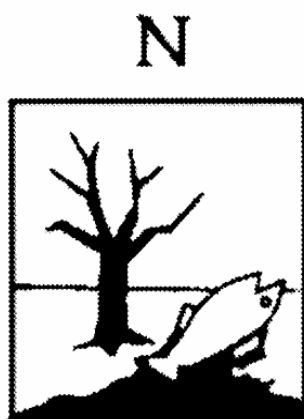


Vliv havárií na životní prostředí

Dr. Ing. Aleš Bernatík

Ing. Petra Nevrlá



nebezpečný pro
životní prostředí

Vliv havárií na životní prostředí

Aleš Bernatík, Petra Nevrlá

Vydalo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, roku 2005

Vytisklo Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství

1. vydání

Publikace neprošla jazykovou úpravou

ISBN: 80-86634-46-9

Obsah:

1. ÚVOD.....	3
2. ÚVOD DO OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	4
2.1 DÍLČÍ ABIOTICKÉ SLOŽKY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	5
2.1.1 Půda.....	5
2.1.2 Voda.....	5
2.1.3 Ovzduší.....	7
2.2 OSUD ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ.....	9
2.2.1 Expozice.....	10
2.3 ZÁKLADNÍ POJMY V OCHRANĚ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	12
3. PŘEHLED PRÁVNÍCH NOREM V OBLASTI ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ	15
3.1 ZÁKON O POSUZOVÁNÍ VLIVŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	16
3.2 ZÁKON O PREVENCI ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ	18
3.3 ZÁKON O INTEGROVANÉ PREVENCI	20
3.4 SYSTÉMY ŘÍZENÍ V PRŮMYSL OVÝCH PODNÍCÍCH.....	22
4. HAVÁRIE, RIZIKO	25
4.1 ANALÝZA A HODNOCENÍ RIZIK	26
4.2 VNÍMÁNÍ RIZIK	27
4.3 ZÁVAŽNÁ HAVÁRIE VE SMYSLU ZÁKONA O PREVENCI ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ	29
4.4 MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST	30
4.5 KLASIFIKACE NEBEZPEČNÝCH LÁTEK	33
4.6 BEZPEČNOSTNÍ LIST	36
4.7 HISTORICKÉ PŘÍKLADY ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ S DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	37
4.7.1 Seveso (Itálie)	37
4.7.2 Baia Mare a Baia Borsa (Rumunsko)	39
5. METODY HODNOCENÍ DOPADŮ HAVÁRIÍ NA ŽP	42
5.1 METODIKA HODNOCENÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK	43
5.1.1 Popis jednotlivých kroků hodnocení	44
5.1.2 Identifikace nebezpečí.....	45
5.1.3 Hodnocení vztahu dávka - účinek	46
5.1.4 Hodnocení expozice	46
5.1.5 Posouzení rizika	50
5.1.6 Příklad hodnocení vlivů na povrchové vody pro naftu.....	52
5.2 METODA H&V INDEX	54
5.2.1 Postup hodnocení metodikou H&V index	55
5.2.2 Stanovení indexů nebezpečnosti látky	56
5.2.3 Stanovení indexů zranitelnosti životního prostředí	57
5.2.4 Stanovení závažnosti havárie.....	58
5.3 METODIKA ENVITECH03	58
5.4 PROGRAM PROTEUS	63
6. ZÁVĚR.....	66
LITERATURA.....	67

1. ÚVOD

Problematika environmentálních aspektů havárií je bezesporu jednou z oblastí vědy a výzkumu, které byla v posledních letech věnována značná pozornost, a to nejen v České republice.

Tato publikace shrnuje zkušenosti, poznatky a nové přístupy k problematice hodnocení vlivů havárií souvisejících s nebezpečnými látkami a přípravky na životní prostředí. Vzhledem ke složitosti a rozmanitosti jednotlivých složek životního prostředí je toto hodnocení náročnější, a na rozdíl od problematiky hodnocení dopadů havárií na zdraví a životy lidí a majetek, se nelze v tomto případě opřít o tak širokou škálu metod a postupů.

Snahou autorů této publikace bylo tématické propojení problematiky prevence závažných havárií (průmyslové bezpečnosti) a základů environmentálních věd. Úvodní teoretická část je doplněna souhrnem dotčených legislativních předpisů.

V další části této publikace jsou prezentovány dostupné metody hodnocení dopadů havárií na životní prostředí. Vybrané metody jsou vysvětleny na případových studiích.

Publikace je určena především studentům předmětu „Vliv havárií na životní prostředí“.

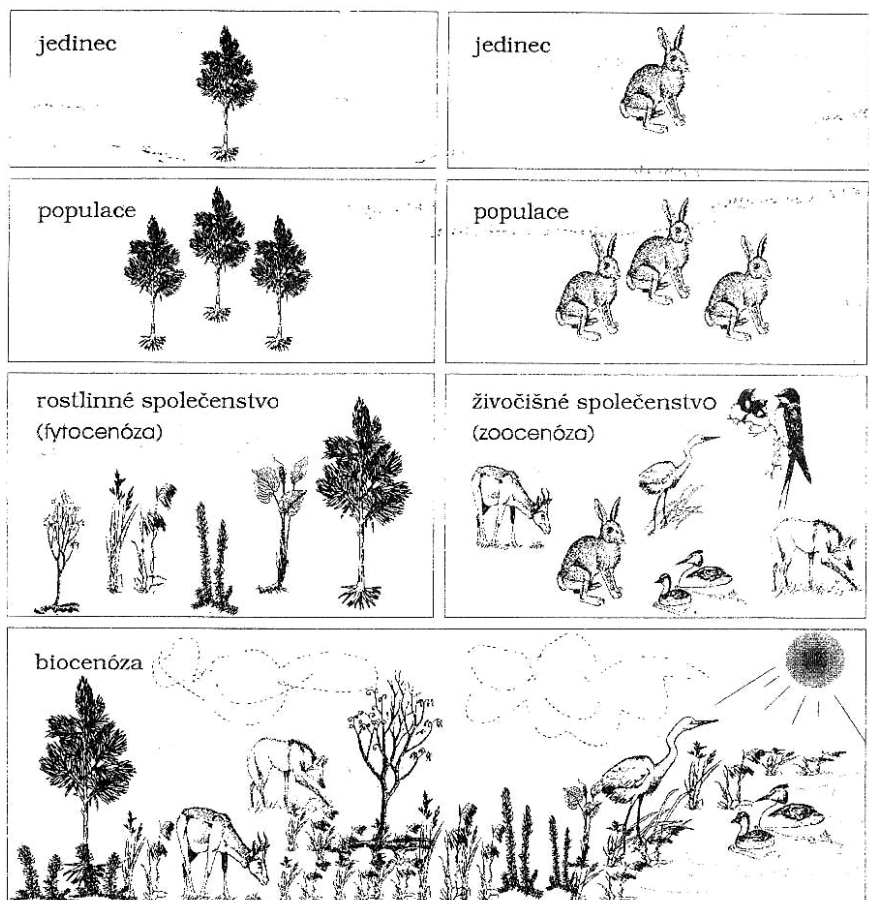
2. ÚVOD DO OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Životním prostředím (ŽP) rozumíme vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje (podle zákona č. 17/1992 Sb. o životním prostředí). Jeho složkami jsou zejména:

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

Životní prostředí tvoří tyto složky:

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



Obrázek 1: Biotické složky životního prostředí [7]

- abiotická složka (tvořena neživou hmotou; půda, voda, vzduch, přírodní síly – záření, přitažlivost, atd.)

2.1 Dílčí abiotické složky životního prostředí

2.1.1 Půda

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

Z chemického hlediska půda obsahuje:

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

Vzhledem k obsahu jílnatých částic pod 0,01 mm se rozlišují:

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

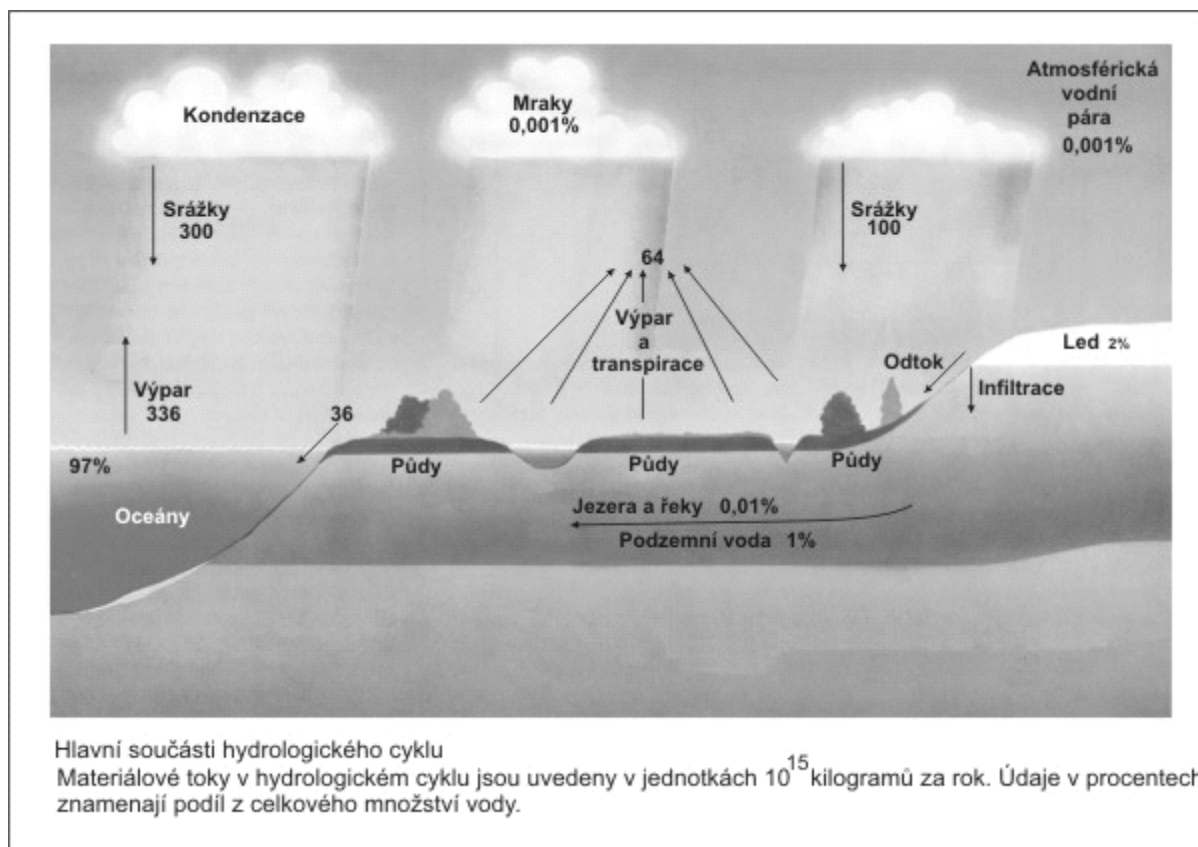
Půdní fond ČR dělíme, podle toho jakou plní funkci, na:

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

Význam půdy jako biofyzikální složky životního prostředí byl formulován v „Evropské chartě o půdě“, která byla vyhlášena Evropskou radou v roce 1972.

2.1.2 Voda

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



Obrázek 2: Koloběh vody v přírodě. [6]

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

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

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

Vody dělíme podle:

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

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

Příklady některých ukazatelů klasifikace jakosti povrchových vod:

- kyslíkový režim:
 - BSK – biochemická spotřeba kyslíku (organické látky charakterizované jako BSK₅, představují množství kyslíku spotřebovaného k aerobnímu biochemickému rozkladu ve vodě po dobu pěti dnů při standardních podmínkách)
 - CHSK – chemická spotřeba kyslíku (udává množství kyslíku potřebného k oxidaci organických látek silnými oxidačními činidly (KMnO₄, KIO₃))
- základní chemické a fyzikální ukazatele:
 - pH, teplota vody, rozpuštěné látky, a další
- doplňující chemické ukazatele
 - Ca, Mg, Cl⁻, SO₄²⁻, organicky vázaný Cl
- těžké kovy
 - Hg, Cd, As, Pb
- biologické a mikrobiologické ukazatele
- radioaktivita

Dle výše uvedených ukazatelů znečištění jsou vody zařazeny do pěti jakostních tříd:

- I. třída (velmi čistá voda)
- II. třída (čistá voda)
- III. třída (znečištěná voda)
- IV. třída (silně znečištěná voda)
- V. třída (velmi silně znečištěná voda)

Význam vody pro člověka a jeho životní prostředí byl formulován v „Evropské chartě o vodě“ přijaté Evropskou radou ve Strassburgu roku 1968. [7]

2.1.3 Ovzduší

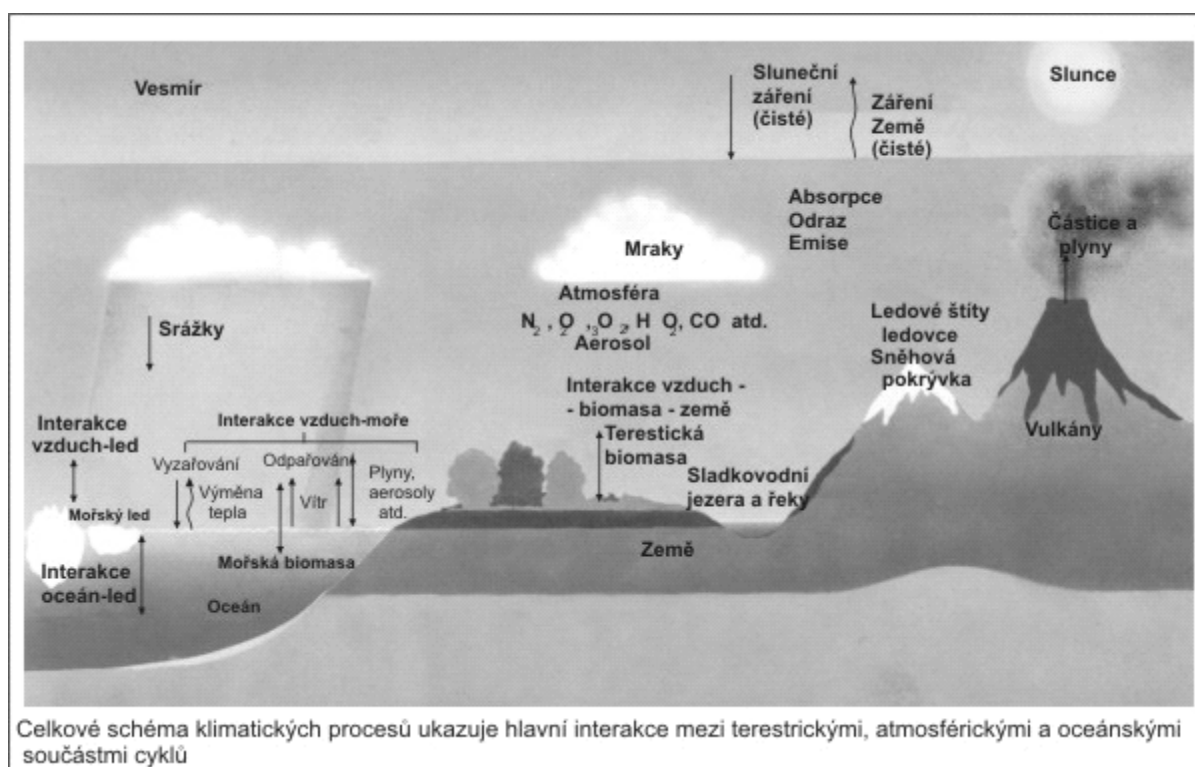
Povrch Země je obklopen plynným obalem – atmosférou. Proudění vzduchu v atmosféře udržuje stálý poměr složek do výšky 60 km.

Minoritní a stopové složky atmosféry jsou velmi významné. Oxid uhličitý, jehož koncentrace je 0.03 %, je velmi důležitý pro existenci rostlin. Ozón, jehož většina je přítomna ve vrstvě zvýšené koncentrace ozónu s difuzními hranicemi

uvnitř stratosféry, má obrovský význam pro ochranu života na zemském povrchu tím, že absorbuje nadměrné ultrafialové záření.

Její složení je následující:

- Hlavní plyny:
 - o N_2 – 78,084 % obj.
 - o O_2 – 20,94 % obj.
 - o Ar – 0,934 % obj.
 - o CO_2 – 0,03 % obj.
- Ostatní plyny:
 - o Ne, He, CH_4 , Kr, H_2 , N_2O , O_3 , Xe
- Atmosférické aerosoly:
 - o přirozené
 - kosmický prach
 - vulkanický prach
 - kouřové částice
 - částice z povrchu půdy a moře
 - aeroplankton - pyl, bakterie
 - o antropogenní
 - plynné příměsi – SO_2 , NH_3
 - pevné částice – saze



Obrázek 3: Schéma atmogeochemických procesů [6]

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

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

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

Mezi další vrstvy vertikálního členění patří:

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

Kvalita ovzduší je ovlivněna množstvím vypouštěných škodlivých látek, přičemž imisí rozumíme hmotnostní koncentrací škodlivin v ovzduší ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

2.2 Osud znečišťující látky v životním prostředí

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

- Transport
- Transformace
- Přenos mezi složkami prostředí

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

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

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

2.2.1 Expozice

Určení expozičních cest spočívá v definici procesů, kterými se daný faktor dostává ze zdroje přes složky životního prostředí do živého organismu. Protože k hodnocení expozice je v poslední době přístupováno jako k získání tzv. maximální odůvodněné hodnoty (reasonable maximum exposure, RME), je nezbytné identifikovat všechny v úvahu připadající expoziční cesty. Úplný popis expoziční cesty sestává ze čtyř kroků:

- určení zdrojů, ze kterých nebezpečné faktory přecházejí do jednotlivých složek životního prostředí (plynné emise - ovzduší, odpadní vody - povrchová voda)
- popis fyzikálních, chemických případně biologických procesů, determinujících osud nebezpečného faktoru a její transport životním prostředím
- popis míst resp. činností, kde dochází ke kontaktu nebezpečného faktoru s živým organismem
- určení možných expozičních vstupů (inhalace, požití, vstřebání kůží)

Klíčovým momentem je druhý bod výše zmíněného postupu; protože popis osudu nebezpečných faktorů v životním prostředí a jejich transportu mezi jednotlivými složkami je vždy víceméně odhadem. Odhad je založen jednak na zkušenostech z analogických situací, jednak na výsledcích modelových studií.

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

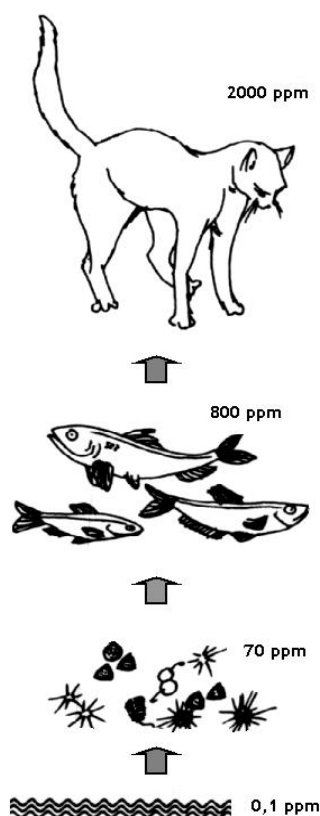
Chemickými pochody rozumíme reakce vedoucí k degradaci výchozí látky. Jedná se především o fotolýzu, hydrolýzu, oxidaci a redukci. I zde je obecně k dispozici celá řada dat umožňujících exaktní odhad míry, do jaké se jednotlivé pochody budou uplatňovat (rovnovážné resp. kinetické konstanty reakcí).

