre životné prostredie. Od februára 1999 sa musí dodržiavať v členských štátoch EÚ.

V SR sú požiadavky vyplývajúce zo Smernice Seveso II obsahom zákona č. 261/2002 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o doplnení a zmene niektorých zákonov, na ktorý nadväzujú dve vykonávacie vyhlášky : vyhláška MŽP SR č. 489/2002 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení

niektorých zákonov, a vyhláška MŽP SR č. 490/ 2002 Z. z. o bezpečnostnej správe a o havarijnóm pláne. V súčasnosti sa do praxe aplikoval nový zákon, zákon č. 277/2005, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 261/2002 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení zákona č. 587/2004 Z. z. o environmentálnom fonde a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

2.2 Talianske Seveso 1976

Havária sa stala 10.7. 1976 v Lombardii v mestečku Seveso 15 km severne od Milána v talianskej filiálke švajčiarskej fabriky Givaudan (súčasť koncernu Hoffan – Leroche). K explózií v chemickom podniku došlo v dobe pracovného kľudu, šesť a pol hodiny po zastavení výroby (v sobotu popoludní). Príčinou havárie bola nekontrolovateľne prebiehajúca exotermická reakcia v reaktore na výrobu 2,4,5-trichlórfenolu (ďalej len trichlórfenol). Trichlórfenol je bežným medziproduktom pri výrobe niektorých herbicídov a hexachlórfenu, bakteriálneho prípravku pridávaného do mydiel, šampónov, dezodorantov a zubných pást.

Tlak v reaktore v dôsledku exotermickej reakcie narastal spolu s teplotou až dosiahol kritickú hodnotu pre vznik 2,3,7,8-tetrachlórdibenzo-p-dioxínu (ďalej len dioxín). Keď tlak prekročil kritickú hranicu, uvoľnil sa poistný ventil a odvzdušňovacím potrubím sa obsah reaktora vypustil priamo do voľného ovzdušia, nakoľko odvzdušňovacie potrubie vyúsťovalo mimo areál podniku. Jedovaté pary boli vymrštené až do výšky 50 m a obsahovali okrem iných jedovatých látok aj 2 kg jednej z najjedovatejších látok 2,3,7,8 – tetrachlórdibenzo-p-dioxínu (čo je množstvo, ktoré by dokázalo otráviť približne 19 000 ľudí), ako uvádzajú niektoré zahraničné zdroje. Táto nehoda nebola hneď spozorovaná, nakoľko sa nenachádzal nikto v továrni, keď sa to stalo.

Až po určitom čase bola vydaná výstraha obyvateľstvu formou vyhlásení, aby nepožívali ovocie, zeleninu a akúkoľvek inú plodinu z okolia podniku. V tej dobe sa predpokladalo, že hlavnou uniknutou škodlivinou bol trichlórfenol, ktorý sa šíril smerom na juh od závodu do oblastí, kde žilo niekoľko tisíc ľudí. Úrady začali vyšetrovanie päť dní po tejto havárii, až keď začali hromadne hynúť domáce zvieratá najmä zajace, a keď sa objavili, predovšetkým u detí, príznaky postihnutia kože a tráviaceho traktu. Vzniklo tiež podozrenie, že spolu s trichlórfenolom unikla ešte iná nebezpečnejšia látka. Tá bola identifikovaná až dva týždne po havárii v uhynutých zvieratách, kontaminovanej pôde i rastlinách. Preukázal sa v nich dioxín. Po tomto zistení bolo z najviac postihnutej oblasti evakuované obyvateľstvo, ktoré dostalo dôkladnú lekársku starostlivosť. Súčasne bolo započaté mapovanie zamoreného územia, jeho rozdelenie do jednotlivých zón a začali sa realizovať potrebné opatrenia. Bolo zistené, že až okolo 37 000 ľudí bolo vystavených chemickým účinkom uniknutej látky.

Približne 4 percentá domácich zvierat v okolitých farmách uhynuli, a tie, ktoré prežili - približne 80 000 zvierat - boli utratené, aby sa tak zabránilo šíreniu kontaminovaného mäsa z nakazených zvierat.

Je potrebné uviesť, že dioxín je jednou z najtoxickejších látok. Polovičná smrteľná dávka je pre morča $1 \mu\text{g.kg}^{-1}$, pre potkana $20 \mu\text{g.kg}^{-1}$ a okolo $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ pre kráľika. Toxicita dioxínu je nebezpečná svojou komplexnosťou. Má účinky embryotoxické (narušujú hormonálny systém, poruchy mužských pohlavných orgánov – ohrozenie plodnosti mužov, spôsobujú poruchy ženských pohlavných orgánov – znížená plodnosť, potraty, poruchy vaječníkov), teratogénne (poškodzujú vyvíjajúci sa plod v tele matky), hepatotoxické (vyvoláva masívnu degeneráciu pečenevých buniek) a má i imunosupresívne účinky (poškodzujú imunitný systém). Postihnuté oblasti boli rozdelené do zón podľa množstva kontaminovanej pôdy. V najviac postihnutej zóne, zóna s označením A, o ploche asi 1 km^2 , kde spadlo približne 95 % uniknutého dioxínu, sa vo vzorkách nachádzali koncentrácie prevyšujúce $50 \mu\text{g.kg}^{-1}$ a mnohé prekročili hodnotu 1 mg.kg^{-1} . Táto zóna bola dlhodobo uzavretá a v súčasnosti sú tu vysadené dubové lesy, známe ako: Seveso Oak Forest. V ostatných zónach B až R, s najviac zamorenými priestormi, obrábanie pôdy ako i farmárčenie a chov dobytka tu bolo striktné zakázané.

Havária v Sevese si vyberá svoju daň i po rokoch. Ľudia tu častejšie môžu ochoriť na rakovinu, je tu prísne obmedzená možnosť dopestovania potravín. Dekontaminácia územia stála taliansku vládu 32 mil. dolárov.

2.3 Indický Bhopál 1984

Počas noci z 2. na 3. decembra 1984 došlo k najzávažnejšej chemickej havárii 20. storočia. Príčinou chemickej havárie bolo vniknutie vody do zásobníka so skladovaným množstvom asi 40 m^3 metylizokyanátu a tým bola naštartovaná silná exotermická reakcia. Zlyhanie technológie spôsobila ľudská chyba, ako preukázalo neskoršie policajné vyšetrovanie.

Uvoľnené teplo spôsobilo prudké zvýšenie tlaku v zásobníku, čo viedlo nakoniec k prasknutiu bezpečnostného ventilu a navyiac prasklo i betónové opúzdrenie zásobníka. Predpokladá sa, že v priebehu jednej hodiny uniklo zo zásobníka do okolia pravdepodobne množstvo 20 – 30 ton metylizokyanátu. Napriek tomu, že únik látky do životného prostredia sa stal cez 30 metrov vysoký komín, táto výška bohužiaľ nebola dostatočná pre bezpečné rozptýlenie nebezpečnej chemickej látky bez významného zasiahnutia osôb.

Vysoká vlhkosť vzduchu spôsobila, že vyparovanie látky vytvorilo ťažkú hmlu, ktorá rýchlo klesala k zemi. Najviac boli meteorologické podmienky jasnej noci

značne nepriaznivé pre bezpečný rozptyl nebezpečnej látky – vertikálna stálosť atmosféry za stavu silnej inverzie. Prízemná vrstva vetra bola stabilná a rýchlosť vetra dosahovala 2 – 3 m/s. Vietor vial rôznym smerom, ale len v určitom výseku. Továrň bola umiestnená na okraji mesta (na severnej strane) a vietor smeroval tak nepriaznivo, že všetku nebezpečnú chemickú látku zanesol do obývanej časti mesta. Indické mesto Bhopál malo v tom čase 800 000 obyvateľov. Uvedené meteorologické podmienky spôsobili, že zamorenie bolo veľmi rozsiahle a chemická havária prebehla rýchlo, asi počas jednej hodiny. Smrteľné účinky látky boli pozorované až do vzdialenosti 2,5 km (pre koncentráciu asi 100 ppm). Závažné, ale nie smrteľné následky boli pozorované na ľuďoch do vzdialenosti 4 km (koncentrácia okolo 30 ppm) od zdroja zamorenia. Metylizokyanát má vysokú akútnu toxicitu pri inhalácii. Už od koncentrácie 2 ppm je nebezpečná chemická látka registrovateľná ľudských čuchom.

Toxickým plynom bolo zasiahnuté veľké množstvo ľudí a veľa ich utieklo zo svojich domovov. Účinok jedu na ľudí žijúcich v okolí chemického podniku bol naozaj obrovský. Mnohí zomreli vo svojich posteliach. Iní sa oslepení vypoťali zo svojich domov, dusili sa a zomreli na ulici. Ešte viac ľudí zomrelo neskôr v centrách prvej pomoci a v nemocniciach. Dve najbližšie nemocnice boli preplnené zranenými. Problémy spôsobovala skutočnosť, že sa spočiatku nevedelo, aký plyn vlastne unikol a aké sú jeho účinky. Toxické plyny ľuďom „spálili“ tkanivá očí a pľúc, vstúpili do krvného riečišťa a poškodili rad ďalších telesných systémov. Prvými akútnymi príznakmi u postihnutých bolo zvracanie a pocity pálenia v očiach, v nose a v krku. Smrť väčšinou spôsobilo respiračné zlyhanie. U niektorých spôsobili toxické plyny tak masívnu vnútornú sekréciu, že sa pľúca zaplnili tekutinou. U iných viedlo k uduseniu kŕčovitým stiahnutím dýchacích ciest. Mnoho z tých, ktorí prežili prvý deň, bolo nájdených s poškodenými pľúcnymi funkciami. U obetí, ktoré katastrofu prežili, preukázali lekárske štúdie neurologické symptómy zahrňujúce bolesti hlavy, poruchy rovnováhy, depresiu, únavu, vyčerpanie, podráždenosť, ale tiež poškodenie a abnormality tráviacej trubice, pohybového aparátu, rozmnožovacieho a imunitného systému.

Vo svetových médiách sa špekulovalo o fosgéne ešte niekoľko dní po nešťastí. Vyšetrowanie prebiehalo ešte pár rokov po katastrofe. Bolo urobených množstvo experimentov a výskumov, ktoré sa snažili objasniť priebeh a následky havárie.

Počty zasiahnutých a ohrozených osôb boli nasledujúce :

- 2 500 úmrtí
- 50 000 intoxikovaných
- 200 000 evakuovaných³.

Všeobecne existuje zhoda v tom, že úroveň bezpečnostných opatrení ako organizačného, tak i technického charakteru mohol byť v roku 1984 v Indii podstatne nižší, ako vyžadovali terajšie „bezpečnostné štandardy“ v USA a vyspelých štátoch západnej Európy. Potom je to všeobecne považované za jednu z hlavných príčin havárie. Ale i lacná pracovná sila v tzv. „tretom svete“. Je jasné, že len vybudovaním kvalitného detekčného a monitorovacieho systému pre rýchle zistenie úniku nebezpečnej chemické látky môžeme predísť podobným haváriám, i keď sa jedná o veľmi nákladnú záležitosť.

2.4 Ukrajinský Černobyľ 1986

Dňa 26. apríla 1986 o 1 hodine a 23 minúte po polnoci došlo na 4. reaktorovom bloku jadrovej elektrárne Černobyľ k radiačnej havárii na reaktore sovietskeho typu RBMK – 1 000. Skúšal sa tu pokus tak, že odborná obsluha vedome vyradila z prevádzky väčšinu automatických bezpečnostných systémov, ktoré by boli inak haváriu automaticky zabránili.

Pri prevádzke experimentu operátor nakoniec vysunul riadiace tyče z aktívnej zóny reaktora tak vysoko a v tak nedovolenom počte, že sa náhle a mnohonásobne zvýšil výkon reaktora. Operátor potom nestačil regulačné tyče do aktívnej zóny včas ručne zasunúť (automatika bola odpojená). Došlo k explózií vytvoreného vodíka. V Černobyle bol prevádzkovaný grafitový reaktor typu RBMK, vodík vznikal redukciovou vodnej pary na rozžeravenom grafitu. Následná explózia roztrhla betónový blok reaktora a odhodila jeho tisíctonové veko. Vyletujúce rozžeravené trosky zapálili asfaltový poťah strechy a keď sa strecha prepadla, bolo s mračnom dymu do ovzdušia vyvrhnutých približne 5 ton rádioaktívneho paliva. Veľké úniky rádioaktivity sa podarilo obmedziť až po desaťdennom úsilí.

Podľa oficiálnych správ zahynulo pri záchranných prácach v černobyľskej jadrovej elektrárni 31 osôb a 237 záchranárov ochorelo na akútnu chorobu

³ Manual of the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries, IAEA TECDOC – 727, Vienna 1996.

z ožiarenia. Relatívne vysokými dávkami bolo ďalej ožiarených niekoľko tisíc pracovníkov podieľajúcich sa na likvidačných prácach. Z obyvateľov žijúcich v okolí elektrárne však nikto neobdržal dávky, ktoré by viedli k ochoreniu z ožiarenia. Bolo evakuovaných viac ako 100 000 osôb z okolia jadrovej elektrárne.

Len ťažko sa dajú vyčíslit' obrovské škody, ktoré vznikli dlhodobým pôsobením niektorých rádionuklidov na flóru a faunu zasiahnutého územia, a škody ktoré vznikli kontamináciou pôdy. Černobyľská radiačná havária predstavuje najrozsiahlejšiu ekologickú katastrofu, ktorú si svojim jednaním privodil človek. Hlavnou príčinou vzniku radiačnej havárie v Černobyle bolo zlyhanie ľudského faktoru, respektívne celého pracovného tímu, ktorý obsluhoval osudný 4. blok černobyľskej jadrovej elektrárne. Podrobným šetrením sa zistilo, že černobyľskú radiačnú haváriu spôsobilo predovšetkým hrubé porušenie šiestich vážnych zásad a predpisov jadrovej bezpečnosti.

V bývalej Československej socialistickej republike sa informovalo o vzniknutej situácii neurčite a nejasne a médiá komentovali radiačnú haváriu v Černobyle ako bežnú poruchu, bez závažnejších následkov na kvalitu životného prostredia a zdravie obyvateľstva. V tej dobe však prebiehali merania radiačnej situácie na celom území štátu, ktoré zabezpečovalo 29 pracovísk. Výsledky meraní boli zhromažďované a vyhodnocované v Centre hygieny žiarenia Inštitútu hygieny a epidemiológie v Prahe. Výsledky meraní a ich interpretácia boli zhrnuté v rozsiahlej 163 stránkovej štúdii „Správa o radiačnej situácii na území Československa po havárii jadrovej elektrárni Černobyľ“ (1987). Uvedená štúdia bola zostavená na základe výzvy Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu so sídlom vo Viedni, ktorá uvedenú správu prevzala v januári 1987 k svojmu ďalšiemu využitiu, taktiež i k použitiu v orgánoch OSN.

Na základe meraní radiačnej situácie a vyhodnotení výsledkov bolo prijaté v bývalom Československu celkom 7 opatrení s platnosťou od 30. apríla 1986. Šlo predovšetkým o opatrenia vo výrobe potravín, alebo iné opatrenia, ktoré neobmedzovali bežný život občanov. O týchto opatreniach však nebola československá verejnosť informovaná, na rozdiel od občanov západoeurópskych štátov, ktoré boli podrobne informovaní o všetkých záležitostiach týkajúcich sa radiačnej havárie a jej následkov.

Vplyv černobyľskej tragédie na zdravie ľudí v bývalom Československu nebol veľký v porovnaní s následkami v iných krajinách ako v Bielorusku, na Ukrajine a v Poľsku. Nikto tu nebol ožiarený tak, aby ochorel akútnou chorobou z ožiarenia. Odhaduje sa, že u generácie osôb, ktoré žili v dobe černobyľskej havárie, dôjde k zvýšeniu počtu ochorení rakovinou.

3 Legislatíva v oblasti prevencie a likvidácie závažných priemyselných havárií

Aj napriek tomu, že priemyselné havárie, ku ktorým doteraz prišlo na našom území v porovnaní so svetom, nemali také katastrofické následky, je potrebné tejto problematike venovať zvýšenú pozornosť. Katastrofické následky by mali najmä havárie v oblasti energetiky (jadrové elektrárne), chemickom priemysle (nebezpečné látky vo výrobe) a pri preprave nebezpečných látok, ktoré môžu mať za určitých podmienok nielen regionálne, ale aj medzinárodné účinky, predovšetkým na životné prostredie.

V USA a v štátoch EÚ sú spracované zákony a smernice stanovujúce záväzné postupy a povinnosti výrobcov, prevádzkovateľov, ale aj správnych orgánov pre oblasť priemyselných havárií.

Pre štáty EÚ je základným právnym dokumentom smernica rady ES 82/501/EEC tzv. SEVESO, ktorá bola v roku 1996 zásadne novelizovaná. V marci 1992 prijala Európska hospodárska komisia OSN Dohovor o cezhraničných vplyvoch priemyselných havárií (ďalej len "Helsinský dohovor"). Rozhodnutím Rady z 23. Marca 1998 č.98/685/ES pristúpila k Helsinskému dohovoru aj Európska únia ako celok, s drobnými výhradami týkajúcimi sa zosúladenia prahových niektorých nebezpečných látok so Smernicou SEVESO II, a zároveň tak umožnila členským štátom EÚ urýchliť ich procesy, ratifikácie, pristúpenia alebo prijatia tohto dohovoru.

Vláda Slovenskej republiky, v nadväznosti na uznesenie vlády z 28. marca 1995 č.194, svojim uznesením z 27 1996 č. 569 k správe o stave prípravy pristúpenia Slovenskej republiky k Dohovoru o cezhraničných vplyvoch priemyselných havárií rozhodla o potrebe vypracovania návrhu zásad samostatného zákona o haváriách. Zákon č.261/2002 Z.z. komplexným spôsobom, v nadväznosti na platnú právnu úpravu v Slovenskej republike, implementuje princípy a príslušné ustanovenia Smernice SEVESO II do nášho právneho poriadku. Ustanovuje podmienky a postupy pri prevencii závažných priemyselných havárií v podnikoch s prítomnosťou vybraných nebezpečných látok a na pripravenosť na ich zdolávanie a obmedzovanie ich následkov na život a zdravie ľudí, životné prostredie a majetok v prípade ich vzniku. V súčasnosti bol novelizovaný zákonom č. 277/2005, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 261/2002 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a o zmene a doplnení zákona č. 587/2004 Z. z. o environmentálnom fonde a o zmene a doplnení niektorých zákonov, ako bolo spomenuté v kapitole 2.1.

3.1 SEVESO smernica

Tento právny predpis bol prijatý v dôsledku vzniku závažných priemyselných havárií, predovšetkým úniku dioxínu v Sevese a výbuchu cyklohexánu vo Flixborougu. Jej hlavným cieľom bolo zaviesť v členských štátoch EÚ jednotnú, harmonizovanú legislatívu, týkajúcu sa prevencie a pripravenosti na závažné priemyselné havárie s možným cezhraničným dosahom a spracovať a uplatňovať vhodné a účinné opatrenia. Stručne sa dá obsah tohto dokumentu vysvetliť nasledovne. Stanovuje povinnosti a postupy prevádzkovateľov a orgánov štátnej správy pre oblasť závažných priemyselných havárií.

Ohlasovacia povinnosť a povinnosť spracovať bezpečnostnú správu

Prevádzkovatelia technológií, v ktorej sú používané vybrané nebezpečné látky v množstvách presahujúcich prahové množstvá stanovené smernicou alebo kde je uplatňovaná nebezpečná činnosť podliehajúca smernici, sú povinní o tejto skutočnosti informovať príslušné orgány formou oznámenia a v prípade nebezpečnej činnosti spracovať bezpečnostnú správu. Jej obsah a náležitosti závisia na miere potenciálneho nebezpečenstva a s nim súvisiaceho rizika. Vždy ale musia byť uvedené opatrenia obmedzujúce možné nebezpečenstvo.

Povinnosť vypracovať havarijné plány

Prevádzkovateľ nebezpečných činností je taktiež povinný vypracovať tzv. havarijný plán pre prípad vzniku havárie. V súlade s mierou rizika, ak sa predpokladá, že by následky havárie mohli presiahnuť územie podniku, je stanovená povinnosť vypracovať tzv. plán ochrany obyvateľstva⁴.

Povinnosť poskytovať informácie

Prevádzkovateľ je povinný zaistiť informovanosť svojich pracovníkov o možných rizikách a činnostiach v čase havárie a zabezpečiť ich ochranu. Táto povinnosť poskytovania informácií sa vzťahuje nielen na zamestnancov, ale i na ohrozené obyvateľstvo a kompetentné orgány štátnej správy.

Povinnosť prevádzania kontrol

Štát je povinný zaistiť vykonávanie kontrol nebezpečných resp. rizikových prevádzok a činností, ktoré sú nevyhnutné pre plnenie všetkých povinností uložených prevádzkovateľom nebezpečných činností.

Poznatky získané na základe používania uvedenej smernice možno zhrnúť nasledovne. Poskytuje základný postup pre vytvorenie taktiky v oblasti prevencie havárií, praktická aplikácia sa v jednotlivých štátoch resp. členských zemiach EU líši. Z toho dôvodu došlo k jej novelizácii, ktorá je uplatnená vo

⁴ Zákon 42/1994 Z.z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov.

vydaní smernice SEVESO II, ktorej cieľom je eliminovať značné rozdiely v prevencii jednotlivých členských štátoch a zaistiť dosiahnutie vyššej úrovne bezpečnosti.

3.2 SEVESO (II) smernica

Smernica rady Európy 96/82/EEC tzv. SEVESO II je spracovaná jednoduchšie a vhodnejším spôsobom ako smernica SEVESO. Ako príklad možno uviesť, že nie je rozlišovaná výroba, použitie a skladovanie nebezpečných látok. Taktiež zoznam nebezpečných látok je redukovaný na minimum a je upravený. Do zoznamu jednotlivých nebezpečných látok z hľadiska výroby, ale v súčasnosti aj skladovania boli zaradené zlúčeniny arzénu, karcinogénne látky, formaldehyd, skvapalnené uhlíkovodíkové plyny a zemný plyn. Boli upravené i kategórie nebezpečných látok, napr. navyše boli zaradené látky, ktoré sú nebezpečné pre životné prostredie. Za významné možno považovať i sčítanie množstva nebezpečných látok pre stanovenie celkového množstva prítomného v podniku. Úplne nová je požiadavka, aby podniky formulovali svoje bezpečnostné zásady a zaviedli tzv. bezpečnostný manažment (program prevencie závažných priemyselných havárií). Overenie jeho správnosti a funkčnosti je predmetom kontrol a výsledky sa poskytujú kompetentným orgánom. Dôraz je kladený na systém kontrol, ktorý musí preveriť, že prevádzkovateľ nebezpečnej činnosti je schopný predviesť a dokladovať všetky prijaté bezpečnostné opatrenia i to, že podnikol všetky opatrenia pre zníženie následkov možných havárií. Je teda daná povinnosť realizovať a zdôrazňovať technické, organizačné a kontrolné opatrenia, ktoré znižujú riziko pri prevádzkovaní nebezpečnej činnosti.

Je treba zdôrazniť, že nevyhnutným predpokladom pre účinnú prevenciu je poznanie nebezpečenstva a rizík, ktorým môžu byť vystavení ľudia i životné prostredie v dôsledku prevádzkovania nebezpečnej činnosti, pretože cieľom platnej právnej úpravy je chrániť zdravie človeka, životné prostredie a majetok pred negatívnymi účinkami priemyselných havárií. Až na základe týchto znalostí môžu byť prijaté a realizované organizačné a technické bezpečnostné opatrenia smerujúce k zníženiu existujúcich rizík. Z toho vyplýva potreba systematicky spracovávať analýzu a hodnotenie rizika technologických procesov.

3.3 Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií

V SR komplexný program prevencie a pripravenosti na havárie rieši zákon č. 261/2002 Z.z. . o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vykonávacie predpisy vyhláška MŽP SR č. 489/2002 Z.z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o prevencii ZPH s o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhláška MŽP SR č. 490/2002 Z.z. o bezpečnostnej správe a havarijnóm pláne.

Predmetom právnej úpravy podľa tohto zákona je ustanovenie podmienok a postupu pri prevencii závažných priemyselných havárií v podnikoch s prítomnosťou vybraných nebezpečných látok a na pripravenosť na ich zdolávanie a na obmedzovanie ich následkov na život a zdravie ľudí, životné prostredie a majetok v prípade ich vzniku.

Povinnosti prevádzkovateľa

Prevádzkovateľ je povinný prijať všetky opatrenia potrebné na prevenciu závažných priemyselných havárií a v prípade vzniku takej havárie alebo jej bezprostrednej hrozby, opatrenia potrebné na jej zdolanie a obmedzenie jej následkov a vytvorenie systému vedenia dokumentácie a evidencie, ako aj riadenia podniku, aby bol na požiadanie schopný preukázať plnenie povinností vyplývajúcich z tohto zákona.

Kategorizácia podnikov

Prevádzkovateľ na základe celkového množstva vybraných nebezpečných látok zaraďí podnik do kategórie A alebo B.

Princípy zaraďovania do jednotlivých kategórií:

- a) Podniky sa kategorizujú podľa celkového množstva vybraných nebezpečných látok, ktoré sú prítomné v podniku.
- b) Podnik sa zaraďí do kategórie A, ak
 - celkové množstvo vybranej nebezpečnej látky sa rovná alebo je väčšie ako prahová hodnota uvedená v prílohe č.1 zákona,
 - súčet pomerných množstiev dvoch alebo viacerých vybraných nebezpečných látok vypočítaný podľa vzorca a za určených podmienok je väčší ako jedna.
- c) Podnik sa zaraďí do kategórie B, ak
 - celkové množstvo vybranej nebezpečnej látky sa rovná alebo je väčšie ako prahová hodnota uvedená v prílohe zákona,
 - súčet pomerných množstiev dvoch alebo viacerých vybraných nebezpečných látok vypočítaný podľa vzorca a za určených podmienok⁵ uvedených je väčší ako jedna.
- d) Ak má vybraná nebezpečná látka viacero nebezpečných vlastností, použije sa pre zaradenie podniku do príslušnej kategórie najnižšia prahová hodnota.
- e) Zaraďovanie podnikov v prípadoch výpočtu podľa vzorca.

⁵ čl. 6 v prílohe č. 3 zákona č. 163/2001 Z.z. o chemických látkach a chemických prípravkoch

Súčet pomerných množstiev dvoch alebo viacerých vybraných nebezpečných látok prítomných v podniku (N) na účely zaradenia podniku do kategórie A alebo B sa vypočíta podľa vzorca⁶ na nasledujúcej strane.

$$N = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + q_3/Q_3 + \dots + q_n/Q_n \quad \dots(1)$$

Kde :

„q_n“ je množstvo vybranej nebezpečnej látky „n“ [t]

„Q_n“ je prahové množstvo vybranej nebezpečnej látky „n“ [t]

Ak výsledný súčet pomerných množstiev „N“ je väčší ako 1, prevádzkovateľ zaradí podnik do A alebo B, podľa dosadenia prahovej hodnoty uvedenej v prílohe tohto zákona.

f) Postup v prípade podprahového množstva vybranej nebezpečnej látky prítomnej v podniku.

Ak celkové množstvo vybranej nebezpečnej látky prítomnej v podniku nedosahuje prahové hodnoty alebo súčet pomerných množstiev dvoch alebo viacerých vybraných nebezpečných látok vypočítaný podľa vzorca je menší ako jedna alebo rovný jednej, nevzťahujú sa na podnik a na jeho prevádzkovateľa ďalšie ustanovenia zákona⁷.

Oznámenie o zaradení podniku

Prevádzkovateľ na základe výsledkov kategorizácie zašle obvodnému úradu životného prostredia písomné oznámenie o zaradení svojho podniku do kategórie A alebo do kategórie B alebo mu písomne oznámi, že množstvo vybraných nebezpečných látok prítomných v podniku nedosahuje prahové hodnoty a do vyššie uvedených kategórií sa nezaradí.

⁶ Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

⁷ okrem povinností ustanovených podľa § 4 ods. 4, 6, 8 a 9 zákona č.261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Ďalej sú podniky povinné vypracovať a ustanoviť:

PODNIK KATEGÓRIE A:

- predbežné hodnotenie rizika,
- program prevencie závažných priemyselných havárií,
- odborne spôsobilú osobu,
- havarijný plán,
- podklady na plán ochrany obyvateľstva,
- prostriedky na zdoľávanie ZPH,
- záchrannú službu.

PODNIK KATEGÓRIE B:

- splniť všetky povinnosti podniku kategórie A a navyiac vypracovať,
- bezpečnostný riadiaci systém,
- bezpečnostnú správu,
- zabezpečiť informovanie verejnosti.

Prevenia závažných priemyselných havárií

Program prevencie závažných priemyselných havárií obsahuje celkové ciele a princípy činnosti prevádzkovateľa s ohľadom na kontrolu nebezpečenstiev závažných priemyselných havárií (ďalej ZPH), pripravenosť na ich zdoľávanie a obmedzenie ich následkov. Je dostupný k nahliadnutiu pre kontrolné orgány v podniku.

Hodnotenie rizika

Prevádzkovateľ je povinný zabezpečiť hodnotenie rizika, ktoré zahŕňa identifikáciu nebezpečenstiev (zdrojov rizika) a udalostí, ktoré môžu vyvolať závažnú priemyselnú haváriu, kvantifikáciu pravdepodobnosti ZPH, hodnotenie rozsahu a závažnosti následkov, definovanie rizika pre život a zdravie ľudí, pre životné prostredie a pre majetok, posúdenie prijateľnosti rizika.

