

## ANALÝZA A HODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK

### ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT IN ENVIRONMENTAL

**Miriám ANDREJKOVÁ - Dušan KNEŽO - Miriama PIŇOSOVÁ - Ervin LUMNITZER**

#### Abstrakt

*Problémy týkajúce sa životného prostredia sa stali neoddeliteľnou súčasťou nášho každodenného života a sú neúprosnou daňou za komfort, ktorý si väčšina sveta dnes môže dovoliť. Tieto problémy postihujú všetky zložky životného prostredia, t.j. vodu, ovzdušie, pôdu a vyňatý nie je ani človek. Rozvoj spoločnosti má za následok extrémne zvýšenie antropogénnych tlakov na jednotlivé zložky životného prostredia. Dôsledky týchto tlakov vedú k devastácii prostredia, k degradácii jeho zložiek a k významnému zníženiu ich samočistiacich schopností. Vzhľadom na tieto skutočnosti sa čoraz naliehavejšie javí potreba sledovania a riešenia environmentálnych rizík.*

**Kľúčové slová:** riziko, identifikácia rizika, environmentálne riziko, hodnotenie rizika

#### Abstract

*Issues related to environment have become an integral part of our everyday life and they represent a relentless tax for the comfort that most of the world can afford today. These issues affect all components of the environment, i.e. water, air, soil, and man is no exemption. Social development has resulted in an extreme increase of anthropogenic pressures on the individual components of the environment. The consequences of these pressures lead to the devastation of the environment, to the degradation of its components and to a significant reduction of their self-cleaning abilities. Considering these facts, the need to monitor and to address environmental risks appears to be more urgent than ever.*

**Key words:** risk, risk identification, environmental risk, risk assessment

#### Úvod

Analýza rizika (risk analysis) predstavuje proces identifikácie nebezpečenstiev a zhodnotenie rizika pre jednotlivcov alebo skupinu obyvateľstva, objektov okolitého prostredia a iných skúmaných objektov. Analýza rizika identifikuje pravdepodobnosť a rozsah následkov negatívnej udalosti vyplývajúcej z danej pracovnej alebo inej činnosti zariadenia alebo systému. Na základe identifikácie nebezpečenstiev odhaľuje veľkosť rizika [3,5]. Existuje veľa definícií rizika, ale najčastejšie riziko definujeme ako možnosť, že nastane určitá skutočnosť, ktorá môže spôsobiť následne nežiaduce následky a tiež potenciálne politické, finančné, morálne, environmentálne škody alebo straty. Riziko z pohľadu jeho štruktúry možno definovať aj ako kombináciu pravdepodobnosti vzniku určitej udalosti a jej následkov. [7] Podľa zákona č. 261/2002 z.z. riziko je pravdepodobnosť vzniku rizikovej udalosti a rozsah (závažnosť) jej možných následkov, ktoré môžu nastať počas určitého obdobia alebo za určitých okolností [9,10]. Každý druh rizika má charakteristické zdroje a faktory, ktorých klasifikácia je uvedená v tabuľke 1.

Rozlišujeme

- *vonkajšie zdroje rizika (externé faktory)* – napr. ekonomické, sociologické, fyzikálne, technologické, politické, právne,
- *vnútorné zdroje rizika (interné faktory)* – napr. informačné systémy, štýl riadenia, spolupracovníci, štruktúra organizácie, schopnosti zamestnancov a pod.

Tabuľka 1 Druhy rizika

Druh rizika	Objekt rizika	Zdroj rizika	Nežiaduce dôsledky
<b>Individuálne</b>	Človek	Životné podmienky človeka.	Nemoc, trauma, invalidita, smrť.
<b>Technické</b>	Technické systémy a objekty	Technická nespôsobilosť, narušenie pravidiel prevádzky technických systémov a objektov.	Havária, explózia, katastrofa, požiar, deštrukcia.
<b>Ekologické</b>	Ekologické systémy	Antropogénne zásahy do prírodného prostredia, nezvyčajné technogénne situácie.	Antropogénne ekologické katastrofy, živelné pohromy
<b>Sociálne</b>	Sociálne skupiny	Nezvyčajná situácia, zníženie životnej kvality.	Skupinová trauma, nemoci, smrť ľudí, nárast úmrtnosti.
<b>Ekonomické</b>	Materiálne zdroje	Zníženie bezpečnosti výroby alebo prirodzeného prostredia.	Zvýšenie výdavkov na bezpečnosť, škoda vzniknutá z dôvodu nedostatočnej ochrany.