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

Biologické pochody zahrnují veškeré interakce nebezpečného faktoru s biotou. V úvahu připadají dva základní jevy: biodegradace a bioakumulace.

Biodegradaci rozumíme veškeré biotransformační procesy u živočichů a rostlin vyskytujících se v dané oblasti. Data popisující tyto procesy jsou dostupná v míře podstatně menší než u výše uvedených dvou skupin, ale v posledních letech rychle přibývají. I zde nelze vyloučit možnost, že produkty biodegradčních procesů mohou hrát v hodnocení rizika podstatnou roli.

Bioakumulaci je třeba chápat jako ukládání nebezpečného faktoru v organismech. Bioakumulaci, (nazývanou též biokoncentrací) lze optimálně charakterizovat biokoncentračním faktorem (BCF), popisujícím distribuci nebezpečného faktoru mezi částí organismu živočicha a vnějším prostředím, ve kterém žije (např. tuková tkáň ryb - voda). Konstant tohoto typu je obecně k dispozici málo; mnohem častěji se k odhadu využívá klasických rozdělovacích koeficientů (např. oktanol-voda) a v poslední době se projevuje snaha o zkvalitnění odhadů stanovením koeficientů přímo pro reálná média (např. krev-vzduch, rostlinný olej-voda atd.). [8]



Obrázek 4: Příklad bioakumulace. [4]

2.3 Základní pojmy v ochraně životního prostředí

Biotické složky prostředí (biota)

Soubor rostlinstva (vegetace) a živočišstva (fauny) na určitém územním celku.

Biotop

Stanoviště - abiotické podmínky prostředí spolu s biotickými podmínkami (organismy).

Ekologická ujma

Ekologická ujma je ztráta nebo oslabení přirozených funkcí ekosystémů, vznikající poškozením jejich složek nebo narušením vnitřních vazeb a procesu v důsledku lidské činnosti.

Ekotoxická

Jedovatost pro životní prostředí, schopnost látky vyvolat otravy v životním prostředí.

Ekosystém

Soustava všech jedinců na určité ploše ve vztahu k jejich abiotickému prostředí. Jsou navzájem v takovém vztahu, že mají jasně definovány potravní úrovně, fungují mezi nimi potravní řetězce, toky látek a informací.

Chráněná oblast přirozené akumulace vod = CHOPAV

Oblasti, které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci vod. Vyhláší je vláda nařízením za CHOPAV.

Ochranná pásma vodních zdrojů (pásma hygienické ochrany = PHO)

Ochranná pásma stanovuje vodohospodářský úřad k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních nebo povrchových vod využívaných nebo využitelných pro zásobování pitnou vodou s průměrným odběrem více než 10 000 m³ za rok. Vyžadují-li to závažné okolnosti, může vodoprávní úřad stanovit ochranná pásma i pro vodní zdroje s nižší kapacitou.

Ochrana životního prostředí

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

Podzemní vody

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

Povrchové vody

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

Přírodní a prioritní stanoviště

Zvláště chráněná území evropského významu začleněná do soustav Natura 2000 a Emerald (česky Smaragd). V České republice je identifikováno 58 typů přírodních stanovišť programu Natura 2000 (z toho 18 tzv. prioritních stanovišť) a 45 typů přírodních stanovišť programu Smaragd. Podle předběžných odhadů by chráněná území začleněná do soustavy Natura 2000 měla zaujímat asi 15 % rozlohy ČR.

Půdní druh

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

Půdní typ

Skupina půd charakterizovaná obdobnými morfologickými a analytickými znaky, která se vyvíjela pod vlivem určitého souboru půdotvorných činitelů. Půdy jednoho typu prošly stejným hlavním půdotvorným pochodem a vyznačují se jistou kombinací půdních horizontů, která je pro příslušný typ konstantní.

Toxicita

Jedovatost, schopnost látky vyvolat otravy.

Územní systém ekologické stability = ÚSES

ÚSES je vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které napomáhají udržet přírodní rovnováhu. Základními prvky ÚSES jsou biocentra a biokoridory. Podle rozsahu území se rozlišují místní, regionální a nadregionální územní systémy ekologické stability.

Vodní tok

Jedná se o povrchové vody tekoucí vlastním spádem v korytě trvale nebo po převažující část roku, a to včetně vod v nich uměle vzdutých. Jejich součástí jsou i vody ve slepých ramenech a v úsecích přechodně tekoucích přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo zakrytými úseky. Znečištění se může šířit na velkou vzdálenost a velmi rychle.

Znečišťování a poškozování životního prostředí

- (1) Znečišťování životního prostředí je vnášení takových fyzikálních, chemických nebo biologických činitelů do životního prostředí v důsledku lidské činnosti, které jsou svou podstatou nebo množstvím cizorodé pro dané prostředí.
- (2) Poškození životního prostředí je zhoršování jeho stavu znečišťováním nebo jinou lidskou činností nad míru stanovenou zvláštními předpisy.

Zvláště chráněná území přírody = ZCHÚ

Území chráněna dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (ve znění pozdějších předpisů). Tento zákon rozlišuje několik kategorií: národní park, chráněná krajinná oblast, národní přírodní rezervace, národní přírodní památka, přírodní rezervace, přírodní památka.

Životní prostředí

Životním prostředím je vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.

3. PŘEHLED PRÁVNÍCH NOREM V OBLASTI ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ

Požadavky na zvyšování bezpečnosti lze nalézt v celé řadě právních předpisů. Z hlediska ochrany životního prostředí můžeme legislativu rozdělit do následujících skupin [13]:

- životní prostředí - všeobecně
- vodní hospodářství
- odpadové hospodářství
- ochrana ovzduší
- ochrana přírody
- ochrana půdního fondu a lesní hospodářství
- geologie a hornictví
- územní plánování a stavební řád
- posuzování vlivů na životní prostředí
- nakládání s chemickými látkami
- prevence závažných havárií
- geneticky modifikované organismy
- integrovaná prevence znečišťování
- energetika
- hluk a emise

Zákon č.17/1992 Sb. o životním prostředí je základním předpisem v České republice pro oblast ochrany životního prostředí. Stanoví základní zásady ochrany životního prostředí a povinnosti právnických a fyzických osob v ochraně a zlepšování stavu životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů, přičemž vychází z principů trvale udržitelného rozvoje [24].

Některé další zákony v oblasti ochrany životního prostředí:

- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách
- Zákon č. 20/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 sb., o vodách
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší
- Zákon č. 344/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech
- Zákon č. 61/1998 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě
- Zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím [23]

Z časového hlediska prvním zákonem zabývajícím se otázkami prevence rizik je zákoník práce (zákon 65/1965 Sb. ve znění pozdějších předpisů). Ten v páté hlavě: „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci“ ukládá provozovatelům povinnost vyhledávat rizika, zjišťovat jejich příčiny a zdroje a přijímat opatření k jejich odstranění. I když toto ustanovení má širokou působnost, obecně je chápáno především ve smyslu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) vlastních zaměstnanců.

3.1 Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí

V časové hierarchii byl dalším zákonem částečně se zabývajícím bezpečností zákon č. 244/1992 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, který byl změněn zákonem č. 100/2001 Sb. Tento zákon ukládá povinnosti již v projekční fázi výstavby nových vybraných staveb a v předkládané dokumentaci musí být vyhodnoceny rizika havárií zejména vzhledem k navrženému použití látek a technologií (Část D III. Charakteristika environmentálních rizik při možných haváriích a nestandardních stavech). V praxi je ovšem tato kapitola zpracovávána většinou velice stručně a nevyužívá se tak možnosti prevence rizik již před výstavbou samotných zařízení.

Pro lepší představu o rozsahu posuzování vlivů na životní prostředí jsou dále uvedeny všechny náležitosti požadované dokumentace.

Náležitosti dokumentace

ČÁST A - ÚDAJE O OZNAMOVATELI

Obchodní firma, IČ, sídlo, jméno, příjmení, bydliště a telefon oprávněného zástupce oznamovatele

ČÁST B - ÚDAJE O ZÁMĚRU

I. Základní údaje

1. Název záměru
2. Kapacita (rozsah) záměru
3. Umístění záměru (kraj, obec, katastrální území)
4. Charakter záměru a možnost kumulace s jinými záměry
5. Zdůvodnění potřeby záměru a jeho umístění, včetně přehledu variant a hlavních důvodů (i z hlediska životního prostředí) pro jejich výběr
6. Popis technického a technologického řešení záměru
7. Předpokládaný termín zahájení realizace záměru a jeho dokončení
8. Výčet dotčených územně samosprávných celků

II. Údaje o vstupech

1. Půda (například druh, třída ochrany, velikost záboru)

2. Voda (například zdroj vody, spotřeba)
3. Ostatní surovinové a energetické zdroje (například druh, zdroj, spotřeba)
4. Nároky na dopravní a jinou infrastrukturu (např. potřeba souvisejících staveb)

III. Údaje o výstupech

1. Ovzduší (např. přehled zdrojů znečišťování, druh a množství emitovaných škodlivin, způsoby a účinnost zachycování znečišťujících látek)
2. Odpadní vody (např. přehled zdrojů odpadních vod, množství odpadních vod a místo vypouštění, čistící zařízení a jejich účinnost)
3. Odpady (například přehled zdrojů odpadů, kategorizace a množství odpadů, způsoby nakládání s odpady)
4. Ostatní (například hluk a vibrace, záření, zápach, jiné výstupy - přehled zdrojů, množství emisí, způsoby jejich omezení)
5. Doplňující údaje (například významné terénní úpravy a zásahy do krajiny)

ČÁST C - ÚDAJE O STAVU ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V DOTČENÉM ÚZEMÍ

1. Výčet nejzávažnějších environmentálních charakteristik dotčeného území (například územní systémy ekologické stability krajiny, zvláště chráněná území, přírodní parky, významné krajinné prvky, území historického, kulturního nebo archeologického významu, území hustě zalidněná, území zatěžovaná nad míru únosného zatížení, staré ekologické zátěže, extrémní poměry v dotčeném území)
2. Charakteristika současného stavu životního prostředí v dotčeném území (například ovzduší a klima, voda, půda, horninové prostředí a přírodní zdroje, fauna a flóra, ekosystémy, krajina, obyvatelstvo, hmotný majetek, kulturní památky)
3. Celkové zhodnocení kvality životního prostředí v dotčeném území z hlediska jeho únosného zatížení

ČÁST D - KOMPLEXNÍ CHARAKTERISTIKA A HODNOCENÍ VLIVŮ ZÁMĚRU NA OBYVATELSTVO A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

I. Charakteristika předpokládaných vlivů záměru na obyvatelstvo a životní prostředí a hodnocení jejich velikosti a významnosti

1. Vlivy na obyvatelstvo, včetně sociálně ekonomických vlivů
2. Vlivy na ovzduší a klima
3. Vlivy na hlukovou situaci a další fyzikální a biologické charakteristiky
4. Vlivy na povrchové a podzemní vody
5. Vlivy na půdu
6. Vlivy na horninové prostředí a přírodní zdroje
7. Vlivy na faunu, flóru a ekosystémy
8. Vlivy na krajinu

9. Vlivy na hmotný majetek a kulturní památky

II. Komplexní charakteristika vlivů záměru na životní prostředí z hlediska jejich velikosti a významnosti a možnosti přeshraničních vlivů

III. Charakteristika environmentálních rizik při možných haváriích a nestandardních stavech

IV. Charakteristika opatření k prevenci, vyloučení, snížení, popřípadě kompenzaci nepříznivých vlivů na životní prostředí

V. Charakteristika použitých metod prognózování a výchozích předpokladů při hodnocení vlivů

VI. Charakteristika nedostatků ve znalostech a neurčitostí, které se vyskytly při zpracování dokumentace

ČÁST E - POROVNÁNÍ VARIANT ŘEŠENÍ ZÁMĚRU (pokud byly předloženy)

ČÁST F - ZÁVĚR

ČÁST G - VŠEOBECNĚ SROZUMITELNÉ SHRNUÍ NETECHNICKÉHO CHARAKTERU

ČÁST H – PŘÍLOHY

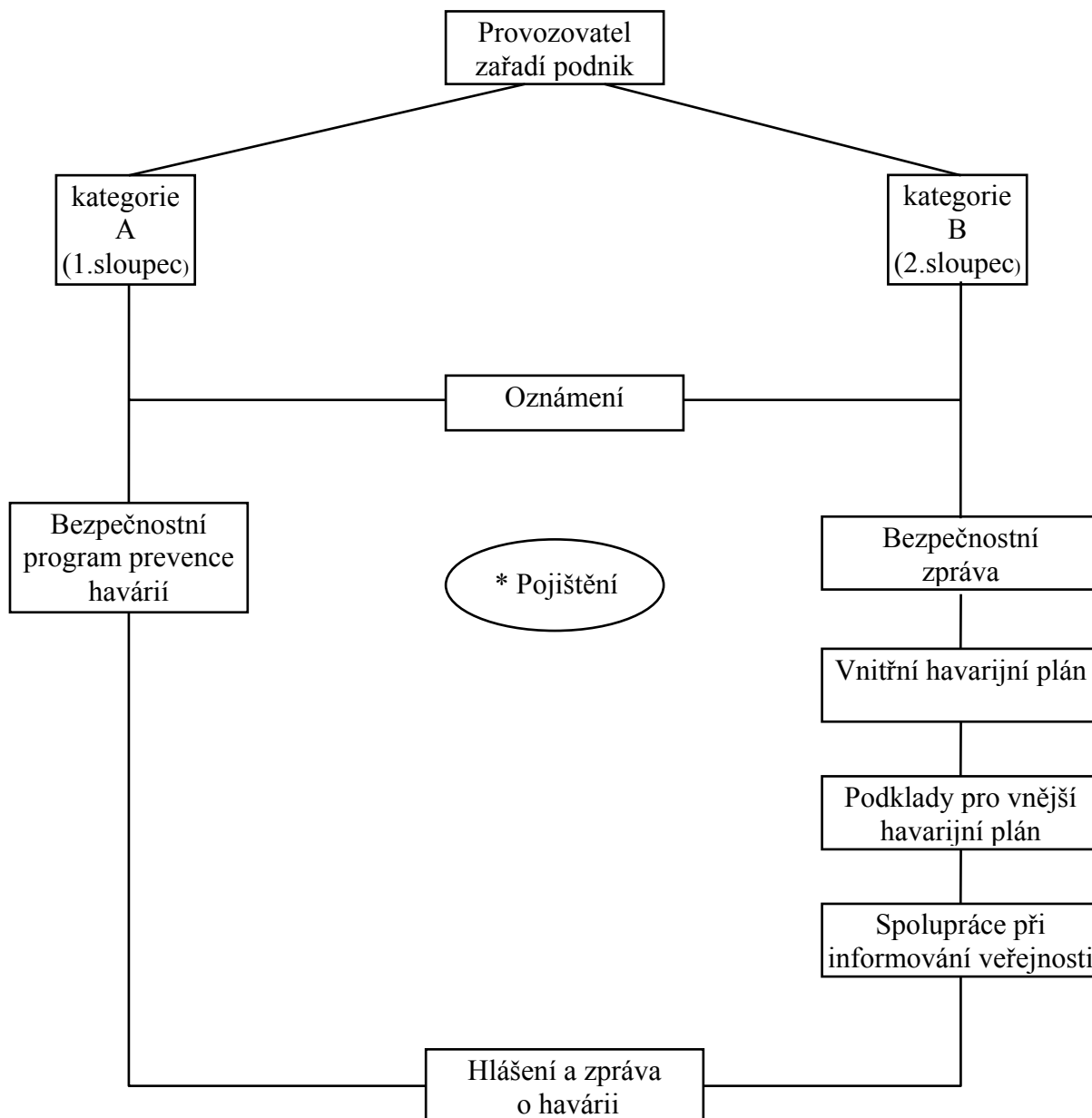
3.2 Zákon o prevenci závažných havárií

Na konci roku 1999 byl přijat zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (dále jen zákon o prevenci závažných havárií). Tento zákon se vztahuje na přibližně 150 průmyslových podniků v ČR a ustanovuje základní povinnosti provozovatelům těchto objektů. Provozovatelé, kteří jsou zařazeni do skupiny A nebo B, mají povinnost zpracovat bezpečnostní programy a bezpečnostní zprávy. Součástí zpracovávaných bezpečnostních dokumentací je i hodnocení ohrožení člověka, zařízení a životního prostředí.

Z krátké historie působení zákona lze konstatovat, že tento zákon představuje významný přínos pro prevenci závažných havárií v objektech, kde se nakládá s nadlimitním množstvím vybraných nebezpečných látek. Na druhé straně je zřejmé, že většina podniků není dostatečně připravena na plnění náročných úkolů v oblasti prevence havárií, a proto je bezpečnostní dokumentace schvalována velice pomalu.

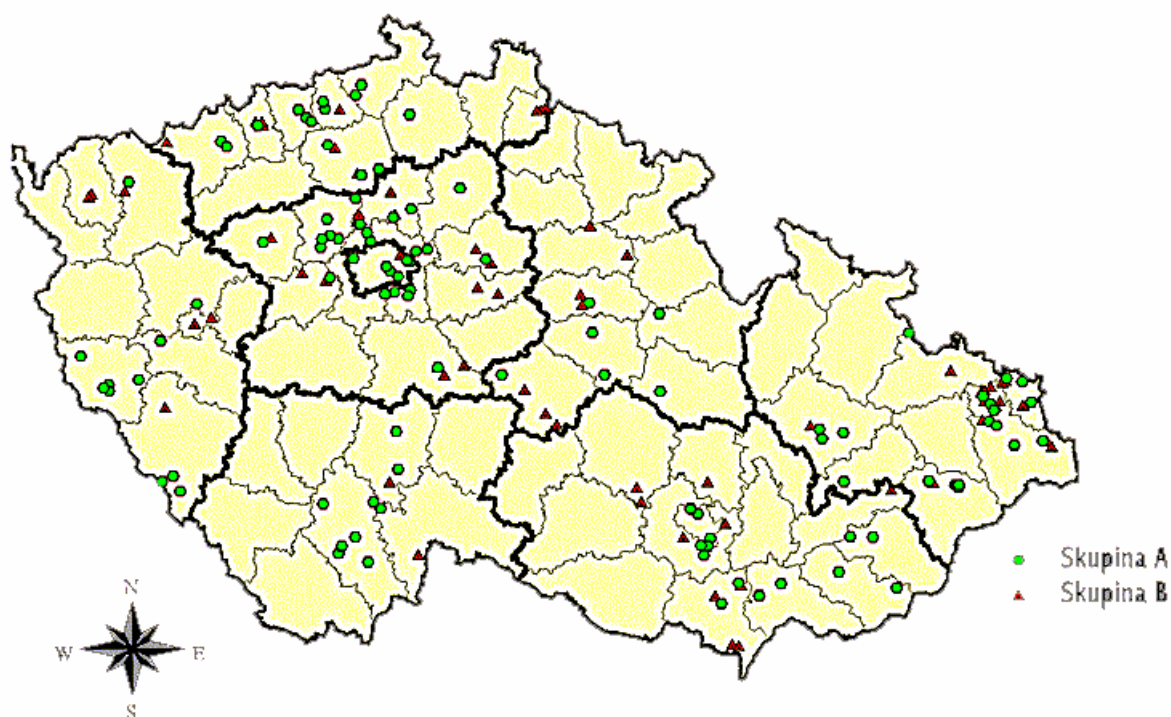
Zákon o prevenci závažných havárií je harmonizován s evropskou direktivou Seveso 96/82/EC - Control of Major Accident Hazards Involving Dangerous Substances – známá pod názvem SEVESO II. V roce 2004 vstoupila v platnost novela zákona o prevenci závažných havárií a ve sbírce zákonů vyšlo úplné znění tohoto zákona pod číslem 349/2004 Sb. Zákon doplňuje několik prováděcích předpisů.