Bezpečnostný riadiaci systém

Na zabezpečenie plnenia programu prevencie ZPH je podnik povinný zaviesť bezpečnostný riadiaci systém, ktorý obsahuje potrebné opatrenia najmä v oblasti organizácie riadenia podniku a zamestnancov, identifikácie a hodnotenia nebezpečenstiev, prevádzkovej kontroly a havarijného plánovania. Je súčasťou celkového systému riadenia a jeho tvorba je ovplyvnená aj inými systémami: systémom riadenia bezpečnosti a zdravia pri práci, systémom environmentálneho riadenia a systémom riadenia kvality.

Havarijný plán

Havarijný plán (ďalej len „HP“) je jednou z najdôležitejších súčastí bezpečnostnej správy. Účelom vypracovania je zabezpečenie včasnej

a adekvátnej prípravy reakcie na ZPH alebo jej bezprostrednú hrozbu. HP vychádza z výsledkov hodnotenia rizika, ktoré zahŕňa najmä identifikáciu nebezpečenstiev, pravdepodobnosť vzniku havárie, definovanie následkov neželanej udalosti na život a zdravie ľudí, životné prostredie (ďalej len „ŽP“) a majetok. Prevádzkovateľ je povinný predložiť ho orgánu, ktorý vypracováva plán ochrany obyvateľstva.

Poskytovanie informácií o ZPH

Prevádzkovateľ je povinný bez zbytočného odkladu, najneskôr však do 24 hodín, oznámiť ZPH obvodnému úradu ŽP, Ministerstvu ŽP SR a Ministerstvu vnútra SR.

Bezpečnostná správa

Bezpečnostná správa (ďalej len „BS“) je dokumentácia obsahujúca technické, bezpečnostné a riadiace informácie o nebezpečenstvách a rizikách podniku a o opatreniach na ich vylúčenie alebo zníženie. Podáva komplexnú charakteristiku podniku umožňujúcu získať celkovú predstavu o jeho zameraní, umiestnení a o reálnych nebezpečenstvách a rizikách vyplývajúcich z jeho činnosti, z používaných zariadení a technologických procesov, z druhu, množstva vybraných nebezpečných látok, ktorá by mohla mať významný vplyv na vznik ZPH. BS je verejný dokument a je prístupná k nahliadnutiu širšej verejnosti. Prevádzkovateľ môže požiadať obvodný úrad ŽP o utajenie niektorých údajov, najmä takých, ktoré by mohli slúžiť na účely terorizmu, sabotáže, vydierania a pod., resp. z dôvodu ochrany obchodného tajomstva, priemyselného vlastníctva atď.

Plán ochrany obyvateľstva

Vypracúvajú ho samosprávy a orgány štátnej správy na úseku civilnej ochrany na základe údajov z havarijných plánov podniku.

Informovanie verejnosti

Prevádzkovateľ je povinný informovať verejnosť, ktorá môže byť dotknutá ZPH, o možných rizikách spojených s jeho činnosťou.

4 Moderné manažérske systémy riadenia

Problematika prevencie závažných havárií, respektívne všeobecnejšie pojatá bezpečnosť predovšetkým chemického a ďalšieho procesného priemyslu bola však už od polovice 80. rokov 20. storočia podporená niekoľkými významnými medzinárodnými projektmi.

4.1 Z histórie manažérskych systémov riadenia bezpečnosti

Už v roku 1981 bola v bývalom Československu vydaná záväzná pomôcka Civilnej ochrany CO – 51 – 5 : Prevádzkové havárie s výronom nebezpečných škodlivín.

Tento materiál sa síce zaoberá len problematikou nebezpečných chemických, priemyselných, toxických látok, ale na svoju dobu bol veľmi moderný a progresívny. Nielenže umožňoval „tabuľkové vyhodnotenie“ úniku toxických látok, ale obsahoval v sebe prvky moderného havarijného plánovania. Ako záväzná celoštátna norma zavádza pojem havarijný plán s pomerne jasným a úplným obsahom a formy takéhoto dokumentu. Preto je potrebné zdôrazniť, že predstavy o vzniku moderného havarijného plánovania až začiatkom 90. rokov minulého storočia nie sú presné ani správne. Naopak orgány civilnej ochrany celkom pravidelne kontrolovali úroveň a kvalitu havarijného plánovania, príležitostne a pravidelne tiež formou rôznych cvičení.

V roku 1989 vydala Civilná ochrana a Československá komisia pre atómovú energiu pomôcku CO – 2 – 19 : Ochrana obyvateľstva a opatrenia v národnom hospodárstve pri radiačnej havárii jadrového energetického zariadenia.

Okrem týchto hlavných a kľúčových predpisov to bola celá ďalšia rada pomôcok a predpisov, ktoré boli vydané civilnou obranou a mali celoštátnu platnosť.

4.2 APELL (OSN) – predchádzanie pred nebezpečnými priemyselnými haváriami

Projekt APELL je skratka z anglického názvu Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level (a process for responding to technological accidents). Prvý z nich vznikol na pôde OSN (United Nations Environment Programme) už v roku 1986 a do podmienok bývalého Československa prenikal na začiatku 90.-tych rokov.

U nás potom bola vydaná v roku 1992 príručka o programe pod hlavičkou Českého ekologického manažérskeho centra. Uvedená príručka bola vydaná s voľným prekladom *Spôsob predchádzania pred nebezpečenstvom veľkých*

technologických havárií. Pritom je tento program i v súčasnej dobe dobre využiteľný.

4.3 Hnutie Responsible Care

Zo zahraničia bol do podmienok Slovenskej republiky mimo iného aplikovaný projekt „Responsible Care“, čo sa spravidla voľne prekladá ako „zodpovedné podnikanie v chemickom priemysle“. Program „Responsible Care“ je dobrovoľná celosvetovo prijatá a rozvíjaná iniciatíva chemického priemyslu zameraná na podporu jeho udržateľného rozvoja. Iniciatíva vznikla v Kanade v roku 1984 a stala sa oporným kameňom činnosti chemického priemyslu pre oblasť ochrany životov a zdravia ľudí, bezpečnosti práce a ochrany životného prostredia.

Program je charakterizovaný ôsmimi črtami, ktoré prijala a schválila ICCA (International Council of Chemical Associations). Národné chemické zväzy sú zodpovedné za detailnú implementáciu programu a každý program musí obsahovať týchto osem základných charakteristík.

- Princípy - formálny záväzok podniku, ktorý predstavuje podpísanie deklarácie obsahujúcej základné princípy ochrany zdravia a životného prostredia generálnym riaditeľom.
- Kódexy - pomáhajú spoločnostiam implementovať program.
- Ukazovatele činnosti- progresívny vývoj ukazovateľov, pomocou ktorých môžu byť merané vplyvy činnosti na zdravie, bezpečnosť a životné prostredie.
- Komunikácia - neustály proces komunikácie o otázkach týkajúcich sa zdravia, bezpečnosti a životného prostredia so zainteresovanými stranami.
- Vzájomná výmena skúseností - organizovanie stretnutí umožňujúcich vymieňanie skúseností a názorov medzi jednotlivými podnikmi pri implementácii Responsible Care.
- Názov a logo - prijatie názvu a loga, ktorým sa národné zväzy jasne hlásia k programu Responsible Care a vyjadrujú kompatibilitu s celosvetovým hnutím.
- Povzbudenie všetkých chemických spoločností - zväziť ako najlepšie motivovať všetky chemické spoločnosti k účasti na programe.
- Verifikácia - systematické postupy overovania implementácie programu členskými subjektami

Hlavným cieľom programu Zodpovedná starostlivosť je trvalo udržateľný rozvoj chemického priemyslu s ohľadom na bezpečnosť, zdravie a životné prostredie

v súlade s technickými a vedeckými poznatkami. Jeho snahou je tiež vytvorenie základne a podmienok pre vedenie dialógu medzi vládou, verejnosťou a chemickým priemyslom.

Program Zodpovedná starostlivosť je dobrovoľný záväzok chemického priemyslu a v súčasnosti sa zdôrazňuje, že predstavuje etiku v podnikaní v chemickom priemysle.

4.4 Medzinárodné a národné normy

Často skloňovaným problémom z kruhov európskej únie ako aj z vládnych kruhov SR zodpovedných za regionálny rozvoj je používanie platných noriem harmonizovaných s európskymi normami v rozvojových dokumentoch, ktoré prekladáme na orgány EÚ so žiadosťou o prijatie na zaradenie do rozvojových programov.

Zosúladenie noriem vo všetkých dokumentoch tvorcov rozvojových programov s normami SR a EÚ tvorí už základný predpoklad kvalitného spracovania dokumentov v štádiu prípravy, spracovania projektovej dokumentácie a realizácie akejkoľvek stavby.

Za štátnu politiku technickej normalizácie na Slovensku je zodpovedný Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo (ÚNMS SR), ktorý zriadil Slovenský ústav technickej normalizácie (SÚTN) ako rozpočtovú organizáciu. V súlade so zákonom č. 264/1999 Z. z. (§6 ods.2)⁸ je SÚTN jedinou právnickou osobou na tvorbu, schvaľovanie a vydávanie slovenských technických noriem. Základom sústavy slovenských technických noriem (STN) sa stali všetky československé normy (ČSN) a všetky odborové normy (ON), ktoré boli platné k 1. januáru 1993.

Technické normy, aj keď si to neuvedomujeme, sú trvalo prítomné v našom živote, sprevádzajú nás na každom kroku v podobe rôznych výrobkov a zariadení. Hlavným poslaním harmonizovaných technických noriem je zaistiť bezpečnosť výrobkov a následne i kvalitu.

Slovenské technické normy sú chránené copyrightom a ich neautorizované rozmnožovanie je v rozpore so zákonom. Technickej verejnosti sú dostupné prostredníctvom SÚTN.

Všetky vyššie uvedené programy a projekty, ale tiež uvedené normy STN EN ISO sú plnené úplne dobrovoľne. Preto je získanie certifikátov známkou

⁸ Zákon 264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov

vysokého uvedomenia vrcholového riadenia podniku alebo spoločnosti o význame uvedených oblastí, ale získanie certifikátov je tiež známkou dobrej úrovne „bezpečnosti v celom podniku“. Získané certifikáty majú však časovo obmedzenú platnosť, musia sa preto opätovne certifikovať.

4.5 Dopravný informačný a nehodový systém

Zväz chemického a farmaceutického priemyslu (ZCHFP) spracoval návrh projektu "Dopravný informačný a nehodový systém" (ďalej len „DINS“), ktorý po podpísaní Dohody medzi ZCHFP SR a Ministerstvom vnútra SR - Úradom požiarnej ochrany v auguste 2001 sa začal uplatňovať v praxi. Ide o dobrovoľný systém, ktorý vychádza z poznatkov a skúseností štátov EÚ, kde už funguje desiatky rokov. Podstatou je vytvorenie siete stredísk a jedného koordinačného centra, ktoré poskytujú pomoc v rámci svojich možností, pri haváriách dopravných prostriedkov prepravujúcich nebezpečné látky. Do systému je prihlásených 9 spoločností zväzu, pričom centrálna a koordinačné stredisko je vytvorené v Dusle Šaľa, a. s.

DINS je postavený na báze dobrovoľnosti a poskytuje pomoc v troch stupňoch, pričom táto pomoc je podpora štátnym zložkám a zásahovým jednotkám, ktoré zodpovedajú za zásah a zníženie následkov nehôd.

1. stupeň pomoci je poskytovanie predovšetkým telefonických informácií o nebezpečnej látke, jej vlastnostiach a manipulácii s ňou a súvisiace rady alebo konzultácie.
2. stupeň pomoci je vyslanie odborníka na miesto nehody v čo najkratšom čase, ktorý poskytne zásahovej jednotke priame informácie a rady na najúčinnjšie eliminovanie následkov nehody.
3. stupeň pomoci je poskytovanie praktickej pomoci vyslaním zásahovej skupiny vybavenej technickými prostriedkami na miesto nehody.

V roku 1990 zaviedol CEFIC (Európska rada chemického priemyslu) program ICE (International Chemical Environment), ktorý má za cieľ koordinovať na medzinárodnej úrovni existujúce národné systémy dobrovoľnej pomoci pri nehodách dopravných prostriedkov prevážajúcich chemické látky v rámci medzinárodnej dopravy. Do tohto programu je zapojený aj náš systém DINS. V uplynulom roku bola poskytnutá pomoc našimi strediskami 7 krát v 1. stupni, 1 krát v 2. stupni a 4 krát v 3. stupni pri haváriách cisterien prevážajúcich nebezpečné látky, kde sa využila aj technická pomoc pri prečerpávaní látky z poškodených cisterien.

Tabuľka 3

Údaje poskytnutej pomoci v roku 2001 v niektorých štátoch.

stupeň	Talian- sko	Švédsko	Nemecko	Španiel- sko	Maďarsko	Belgicko
1	49	11	900	6	14	4
2	1	-	40	1	-	-
3	6	6	250	-	4	10

Zdroj : <http://www.zchfp.sk/projekty.html>

Ako vidieť, tieto dobrovoľné systémy svojou činnosťou zvyšujú bezpečnosť, eliminujú následky nehôd, či už na zdraví alebo prírode, a preto ich existencia je opodstatnená.

Chemický priemysel v Európe využíva vo veľkom rozsahu logistické služby, ako je skladovanie, manipulácia a doprava chemických látok, ktoré ponúkajú dopravné spoločnosti. Chemické podniky však chcú mať záruku, že tieto služby sa realizujú bezpečne a kvalitne s príslušným zreteľom na ochranu zamestnancov, verejnosti a životného prostredia. Preto začiatkom deväťdesiatych rokov CEFIC pripravil program na zisťovanie úrovne logistických služieb z pohľadu bezpečnosti a kvality "**Safety and Quality Assessment System**" (SQAS).

Tento systém sa vytvoril samostatne pre cestnú, železničnú a lodnú dopravu a tiež pre čistiace stanice cisterien.

Podstata SQAS spočíva v možnosti zhodnotiť dopravnú firmu, ktorej služby chce využívať chemická spoločnosť prostredníctvom dotazníka a nezávislého auditora zaškoleného na túto činnosť v CEFiC-u. Dotazník má vyše 400 otázok a pokrýva tieto oblasti: manažment, bezpečnosť, zdravie a životné prostredie, zariadenia, činnosti, bezpečnosť majetku a kontrolu na mieste. Po vyhodnotení dotazníka za prítomnosti všetkých troch strán a vyhovujúcej úrovni sa dostane logistická spoločnosť do zoznamu spoľahlivých firiem, ktorý vypracúva v rámci celej Európy CEFIC. Potom jej služby môže využívať aj hociktorá ďalšia chemická spoločnosť. Týmto spôsobom sa zabezpečuje vysoká úroveň a konkurencie schopnosť logistických služieb. V súčasnosti má zoznam v CEFIC-u 160 firiem. Z tohto dôvodu pristupuje v tomto roku (2005) aj Zväz chemického a farmaceutického priemyslu SR na uplatnenie SQAS u nás.

5 Prevencia pred závažnými haváriami

V Slovenskej republike sa vyrába, spracováva, používa, manipuluje a skladuje veľké množstvo toxických, horľavých a výbušných látok, v značných množstvách sú tieto látky prepravované po cestách, železniciach, vodných tokoch alebo potrubím. Inými slovami, značná časť infraštruktúry vyrába, skladuje a používa v technologických procesoch chemické látky a prípravky ako výsledné produkty, medziprodukty alebo konečné produkty procesov. Celkové množstvá vyššie uvedených látok sú značné. Zvláštnosťou je skutočnosť, že nebezpečné látky sú koncentrované v rôznych lokalitách, najčastejšie vo veľkých priemyselných aglomeráciách. Na niektorých miestach sa nachádza i niekoľko skupín nebezpečných látok pohromade a sú uskladnené vo veľkých množstvách.

V našich podmienkach bola v minulosti problematika prevencie závažných priemyselných havárií riešená len nesystematicky a niektoré opatrenia boli roztrúsené v rôznych zákonoch a právnych normách, ako napr. v zákoníku práce, v zákone o ochrane zdravia ľudí, atď. Až vydaním zákona o prevencii závažných priemyselných havárií na základe európskych smerníc SEVESO a SEVESOII s tým zladením (harmonizáciou) slovenského a európskeho práva dochádza k systémovému riešeniu oblasti prevencie závažných priemyselných havárií pre oblasť vybraných nebezpečných látok.

Prvoradým zmyslom prevencie závažných priemyselných havárií je predísť vzniku možných havárií, eventuálne zmierniť ich negatívne dopady a následky. Je tiež dobre všeobecne známe, že prevencia je podstatne lacnejšia, ako následné odstraňovanie následkov vzniknutej havárie.

Odstraňovanie následkov závažných priemyselných havárií býva veľmi náročné a spravidla predstavuje vysoké priame, ale i nepriame finančné straty z prerušenia výroby. Najzávažnejšie straty sú však obeť na ľudských životoch, respektívne poškodenie ľudského zdravia. Závažné dopady sú spravidla tiež na životné prostredie a majetok.

5.1 Synergické a kumulatívne účinky

Zákon č. 261/2002 Z.Z. o závažných priemyselných haváriách nedefinuje kumulatívne a synergické účinky, ale je zadaná povinnosť správnych úradov, aby hodnotili možnosti vzniku týchto účinkov (inými slovami tkz. domino efektov) vyplývajúcich z polohy okolitých objektov alebo zariadení, z množstva a druhu v nich umiestnenej nebezpečnej látky. Tieto úrady majú zákonnú možnosť zmeniť zaradenie prevádzkovateľa, čiže môžu previesť prevádzkovateľa zo skupiny „nezaradený“ do skupiny A, a zo skupiny A do

skupiny B, čo je vždy úzko späté s rozsahom a tým náročnosťou spracovania zákonom predpísanej dokumentácie.

Zvláštnu pozornosť si zasluhujú otázky ohľadom riešenia problematiky kumulatívnych a synergických účinkov a to hlavne preto, že tieto závažné otázky nie sú dosiaľ legislatívne riešené. V súčasnej dobe neexistuje v Slovenskej republike dostatok praktických skúsenosti s ich kvalifikovaným posudzovaním a tiež s interpretáciou výsledkov.

Je nutné podotknúť, že v súčasnej dobe nie je k dispozícii žiadna smernica, či iný vykonávací predpis, ktorý by stanovil postup pri posudzovaní kumulatívnych a synergických účinkov.

Vydanie právneho predpisu pre vyhodnotenie možnosti vzniku kumulatívnych a synergických účinkov nie je síce v zákone stanovené, ale vydanie takejto normy je potrebné.

Na priblíženie oblasti hodnotenia vzniku kumulatívnych a synergických účinkov sú nižšie uvedené niektoré všeobecné zásady, ktoré je možné využiť. Napriek tomu je potrebné zdôrazniť skutočnosť, že kvalifikované vyhodnotenie možnosti vzniku kumulatívnych a synergických účinkov sa rozhodne nezaobíde bez modelovania možných havarijných dopadov a následkov, a tiež to, že každý jednotlivý prípad je úplne individuálny a je potrebné ho podrobne preštudovať a následne vyhodnotiť.

Zásady pre hodnotenie domino efektov sú nasledujúce:

- Pre hodnotenie havarijných účinkov sa spravidla používa tzv. konzervatívna prognóza, čo v technickej praxi znamená, že sa počíta s najhorším možným variantom vývoja havarijnej udalosti.
- Vybrané nebezpečné látky v sebe majú „určitý havarijný potenciál“, ktorý závisí v prvom rade na druhu vybranej nebezpečnej látky.
- Ďalej je potrebné mať na mysli, že havarijný prejav môže mať charakter požiaru, výbuchu alebo úniku toxickéj látky, eventuálne i kombinácia niektorých havarijných prejavov je možná a reálna.
- Každý závažný zdroj rizika je nutné individuálne analyzovať a hodnotia sa znalosti všetkých významných technologických prvkov a prevádzkových podmienok (tlaky, teploty, prietoky, špecifiká používané technológie, minulé havárie, apod.).
- Cestná, železničná a lodná preprava nebezpečných látok zvyšuje riziko havárie na okolitých zdrojoch rizika u prakticky všetkých objektov a zariadení, kde sú umiestnené nebezpečné látky.
- Je potrebné určiť veľkosť konkrétneho havarijného dopadu, ktorý môže spôsobiť zhoršenie následkov primárnej havárie. Jedná sa o také udalosti ako napr. sekundárny požiar, roztrhnutie nádrže alebo banky pôsobením tlakovej vlny, a pod. Takéto stanovenie možno kvalifikovane vykonať za použitia

modelovacích programov (napr. tlaková vlna výbuchu, intoxikácia osôb, tepelné žiarenie požiarov, a pod.)

- Odhad poškodenia technológie havarijnými prejavmi je veľmi obtiažny. Schopnosť ho vykonať sa dá len pomocou skúseného tímu odborníkov za aktívnej účasti skúsených technológov objektov a zariadení, kde sú umiestnené nebezpečné chemické látky a prípravky.

5.2 Modelovanie havarijných následkov

Ku kvalitnému plneniu požiadaviek zákona č. 261/2002 Z.z o závažných priemyselných haváriách a jeho vykonávacím predpisom: vyhláškou MŽP SR č. 490/2002 Z.z. o bezpečnostnej správe a havarijnóm pláne, sa stanoví presne definovaný rozsah spracovania rozsiahlej „bezpečnostnej dokumentácie,“ ktorá musela byť odovzdaná do 1.7. 2005⁹.

Súčasný programové nástroje umožňujú vytvorenie veľmi kvalitnej prognózy havarijných následkov po udalosti a zvlášť v spojení s rôznymi geografickými informačnými systémami. Predstavujú potom silný a účinný nástroj pre kvalifikované modelovanie. Spravidla sa tiež vyznačujú relatívne vysokou vierohodnosťou získaných prognózovaných výsledkov. Programové nástroje riešia prognózu havarijných udalostí, o ktorých máme málo alebo nedostatok vstupných informácií. Konceptne sa spravidla používa filozofia konzervatívneho prístupu, alebo sa počíta s najhorším vývojom havarijnej udalosti za daných podmienok. Programové nástroje majú v sebe implementované tiež databázy nebezpečných látok s potrebnými fyzikálno-chemickými, požiaro-technickými, toxikologickými a eko- toxikologickými parametrami.

Je však nutné upozorniť na skutočnosť, že modely sú schopné vypočítať korektný výsledok iba v prípade, že je problém správne definovaný a zadaný a riešiteľ má dostatok odborných skúseností pre jeho kontrolu.

Programové nástroje musia umožňovať vysoký užívateľský komfort a tiež bezproblémové využitie priamo v krízových a havarijných situáciách.

V súčasnej dobe je pripravený na vyhodnotenie havarijných následkov všetkých závažných havárií (požiarov, výbuchov a únikov toxických látok) nový počítačový vyhodnocovací program TEREX.

⁹ Vyhláška MŽP SR č. 489/2002 Z.z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o prevencii ZPH s o zmene a doplnení niektorých zákonov.

TEREX je skratkou pre „teroristický expert“, špeciálny, nižšie stručne popísaný software pre rýchle a spoľahlivé vyhodnocovanie teroristických útokov prostredníctvom priemyselných, horľavých, výbušných a toxických látok. V TEREXe je obsiahnutý i modul výpočtov pre hlavné otravné látky (skôr nazývané bojové otravné látky).

TEREX je nástroj pre rýchlu prognózu dopadov a následkov pôsobenia nebezpečných látok alebo výbušných systémov a otravných látok, hlavne pri ich teroristickom zneužití. Model je vytvorený ako počítačový program s návaznosťou na geografický informačný systém pre priame zobrazenie výsledkov na mapách.

TEREX je určený hlavne pre operatívne použitie jednotkami integrovaného záchranného systému pri zásahu, pre rýchle určenie rozsahu ohrozenia a realizáciu následných opatrení na ochranu obyvateľov. TEREX je využiteľný veliteľom zásahu priamo na mieste alebo operačným dôstojníkom v riadiacom stredisku. Rovnako tak je vhodný pre analýzu rizík pri plánovaní. Program poskytuje výsledky i pri nedostatku presných vstupných informácií.

Predpoveď dopadov a následkov je založená na konzervatívnej prognóze. V praxi to znamená, že výsledky zodpovedajú takým podmienkam, pri ktorých dôjde k maximálnym možným dopadom a následkom na okolie – tzv. najhorší variant.

TEREX ponúka užívateľovi možnosť vyhodnotenia piatich základných havarijných situácií¹⁰:

1. *Modely typu TOXI* – vyhodnocujú dosah a tvar oblaku, ktoré sú dané zvolenou koncentráciou toxickéj látky.

2. *Modely typu UVCE* – vyhodnocujú dosah pôsobenia vzdušnej rázovej vlny, vyvolanej detonáciou zmesi látky so vzduchom pre modely s jednotlivými druhmi havárií.

- u modelu **PLUME**:

- dlhotrvajúci únik plynu do oblaku,
- dlhotrvajúci únik vriacej kvapaliny s rýchlym odparom do oblaku,
- pomalý odpar kvapaliny z mláky do oblaku,

¹⁰ Firemný informačný letáčik o SW TEREX, Soft a ISATech, Praha 2004.

- druhy havárie modelu **PUFF**:

- jednorázový únik plynu do oblaku,
- jednorázový únik vriacej kvapaliny s rýchlym odparom do oblaku.

3. *Modely typu FLASH FIRE* – vyhodnocujú veľkosť priestoru ohrozenia osôb plamennou zónou – efekt Flash Fire:

BLEVE – ohrozenie nádrže plošným požiarom,

JET FIRE – dlhotrvajúci masívny únik plynu so zahorením,

POOL FIRE – horenie mláky kvapaliny alebo vriacej kvapaliny.

4. *Model typu TEROR* – vyhodnocuje možné dopady detonácie výbušných systémov, založených na kondenzovanej fáze, použité s cieľom ohrozenia okolia detonáciou.

5. *Model typu POISON* – vyhodnocuje dosah a tvar oblaku (zamorený priestor) po použití hlavných otravných látok.

TEREX sa vyznačuje vysokým komfortom a jednoduchosťou ovládania. Parametre je možné voliť z ponúk.

Pomocník programu TEREX označený ako Sprievodca umožňuje dosiahnuť kvalitné výsledky nie len odborníkovi, ale aj človeku, ktorý nie je špecialistom v odboroch chémie, chemického inžinierstva, či pyrotechniky (napr. pracovníkovi krízového riadenia). Princíp riešenia systémom TEREX s použitím funkcie Sprievodca je určený pre postupnú voľbu havarijného modelu s využitím základných dostupných informácií o havárii. Pomocou jednoduchých krokov je užívateľ priamo vedený k presnému a jednoznačnému výsledku.

5.3 Plnenie prevencie závažných havárií

Podľa výslednej správy o zaraďovaní podnikov do kategórií podľa zákona č. 261/2002 Z.z.¹¹ sa na území Slovenskej republiky nachádza 28 podnikov kategórie A a 38 podnikov kategórie B. V súčasnosti sa režimom zákona riadi cca 78 podnikov, kategórie A a B v zastúpení približne rovnakým podielom.

¹¹ Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Oznámenie o zaradení prevádzkovateľov do kategórie A alebo B bola prvá zákonná povinnosť. Druh a množstvo nebezpečnej látky nesmie byť označené za predmet obchodného tajomstva.

Podaním jednotlivých oznámení o zaradení prevádzkovateľa do kategórií vznikol v roku 2004 úplný teritoriálny prehľad nebezpečných látok v Slovenskej republike a to v nasledujúcej štruktúre: druh, množstvo a skupenstvo nebezpečných chemických látok a prípravkov na území celého štátu. V tomto súbore sú obsiahnuté iba limitné a nadlimitné množstvá jednotlivých látok podľa množstva, ktoré sú zákonom o prevencii závažných priemyselných havárií stanovené.

Nesplnenie tejto zákonnej povinnosti – oznámenie o zaradení do skupiny A alebo B – alebo uvedenie nepravdivých údajov môže byť veľmi tvrdo penalizované. Koordináciu kontrolnej činnosti podľa zákona 261/2002 Z.z.¹⁰ zabezpečuje Slovenská inšpekcia životného prostredia (SIŽP) podľa § 27 zákona. Vzniknutý súhrn údajov o zdrojoch rizík a ich rozmiestnenie na území štátu predstavuje veľmi cenný a významný zdroj spoľahlivých informácií a citlivých dát pre ďalší rozvoj havarijného plánovania a krízového manažmentu v Slovenskej republike. Navyše budú tieto údaje spresnené a doplnené predovšetkým prevádzkovateľom kategórie B, ktorí musia odovzdať k 1. júlu 2005 „podklady pre havarijné plánovanie“. Táto dokumentácia obsahuje rozsiahle súbory podrobných, zákonom predpísaných informácií a bezpečnostnú správu..

Na druhej strane je však celý rad menších podnikateľských subjektov, ktoré majú nebezpečné chemické látky alebo prípravky v „podlimitných“ množstvách z hľadiska zákona o prevencii závažných priemyselných havárií. Pochopiteľne, že i tieto miesta môžu predstavovať a skutočne predstavujú reálny zdroj rizika s potenciálom ohrozenia občanov žijúcich v okolí. Spravidla sa jedná o niektoré priemyselné toxické látky, ktoré po svojom nekontrolovateľnom úniku môžu ohroziť alebo dokonca i zasiahnuť obyvateľstvo v okolí.

V Slovenskej republike existuje viacero zdrojov rizika, ktoré obsahujú nebezpečné priemyselné toxické látky a nespádajú pod dikciu zákona, sú to zimmné štadióny, kde sa na chladienie používa amoniak, chladiarenské zariadenia s amoniakom, pivovary, mliekárne, a pod. Pritom i niekoľko tonové množstvo amoniaku môže spôsobiť ohrozenie obyvateľov v okolí takýchto zdrojov rizika. Pre amoniak je určená spodná hranica množstva 50 ton, čo zaraďuje podnik alebo zariadenie do kategórie A.

Na plnením všetkých stanovených zákonných povinností sa zabezpečí podstatne kvalitnejšia ochrana civilného obyvateľstva v okolí priemyselných komplexov, ale i menších objektov a zariadení. Prevádzkovatelia, ktorí majú nebezpečné chemické látky a prípravky v nadlimitných množstvách budú musieť trvalo a

systematicky investovať do oblasti prevencie závažných priemyselných havárií a bezpečnosti svojich objektov, zariadení a technológií.