Riziko vzniká za podmienok ak:

- existuje rizikový faktor (zdroj nebezpečenstva),
- existuje prítomnosť daného rizikového faktora v určitej, pre objekty nebezpečnej (alebo škodlivej) úrovni pôsobenia,
- objekt je náchylný (citlivý) na činnosti a faktory vyvolávajúce nebezpečenstvo.

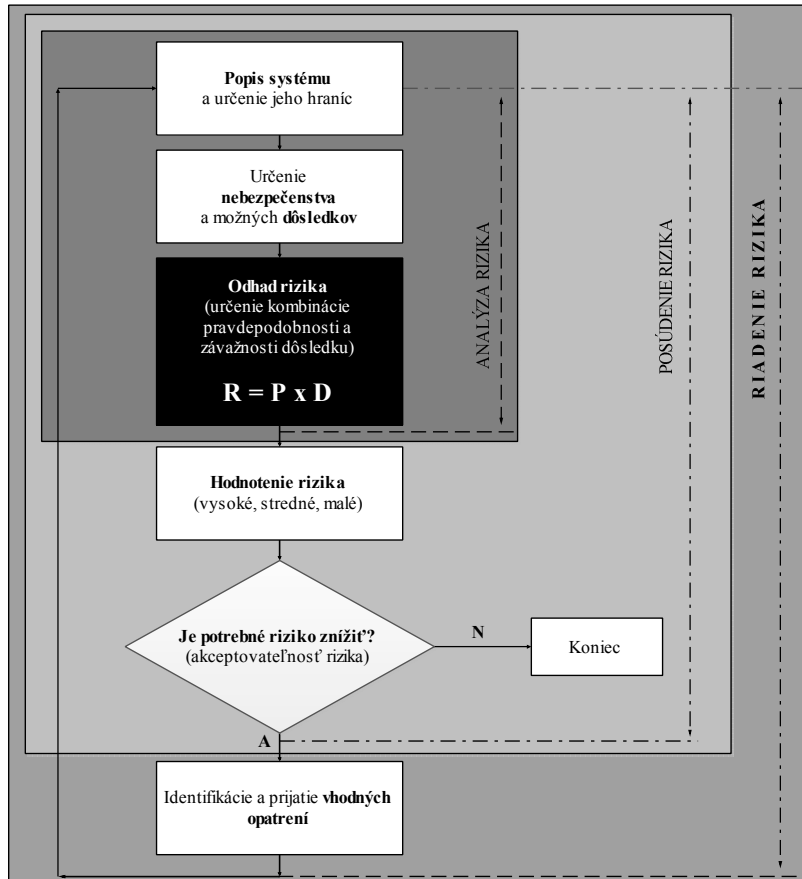
Dôsledky dopadu rizika, tzv. rizikovej udalosti sa môžu vyjadriť vo forme

- majetkovej ujmy (napr. škody na strojovom systéme, finančné straty),
- nemajetkovej ujmy (v osobnej sfére),
- humánných strát a škôd (stupeň poškodenia zdravia, stupeň zranenia, počet usmrtených),
- negatívneho dopadu na životné prostredie (stupeň poškodenia, finančné straty),
- dopadu na bezpečnosť a zdravie človeka,
- reputáciu organizácie a pod.

### Environmentálne riziko

Za environmentálne riziko môžeme považovať riziko, ktoré je spojené s možným negatívnym vplyvom na životné prostredie [7].