Na následujícím schématu jsou znázorněny základní povinnosti pro průmyslové podniky vyplývající ze zákona o prevenci závažných havárií.



Obrázek 5: Schéma povinné bezpečnostní dokumentace podle zákona č. 353/1999 Sb.

V roce 2000 proběhla notifikace subjektů. Celkem zaslalo oznámení o zařazení 173 provozovatelů. Ke dni 13. února 2001 bylo do skupiny A zařazeno 107 podniků, do skupiny B 66 podniků. Územní rozložení průmyslových podniků zařazených pod účinnost zákona č. 353/1999 Sb. v rámci ČR je znázorněno na níže uvedené mapě (Obrázek 6).

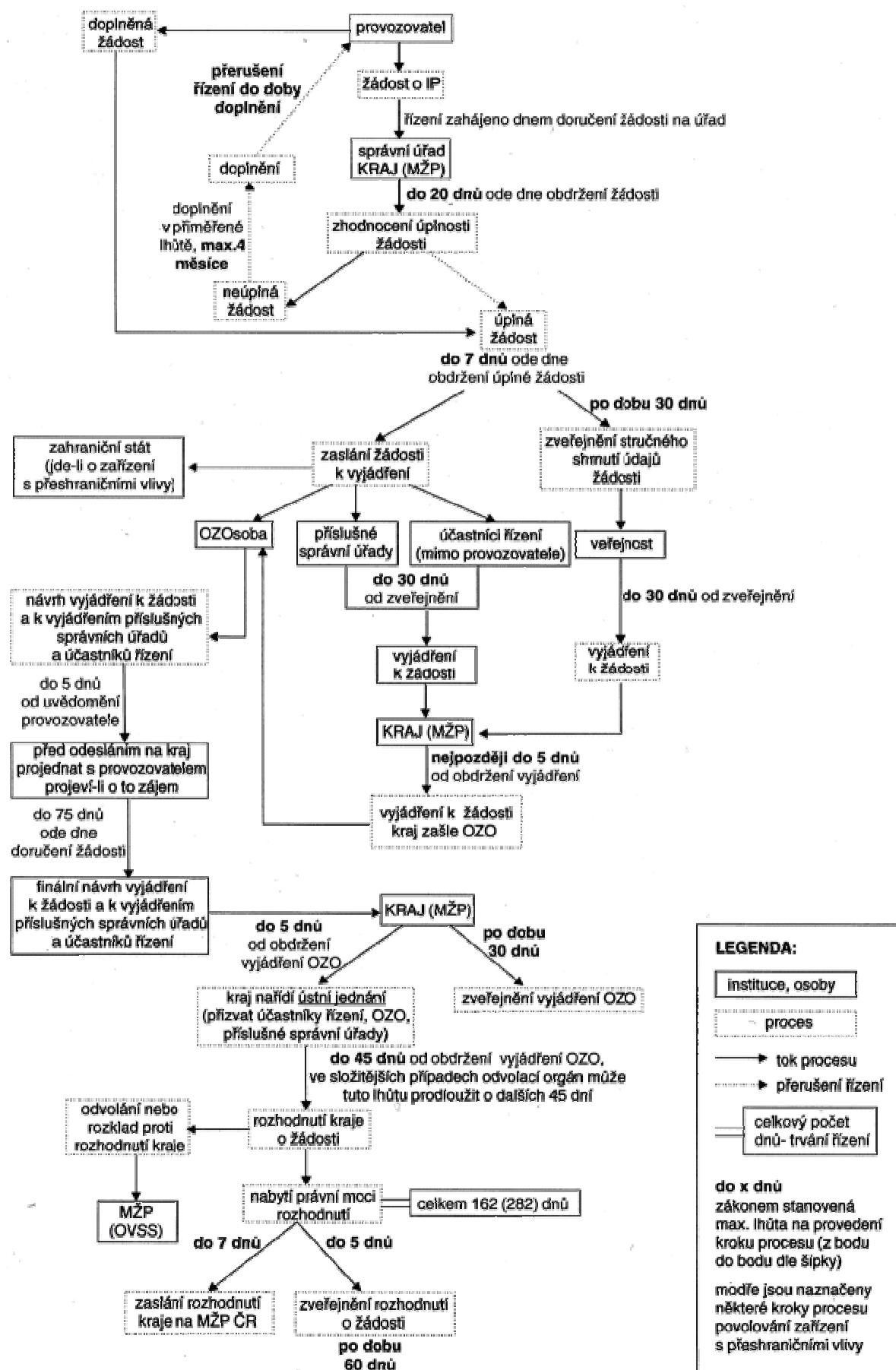


Obrázek 6: Územní rozložení podniků v působnosti zákona č. 353/1999 Sb.

3.3 Zákon o integrované prevenci

Další zákonem v rámci implementace legislativy EU je zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezování znečišťování (IPPC – Integrated Prevention and Pollution Control). Zákon zastřešuje oblast ochrany životního prostředí v průmyslových podnicích a zahrnuje rovněž požadavek prevence havárií a minimalizace jejich následků pro životní prostředí a pro zdraví člověka. Podle odborných odhadů se bude IPPC vztahovat na přibližně 1000 průmyslových podniků v ČR, z čehož je možné usuzovat, že se oblastí prevence havárií bude muset věnovat i celá řada podniků, které v současnosti nespádají pod účinnost zákona č. 353/1999 Sb.

Zákon o IPPC je založen na novém přístupu k ochraně životního prostředí a to přímo u zdroje používáním takzvaných nejlepších dostupných technik (BAT – Best Available Techniques). Tyto nejlepší dostupné techniky jsou pro jednotlivé průmyslové odvětví vyjmenovány v referenčních dokumentech (BREF). Cílem je předcházet vzniku znečištění životního prostředí a omezit úniky emisí do jeho jednotlivých složek nebo přenášení znečišťujících látek mezi složkami. Provozovatelé průmyslových podniků musí nejpozději do roku 2007 požádat o integrované povolení k provozování svého zařízení. Schéma postupu schvalování žádosti o integrované povolení je uvedeno níže.



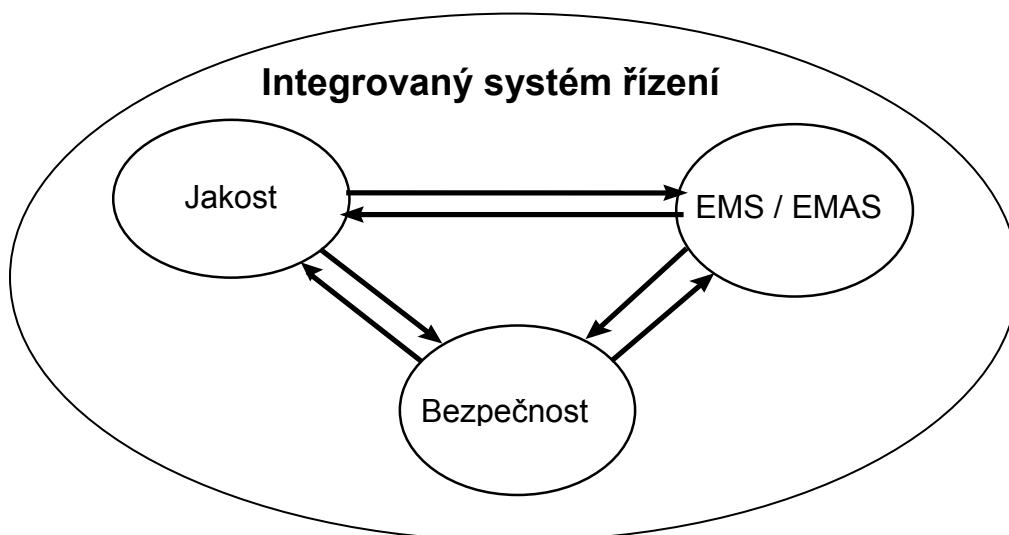
Obrázek 7: Schéma postupu schválení žádosti o integrované povolení [10]

3.4 SYSTÉMY ŘÍZENÍ V PRŮMYSLOVÝCH PODNICÍCH

Celá řada průmyslových podniků přistupuje k dobrovolnému zavádění systémů řízení. Je zřejmé, že správné řízení podniku přispívá k předcházení havárií a znečišťování životního prostředí. S hodnocením rizik souvisí několik metodických návodů, mezi významné patří:

- British Standards Institute (1996) BS 8800 Guide to occupational health and safety management systems, United Kingdom.
- OHSAS 18001:99 - Systém managementu ochrany bezpečnosti a zdraví při práci (Occupational Health and Safety Assessment Series)
- ISO 14001:1996 - systém environmentálního managementu (EMS).
- Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 761/2001 o dobrovolné účasti organizací v systému řízení podniků a auditu z hlediska ochrany životního prostředí (EMAS II).
- ISO 9001:2000 – systém řízení jakosti (QMS).
- Program “Bezpečný podnik“ vyhlášený ministrem práce a sociálních věcí ČR v roce 1996.

Některé podniky už pochopily nutnost zavádět kromě managementu jakosti a ochrany životního prostředí také management bezpečnosti. Stále častěji se mluví o integrovaném systému managementu, který zajistí řízení podniku racionálním způsobem. Na následujícím obrázku jsou schématicky znázorněny vzájemné vazby mezi zásadními systémy řízení a možnost jejich integrace do jediného systému.



Obrázek 8: Schématické znázornění integrovaného systému řízení.

Tyto základní systémy řízení vycházejí ze stejných principů a přes menší rozdíly je lze integrovat do jediného systému. Pro systém managementu

bezpečnosti a ochrany zdraví při práci existuje prozatím návrh ČSN 01 0801. V následující tabulce jsou stručně porovnány jednotlivé požadavky návrhu ČSN 01 0801 a ČSN EN ISO 14001 (EMS).

Tabulka 1: Porovnání návrhu ČSN 01 0801 a ČSN EN ISO 14001

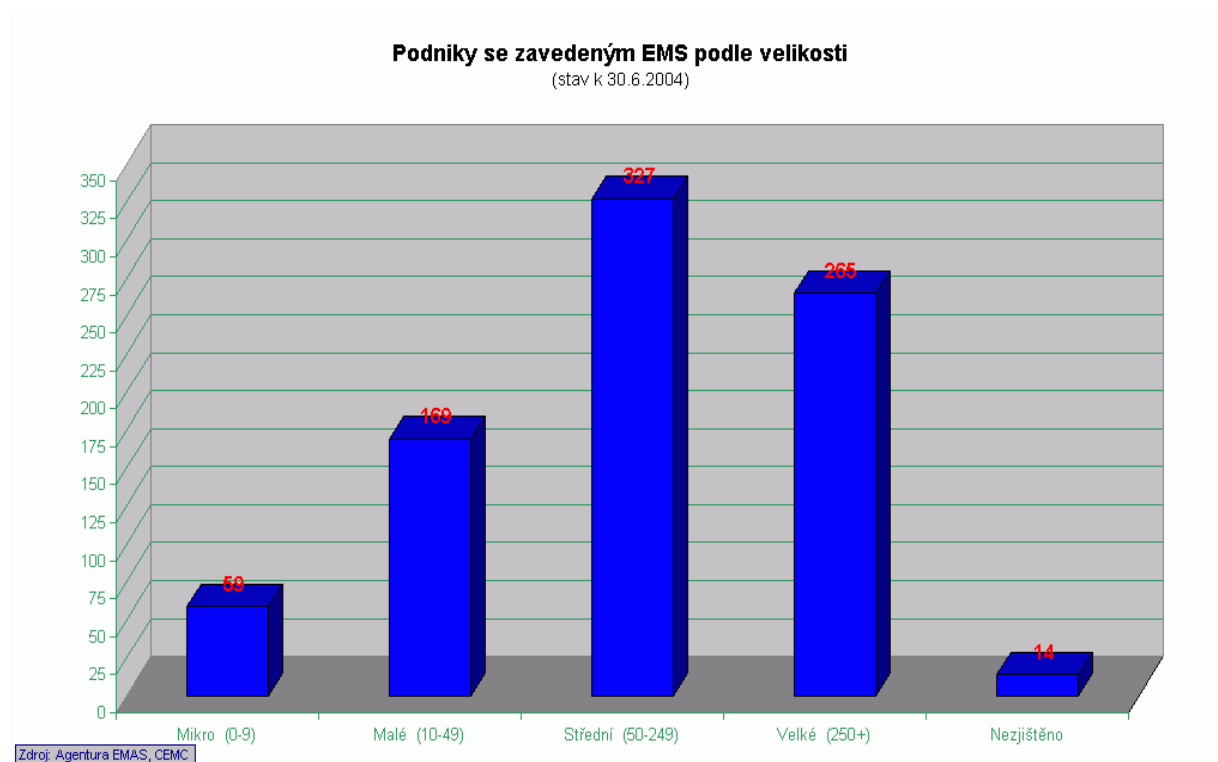
ČSN 01 0801	ČSN EN ISO 14001
4.1 Všeobecné požadavky	4.1 Všeobecné požadavky
4.2 Politika BOZP	4.2 Environmentální politika
4.3 Plánování	4.3 Plánování
4.3.1 Plánování postupu identifikace a hodnocení rizik	4.3.1 Environmentální aspekty
4.3.3 Cíle a úkoly	4.3.3 Cíle a cílové hodnoty
4.3.5 Programy managementu BOZP	4.3.5 Program(y) EMS
4.4 Zavedení a provoz	4.4 Zavedení a provoz
4.4.1 Struktura a odpovědnost	4.4.1 Struktura a odpovědnost
4.4.2 Školení a odborná způsobilost	4.4.2 Výcvik, povědomí a způsobilost
4.4.5 Řízení dokumentů a údajů	4.4.5 Řízení dokumentů
4.4.7 Havarijní připravenost a zásahy	4.4.7 Havarijní připravenost a reakce
4.5 Měření a hodnocení	4.5 Kontrola a nápravná opatření
4.5.2 Vyšetřování nehod, nápravná a preventivní opatření	4.5.2 Neshoda, nápravná a preventivní opatření
4.5.4 Audit SMBOZP	4.5.4 Audit EMS
4.6 Přezkoumávání vedením organizace	4.6 Přezkoumávání vedením organizace

Z uvedeného porovnání je zřejmé, že většina kapitol je shodná, malé rozdíly odpovídají zaměření obou systémů řízení. Kdybychom se pokusili celkově charakterizovat vazby obou systémů, můžeme konstatovat, že zvyšování bezpečnosti vede ke snížení rizika pro životní prostředí způsobených haváriemi. Naopak ale životní prostředí může být zdrojem havárie.

Pro úplnost je potřeba dodat, že environmentální systémy řízení jsou zaváděny v celé řadě podniků, což dokládají následující údaje. Počet společností se zavedeným EMS celosvětově (stav z prosince 2003):

- s certifikací ISO 14001 – 61 170,
- se zavedeným EMAS – 3 623.

Pro Českou republiku jsou údaje o zavedených EMS (ISO 14001 + EMAS) shrnuty v grafu (Obrázek 9) podle velikosti podniků (počtu zaměstnanců) [9].



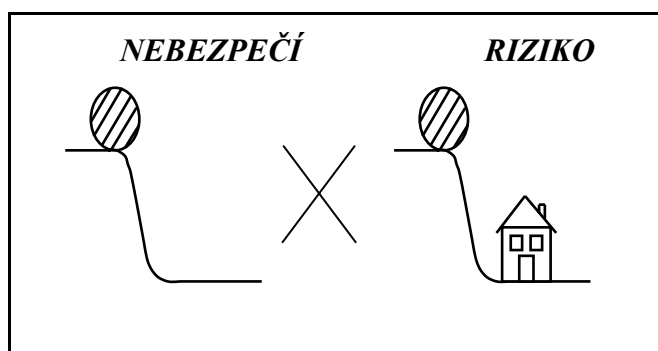
Obrázek 9: Počet podniků v ČR s EMS podle velikosti (počtu zaměstnanců).

4. HAVÁRIE, RIZIKO

Pod pojmem havárie rozumíme nežádoucí a do jisté míry neovladatelnou mimořádnou událost antropogenního charakteru. Lze ji chápat jako řetězec událostí, který je propojen kauzálními vztahy mezi jejími příčinami a následky. Havárie je jevem náhodným. Pravděpodobnost jejího vzniku lze s určitou mírou nejistoty kvantifikovat stejně tak jako její následky. Míru pravděpodobnosti projevu daných následků označujeme jako riziko.

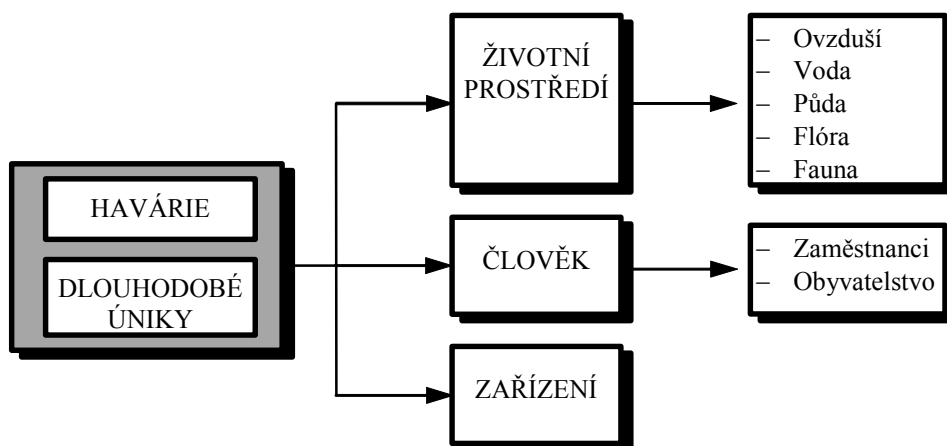
Riziko je možné definovat jako funkci pravděpodobnosti a velikosti ztrát.

Nebezpečí je pak definováno jako vlastnost látky nebo fyzikální stav, který má potenciál způsobit škodu na lidském zdraví nebo životech, majetku nebo životním prostředí. [2]



Obrázek 10: Znázornění nebezpečí a rizika.

Havárie tedy představují projevy takzvaných rizik akutních. Tato rizika jsou charakterizována velmi intenzivním avšak relativně krátkodobým účinkem. Naopak takzvaná rizika chronická se projevují dlouhodobými účinky s relativně nižší intenzitou.



Obrázek 11: Schéma dopadů průmyslové činnosti na životní prostředí.