Investície do tejto oblasti sú značne náročné, napríklad inštalácia vodného kropiaceho mechanizmu k zníženiu dosahu toxického oblaku niektorých látok dosahuje podľa rozsahu zariadení náklady až niekoľko miliónov korún. Preto je nutné ďalšie technické a bezpečnostné opatrenia dôkladne premyslieť, vykalkulovať a pritom vychádzať z korektne vykonanej analýzy a hodnotenia rizika jednotlivých zdrojov rizika.

Čím skôr sa premyslí a zdôvodní potreba investícií na skvalitnenie prevencie pred možnými haváriami, tým lepšie.

6 Analýza rizika

6.1 Analýza rizika nebezpečných chemických látok

V rozvinutých, ale aj rozvíjajúcich sa ekonomikách rastie potreba analýzy rizika vyplývajúca z priemyselných činností pre ľudí, životné prostredie a majetok. Integrácia bezpečnosti a jej rozvoj úzko súvisí so sociálnym a ekonomickým rozvojom spoločnosti a má prioritu vo väčšine štátov. Rovnako tak existuje potreba využiť účelné a optimálne obmedzené zdroje pre hodnotenie rizika a riadenie bezpečnosti. Konečne je možné konštatovať, že identifikácia, klasifikácia a prioritizácia rizika predstavuje otázku zásadného významu.

K zaisteniu rizika rôznych technológií a ich ocenení sa používajú rôzne metodiky analýzy rizika, ktoré sú zamerané na identifikáciu a kvantifikáciu zdrojov ohrozujúcich životy a zdravie osôb, životného prostredia a majetku. Výsledky analýzy slúžia k hodnoteniu rizika, tzn. kurčeniu závažnosti a prijateľnosti rizika podľa určitých kritérií.

Preto sa v inžinierskej praxi začali vyvíjať metódy analýzy rizika, ktorých cieľom je odhaliť riziká – tj. objekty, zariadenia a technológie, ktoré majú vysoký potenciál ohroziť svoje okolie, a následne navrhnuť dodatočné organizačno-bezpečnostné a technicko-bezpečnostné opatrenia k zníženiu rizika, a tým k zvýšeniu bezpečnosti.

Analýzy rizika boli vyvinuté v druhej polovici minulého storočia predovšetkým v USA a vo vyspelých západoeurópskych krajinách, majú teda anglosaský pôvod. To prináša v technickej praxi niekedy rôzne problémy, lebo sa vyskytujú nepresné, skrátené alebo nekorektné preklady týchto metodík, mnohé nerešpektujú ani autorské práva podľa platného autorského zákona. Euroatlantický priestor sa vyvíjal od konce druhej svetovej vojny do začiatku 90. rokov minulého storočia veľmi dynamicky, rešpektoval nové požiadavky doby, vrátane analýzy a hodnotenia rizika, čo sa stalo významným nástrojom pre podstatné skvalitnenie tzv. havarijnej pripravenosti.

Pre identifikáciu a kvantifikáciu rizika sa používa v USA a v Európskej únii celý rad metód, ktoré sa navzájom líšia. Tieto metódy analýzy rizika postupne prenikajú i do Slovenskej republiky. Analýzy rizika je možné previesť metódami relatívnymi, kvalitatívnymi alebo kvantitatívnymi. V technickej praxi sa potom spravidla používa kombinácia niekoľkých vhodných metód. Nesmie sa zabudnúť, že analýzy rizika sú obyčajne veľmi pracné a časovo náročné a vyžadujú kvalifikovaný a zohraný tím odborníkov.

Analýza a hodnotenie rizika technických, technologických a iných procesov je pomerne nová disciplína v Slovenskej republike, ktorá je vyžadovaná od roku 2002 zákonom o prevencii závažných priemyselných havárií. Zatiaľ v tejto novej oblasti neexistuje dostatok praktických skúseností ani dostatok národných literárnych podkladov.

Celá problematika je pomerne značne rozsiahla, nebudeme ju v celom rozsahu uvádzať, preto uvedieme len základné informácie.

Analýza a hodnotenie rizika priemyselných zariadení sa spravidla zameriava na identifikáciu a kvantifikáciu zdrojov ohrozujúcich životy a zdravie osôb, hospodárskych zvierat, jednotlivé zložky životného prostredia a v neposlednej rade i majetok. Zdrojom rizika je označovaná každá skutočnosť, čiže podmienka alebo situácia, ktorá má reálny potenciál spôsobiť haváriu. V priemyselných technológiách je za typický zdroj rizika považovaný objekt alebo zariadenie obsahujúce nebezpečnú látku, ktorá je prítomná v dostatočnom množstve. Jedná sa o látku toxické, horľavé alebo výbuchu schopné.

Pre jednotlivé možné poškodené oblasti (v zmysle : životy osôb, zdravie osôb, jednotlivé zložky životného prostredia a majetok) existujú metódy analýzy a hodnotenia rizika, ktoré spravidla umožňujú presnú kvantifikáciu rizika pre určitý objekt (napríklad životy osôb, alebo zložky životného prostredia, majetok), ale neumožňujú analýzu a hodnotenie rizika pre všetky možné poškodené oblasti.

Súčasná slovenská legislatíva zákon č. 261/2002 Z.z o prevencii závažných priemyselných havárií (ZPH) stanovuje, že pri posudzovaní dokumentácie v oblasti analýzy a hodnotenia rizika sa použijú nasledujúce metódy :

- metóda analýzy stromu porúch, (Event Tree Analysis -ETA),
- metóda analýzy stromu udalosti, (Fault Tree Analysis – FTA),
- analýza spoľahlivosti ľudského činiteľa, (Human Reliability Assessment - HRA).

Výber vhodnej metódy analýzy a hodnotenia rizika v značnej miere závisí na charaktere podniku, prevádzkovaných technológiách, druhoch a množstvách používaných nebezpečných chemických látok a prípravkov atď.

Na zistenie a popis rizika je možné použiť rad metód. Každá metóda má svoje výhody i nevýhody. V technickej praxi sa preto často používajú kombinácie niekoľkých metód. Vypovedajúca schopnosť je tak podstatne vyššia. Analýza a hodnotenie rizika sa vo veľkých priemyselných podnikoch alebo regiónoch, kde je možno identifikovať viac zdrojov rizika, sa obvyčajne používajú relatívne metódy, ktoré slúžia predovšetkým na prioritizáciu zdrojov rizika. Potom sa pre

závažné zdroje rizika použijú ďalšie metódy analýzy rizika. Tieto potom slúžia na odhalenie a konkretizáciu príčin a následkov havárií.

Analýza a hodnotenie rizika je významným nástrojom krízového riadenia. Má za úlohu poznať riziko, ktoré v konečnom dôsledku môže zabrániť vzniku závažnej havárií, alebo jej vznik minimalizuje.

Zvláštnu pozornosť je nutné vždy venovať dôkladnému a dôslednému vykonaniu analýzy a hodnotenia spoľahlivosti ľudského činiteľa. Z histórie je známe, že ľudský činiteľ prispieva k vzniku závažných priemyselných havárií v rozsahu okolo 80 až 85%. Veď i obe najrozsiahlejšie havárie minulého storočia boli spôsobené ľudskou chybou. Konkrétne sa jednalo o chemickú haváriu v indickom Bhopále (1984) a radiačnú haváriu v Černobyle (1986) – oba tragické prípady sú podrobne popísané v kapitole Historické skúsenosti.

Nasleduje stručný popis najčastejšie používaných metód pre identifikáciu zdroja rizika:

- IAEA-TECDOC-727,
- Dow's Fire & Explosion Index a Chemical Exposure Index.
- Analýza pomocou kontrolných záznamov (Checklist Analysis - CLA),
- Rutinné testy (Routine Tests - RT),
- Bezpečnostný audit (Safety Audit - SA),
- Čo sa stane ak... (What if Analysis - WFA),
- Relatívne hodnotenie (Relative Ranking – RR),
- Rýchle hodnotenie (Rapid Ranking - RR),
- Úvodná analýza nebezpečenstva (Preliminary Hazard Analysis -PHA),
- Štúdia nebezpečnosti a prevádzky schopnosti (Hazard and Operability Study - HAZOP),
- Analýza vplyvov porúch a ich následkov (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA),
- Analýza stromom nebezpečenstva (Hazard Tree Analysis - HTA),
- Analýza príčin následkov (Cause Consequence Analysis - CCA),
- Analýza spoľahlivosti človeka (Human Reliability Analysis - HRA),
- Kvantitatívna analýza rizika a chemických procesov (Chemical Process Quantitative Risk Analysis - CPQRA)

Každá metóda má svoje špecifické vlastnosti, ktoré predurčujú ich použitie. Voľbu metódy ovplyvňuje (okrem iného) predovšetkým cieľ analýzy (napr. vytvorenie zoznamu odchýliek, ktoré vedú k ohrozeniu; posúdenie bezpečnosti zariadení, apod.). V prípade komplexnej analýzy rizika, ktorá vedie k objasneniu príčin havárií (kvalitatívne hľadisko), tak i k oceneniu následkov a frekvencií

havárií (kvantitatívne hľadisko) je potrebné metódy vhodne kombinovať. Žiadna metóda totiž neposkytuje všetky potrebné údaje nutné pre komplexné ocenenie rizika (výnimkou je metóda CPQRA, ktorá v sebe zahŕňa kombináciu niekoľkých metód).

6.2 Prehľad základných metód analýzy a hodnotenia rizika

Metóda analýzy rizika IAEA – TECDOC – 727

Jedná sa o náročnú a relatívne podrobnú metódu so špeciálnym zameraním. Metóda je zameraná na kvantitatívne hodnotenie zdrojov rizika z hľadiska ohrozenia života osôb a príslušnej relatívnej pravdepodobnosti vzniku udalosti. Je veľmi vhodná pre prevádzkovateľov s rozsiahlymi výrobnými zariadeniami a pre analýzu zdrojov rizika na území správneho celku, akým je okres alebo kraj. Výsledky analýzy a hodnotenia rizika umožňujú prioritizáciu (relatívnu kategorizáciu) zdrojov rizika.

Dow's Fire & Explosion Index a Chemical Exposure Index

Metódy indexové klasifikácie ohrozenia, zdroja rizika sú indexovo hodnotené na základe nebezpečnosti, množstva látok a technologických podmienok (teplota, tlak, prietok, pH, atd.), stavebného usporiadania (záchytná nádrž, havarijná nádrž, chemická kanalizácia) a bezpečnostných prvkov (EPS, SHZ, vodné zhášacie zariadenia – vodná clona) za použitia rady korekčných faktorov. Výsledky analýzy a hodnotenia rizika umožňujú prioritizáciu zdrojov rizika.

Analýza pomocou kontrolných záznamov (Check List Analysis - CLA)

Táto metóda využíva kontrolné záznamy položiek alebo krokov, podľa ktorých sa overuje stav prevádzky. Je možné nastaviť veľký počet check listov, napr. pre každý stroj a zariadenie. Kompletný kontrolný záznam obsahuje údaje „áno“, „nie“, „nie je vhodné“ a „ďalšie informácie nie sú potrebné“, čo napomáha k dosiahnutiu úplnosti informácií. Často sa kontrolné záznamy používajú na zistenie súladu s predpismi a štandardami (normami). Je dôležitá ako spôsob, ktorým možno analyzovať zložité a obtiažne problémy a porovnávať ich s dopredu pripraveným záznamom. Je vhodná pri zisťovaní problémov, ku ktorým už došlo.

Rutinné testy (Routine Tests - RT)

V počiatočnom štádiu prípravy procesu je nutné overiť, či sú k dispozícii požadované údaje pre látky a materiály, ktoré majú byť v navrhovanom procese

použitie. Je dôležité mať k dispozícii všetky údaje, aby sme mohli proces vhodne uskutočniť a zabezpečiť.

Najväčšie problémy v súčasnej dobe spôsobuje „**toxická**“. Vyžadujú sa informácie týkajúce sa jej vplyvov na človeka, avšak dostupné údaje boli získané pri pokusoch na zvieratách. Preto sa vyžaduje extrapolačné určenie a správna aplikácia toxikologických dát. Naproti tomu vlastnosti týkajúce sa požiaru či výbuchu (tzv. technicko-bezpečnostné parametre, či požiaro technické vlastnosti) sa môžu ľahko stanoviť zavedenými testovacími metódami.

Bezpečnostný audit (Safety Audit - SA)

Táto metóda je nepochybne najstaršia zo všetkých. Vzťahuje sa predovšetkým na existujúce prevádzky a zahŕňa systematické a kritické posúdenie vybraných aspektov prevádzkovania podniku, prevádzky alebo zariadenia. Predstavuje zvyčajne inšpekčné pochôdzky, ktoré môžu mať charakter neformálnej vizuálnej prehliadky až po formálne zisťovanie, ktoré trvá dlhšiu dobu. Posúdenie býva vykonané tímom pracovníkov rôznych profesií. Typickým postupom by mala byť príprava (obyčajne príprava kontrolných záznamov), hodnotenie, odporúčenie realizácie a zaznamenanie zmien.

Čo sa stane ak... (What if Analysis - WFA)

Cieľom zaistenia bezpečnosti metódou What if Analysis je identifikácia nebezpečných stavov v technologickom procese. Pomocou charakteristických otázok, začínajúcich tradičným „Čo sa stane ak...“ sa zisťujú príčiny havárií a navrhujú sa opatrenia na zvýšenie bezpečnosti. Môže byť však vyslovená aj akákoľvek námietka týkajúca sa bezpečnosti a nemusí byť vyjadrená ako otázka.

Zostavenie charakteristických (pilotných) otázok, smerujúcich k identifikácii nebezpečenstva, nie je v tom prípade systematizované, ako je to napr. pri nižšie popísanej metóde HAZOP. Kladenie otázok závisí na skúsenostiach a intuícii tímu odborníkov, ktorý štúdiu uskutočňuje. Prebieha formou porád vybraných odborníkov podrobne zoznamovaných s procesom. Pri poradách sa dôsledne uplatňuje „**brainstorming**“ – spontánna diskusia o hľadaní nových nápadov. Metóda je veľmi účinná, pokiaľ štúdiu vypracúva skúsený tím odborníkov.

Relatívne hodnotenie (Relative Ranking)

Relatívne hodnotenie je posudzovanie nebezpečnosti procesu na základe fyzikálno-chemických vlastností látok, technicko-bezpečnostných parametrov,

ich množstvo, termodynamiky procesu a ďalších charakteristických javov. Tieto metódy neumožňujú sledovanie kauzálnych súvislostí príčina – následok. Medzi metódy relatívneho hodnotenia nebezpečenstva patria napr. Dow Fire and Explosion Index (Dowov index horľavosti a výbušnosti), Mond Index (Mondov index), Substance Hazard Index (Index nebezpečnosti látky), Chemical Exposure Index (Index pôsobenia chemických vplyvov) a pod.

Použitie ukazovateľov nebezpečnosti (Hazard Indices - HI) – indexov – má svoj význam, pretože poskytujú rýchly spôsob klasifikácie potenciálneho nebezpečenstva prevádzky (podniku). V prvom štádiu klasifikácie je prevádzka (podnik) rozčlenený na samostatné jednotky, napr. sklad používaných látok, úprava surovín, vykonanie reakcie, separácia, čistenie. Pre každú jednotku je vyhotovené číselné ohodnotenie, ktoré vychádza predovšetkým z druhu a množstva látky prítomnej v jednotke, ale je tiež závislé na charaktere procesu a na prevádzkových podmienkach. Pri prevádzaní konečnej číselnej hodnoty na klasifikáciu nebezpečenstva v rozmedzí “NÍZKE” až “KATASTROFÁLNE” sa využíva spracovaná stupnica. V ďalšom štádiu sú charakteristické znaky bezpečnosti podniku zavedené ako „bonusy“, ktoré môžu túto klasifikáciu znižovať.

Rýchle hodnotenie (Rapid Ranking - RR)

Táto metóda umožňuje hodnotenie nebezpečenstva zahrnutím indexu horľavosti a výbušnosti a indexu toxicity. Index horľavosti a výbušnosti sa stanovuje na základe materiálového faktoru a miery tzv. všeobecného a špecifického nebezpečenstva (zdrojov rizika) procesu. Stanovenie indexu toxicity vychádza z faktora nebezpečenstva poškodenia zdravia (faktor toxicity) a z najvyššej prípustnej koncentrácie nebezpečnej látky (korekcia toxicity). Podľa výsledných hodnôt uvedených indexov je výrobný proces alebo jednotka zaradený do jednej z troch kategórií nebezpečnosti (viď tabuľka 4). Stanovenie indexu horľavosti a výbušnosti a indexu toxicity je uvedené v ďalšom texte. Metóda je zaužívaná hlavne v USA.

Pre každú jednotku (zariadenie), v ktorej sa vyskytujú nebezpečné látky, musí byť stanovený index horľavosti a výbušnosti a index toxicity.

Kategoríe nebezpečnosti

Kategoríe	Index horľavosti a výbušnosti (IH)	Index toxicity (IT)
Kategoría I	< 65	< 6
Kategoría II	< 65 ≤ IH < 95	6 ≤ IT < 10
Kategoría III	≥ 95	≥ 10

Index horľavosti a výbušnosti (IH) a index toxicity (IT) sa stanoví podľa vzťahu:

$$IH = MF \cdot (1 + \sum VPN) \cdot (1 + \sum \text{ŠPN}) \quad \dots 2$$

Kde :

MF – materiálový faktor (odhad podľa potenciálnej energie nebezpečných látok alebo podľa údajov NFPA – National Fire Protection Association)

VPN – všeobecné prevádzkové nebezpečenstvá (odhad podľa charakteristických vlastností technologického procesu – predovšetkým podľa druhu prebiehajúcich reakcií)

ŠPN – špeciálne prevádzkové nebezpečenstvo (odhad predovšetkým podľa technologických podmienok)

$$IT = \frac{F_T + K_T}{100} \cdot (1 + \sum VPN + \sum \text{ŠPN}) \quad \dots 3$$

kde : F_T - faktor toxicity vyjadrovaný na základe hodnotenia NFPA

K_T – korekcia toxicity vzhľadom k NPK

Pokiaľ sa nachádza v jednom zariadení viac nebezpečných látok, je potrebné určiť indexy IH a IT pre každú z nich a na konečné určenie kategórie nebezpečnosti je rozhodujúca najvyššia dosiahnutá hodnota oboch indexov.

Pre každú časť technologického zariadenia, ktorá je klasifikovaná v určitej kategórii nebezpečnosti, musia byť spracované bezpečnostné štúdie spĺňajúce kritériá tabuľky 5.

Tabuľka 5

Kritériá pre spracovanie bezpečnostnej štúdie

Kategória	I	II	III
Kontrolný zoznam 1	X	X	
Kontrolný zoznam 2		X	
HAZOP, HAZAN apod.			X
Údaje o havárii	X	X	X
Potenciálne miesta úniku	X	X	X

Kontrolný zoznam I obsahuje vnútorné a vonkajšie príčiny, napr. zlyhanie dodávky elektrickej energie, vody apod.

Kontrolný zoznam II obsahuje príčiny, ktoré môžu vyvolať odchýlky od technologického procesu alebo poruchy zariadenia, napr. korózia, únava materiálu, prekročenie teplotných a tlakových podmienok.

Úvodná analýza nebezpečenstva (Preliminary Hazard Analysis)

Cieľom úvodnej analýzy nebezpečenstva (PHA) je poskytnúť veľmi rýchlo prehľad prevádzkových nebezpečenstiev, ktoré môžu byť výsledným podkladom pre detailnú analýzu. Tento spôsob môže byť taktiež aplikovaný v počiatočnom štádiu projektovania, kedy sú k dispozícii iba veľmi všeobecné zámery a technologické schémy.

Základnou myšlienkou PHA je zvoliť predmet štúdia a identifikovať, ktoré problémy môžu vzniknúť. Môže sa použiť ako tímová metóda s voľným zložením tímu, umožňujúca riešenie širokej oblasti problematiky. Základný požadovaný materiál je minimálny – náčrt schémy zariadenia a informácie o prítomných látkach. Analýzu je možné vypracovať aj detailnejšie, ak je vstupný materiál obsiahlejší.

Ten, kto analýzu vypracúva (jednotlivec alebo tím), berie do úvahy potenciálne nebezpečenstvo najprv „voľne“, potom použitím napr. „check list of hazard types“, tabuľka 6 uvádza kontrolný záznam možných typov nebezpečenstva.

Pre každé nebezpečenstvo sa berie do úvahy relatívna početnosť aj následky a sú identifikované potenciálne havárie.

Zvolené havárie sú odhadnuté pomocou predpokladanej početnosti a stupňa poškodenia zdravia jednotlivca a obyvateľstva.

Tento odhad je určený len približne, z tohto dôvodu sú početnosti výskytu havárií a ich následky klasifikované iba v určitých rozmedziach.

<i>Početnosť</i>	<i>P</i>
k havárii nedôjde, nebezpečenstvo vylúčené	0
menej než 1× za 1000 rokov	1
medzi 1× za 100 a 1× za 1000 rokov	2
medzi 1× za 10 a 1× za 100 rokov	3
medzi 1× za rok a 1× za 10 rokov	4
častejšie než 1× za rok	5

Stupeň poškodenia zdravia	S
bez zranenia	0
vážne zranenia	2
smrteľná nehoda	3
niekoľko smrteľných nehôd	5

Index rizika možno stanoviť nasledovne :

$$I = P + S \quad \dots 4$$

Kde : I – index rizika, P – početnosť, S – stupeň poškodenia zdravia.

Index rizika naznačuje jeho závažnosť, aj keď je len približný, pretože následky – stupeň poškodenia zdravia – sú tiež zhruba porovnateľné. Index rizika sa používa na určenie, ktoré nebezpečenstvá si vyžadujú zvláštnu pozornosť a na určenie rozsahu detailnejšej analýzy.

Tabuľka 6

Kontrolný záznam možných typov nebezpečenstva pre vypracovanie PHA

Situácia:	Miesto:
Normálna	Prevádzková jednotka
Pracovný kľud, výmena smeny, štrajk.	Potrubné mosty, sklady, velín (riadiaca miestnosť).

Pracovný úkon: Začatie prevádzky, odstavenie prevádzky, normálna prevádzka, neobvyklá prevádzka, údržba, generálna oprava, preprava, nová výstavba.	Nebezpečenstvo: Uvoľnenie nebezpečných látok, požiar, výbuch únik toxického látky, kontaminácia produktu, poškodenie zariadenia, odstavenie prevádzky (zariadenia).
Vonkajšie príčiny: Búrka, povodeň, sneh, mráz, zemetrasenie, zosuv pôdy, havária automobilu, žeriavu, požiar.	Príčiny: Technická porucha, chyba operátora, chyba obsluhy, chyba údržby, zásobovanie energiou, surovina, sabotáž, iné príčiny.

Analýza vplyvov porúch a ich následkov (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA)

Patrí k najpoužívanejším metódam identifikácie nebezpečenstva a rizika. Používa sa na identifikáciu možností druhu porúch jednotlivých zariadení a systémov. Môže byť rozšírená o početnosť výskytu porúch alebo o ich pravdepodobnosť.

FMEA je jedným z prvých systematických postupov pre analýzu porúch a ich následkov, využíva sa od 50-tych rokov. Jej princípom je skúmanie každého komponentu systému a zodpovedanie nasledujúcich otázok:

- ako sa môže komponent poškodiť
- čo sa môže stať, keď sa komponent poškodí.

Je pomôckou v celkovej analýze rizika, jej výsledky sú spracované tabuľkovo. Záverečným krokom pri tejto analýze je štúdium kritickosti porúch, pričom sa vyberajú tie prípady porúch, ktoré sú najzávažnejšie.

Metóda FMEA pracuje s tromi parametrami:

1. Pravdepodobnosť
2. Dôsledok
3. Existujúce opatrenia.

Výsledné riziko je súčin pravdepodobnosti, dôsledku a existujúcich opatrení. Rozpätie možných výsledkov je od 1 – 125. Táto stupnica je rozdelená na päť intervalov, aby sa dalo ľahšie posudzovať riziko v nasledovných pomenovaniach:

- bezvýznamné riziko,
- akceptovateľné,
- mierne riziko,
- nežiadúce riziko,
- neprijateľné riziko.

Určenie pravdepodobnosti vychádza z poznania, ako často sa daný nežiadúci jav môže vyskytnúť. Výsledkom je číslo – miera rizika, ktoré v prípade, že presiahne vami stanovenú úroveň, musíte pomocou opatrení znížiť na primeranú úroveň. Miera závažnosti jednotlivých druhov porúch sa kvantifikuje pomocou tzv. rizikového čísla. Rizikové číslo je súčinom kvantifikovaného vyjadrenia triedy výskytu porúch, závažnosti prejavu poruchy z hľadiska používateľa a odhadu pravdepodobnosti odhalenia príčiny. Podľa takto stanovenej závažnosti porúch sa určia prioritné príčiny, ktorých výskyt je nutné obmedziť zásahmi do technologického procesu. Po uskutočnení príslušných zásahov sa vyhodnotí ich účinnosť na základe výsledného rizikového čísla. Výsledkom je nasledovné stanovenie rizika.

Riziko = pravdepodobnosť x dôsledok x opatrenia

Záverečným krokom pri tejto analýze je štúdium kritičnosti porúch, pričom sa vyberajú tie prípady porúch, ktoré sú najzávažnejšie. Kategórie kritičnosti uvádza nasledujúca tabuľka 7.

Tabuľka 7

Kategórie kritičnosti

Kategória	Následky
katastrofická	strata systému (zariadenia), niekoľko násobné zranenia, smrť
kritická	zranenia, poškodenie zariadenia, nebezpečný stav vyžadujúci okamžitú nápravu
okrajová	žiadny dôležitý systém nie je poškodený, žiadne poškodenie funkcie zariadenia, žiadne zranenia osôb
zanedbateľná	žiadny dôležitý systém nie je poškodený, žiadne zranenia osôb, nie je potrebná okamžitá náprava

Identifikácia zdrojov rizika a prevádzkyschopnosti (Hazard and Operability Study - HAZOP)

Jedným z najjednoduchších a zrejme aj najrozšírejších prístupov k identifikácii nebezpečenstva je štúdia nebezpečenstva a prevádzkyschopnosti nazývaná HAZOP (Hazard and Operability Study). Vyvinula ju spoločnosť ICI-Petrochemicals Division vo Veľkej Británii a v súčasnej dobe predstavuje istý uznávaný štandard pri posudzovaní nebezpečenstva a zaisťovaní bezpečnosti zložitých chemických zariadení. Používa sa v značnej miere v chemickom priemysle na posudzovanie novoprojektovaných, rekonštruovaných i existujúcich prevádzok. Je to flexibilná metóda, použiteľná pri veľkých kontinuálnych prevádzkach (napr. petrochemických), taktiež pri malých diskontinuálnych procesoch i pri jednotlivých zariadeniach. Metóda je vhodná tak pre veľké organizačné celky, ako aj pre malé spoločnosti.

Pri tejto štúdii vypracováva kritické posúdenie projektu (prevádzky) menší tím odborníkov. Každý úsek sa posudzuje systematicky s využitím série kľúčových slov. Séria kľúčových slov (tabuľka 8) sa použije systematicky tak, aby si členovia tímu mohli okamžite vytvoriť predstavu a podľa toho identifikovať pravdepodobné odchýlky od navrhovaných podmienok. Ďalej je nutné určiť, či existuje podmienka, pri ktorej by mohlo dôjsť k odchýlke. Ak táto príčina existuje, je potrebné skúmať jej dôsledky.

Kľúčové slová sú metodicky identifikované možné odchýlky jednotlivých konštrukčných prvkov od správnej funkcie, ďalej potom príčiny a následky odchýliek. Zároveň sú navrhnuté alebo overované opatrenia, ktoré zabránia nežiadúcemu rozvoju udalosti alebo zmiernenie nežádúcich dôsledkov.

Systematickým kombinovaním kľúčových slov a účelu zariadenia sú preverené prakticky všetky možné spôsoby, ktoré môžu vyvolať odchýlku. Je zrejme, že týmto postupom sa nájde rada teoretických odchýlok od normálneho účelu. Každú z nich je potrebné posúdiť, zistiť jej príčiny a stanoviť možné dôsledky.

Pokiaľ nie sú významné, nie je potrebné brať tieto odchýlky do úvahy. Avšak niektoré odchýlky môžu mať reálne príčiny a dôsledky, môžu byť teda závažné a nebezpečné. V tom prípade sa podarilo odhaliť potenciálne nebezpečné stavy, ktoré je potrebné detailne analyzovať.

Kľúčové slová pre HAZOP

Kľúčové slovo	Význam	Výklad
NO, NOT (žiadny, nie je)	kompletná negácia účelu	Nebola realizovaná žiadna časť účelu.
MORE (viac, vyšší)	zvýšenie	Vzťahuje sa k množstvu a vlastnostiam, napr. rýchlosť prietoku, teplota apod., rovnako aj k činnostiam, napr. ohrev, reakcia atď.
LESS (menej, nižší)	kvantitatívne zníženie	Vzťahuje sa k množstvu a vlastnostiam, napr. rýchlosť prietoku, teplota apod., rovnako aj k činnostiam, napr. ohrev, reakcia atď.
AS WELL AS (takisto, tiež)	kvantitatívne zvýšenie	Všetky navrhnuté účely sú dosiahnuté spolu s určitou prídavnou činnosťou.
PART OF (časť niečoho)	kvantitatívne zníženie	Realizované sú iba niektoré zámary (účely).
REVERSE (reverz, spätný)	logický protiklad	Je najvhodnejší pre činnosti ako spätný tok alebo chemická reakcia, môže sa aplikovať aj vo vzťahu k látkam.
OTHER THAN (iný než)	kompletná náhrada	Nedosiahla sa žiadna časť z pôvodného účelu, dochádza k inej činnosti.