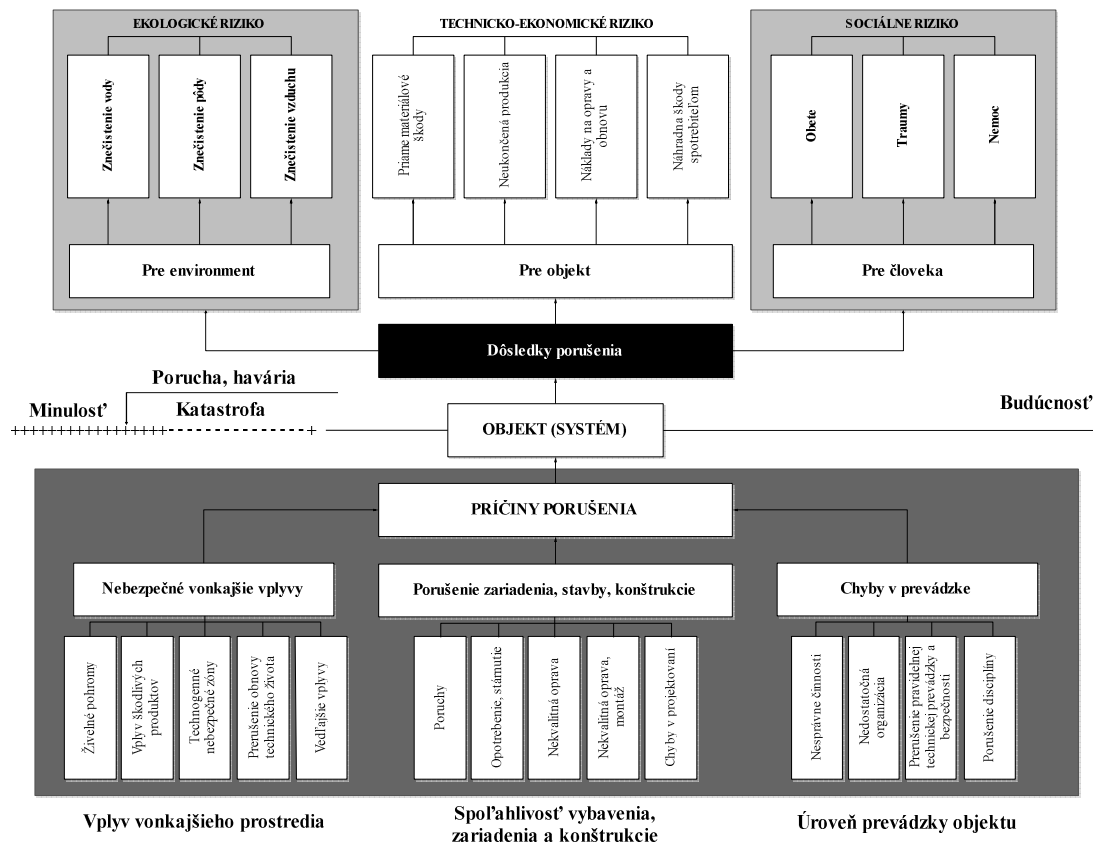
Riziko predstavuje podmienenú pravdepodobnosť výskytu špecifických ekologických udalostí spojených s niektorými dôsledkami týchto udalostí.



Obr. 1 Algoritmus posudzovania a riadenia rizika

Proces riadenia environmentálnych rizík vychádza z niekoľkých krokov [2, 7]:

- identifikácia rizika,
- analýza a hodnotenie rizika,
- riešenie rizík, rozhodovanie o ich riešení a prijímaní opatrení,
- zostávajúce riziká,
- monitorovanie a vyhodnocovanie procesu riadenia rizík.



Obr. 2 Model vývoja rizika

Proces posudzovania a riadenia environmentálneho rizika predstavuje aplikáciu postupov, metód a praktík s cieľom riadenia a znížovania rizikovej udalosti, popri prípade ich oznamovania (Figs. 1,2). [2]

### Identifikácia environmentálneho rizika

Hlavnou úlohou identifikácie rizík je zistenie (na základe informácií o danom objekte, výsledkov expertízy a skúseností z podobných systémov) a presný popis všetkých rizík vlastných danému systému. Je to dôležitá etapa analýzy, pretože ak v tejto etape nedôjde k zisteniu environmentálnych rizík, potom nedochádza k ich analýze a strácajú sa zo zreteľa. Identifikácia rizika má za cieľ určiť, v akej miere môže nastať nežiaduca udalosť. Pri identifikácii hľadáme odpoveď na otázky: „Čo sa môže stať? Prečo a kedy sa to môže stať?“

K základným nástrojom na identifikáciu environmentálneho rizika patrí:

- SWOT analýza,
- analýza citlivosti,
- simulačné postupy,
- rozhodovacie stromy,
- odborné posúdenie rizikovej udalosti
- Metóda Risk Diagnosis Methodology a iné.

### Hodnotenie environmentálneho rizika

Hodnotenie dopadov na jednotlivé zložky životného prostredia je veľmi náročné vzhľadom k veľkosti a rozmanitosti antropogénnych vplyvov na životné prostredia a vzhľadom aj k zložitosti prírodných systémov.