4.1 Analýza a hodnocení rizik

Existují dva odlišné názory na riziko, od nichž se odvíjí dva přístupy k problematice hodnocení rizik. [21]

Prvním z nich je přístup orientovaný na následky neboli tzv. deterministický přístup. Toto „deterministické“ pojetí je založeno na myšlence, že následky mají své příčiny a pravděpodobnost vzniku určitého jevu je buďto možná nebo nemožná ($P=1$ nebo $P=0$). Tento přístup tedy uvažuje nezávisle na četnosti určitý (determinovaný) scénář a předpokládá se, že pokud existují dostatečná bezpečnostní opatření pro nejhorší možný scénář (worst case scenario), budou tato opatření dostatečná také pro méně závažnější případy. Výsledky jsou interpretovány v podobě zón okolo zařízení, kde se předpokládají určité účinky. Tento přístup je uplatňován například ve Francii, kde má dlouholetou tradici.

Druhým přístupem je takzvaný probabilistický přístup, který považuje všechny jevy jako možné s určitou pravděpodobností ($P = (0, 1)$). Jeden z hlavních předpokladů tohoto je nezávislost výskytu všech událostí. Aplikací takového přístupu je zkoumání následků různých havarijních scénářů a jejich pravděpodobností. Tento přístup je při hodnocení rizik používán například v Nizozemí, Velké Británii, a také v České Republice.

Na hodnocení rizika lze také nahlížet z pohledu kvalitativního či kvantitativního.

Kvalitativní částí procesu hodnocení rizika je identifikace zdrojů rizika, analýza příčin a následků a jejich kauzálních souvislostí-scénářů možných havárií. Klíčovým bodem jsou přitom úplnost, důslednost a správnost uvažovaných situací a jevů.

Kvantitativní hodnocení rizika je nezbytným nástrojem pro efektivní risk management. Spočívá zejména v pravděpodobnostní analýze (určení četnosti, frekvence uvažovaných havarijních scénářů) a hodnocení následků (určení závažnosti uvažovaných havarijních scénářů). Klíčovým bodem jsou přitom spolehlivé matematické modely a hodnoty frekvencí a pravděpodobností. [8]

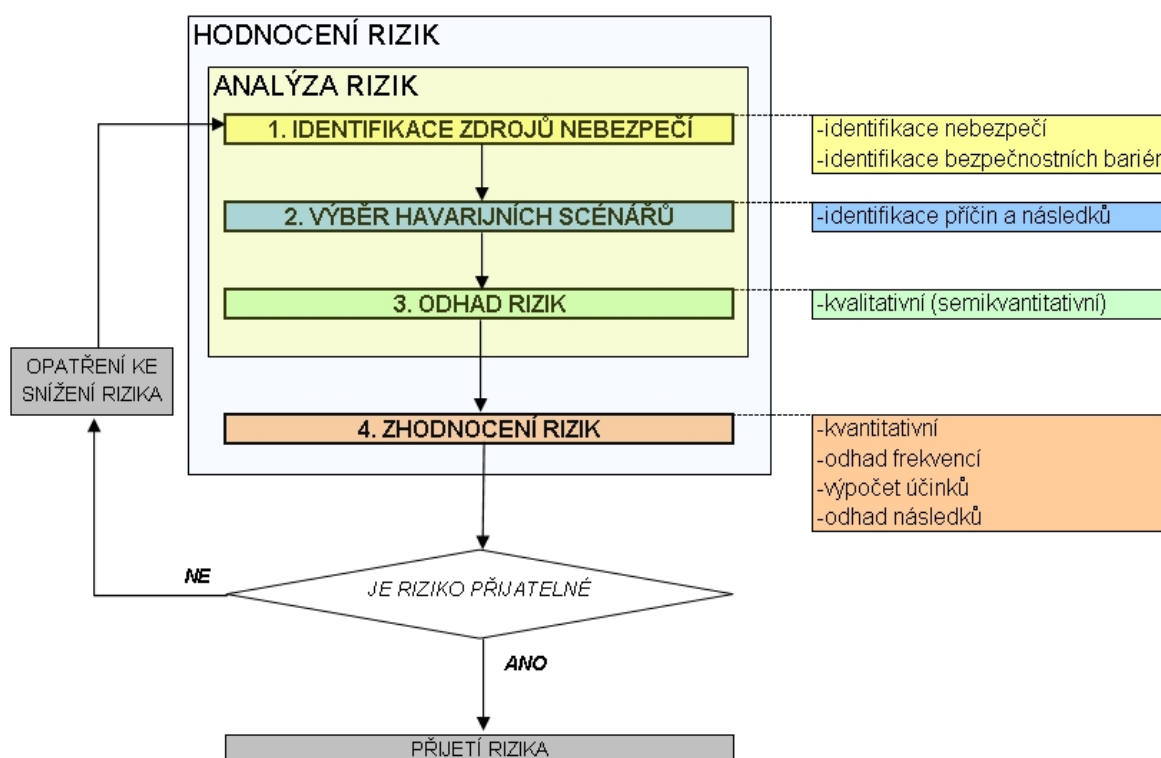
Dle ISO/IEC 73: 2002 [11] je vykládáno hodnocení rizik (risk assessment) jako součást managementu rizik, která předchází rozhodovacímu procesu přijetí resp. nepřijetí rizika.

První částí hodnocení rizik je analýza rizika sestávající z identifikace nebezpečí, tedy zdrojů nebezpečí a situací (scénářů), které mají potenciál způsobit škody ve svém okolí. Součástí identifikace nebezpečí je také zkoumání

bezpečnostních bariér, tedy opatření, která mají jednak zamezit vzniku havarijní situace, anebo omezit rozsah následků havárie.

Posledním krokem analýzy rizika je pak odhad rizika (risk estimation) pro jednotlivě zkoumaná zařízení a jejich seřazení dle míry rizika (na základě odhadu míry následků, popř. pravděpodobnosti).

Zhodnocení rizik (risk evaluation) je pak možné chápat jako etapu založenou na analýze rizika zaměřenou na kvantifikaci popřípadě upřesnění veličin charakterizujících riziko, tedy pravděpodobnosti a míry následků, pro vybrané havarijní scénáře (resp. nebezpečné jevy s nimi spojené). [12]



Obrázek 12: Proces hodnocení rizik dle ISO/IEC 73:2002. [12]

4.2 Vnímání rizik

Pojem “vnímání rizik” v sobě zahrnuje subjektivní názor veřejnosti na rizika. Každý člověk může stejný druh rizika vnímat odlišným způsobem.

Riziko bývá veřejností většinou nesprávně posuzováno. Některá rizika jsou podceňována a některá nadhodnocována. Laická veřejnost většinou podceňuje ta rizika, která mají vysokou pravděpodobnost vzniku a ovlivňují relativně malý počet lidí (např. lyžování, kouření, nedostatečný pohyb). Zároveň jsou nadhodnocovány události, které jsou sice málo pravděpodobné, ale mají velký následek (např. havárie v jaderném průmyslu). K tomuto subjektivnímu nadhodnocování přispívá také výskyt škod s dlouhodobými následky pro život

na Zemi, zvýšení nebezpečí velkých katastrof a skutečnost, že pozorovatelná nebezpečí jsou zjišťována až se značným zpožděním.

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují vnímání rizik. Patří k nim kupříkladu přijatelnost rizika, což je rozhodnutí, za jakých okolností lze připustit riziko. Přijatelnost rizika je u každého člověka individuální.

Z pohledu vnímání rizik veřejností lze tato rizika rozdělit na:

- dobrovolná rizika,
- vnucená rizika,
- kontrolovaná,
- přirozená rizika,
- uměle vytvořená rizika (člověkem),
- neznámá rizika.

Rizika dobrovolná jsou veřejností mnohem lépe akceptovaná než rizika vnucená. Jako příklad dobrovolného rizika lze uvést kouření. Rizikem vnuceným může být například plánovaná výstavba spalovny v blízkosti bydliště.

Rizikem kontrolovaným můžeme nazvat řízení auta.

Přirozené riziko je na rozdíl od uměle (člověkem) vytvořeného opět lépe akceptovatelné. Lze to ilustrovat na příkladu vnímání přirozeně se vyskytujícího radonu v domácnostech oproti radonu, který uniká z průmyslových zdrojů.

Neznámá rizika působí nebezpečněji než rizika známá. V případě skříně, která je plná chemických přípravků si jen málokdo uvědomuje existenci možného rizika. Zatímco existence spalovny působí mnohem nebezpečněji.

Obecně lze tedy rizika z pohledu veřejnosti označit jako přijatelná a nepřijatelná.

Tabulka 2 Činnosti s individuálním rizikem (pravděpodobnost úmrtí jednotlivce) přesahujícím hodnotu 1×10^{-6} / rok [22].

činnost	příčina úmrtí
konzumace 1,4 cigarety	rakovina, srdeční příhoda
1 hodina strávená v uhelném dole	zaprášení plic
2 dny života v New Yorku	znečištění ovzduší
12 km jízdy na kole	nehoda
1200 km let tryskovým letadlem	nehoda
2 měsíce života v Denveru	rakovina (z kosmického záření)
1 ozáření hrudníku RTG	rakovina (z radiace)
konzumace 40 lžic arašídového másla	rakovina jater (z aflatoxinu B)
konzumace 30 plechovek dietní limonády	rakovina (ze sacharinu sodného - E 954)
150 let života v blízkosti jaderné elektrárny	rakovina (z radiace)

Pro srovnání, v Nizozemí je tato hodnota (1×10^{-6}) považována za hranici přijatelnosti individuálního rizika pro nově vzniklá technologická zařízení spadající pod SEVESO direktivu [15].

4.3 Závažná havárie ve smyslu zákona o prevenci závažných havárií

V kontextu průmyslových rizik souvisejících s nebezpečnými látkami a přípravky a jejich manipulací hovoříme o tzv. prevenci závažných havárií. V České republice je oblast prevence závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky zabezpečována Ministerstvem životního prostředí.

Základem legislativy v této oblasti je zákon č. 353/1999 Sb. o prevenci závažných havárií ve znění pozdějších předpisů [25]. Tento zákon je implementací směrnice Rady Evropy 96/82/EC (tzv. SEVESO II direktivy).

Tímto zákonem je závažná havárie definována jako mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, například závažný únik, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu nebo zařízení, v němž je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována, a vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážnému dopadu na životy a zdraví lidí, hospodářských zvířat a životní prostředí nebo k újmě na majetku.

Oznámena musí být každá závažná havárie způsobená nebezpečnou látkou uvedenou v příloze č.1 k tomuto zákonu překračující svými následky následující kritéria:

➤ z hlediska životů a zdraví lidí:

- a) úmrtí,
- b) zranění minimálně 6 zaměstnanců nebo ostatních fyzických osob zdržujících se v objektu nebo u zařízení, pokud jejich hospitalizace přesáhla dobu 24 hodin,
- c) zranění minimálně jednoho občana mimo objekt nebo zařízení, pokud jeho hospitalizace přesáhla dobu 24 hodin,
- d) poškození jednoho nebo více obydlí mimo objekt nebo zařízení, které se v důsledku havárie stalo neobyvatelné,
- e) nutnosti provedení evakuace nebo ukrytí občanů v budovách po dobu delší než 2 hodiny, pokud celková přepočtená doba evakuace nebo ukrytí občanů (počet občanů x doba) přesáhla 500 hodin,

f) přerušení dodávky pitné vody, elektrické a tepelné energie, plynu nebo telefonního spojení po dobu delší než 2 hodiny, pokud celková přepočtená doba přerušení dodávky (počet občanů x doba) přesáhla 1 000 hodin.

➤ z hlediska poškození životního prostředí na:

- a) území chráněném podle zvláštních předpisů, tj. chráněných územích, vyhlášených pásmech ochrany vodních zdrojů a pásmech ochrany zdrojů minerálních vod o rozloze stejné nebo větší než 0,5 ha,
- b) ostatním území o rozloze stejné nebo větší než 10 ha,
- c) toku řeky nebo vodního kanálu o délce stejné nebo větší než 10 km,
- d) vodní hladině jezera nebo nádrže, které nemají statut vodárenské nádrže podle zvláštního právního předpisu, o rozloze dosahující nebo přesahující 1 ha.
- e) kolektoru, tj. saturované a nesaturované zóny v místě jímání nebo akumulace podzemních vod, nebo znečištění podzemních vod o rozloze stejné nebo větší než 1 ha.

➤ z hlediska škod na majetku:

- a) poškození objektu nebo zařízení původce závažné havárie ve výši stejné nebo převyšující 70 mil. Kč,
- b) poškození majetku mimo objekt nebo zařízení původce havárie ve výši stejné nebo převyšující 7 mil. Kč.
- c) závažná havárie vedoucí k následkům mimo území České republiky.

Závažné havárie tvoří jen poměrně úzce specifikovanou oblast mimořádných událostí, které mají vliv na životní prostředí.

Další kapitola je tedy věnována definicí mimořádných událostí a jejich typologií.

4.4 Mimořádná událost

Mimořádná událost je dle zákona č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému definována jako škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činnostmi člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací

Pod pojmem mimořádná událost je tedy v následujícím textu chápána jakákoliv situace (tedy i živelní pohroma, průmyslová havárie, atd.) způsobující poškození životního prostředí včetně člověka a majetku.

Rozdělení mimořádných událostí s uvedením příkladů pro podmínky České republiky [19]:

a) Přírodní mimořádné události

- Požár (způsobený bleskem, samovznícením, atd.)
- Zápavy a povodně (způsobené dešti, táním sněhu)
- Krupobití a přívalové deště
- Bouřky a jiné elektrické jevy v atmosféře
- Vichřice a silné větrné poryvy
- Sněhové kalamity, námrazy, náledí, silné mrazy
- Vedra a sucha
- Teplotní inverze
- Biologické pohromy
- Zemětřesení
- Svahové pohyby
- Sněhové a kamenité laviny
- Posun říčních koryt
- Propad zemských dutin
- Únik plynu ze zemského nitra
- Půdní eroze
- Pád kosmického tělesa na zemský povrch
- Vlivy kosmického záření a kosmických těles
- Magnetické anomálie
- Zvýšené radioaktivní pozadí

b) Antropogenní mimořádné události

- Požár (způsobený člověkem)
- Havárie s únikem radioaktivních látek
- Havárie technologií (výbuchy, požáry, úniky toxických látek)
- Havárie v dopravě (silniční, železniční, letecké, vodní)
- Únik ropných produktů (při skladování nebo přepravě, potrubní rozvody)
- Poruchy v zásobování (elektrinou, teplem, palivy, vodou, surovinami, atd.)
- Působení toxických odpadů na skládkách
- Zápavy po přetržení přehradní hráze
- Mechanické poruchy staveb (zřícení budov)
- Působení člověka při komunální činnosti (výstavba silnic, stavební činnost, rekreace, ukládání odpadů, odlesňování, atd.)
- Chemizace zemědělství

- Násilné sociální pohyby (demonstrace, násilí při sportovních utkáních, atd.)
- Emigrační vlny
- Mezistátní konflikty
- Terorismus

Některé z výše uvedených mimořádných událostí můžeme považovat za **kombinované**, způsobené společným působením člověka i přírody. Jako příklad lze uvést povodně, které jsou způsobené přírodními silami (srážky), ale jejich následky jsou zhoršené zásahem člověka při úpravě koryt řek, rušením lužních lesů, atd. Podobně při inverzních situacích jde o kombinaci nepříznivých klimatických podmínek a vnášení znečišťujících látek do ovzduší, jejímž následkem je výskyt smogu. Zvláštními případy kombinovaných mimořádných událostí jsou situace, kdy výskyt přírodní mimořádné události vyvolá vznik antropogenní (např. zemětřesení způsobí únik nebezpečných látek z průmyslového podniku), nebo naopak zásahem člověka vznikne přírodní mimořádná událost (např. vykácení lesa na svahu způsobí sesuv půdy).

V celosvětovém měřítku bychom se mohli zmínit o dalších mimořádných událostech, které se naštěstí v České republice nevyskytují nebo jen v malé míře. Příkladem takových událostí mohou být havárie ropných tankerů, vulkanická činnost, zemětřesení, vlny tsunami, apod.

Kromě mimořádných událostí s rychlými projevy následků se často setkáváme s negativními vlivy na životní prostředí, které mají dlouhodobý charakter a velký rozsah, proto jsou označovány jako globální problémy. Většinou jsou způsobené lidskou činností, často však spolupůsobením přírodních sil. Jako nejznámější bychom mohli uvést:

- oteplování země,
- ozónová díra,
- tání ledovců,
- kyselé deště,
- smogy,
- dioxiny, PCB, a jiné chemické látky.

Pro srovnání je dále uveden přehled typových krizových situací, pro které jsou zpracovávány krizové plány pro řešení mimořádných událostí v podmínkách ČR. Jde o níže uvedené mimořádné situace [1]:

1. Dlouhodobá inverzní situace
2. Povodně velkého rozsahu
3. Jiné živelní pohromy velkého rozsahu, jako např. rozsáhlé lesní požáry, sněhové kalamity, vichřice, sesuvy půdy, zemětřesení apod.

4. Epidemie – hromadné nákazy osob
5. Epifytie – hromadné nákazy polních kultur
6. Epizootie – hromadné nákazy zvířat
7. Radiační havárie
8. Havárie velkého rozsahu způsobená vybranými nebezpečnými chemickými látkami
9. Jiné technické a technologické havárie velkého rozsahu – požáry, exploze, destrukce nadzemních a podzemních částí staveb
10. Narušení hrází významných vodohospodářských děl se vznikem zvláštní povodně
11. Znečištění vody, ovzduší a přírodního prostředí haváriemi velkého rozsahu
12. Narušení finančního a devizového hospodářství státu velkého rozsahu
13. Narušení dodávek ropy a ropných produktů velkého rozsahu
14. Narušení dodávek elektrické energie, plynu nebo tepelné energie velkého rozsahu
15. Narušení dodávek potravin velkého rozsahu
16. Narušení dodávek pitné vody velkého rozsahu
17. Narušení dodávek léčiv a zdravotnického materiálu velkého rozsahu
18. Narušení funkčnosti dopravní soustavy velkého rozsahu
19. Narušení funkčnosti veřejných telekomunikačních vazeb velkého rozsahu
20. Narušení funkčnosti veřejných informačních vazeb velkého rozsahu
21. Migrační vlny velkého rozsahu
22. Hromadné postižení osob mimo epidemií – řešení následků včetně hygienických a dalších režimů
23. Narušení zákonitosti velkého rozsahu

4.5 Klasifikace nebezpečných látek

Klasifikace nebezpečných látek se řídí podle zákona č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích ve znění pozdějších předpisů. Klasifikace spočívá v zařazení látky do jedné nebo více skupin nebezpečnosti a na základě výsledků klasifikace se látce nebo přípravku přiřadí standardní věty označující specifickou rizikovost (R-věty). Klasifikace se uvádí ve zkrácené formě symbolem představujícím nebezpečnou vlastnost a příslušnou R-větou nebo větami charakterizujícími rizikovost (u některých vlastností je uváděna místo symbolu jen R-věta, např. R10 - hořlavá). Následuje přehled symbolů pro zařazení látek do skupin nebezpečnosti:

E - výbušná
 O - oxidující
 F+ - extrémně hořlavá
 F - vysoce hořlavá
 R10 - hořlavá
 T+ - vysoce toxická
 T - toxická
 Xn - zdraví škodlivá
 C - žíravá
 Xi - dráždivá
 R42 anebo R43 - senzibilizující
 Karc. kat. (1, 2 nebo 3) - karcinogenní
 Mut. kat. (1, 2 nebo 3) - mutagenní
 Repr. kat. (1, 2 nebo 3) - toxická pro reprodukci
 N a/nebo R52, R53, R59 - nebezpečná pro životní prostředí

Pro obaly nebezpečných látek se používají následující piktogramy:

E	O	F+	F	C
				
výbušný	oxidující	extrémně hořlavý	vysoce hořlavý	žíravý
T+	T	Xn	Xi	N
				
vysoce toxický	toxický	zdraví škodlivý	dráždivý	nebezpečný pro živ. prostředí

Dále je uveden seznam R-vět vztahujících se k poškození životního prostředí. Celý seznam R-vět a S-vět (standardní pokyny pro bezpečné zacházení) je dostupný v příloze č. 5 vyhlášky 232/2004 Sb. nebo například v databázi Medis Alarm, apod.