Ak je preštudované jedno zariadenie a sú zaznamenané potenciálne nebezpečenstvá, prechádza sa na ďalšiu časť systému. Takto sa postupuje až do preštudovania celého projektu (prevádzky). Zámerom je vytvorenie zoznamu všetkých možných odchýlok od riadneho účelu a identifikácia všetkých potenciálnych nebezpečenstiev vyvolaných týmito odchýlkami.

Analýza stromom nebezpečenstva (Hazard Tree Analysis - HTA)

Zásadou pre zostavenie stromu nebezpečenstva je voľba niektorého všeobecného typu havárie, postačujúceho na pokrytie problémov, ktoré chceme riešiť. Tieto typy havárií sú ďalej podrobne roztriedené a sú počiatočným štádiom analýzy.

Pri tomto roztriedení je dôležité, aby „podtriedy“ typu havárie:

- vzájomne sa vylučovali,
- na každej úrovni roztriedenia boli približne rovnako vyznačené,
- mali úplný logický dosah pôsobnosti.

Princípom na zostavenie takejto klasifikácie sú získané skúsenosti, brainstorming a morfológické vyhľadávanie.

Postup pri zostavovaní stromu nebezpečenstva (schémy nebezpečenstva) v závode alebo v prevádzke je nasledujúci:

- voľba vhodnej hlavnej udalosti (havárie),
- zostavenie záznamu druhov príčin pre TOP (vrcholnú) udalosť všeobecne. Môže sa použiť check list (kontrolných záznamov) ako pomôcka a vybrať príčiny, ktoré sú relevantné pre jednotlivé prevádzky a zariadenia,
- pripojenie zistených druhov príčin ako vstupných údajov k „OR GATE“ v schéme porúch,
- chápanie každého druhu nebezpečenstva a rozvíjanie jeho príčiny v ďalších krokoch so snahou udržať detaily v každej vetve schémy na rovnakej úrovni.

Metódu stromu nebezpečenstva je možné kombinovať s analýzou stromom poruchových javov (FTA) za účelom vypracovania analýzy príčin následkov (CCA), viď v ďalšom texte.

Niektoré literárne pramene uvádzajú práve túto vyššie uvedenú metódu ako **analýzu stromom udalostí** (Event Tree Analysis - ETA), ktorá sa začína špecifikovaním porúch zariadenia alebo chýb obsluhy. Identifikuje výstupné prípady, a pritom berie do úvahy všetky odozvy systému, ako aj bezpečnostné systémy a operácie. Výsledkom je sled havárie, napr. postupnosť porúch, ktoré sú schopné haváriu vyvolať a môžu byť hodnotené kvantitatívne.

Analýza príčin následkov (Cause Consequence Analysis - CCA)

Príame zostavenie stromu porúch pre problémy, v ktorých hrá hlavnú úlohu sled, je obtiažne. Diskontinuálna výroba, rozbiehanie systémov veľkých zariadení a viacstupňové bezpečnostné systémy spôsobujú celý rad problémov. Pre tieto systémy existuje celý rad fáz „pracovnej činnosti“ a niekoľko alternatívnych sledov udalostí závisiacich od toho, aký druh poruchy nastane po počiatočnej udalosti.

V takýchto prípadoch je vhodnejšie pracovať popredu s „**počiatočnými udalosťami**“, sledujúc rôzne alternatívy a následky ich sledu. Analýza príčin následkov (príčina – následok) je pracovný postup, zahŕňajúci najprv skúmanie počiatočnej „**rozhodujúcej udalosti**“ a potom štúdium sledu udalostí vo výrobnom procese s ohľadom na ich príčiny. Diagram príčin a následkov zaznamenaná výsledky analýzy, pričom preferuje príčinný vzťah medzi udalosťami a ich časovým sledom.

Z uvedeného vyplýva, že pri analýze príčin následkov sa môže začať s počiatočnou udalosťou a sledovať reťazce udalostí, teda príčinné cesty. Takisto možno rozdeliť reťazce udalostí na alternatívne a paralelné vetvy a na vysvetlenie príčiny je vhodné použitie tzv. malého stromu porúch.

Analýzu príčin následkov vyvinul D. S. Nielsen na základe koncepcie rozhodujúcej udalosti. Rozhodujúca, tzn. kritická udalosť je definovaná ako:

- udalosť, ktorá môže za určitých okolností spôsobiť závažné následky,
- je vhodná ako počiatočná udalosť na vypracovanie analýzy.

Rozhodujúca udalosť by sa mala zvoliť tak, aby úplne pokryla nebezpečenstvo zariadenia. Okrem toho sa má zvoliť takým spôsobom, aby sa najdôležitejšie prípady porúch stali rozhodujúcimi udalosťami. Potom je totiž jednoduchšie spracovať dôležité vplyvy v časovom slede.

Pri analýze príčin následkov sa využívajú dva hlavné smery. Pri prvom sa študuje sled udalostí, napr. pri projektovaní zariadenia alebo bezpečnostného systému a ďalej sú sledované odchýlky od tohto sledu. Odchýlky sa hodnotia za predpokladu, že sa pri bežnej činnosti nemôžu vyskytnúť. Tento smer sa nazýva „**bežná stratégia sledu**“ a je vhodný predovšetkým pre diskontinuálne procesy.

Pri druhom smere sa sleduje šírenie udalostí vo výrobnom procese, počnúc počiatočnou udalosťou a vyplývajúce zmeny v potrubných systémoch, technologických zariadeniach, bezpečnostných zariadeniach apod. Tento smer sa nazýva „**príčinná cesta**“ a je najvhodnejší pre analýzu príčin následkov kontinuálnych procesov.

Pre vhodné využitie uvedených smerov sú navrhnuté možnosti výberu rozhodujúcich udalostí. Jednou z priamych možností výberu rozhodujúcej udalosti je sledovanie každého zariadenia alebo potrubnej cesty v technologickom procese. Pritom sa berú do úvahy vplyvy hlavných premenných veličín (tlak, teplota, prietok). Dodatočne sa skúmajú vplyvy alebo

účinky na každú nádrž, reaktor či potrubie. Práve „príčinná cesta“ je vhodná na sledovanie následkov tohto druhu udalostí.

Metóda výberu rozhodujúcej udalosti má začať na výrobnom zariadení pri normálnom prevádzkovom stave, pričom spôsob porúch jednotlivých komponentov sa považuje za rozhodujúcu udalosť. V tomto prípade možno analýzu následkov považovať za rozšírenie postupu FMEA.

Obe metódy voľby rozhodujúcich udalostí sa môžu aplikovať pre všetky situácie v prevádzke, pre bežnú výrobu, zníženu výrobu a aj pre nenominálne (nadprojektové) prevádzkové stavy. Pomerne často sa analýza príčin následkov používa na doplnenie HAZOP-u a FMEA. Taktiež môže slúžiť na doplnenie stromu porúch (FTA), ak je v analýze zahrnutý sled účinkov. Za analýzu príčin následkov sa často mylne považuje metóda stromu udalostí.

Analýza spoľahlivosti človeka (Human Reliability Analysis - HRA)

Cieľom analýzy spoľahlivosti človeka (HRA) je identifikovať možné ľudské chyby a ich pôsobenie alebo aj príčiny týchto chýb. Predstavuje teda systematické hodnotenie faktorov, ktoré ovplyvňujú činnosť operátorov, technikov, pracovníkov údržby a ostatného personálu vo výrobe. Systematicky vymenúva chyby, ktoré sa môžu vyskytnúť v priebehu normálnej prevádzky technológií alebo v prípade núdzových stavov, ďalej faktory prispievajúce k týmto chybám a úpravy systému, ktoré je možné navrhnúť na zníženie pravdepodobnosti týchto chýb. Súčasťou analýzy je identifikácia dôležitých miest systému, ktoré sú ovplyvnené jednotlivými chybami a určenie poradia týchto chýb vo vzťahu k ostatným, na základe pravdepodobnosti výskytu havárií alebo závažnosti ich následkov. Výsledky je možné aktualizovať pri zmenách projektu alebo výroby.

HRA sa zvyčajne vypracúva spoločne s inými metódami. Napr. analýzu pomocou kontrolných záznamov je možné rozšíriť tak, aby zvažovala aj ľudský faktor. Do záznamu sa môžu ľahko zaradiť nasledovné otázky:

- Sú ovládacie prvky prístupné a ľahko rozlíšiteľné?
- Majú pracovníci dostatok informácií, aby určili príčinu havarijného stavu?

Analýza „Čo sa stane, ak...“ môže zahŕňať ľudský faktor, ale je potrebné, aby členovia tímu boli vnímaví a neuspokojili sa s povrchnými odpoveďami. Napr. ak otázka „Čo ak by operátor pridal viac katalyzátorov?“ odhalí možný problém, tím by sa mal opýtať „Prečo by mohol operátor pridať viac katalyzátorov?“ a

nemal by sa uspokojiť s povrchnou odpoveďou napr. z nepozornosti. Musia sa hľadať konkrétnejšie príčiny, napr. porucha sledovania hladiny, iba tak je možné nájsť skutočné príčiny chýb človeka. Podobným spôsobom je možné ľudský faktor vhodne zahrnúť aj pri použití HAZOP-u.

Kvantitatívna analýza rizika a chemických procesov (Chemical Process Quantitative Risk Analysis)

Metodológia kvantitatívnej analýzy rizika chemických procesov (CPQRA) je relatívne novým nástrojom v oblasti zaistenia a riadenia bezpečnosti procesu. Unikátnosť chemických zariadení a procesov si v priebehu vývoja vyžiadala aj vývoj zodpovedajúcej metodológie pre analýzu rizika, ktorá rešpektuje zvláštnosti chemického priemyslu. Prax totiž ukázala, že v prípade zložitých chemických procesov sú bežné nástroje pre zaistenie a riadenie bezpečnosti, napr. dodržovanie noriem a predpisov, prehliadky a revízie, nedostatočné. Počet závažných havárií, ktoré sa stali v posledných rokoch a následky týchto havárií sú toho dostatočným dôkazom. Metodológia CPQRA obohacuje doterajšie metódy pre identifikáciu nebezpečenstva a hodnotenia zaistenia bezpečnosti o ďalšie postupy s cieľom kvantitatívne analyzovať riziko a posúdiť stratégiu riadenia bezpečnosti procesu.

CPQRA predstavuje nástroj pre inžiniersku kvantifikáciu rizika a súčasne je nástrojom na jeho zníženie. Umožňuje identifikovať a určiť prioritu individuálnych nebezpečenstiev, prispievajúcich k celkovému riziku procesu. Pre závažné nebezpečenstvá (zdroje rizika) sa môžu aplikovať rozsiahle opatrenia na zvýšenie bezpečnosti a môže byť vyhodnotená efektívnosť investície. Metodológia CPQRA je použiteľná aj pre porovnávanie rôznych variantov riešenia bezpečnosti procesu. Ďalšie znižovanie rizika je vhodné zvlášť v takom prípade, keď je možné ho uskutočniť efektívne.

Použitie širokej škály metód a postupov (ktoré náležia k metodológii CPQRA) umožňuje vypracovanie kvantitatívnej analýzy rizika, môžu byť odhalené závažné zdroje rizika (nebezpečenstva) a na objektívnom základe môžu byť doporučené a navrhnuté potrebné opatrenia.

Komplexná štúdia bezpečnosti, ktorá analyzuje riziko postupom CPQRA je štúdia prebiehajúca v čiastkových etapách – krokoch. V každej etape je stanovený čiastkový cieľ, napr. identifikácia nebezpečenstva. Na jeho vyriešenie sa môže použiť niektorá z čiastkových metód. Súbor všetkých metód a postupov použitých v čiastkových krokoch tvorí komplexnú metodológiu CPQRA.

6.3 Vyhodnotenie veľkých území podľa IAEA – TECDOC – 727

Úvod a obsah analýzy rizika metódou IAEA – TECDOC – 727

Pre analýzu a hodnotenie rizika objektov a zariadení kde sú umiestnené nebezpečné chemické látky a prípravky sa však hodí len obmedzený okruh analýz rizika. Ako najvhodnejšiu metódu pre veľké podniky alebo rozsiahle správne celky typu okres alebo kraj je možné doporučiť metódu nižšie popísanú, ktorá:

- *bola vyvinutá skúseným medzinárodným tímom,*
- *je v používaní od roku 1993, v roku 1996 bola revidovaná a doplnená,*
- *dosiahla značné medzinárodné prestížne a odborné uznanie.*

Analýza rizika vyplývajúca z prevádzky vybraných objektov a zariadení na území veľkých priemyselných regiónov je vhodné previesť metódou IAEA – TECDOC – 727 revízia 1 (1996).

Spracovanie analýzy pre vybrané priemyselné a poľnohospodárske objekty a zariadenia zahŕňa:

- *klasifikáciu druhov priemyselných činností a inventúru nebezpečných látok v zariadeniach,*
- *určenie následkov veľkých havárií na obyvateľstvo,*
- *určenie pravdepodobnosti vzniku veľkých havárií pre stacionárne zariadenia,*
- *určenie pravdepodobnosti vzniku veľkých havárií pre transport nebezpečných látok,*
- *určenie sociálneho rizika,*
- *priorizáciu (stanovenie naliehavosti) rizika,*
- *odporúčenie pre vyhodnotenie možných kumulatívnych a synergických účinkov v zmysle zákona o prevencii závažných priemyselných havárií*

Metóda je definovaná technickým dokumentom č. 727 z roku 1996, ktorý je revidovaným vydaním (revízie č.1) dokumentu z roku 1993, vydaným Medzinárodným úradom pre atómovú energiu (IAEA, International Atomic Energy Agency) vo Viedni a slúži pre posudzovanie rizika aj v chemickom priemysle a príbuzných odvetviach. Vývoj metódy bol zadaný a sponzorovaný Organizáciou spojených národov. Na riešení sa vedľa IAEA podieľali i ďalšie medzinárodné organizácie, zaoberajúce sa v rámci OSN problematikou:

- *rozvoja priemyslu (UNIDO – United Nations Industrial Development Organization),*

- *ochrany životného prostredia (UNEP – United Nations Environment Programme),*
- *zdravia (WHO – World Health Organization).*

Metóda je vhodná pre rýchle relatívne hodnotenie rizika, ktorému je vystavené obyvateľstvo najmä v osídlených oblastiach v okolí priemyselných podnikov.

Následky závažných havárií

Metóda klasifikuje následky havárie na základe jediného kritéria, ktorým je mortalita osôb zasiahnutých dopadom havárie, resp. požiarom, výbuchom alebo toxickým výronom. Metóda ďalej stanovuje relatívnu pravdepodobnosť vzniku havárie. Metóda má kvantitatívny charakter, tzn. kvantifikuje riziko komplexne, ako z hľadiska pravdepodobnosti vzniku havárie, tak i z hľadiska potenciálnych následkov tejto možnej havárie.

Kvantifikácia všetkých sledovaných zdrojov rizika je zobrazená výslednou maticou následkov a pravdepodobností, pričom obe veličiny sú v matici usporiadané do tried, t. j. do definovaných intervalov.

Typy dosiahnutých výsledkov

Použitá metóda poskytuje dva typy výsledkov predstavujúcich obe základné zložky rizika, t.j. následky a ich relatívna pravdepodobnosť (resp. frekvencia). Komplexné hodnotenie je preto spracované na základe matematického vzťahu medzi oboma zložkami, teda pomocou miery rizika (MR), ktorou je možné v podmienkach metódy vyjadriť ako súčin pravdepodobnosti (P) a následkov (N^2) tj. ako výraz $MR = P \times N^2$. Týmto spôsobom je zvyšovaná váha následkov havárie (potenciálnej mortality osôb) vo výslednej hodnote miery rizika.

Obyčajne sú použité hranice prijateľnosti, prípadne neprijateľnosti rizika, používané v Holandsku kde maximálne akceptovateľná hranica sociálneho rizika, vyjadrená mierou rizika, je 10^{-3} ($P \times N^2 = 10^{-3}$). Táto hodnota vychádza z predstavy havárie, spojenej s úmrtím 10 osôb, pričom jej maximálne prijateľné množstvo je 10^5 /rok.

Počet 10^7 /rok havárií spojených s úmrtím max. 10 osôb, je považovaný za prijateľný. Hraničná hodnota prijateľnej miery rizika má potom hodnoty 10^{-5} ($10^{-7} \times 10^2 = 10^{-5}$).

Výsledná matica rizika

Použitím miery rizika umožňuje prioritizáciu jednotlivých zdrojov rizika a ďalej ich zaradenie do troch oblastí rizika – prijateľné, prechodové a neprijateľné oblasti. Tento spôsob hodnotenia je spracovaný vo výslednej matici (Obrázok 1).

Celkový prehľad o závažnosti zdrojov rizika, ktoré sú metódou vyhodnotenú, je prezentovaný vo výslednej matici rizika.

Obrázok 1

Výsledná matica rizika (príklad)¹²

↑P (udalosť/rok)

$> 10^{-3}$						
$10^{-4} - 10^{-3}$		Objekt A1	Objekt A2			
$10^{-5} - 10^{-4}$		Objekt B1				
$10^{-6} - 10^{-5}$		Objekt B2	Objekt B3 Objekt B4	Objekt A3 Objekt A4		
$10^{-7} - 10^{-6}$	Objekt C1 Objekt C2		Objekt B5 Objekt B6			
$10^{-8} - 10^{-7}$		Objekt C3 Objekt C4		Objekt B7	Objekt B8	
$10^{-9} - 10^{-8}$		Objekt C5	Objekt C6 Objekt C7			
$< 10^{-9}$						
	< 3	3 – 10	10 – 30	30 – 100	100 – 300	300 – 1000

→ *N* (osôb na haváriu)

Oblasť rizika

Neprijateľná

Prechodová

Prijateľná

¹² Manual of the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries, IAEA TECDOC – 727, Vienna 1996.

Takto prevedená prioritizácia nám umožní previesť pre vybrané zdroje „neprijateľného pásma rizika“ (Objekt A1 – A4) podrobnejšiu analýzu a hodnotenie rizika ďalšou metódou/metódami analýzy rizika. Obdobne to môže byť prevedené i pre ďalšiu skupinu objektov (B1 – B8), čo je ale podstatne menej naliehavé, ako objekty A1 – A4. Objekty C1 – C7 sú natoľko bezpečné, že im nie je potrebné venovať zvláštnu pozornosť.

Týmto spôsobom prevedená analýza rizika tiež zahŕňa a umožňuje navrhnutie konkrétnych organizačných a technických bezpečnostných opatrení, predovšetkým u prevádzkovateľov objektu A1 – A4. Zároveň tým získava štátna správa účinný nástroj pre rýchle a argumentačné jednanie s prevádzkovateľmi objektov A1 – A4 s cieľom prijatia konkrétnych organizačných a technických bezpečnostných opatrení k zvýšeniu bezpečnosti.

Nutné je poznamenať, že tu prezentovaná matica rizika odpovedá mestu s asi 40 – 50 000 obyvateľmi. Jeden prevádzkovateľ môže mať niekoľko zdrojov rizika, dokonca až niekoľko desiatok zdrojov rizika. V podmienkach priemerného kraja sa dá hrubo odhadnúť, že budú vybrané pre takúto analýzu a hodnotenia rizika asi 40 – 50 prevádzkovateľov a že sa môže jednať asi o 350 – 500 zdrojov rizika.

Výber prevádzkovateľov pre analýzu a hodnotenie rizika musia previesť kompetentní špecialisti, prípadne špecializovaný tím odborníkov alebo zvláštna komisia. Na počte vybraných prevádzkovateľov skupiny A, B (podľa zákona 261/2002 o prevencii závažných priemyselných havárií) a ďalších „podprahových prevádzkovateľov“ do značnej miery závisí rozsah a tiež i prácnosť analýzy rizika a tiež i vykalkulovaná cena analýzy rizika.

Značnou výhodou uvedenej analýzy a hodnotenia rizika je skutočnosť, že sú analyzované, hodnotené a ocenené ako tzv. stacionárne zdroje rizika. Daná analýza sa zaoberá i hodnotením rizika v doprave. Je známe, že doprava nie je zahrnutá v zákone o prevencii závažných priemyselných havárií. Dlhoročné skúsenosti zo sveta, ale i zo Slovenskej republiky potom jasne ukazujú, že doprava – predovšetkým cestná doprava – predstavuje značné riziko pre obyvateľstvo a že je potrebné tejto problematike venovať zvýšenú pozornosť.

6.4 Zhrnutie k analýze a hodnoteniu rizika

Analýza a hodnotenie rizika sú prvým a zásadným krokom v komplexnom zabezpečení prevencie vzniku závažných priemyselných havárií. Výberu vhodnej metódy, respektívne výberu vhodnej kombinácie niekoľkých metód analýzy rizika je preto nutné venovať zvýšenú pozornosť. Už tento prvý krok si vyžaduje tím skúsených špecialistov. Vlastné prevedenie analýzy rizika je potom veľmi náročná špecializovaná činnosť, obyčajne časovo náročná, vyžadujúca zber výsledných podkladov a ich overenie, štúdium vzniknutých závažných

havárií na danom území, prehliadky technológie, technologických a iných podmienok, prevádzanie analýzy, hodnotenia a ocenenia dosiahnutých výsledkov, atď.

Veľkou výhodou je tiež to, že vyššie uvedená analýza a hodnotenie rizika sa spravidla zaoberá podstatne nižšími množstvami nebezpečných chemických látok a chemických prípravkov, než definuje zákon o prevencii závažných priemyselných havárií. Na rozdiel od zákona o prevencii závažných priemyselných havárií a vyššie uvedenej analýzy a hodnotenie rizika spravidla kalkulujú tiež prepravu nebezpečných chemických látok a prípravkov, ktoré sú značne nebezpečné.

Interpretácia výsledkov analýzy rizika opäť patrí k veľmi náročným odborným činnostiam, preto sa odporúča vykonať interpretáciu výsledkov v tíme skúsených odborníkov.

Podstatne „objektívnejšia“ vypovedacia schopnosť analýzy rizika je potom v tom prípade, keď je prevádzkovateľ (prípadne teritórium okresu alebo kraja) hodnotený nezávislou konzultačnou a poradenskou firmou, ktorá spravidla usiluje o celkom objektívne výsledky a ich správny výklad. Takáto analýza rizika a jej výsledky sú potom vhodným podkladom pre konkrétne organizačné bezpečnostné opatrenia a zdôvodnené investície do oblasti technickej bezpečnosti, ale tiež argumentačným nástrojom ako vlastného prevádzkovateľa, tak i správnych orgánov vo vzťahu k verejnosti. Zvlášť významné je to pre obyvateľstvo žijúce v okolí objektu a zariadenia, kde sa nachádzajú nebezpečné chemické látky a prípravky.

7 Rádioaktívne látky

Všeobecný úvod

Rádioaktívnosť je samovoľný rozpad jadier atómov, ktorý prebieha nezávisle na vonkajších podmienkach. Rádioaktívne látky (rádionuklidy) spôsobujú ionizáciu plynov, sčernenie fotografickej dosky, svietielkovanie niektorých fluoreskujúcich látok a uvoľnenie energie. Všetky tieto vlastnosti sú spôsobené rádioaktívnym žiarením vysielaním rádioaktívnou látkou. Ide o žiarenie alfa, beta a gama. Rádioaktívny rozpad je vlastnosť samého jadra atómu a závisí len na jeho vnútornom stave.

Okrem vyššie uvedeného je možné povedať, že rádioaktívne látky sú látky, ktoré sú fyziologicky účinné na ľudský organizmus, ale i flóru a faunu. Ich prejavy sú rôzne nebezpečné a stupeň nebezpečenstva závisí na mnohých faktoroch. V prvom rade to závisí na konkrétnej rádioaktívnej látke, na spôsobe pôsobenia na ľudský organizmus, dobe pôsobenia atď. Rádioaktívne zamorenie (kontaminácia) vzniká pri úniku rádioaktívnych látok (rádionuklidov) pri radiačnej havárii. Je tvorené:

- Zmesou štiepných produktov.
- Nezreagovaným jadrovým palivom.
- Novým vznikajúcim štiepnym materiálom.
- Rádioaktívnymi korozívnymi produktmi.

V jadroenergetických zariadeniach predstavujú najväčšie nebezpečenstvo z hľadiska rádioaktívneho zamorenia najmä jadrové reaktory. Z hľadiska rádioaktívneho zamorenia môže vznikáť vážna situácia tiež pri priemyselnom spracovaní vyhoreného jadrového paliva, ale i pri skladovaní rádioaktívnych odpadov v závodoch na výrobu jadrových palív, atď.

Vytváranie rádioaktívneho zamorenia je značne ovplyvnené lokálnymi meteorologickými podmienkami. Hlavný vplyv na vytváranie rádioaktívneho zamorenia má situácia v prízemnej vrstve atmosféry. Vytvorený jadrový aerosól (zmes rádioaktívnych látok) môže vystupovať až do výšky 100 až 200 metrov nad terénom.

Ďalšími vplyvmi, ktoré sa uplatňujú pri vytváraní rádioaktívneho zamorenia je reliéf, pokrytie a zastavanosť terénu. Rádioaktívne zamorenie emituje rádioaktívne žiarenie alfa, beta a gama v rôznom energetickom spektre. Plocha rádioaktívneho zamorenia pri úniku rádioaktívnych látok po havárii je závislá na mnohých okolnostiach a môže byť veľká desiatky až stovky kilometrov štvorcových. V priestore zamorenia rádioaktívnymi látkami budú osoby vystavené trojnásobnému nebezpečenstvu:

- Vonkajšiemu ožiareniu celého tela (žiarenie zo zamoreného terénu – hlavne žiarenie gama).
- Vonkajšie ožiarenie povrchu tela (rádioaktívne látky priamo na povrchu tela – predovšetkým žiarenie alfa a beta).
- Vnútorne ožarovanie (rádioaktívne látky vniknuté do organizmu vdychovaním plynov, aerosólov a rádioaktívnych častíc, alebo zanesením rádioaktívnych látok do organizmu s potravou, tu tvorí najväčšie nebezpečenstvo alfa a beta žiarenie pre svoju vysokú ionizačnú schopnosť).

Rádioaktívne látky sa ukladajú v ľudskom tele a potom môžu i dlhodobo nepriaznivo pôsobiť na organizmus.

Rádioaktívne zamorenie vzniknuté únikom rádioaktívnych látok z jadrového energetického zariadenia obsahuje tieto najnebezpečnejšie rádioaktívne látky: cézium ^{137}Cs a ^{134}Cs , stroncium ^{90}Sr a jód ^{131}I . Pri havárii jadrového energetického zariadenia je charakteristický rovnako únik rádioaktívnych plynov kryptónu, xenónu a pár zlúčenin jódu, ktoré budú prechádzať filtermi ochrannej masky. Štiepne produkty sú zmesou asi 250 rádioaktívnych látok, predovšetkým zo stredu periodickej sústavy prvkov.

Biologicky najnebezpečnejším štiepnym produktom sa najčastejšie udáva stroncium ^{90}Sr , ktoré môže vzhľadom k svojim príbuzným vlastnostiam dlhodobo nahradzovať vápnik v kryštalickej mriežke kostného fosfátu vápenatého a tým ohrozovať svojim žiarením tkanivo, ktoré je v ľudskom organizme voči ionizujúcemu žiareniu najcitlivejšie, a to je kostná dreň.

Polčas rozpadu atómového jadra je doba, počas ktorej sa polovica rovnakých atómových jadier z vnútorných príčin, alebo bez vonkajšieho vplyvu premení na iné atómové jadro. V praxi sa často zjednodušene kalkuluje, že rádioaktívne látky sa stanú neaktívnymi za dobu 9 – 10 polčasov. Ukladanie vybraných najnebezpečnejších rádioaktívnych látok je stručne uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 9

Ukladanie vybraných najnebezpečnejších rádioaktívnych látok

Miesto uloženia ra-látok v ľudskom tele	Rádioaktívna látka	Polčas rozpadu	Druh rádioaktívneho žiarenia
Celé telo	^{137}Cs	33 rokov	Beta, gama
Kosti	^{90}Sr	29 rokov	Beta
Štítna žľaza	^{131}I	8 dní	Beta, gama

7.1 Charakteristika rádioaktívnych látok

Fyzikálne – chemické formy rádioaktívnych látok (kontaminantov) sú rôznorodé. V dôsledku riadenia štiepnej reakcie sa v aktívnej zóne jadrových reaktorov nahromadia ku koncu kampane (1 až 2 roky) obrovské aktivity rovnajúce sa až desiatkam EBq štiepných produktov ($1\text{EBq} = 10^{18}\text{Bq}$).

Rádioaktívne látky majú schopnosť dlhodobo intenzívne pôsobiť na ľudský organizmus a životné prostredie. Polčas rozpadu (zníženie aktivity rádioaktívnej látky na polovicu) rádioaktívneho prvku je preto konštantné a nezávisí na vonkajších podmienkach.

Základná charakteristika vybraných rádioaktívnych látok je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 10

Základná charakteristika vybraných rádioaktívnych látok

Rádioaktívna látka	Polčas rozpadu	Druh rádioaktívneho žiarenia
^{137}Cs	33 rokov	Beta, gama
^{134}Cs	2 roky	Beta, gama
^{90}Sr	29 rokov	Beta
^{89}Sr	54 dní	Beta, gama
^{131}I	8 dní	Beta, gama
^{91}Y	57 dní	Beta
^{95}Zr	65 dní	Beta
^{95}Nb	90 hodín	Beta, gama
^{127}Te	90 dní	Beta, gama
^{141}Ce	28 dní	Beta, gama
^{144}Ce	275 dní	Beta
^{147}Pm	2,6 roka	Beta
^{24}Na	15 hodín	Beta, gama
^{28}Al	2,2 minút	Beta, gama
^{56}Mg	2,6 hodiny	Beta, gama

Rádioaktívny rozpad sa riadi známym štatistickým zákonom. Polčas rozpadu rádioaktívneho prvku nie je možné urýchliť ani inak ovplyvniť zmenou vonkajších podmienok ako sú teplota, tlak, magnetické pole apod. Rovnako tak pôsobenie chemicky aktívnych látok – podobne ako u odmorovaní alebo dezinfekcii – je neúčinné.