R50 Vysoce toxický pro vodní organismy.

R51 Toxický pro vodní organismy.

R52 Škodlivý pro vodní organismy.

R53 Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

- R54 Toxický pro rostliny.
 R55 Toxický pro živočichy.
 R56 Toxický pro půdní organismy.
 R57 Toxický pro včely.
 R58 Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí.
 R59 Nebezpečný pro ozónovou vrstvu.

Vyhláška č. 232/2004 Sb. obsahuje seznam dosud klasifikovaných nebezpečných látek, u kterých byla odsouhlasena harmonizovaná klasifikace a označování na obalech. Informace v tabulce jsou rozděleny do čtyř základních částí:

1. identifikace nebezpečné látky,
2. informace pro označení obalu,
3. informace pro klasifikaci přípravku
4. poznámka

Pro účely identifikace jednotlivých chemických látek jsou uváděny tři druhy číselných údajů- indexové číslo, ES číslo a CAS číslo.

Indexové číslo se udává ve tvaru ABC-RST-VW-Y, kde první tři čísla vyjadřují buď atomové číslo nejcharakterističtějšího chemického prvku nebo obvyklé číslo třídy organických látek. Příklad indexového čísla pro bezvodý amoniak je 007-001-00-5.

Číslo ES je sedmimístné číslo pro nebezpečné látky uvedené v evropském seznamu obchodovatelných látek (EINECS) nebo v seznamu nových látek (ELINCS). Příklad čísla ES pro bezvodý amoniak je 215-647-6.

CAS číslo (Chemical Abstracts Service) je uváděno pro lepší identifikaci chemických položek, protože u řady látek existují synonyma. Příklad CAS čísla pro bezvodý amoniak je 7664-41-7.

Jako vzor seznamu dosud klasifikovaných nebezpečných látek ve vyhlášce č. 232/2004 Sb. je níže uvedena tabulka pro amoniak.

Tabulka 3: Klasifikace amoniaku v seznamu dosud klasifikovaných nebezpečných látek.

Identifikace nebezpečné látky		Informace pro označení obalu			Informace pro klasifikaci přípravku		Poznámka
CAS číslo ES číslo Indexové číslo	Klasifikace R-věty	Symbol	R-věty	S-věty	Koncentrační limit (v %)	Klasifikace; R-věty	
Název: Amoniak, bezvodý							
7664-41-7 215-647-6 007-001-00-5	R10 T; R23 C; R34 N; R50	T N	R10-23-34-50	S(1,2)-9-16-26-36/37/39-45-61	c ≥ 5% 0,5% ≤ c < 5%	T; R23-34 Xn; R20-36/37/38	Poznámka 5

Z praktických zkušeností je potřeba upozornit na častou chybu v klasifikaci nebezpečných látek, kdy je za klasifikaci látky použit symbol z obalu. Například pro karcinogenní látky je symbol na obalu T, ale klasifikace pouze Karc. kat. (1, 2 nebo 3). Tyto chyby mohou mít vliv na špatné zařazení podniku do příslušné skupiny podle zákona č.353/1999 Sb. o prevenci závažných havárií.

Proto je vhodné klasifikaci látky zkontrolovat ve vyhlášce č. 232/2004 Sb. Nepřesná klasifikace se může vyskytnout i v bezpečnostních listech, které musí zpracovat výrobce nebo dovozce nebezpečné látky. Dalším zdrojem informací o klasifikaci a nebezpečných vlastnostech látek mohou být různé databáze. K nejznámějším českým databázím patří Medis Alarm, Danela a ekotoxikologická databáze (<http://www.piskac.cz/ETD/>), nejznámější světové databáze jsou HSDB, Hazardtext, RTECS, CHRIS, IRIS a další.

4.6 Bezpečnostní list

Bezpečnostní list je souhrn identifikačních údajů o výrobcu nebo dovozci, o nebezpečné látce nebo přípravku a údajů potřebných pro ochranu zdraví člověka nebo životního prostředí.

Zpracování bezpečnostního listu se řídí vyhláškou č. 231/2004 Sb. Bezpečnostní list je členěn do 16 povinných kapitol:

1. Identifikace látky nebo přípravku a výrobce nebo dovozce
2. Informace o složení přípravku
3. Údaje o nebezpečnosti látky nebo přípravku
4. Pokyny pro první pomoc
5. Opatření pro hasební zásah
6. Opatření v případě náhodného úniku látky nebo přípravku
7. Pokyny pro zacházení s látkou nebo přípravkem
8. Omezování expozice látkou nebo přípravkem a ochrana osob
9. Informace o fyzikálních a chemických vlastnostech látky nebo přípravku
10. Informace o stabilitě a reaktivitě látky nebo přípravku
11. Informace o toxikologických vlastnostech látky nebo přípravku
12. Ekologické informace o látce nebo přípravku
13. Pokyny pro odstraňování látky nebo přípravku
14. Informace pro přepravu látky nebo přípravku
15. Informace o právních předpisech vztahujících se k látce nebo přípravku
16. Další informace vztahující se k látce nebo přípravku

4.7 Historické příklady závažných havárií s dopady na životní prostředí

Zhruba v druhé polovině 20. století došlo k velkému rozvoji chemického průmyslu. Téměř po celém světě byly budovány továrny, které nakládaly s velkým množstvím chemických látek a přípravků. Většina provozovatelů a majitelů společností nevěnovala dostatečnou pozornost rizikům, která souvisejí s nakládáním s těmito látkami a přípravky. Z tohoto důvodu došlo také k řadě havárií a katastrof způsobených selháním zařízení nebo lidského činitele, které jsou názorným dokladem o ničivém potenciálu, který může ohrozit zdraví a životy lidí, poškodit životní prostředí a způsobit nemalé finanční ztráty.

4.7.1 Seveso (Itálie)

Dne 10. července roku 1976, v sobotu, okolo poledne došlo k havárii v chemickém podniku ICMESA. Tato továrna, kde byly vyráběny pesticidy, se nacházela na okraji malého městečka Meda asi 20 km severně od Milána.



Obrázek 13: Fotografie továrny společnosti ICMESA v severní Itálii a odběry vzorků po havárii

Vlivem nárůstu tlaku způsobeném exotermickou „run-over“ reakcí v TCP (2,4,5-trichlorfenol) reaktoru došlo k úniku toxického oblaku. Ten, jak se později prokázalo, obsahoval vedlejší produkt exotermické reakce - TCDD (2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin). [16] Tento oblak se šířil jihovýchodním směrem a kontaminoval hustě obydlenou oblast v délce asi 6 km a šířce asi 1 km (po směru větru). Jedním z několika zasažených severoitalských městeček bylo i Seveso, v té době obývané 17 000 lidmi.

Den po havárii byli informováni zástupci místní správy, že došlo k úniku oblaku herbicidu nebezpečného pro zemědělské produkty a drobná domácí zvířata. Obyvatelé byli varováni až dva dny po havárii, aby nekonzumovali produkty z vlastních zahrad. Čtyři dny po havárii se začaly projevovat první příznaky intoxikace (kožní problémy u dětí a úhyn drobného zvířectva). Tou dobou již vedení společnosti ICMESA znalo výsledky analýzy vzorků ovzduší, které prokázaly přítomnost TCDD. První zprávy o havárii se objevily v médiích

osm dní po nehodě, avšak o přítomnosti dioxinů se starostové zasažených měst dozvěděli ještě o den později. [4]



Obrázek 14: Dekontaminační práce následujících po havárii v tomto podniku ICMESA a sudy s kontaminovanou zemínou.

Havárie si bezprostředně nevyžádala žádné oběti na lidských životech, přes 2 000 lidí však bylo hospitalizováno z důvodu intoxikace. [16]

Kontaminací půdy bylo ovlivněno asi 37 000 lidí. Dekontaminace zasažených oblastí trvala mnoho dalších let a stála vedení firmy Givaudan přes 32 milionů dolarů. Odstraněním kontaminované zeminy vzniklo přes 150 tun vysoce nebezpečného odpadu. Švýcarská strana se snažila od problému distancovat, a Itálie chtěla co nejrychleji odstranit odpad ze svého území. Spory se táhly dlouhých šest let, až přišla dohoda s italskou firmou Mannesmann Italiana, která odpad měla odstranit. 10. září 1982 se nebezpečný transport rozjel směrem k francouzským hranicím, odpad byl převezen do provizorního skladu nedaleko Paříže a do deseti dnů měl být zlikvidován. Tím byla celá situace vyřešena. Později bylo zjištěno, že se kontaminovaná zemina nachází v budově bývalých jatek ve francouzské vesnici Angilcourt, která měla tehdy přes 300 obyvatel. Organizátoři celé tzv. "likvidace odpadu" byli zatčeni. Další údaje o toxickém odpadu nejsou známy [3].

Dnes je továrna srovnána se zemí, území je dekontaminováno a po navezení hlíny je zde vybudováno sportoviště.

V době, kdy došlo k této události, obecně známé jako havárie Seveso, měla každá evropská země vlastní pravidla týkající se bezpečnosti průmyslu. Ale po sérii dalších nehod v polovině sedmdesátých let v Evropě (Flixborough - UK, Beek - NL) se havárie Seveso stala rozhodujícím impulsem k vytvoření legislativního rámce pro prevenci a zmírnění následků podobných havárií. V zemích EU je problematika prevence závažných havárií legislativně ošetřena od roku 1982, směrnicí Rady 82/501/EEC – tzv. SEVESO I direktiva (Council

Direktive 82/501/EEC of 24 June 1982 on the major –accident hazards of certain industrial activities).

Tato legislativní úprava měla zaručit zlepšení bezpečnosti v průmyslových podnicích, vytvoření havarijních plánů v potenciálně zasažených zónách a širší spolupráci při řešení této problematiky na regionální i mezinárodní úrovni.

4.7.2 Baia Mare a Baia Borsa (Rumunsko)

Na přelomu zimy a jara roku 2000 se v severovýchodní části Rumunska odehrály dvě na první pohled téměř identické havárie.

V neděli 30.1. 2000 kolem 22.00 hodin se protrhla hráz odkaliště úpravny v Baia Mare a kolem 100 000 m³ vody s příměsí odpadní horniny, kyanidů a těžkých kovů vyteklo do potoků Zazar a Lápos v povodí řeky Szamos. Opravit poškozenou hráz a zastavit tak únik toxických látek se podařilo následující den. Maďarské úřady byly na havárii rumunskou stranou poprvé oficiálně upozorněny 31.1. v 18 hodin, 20 minut. Vlna překročila maďarskou hranici 1. 2. odpoledne. Toxické látky (kyanidové komplexy kovů, měď, zinek) zasáhly ve vysokých dávkách vedle místních rumunských toků především řeky Szamos (Rumunsko, Maďarsko) a Tisa (Maďarsko, Jugoslávie), v menší míře potom Dunaj.



Obrázek 15: Fotografie odkaliště v Baia Mare.

Odhaduje se, že na maďarské hranici se množství kyanidu v řece pohybovalo kolem 120 tun. Koncentrace zde dosahovaly 32,6 mg·l⁻¹, na soutoku řek Szamos a Tisa 12,4 mg·l⁻¹ a v Szolnoku, jednom z nejvíce ohrožených měst 2,85 mg·l⁻¹. Limitní hranice znečištění byla v řece Szamos překročena 300 krát, v horní Tise stonásobně a na dolním toku řeky 20-30 krát.

Další komplikaci znamenal pomalý postup toxické vlny. Voda proto překračovala limitní hodnoty znečištění po dobu až 36 hodin. Největší problémy představovalo znečištění v Szolnoku a jeho okolí, kde Tisa představuje jediný zdroj pitné vody pro téměř 160 000 lidí. V okolí Baia Mare byly zasaženy i studny, ve kterých koncentrace kyanidu překračuje limity více než 60 krát [14].



Obrázek 16: Mapa regionu, kde došlo během jara roku 2000 ke dvěma podobným haváriím

Dne 10. března 2000, jen několik týdnů od havárie v Baia Mare, došlo k protržení odkalištní hráze poblíž města Baia Borsa, které se nachází poblíž hranic s Ukrajinou, ve stejném regionu jako Baia Mare. Došlo k úniku 20 000 tun odpadních sedimentů, které obsahovaly těžké kovy (především olovo, zinek a měď), do řeky Novat River, což je přítok řeky Visy a následně Tisy. Jelikož nebezpečí těžkých kovů spočívá především v dlouhodobé toxicitě způsobené bioakumulací, je obtížné stanovit následky této havárie.



Obrázek 17: Vrstva sedimentů obsahujících těžké kovy, které unikly po protržení hráze odkaliště v Baia Borsa

Přestože obě havárie měly podobné příčiny, jimiž byl vzestup hladiny v odkalištích po vydatných srážkách a tání sněhu v kombinaci s nedostatečnou konstrukcí systému hrází, obě tyto havárie měly odlišné dopady.

Na rozdíl od prvního „kyanidového“ úniku, který měl intenzivní avšak relativně krátkodobý efekt, následky druhé havárie budou složky životního prostředí poznamenány na mnoho let.

Rovněž lze konstatovat, že došlo k výrazným socioekonomickým dopadům těchto havárií, zejména v turistických lokalitách povodí řeky Tisy.
[17]

5. METODY HODNOCENÍ DOPADŮ HAVÁRIÍ NA ŽP

Z výše uvedených zákonů vyplývá potřeba hodnocení environmentálních rizik. Při hodnocení potenciálních dopadů havárií na životní prostředí je možné využít následující dva přístupy. První z nich bychom mohli charakterizovat jako použití existujících metod hodnocení rizik dlouhodobých zátěží i pro havarijní úniky (např. metoda podle Direktivy 93/67/EEC). Druhým přístupem je vyvinutí zcela nových metod hodnocení rizik pro specifické podmínky havarijních úniků do životního prostředí (např. H&V Index, ENVITech03).

Proto byl ministerstvem životního prostředí vydán metodický pokyn odboru environmentálních rizik pro stanovení zranitelnosti životního prostředí metodou ENVITech03 a analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V index [20].

Havárie s dopadem na životní prostředí lze rozlišovat podle ohrožené složky životního prostředí. Nejčastěji je to povrchová voda, dále půda a podzemní voda, ovzduším se nebezpečné látky mohou šířit k biotickým složkám ŽP – fauně a floře. Z hlediska skupenství látek představují kapaliny největší nebezpečí, dále pak plynné látky a méně už pevné látky. Obecně lze charakterizovat následující základní scénáře znečištění životního prostředí v důsledku závažných havárií s účastí nebezpečných látek:

- a) nebezpečná kapalná látka unikne ze zařízení na zpevněnou plochu, pronikne do kanalizace a v případě že není odstraněna v ČOV pronikne do řeky;
- b) nebezpečná kapalná látka vyteče na zpevněnou plochu a přímo znečistí řeku;
- c) nebezpečná kapalná látka unikne ze zařízení na nezpevněnou plochu, pronikne do podzemní vody a je šířena ve směru proudění podzemní vody;
- d) nebezpečná kapalná odpařující se látka vyteče do havarijní jímky nebo na zpevněnou plochu, odpařováním dojde k vytvoření mraku par, který je šířen ve směru větru do okolí, kde mohou být ohroženy biotické složky ŽP (fauna a flora);
- e) podobně nebezpečná plynná látka po úniku ze zařízení se rozptýluje ve směru větru; navíc mohou být plyny nebo páry spláchnuty deštěm do půdy;
- f) v případě požáru hořlavých látek (plynných, kapalných nebo pevných) se mohou toxické spaliny šířit do okolí a ohrožovat biotu;
- g) v případě požáru navíc může dojít ke znečištění ŽP v důsledku smíchání s hasící vodou a jejího úniku mimo havarijní jímku.

Jednotlivé složky životního prostředí mohou být ohroženy z těchto důvodů:

- povrchové vody - pokud zařízení leží v blízkosti řeky anebo do řeky ústí výtok z čističky odpadních vod nebo dešťová kanalizace,

- půdy - jsou ohroženy na nezpevněných plochách a travních,
- podzemní vody – pokud v podloží zařízení existuje kolektor podzemních vod a půdy jsou propustné,
- fauna a flora – pokud se v blízkosti zařízení nachází chráněné území s výskytem vzácných živočichů a rostlin, je dopad havárie významnější.

5.1 Metodika hodnocení environmentálních rizik

Postup vychází z metodiky „Technical Guidance Document in Support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substance (TGD)“.

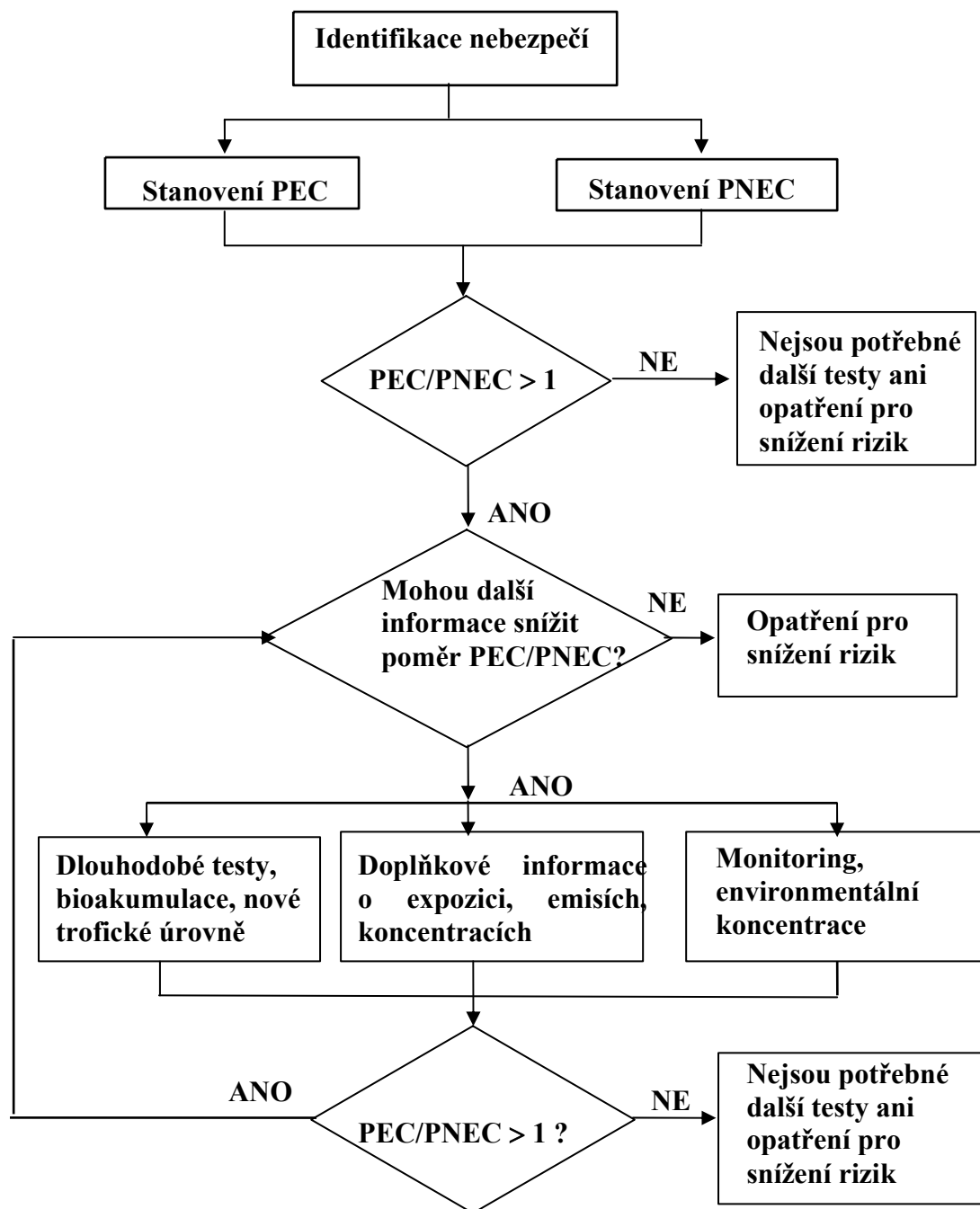
Základní kroky této metodiky :

1. Identifikace nebezpečí
2. Hodnocení vztahu dávka - účinek
3. Hodnocení expozice
4. Posouzení rizika

Výše uvedená metodika byla vyvinuta pro hodnocení environmentálních rizik v případě dlouhodobých emisí, dlouhodobých kontinuálních pozvolných úniků zatěžující prostředí a způsobující dlouhodobou zátěž. Metodiku pro hodnocení dlouhodobých emisí lze přesto použít jako kvalitativní srovnávací kritérium i pro případy jednorázových havarijních úniků. Přitom lze vycházet z následující úvahy. Pokud je dlouhodobá emise určitého množství nebezpečné látky (stanovená z celoroční spotřeby) nebezpečná pro životní prostředí, potom jednorázový únik stejného množství látky bude nejméně srovnatelně nebezpečný.

5.1.1 Popis jednotlivých kroků hodnocení

Všeobecný postup hodnocení environmentálních rizik nových a existujících látek (proces označovaný jako „Generic Risk Assessment“) je znázorněn na následujícím schématu.



PEC - předpokládaná environmentální koncentrace

PNEC - předpokládaná koncentrace bez škodlivého účinku

Obrázek 18: Všeobecný postup hodnocení environmentálních rizik.

5.1.2 Identifikace nebezpečí

První krok hodnocení zahrnuje stanovení cílů a rozsahu hodnocení, definování problému, klasifikaci nebezpečných látek.

Pro základní klasifikaci chemických látek se používá následující zjednodušená tabulka, která je platná pro vodní prostředí. Hodnocení environmentálních rizik je v současnosti poměrně uspokojivě rozpracováno pro vodní a terestrické prostředí, pro ovzduší je rozpracován pouze kvalitativní odhad, protože nejsou k dispozici vhodné testovací systémy.

Tabulka 4: Formalizovaná kritéria pro klasifikaci chemických látek (platná pro vodní prostředí).

Akutní toxicita: min. F, D, A ¹ : L(E)C ₅₀ (mg/l)	Není lehce biologicky odbouratelná	Potenciál pro bioakumulaci Log K _{ow} >3 nebo BCF > 100	Klasifikace: Symbol nebezpečnosti R-věty
< 1	-	-	 N R50 (velmi jedovatá...)
< 1	+ a / nebo	+	 N R50/53 (velmi jedovatá a může způsobit dlouhotrvající škodlivé účinky)
1-10 a	+ a / nebo	+	 N R51/53 (jedovatá... a může způsobit dlouhotrvající škodlivé účinky)
10-100 a	+ a	+/-	R52/53 ² (škodlivá... a může způsobit dlouhotrvající škodlivé účinky)
-, ale S _w < 1	+ a	+	R53 ² (může způsobit dlouhotrvající škodlivé účinky)

¹ F, D, A: Fish, Daphnia, Algae = ryba, dafnie, řasa, S_w = rozpustnost ve vodě.

² bez klasifikace, když má látka prokázanou schopnost rapidně degradovat ve vodním prostředí, anebo NOEC (dlouhodobá koncentrace, při které není pozorován nežádoucí účinek) pro ryby nebo dafnie je větší anebo rovný 1 mg/l (R52) anebo větší než S_w (R53).

LC₅₀ = smrtelná koncentrace pro 50% zkoumané populace

K_{ow} = rozdělovací koeficient oktanol/voda

BCF = bioakumulační faktor

5.1.3 Hodnocení vztahu dávka - účinek

Cílem této části hodnocení je stanovit koncentraci látky, pod kterou se neočekává výskyt nepříznivých účinků na životní prostředí. Tato koncentrace se označuje jako PNEC - Predicted No Effect Concentration, předpokládaná koncentrace bez škodlivého účinku. PNEC se stanovuje z hodnot vyplývajících z testování organismů (např. LD₅₀, LC₅₀, NOEC, apod.), na které se aplikuje faktor nejistoty hodnocení.

Tabulka 5: Faktory nejistoty pro stanovení PNEC.

Dostupné platné údaje	Hodnotící faktor
Aspoň jedna krátkodobá L(E)C ₅₀ pro každou z trofických úrovní základního souboru (ryby, dafnie, řasy)	1000
Jedna dlouhodobá NOEC (buď ryby nebo dafnie)	100
Dvě dlouhodobé NOEC pro dva druhy reprezentující dvě trofické úrovně (ryby nebo dafnie anebo řasy)	50
Dlouhodobé NOEC aspoň pro tři druhy (obvykle ryby, dafnie, řasy) představující tři trofické úrovně	10
Údaje z polních testů nebo modelových ekosystémů	jednotlivě

Nejistoty stanovení PNEC vyplývají z:

- variability - uvnitř druhu a mezi druhy organismů,
- mezi laboratořemi,
- extrapolace - z krátkodobých testů na dlouhodobé,
- z laboratorních podmínek na přírodní společenstva,
- z jednoduchých modelů na složité systémy
- zjednodušení - kombinace účinků
- matematického vyjádření nejistot

5.1.4 Hodnocení expozice

Cílem hodnocení expozice je stanovení předpokládané koncentrace látky, která se může nacházet ve složkách životního prostředí. Tato koncentrace se uvádí jako PEC - Predicted Effect Concentration, předpokládaná environmentální koncentrace. PEC je možné stanovit přímým měřením

koncentrace látky v životním prostředí nebo výpočtem pomocí vhodných modelů.

Nejprve je potřeba stanovit množství nebezpečné látky, které může uniknout do životního prostředí a složky životního prostředí, které budou nejvíce ohroženy. V případě, kdy nejsou známy množství úniku látek do životního prostředí, je možné použít tabulku 6 pro odhad dlouhodobých emisí z průmyslových podniků. V případě posuzování havarijních úniků se stanovuje množství emise odborným odhadem na základě místních podmínek.

Tabulka 6: Odhad emisních faktorů – základní chemická výroba, syntéza.

Podmínky		Emisní faktory (podíl z celkové emise)		
Rozpustnost (mg/l)	Tlak par (Pa)	Ovzduší	Odpadní voda	Půda
<100	< 100	0.65	0.25	0.0005
	100 – 1 000	0.8	0.1	0.0025
	≥ 1 000	0.95	0.05	0.001
100 – 1000	< 100	0.4	0.5	0.005
	100 – 1 000	0.55	0.35	0.002
	≥ 1 000	0.65	0.25	0.001
1 000 - 10 000	< 100	0.25	0.65	0.005
	100 – 1 000	0.35	0.55	0.002
	≥ 1 000	0.5	0.4	0.001
≥ 10 000	< 100	0.05	0.85	0.005
	100 – 1 000	0.1	0.8	0.002
	≥ 1 000	0.25	0.65	0.001

Celková emise v závislosti podle velikosti výroby:

do 1000 tun ročně – 0,02 (2%)

nad 1000 tun ročně – 0,002 – 0,0005 (0,2 - 0,05%)

Určení ohrožené složky životního prostředí na základě fyzikálně - chemických údajů nebezpečných látek se provádí pomocí následující tabulky.

Tabulka 7: Stupně afinity chemických látek pro různé složky ŽP.

Afinita	VODA S mg/l	OVZDUŠÍ H Pa m ³ /mol	PŮDA log Koc	ŽIVOČIŠNÁ BIOTA log Kow	ROSTLINNÁ BIOTA log Koa
vysoká	> 10 000	> 10	> 5	> 5	> 8
středně vysoká	10 000 – 100	10 – 10 ⁻¹	5 – 4	5 – 3.5	8 – 7
střední	100 – 10	10 ⁻¹ – 10 ⁻²	4 – 2	3.5 – 3	7 – 5
středně nízká	10 – 0,1	10 ⁻² – 10 ⁻⁴	2 – 1	3 – 1	> 4
nízká	< 0,1	< 10 ⁻⁴	< 1	< 1	< 4

pozn. S = rozpustnost ve vodě, H = Konstanta Henryho zákona, Koc = koeficient půdní adsorpce, Kow = rozdělovací koeficient oktanol/voda, Koa = rozdělovací koeficient oktanol/vzduch

Pro hodnocení osudu chemických látek v čistírně odpadních vod (ČOV) na základě SimpleTreat modelu je možné využít následující tabulky:

Tabulka 8: Osud látek v ČOV, které jsou těžce biologicky odbouratelné.

% uvolněné do ovzduší											
		log H									
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
log K _{ow}	0	0	0	0	0	0	3	30	77	88	89
	1	0	0	0	0	0	3	30	77	88	89
	2	0	0	0	0	0	3	30	77	87	89
	3	0	0	0	0	0	3	29	74	84	85
	4	0	0	0	0	0	2	19	54	63	64
	5	0	0	0	0	0	0	5	21	28	29
	6	0	0	0	0	0	0	1	4	7	7
% uvolněné do vody											
		log H									
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
log K _{ow}	0	49	49	49	49	49	47	33	11	6	5
	1	49	49	49	49	49	47	33	11	6	5
	2	49	49	49	49	48	46	33	10	6	5
	3	46	46	46	46	46	44	31	10	5	5
	4	32	32	32	32	32	31	23	8	5	4
	5	12	12	12	12	12	12	10	6	4	4
	6	7	7	7	7	7	7	7	6	5	5
% uvolněné do kalu											
		log H									
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
log K _{ow}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	3	6	6	6	6	6	6	5	5	4	4
	4	37	37	37	37	37	36	34	29	28	28
	5	81	81	81	81	81	81	78	70	66	65
	6	92	92	92	92	92	92	92	89	87	87
% rozložitelnosti											
		log H									
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
log K _{ow}	0	51	51	51	51	51	50	37	12	7	6
	1	51	51	51	51	51	50	37	12	7	6
	2	51	51	51	51	51	50	37	12	6	6
	3	48	48	48	48	48	47	35	12	6	6
	4	31	31	31	31	31	31	24	8	5	4
	5	7	7	7	7	7	7	6	3	2	2
	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
% odstranění											
		log H									
		-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
log K _{ow}	0	51	51	51	51	51	53	67	89	94	95
	1	51	51	51	51	51	53	67	89	94	95
	2	51	51	51	51	52	54	67	90	94	95
	3	54	54	54	54	54	56	69	90	95	95
	4	68	68	68	68	68	69	77	92	95	96
	5	88	88	88	88	88	88	90	94	96	96
	6	93	93	93	93	93	93	93	94	95	95

Podobné tabulky osudu látek v ČOV nabízí metodika i pro látky, které jsou lehce biologicky rozložitelné nebo naopak nejsou biologicky rozložitelné.

Výsledkem této fáze studie je stanovení hodnoty PEC (většinou pouze pro vodní prostředí) na základě údajů z předcházejících tabulek. Z naměřeného, vypočteného nebo odhadnutého množství emise nebezpečné látky do životního prostředí se odvodí množství úniku do vodního prostředí podle procentuálního rozdělení (viz tabulka 8). Dále se stanoví koncentrace látky na výstupu z ČOV (poměr množství úniku / průtok v ČOV). Tato koncentrace je dále přepočtena po naředění v recipientu (koncentrace se dělí poměrem průtoku v řece / průtok v ČOV). Výsledná koncentrace představuje hodnotu PEC pro vodní prostředí.

5.1.5 Posouzení rizika

Charakteristika rizika je závěrečným krokem hodnocení rizika. V této fázi je určeno environmentální riziko a jsou určeny nejistoty celého hodnocení. Riziko se většinou posuzuje pomocí koeficientů rizika (RQ), který představuje poměr hodnot PEC/PNEC. Tento poměr zahrnuje i faktory nejistoty

$$RQ = \frac{PEC * UF}{PNEC / UF} \quad (1)$$

Odvozený poměr PEC/PNEC se srovnává s hodnotou 1.

- Jestliže je poměr rovný nebo menší 1, je velká pravděpodobnost, že se nepříznivý environmentální účinek nevyskytne a nejsou potřebné další informace, testování ani žádné opatření pro snížení rizika.
- Jestliže je poměr větší než 1, je velká pravděpodobnost výskytu nepříznivého environmentálního účinku. Pokud jsou výsledky v intervalu 1 – 10 nelze jednoznačně rozhodnout o nepřijatelnosti rizika, vyžadují se další měření a shromažďování údajů.

Výsledky celé studie mohou být shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 9: Výsledky studie hodnocení environmentálních rizik.

Název látky		
Klasifikace	Symbol nebezpečnosti	
	R věty	
Hodnocení účinků	Kritické koncentrace	
	PNEC	
Hodnocení expozice	Ohrožené složky ŽP	
	PEC – vodní prostředí	
Rizikové koeficienty	RQ _{povrchová voda}	

Dostupná metoda pro kvantitativní hodnocení environmentálních rizik při úniku nebezpečné látky dosud prakticky neexistuje. Ve snaze vyhnout se pouze kvalitativnímu hodnocení environmentálních rizik je možné použít tuto metodu schválenou Evropskou unií a označovanou jako „Generic Risk Assessment“. Tuto metodu lze použít jako porovnávací kritérium pro dlouhodobé a jednorázové úniky. Lze odhadnout, že kontinuální dlouhodobé znečištění určitým množstvím nebezpečné látky bude možno porovnat s jednorázovým únikem stejného množství nebezpečné látky. Bude-li faktor rizika při dlouhodobém úniku nepřijatelný pro životní prostředí, potom jednorázový únik bude představovat přinejmenším stejná rizika.

5.1.6 Příklad hodnocení vlivů na povrchové vody pro naftu

Největší skladované množství 20 t nafty se nachází v podzemním zásobníku. Pro hodnocení bylo vzato v úvahu poloviční množství, které by se mohlo v případě havárie v průběhu nejdéle hodiny dostat do kanalizace (například při přečerpávání cisterny). Nejprve jsou v následující tabulce shrnuty ekotoxikologické vlastnosti nafty.

Tabulka 10: Ekotoxikologické vlastnosti posuzované látky.

Název	CAS No.	Hustota (g/cm ³)	Rozpustnost ve vodě (mg/l)	Henryho konstanta (Pa·m ³ /mol)	Rozdělovací koeficient log K _{OW}	Bioakumulace BCF	Toxicita	Koeficient půdní adsorpce K _{OC}
Nafta	68476-30-2	0,8654 (15°C)	12 - 31 nepatrně rozpustný	2,9x10 ⁻⁶ - 6,8x10 ⁻⁶ (25°C)	8,2-9,7	10 000-14 000	LC50 ryby = 8,2 mg/l (24 h)	> 10 000

Jednotlivé kroky hodnocení:

1. Klasifikace - podle tabulky č. 4 použijeme třetí řádek podle údajů pro toxicitu, rozpustnost a bioakumulaci - nafta je nebezpečná pro životní prostředí (symbol N), použijeme R-větu R51/53 - jedovatá... a může způsobit dlouhotrvající škodlivé účinky
2. Stanovení PNEC - jako kritická koncentrace byla z řady toxikologických údajů zvolena hodnota LC₅₀ ryby = 8,2 mg/l, tato hodnota byla snížena faktorem nejistoty 1000 (podle tabulky 5). Výsledná hodnota PNEC je 8,2 µg/l.
3. Stanovení PEC - výchozí množství potenciální emise nafty je 10 t.

Určení ohrožené složky životního prostředí podle tabulky 7:

voda - S = 12 - 31 mg/l - střední afinita

ovzduší - H = 2 x 10⁻⁶ - nízká afinita

půda - K_{oc} = 10000, log K_{oc} = 4 - středně vysoká afinita

živočišná biota - log K_{ow} = 8,2 - vysoká afinita

Ohroženou složkou životního prostředí je voda, půda a živočišná biota.

Osud látky v ČOV je stanoven podle tabulky č. 8 - těžce biologicky odbouratelná látka:

log K_{ow} = 8,2 ; log H = -5,5 ⇒ 0 % uvolněné do ovzduší, 7 % uvolněné do vody, 92 % uvolněné do kalu, 1 % rozložené, 93 % odstraněno.

Výpočet PEC:

z 10 t se 7 % uvolní do vody = 0,7 t. Z ČOV je vypouštěno 144 m³/hod odpadní vody. Koncentrace nafty na výtoku z ČOV je vypočtena jako podíl

uniklého množství / množství vody vypouštěné z ČOV:

$$c = \frac{0,7(t/hod)}{144(m^3/hod)} = 0,00486(t/m^3) = 4,86(g/l) \quad (2)$$

Výsledná hodnota PEC se stanoví po naředění emise v recipientu - řece, kterou protéká minimální průtok $720 \text{ m}^3/\text{hod}$. Koeficient naředění je dán poměrem průtoku v řece / průtok v ČOV = $720 \text{ (m}^3/\text{hod}) / 144 \text{ (m}^3/\text{hod}) = 5,0$.

$$PEC = \frac{4,86(g/l)}{5} = 0,972(g/l) \quad (3)$$

4. Rizikový koeficient RQ je dán poměrem PEC/PNEC, v případě nafty je poměr roven:

$$RQ = \frac{0,972 \times 10^6 (\mu g/l)}{8,2 (\mu g/l)} = 118537 \quad (4)$$

Výsledný rizikový koeficient pro naftu RQ 118 537 představuje významné riziko pro životní prostředí. Výsledky hodnocení pro naftu jsou shrnuty v tabulce 11.

Tabulka 11: Výsledky studie pro naftu.

Nafta		
Klasifikace	Symbol nebezpečnosti	N
	R věty	R51/53
Hodnocení účinků	Kritické koncentrace	LC ₅₀ ryba = 8,2 mg/l
	PNEC	8,2 μg/l
Hodnocení expozice	Ohrožené složky ŽP	voda, půda, živočišná biota
	PEC – vodní prostředí	$0,972 \times 10^6 \mu g/l$
Rizikový koeficient	RQ _{povrchová voda}	118 537

5.2 Metoda H&V index

Metodikou H&V index [20] lze hodnotit závažnost havárií pro životní prostředí dle zákona č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších předpisů. Rovněž jí lze použít pro hodnocení a prioritizaci rizik v územích do velikosti regionu. Pro větší územní celky by hodnocení vyžadovalo využití GIS (geografického informačního systému).