Pre štiepne produkty jadrového energetického zariadenia platí:

$$A = A_1 \cdot t^{-0,3} \text{ (platí približne).....5}$$

Kde A je aktivita zmesi rádioaktívnych látok v čase t od okamžiku úniku a symbol A_1 označuje aktivitu v jednotkovom čase (1 hodinu) po úniku.

7.2 Zisťovanie rádioaktívneho ožiarenia a zamorenia

Rádioaktívne ožiarenie a zamorenie nemá špecifický zápach, vôňu ani iné vonkajšie príznaky svojej existencie, ktoré sú zistiteľné ľudskými zmyslami. Indikácia rádioaktívneho ožiarenia a zamorenia je možná jedine pomocou špeciálnych dozimetrických prístrojov, ktoré okamžite zisťujú a signalizujú prítomnosť, kvalitu a kvantitu rádioaktívneho žiarenia.

Je potrebné si uvedomiť rozdiely medzi rádioaktívnym ožiarením a rádioaktívnym zamorením. Rádioaktívnym ožiarením sa rozumie pôsobenie ionizujúceho žiarenia a rádioaktívnym zamorením rozumieme prítomnosť rádionuklidov v živých organizmoch a životnom prostredí.

K tomuto účelu existuje celý rad prístrojov a zariadení, ktoré sú mimo iného umiestnené tiež v okolí jadrovoenergetických zariadení a trvale sledujú (monitorujú) radiačnú situáciu v mieste rozmiestenia.

7.3 Deaktivácia

Rádioaktívne zamorenie nie je možné likvidovať, ani urýchliť rádioaktívny rozpad. V rádioaktívnych látkach prebieha len samovoľný rádioaktívny rozpad. Pri likvidácii rádioaktívneho zamorenia na všetkých povrchoch rôznych zamorených objektoch a predmetov ide o to, premiestniť rádioaktívne látky z miesta, kde sú nebezpečné pre osoby (eventuálne flóru a faunu) na iné miesto, kde je nebezpečenstvo zasiahnutia osôb žiarením úplne vylúčené alebo aspoň podstatne znížené.

Deaktivácia je zložitý a nebezpečný proces likvidácie následkov rádioaktívneho zamorenia povrchov. K tomu sú vyvinuté rôzne deaktiváčne roztoky a zmesi, ale tiež deaktiváčne zariadenia a pomôcky. Správna a rýchla deaktivácia sa predvádza podľa doporučených postupov a procedúr s dodržaním dôležitých bezpečnostných opatrení.

8 Nebezpečné chemické látky a chemické prípravky

Všeobecný úvod

K najvýznamnejším vlastnostiam nebezpečných chemických látok uplatňujúcim sa pri haváriách patrí toxicita, horľavosť a výbušnosť. Niektoré nebezpečné látky majú všetky tri vyššie zmienené havarijné prejavy (napríklad amoniak, kyanovodík).

Značne rozšírené a dostupné sú tiež nebezpečné chemické toxické látky. Medzi látky veľmi rozšírené patrí celý rad priemyselných toxických látok ako sú napríklad: chlór, amoniak, kyanovodík, fosgén, formaldehyd, sírovodík, sírouhľik, bróm, etylénoxid, oxid uhoľnatý, atd. Mnohé z nich boli použité v minulosti ako náplň starších chemických zbraní (kyanovodík, fosgén, chlór).

Problematika toxických účinkov látok je veľmi široká a zasahuje do mnohých vedných odborov. Rozsiahli rozvoj chemických technológií neohraničuje možnosti používania stále nových toxických zlúčenín. Na druhej strane sa kladú na tento aspekt stále vyššie nároky nielen na bezpečnosť technológií, ale aj na orgány verejnej správy, ktoré musia vytvárať odborné i legislatívne nástroje pre maximálne obmedzenie toxických účinkov látok na človeka a životné prostredie.

Všeobecne sa dá povedať, že jedom je látka, ktorá spôsobuje otravu i v jednorazových dávkach, alebo poškodzuje organizmus v nepatrných dávkach, ktorých účinok sa sčíta. Toxický účinok je výsledkom interakcie živej hmoty a látky. Pôsobením látky na organizmus a pôsobením organizmu na látku je jediný komplexný proces.

Tabuľka 11

Klasifikácia toxických látok podľa veľkosti strednej smrteľnej dávky

Látka	LD ₅₀
Supertoxická	5 mg/kg a menej
Extrémne toxická	5-50 mg/kg
Vysoko toxická	50-500 mg/kg
Stredne toxická	0,5-5 g/kg
Málo toxická	5-15 g/kg

Existuje celý rad kritérií delenia, ale každé je umelé a je vedené prirodzenou snahou zaviesť určitý systém triedenia. Je preto prirodzené, že rad toxických látok nevieme jednoznačne vôbec zaradiť. Najčastejšie je klasifikácia toxických látok prevádzaná na základe jej najšpecifickejšieho charakteru - toxicity. Charakteristické údaje o toxicite otravnej látky sú vyjadrované strednou smrteľnou dávkou LD₅₀¹³ alebo strednou dávkou k dočasnému vyradeniu živej sily ED₅₀ pri použití otravných látok vo forme pár alebo aerosólu.

Rozpätie hodnôt stredných smrteľných dávok pre chemické látky je veľmi veľké, pohybuje sa od desiatok gramov na kg hmotnosti u prakticky netoxických látok až po mg/kg u tých najtoxickejších.

Tabuľka 12

Hodnoty strednej smrteľnej dávky pre človeka – perorálne

Látka	LD ₅₀ (mg/kg)
Etanol	7 000
Morfin	900
DDT	100
Nikotín	1
Tetrodotoxín	0,1
Dioxín	0,01
Batrachotoxín	0,005
Botulotoxín	0,000 01

Rýchlosť pôsobenia na organizmus, resp. príznaky zasiahnutia organizmu sa podľa klinického rozvoja otravy prejavia buď ihneď pri vzájomnom styku organizmu s otravnými látkami, alebo až do dlhšej doby. Vtedy hovoríme o otrave akútnej alebo chronickej.

Akútna otrava je také pôsobenie látky, ktorá vyvolá okamžitú reakciu organizmu. K tomuto typu otravy dochádza pôsobením obvykle väčších dávok otravnej látky v krátkom časovom úseku.

¹³ LD – lethal dosis, ED – effective dosis,

Chronická otrava je dlhodobé pôsobenie obvykle menších dávok, ktoré sa prejaví až po určitej, často i dlhšej dobe.

Pretože pôsobenie látok s toxickými účinkami je zložitý biochemický proces, pre triedenie doposiaľ známych nebezpečných chemických látok podľa ich toxických vlastností a účinkov na ľudský organizmus bol vypracovaný tzv. toxikologický kódovací systém (TCS), ktorý delí látky do 7 tried nebezpečnosti. Pre vyznačenie tried nebezpečnosti používa veľké písmena abecedy od A do F s použitím čísla 0.

Tabuľka 13

Toxikologický kódovací systém

Označenie triedy	Stupeň nebezpečnosti	Látky
F	mimoriadne nebezpečná	tabun, tetraetylfosfát
E	veľmi silne nebezpečná	kyanovodík, fosgén
D	silne nebezpečná	chlór, oxid uhoľnatý
C	stredne nebezpečná	sírouhlik, nitrobenzén
B	slabo nebezpečná	amoniak
A	veľmi slabo nebezpečná	metán, oxid uhličitý
0	prakticky bez nebezpečia	voda, chlorid sodný

Toxikologická literatúra obvykle uvádza pre označenie stupňa nebezpečnosti určitých chemických látok na záver popisov ich vlastností a toxických prejavov dve veľké písmena napr. B C. Prvé písmeno označuje triedu akútneho nebezpečia otravy látky, druhé písmeno triedu nebezpečia chronického.

Ďalšou skupinou sú látky horľavé a výbušné, kde môžu byť menované nasledujúci zástupcovia : zemný plyn, propán – bután, etylén, metán, ropné látky, atd. Takéto niektoré nebezpečné chemické látky môžu mať viacej nebezpečných vlastností, ako napríklad oxid uhoľnatý je horľavý a jedovatý plyn.

Naviac pri tepelnom rozklade (pri horení) sa môžu uvoľňovať z mnohých látok látky jedovaté. Všeobecne sú potom označované ako toxické splodiny horenia.

K najbežnejším horľavým látkám patria rôzne druhy benzínov a iných ropných produktov, benzén, toluén, kyanovodík, sírouhlík, fosfor, metylalkohol, etylalkohol, acetaldehyd, acetón a iné bežne používané látky.

Unikajúca látka môže ohroziť nielen osoby nachádzajúce sa v bezprostrednom kontakte s miestom úniku, ale i obyvateľstvo v okolí nehody. K ohrozeniu môže dôjsť v dôsledku niektorých fyzikálnych, fyzikálne – chemických, chemických a toxikologických vlastností unikajúcej látky. Tieto vlastnosti tiež predurčujú nebezpečné účinky látok.

8.1 Klasifikácia nebezpečných chemických látok

Nebezpečné chemické látky a prípravky sa môžu rozdeľovať podľa nebezpečnosti na jednotlivé triedy: výbušné látky a predmety, plyny, horľavé kvapaliny, horľavé tuhé látky, samozápalné látky, látky vyvíjajúce pri styku s vodou horľavé plyny, látky podporujúce horenie, organické peroxidy, jedovaté látky, infekčné látky, rádioaktívne látky, žieravé látky, iné nebezpečné látky a predmety.

Každá skupina z týchto látok predstavuje určité nebezpečenstvo, na zistenie sú doporučené určité detekčné prostriedky a metódy, k ochrane sú doporučené rôzne ochranné prostriedky a zásady pre bezpečnosť a rôzne spôsoby hasenia.

Presná klasifikácia nebezpečných chemických látok a prípravkov sa robí podľa platného zákona 163/2001 Z.z. o chemických látkach a chemických prípravkoch a je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 14

Klasifikácia nebezpečných chemických látok a prípravkov

Klasifikácia nebezpečných chemických látok podľa zákona č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch
• výbušné látky a prípravky
• oxidujúce látky a prípravky
• mimoriadne horľavé látky a prípravky
• veľmi horľavé látky a prípravky
• horľavé látky a prípravky
• veľmi jedovaté látky a prípravky
• jedovaté látky a prípravky

Klasifikácia nebezpečných chemických látok a prípravkov

• škodlivé látky a prípravky
• žieravé látky a prípravky
• dráždivé látky a prípravky
• senzibilizujúce látky a prípravky
• mutagénne látky a prípravky
• látky a prípravky poškodzujúce reprodukciu
• látky a prípravky nebezpečné pre životné prostredie
• výbušné látky a prípravky
• oxidujúce látky a prípravky
• karcinogénne látky a prípravky

Pri klasifikovaní a zaradovaní vybraných nebezpečných látok treba prednostne vychádzať z kariet bezpečnostných údajov vydaných podnikateľom, ktorý uvádza výrobok na trh (výrobca, dovozca a pod.). Pre zaradenie je dôležitá klasifikácia látky a nie výstražný symbol.

Posudzovanie chemických zmesí a chemických prípravkov sa vykonáva rovnakým, spôsobom ako posudzovanie čistej chemickej látky (viď kapitola 10.7 Karta bezpečnostných údajov).

Na každom obale nebezpečných chemických látok alebo prípravkov uvedených do obehu musí výrobca alebo distribútor uviesť nasledovné údaje v štátnom jazyku:

- obchodný alebo chemický názov látky alebo prípravku,
- názov, sídlo, identifikačné číslo organizácie,
- výstražné symboly nebezpečia a prislúchajúce označenie nebezpečenstva, ďalej výstražný nápis (R-veta) a pokyn pre bezpečné zaobchádzanie (S-veta),
- pokyny pre bezpečné nakladanie s danou chemickou látkou alebo prípravkom,
- pokyny na vhodný spôsob zneškodňovania prázdnych obalov,

- návod na používanie chemickej látky alebo prípravku, pokyny pre prvú pomoc, ak ide o chemické látky alebo prípravky prístupné verejnosti.

Výstražný nápis - R-veta + S-veta

R-vety označujú osobitné riziko spojené s používaním chemických látok alebo prípravkov, (upozorňujú na nebezpečné vlastnosti, sú štandardizované, napr. R9 „Nebezpečenstvo výbuchu pri miešaní s horľavými látkami“. Celkom je ich cca 63)

S-vety informujú o štandardných pokynoch na bezpečné používanie chemických látok a prípravkov (udáva pokyny pre bezpečnú manipuláciu, sú tiež štandardizované, napr. S17 „Udržujte mimo dosahu horľavého materiálu“. Celkom ich je 62). (Viď príloha 2 – Príklady použitia R-S viet).

8.2 Otravné látky

Otravná látka je každá chemická látka, ktorá spôsobí dočasné zneschopnenie, trvalé poškodenie alebo smrť ľudí alebo zvierat, prípadne spôsobí znehodnotenie alebo zničenie poľnohospodárskych a lesných kultúr a sťaží alebo znemožní použitie zamoreného materiálu, techniky a terénu. Otravné látky sú chemické zlúčeniny s potrebnými fyzikálnymi, chemickými a toxickými vlastnosťami, ktoré boli vyvinuté za účelom bojového použitia k trvalému alebo dočasnému vyradeniu protivníka. Z veľkého počtu chemických látok a zlúčenín sú tisíce toxických, ale otravných látok je len niekoľko desiatok, ktoré spĺňajú základné požiadavky a to:

- dostatočne vysoká toxicita a schopnosť prenikať do organizmu,
- efektívnosť použitia v poľných podmienkach,
- výroba v dostatočnom množstve a kvalite,
- dostupnosť surovín a využiteľnosť stávajúcich výrobných zariadení,
- použiteľnosť v zavedených zbraňových systémoch.

Z ďalších špecifických vlastností je dávaná do popredia požiadavka bezfarebnosti, bez zápachu a dráždivých účinkov ľudskými zmyslami nepostrehnuteľné, prípadne s oneskoreným prejavom po uplynutí minimálne inkubačnej doby. V neposlednej rade je tu požiadavka možnosti ochrany vlastnej živej sily v prípade zasiahnutia vrátane spôsobov poskytovania prvej pomoci a liečenia.

Otravné látky sa obvykle posudzujú podľa bojového určenia, ktoré je základným kritériom delenia. Podľa účinku na živý organizmus sa delia na zneschopňujúce (spôsobujú zneschopnenie živej sily a tým znemožnia alebo podstatne obmedzia

plnenie úloh) a smrtiace (spôsobujú v krátkej dobe ťažké poškodenie zdravia alebo usmrtenie živej sily). Ďalším dôležitým kritériom rozdelenia OL z hľadiska ich použitia (zneužitia) je ich stálosť v poľných podmienkach, podľa ktorých sa delia na stále (trvalé, perzistentné) a nestále (prchavé) otravné látky. Podľa povahy poškodenia ľudského organizmu (dlhodobu najpoužívanejší spôsob delenia BOL) môžeme otravné látky rozdeliť na:

- **dušivé**- vyvolávajú toxický opuch pľúc poškodením membrán alveol,
- **dráždivé**- vyvolávajú intenzívne dráždenie senzitívnych zakončení nervov,
- **všeobecne jedovaté**- narušujú bunkové dýchanie a oxidačné procesy v bunke,
- **pľuzgierotvorné**- vyvolávajú cytostatické účinky s následnou nekrozou tkaniva,
- **nervovoparalytické**- pôsobia na prenos nervového vzruchu inhibíciou cholinesterázy,
- **psychoaktívne**- vyvolávajú poruchy nervových funkcií a nervosvalovej koordinácie.

Toto rozdelenie je však veľmi schematické a nevystihuje dôsledne pôsobenie väčšiny otravných látok, údaje sa vzťahujú väčšinou na hlavné prejavy účinkov otravných látok. Okrem toho, každé zasiahnutie organizmu otravnou látkou predstavuje zasiahnutie organizmu ako celku, čo sa vo väčšine prípadov prejavuje v rade sekundárnych prejavov, ktoré nie je možno jednoduchým delením vyjadriť.

Účinky otravných látok na organizmus sa prejavujú buď bezprostredne po zasiahnutí alebo až po určitej latentnej dobe, keď otrava organizmu je charakterizovaná skrytým rozvojom klinických príznakov. Rozsah poškodenia je do značnej miery závislý na spôsobe zasiahnutia a preniknutia otravnej látky do organizmu, na koncentrácii otravnej látky a rýchlosti jej pôsobenia, na schopnosti organizmu samovoľnou detoxikáciou znížiť, prípadne eliminovať toxické účinky otravnej látky a na celkovom fyzickom a psychickom stave organizmu.

Moderná toxikológia hodnotí otravné látky z hľadiska celkového chemického rizika, do ktorého sa zahrňujú toxické účinky, transport látok, ich osud v organizme, ako aj adaptačné procesy organizmu, teda tie, ktoré neprekračujú fyziologickú hranicu, nenarušujú zdravie jedinca a pravdepodobne ani jeho potomstvo. V poslednej dobe sa venuje veľká pozornosť nielen účinkom jednotlivých škodlivín v organizme, ale aj ich vzájomným reakciám v prostredí, ktoré môžu byť v antagonizme, synergizme alebo adícií toxických účinkov.

Niektoré otravné látky podliehajú v organizme zmenám, ktoré vedú ku vzniku nových, pre organizmus neškodných látok. Rýchlosť týchto zmien - **detoxikácia** - vyjadrovaná množstvom otravnej látky, ktorú organizmus v časovej jednotke prevedie na neškodné produkty, je dôležitá hlavne z hľadiska opakovaného napadnutia.

Väčšina otravných látok sa vyznačuje kumulatívnymi účinkami na organizmus. Účinky vyvolané otravnou látkou s kumulatívnymi účinkami sa po niekoľkonásobnom napadnutí nižšími dávkami spočítavajú. Potom zodpovedajú jednorazovému vystaveniu účinkom s úhrnnou koncentráciou otravnej látky.

Pre zhodnotenie účinku jednotlivých druhov otravných látok na organizmus je používaná charakteristika - **toxická**, ktorá je závislá na rade faktorov, ako sú cesty vstupu do organizmu, rýchlosť pôsobenia, stav organizmu, stav prostredia apod. Pri porovnaní toxickkej účinnosti otravných látok (všeobecne jedov) sa pracuje metódami biologickej štatistiky a zisťuje sa stredná dávka, odpovedajúca určitému účinku u 50% zasiahnutých biologických jedincov.

Celková toxicita je rozhodujúcou vlastnosťou otravnej látky pri hodnotení jej účinkov na ľudský organizmus. Charakter toxického účinku otravnej látky je ovplyvnený a závisí na:

- **charaktere otravnej látky** - špecifické vlastnosti z hľadiska účinku na ľudský organizmus,
- **charaktere zasiahnutého organizmu** - vlastnosti organizmu - deti a starší ľudia sú citlivejší, ako stredná generácia, muži sú odolnejší ako ženy, unavený a chorý organizmus je citlivejší,
- **spôsobe použitia otravnej látky** - vo forme plynu, aerosólu, kvapaliny alebo tuhej látky a cesta vstupu - inhaláciou, zažívacím traktom, sliznicou, očami alebo pokožkou,
- **vplyvu prostredia** - teplota vzduchu, vlhkosť organizmu, nadmorská výška apod.
- **zaťaženie organizmu** – a tým i veľkosť tzv. pľúcnej ventilácie (kľud organizmu, ľahká práca, ťapká práca, atd.).

Významné nebezpečenstvo predstavujú rovnako sklady agrochemikálií, tj. prípravkov na ochranu rastlín. Pri požari alebo vyplavení takéhoto skladu dochádza k ohrozeniu zdravia ľudí a životného prostredia toxickými pesticídmi, poprípade vysoko toxickými produktami ich horenia. Pri hodnotení toxického účinku látok na obyvateľstvo sú pri haváriách významné tzv. varovné vlastnosti látok. Týmito vlastnosťami označujeme v podstate podiel koncentrácie, pri ktorej je látku subjektívne cítiť bez akýchkoľvek príznakov, a koncentrácie, keď už má látka na osoby nebezpečné účinky.

Je nutné si rovnako uvedomiť, že vysoko toxické látky môžu vznikáť i pri horení najbežnejších vecí dennej potreby, pričom sa nemusí jednať len o oxid uhoľnatý. Napríklad pri horení niektorých umelých vlákien sa za neprístupu vzduchu môže uvoľňovať kyanovodík. Je to jeden z najjedovatejších plynov, ktorý sa používal v priebehu 2. svetovej vojny i k hromadnému vraždeniu ľudí vo fašistických koncentračných táborech v tzv. plynových komorách. Pri horení výrobkov z PVC sa zase za určitých podmienok môže vedľa toxického chlóravodíka uvoľňovať ďalší prudko jedovatý plyn – fosgén, ktorý spôsobuje smrť už pri veľmi nízkych koncentráciách vo vzduchu. Obe uvedené látky – kyanovodík a fosgén – sa smutne preslávili v 1. svetovej vojne, kedy pre svoju výnimočnú jedovatosť boli používané k tzv. plynovým útokom. Zo všetkých obetí útokov, vedených rôznymi jedovatými látkami, ich 80 % zomrelo práve na otravu fosgénom. Prehľad niektorých základných rozšírených toxických látok uvádza nasledujúca tabuľka.

Tabuľka 15

Najrozšírenejšie toxické látky

Nebezpečná chemická látka	Chemický vzorec	Klasifikácia nebezpečnej látky
Chlór	Cl ₂	Vysoko toxický plyn
Chlóravodík	HCl	Vysoko toxický plyn
Amoniak / čpavok	NH ₃	Stredne toxický plyn
Kyanovodík	HCN	Vysoko toxická kvapalina / plyn
Fosgén	COCl ₂	Plyn so zvlášť vysokou toxicitou
Oxid uhoľnatý	CO	Stredne toxický plyn
Oxid siričitý	SO ₂	Stredne toxický plyn
Sírovodík	H ₂ S	Vysoko toxický plyn
Sírouhlík	CS ₂	Stredne toxická kvapalina

8.3 Horľavé látky

K najbežnejším horľavým látkam patria rôzne druhy motorovej nafty, automobilových benzínov, ľahkých výhrevných olejov, benzén, toluén, kyanovodík, sírouhlík, fosfor, metylalkohol, etylalkohol, acetaldehyd, acetón a iné bežne používané látky. Horenie látok pri haváriách patrí medzi významné ničivé faktory týchto udalostí.

Teplotu, pri ktorej pary látky pri normálnom tlaku krátko vzplanú a ďalej samy nehoria, označujeme ako bod vzplanutia (viď. kapitola 1). Podľa bodu

vzplanutia zaraďujeme látky do tzv. tried nebezpečnosti. Rozoznávame horľaviny I., II., III. a IV. triedy. Body vzplanutia pre jednotlivé triedy nebezpečnosti sú uvedené v tabuľke 16.

Tabuľka 16

Body vzplanutia jednotlivých tried horľavých kvapalín

Trieda nebezpečnosti horľavých kvapalín	Bod vzplanutia v °C
I.	do 21
II.	nad 21 do 55
III.	nad 55 do 100
IV.	nad 100 do 250

Horľaviny I. triedy majú bod vzplanutia nižší ako 21 °C a sú teda najnebezpečnejšie. Horľavá kvapalina, ktorá nemá určený bod vzplanutia, sa považuje za horľavú kvapalinu I. triedy nebezpečnosti. Prehľad niektorých základných horľavých látok je uvedený v tabuľke.

Tabuľka 17

Prehľad niektorých základných horľavých látok

Nebezpečná chemická látka	Chemický vzorec
Motorová nafta	Zmes uhl'ovodíkov
Automobilový benzín	Zmes uhl'ovodíkov
Acetón	CH ₃ COCH ₃
Etylén	CH ₂ = CH ₂
Acetylén	C ₂ H ₂

Pri horení horľavých látok vznikajú splodiny horenia (dym). Dym je zmesou plyných a tuhých splodín horenia. Zloženie dymu závisí na zložení horľavých látok a na podmienkach horenia. Hustota dymu závisí na množstve tuhých častíc, ktoré sa v dyme nachádzajú, pričom v závislosti od typu horiaceho materiálu dym môže obsahovať desiatky druhov chemických látok. Niektoré materiály vyvíjajú pri svojom horení väčšie množstvo dymu, ako iné (napr. hustý čierny dym vzniká pri horení minerálnych olejov, nafty, gumy a plastov). Teplo, ktoré vzniká pri požiari je produktom horenia a intenzita jeho vývinu závisí na veľkosti plameňov. Je často hlavnou príčinou ďalšieho vznietenia látok a popálenia osôb. Na výšku a plochu plameňov má vplyv prúdenie plynov pri požiari a vplyv vetra. Plameň sa objavuje pri každom type horenia, s výnimkou

tlenia a podľa farby plameňa môžeme v niektorých prípadoch určiť horiacu látku. Pri požiaroch ohrozujú zasahujúcich hasičov a ľudí štyri nebezpečenstvá, ktoré sú spojené s ovzduším:

- nedostatok kyslíka v mieste požiaru,
- zvýšená teplota v okolí požiaru,
- znížená viditeľnosť na mieste zásahu v dôsledku vznikajúceho dymu,
- toxicita spodín horenia pri požari.

Nedostatok kyslíka na mieste požiaru

Pri horení dochádza s spaľovaním kyslíka a tým k vytlačaniu vzduchu spodinami horenia. Normálny obsah kyslíka v ovzduší je 21 %, ale už pri koncentráciách pod 18 % pociťuje ľudský organizmus nedostatok kyslíka. Účinky zníženého percenta kyslíka v okolitej atmosfére na ľudský organizmus sú zhrnuté v tabuľke 18.

Tabuľka 18

Vplyv kyslíka na organizmus	
Množstvo kyslíka vo vzduchu (%)	Vplyv na ľudský organizmus
21	Žiadne, t.j. normálne podmienky.
17	Zhoršená koordinácia svalovej činnosti, zrýchlenie dýchanie kvôli kompenzácii zníženého množstva O ₂ .
12	Bolesti hlavy, závrate, rýchla únava (malátnosť).
9	Bezvedomie.
6	Smrť po niekoľkých minútach následkom udusenía a zástavy srdca.

Poznámka : jednotlivé príznaky sa môžu pri rôznych osobách objavovať pri vyšších a nižších koncentráciách kyslíka v ovzduší. Konkrétne hodnoty závisia aj na dĺžke pobytu osôb v takomto prostredí, ich fyzickom a zdravotnom stave, veku a pohlaví.

Zvýšená teplota v okolí požiaru

Pri vdýchnutí spodín horenia s vyššou teplotou môže dôjsť k poškodeniu dýchacích ciest. V dôsledku vdýchnutia vzduchu o teplote okolo 50 °C, môže dôjsť k zníženiu krvného tlaku a poruche obehového systému.

Znížená viditeľnosť na mieste v dôsledku vznikajúceho dymu

Dym, ktorý vzniká pri požiari je zmes častíc uhlíka, dechtu, prachu a horľavých plynov a pár. Na týchto časticiach potom kondenzujú niektoré plynné produkty horenia, zvlášť aldehydy a organické kyseliny. Niektoré čiastočky dymu pri vdychovaní dráždia dýchacie cesty, pričom časť z nich môže mať pre osoby aj smrteľné účinky.

Niektoré častice vyskytujúce sa v dyme podporujú vznik rakoviny. Tieto účinky má na ľudský organizmus nielen vdychovanie častíc, ale aj ich dlhodobý styk s pokožkou človeka.

Toxicita spodín horenia pri požiari

Pri požiari je organizmus vystavený účinkom rôznych dráždivých a toxických látok, pričom spoločný účinok týchto látok je silnejší, ako toxicita súčtu jednotlivých látok.

Vznikajúce plyny pri požiari majú niekoľko škodlivých účinkov. Niektoré z nich pôsobia priamo na pľúca a spôsobujú ich opuch (napr. HCl, HCN, SO₂ a pod.) a iné sa spájajú s červenými krvinkami a znižujú (blokujú) schopnosť krvi prenášať kyslík (napr. CO₂), výsledkom čoho môže byť vnútorné udusenie postihnutého človeka.

Pri požiariach horľavých kvapalín v závislosti od ich zloženia vznikajú predovšetkým toxické plyny ako oxid uhoľnatý (CO), oxid uhličitý (CO₂) a ďalšie.

8.4 Výbušné látky

Niektoré z nebezpečných látok v zmesi so vzduchom v prítomnosti vhodného iniciačného zdroja (otvoreného plameňa, iskier, žeravých častí zariadenia) vybuchujú. K tomu, aby k výbuchu mohlo dôjsť, je nutné dosiahnuť určitú koncentráciu plynov alebo pár látok v ovzduší. Koncentračné rozpätie, v ktorom pary látky v zmesi so vzduchom vybuchujú, sa označuje oblasť výbušnosti. Spodná hodnota koncentrácie tejto oblasti sa nazýva dolná medza výbušnosti, horná hodnota sa nazýva horná hranica výbušnosti.

Najnebezpečnejšie sú teda pre nás samozrejme také látky, ktoré majú veľmi nízku dolnú medzu výbušnosti. Patria k nim známe a široko využívané plyny, ako sú napr. zemný plyn (metán), oxid uhoľnatý, svietiplyn, propán-bután, propylén, acetylén, vodík atď. Prehľad niektorých základných chemických výbušných látok je zhrnutý v nasledujúcej tabuľke.

Základné chemické výbušné látky

Nebezpečná chemická látka	Chemický vzorec
Zemný plyn (metán)	CH ₄
Propán – bután	C ₃ H ₈ C ₄ H ₁₀
Vodík	H ₂
Oxid uhoľnatý	CO
Etylén	CH ₂ = CH ₂
Acetylén	C ₂ H ₂
Automobilový benzín	Zmes uhľovodíkov

8.5 Šírenie oblakov plynov alebo pár

Na to, či sa látka šíri pri zemi, či uniká do vzduchu, má vplyv celý rad faktorov. Jedným z nich je relatívna molekulová hmotnosť. Priemerná relatívna molekulová hmotnosť vzduchu je 29. Plynné látky s relatívnou molekulovou hmotnosťou nižšou ako 29 sú ľahšie ako vzduch, a preto budú unikať nahor do ovzdušia. Naopak plyny ťažšie ako je vzduch zostávajú pri zemi a obtiažne sa rozptyľujú.

Napríklad chlór tvoriaci molekulu Cl₂ má relatívnu molekulovú hmotnosť 71. Pri havárii zásobníka s chlórrom bude teda veľmi nebezpečné jeho šírenie pri zemi. Môžeme predpokladať, nakoľko sa teda chlór šíri pri zemi jeho „zatekanie do priehlbín, pivníc a kanalizácie“.

Plynné látky ťažšie ako vzduch môžu v podzemných priestoroch ohroziť obyvateľstvo i v prípade, že ich toxicita je veľmi nízka alebo žiadna. Z praxe sú známe mnohé prípady, kedy netoxická látka ako dusík alebo oxid uhličitý vnikla do podzemných priestorov, odkiaľ vytesnila vzduch a teda i kyslík, nevyhnutný k dýchaniu. Nebezpečenstvo účinku netoxických látok nie je len v možnosti vytesnenia vzduchu. Tieto látky sa väčšinou skladujú či prepravujú ako skvapalnené alebo stlačené plyny. V prípade nekontrolovaných únikov dochádza k okamžitému odparovaniu skvapalneného alebo stlačeného plynu, k čomu je nutné obrovské množstvo energie, ktorá je odobraná z okolia, v ktorom sa to prejaví prudkým znížením teploty. Preto pri takýchto haváriách vznikajú nezvyčajné omrzliny osôb.

Rýchlosť a hĺbka šírenia oblaku látky po havárii závisí na nasledujúcich faktoroch:

- druh uniknutej nebezpečnej látky,
- množstvo uniknutej nebezpečnej látky,
- spôsob úniku nebezpečnej látky,
- meteorologické podmienky.

K rozhodujúcim meteorologickým parametrom ovplyvňujúcim šírenie látok patrí predovšetkým:

- vertikálna stálosť atmosféry (izoterma, inverzia, konvencia),
- smer prízemného vetra,
- rýchlosť prízemného vetra,
- atmosférická difúzia.

Ďalej sa uplatňujú aj ďalšie faktory, ako sú členitosť (prevýšenie) terénu a pokrytosť terénu.

Závažné priemyselné havárie s únikom nebezpečnej látky sa prejavujú niektorými charakteristickými znakmi. Patria k nim napr. viditeľné prejavy, ako je hmla v mieste havárie, vlnenie ovzdušia nad havarovaným objektom, pri požiari potom neobyčajná farba plameňa, zápach, spontánne horenie na povrchu nehorľavých materiálov, napr. oceľové cisterny. Prípadne sa môžu vyskytovať zvukové prejavy, ako je hvízdanie pri úniku stlačeného plynu.

Uvedené prejavy často doprevádzajú i akustické javy, ako sykot unikajúceho plynu, výbuchy, praskanie materiálov a ďalšie.

Na potenciálnom nebezpečenstve havárie s únikom nebezpečných látok je možné usudzovať rovnako podľa zvuku sirény. V tomto prípade znie kolísavý tón počas dvoch minút a označuje „bezprostredné ohrozenie nebezpečnými látkami.“

V nasledujúcej tabuľke je uvedený typický zápach priemyselných toxických látok.

Charakteristický zápach priemyselných toxických látok

Charakteristický zápach	Priemyselná toxická látka
Ostrý, štiplavý	Amoniak
Rybí	Anilín
Cesnakový alebo rybí	Arsín, fosfin
Sladký, podobný éteru	Benzén, toluén, xylén, etylénoxid, metylénchlorid, trichlóretylén
Štiplavý	Chlór, formaldehyd
Ostrý, dusivý	Kyselina chlórovodíková, chlór
Po horkých mandliach	Kyanovodík
Po skazených vajciach	Sírovodík
Po plesni alebo po ovocí	Metylbromid
Dráždivý, ostrý	Oxidy dusíka
Štiplavý	Oxid siričitý
Po zhnitej kapuste	Sírouhlík
Po cesnaku alebo zápachu rozpúšťadiel	Organofosfátové pesticídy
Sladký, štiplavý	Fenol
Po plesni alebo po čerstvo posekanom sene	Fosgén
Ovocný a štiplavý	Toluén, diizokyanát

Jednou z možností, ako poznať, že sa jedná o haváriu s nebezpečnou látkou, je označenie nádrží, cisterien, zásobníkov či skladov výstražnými tabuľkami. Označovanie výstražnými tabuľkami sa prevádza s cieľom maximálneho zníženia rizika pri preprave, skladovaní a používaní. Existuje niekoľko systémov označovania látok, ktoré sa líšia podľa určenia, štátu a ďalších aspektov.

8.6 Karta bezpečnostných údajov

Význam karty bezpečnostných údajov

Karta bezpečnostných údajov (ďalej len „KBÚ“) je súhrn identifikačných údajov o podnikateľovi, o nebezpečnej chemickej látke alebo o nebezpečnom chemickom prípravku a údajov potrebných na ochranu života a zdravia ľudí a životného prostredia.

KBÚ je povinný vyhotoviť podnikateľ pre každú nebezpečnú chemickú látku, každý nebezpečný chemický prípravok, ktorý uvádza na trh. KBÚ umožňuje odborným užívateľom prijať potrebné opatrenia súvisiace s ochranou zdravia a bezpečnosťou na pracovisku pri práci s chemickými faktormi a s ochranou životného prostredia. Informácie musia byť napísané zrozumiteľne a čitateľne.

Karta bezpečnostných údajov obsahuje:

- a) obchodné meno, sídlo a identifikačné číslo právnickej osoby alebo meno, priezvisko a trvalý pobyt fyzickej osoby, ktorá uvádza nebezpečnú chemickú látku alebo nebezpečný chemický prípravok na trh,
- b) názov nebezpečnej chemickej látky alebo názov nebezpečného chemického prípravku a informáciu o jeho zložkách a komponentoch,
- c) identifikáciu vlastností nebezpečnej chemickej látky alebo nebezpečného chemického prípravku,
- d) pokyny pre prvú pomoc,
- e) protipožiarne opatrenia, opatrenia pri zdolávaní požiaru,
- f) opatrenia pri úniku, mimoriadnych situáciách a haváriách,
- g) požiadavky na nakladanie a skladovanie,
- h) požiadavky na ochranu osôb pred expozíciou,
- i) informácie o fyzikálnych a chemických vlastnostiach,
- j) informácie o stabilite a reaktivite,
- k) informácie o toxicite,
- l) ekologické informácie,
- m) podmienky zneškodňovania,
- n) podmienky prepravy,
- o) regulačné informácie pozostávajúce z povinnosti uviesť na nálepke (etikete, štítku) základné informácie o klasifikácii, balení a označovaní a či ich používanie je obmedzené,
- p) ďalšie informácie, napríklad dátum vyhotovenia karty bezpečnostných údajov, požiadavky na odbornú spôsobilosť, školenie, odporučené použitie, obmedzenie.

9 Opatrenia prevencie, ochrany a likvidácie následkov závažných priemyselných havárií

V tejto časti sú uvedené opatrenia, ktoré je nutné postupne a trvale plniť pri príprave a realizácii prevencie a likvidácie následkov priemyselných havárií (všeobecná a zjednodušená metodológia).

Bezpečnostné opatrenia sa spravidla rozdeľujú na organizačné a technické bezpečnostné opatrenia. Toto delenie môže byť účelné a užitočné, ale rovnako sa pri ich zvažovaní, navrhovaní a následnej realizácii veľa ráz rôzne prelinajú a dopĺňujú a sú na sebe pochopteľne do značnej miery závislé.

Návrh jednotlivých opatrení prevencie, ochrany a likvidácie následkov závažných priemyselných havárií (návrh metodického postupu):

- Evidovať všetky významné potenciálne zdroje havárií na danom území.
- Vhodnou analýzou rizika (analýzami rizík) stanoviť hlavný závažný zdroj rizika v objekte alebo areáli priemyselného podniku alebo spoločnosti. Pokiaľ sa identifikujú tzv. zdroje rizika v neprijateľnej oblasti rizika, nutné je previesť s týmito zdrojmi rizika ďalšiu podrobnejšiu analýzu rizika. Analýza a hodnotenie rizika musí byť prevedená skúseným tímom expertov, rovnako tak interpretáciu výsledkov má podať spracovateľský tím.
- Spracovať na základe výsledkov analýzy a hodnotenia rizika ďalšie organizačné bezpečnostné opatrenia, ktoré znížia mieru rizika najviac nebezpečných zdrojov rizika.
- Rozpracovať na základe výsledkov analýzy a hodnotenia rizika ďalšie technické bezpečnostné opatrenia, ktoré znížia mieru rizika najviac nebezpečných zdrojov rizika.
- Spracovať a zaviesť bezpečnostný program prevencie závažných priemyselných havárií.
- Spracovať bezpečnostnú správu.
- Spracovať a využívať havarijný plán podniku.
- Spracovať a odovzdať štátnej správe podklady pre stanovenie zóny havarijného plánovania a pre vypracovanie plánov ochrany obyvateľstva.
- Spracovať a udržiavať v aktuálnom stave plán opatrení pre prípad havarijného zhoršenia akosti vôd.
- Vypracovať kanalizačný poriadok.
- Spracovať a využívať posúdenie požiarneho nebezpečenstva.
- Spracovať a udržiavať vodohospodársky havarijný plán.
- Vybudovať, udržiavať a pravidelne kontrolovať moderný detekčný a monitorovací systém pre zisťovanie prítomnosti niektorých vybraných

nebezpečných látok, napr. chlór, amoniak, kyanovodík, chlórkyán, fosgén, apod.

- Trvalo udržiavať funkčné varovné systémy a prevádzkať ich praktické previerky. O cvičných previerkach informovať obyvateľstvo v okolí prevádzkovateľa.
- Vybudovať, udržiavať a pravidelne kontrolovať elektronickú požiaru signalizáciu.
- Ak má prevádzkovateľ zriadený vlastný hasičský záchranný zbor, mal by uskutočňovať jeho pravidelné vzdelávanie a praktické nácviky a súčinnosť cvičení.
- Previesť dôkladné súčinnostné jednanie (potvrdené písomným zápisom) so všetkými hlavnými i ďalšími zložkami integrovaného záchranného systému.
- Spolupracovať so všetkými zainteresovanými orgánmi štátnej správy v mieste.
- Informovať okolité obyvateľstvo o konkrétnych nebezpečných látkach, ktoré sa môžu pri závažnej havárii dostať mimo areál objektu alebo areál prevádzkovateľa.
- Vydať informačnú brožúru pre okolité obyvateľstvo so stručnou, ale jasnou informáciou o nebezpečných látkach, ich prejavoch; spôsoboch ochrany pred nimi; odporúčaných modeloch chovania ohrozených alebo zasiahnutých osôb; spôsob poskytnutia prvej pomoci, apod.
- Vykonávať pravidelné informačné stretnutia s obyvateľstvom v okolí prevádzkovateľa.
- Spolupracovať s miestnymi médiami (tlač, rozhlas a televízia).
- Vytvorenie a pravidelná aktualizácia vlastnej webovej stránky.

Niektoré vyššie uvedené dokumenty potom zahrňujú celý rad ďalších plánov, ktoré napríklad môže slúžiť ako havarijný plán, ktorý obsahuje tieto plány:

- Traumatologický plán.
- Plán varovania zamestnancov.
- Plány individuálnej ochrany.
- Evakuačné plány.
- Plány ukrytia zamestnancov.
- Operatívne karty zariadení.

Rozhodujúce je nielen pripraviť dobré a funkčné plány, ale zásadný význam má aj systematická príprava havarijného manažmentu. Okrem diferencovaných školení, kurzov a iných foriem vzdelávania zamestnancov, ale predovšetkým členov havarijnej komisie.

Vyvrcholením je potom príprava a prevedenie rôznych cvičení, kde sa najlepšie preveria spolupráca a kooperácia jednotlivých členov havarijného tímu a ich schopnosť havarijné situácie riešiť rýchlo a efektívne.

10 Radiačné havárie a ich následky

Najvýznamnejšími zdrojmi elektrickej energie v Slovenskej republike sú tepelné elektrárne spaľujúce uhlie a jadrové elektrárne v Jaslovských Bohuniciach a Mochovciach.

Na jadrovú a radiačnú bezpečnosť jadrových elektrární je kladený vysoký dôraz. Žiadny iný odbor ľudskej činnosti nemá v súčasnej dobe tak prísne vymedzené pravidlá bezpečnosti ako oblasť jadrovej energetiky a oblasť využívania rádioaktívnych materiálov. Rovnako ako Slovenská republika má väčšina štátov sveta vo svojich právnych predpisoch a bezpečnostných návodoch zakotvené odporúčenia a pravidlá vydané Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu vo Viedni a riadia sa nimi. Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu vo Viedni je orgánom Organizácie spojených národov. Jej odporúčenia sú formulované na základe kvalifikovaných rozborov a odporúčení skupín najlepších svetových odborníkov. Disponuje však tiež radou významných právomoci a kontrolných mechanizmov.

Nahrádzovanie klasických tepelných elektrární spaľujúcich uhlie jadrovými elektrárnami je ekologickým prínosom. Na rozdiel od elektrární spaľujúcich uhlie jadrové elektrárne neprodukujú popolček, oxid siričitý, oxidy dusíka, a ďalšie obdobné škodlivé látky znečisťujúce životné prostredie.

Elektrárne spaľujúce uhlie vypúšťajú do životného prostredia obrovské množstvá oxidu uhličitého (napr. v SR v roku 2001 bol podiel CO₂ 42 tisíc ton), čo sa stáva celosvetovým ekologickým problémom najmä preto, že oxid uhličitý je príčinou tzv. "skleníkového efektu", ktorý vedie k nežiaducemu globálnemu otepľovaniu atmosféry.

Z komínov uhoľných elektrární sú do ovzdušia vypúšťané rádioaktívne látky, ktoré sa nahromadili v uhlí v priebehu geologického vývoja. Odborná literatúra uvádza, že celosvetovo je do životného prostredia vypúšťané z elektrární spaľujúcich uhlie stokrát viac rádioaktivity ako z elektrární jadrových.

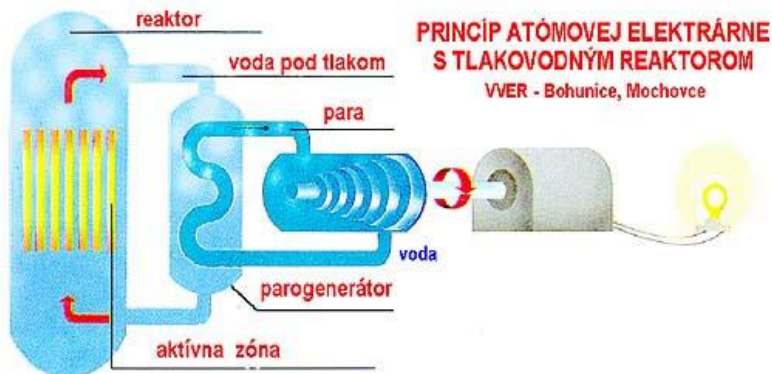
10.1 Spôsob výroby elektrickej energie v JE a jej dopad

Princíp výroby elektriny v jadrovej elektrárni je podobný ako v klasickej tepelnej elektrárni. Rozdiel je len v zdroji tepla. V tepelnej elektrárni je zdrojom tepla fosílné palivo (uhlie, plyn), zatiaľ čo v jadrovej elektrárni je to jadrové palivo (prírodný alebo obohatený urán).

Palivo v podobe palivových kaziet je umiestnené v tlakovej nádobe reaktora, do ktorej prúdi chemicky upravená voda. Táto preteká kanálkami v palivových kazetách a odvádza teplo, ktoré vzniká pri štiepnej reakcii. Voda z reaktora

vystupuje s teplotou asi 297°C a prechádza horúcou vetvou primárneho potrubia do tepelného výmenníka - parogenerátora. V parogenerátore preteká zväzkom trubiek a odovzdáva teplo vode, ktorá je privádzaná zo sekundárneho okruhu s teplotou 222°C. Ochladená voda primárneho okruhu sa vracia späť do aktívnej zóny reaktora. Voda sekundárneho okruhu sa v parogenerátore odparuje a cez parný kolektor sa para odvádza na lopatky turbíny. Hriadeľ turbíny roztáča generátor, ktorý vyrába elektrickú energiu.

Po odovzdaní energie turbíne para kondenzuje v kondenzátore a vo vodnom skupenstve cez ohrievače prúdi späť do parogenerátora. Zmes v kondenzátore je chladená tretím chladiacim okruhom. V tomto okruhu sa voda ochladzuje vzduchom prúdiacim zo spodnej do hornej časti chladiacej veže tzv. komínovým efektom. Prúd vzduchu so sebou unáša vodnú paru a drobné kvapky vody, a tak sa nad chladiacimi vežami vytvárajú oblaky pary.



Obrázok 2 Princíp výroby el. energie v jadrovej elektrárni ¹⁴

Doposiaľ nedoriešeným problémom spojeným s prevádzkou jadrových elektrární stále zostáva skladovanie vyhoreného jadrového paliva.

Únik rádioaktívnych látok z jadrového reaktora, ktorý nevedie k žiadnemu ohrozeniu osôb mimo jadrovú elektráreň, nazývame radičná nehoda. Pokiaľ by

¹⁴ Zdroj : http://www.seas.sk/index.php?_core_cnt_SetActiveGroup=223

únik rádioaktívnych látok bol taký veľký, že by sa jeho následky mohli dotýkať zdravia obyvateľstva v okolí elektrárne, hovoríme o radiačnej havárii. Pri radiačnej havárii sa robia mimoriadne opatrenia na ochranu zdravia obyvateľstva.

Projekt a technické riešenie jadrových elektrární v Slovenskej republike, dodržiavanie stanovených podmienok prevádzky a odborná, zdravotná i psychická spôsobilosť personálu elektrární, možnosť vzniku radiačnej havárie sa v podstate znižujú na veľmi malú pravdepodobnosť.

Jadrové reaktory prevádzkované v Slovenskej republike (typy VVER – 440) sú založené na inom princípe než reaktory RBMK v černo-bylskej jadrovej elektrárni. Vo svete je prevádzkovaných v súčasnej dobe asi 200 reaktorov pracujúcich na rovnakom princípe ako majú reaktory na Slovensku a ani u jedného z nich nedošlo k radiačnej havárii.

Pretože únik rádioaktívnych látok zo slovenských jadrových elektrární v množstve, ktoré by ohrozilo zdravie obyvateľstva, je len veľmi málo pravdepodobný, je nutné pripraviť sa i na situáciu, že by k danému úniku skutočne prišlo. Každé nebezpečenstvo, na ktoré sme pripravení, je menšie. Sústava bezpečnostných požiadaviek pre prevádzku jadrovej elektrárne preto vyžaduje, aby pre jadrovú elektráreň a pre jej okolie boli spracované havarijné plány. Tieto plány riešia, ako postupovať v prípade, že by k radiačnej havárii došlo.

Jadrové elektrárne majú zriadenú vlastnú kvalifikovanú havarijnú komisiu, ktorá má k dispozícii moderné nástroje pre rýchle a účinné riešenie všetkých možných havarijných situácií alebo len väčších porúch. Medzi tieto nástroje patrí i moderná výpočtová technika a kvalitný softvér - nástroj pre rýchle a efektívne riešenie havarijnej situácie.

Najdôležitejšími opatreniami na ochranu obyvateľstva bezprostredne pri vzniku radiačnej havárie v jadrovej elektrárni sú varovanie, ukrytie, jódomá profylaxia a evakuácia. Tieto opatrenia sa týkajú ľudí žijúcich v zóne havarijného plánovania. Pre jadrovú elektráreň Jaslovské Bohunice má tato zóna tvar kruhu o polomere 30 km okolo elektrárne. Pre jadrovú elektráreň Mochovce má tato zóna polomer 20 km. Menší polomer zóny havarijného plánovania pre jadrovú elektráreň Mochovce je zdôvodňovaný tým, že daná jadrová elektráreň je modernejšia a je vybavená lepšími ochrannými prvkami.

Uzavretý rad jadrových udalostí, ktorých podľa Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu a podľa ohrozenia osôb, životného prostredia, poškodenia jadrového zariadenia a narušenia bezpečnostného systému radí jadrové udalosti do jedného zo siedmich stupňov. Toto je stručne uvedené v nasledujúcej tabuľke. Uvedená agentúra, ktorej členom je i Slovensko, zaviedla v roku 1990 základné stupnice pre hodnotenie jadrových udalostí.

Sedem stupňov jadrovej udalosti

Stupeň udalosti	Stručný popis udalosti
1	odchýlka od medzi predpísaných funkčných parametrov
2	porucha s potenciálom bezpečnostných následkov
3	vážna porucha
4	havária s účinkom hlavne na jadrovom zariadení
5	havária s rizikom pre okolí
6	závažná havária
7	veľká havária

Žiadna jadrová elektrárňa nesmie byť spustená do prevádzky, pokiaľ nie je spracovaný jej havarijný plán a zabezpečená jeho prípadná realizácia.

Vedľa havarijného plánu pre vlastnú elektrárňu musia byť spracované i plány na ochranu obyvateľstva, tzv. plány ochrany obyvateľstva. Tieto plány sa spracovávajú pre okolie jadrovej elektrárne, ležiacej v zóne havarijného plánovania.

V jadrovej elektrárni, v jej okolí i po celom území štátu sa sústavne vykonáva a vyhodnocuje meranie rádioaktivity. Vykonáva sa takzvané monitorovanie radiačnej situácie. V prípade radiačnej havárie umožňuje monitorovanie účelne rozhodovať o potrebe vykonávať vyššie uvedené, ale i všetky ostatné opatrenia na ochranu zdravia ľudí; takými opatreniami sú napr. opatrenia v poľnohospodárskej výrobe a vodnom hospodárstve, v zásobovaní potravinami, vodou a podobne.

Radiačné monitorovanie (získovanie, meranie a hodnotenie radiačnej situácie a interpretácie zistených hodnôt) je zaisťované operatívnu riadiacou skupinou, riadenou Výskumným ústavom jadrových elektrární (VÚJE). Jeho sídlom sú Jaslovské Bohunice. VÚJE vyvíja a aplikuje metódy osobnej dozimetrie pracovníkov JE a metódy hodnotenia radiačnej situácie v priestoroch JE. Vyvíja metódy a monitoruje úniky z primárneho do sekundárneho okruhu cez netesnosti parogenerátorov. Analyzuje a hodnotí účinnosť systému zabezpečenia radiačnej ochrany personálu a uplatňovanie princípov ALARA (ALARA - As Low As Reasonably Achievable, t. z. zaistiť, aby radiačná expozícia vo vnútri jadrovej elektrárne i mimo nej bola tak nízka, ako je možné rozumne dosiahnuť so

zvážením ekonomických a sociálnych faktorov) pri prevádzke a vyradovaní jadrových zariadení a pri manipulácii s rádioaktívnymi odpadmi a navrhuje, zabezpečuje opatrenia na jej zlepšenie. VÚJE vyvíja a aplikuje metódy dozimetrie pre dozimetriu životného prostredia a pre sledovanie migrácie rádionuklidov v zložkách životného prostredia. Vypracováva hodnotenia vplyvu jadrových zariadení na životné prostredie podľa zákona č. 127/1994 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie. Vyvíja a overuje výpočtové modely šírenia rádioaktívnych látok v okolí jadrovo-energetických zariadení. Vypracováva výpočtové modely vodnej sústavy ovplyvnenej kvapalnými výpusťami z JE. Vyvíja metodiky a zabezpečuje programové vybavenie a databázy pre hodnotenie rádiologického vplyvu normálnej prevádzky na obyvateľstvo v okolí jadrových zariadení v SR a ČR. Navrhuje a realizuje systém komplexného hodnotenia stavu životného prostredia a zdravotného stavu obyvateľov v okolí energetických zariadení.

Všetci občania v zóne havarijného plánovania okolo jadrových elektrární Jaslovské Bohunice a Mochovce obdržali : „Príručku pre ochranu obyvateľov v prípade radiačnej havárie.“

Uvedená príručka sa skladá z nasledujúcich častí:

- Základné informácie.
- Varovné signály.
- Všeobecné zásady ochrany obyvateľstva.
- Jódová profylaxia.
- Evakuácie.
- Prílohy.

Najdôležitejšími opatreniami na ochranu zdravia ľudí pri radiačnej havárii sú:

- Varovanie obyvateľstva.
- Ukrytie obyvateľstva v budovách.
- Jódová profylaxia.
- Evakuácia osôb.

10.2 Opatreniami na ochranu zdravia ľudí pri radiačnej havárii

Varovanie obyvateľstva

Obyvateľstvo je v prípade radiačnej havárie upozornené na vznik havarijného stavu v jadrovej elektrárni elektrickými sirénami.

Varovný signál vyžaduje od osôb nachádzajúcich sa v zóne havarijného plánovania okamžité ukrytie v budovách a zapnutie televíznych a rozhlasových prijímačov. Prostredníctvom televízneho a rozhlasového vysielania občania obdržia informácie o vzniku havarijného stavu v jadrovej elektrárni a pokyny pre vykonanie ochranných opatrení, t. j. pre ukrytie, jódovú profylaxiu, evakuáciu a ďalšiu činnosť.

Ukrytie obyvateľstva

Ukrytie obyvateľstva v budovách podstatne znižuje priame ožiarenie osôb ionizujúcim (rádioaktívnym) žiarením, možnosť vdychovania rádioaktívnych látok a zamorenia povrchu tiel rádioaktívnymi látkami. Ukrytie obyvateľstva sa plánuje a pri radiačnej havárii vykonáva v celej zóne havarijného plánovania, ihneď po varovaní sirénami. Obyvatelia musia zostať ukrytí po dobu, ktorá je im oznámená v oznamovacích prostriedkoch. Pri ochrane obyvateľstva ukrytím má najväčší význam ukrytie občanov vo vlastných bytoch a rôznych spoločenských a administratívnych budovách.

Jódová profylaxia

Medzi rádioaktívne prvky, ktoré by mohli uniknúť z jadrovej elektrárne pri radiačnej havárii, patria i rádioaktívne izotopy jódu (^{131}I). Vdychovaný jód sa usadzuje v štítnej žľaze osôb. Usadzovanie rádioaktívneho jódu možno zabrániť tým, že štítnu žľazu nasýtíme normálnym, nerádioaktívnym jódom. Preto má každý občan, žijúci v zóne havarijného plánovania, k dispozícii tablety jodidu draselného, ktoré musia po varovaní o vzniku radiačnej havárie prehltnúť v množstve uvedenom v televíznej a rozhlasovej relácii. Jódovými tabletami sú vybavení obyvatelia v zóne havarijného plánovania v súlade s nariadením vlády SR.

Účinnosť jódovej profylaxie závisí na čase podania preparátu. Ak sa uskutoční ich podanie 1 až 6 hodín pred začiatkom príjmu rádioaktívneho jódu, je ochrana jódovou profylaxiou takmer úplná. Pri oneskorenom podaní sa znižuje, napríklad pri podaní 2 hodín po začiatku príjmu rádioizotopu jódu je asi polovičná. Jódová profylaxia sa môže opakovať, spravidla po 48 hodinách. Množstvo jodidu draselného ukazuje názorne nasledujúca tabuľka.

Množstvá jodidu draselného určené na požitie v prípade radiačnej havárie

Novorodenci	Kojenci a deti do 3 rokov	Deti od 3 do 12 rokov	Osoby staršie ako 12 rokov
¼ tablety	½ tablety	1 tableta	2 tablety
16 mg KI	32 mg KI	65 mg KI	130 mg KI

Na území Slovenskej republiky mimo zónu havarijného plánovania má byť vykonané zaistenie jódových tabliet v súlade s krízovými plánmi príslušného orgánu štátnej správy a samosprávy.

Pokyny pre ukrytie, jódovú profylaxiu a evakuáciu sú podrobne uvedené v *Príručke pre ochranu obyvateľov v prípade radiačnej havárie*.

Evakuácia

Evakuáciou rozumieme neodkladné, rýchle premiestnenie osôb z ohrozenej oblasti do miest ležiacich mimo zónu havarijného plánovania. Evakuácia pri radiačnej havárii sa plánuje len z obcí, v ktorých by ukrytie a jódová profylaxia nemuseli byť dostatočne účinným opatrením na ochranu zdravia. Evakuácia sa plánuje z obcí nachádzajúcich sa vo vzdialenosti do 10 km od elektrárne. Pri radiačnej havárii sa vykonáva z územia do 5 km od elektrárne a v piatich výsekoch zón havarijného plánovania v smere vetra do vzdialenosti 10 km.

Na plánovanie a vykonanie všetkých opatrení k ochrane obyvateľstva sa podieľajú orgány štátnej správy a samosprávy miest a obcí, orgány civilnej ochrany a ďalšie orgány a organizácie. K tomu účelu sa vytvárajú krajské resp. obvodné komisie pre radiačné havárie, ktoré majú štatút poradného, koordinačného a riadiaceho orgánu prednostu krajského úradu resp. okresného úradu pre jednotné zabezpečovanie prípravy a realizácie opatrení na ochranu obyvateľstva a hospodárstva pri vzniku radiačnej havárie. Činnosť uvedených komisií završuje Komisia vlády SR pre radiačné havárie, ktorá je charakterizovaná ako riadiaci, poradný a koordinačný orgán vlády SR (KRH SR).