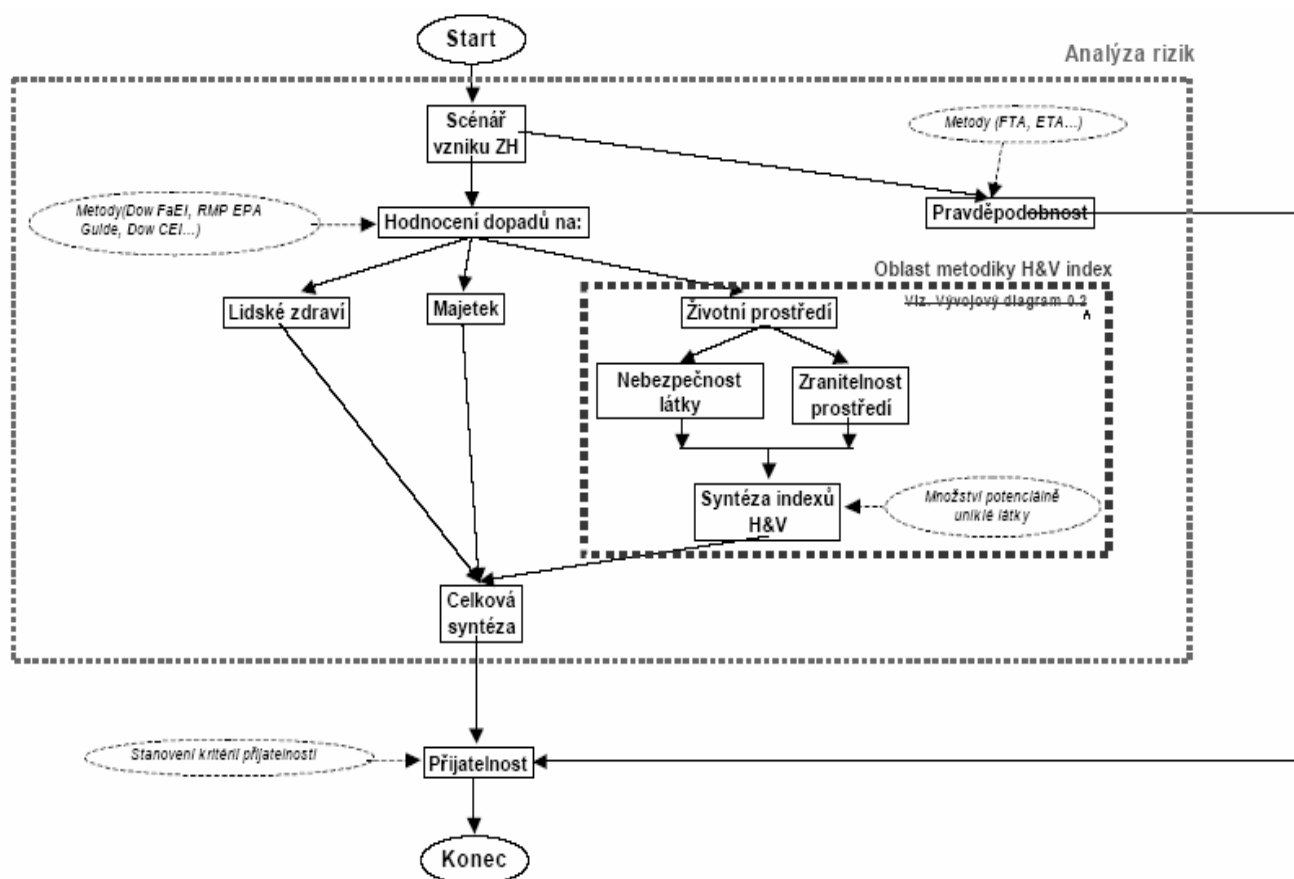
Hodnocení dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na ŽP nelze provést samostatně bez znalosti výstupů analýzy a hodnocení rizik vzniku závažné havárie (viz. kapitola 4.1). Z tohoto kroku mimo jiné vyplývá možnost ohrožení složek ŽP.

V případě, že složky ŽP nejsou závažnou havárií ohroženy, další hodnocení se neprovádí. V opačném případě se metodami analýzy a hodnocení rizik stanoví pravděpodobnost úniku nebezpečné látky do ŽP a množství potenciálně uniklé látky.

V případě, že analýza rizik dosud nebyla provedena a tudíž neexistují scénáře a vyjádření jejich pravděpodobnosti, použije se deterministický přístup a předpokládá se, že dojde k úniku veškeré nebezpečné látky přítomné v zařízení.

Při vlastním posuzování dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na ŽP je určen odděleně index nebezpečnosti látky pro složky ŽP a index zranitelnosti území vůči potenciální havárii s účastí nebezpečné látky. Index nebezpečnosti látky pro ŽP je kombinací (eko)toxických vlastností látky, fyzikálně-chemických vlastností látky a možností šíření látky. Index zranitelnosti území je stanoven odděleně pro jednotlivé složky prostředí: povrchové a podzemní vody, půdní prostředí, biotickou složku krajiny. Zahrnuje v sobě charakteristiky těchto složek ŽP (např. propustnost půdy, propustnost hydrogeologického podloží, využití půdy, využívání podzemní a povrchové vody, zvláště chráněná území přírody, ochranná pásma atd.). Vzájemným propojením indexů (zranitelnosti prostředí a nebezpečnosti látky pro ŽP) jsou získány dílčí indexy (syntézou), které informují o nebezpečnosti konkrétní látky na hodnocenou lokalitu.

V dalším kroku je přistoupeno k určení závažnosti potenciální havárie. Závažnost je stanovena kombinací množství uniklé látky do složky ŽP a dílčích indexů (viz obrázek č. 19). Odděleně jsou odhadovány závažnosti účinků toxických látek v povrchových vodách, půdním prostředí, podzemních vodách a v biotické složce prostředí, dále pak je odhadnuta závažnost vlivu látek toxických a hořlavých na biotickou složku prostředí.



Obrázek 19: Vývojový diagram stanovení přijatelnosti závažné havárie [20]

5.2.1 Postup hodnocení metodikou H&V index

Výše popsáný způsob hodnocení lze sumarizovat následující posloupností kroků:

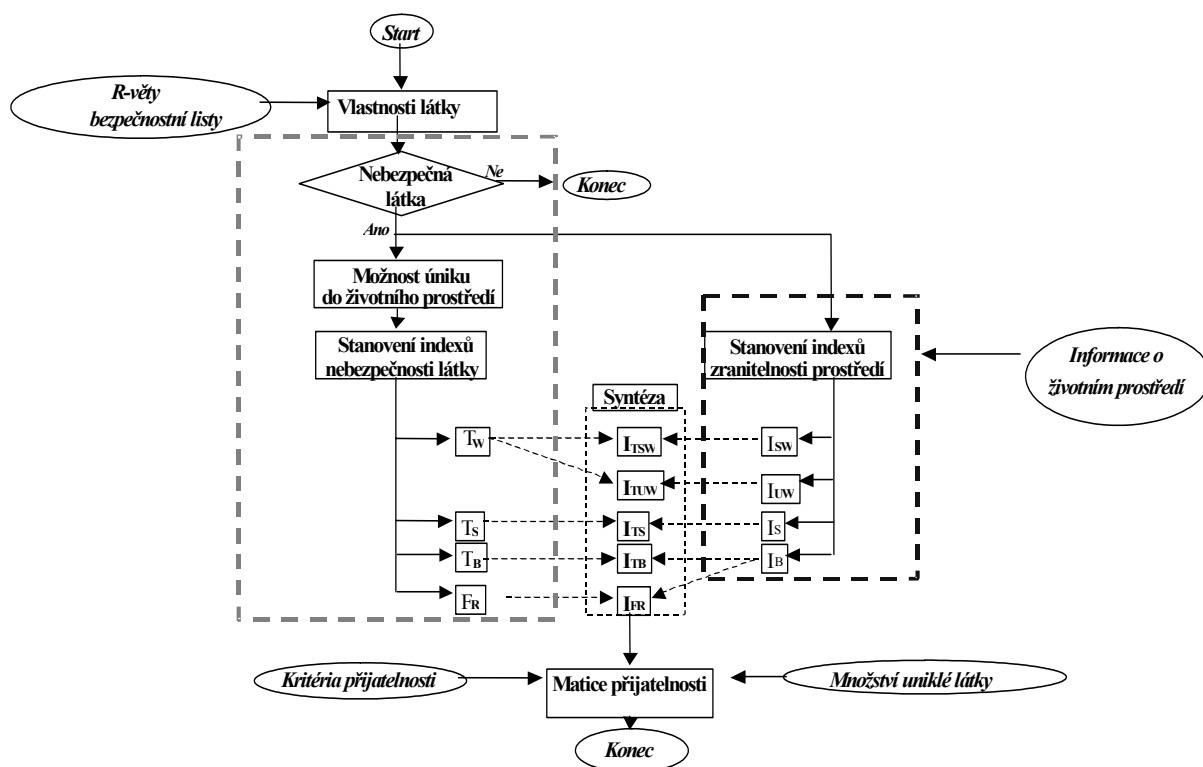
1. Vypracování scénářů s dopadem na ŽP
2. Určení zda je látka nebezpečná pro ŽP
3. Stanovení pravděpodobnosti závažné havárie
4. Stanovení indexů nebezpečnosti látky
5. Stanovení množství uniklé látky do složek ŽP
6. Stanovení indexů zranitelnosti složek ŽP
7. Stanovení závažnosti havárie
8. Vynesení do matice přijatelnosti
9. Posouzení modelem

Kroky č. 1., 3. a 5. výše uvedeného postupu vycházejí z předem provedené analýzy a hodnocení rizik závažné havárie pro dotčené zařízení.

Krok č. 2. je stanoven na zejména na základě vět nebezpečnosti (dle bezpečnostního listu a/nebo ekotoxikologických databází).

Kroky č. 4., 6., 7. a 8. jsou detailněji popsány v následujících kapitolách.

Krok č. 9. se provádí podrobnějšími metodami v případě zjištění vysoké závažnosti nebo rizika ohrožení ŽP pomocí metody H&V index pro daný havarijní scénář.



Obrázek 20: Vývojový diagram průběhu hodnocení dopadů havárií na ŽP [20]

T_W - Index toxické nebezpečnosti látky pro vodní prostředí, T_B - Index toxické nebezpečnosti látky pro biotickou složku prostředí, T_S - Index toxické nebezpečnosti látky pro půdní prostředí, F_R - Index nebezpečí hořlavosti látky, I_{TUW} - Index toxicity látky pro podzemní vody, I_{TSW} - Index toxicity látky pro povrchové vody, I_{TB} - Index toxicity látky pro biotickou složku prostředí, I_{TS} - Index toxicity látky pro půdní prostředí, I_{FR} - Index dopadů hořlavosti látky na biotickou složku prostředí, I_{SW} - Index zranitelnosti povrchových vod, I_{UW} - Index zranitelnosti podzemních vod, I_B - Index zranitelnosti biotické složky prostředí, I_S - Index zranitelnosti půdního prostředí

5.2.2 Stanovení indexů nebezpečnosti látky

Obecně existují dva typy indexů nebezpečnosti látky, které jsou rozděleny zejména podle cíle, který mohou v ŽP ovlivnit. Jedná se o:

- index toxické nebezpečnosti látky
 - s dopadem na vodní prostředí
 - s dopadem na půdní prostředí

- s dopadem na biotickou složku prostředí
- index nebezpečí hořlavosti látky
 - s dopadem na biotickou složku prostředí

Tyto indexy se stanovují na základě fyzikálně-chemických a toxikologických charakteristik uniklé látky. Zdroji dat pro tento krok jsou zejména bezpečnostní listy a ekotoxikologické databáze.

5.2.3 Stanovení indexů zranitelnosti životního prostředí

Stanovení indexu zranitelnosti životního prostředí je možno považovat za screeningovou metodu, kdy předběžně zjišťujeme složky prostředí, které mohou být havárií ohroženy. Tento index plošně posuzuje vybrané složky životního prostředí s ohledem na jejich možnou zranitelnost vůči účinkům nebezpečných látek, jejich cennost a využívání. Rovněž je zohledněna možnost bezprostřední migrace nebezpečné látky prostředím.

Zranitelnost území vůči potenciální havárii se stanovuje na základě analýz dílčích složek životního prostředí. Mezi analyzované složky patří:

- povrchové vody
- podzemní vody
- půdní prostředí
- biotická složka prostředí

Hodnotící stupnice zranitelnosti:

1. Zanedbatelná zranitelnost území - území nemá významnou funkci, ani užitnou hodnotu a/nebo v něm dochází k minimálnímu šíření kontaminantu.
2. Malá zranitelnost území - území má nízkou užitnou hodnotu a funkci a/nebo v něm může docházet k přenosu nebezpečné látky do okolí.
3. Průměrná zranitelnost území - únikem nebezpečné látky dojde k ohrožení funkce či užitné hodnoty území, tyto lze relativně rychle navrátit (řádově dny) a/nebo v něm dochází k šíření kontaminantu do širšího okolí.
4. Vysoká zranitelnost území - malé množství nebezpečné látky vyvolá snížení užitné hodnoty a funkce území na delší dobu a/nebo se může kontaminant územím rychle šířit.
5. Velmi vysoká zranitelnost území - už malá množství nebezpečné látky mohou způsobit ztrátu funkce či užitných hodnot území a zdrojů v něm a/nebo se v něm mohou škodliviny velmi rychle šířit.

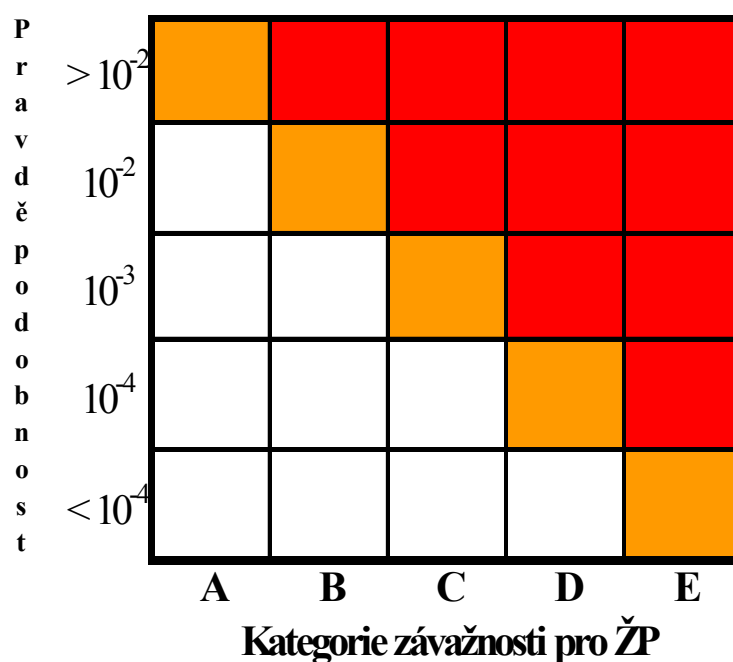
Výsledkem hodnocení může být matice znázorňující, která složka životního prostředí má jaký index zranitelnosti (1 - 5). Matice může být zpracována graficky v podobě mapy nebo tabulkou.

V případě grafického zpracování je do výsledné mapy zranitelnosti vynášen symbol té složky prostředí, která má nejvyšší index zranitelnosti.

5.2.4 Stanovení závažnosti havárie

Závažnost havárie z hlediska dopadů na ŽP se určuje na základě syntézy indexů nebezpečnosti a zranitelnosti a množství uniklé látky. Hodnocení se provádí tabulkově zvlášť pro každou posuzovanou složku ŽP. Závažnost havárie nabývá hodnot A-E, přičemž A je zanedbatelná závažnost a E vysoká závažnost dopadu havarijního scénáře na životní prostředí.

Výsledná závažnost je spolu s předem určenou pravděpodobností (frekvencí) havarijního scénáře vynesena do matice přijatelnosti. Z této matice je pak zřetelná míra rizika daných havarijních scénářů.

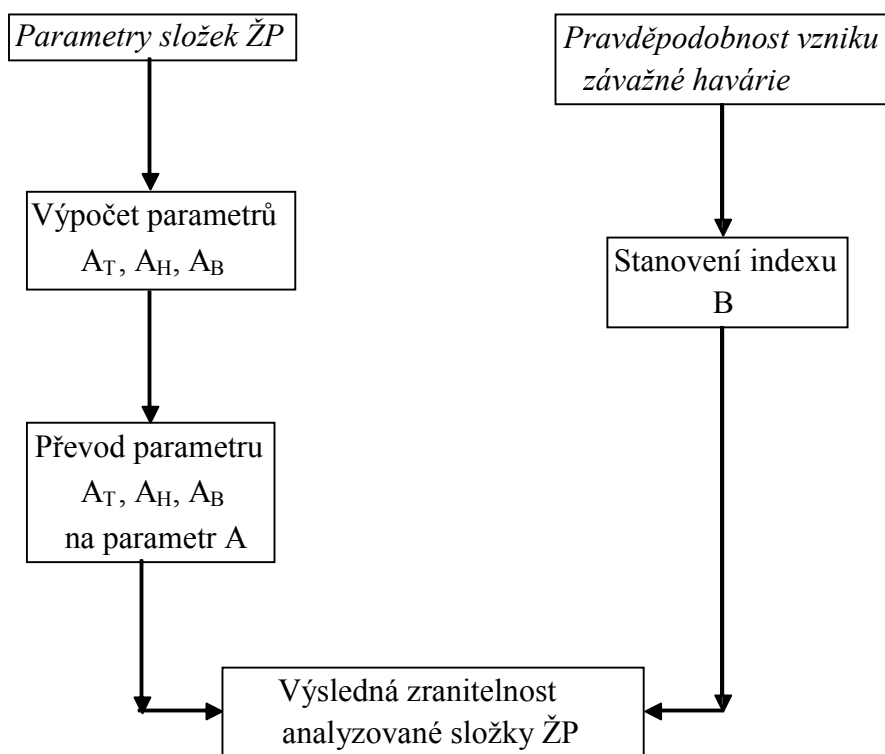


Obrázek 21: Matice přijatelnosti rizik.

5.3 Metodika ENVITech03

Metodika analýzy zranitelnosti životního prostředí byla vytvořena společností ISATech, s.r.o. [18]. Principem této metodiky je stanovení dvou parametrů A (charakterizuje hodnocenou složku životního prostředí) a B (zahrnuje výstupy technologických analýz rizika - pravděpodobnost).

Zranitelnost prostředí vyjadřuje vztah mezi pravděpodobností, že dojde k havarijnímu úniku a schopností redukovat dosah a rozsah havarijních projevů. Vztah mezi indexy A a B je vyjádřen pětistupňovou klasifikací rizika (velmi nízká zranitelnost až velmi vysoká zranitelnost). Postup hodnocení je schématicky znázorněn níže.



Obrázek 22: Schéma hodnocení zranitelnosti ŽP metodikou ENVITech03.

A_B - vypočtený parametr bioty, A_H – vypočtený parametr podzemních vod, A_T – vypočtený parametr povrchových vod, A – parametr složky prostředí, B – parametr pravděpodobnosti, ŽP – životní prostředí

Metoda ENVITech03 hodnotí zranitelnost životního prostředí pro biotu, povrchovou vodu a podzemní vodu. Základními vstupními daty, které jsou nezbytné pro provedení analýzy, jsou:

- pravděpodobnost vzniku havárie,
- dosah havarijních projevů,
- geomorfologické poměry,
- hydrogeologické poměry,
- hydrografické poměry,
- biotické poměry,
- charakteristika stability atmosféry.