Dôležitým faktorom na zaistenie ochrany ľudí pri radiačnej havárii je tiež havarijná pripravenosť. Opatrenia na ochranu obyvateľstva uvedené v havarijných plánoch musia byť zabezpečené povolanými a odborne znalými osobami, materiálom a technikou. Postupy pri riešení havarijných situácií je nutne pravidelne precvičovať.

Presídlenie obyvateľstva je dlhodobé opatrenie, ktoré sa napred neplánuje a nepripravuje. Jeho zmyslom je zabrániť pobytu obyvateľstva v nepripustne zamorených oblastiach. Podľa potreby môže dôjsť i k presídľovaniu obyvateľstva, ktoré nebolo v časej fáze havárie evakuované.

Regulácia pohybu osôb sa plánuje a pripravuje pre prípad radiačnej havárie jadrového energetického zariadenia v územných celkoch spadajúcich do zóny havarijného plánovania. Úlohou regulácie pohybu osôb na ohrozenom území je zabrániť vstupu osôb do ohrozeného priestoru, zaistiť prejazdnosť komunikácii pre monitorovacie skupiny, pre evakuáciu obyvateľstva a presuny síl a prostriedkov vykonávajúcich záchranné a likvidačné práce. Znížiť ožiarenie a rádioaktívnu kontamináciu osôb, zabezpečiť ochranu majetku a celkovo racionálne usmerniť dopravu a prepravu osôb v ohrozenej oblasti. Regulácia je organizovaná jednotkami polície, ktoré sú neskoršie doplnené i vojenskými jednotkami. Regulačné miesta sú dopredu stanovené a ďalšie miesta pôsobenia a konkrétna činnosť regulujúcich skupín sa upresňuje v náväznosti na aktuálne ochranné opatrenia.

Na výjazdoch zo zóny havarijného plánovania sa plánujú, zaisťujú a prípadne realizujú regulačné miesta, kde by sa vykonávala dozimetrická kontrola osôb, vozidiel a materiálu vyvázaných zo zóny havarijného plánovania.

V blízkosti regulačných miest sa zriaďujú miesta pre vykonávanie dekontaminácie. Ide spravidla o verejné či podnikové umývárne alebo sprchovacie zariadenia, miesta špeciálnej očisty budované poľným spôsobom záchrannými a výcvikovými základňami a jednotkami územného vojska Ozbromených síl Slovenskej republiky.

Regulácia používania potravín, vody a krmív sa plánuje a pripravuje pre územné celky v zóne havarijného plánovania. V počiatočnej fáze radiačnej havárie jadrového energetického zariadenia sa vydáva zákaz spotreby všetkých potravín a krmív na ohrozenom území s výnimkou vhodne skladovaných a chránených pred rádioaktívnou kontamináciou. Zákaz používania vody na potravinárske účely a k napájaniu hospodárskych zvierat, je vydávaný pre neupravenú vodu odobratú z nechránených vodných zdrojov a pre dažďovú vodu.

Podľa charakteru vzniknutej radiačnej situácie sa organizujú, zavádzajú a odvolávajú ďalšie zodpovedajúce poľnohospodárske, vodohospodárske, veterinárne a zásobovacie opatrenia. Relatívny význam týchto opatrení stúpa s časom od uplynutia havárie, t. j. tieto opatrenia sa zvažujú hlavne v strednej a poprípade poslednej fáze radiačnej havárie.

Zdravotná starostlivosť pri radiačnej havárii jadrovoenergetického zariadenia spočíva v komplexe liečebných, preventívnych, hygienických a protiepidemických opatrení. Pre územné celky v zóne havarijného plánovania sú spracované traumatologické plány.

11 Chemické havárie a ich následky

Mimoriadne udalosti (prevádzkové nehody a závažné havárie) v chemickom a inom procesnom priemysle a dopravné havárie spojené s únikom alebo výbuchom (požiarom) nebezpečných chemických látok majú svoju špecifiku. Je preto dôležité študovať záznamy týchto prípadov za účelom predvídania ich výskytu. Najčastejšie sa stretávame s požiarimi, ktoré sú tesne nasledované explóziami a výronmi toxických plynov alebo pár. Prehľad typov, pravdepodobností vzniku a následkov týchto nežiaducich udalostí je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 23

Prehľad typov, pravdepodobností vzniku a následkov nežiaducich udalostí

Typ havárie	Pravdepodobnosť vzniku udalostí	Smrteľné nebezpečenstvo pre osoby	Ekonomický potenciál strát
požiar	vysoká	malé	stredný
explózia	stredná	stredné	vysoký
výrony toxických plynov	malá	vysoké	nízky

Ak zaradíme tieto havárie podľa počtu smrteľných úrazov, potom je poradie presne opačné, lebo toxicita plyných výronov predstavuje najväčšie smrteľné nebezpečenstvo. Ako príklad toxického pôsobenia na osoby, zvieratá a životné prostredie môže slúžiť priebeh popisu chemickej havárie v Bhopále a katastrofické následky tohto prípadu.

Ekonomické straty sú odpovedajúcim spôsobom vyššie pre nehody, pri ktorých dôjde k explózií nebezpečných chemických látok. Najhoršie typy explózií sú explózie neohrančeného mraku pár (UVCE – Unconfined Vapour Cloud Explosion). Veľký mrak prchavých a horľavých pár sa uvoľní zo zariadenia a disperguje po ploche podniku, prípadne sa môže takýto oblak dostať až mimo areál podniku do zaľudnenej oblasti, kde dôjde k jeho iniciácii a následnému výbuchu.

Chemické, petrochemické a iné procesné prevádzky sú jedny z najbezpečnejších zo všetkých priemyselných odvetví. Existuje v nich však taký nahromadený energetický a toxický potenciál, ktorý môže pri určitej kombinácii rôznych faktorov spôsobiť haváriu s katastrofickými následkami.

Každé chemické zariadenie ako systém má tri základné zložky:

- hardware, čím je myslené všetko technické zariadenie, stavby a materiály,
- software, tj. predpisy, postupy a pravidlá,
- personál, tj. osoby s určitým stupňom kvalifikácie, výcvikom, zodpovednosti a motivácie.

Programy prevencie závažnej priemyselnej havárie sa zameriavajú na všetky tri zložky. Tieto tri zložky sú navzájom previazané a každá z nich ovplyvňuje druhú dve a je nimi tiež ovplyvňovaná.

Je nutné si uvedomiť, že každá nežiaduca udalosť (prevádzková nehoda alebo závažná havária) je následkom relatívne zložitej interakcie (simultánneho pôsobenia) rady faktorov. Jedná sa o pomysliteľný reťazec, v ktorom prerušením jedného článku dôjde k rozpadu postupnosti a tým i k zabráneniu nehody:

- technologické (fyzikálne, chemické a biologické),
- organizačné,
- individuálne,
- právne,
- politické a ďalšie.

Havarijné následky a prejavy chemických havárií predstavujú prejavy troch hlavných možných havarijných udalostí (podrobný popis v kapitole 8):

- únik toxickéj látky – jedovatosť,
- výbuch – tlaková vlna a rozptyl fragmentov trosiek,
- požiar – tepelné žiarenie.

Ochrana obyvateľstva pri chemickej havárii je zložitý komplex rôznych opatrení, ktoré sa plánujú dopredu a realizujú sa v spolupráci so zložkami integrovaného záchranného systému. Medzi súbor týchto opatrení patrí:

- Varovanie ohrozeného obyvateľstva.
- Vyrozumenie dotknutých orgánov a organizácií.
- Ukrytie obyvateľstva.
- Detekcia a monitorovanie chemickej situácie.
- Individuálna ochrana (u obyvateľstva sa predpokladá použitie prostriedkov improvizovanej ochrany osôb, zatiaľ čo u zásahových jednotiek sú

k dispozícii prostriedky protichemickej ochrany ako: ochranné masky, ochranné obleky, izolačné dýchacie prístroje, apod.).

- Represia zdrojov rizika a zamedzenie vzniku kumulatívnych a synergických účinkov a vzniku sekundárnych havárií.
- Lokalizácia a likvidácia požiaru, uvoľnenie komunikácií.
- Vyhľadávanie a vyprostovanie zasiahnutých osôb.
- Poskytovanie prvej zdravotníckej a prvej lekárskej pomoci.
- Uzavretie ohrozeného alebo postihnutého územia, regulácia pohybu osôb, vozidiel a ďalších prostriedkov.
- Vytváranie vodných clôn k zamedzeniu šírenia unikajúcej nebezpečnej látky.
- Dočasná pešia evakuácia.
- Dekontaminácia osôb, zvierat, a materiálu.
- Odstraňovanie príčin havárie a obnova pôvodného stavu vrátane opravy inžinierskych sietí a ďalšej infraštruktúry.
- Prevádzanie demolačných prác.

Rad opatrení bol popísaný v predchádzajúcej kapitole. Pochopiteľne sa činnosť obyvateľstva pri radiačnej a chemickej havárii líši, ale niektoré zásady sú platné pre oba hlavné prípady havárií. Preto už nie sú všetky vyššie uvedené opatrenia popísané. Sú uvedené len niektoré základné opatrenia, ktoré výrazne prispievajú na ochranu osôb.

Pre varovanie obyvateľstva sú vytvorené dobré základné predpoklady pre dobudovanie kvalitného jednotného systému varovania a vyzrozumenia. V trvalej prevádzkyschopnosti sú udržiavané systémy, ktoré umožňujú včasné varovanie a informovanie obyvateľstva o potenciálnom nebezpečenstve (viď. príloha 3 - Dohovorené signály CO).

Improvizovaná ochrana osôb

Pokiaľ nie sú prostriedky individuálnej ochrany k dispozícii musia sa ihneď použiť tzv. prostriedky improvizovanej ochrany dýchacích orgánov a povrchu tela. Ochrana dýchacích orgánov je najdôležitejšia pretože dýchacie orgány – ústa a nos sú „hlavnou bránou vstupu nebezpečných látok do organizmu“.

Na ochranu dýchacích orgánov sú vhodné nasledujúce improvizované prostriedky: vlažnou vodou navlhčená vreckovka, uterák, utierka, plienka, šatka, buničitá vata, primeraný kus textilnej látky, eventuálne navlhčený toaletný papier. Oči možno chrániť motoristickými, lyžiarskymi, alebo potápačskými

okuliarmi, pretože i tie sú významnou bránou vstupu nebezpečných látok do organizmu. Vetracie otvory u okuliarov je nutné prelepiť izolačnou páskou.

Navlhčená vreckovka alebo uterák chráni dýchacie orgány (ústa a nos) tým, že textilie pôsobia ako bariéra a voda rozpúšťa rad plynov. Vďaka nim dochádza k zníženiu koncentrácie nedobrovoľne dýchaného škodlivého plynu. Je treba si uvedomiť, že ochranná schopnosť takejto improvizovanej ochrany je časovo veľmi obmedzená na niekoľko minút a je možno ju využiť hlavne k rýchlemu presunu do vhodného úkrytu, alebo pre rýchle opustenie zamoreného priestoru.

Na ochranu povrchu tela môžeme najlepšie použiť gumový alebo igelitový plášť do dažďa (i s kapucňou), gumové čižmy, gumové alebo kožené rukavice. Na ochranu hlavy sa odporúča použiť kuklu, čiapku alebo inú pokrývku hlavy.

Evakuácia a evakuačná batožina

Evakuácia je veľmi účinným ochranným opatrením. Na jej vykonanie sú pripravené evakuačné plány, podľa nich sú ľudia evakuovaní do dopredu stanovených a pripravených priestorov. Evakuáciu vyhlasuje, zabezpečuje a organizuje orgán štátnej správy. Pokyny na prípravu a začatie evakuácie sú vysielané rozhlasom a televíziou. Miestne pokyny môžu byť vydávané miestnym rozhlasom alebo inými prostriedky, napríklad rádiovými vozmi.

Príprava na evakuáciu môže prebiehať v pokoji, ešte pred jej vyhlásením. Dôkladne si premyslíme, aké položky by sme mali mať v evakuačnej batožine. Každý si môže pripraviť svoju evakuačnú batožinu podľa svojich individuálnych potrieb.

Dobalenie ďalších položiek do evakuačnej batožiny by malo prebiehať v pokoji s rozumom, i keď v tejto dobe už môžu vznikať stresové situácie, prípadne až panika. Niektoré doporučené položky evakuačnej batožiny možno pripraviť dopredu (napr. niektoré osobné doklady), iné sú v dennom používaní a preto sa musia dobaľiť operatívne.

Evakuačnou batožinou je najlepšie plecniak, ktorý môžeme vziať na chrbát a ktorý je dopredu „nabalený“ niektorými potrebnými vecami.

Spôsob nabalenia	Doporučená položka v evakuačnej batožine
trvalo nabalené	odevné doplnky (náhradný odev, spodná bielizeň, ľahká obuv, pláštenka)
trvalo nabalené	spací vak alebo prikrývka
trvalo nabalené	jedálensky riad (obedár), lyžica, vrecový nôž, otvárač na konzervy
trvalo nabalené	písacie potreby a listové papiere
trvalo nabalené	predmety pre vyplnenie voľného času (kniha, časopis, spoločenská hra, karty, hračky pre deti)
trvalo nabalené	vreckové svietidlo a náhradné batérie, sviečky a zápalky
dobaliť	osobné doklady ako je občiansky preukaz, cestovný pas, rodný list, vodičský preukaz, technické osvedčenie motorového vozidla, preukaz poistenca (doklady detí)
dobaliť	nevyhnutné lieky a zdravotné pomôcky (napríklad osobné lieky, okuliare na čítanie)
dobaliť	toaletné potreby a prostriedky osobnej hygieny (zubná kefka a zubná pasta, toaletné mydlo, malý ručník, hrebeň, toaletný papier, dámske vložky, papierové vreckovky)
dobaliť	základné cennosti ako peniaze, vkladné knižky, platobné a sporožirové karty, poisťovacie zmluvy
dobaliť	základné trvanlivé potraviny ako konzervy, balený chlieb, balená pitná voda (minimálne na dobu 24 hodín)

Hlavné zásady chovania ohrozených a zasiahnutých osôb sú veľmi dôležité a môžu zachrániť život ohrozených alebo zasiahnutých osôb, eventuálne ochrániť alebo aspoň minimalizovať ohrozenie ich zdravia. Môže sa jednáť o vlastného „vykonávateľa“, ale i osoby v okolí sú správnym, rýchlym a bezpečným chovaním výrazne ovplyvnení. Jednotlivé zásady sú radené chronologicky, čiže v rade za sebou, ako sa musia plniť.

O mimoriadnej udalosti sa môžu občania dozvedieť v dvoch prípadoch :

- na základe varovania (napr. húkanie sirén, ktoré vyhlasujú varovný signál „všeobecné ohrozenie“),
- podľa príznakov udalostí (napríklad vytvorenie podozrivého oblaku plynu alebo pár, dopravnej havárie automobilovej cisterny, apod.).

Tabuľka 24

Hlavná zásada	Stručná charakteristika alebo vysvetlenie
Nepribližovať sa k miestu havárie	V mieste havárie sa vyskytujú spravidla nebezpečné chemické látky a prípravky vo forme plynov, pár, kvapalín alebo pevných látok. Tieto látky ohrozujú človeka svojou jedovatosťou výbušnosťou alebo horľavosťou, prípadne ďalšími nepriaznivými vlastnosťami nebezpečných chemických látok – žieravosť, karcinogenita, atď.
Vyhľadať vhodný úkryt v najbližšej budove	<p><u>Pokiaľ sme von</u>, najlepšie je vyhľadať najbližšiu budovu do ktorej sa ukryjeme a presunieme sa do najvyšších poschodí budovy a na záveternú stranu v smere od udalosti.</p> <p><u>Pokiaľ sme v aute</u>, najlepšie je ihneď zastaviť auto na vhodnom mieste a vyhľadať najbližšiu budovu, v ktorej sa ukryjeme a presunieme sa do najvyšších poschodí budovy a na záveternú stranu v smere od udalosti.</p> <p><u>Pokiaľ sme doma</u>, zostaneme v budove, presunieme sa do najvyšších poschodí budovy a na záveternú stranu v smere od udalosti. Okamžite zavrieme všetky okná a dvere, eventuálne iné otvory, uhasíme otvorený oheň a vypneme ventiláciu. Okna a dvere prelepíme na spojových miestach igelitovou lepiacou páskou pre lepšie utesnenie (lepšie 2-3x).</p> <p><u>Poznámka:</u></p> <p>Nevyužívame pivnice a podzemné priestory, kde sa môžu vyskytovať ako toxické, tak nedýchateľné plyny. Hrozí tu možnosť otravy (jedovate látky) a alebo udusenie (nedýchateľné plyny). Pokiaľ bezpečne vieme, že nás ohrozujú plyny a pary ľahšie ako vzduch (kyanovodík, čpavok) nepoužijeme najvyššie poschodia budovy.</p>

Použiť (ak je to nutné) improvizované prostriedky ochrany	Najvýznamnejšia je rýchla ochrana dýchacích ciest (ústa a nos) a ochrana očí, eventuálne ochrana povrchu tela. Improvizované prostriedky ochrany osôb sú podrobne popísané na inom mieste . Použijú sa spravidla na presun z miesta ohrozenia/zasiahnutia do miesta úkrytu alebo do evakuačného strediska.
Sledovať vysielanie televízie alebo počúvať rozhlas	V televízii a rozhlase (eventuálne v miestnom rozhlase, alebo prostredníctvom rozhlasových vozov) sú vysielané dôležité informačné relácie s pokynmi pre činnosť osôb. Tieto pokyny odborníkov je nutné bezpodmienečne plniť.
Pripraviť (dobaliť) evakuačnú batožinu	Občania môžu byť vyzvaní na evakuáciu, preto je vhodné mať pripravenú evakuačnú batožinu, prípadne dobaľiť niektoré doporučené položky evakuačnej batožiny.
Opustiť byt na základe výzvy kompetentných orgánov štátnej správy	Občania môžu byť vyzvaní na evakuáciu, potom musia opustiť svoj byt alebo dom, chatu, atď. Popritom sa riadiť pokynmi orgánov vykonávajúcich evakuáciu. Pred opustením bytu je nutné vypnúť elektrický prúd, prívod plynu a hlavný uzáver vody. Zapnuté necháme len ľadničky a mrazničky, kde sú uložené potraviny. Byt alebo dom sa uzamyká a zabezpečuje proti zlodejom, eventuálne rabovaniu. Je tiež nevyhnutné sa presvedčiť, či i susedia vedia, že majú opustiť byt. Urýchlene sa dostavíme na určené miesto.
Bezpečná pomoc ostatným	Pokiaľ je to v našich silách, poskytneme bezpečnú pomoc starým a nemocným ľuďom, a ľuďom neschopným pohybu. Ak sú blízko detí bez dozoru dospelých, poskytneme im pomoc a vezmeme ich so sebou.

12 Toxické havárie a ich následky

Havarijným prejavom úniku nebezpečnej toxickkej látky je vytvorenie oblaku pár látky v zmesi so vzduchom o určitej veľkosti. Veľkosť oblaku je daná najmä technologickými podmienkami úniku látky zo zariadenia a koncentrácie toxickkej látky tvoriacej hranicu okraja toxického oblaku.

Príčinou vzniku toxického oblaku je únik nebezpečnej látky toxického charakteru mimo technologické zariadenie.

Základné vstupné parametre pre vyhodnotenie toxickkej havárie:

- nebezpečná látka,
- typ úniku nebezpečnej látky,
- skupenstvo unikajúcej nebezpečnej látky,
- rýchlosť vetra v prízemnej vrstve,
- typ atmosférickej stálosti,
- korekcia na nerovnosť povrchu,
- toxická koncentrácia okraja oblaku.

Typ úniku nebezpečnej látky

Havarijný únik nebezpečnej látky zo zariadenia môže prebiehať niekoľkými základnými spôsobmi. V danom prípade bol vybraný model kontinuálneho a jednorazového úniku.

Kontinuálny únik – je typ úniku látky zo zariadenia (obyčajne v dôsledku narušenia nadväzujúcich technológií, vypadnutie upchávok, poškodenie potrubných trás a podobne) s dlhou dobou trvania úniku (tzv. PLUME). Minimálna doba úniku je daná časom potrebným pre vytvorenie priestorovo konštantného oblaku.

Jednorazový únik – je typ úniku nebezpečnej látky zo zariadenia, kedy je známe množstvo uniknutej látky v časovom intervale maximálne 3 – 5 min. Jedná sa teda o jednorazové úniky látky zo zariadenia (tzv. PUFF) v dôsledku závažných poškodení zásobníkov, kedy ide kvalifikovane odhadnúť množstvo uniknutej látky.

Skupenstvo unikajúcej nebezpečnej látky

Skupenský stav unikajúcej nebezpečnej chemickej látky je veľmi významný. Ak je unikajúca látka plynná, potom sa na tvorbe oblaku so vzduchom zúčastní všetko uniknuté množstvo látky.

V prípade, že je unikajúca látka v skupenstve kvapalnom, potom sa tvorby oblaku zúčastní iba časť unikajúcej látky, ktorá sa odparila. Ak je teplota látky

v zariadení vyššia ako jej bod varu (jedná sa o skvapalnený plyn), potom pri úniku kvapalnej fázy dochádza k okamžitému adiabatickému odparu v dôsledku rozdielu teploty látky v zariadení a teploty varu látky. Pokiaľ má kvapalina bod varu vyšší, ako je teplota látky v zariadení, potom sa tvorby oblaku zúčastní len množstvo nebezpečnej chemickej látky, ktoré sa odparilo plošným odparom.

Rýchlosť vetra v prízemnej vrstve

Rýchlosť vetra v prízemnej vrstve je zásadne významný parameter pre vznik a šírenie oblaku pri kontinuálnom type úniku. Všeobecne je možné význam rýchlosti vetra charakterizovať nasledovne : čím nižšia je rýchlosť vetra, tým je oblak stabilnejší a dosiahne väčšiu vzdialenosť, a naopak.

Pre jednorazový únik, nemá rýchlosť vetra vplyv na maximálny dosah oblaku, len definuje jeho rýchlosť šírenia krajinou.

Vietor s rýchlosťou pod $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nie je smerovo stabilný a nie je pre prognózy používaný. Rýchlosť vetra väčšia ako $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ neumožňuje vytvorenie stabilného oblaku – pre prognózy sa nepoužíva.

Typ atmosférickej stálosti

Typ atmosférickej stálosti definuje charakter počasia, za ktorého dochádza k šíreniu oblaku nebezpečnej chemickej látky. Atmosférická stálosť je charakterizovaná šiestimi typmi (A až F), ktoré uvádza s ich základnými charakteristikami tabuľka.

Tabuľka 24

Typy atmosférickej stálosti

Typ	Charakteristika
A	Extrémne nestabilné podmienky
B	Stredne nestabilné podmienky
C	Mierne nestabilné podmienky
D	Neutrálne podmienky
E	Mierne stabilné podmienky
F	Stredne stabilné podmienky

S narastajúcou atmosférickou stálosťou sa zhoršujú podmienky pre prirodzený rozptyl oblaku a dochádza tak k zväčšovaniu veľkosti a dosahu oblaku. Maximálnu veľkosť oblaku je možné očakávať pri type F – stredne stabilných

podmienkach. Minimálna veľkosť oblaku je pri type A – extrémne nestabilných podmienkach.

Korekcia na nerovnosť povrchu

Korekcia na nerovnosť povrchu je parameter určujúci vplyv okolitej krajiny na šírenie oblaku. Korekcia je definovaná pre základné typy povrchov, ktoré uvádza tabuľka s ich stručnou charakteristikou.

Tabuľka 25

Typy korekcie nerovnosti povrchu

Typ	Charakteristika
A	Otvorená plocha, krajina s malým počtom stromov
B	Otvorená plocha, krajina so stromami
C	Obhospodarovaná plocha, roztrúsené domy
D	Obytná plocha, husto rozmiestnené nízke budovy
E	Mestská a priemyselná plocha s vysokými budovami

Maximálnu veľkosť oblaku je možné očakávať pri type A – otvorená plocha, krajina s malým počtom stromov. Maximálne skrátená veľkosť oblaku je pri type E – mestská a priemyselná plocha s vysokými budovami.

Možné škody pri haváriách typu TOXI

Pri havárii typu TOXI (tj. únik amoniaku) môže dôjsť (okrem ohrozenia osôb) k intoxikácii hospodárskych a chovných zvierat, eventuálne voľne žijúcich zvierat (vyskytujúcich sa v okolí hodnotených subjektov).

Dá sa predpokladať, že pre hospodárske zvieratá by boli následky rovnaké alebo podobné ako u osôb.

Pri havárii typu TOXI by mohlo rovnako dôjsť k sekundárnym materiálnym škodám, spôsobených intoxikáciou osôb, vykonávajúcich činnosť, ktorá môže v prípade neželanej reakcie na nejaký stav spôsobiť haváriu (napr. riadenie motorových vozidiel, riadenie technologických operácií, manipulácia s nebezpečným materiálom, apod.).

V prípade nepriaznivých klimatických podmienok (napr. dážď v dobe tvorby oblaku, alebo jeho šírenie krajinou) je možné predpokladať i sekundárne poškodenie vegetácie eventuálne i pôdy v dôsledku zvýšenia pH.

13 Ohrozenie obyvateľstva výbuchom

Pri haváriách môže dôjsť k detonácii, čiže výbuchu. Účinky vzdušnej rázovej vlny sú vyhodnocované pre tri uznávané pásma pretlaku :

$\Delta p > 100$ kPa : pásmo silného rozrušenia (deštrukcia budov a 100% mortalita osôb)

$\Delta p = 100 - 30$ kPa : pásmo stredného rozrušenia (vážne poškodenie budov, poranenia osôb)

$\Delta p = 30 - 10$ kPa : pásmo mierneho rozrušenia (ľahšie poškodenie budov, ľahšie poranenia osôb)

Ohrozenie obyvateľstva pri roztrnutí tlakovej fľaše

Pri zasiahnutí osôb sú fragmenty schopné spôsobiť zranenia alebo smrť. Pri ohrození osôb je dôležité v akej fáze letu črepina zasiahne cieľ, tzn. aká je v danej fáze letu hodnota kinetickej energie. Na základe výskumných štúdií používajú vojenské štruktúry v Európe a USA dohovorenú prahovú hodnotu kinetickej energie strely pre smrteľné účinky na človeka 80 J.

Pri roztrnutí tlakovej fľaše propán-butánu (33 kg) môžu črepiny doletieť do vzdialenosti cca 50 – 100 m od miesta havárie (údaj bol zistený výpočtom a porovnaný s experimentom). Za podmienok prevedeného výpočtu má črepina pri dopade na zem dostatočné množstvo kinetickej energie k tomu, aby mohlo dôjsť k usmrteniu osoby (výpočtom zistené cca 15 kJ).

Ohrozenie obyvateľstva tlakovou vlnou (UVCE a detonácia kondenzovaných výbušnín)

Tabuľka 26 prezentuje vybrané účinky pretlaku čela rázovej vlny na osoby. Z údajov vyplýva, že už pretlak 10 kPa môže spôsobiť ohrozenie osôb. Vždy je však potrebné zohľadniť i možnosť sekundárneho ohrozenia osôb v dôsledku napr. rozletu rozbitého skla, časti domov a konštrukcií, úrazy elektrickým prúdom v dôsledku poškodenia rozvodnej siete, apod.

Ďalšou skutočnosťou je fakt, že tlaková vlna môže spôsobiť poškodenie iného technologického či dopravného zariadenia obsahujúceho nebezpečnú látku a môže tak dôjsť k eskalácii nehody.

Vybrané účinky pretlaku čela rázovej vlny na osoby

Pásmo ohrozenia	Pretlak na čele vlny [kPa]	Účinnok
Slabé $\Delta p = 10 - 30 \text{ kPa}$	5,0 – 20	poranenie osôb poletujúcim sklom
	10 – 30	ľahšie poškodenie organizmu
	15	povalenie stojacich osôb
Stredné $\Delta p = 30 - 100 \text{ kPa}$	34	nebezpečie prasknutia ušných bubienkov
	100	50% prasknutie ušných bubienkov
Silné $\Delta p > 100 \text{ kPa}$	150 – 200	smrť organizmu

Možné škody spôsobené tlakovou vlnou

V centre výbuchu a v jeho bezprostrednej blízkosti je tlak na čele rázovej vlny značný a môže dosahovať u plynných zmesí (pri počiatočnom atmosférickom tlaku) až 4 MPa. Pri detonácii kondenzovaných výbušnín sú tieto tlaky podstatne vyššie a dosahujú rádo vo hodnoty niekoľko tisíc MPa. Postupným šírením prostredím však tlak pomerne rýchlo klesá. Nie je možné si predstavovať, že nízke pretlaky sú pre deštruktívne účinky na stavby bezvýznamné, ako ukazuje tabuľka 27. Z tejto tabuľky je jasné, že napr. pri pretlaku 20 – 30 kPa dochádza k značnému rozrušeniu mestských stavieb.

Je potrebné rovnako zohľadniť i možnosť tzv. sekundárneho poškodenia (napr. v dôsledku výpadku elektrického prúdu v poškodenej rozvodovej sieti, kde môže dôjsť k ďalším ekonomickým škodám – mimo vyznačenej oblasti, kde sú škody priame).

Pri poškodení iného technologického alebo dopravného zariadenia (obsahujúceho nebezpečnú látku) tlakovou vlnou môže dôjsť k eskalácii nehody.