Dostupnost jednotlivých údajů pro vyhodnocení zranitelnosti životního prostředí metodikou ENVITech03 je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 12: Přehled vstupních parametrů a jejich dostupnosti.

Vstupní parametr	Požadovaná informace	Parametr	Metodika	Zdroj
pravděpodobnost vzniku havárie	stanovení četnosti úniku NL	míra pravděpodobnosti	např.: - Analýza četnosti poruch - TECDOC 727	metodika VÚBP
dosah havarijních projevů	výpočet rozptylu NL	dosah LD ₅₀ [m]	např.: - Analýza zdrojů a rozptylů - ALOHA - FORCE	metodika VÚBP
geomorfologické poměry	svažitost terénu po spádnicí	[%]	mapové podklady 1:5 000	Kartografie
hydrogeologické poměry	propustnost zasaženého prostředí (půda, hornina)	koeficient propustnosti koeficient filtrace	archív hydrogeologicko průzkumných prací	Geofond
hydrografické poměry	vzdálenost vodní plochy od zdroje po spádnicí	[m]	mapové podklady 1:5 000	Kartografie
biotické poměry	vzdálenost sledovaného živočišného, resp. rostlinného společenství od zdroje ve směru vyhodnocovaného proudění větrů	[m]	Katalog biotopů ČR Přehled VKP Územní plány	SMARAGD; NATURA 2000 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR Útvar hlavního architekta
stabilitní charakteristika atmosféry	meteorologické poměry	[m.s ⁻¹] [%]		Český hydrometeorologický ústav ČR

Pro představení detailního postupu metodiky ENVITech03 bylo ze tří hodnocených složek ŽP jako příklad vybráno hodnocení zranitelnosti povrchových vod.

Významným prvkem určujícím dopady havárie na povrchová vodohospodářská díla zprostředkované vlivem terénu je jak svažitost a směr svažitosti terénu, tak vzdálenost mezi zdrojem a recipientem. Parametr A_T klasifikuje vliv spádu terénu na rozsah a dosah havarijního projevu kapalných toxických látek ve vztahu k vyhodnocované povrchové akumulaci povrchové vody - recipientu. Pro výpočet parametru A_T platí následující vztah (příklad viz tabulka č. 13):

$$A_T = (((h_1 * s_1^{-1}) + (h_2 * s_2^{-1})... + (h_n * s_n^{-1})) * n^{-1}) * s_Z^{-1}$$

kde:

s_n - vzdálenost odečítaných bodů po spádnicí [m]

h_n - převýšení ve směru odečítaných bodů [m]

s_z - vzdálenost zdroje od hladiny povrchové vody [m]

Tabulka 13: Stanovení parametru A_T pro vzdálenost vyhodnocovaného recipientu od zdroje.

Vzdálenost recipientu od zdroje [m]	Spád terénu				
	1	2	3	4	5
30	0,00033	0,00067	0,00100	0,00133	0,00167
40	0,00025	0,00050	0,00075	0,00100	0,00125
50	0,00020	0,00040	0,00060	0,00080	0,00100
60	0,00017	0,00033	0,00050	0,00067	0,00083
70	0,00014	0,00029	0,00043	0,00057	0,00071
80	0,00013	0,00025	0,00038	0,00050	0,00063
90	0,00011	0,00022	0,00033	0,00044	0,00056
100	0,00010	0,00020	0,00030	0,00040	0,00050
150	0,00007	0,00013	0,00020	0,00027	0,00033
250	0,00004	0,00008	0,00012	0,00016	0,00020
500	0,00002	0,00004	0,00006	0,00008	0,00010
1000	0,00001	0,00002	0,00003	0,00004	0,00005

Převod parametru A_T na parametr A , který je vstupním parametrem pro vyhodnocení zranitelnosti povrchových vod kapalnými toxickými látkami, uvádí Tabulka č. 14.

Tabulka 14: Převod parametru A_T na parametr A .

parametr A_T	slovní charakteristika	parametr A
$< 0,00005$	velmi příznivé poměry	1
$0,00005 - 0,0001$	příznivé poměry	2
$0,0001 - 0,0002$	příjemné poměry	3
$0,0002 - 0,0003$	nepříznivé poměry	4
$> 0,0003$	velmi nepříznivé poměry	5

Pro účely vyhodnocení míry pravděpodobnosti zranitelnosti prostředí byla zvolena následující posloupnost (viz Tabulka č. 15):

- velmi vysoce pravděpodobné,
- vysoce pravděpodobné,
- pravděpodobné,
- málo pravděpodobné,
- velmi málo pravděpodobné.

Tabulka 15: Míra pravděpodobnosti havárie za rok pro vyhodnocovaný typ činnosti.

Událost.rok ⁻¹	Míra pravdě podobnosti	Parametr B
$\geq 1.10^{-3}$	velmi vysoce pravděpodobné	5
$<1.10^{-3} - 1.10^{-4}$	vysoce pravděpodobné	4
$<1.10^{-4} - 1.10^{-5}$	pravděpodobné	3
$<1.10^{-5} - 1.10^{-6}$	málo pravděpodobné	2
$<1.10^{-6}$	velmi málo pravděpodobné	1

Zranitelnost prostředí vyjadřuje vztah mezi pravděpodobností, že dojde k havarijnímu úniku a schopností redukovat dosah a rozsah havarijních projevů. Zranitelnost je kategorizována jako (viz Tabulka č. 16):

- velmi vysoká zranitelnost
- vysoká zranitelnost,
- zranitelnost,
- nízká zranitelnost,
- velmi nízká zranitelnost.

Tabulka 16: Vyhodnocení zranitelnosti prostředí

Parametry A x B	Klasifikace zranitelnosti prostředí
≥ 20	velmi vysoká zranitelnost
< 20-15	vysoká zranitelnost
< 10-15	zranitelnost
< 5-10	nízká zranitelnost
< 5	velmi nízká zranitelnost

Metodika ENVITech03 je doporučena pro účely zpracování analýzy rizik v rámci plnění povinností zákona č. 353/1999 Sb. o prevenci závažných havárií. Výsledkem hodnocení zranitelnosti prostředí je přiřazení jedné z pěti tříd klasifikace, která ovšem nezohledňuje množství uniklé nebezpečné látky.

5.4 Program Proteus

Proteus je software pro stanovení environmentálních rizik havarijních úniků chemikálií do povrchových vod. Tento program je založen na dvou výpočtových modelech RISAM a VERIS, které byly vyvinuty holandskou vládou. Model VERIS kvantifikuje rizika hodnocením odpovědí z dotazníku, RISAM kvantifikuje rizika hodnocením údajů o průmyslovém podniku a příslušných scénářích havárií.

Metodika odhadu rizika je založena na několika faktorech, tzv. QMFT (Quantity, Mass, Frequency, Time). Tyto faktory charakterizují následující veličiny úniku nebezpečné látky do vodního prostředí [5]:

Q - rychlost úniku (m^3/s)

M - množství uniklé látky (kg)

F - frekvence (1/rok)

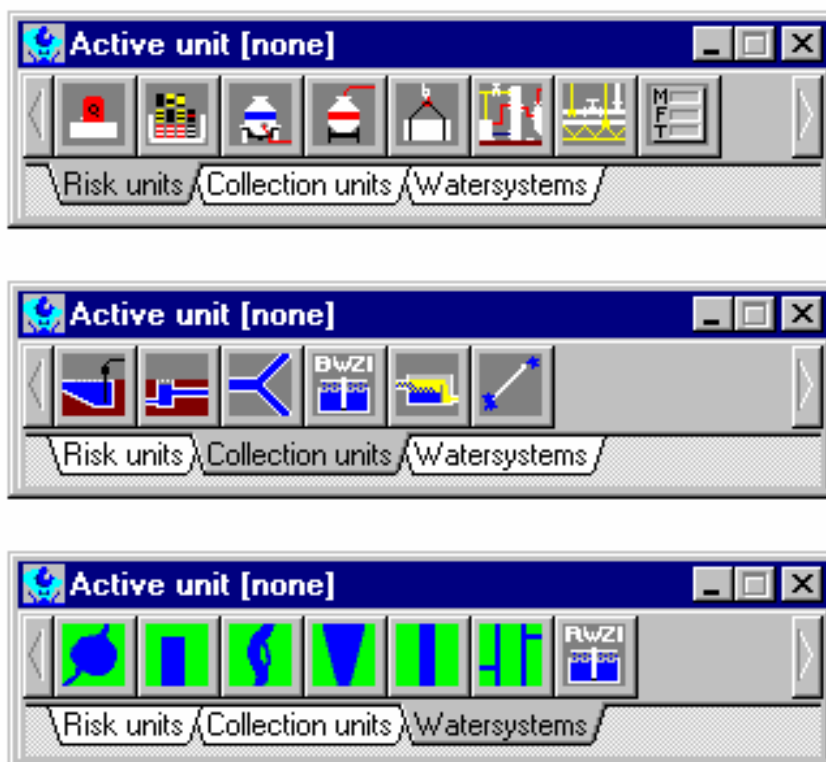
T - doba úniku (s)

Program obsahuje databázi chemických látek s uvedenými významnými údaji o fyzikálně-chemických vlastnostech látek a jejich toxicitě (LC_{50} , atd.). Program může rovněž pracovat se směsí látek.

Výhodou programu jsou některé předdefinované jednotky pro usnadnění modelování scénářů havárií. Program definuje:

1. Zdroje rizika (velkokapacitní zásobníky, sklady, stáčecí a plnicí zařízení, produkční jednotky, atd.)
2. Sběrné systémy (havarijní jímky, kanalizace, čistírna odpadních vod, atd.)
3. Vodní systémy (jezera, řeky, kanály, atd.)

Pro příklad jsou na následujícím schématu zobrazeny ikony pro zadávání jednotek a systému do programu Proteus.



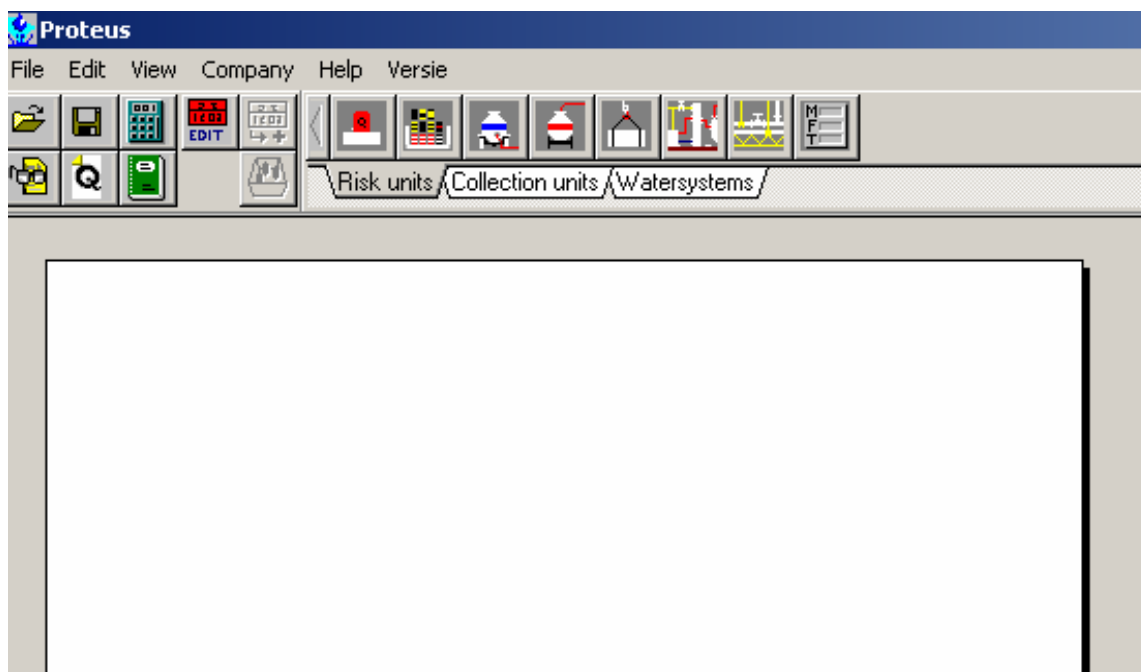
Obrázek 23: Příklady ikon pro zadávání vstupních údajů do programu Proteus.

Program Proteus předpokládá několik scénářů, při kterých by mohlo dojít k znečištění povrchových vod, například poškození železniční cisterny, poškození stáčecího zařízení, přeplnění zásobníku, požár, atd.

Vzhledem k možným opatřením na snížení rizik, které se mohou v různých podnicích lišit, používá program dotazník na posouzení kvality bezpečnostního managementu. Dotazník obsahuje 41 otázek, které lze rozdělit do pěti oblastí:

- systémy řízení bezpečnosti
- zkušenosti operátorů
- dodržování pracovních postupů
- úspěšnost zvládnutí havarijního zásahu
- přesný popis zařízení

Výsledkem analýzy programem Proteus jsou kvantitativní údaje o množství uniklé látky, objem kontaminované vody, délka kontaminovaného břehu, apod. v závislosti na scénáři havárie. Na následujícím obrázku je zobrazena hlavní obrazovka programu.



Obrázek 24: Hlavní menu programu Proteus.

6. ZÁVĚR

Pro provozování vybraných průmyslových podniků je v současnosti vyžadováno hodnocení dopadů závažných havárií na životní prostředí. Proto jsou připravovány nové metody hodnocení zranitelnosti životního prostředí jako H&V Index a ENVITech03, které budou dále zlepšovány a prohlubovány. V této fázi je můžeme charakterizovat jako jednoduché indexové metody. Vzhledem ke složitosti životního prostředí, kdy nebezpečné látky při haváriích mohou ohrozit ovzduší, povrchovou nebo podzemní vodu, půdu, floru nebo faunu, bude potřeba dále vyvíjet nové detailní přístupy, jak vyhodnocovat tyto specifické vlivy. Příkladem může být holandský software Proteus, který je zaměřen na vyhodnocení dopadů havárií na povrchovou vodu.

Složitost hodnocení dopadů havárií na životní prostředí spočívá v celé řadě faktorů, které není lehké zohlednit. Mezi tyto faktory patří především:

- a) **Upřesnění uniklého množství látky a okamžité klimatické podmínky.** V současnosti je uplatňován deterministický přístup, kdy bereme v úvahu únik maximálního přítomného množství nebezpečné látky v objektu. Pro detailní hodnocení rizik by bylo potřeba vzít v úvahu opatření na snížení rizik, která by mohla snížit množství uniklé látky do životního prostředí. V analýzách rizik je složité zohlednit aktuální klimatické podmínky, které mohou značným způsobem ovlivnit uniklé množství a závažnost dopadu havárie na životní prostředí. Pro šíření nebezpečných látek v prostředí mají zásadní vliv především rychlost větru, třída stability ovzduší, teplota, vlhkost, apod.
- b) **Ekotoxické vlastnosti látky.** Pro vyhodnocení následků úniků nebezpečných látek do ŽP a jejich mobilitu je potřeba znát fyzikálně chemické a ekotoxické vlastnosti látek. Především informace o ekotoxických vlastnostech nejsou standardně uváděny v bezpečnostních listech či databázích, u méně známých nebezpečných látek bude muset být provedena celá řada laboratorních testů.
- c) **Stav životního prostředí.** Kvalitu ŽP, do kterého by mohla uniknout nebezpečná látka, vyjadřujeme pojmem zranitelnost a v závislosti na využití prostředí člověkem tak můžeme odhadnout výši škod při poškození přírody. Složitým prvkem hodnocení je migrace nebezpečné látky prostředím, především rychlost šíření a tudíž odhad velikosti zasažených ploch.

Uvedené poznámky vyjadřují nejistoty současného hodnocení rizik dopadů havárií na životní prostředí. V budoucnu bude potřeba toto hodnocení nadále upřesňovat.

LITERATURA

- [1] ADAMEC, V.: *Současnost a budoucnost typových plánů*, časopis 112, číslo 5/2004, pp. 24-25
- [2] BALOG, K. ZAPLETALOVÁ–BARTLOVÁ, I., *SEVESO II.*, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava, 1998, ISBN 80-86111-20-2
- [3] Článek „Co se stalo v Sevesu?“, www.greenpeace.cz/magazine/
- [4] DANIHELKA, P. *Analysis and Management of Risks of Dangerous Chemicals in Industry*, Ostrava, 2002, ISBN 80-248-0084-5.
- [5] FICBAUER, V. IVÁNEK, I. ŠAMÁNKOVÁ, P. BABINEC, F.: *Environmental Risk Identification and Assessment*, International Symposium Loss Prevention and Safety Promotion; Praha 1.-3.6. 2004
- [6] *Geochemie*, [inermédiální CD], Projekt FRVŠ 0326, VŠB-TUO, Ostrava, 2001.
- [7] HERČÍK, M. *Životní prostředí, Úvod do studia*, VŠB-TUO, Ostrava 1996.
- [8] *Hodnocení rizika*, [HTML dokument] dostupný z <http://plumbum.ceu.cz>
- [9] *Informace o EMAS na stránkách Českého ekologického ústavu*, www.ceu.cz/emas
- [10] *Informace o Integrované prevenci*, www.ippc.cz , www.ceu.cz/ippc
- [11] ISO/IEC 73: 2002, *Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards*. 2002
- [12] NEVRLÝ, V. *Srovnání metod pro hodnocení rizik závažných havárií*, VŠB-TUO, Ostrava, 2004
- [13] *Přehled platné legislativy na stránkách Ministerstva životního prostředí*, www.env.cz
- [14] Report of the International Task Force for Assessing the Baia Mare Accident. 2000, 38p.
- [15] RŮŽIČKOVÁ, P. *Komunikační strategie při informování veřejnosti v oblasti prevence závažných havárií*, VŠB-TUO, Ostrava, 2004
- [16] UNEP. Industry and Environment. *Management of Industrial Accident Prevention and Preparedness: A training resource package*, first edition, 1996, 195 p.
- [17] UNEP. Office for the Co-ordination of Humanitarian Affairs. *Mining waste spill from the Baia Borsa processing complex in Romania: Assessment Mission to Hungary and Romania*. Geneva, 2000. 29 p.
- [18] VANĚČEK, M. *Metodika analýzy zranitelnosti životního prostředí ENVITech03*, ISATech, s.r.o., Pardubice, 2002.

- [19] VEVERKA, I. *Kvantitativní analýza mimořádných událostí*, Lom u Mostu, Aa/Print s.r.o., 1996
- [20] VOJKOVSKÁ, K. DANIHELKA, P. *Metodika pro analýzu dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí (H&V index)*, VŠB-TUO, Ostrava, 2002.
- [21] VÚBP. OPPZH. *Postupy a metodiky analýz a hodnocení rizik pro účely zákona č. 353 / 1999 Sb., o prevenci závažných havárií*, [www dokument] dostupný z : <http://www.vubp.cz/oppzh/>. [cit.10.2.2004].
- [22] WILSON, R. *Analysing the Daily Risks of Life: Technology Review*, 1979.
- [23] Zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím.
- [24] Zákon č. 17/1999 Sb., o životním prostředí, ve znění zákona 123/1998 Sb.
- [25] Zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších předpisů