Deštrukčné účinky na stavby

Pásmo ohrozenia	Pretlak na čele vlny [kPa]	Účinok
$\Delta p = 10 - 30$ kPa	5,0 – 20	zničenie okien, poškodenie ľahkých stavieb
	7 – 14	poškodenie obloženia z vlnitého azbestu, ocele, hliníka, dreveného obloženia, poškodenie hlavných spojov
	10 – 30	čiastočné rozrušenie stavieb
	14 – 21	rozbitie betónových alebo škarobetónových stenových nevystužených panelov sily 200 – 300 mm
	20 – 30	značné rozrušenie mestských stavieb
	48 – 55	rozrušenie tehlových nevystužených stien sily 200 – 300 mm
	60 – 70	rozrušenie železobetónových stavieb
$\Delta p = 30 - 100$ kPa	100	úplné rozbitie stavieb s výnimkou železobetónových stavieb odolných zemetraseniu
	50 – 250	zrútenie kamenných tehlových a drevených budov, prevrátenie železničných vozov, poškodenie elektrickej siete
$\Delta p > 100$ kPa	150 – 200	rozrušenie stavieb odolných voči zemetraseniu

Možné škody pri roztrhnutí tlakovej fľaše

Pri odpadnutí fragmentov na konštrukcie (budovy alebo zariadenia) môže dôjsť k rôznym situáciám ktoré sú závislé na kinetickej energii fragmentov a ďalej na vlastnostiach materiálu, ktorý je zasiahnutý. Pokiaľ nemá fragment dostatok energie a materiál je odolný, potom dôjde k odrazeniu fragmentu bez

podstatného účinku na konštrukciu (odrazený fragment však môže ohroziť osoby). V druhom prípade môže dôjsť k penetrácii fragmentu do konštrukcie. V dôsledku toho dochádza k deformácii konštrukcie behom dopadu fragmentu, ako by celý fragment prešiel cieľovou plochou konštrukcie (je v nej uviaznutý). Pokiaľ má daný fragment dostatok kinetickej energie, potom môže dôjsť až k perforácii konštrukcie, kedy celý fragment prejde cieľovou plochou konštrukcie. Druhé dva prípady môžu byť príčinou eskalácie havárií v prípade, že zasiahnutým objektom je zariadenie s obsahom NL.

14 Informovanosť obyvateľstva

14.1 Slobodný prístup k informáciám

Slobodný prístup k informáciám je garantovaný v Slovenskej republike niekoľkými zákonmi :

Zákon č. 211/2000 Z.z. o slobodnom prístupe k informáciám a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o slobode informácií).

Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a to špeciálne § 22 Informovanie verejnosti a jej účasť na rozhodovacích procesoch a § 23 Informovanie a účasť verejnosti v prípade predpokladaných značne nepriaznivých vplyvov závažnej priemyselnej havárie presahujúcich štátne hranice.

Zákon č. 205/ 2004 Z.z. o zhromažďovaní, uchovávaní a šírení informácií o životnom prostredí a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Stupeň pripravenosti obyvateľstva na prežitie a zvládnutie jednotlivých mimoriadnych udalostí a to vrátane možných následkov priemyselných a kombinovaných dopravných nehôd a havárií je zatiaľ na nízkej úrovni. Úroveň povedomia civilného obyvateľstva o nutnosti prípravy na mimoriadne udalosti je nedocenená, a niekedy dokonca i uľahčovaná.

I keď je informovanosť verejnosti o stupni pripravenosti obyvateľstva na prežitie uvedená v zákone 261/2002, o charaktere možných ohrození v mieste trvalého bydliska, pripravených záchranných a likvidačných prácach a o vhodných modeloch chovania ohrozeného alebo postihnutého obyvateľstva pri jednotlivých mimoriadnych udalostiach a to vrátane teroristických útokov rôzneho druhu a rozsahu je nedostačujúca. Na druhej strane je však nutné objektívne priznať, že záujem občanov o bezpečnostné otázky je skôr výnimkou.

Primerané a celkové informácie pre obyvateľstvo by mali byť úplne konkrétne a to ako z pohľadu popisu možných zdrojov rizík v mieste bydliska (eventuálne i pracoviska) občana, tak i z hľadiska doporučeného chovania v jednotlivých vzniknutých krízových situáciách. Doporučené spôsoby chovania obyvateľstva pri jednotlivých krízových situáciách sú dostatočne známe.

Ako vhodný príklad kvalitnej informovanosti občanov je možné uviesť napríklad príručku pre obyvateľov Žilinského kraja.

14.2 Účasť verejnosti

Účasť verejnosti podľa slovenskej legislatívy je iba pri prerokúvaní investičných zámerov v zmysle zákona č. 127/1994 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov. Ďalej je stanovená povinnosť štátnej správy (obvodným úradom ŽP) informovať dotknutú verejnosť o riziku závažnej havárie, vrátane možných účinkov, o preventívnych bezpečnostných opatreniach a o požadovanom chovaní občanov v prípade vzniku závažnej havárie. Podrobne sa o tom zmiňuje Vyhláška MŽP č. 489 / 2002 Z.z. Na tieto zákonné ustanovenia o účasti a informovaní verejnosti čiastočne naväzujú na ustanovenia zákona č. 205/2004 Z.z. o práve na informácie o životnom prostredí a zákona č. 211 / 2000 Z.z. o slobodnom prístupe k informáciám.

Verejnosť má jednak obecné „právo na informácie“ (viď vyššie citované zákony), ale tiež potrebuje byť informovaná o potenciálnych rizikách alebo rizikových zariadeniach. To preto, aby pochopila prečo sa spracováva vnútorný havarijný plán a plán ochrany obyvateľstva pre prípad ohrozenia alebo havárie, a aké činnosti sú v týchto situáciách požadované od verejnosti.

Ešte pred vydaním vyššie citovaných zákonných noriem sa stalo dobrým zvykom, že najväčší prevádzkovatelia v niektorých prípadoch začali vydávať pre obyvateľstvo žijúce v okolí jednoduché brožúry alebo letáčiky, kde sa uvádzali základné pravidlá chovania osôb v prípade vzniku závažnej havárie. Tato neformálna komunikácia medzi prevádzkovateľom a obyvateľstvom žijúcim v okolí sa spravidla osvedčila a nastolila vzťahy dôvery a spolupráce. Naopak v prípadoch, kedy taká komunikácia viazla, to vyvolávalo rad otázok, pochybností i značnej nedôvery zo strany občanov k prevádzkovateľom.

Je však treba podtrhnúť, že pravidelné a systematické kontakty a jednanie medzi prevádzkovateľmi a verejnosťou sú skutočne reálnou platformou pomoci prevencie pred závažnou priemyselnou haváriou a zároveň starostlivosťou o životné prostredie. Väčšina záhad a nedôvery zmizne, keď ľudia v okolí podniku poznajú ako podnik pracuje, čo vyrába, aké látky skladuje a s akými látkami manipuluje, že má kvalifikovaných riadiacich manažérov, že má kvalitne vypracovaný havarijný plán, že plne realizuje potrebné bezpečnostné opatrenia, a pod.

Prevádzkovatelia by mali vo vzťahu k verejnosti sami iniciatívne a pravidelne pripravovať zrozumiteľné informácie pre verejnosť, ktorej by porozumeli i laici. Pri komunikácii medzi prevádzkovateľom a verejnosťou je možné využiť celý rad metód komunikácie v miestnych podmienkach. Veľmi užitočná a osvedčená je príprava, vytlačenie a distribúcia informačných letáčikov a brožúr pre verejnosť v okolí podniku.

Ďalej je možné zorganizovať prezentácie s premietaním populárne vedeckých filmov, respektíve príprava a vykonanie prednášok, seminárov alebo okrúhlych

diskusných stolov. Vhodnými formami komunikácie medzi prevádzkovateľom a verejnosťou sú rôzne typy exkurzií (napr. pre školy, dôchodcov, apod.), alebo dni otvorených dverí pre širokú verejnosť.

Pre úplnosť je treba dodať, že pochopiteľne komunikácia prevádzkovateľa musí byť plnohodnotne realizovaná v rôznych formách i s miestnou verejnou správou, médiami i ďalšími subjektmi, ako sú rôzne dobrovoľné spolky a združenia.

Veľmi významná je pravidelná spolupráca so všetkými druhmi médií: miestna tlač, rozhlas a televízia. V neposlednom rade potom vlastné, pravidelné obmeňovanie a doplňovanie informácií na domovskej stránke uverejnenej na Internete.

14.3 Havarijná komunikácia

Aby sa občania mohli správne zachovať, musia už dopredu dostať stručnú, ale výstižnú informáciu o jednotlivých možných mimoriadnych udalostiach, zdrojoch rizika, spôsoboch jednania a chovania pri príprave, ale i v priebehu mimoriadnej udalosti.

Zásady komunikácie s občanmi:

- pravdivosť poskytovaných údajov,
- zrozumiteľnosť poskytovaných údajov (musia byť zrozumiteľné celej dotknutej verejnosti),
- dostatočný (primeraný) rozsah a hĺbka poskytovaných informácií,
- včasnosť informácií (musia byť poskytnuté dopredu, nie až v čase vzniknutej havárie),
- možnosti získania podrobnejších informácií pre záujemcov,
- možnosti overenia údajov z ďalších zdrojov.

Nižšie sú uvádzané len niektoré príklady možnej komunikácie a zabezpečenia informovanosti obyvateľstva v okolí veľkých prevádzkovateľov. Sú uvedené možnosti priamej komunikácie prevádzkovateľ – obyvateľstvo, a tiež štátna správa – obyvateľstvo.

Vzory možnej komunikácie a informovanosti obyvateľstva:

- vlastné webové stránky prevádzkovateľa, príslušného úradu,
- zverejnenie telefonického infolinky pre dotazy, sťažnosti a konzultácie ako s prevádzkovateľom, tak i správnym úradom,
- spolupráca s médiami – s tlačou, rozhlasom a televíziou,
- vydávanie výročnej správy prevádzkovateľa,
- propagačné tlačivá ako sú letáčky, príručky, dotazníky (obsahom môže byť oznámenie o získaných certifikátoch, zavedenie politiky ochrany životného prostredia, bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, bezpečnostnej politiky, programu prevencie závažnej priemyselnej havárie, atď.),

- besedy s verejnosťou: na školách a domovoch dôchodcov,
- dni otvorených dverí,
- školské exkurzie,
- vydávanie podnikového časopisu,
- oznámenie o sponzovaní verejne prospešných akcií alebo aktivít, atď.

Navrhnutý obsah informovanosti obyvateľstva z oblasti priemyselnej bezpečnosti:

- typ objektu alebo zariadenia (výroba, skladovanie, atď.)
- veľkosť objektu alebo zariadenia (počet zamestnancov, rozloha objektu alebo zariadení),
- hlavná výroba (kapacita výroby, účel použitých výrobkov, atď.),
- celkový obecný popis pracovných činností,
- nebezpečné chemické látky a prípravky (eventuálne biologické alebo rádioaktívne látky),
- významné certifikáty, ktoré objekt alebo zariadenia vlastnia (napríklad: certifikát „Bezpečný podnik“, certifikát „Responsible Care“ = zodpovedné podnikanie v chemickom priemysle, certifikát STN EN ISO 14001 [Environmentálny systém riadenia ochrany životného prostredia], certifikát STN EN ISO 9001 [Systém riadenia kvality], atď.),
- informácie o vnútornom havarijnom pláne,
- odporúčené spôsoby chovania v prípade ohrozenia alebo zasiahnutia obyvateľstva v okolí havarijnými následkami závažnej havárie (požiar, výbuch, únik toxickéj látky),
- ponuky na získanie ďalších informácií (webové stránky, telefóny, faxy, emailové adresy, besedy, exkurzie, dni otvorených dverí, atď.).

Vyššie uvedený zoznam pochopiteľne predstavuje skôr maximálne množstvo informácií, ktoré môžu byť účelovo redukované, ale len do tej miery, aby poskytnutá informácia bola plnohodnotná. Obsah informácie pre obyvateľstvo je predpísaný zákonom o prevencii závažných priemyselných havárií a presne špecifikovaný vo vykonávacej vyhláške k zákonu. Tento zákon však pojednáva iba o chemických látkach a chemických prípravkoch, preto sa vyššie navrhnutý obsah snaží zahrnúť i ostatné nebezpečné látky medzi ktoré určite patria tiež biologické alebo rádioaktívne látky.

Riadenie havarijných situácií vyžaduje rýchlu a účinnú výmenu informácií medzi zásahovými skupinami a varovaním osôb, ktoré môžu byť ohrozené. Výmena informácií začína pri vyhlásení prvého poplachu. Na druhej strane komunikácia tiež zahŕňa informovanie verejnosti a oznamovacích prostriedkov o následkoch havárie. Aby bola komunikácia účinná, potrebuje posúdenie komunikačných zariadení, ako i pokynov, postupov komunikácie.

Sledované systémy ako sú požiarne poplachy, chemické poplachy a poplachové tlačidlá by mali byť rozmiestnené na strategických miestach po závode. Tieto systémy sa dajú prepojiť na varovnú signalizáciu, ako sú sirény na oznámenie poplachu zamestnancom podniku a verejnosti a môžu komunikovať priamo s havarijnými orgánmi mimo podnik.

Oznámenie podrobností o havárii vyžaduje telefónne alebo rádiové vybavenie. Havarijný plán musí riešiť spoľahlivosť bežnej telefónnej siete, napr. v prípade straty napájania zo siete, a posúdiť, či je potreba ďalšieho a nezávislého komunikačného zariadenia.

Komunikácia s havarijnými službami mimo podnik a úradmi môže tiež vyžadovať vyhradené (oddelené) linky alebo zariadenia, napr. aby sa predišlo zraniteľnosti z dôvodov preťaženia bežných telefónnych liniek.

Komunikačné postupy sa týkajú toho, kto má byť vyzvaný v prípade havárie, dostupnosť telefónnych zoznamov a informácií, ktoré sa majú odovzdať, ako na strane zamestnancov, tak na strane havarijných služieb mimo závod. Tieto postupy potrebujú zväžiť počiatočné varovanie (včasné varovanie), ako i výmenu informácií v neskorších fázach nehody a zásahu. Tiež zahrňujú spôsob, ako sa vysporiadať s otázkami verejnosti a oznamovacími prostriedkami.

Záver

Právo na život a jeho ochranu je jedným zo základných ľudských práv, čo je deklarované v Ústave Slovenskej republiky. Štát do značnej miery zodpovedá za ochranu svojich občanov, obyvateľstva. Preto musí vytvárať v súlade s Listinou základných ľudských práv a slobôd účinné a efektívne ochranné mechanizmy a systémy ochrany obyvateľstva, do ktorých musia byť zahrnuté závažné priemyselné havárie a ich následky, ako i ostatné mimoriadnych udalostí a to vrátane terorizmu.

V súčasnej dobe obvodného a krajského usporiadania je nutné kalkulovať s tým, že tieto orgány štátnej správy budú obsahovať na svojom správnom území desiatky rôznych zdrojov rizika (nezávažných – závažných – veľmi závažných), ktoré predstavujú rizika rôzneho ohrozenia pre civilné obyvateľstvo. Iba korektne spracovaná analýza rizika, ktorá býva spravidla veľmi pracná a vyžaduje odborné znalosti i skúsenosti môže vierohodne zhodnotiť a oceniť zdroje rizika a tým vypracovať východzie podklady pre efektívne postupy ich riešenia. Pre analýzu rizika objektov a zariadení kde sú umiestnené nebezpečné chemické látky a prípravky sa však hodí len obmedzený okruh analýz rizika.

Riešenie jednotlivých druhov závažných priemyselných havárií (ale tiež prírodných katastrof) vyžaduje plánovanie, organizáciu a realizáciu radu preventívnych, ochranných, záchranných a likvidačných opatrení. I keď prevažná časť týchto opatrení je pre všetky druhy havárií spoločná, rad z nich bude vzhľadom k charakteru príslušnej havárie špecifická.

Na realizáciu každého z týchto opatrení sú nevyhnutné úplne konkrétne sily a prostriedky. Ide o tzv. disponibilné prostriedky dosiahnuteľné na spravovanom území, alebo dostupné u susedných miest a krajov, nadriadených orgánov štátnej správy a Ozbrojených síl Slovenskej republiky. Analýza a hodnotenie miestnych (i posilových) disponibilných prostriedkov zahŕňa ich evidenciu, dislokáciu, vyhodnotenie kapacitných možností a ich porovnanie s predpokladanými dôsledkami zvažovaného typu havárie (tzn. zhodnotenie ich kapacitnej dostatočnosti). To predstavuje základné kalkulačné údaje a podklady pre konkrétne rozpracovanie operatívnej časti a druhu havarijného plánu konkrétnych činností pre riešenie týchto mimoriadnych udalostí. Z tohto hľadiska analýza disponibilných prostriedkov predstavuje druhý nevyhnutný krok po analýze a hodnotení rizika pri príprave základných podkladov pre spracovanie stanovených plánov. Vo svojom dôsledku, pri naplnení všetkých stanovených zákonných povinností, je od roku 2002, zabezpečená podstatne kvalitnejšia ochrana civilného obyvateľstva v okolí ako priemyselných komplexov, tak i menších objektov a zariadení. Prevádzkovatelia, ktorí majú nebezpečné chemické látky a prípravky v nadlimitných množstvách budú musieť trvalo a systematicky investovať do oblasti prevencie závažných havárií a bezpečnosti svojich objektov, zariadení a technológií

Použitá literatúra

Slovenská legislatíva a pomôcky

- Zákon č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- Zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 163/ 2001 Z.z. o chemických látkach a prípravkoch v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 129/2002 Z.z. o integrovanom záchrannom systéme v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 127/1994 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 541/2004 Z.z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon)
- Zákon č 315/1996 Z.z. Národnej rady SR o premávke na pozemných komunikáciách, v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 315/2001 Z.z. Národnej rady SR o Hasičskom a záchrannom zbore.
- Zákon č 168/1996 Z.z. Národnej rady SR o cestnej doprave v znení neskorších predpisov.
- Zákon č 272/1994 Z.z. Národnej rady SR o ochrane zdravia ľudí.
- Zákon 264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Vyhláška MŽP SR č. 489/2002 Z.z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o prevencii ZPH s o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- Vyhláška MŽP SR č. 490/2002 Z.z. o bezpečnostnej správe a havarijnom pláne
- Vyhláška 515/2001 o podrobnostiach o obsahu karty bezpečnostných údajov
- Vyhláška 511/2001 o podrobnostiach o hodnotení rizík existujúcich chemických látok a nových chemických látok pre život a zdravie ľudí a pre životné prostredie

- Vyhláška č. 337/2004 Z.z. Národného bezpečnostného úradu, ktorou sa upravujú podrobnosti o certifikácii mechanických zábranných prostriedkov a technických zabezpečovacích prostriedkov a o ich používaní.
- Vyhláška č. 377/1996 Z.z. Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny SR o poskytovaní osobných ochranných pracovných prostriedkov.
- Vyhláška č. 225/2004 Z.z. Ministerstva vnútra SR, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona Národnej rady SR o premávke na pozemných komunikáciách v znení neskorších predpisov.
- Vyhláška č. 718/2002 Z.z. Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny SR na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti technických zariadení.
- Vyhláška č. 67/2002 Z.z. Ministerstva hospodárstva SR, ktorou sa vydáva zoznam vybraných chemických látok a vybraných chemických prípravkov, ktorých uvedenie na trh a používanie je obmedzené alebo zakázané.
- Vyhláška č. 96/2004 Z.z. Ministerstva vnútra SR, ktorou sa ustanovujú zásady protipožiarnej bezpečnosti pri manipulácii a skladovaní horľavých kvapalín, ťažkých vykurovacích olejov a rastlinných a živočíšnych tukov a olejov.
- Vyhláška č. 94/2004 Z.z. Ministerstva vnútra SR, ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb.
- Vyhláška č. 719/2002 Z.z. Ministerstva vnútra SR, ktorou sa ustanovujú vlastnosti, podmienky prevádzkovania a zabezpečenie pravidelnej kontroly prenosných hasiacich prístrojov a pojazdných hasiacich prístrojov.
- Vyhláška č. 169/2002 Z.z. Ministerstva vnútra SR o hasičských jednotkách.
- Vyhláška č. 121/2002 Z.z. Ministerstva vnútra SR o požiarnej prevencii.
- Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky pre postup pri zaraďovaní podnikov a spracovanie oznámenia podľa zákona o prevencii závažných priemyselných havárií a o doplnení niektorých zákonov, 2001

Pomôcky

- CO – 2 – 19: Ochrana obyvateľstva a opatrení v národnom hospodárstve pri radiačnej havárii jaderného energetického zariadení, Československá komise pro atomovou energii, Praha 1989.
- CO – 51 – 5: Provozní havárie s výronem nebezpečných škodlivin. Ministerstvo národní obrany, Praha 1981.

- TRTÍLEK, V.: NN 30 0101, Chemické vojsko, Názvoslovná norma, Ministerstvo obrany ČR, Praha 2002.

Oborná literatúra – knižné publikácie (slovenské a české)

- Autor neuveden: Pro případ ohrožení, příručka pro obyvatele, Ministerstvo vnitra – GR HZS ČR, Praha 2001.
- Autor neuvedený : Slovník základních pojmů a činností při zvládnání katastrof, Hlavní úřad Civilní ochrany, Praha 1997.
- BALOG, K. : Samovznietenie. SPBI Ostrava 1999. ISBN : 80-86111-43-1. str. 133
- BARTLOVÁ, I. : SEVESO II. CICERO Ostrava 1998. ISBN : 80 86111-20-2. str. 42
- BARTLOVÁ, I., DAMEC, J. : Prevence technologických zařízení. SPBI Ostrava 2002. ISBN : 80-86634-10-8. str. 243
- BARTLOVÁ, I., PEŠÁK, M. : Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II. SPBI Ostrava 2003. ISBN : 80-866634-30-2. str.137.
- BENEŠ, P. aj.: Ochrana člověka za mimořádných událostí, Havárie s únikem nebezpečných látek, Radiační havárie, Nakladatelství Fortuna 2002.
- Bezpečnostní příručka pro ochranu obyvatel při vzniku radiační havárie, mimořádných událostí a živelních pohrom. Jaderná elektrárna Dukovany a Regionální úřad civilní ochrany Brno, 2000.
- BLAŽEJ, A. aj.: Chemické aspekty životného prostredia. Alfa, SNTL, Bratislava, Praha 1981.
- ČAHOJOVÁ, E. : Identifikácia nebezpečia a analýza rizika. Časopis : Krízový manažment, 2/2004s.18- 22. ISSN 1336-0019. str. 18-22.
- DALOŠ, A., a kol. : Nebezpečné látky a ekologické havárie. EDIS Žilina 2003. ISBN 80-8070-056-7. str. 230.
- DAMOHORSKÝ, M. – MATUŠKOVÁ, Z.: Česko – anglický terminologický glosář z oblasti práva životního prostředí, Universita Karlova, Právnická fakulta, Praha 1996.
- FLORUS, S.: Charakteristika zbraní hromadného ničení, nebezpečných škodlivin a zápalných látek, II. část Charakteristika nebezpečných škodlivin a zápalných látek, VVŠ PV Vyškov, Fakulta řízení vojenských systémů, Vyškov 2003.

- HANUŠKA, Z. – MUCHNA, V. – VORUDA, J.: Havárie s nebezpečnými látkami. Učební texty pro členy jednotek požární ochrany.
- JANDL, J. – PETR, I.: Ionizující záření v životním prostředí. SNTL, Praha 1988.
- KELNAR, L.: Metodika řešení domino efektů pro účely zákona o prevenci závažných havárií (zaverečná práce), VŠB - TU Ostrava, 2002, str. 85
- Kolektiv autorů: Nebezpečné látky. Ministerstvo vnitra ČSFR, Hlavní správa SPO, Praha 1991.
- MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Avicenum, Praha 1980.
- MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Organické látky. Svazek 1, 2., Avicenum, Praha 1986.
- MARTÍNEK, B – LINHART, P. aj.: Ochrana člověka za mimořádných událostí, Příručka pro učitele základních a středních škol, Ministerstvo vnitra – GŘ HZS ČR, Praha 2003.
- MELKES, V.: Prevence a likvidace havárií, VVŠ PV Vyškov, Fakulta ekonomiky obrany státu a logistiky, Vyškov 2001.
- MELKES, V. – DVOŘÁK, J.: Ekologické havárie a dekontaminace znečištění, VVŠ PV Vyškov, Fakulta ekonomiky obrany státu a logistiky, 1. a 2. díl, Vyškov 1997
- MIKA, O.: Průmyslové havárie, TRITON, Praha 2003.
- MIKO, J. a kol. : Prevencia technologických procesov. Bratislava 1990.
- MOLNÁR, J.: Životní prostředí České republiky, Ministerstvo životního prostředí, Praha 1990.
- NOVOTNÝ, V. – BENDA, E.: Tabulky hořlavých a nebezpečných látek. Svaz požární ochrany ČSSR, Praha 1980.
- ORLÍKOVÁ, K.: Organická chemie pro horníky a hutníky, Ostrava: TU-VŠB Hutnická fakulta, skriptá, 1982
- ORLÍKOVÁ, K.-ŠTROCH, P.: Chemie procesu hoření, Ostrava: Edice SPBI, 1999, ISBN:80-86111-39-3
- REITŠPÍS, J.- MESÁROŠ – BARTLOVÁ – ČAHOJOVÁ – HOFREITER – SELINGER: Manažment bezpečnostných rizík, Žilina: FŠI ŽU, ISBN : 80-8070-328-0, 2004

- SINAY, J.: Riziká technologických zariadení, Košice: Technická univerzita Košice, 1997
- STEINLEITNER, H.-D. A KOL.: Požárně a bezpečnostně technické charakteristické hodnoty nebezpečných látek, Praha: Svaz požární ochrany ČSSR, 1999
- Světová zdravotnická organizace: Účinky jaderné války na zdraví a zdravotnické služby, Avicem Praha 1989.
- Světová zdravotnická organizace: Zdravotně bezpečnostní příručka – Amoniak, Vydavatelství a nakladatelství Práce, Jihlava 1990
- UNEP: APELL – Způsob předcházení nebezpečí velkých technologických havárií, CEMC Praha, 1992.
- VIČAR, D. – DVOŘÁK, J. – FLORUS, S.: Chemické vojsko a ochrana životního prostředí, Pomůcka pro ekologickou výchovu a vzdělávání příslušníků chemického vojska, Praha 1994.
- WICHTERLOVÁ, J.: Chemie nebezpečných anorganických látek, Ostrava: Edice SPBI, 2001, ISBN:80-86111-92-X
- ZAPLETALOVÁ – BARTLOVÁ, I. – BALOG, K.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava 1998.

Odborná literatura – hlavné knižné publikácie, zahraničné

- DROGARIS, G.: Major Accident Reporting System, ELSEVIER, Brussels – Luxembourg 1993.
- IAEA: Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries (IAEA – TECDOC – 727), IAEA, Vienna 1996.
- IAEA: Guidelines for integrated risk assessment and management in large industrial areas, (IAEA – TECDOC – 994), IAEA, Vienna 1998.
- LAZAREV, N. V. – LEVINNA, E. N.: Vrednyje vėščestva v promyšlennosti. Organičeskije vėščestva. Tom I, II. Chimija, Leningrad 1976.
- LEES F.P.: Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification, Assessment and Control, Second Edition, 1996.
- TNO: Methods for Calculation of Physical Effects (Yellow Book), 2nd Edition, Netherlands, 1992.

Odborná literatúra – publikácie v časopisoch

- ČAHOJOVÁ, E. : Identifikácia nebezpečia a analýza rizika. Časopis : Krízový manažment, 2/2004s.18- 22. ISSN 1336-0019, s. 18-22.
- ČAHOJOVÁ, E. : Príčiny vzniku požiarov a základné otázky ich stanovenia. Časopis 112, 4/2004. ISSN 1213-7057. s. 8-10.
- DITTRICH, F. – VANĚČEK, M.: Praktické prognózy dopadů průmyslových havárií na obyvatelstvo, Sborník IV. mezinárodní konference Medicíny katastrof 2000.
- GORELKOVÁ, T. – LEXA,P.: Prevencia ZPH. In: Bezpečná práca, 2003, č.4. s.3 -5
- JANÁSEK, D. : Otravné látky ako nástroj terorizmu. Časopis : Krízový manažment, 2/2005. ISSN 1336-0019
- KOPECKÝ, Z.: Průmyslové havárie – předmět zabezpečení kontinuity podnikání, Rescue Report, 1999, číslo 1, s. 7.
- MAŠEK, I.: K některým problémům prevence a likvidace havárií a budování IZS brněnské regionální aglomerace, Habilitační práce, Vojenská akademie Brno 2000.
- MAŠEK, I.: Současná platná legislativa a IZS, Rescue Report, 1999, číslo 3, s. 4-9.
- MIKA, O.: Černobyl 1986, Zpravodaj Civilní ochrany, 1996, číslo 1, s. 26 – 27.
- MIKA, O.: Chemické havárie, Zpravodaj Civilní ochrany, 1998, číslo 1, s. 20 – 21.
- MIKA, O.: Prevence závažných havárií, Rescue Report, 2000, číslo 2, s. 20 – 21.
- MIKA, O.: Současná prevence závažných havárií a její perspektivy v České republice, Sborník IV. mezinárodní konference Medicíny katastrof 2000.
- MIKA, O. – KRÍŽ, M.: Některé potenciální zdroje extrémní kontaminace životního prostředí v míru, Vojenské rozhledy, 1992, číslo 9, s. 102 – 108.
- MIKA, O. – SABO, J.: Největší chemická havárie 20. století, časopis 112, číslo 12, s.13 – 14.
- MIKA, O. – VIK, M. – KELNAR, L.: Rozšířené a závažné zdroje rizik, časopis 112 č. 9, Ministerstvo vnitra, GŘ HZS ČR Praha 2004.

- MIKA, O.: Znalosti, dovednosti a návyky občanů v reakci na mimořádnou událost, Sborník celostátní konference: Výuka problematiky bezpečnosti a přežití v mimořádných situacích, Universita Karlova v Praze, 2004, ISBN 80-86317-29-3, s. 38-45.
- ZAPLETALOVÁ – BARTLOVÁ, I.: O nebezpečí průmyslových havárií I, Rescue Report, 1999, číslo 4, s. 14 – 15.
- ZAPLETALOVÁ – BARTLOVÁ, I.: O nebezpečí průmyslových havárií II, Rescue Report, 1999, číslo 5, s. 13.