Existuje niekoľko vhodných metód, ktoré sa využívajú pri hodnotení rizík (Table 2). Jedno z delení rozlišuje:

- *kvantitatívne metódy*, ktoré využívajú numerické ohodnotenie rizík vyjadrením ich pravdepodobnosti (početnosti, vierohodnosti) a dôsledku nežiadúceho javu (hodnota v korunách, stupeň poškodenia zdravia a pod.)
- *kvalitatívne metódy*, ktoré využívajú slovné vyjadrenie pre popis pravdepodobnosti a dôsledkov
- *polokvantitatívne metódy*, ktoré využívajú kvalitatívne popísané stupnice pomocou pridelených číselných hodnôt (tzv. bodová metóda hodnotenia), ktorých kombináciou sa určí číselná hodnota rizika.

Tabuľka 2 Niektoré doplnujúce metódy hodnotenia rizika [2, 8]

Metóda	Popis
<b>Metóda FTA (Fault Three Analysis)</b>	Deduktívne metóda, ktorá vychádza z uvažovanej rizikovej udalosti a jej výstupom je celý rad kritických ciest, ktoré k nej vedú.
<b>Metóda DELPHI</b>	Základom metódy je predvídanie, pri ktorom vznikajú nápady. Využíva explicitný odhad expertov na posúdenie pravdepodobnosti výskytu každej rizikovej udalosti.
<b>Metóda MOSAR</b>	Metóda predstavuje systematickú analýzu rizík. Systém sa delí na podsystémy, v ktorých sa postupne identifikujú ohrozenia, primeranosť opatrení a ich vzájomná závislosť. Bezpečnostné opatrenia sa usporiadajú do logického stromu a zostatkové riziká sa analyzujú na základe dohody.

K ďalším nástrojom hodnotenia významnosti rizika môžeme začleniť aj Pareto analýzu a tzv. metódu UMRA (Univerzálna matica rizikovej analýzy). V našom článku sa budeme venovať polokvantitatívnej metóde hodnotenia environmentálnych rizík a to vytvorením tzv. matice rizika. Vyjadrenie pravdepodobnosti (frekvencie) výskytu a vážnosti dopadu rizikovej udalosti na životné prostredie (resp. na jeho zložky: pôda, voda, ovzdušie) sa najčastejšie realizuje pomocou trojstupňovej alebo päťstupňovej mierky. Päťstupňový systém hodnotenia rizika pre je v tabuľkách 3 a 4 [6].

Tabuľka 3 Pravdepodobnosť / frekvencia výskytu environmentálnej rizikovej udalosti

Pravdepodobnosť	Označenie	Hodnota	Pravdepodobnosť výskytu rizika
Rare	A	1	takmer nemysliteľné, aby sa vyskytla riziková udalosť
Possible	B	2	veľmi nepravdepodobný (nevie sa o jeho výskyte)
Probable	C	3	nepravdepodobný, ale možný výskyt (vyskytuje sa zriedkavo)
Higly probable	D	4	pravdepodobnosť občasného (vyskytuje sa nepravidelne)
Almost certain, frequent	E	5	pravdepodobnosť veľmi častého výskytu (vyskytuje sa pravidelne)

Tabuľka 4 Závažnosť / dôsledok dopadu environmentálnej rizikovej udalosti na životné prostredie

Úroveň závažnosti	Označenie	Hodnota	Závažnosť rizikovej udalosti
Negligible, insignificant	I	1	minimálny, takmer žiadny dopad rizikovej udalosti na životné prostredie, resp. jeho zložky
Minor	II	2	malý rozsah dopadu rizikovej udalosti na životné prostredie, resp. jeho zložky
Major, moderate	III	3	stredný rozsah dopadu rizikovej udalosti, menej závažný dôsledok na životné prostredie, resp. jeho zložky
Significant	IV	4	rozsiahly, závažný dopad rizikovej udalosti na životné prostredie, resp. jeho zložky
Severe, Catastrophic	V	5	katastrofický dopad rizika na životné prostredie (ekologická katastrofa), resp. jeho zložky

Hodnotenie environmentálnych rizík sa používa na prijímanie rozhodnutí o závažnosti rizík a o tom, či dané riziko je možné akceptovať alebo prijať opatrenia na jeho riešenie. Hodnotenie využíva metódy a postupy ekológie, chémie, toxikológie, ekotoxológie, hydrológie a ďalších vied pri určení pravdepodobnosti výskytu nežiaducich udalostí a závažnosti dopadu na životné prostredie. Podľa [2,4] je hodnota rizika vyjadrená funkčnou závislosťou minimálne dvoch parametrov, t.j.

$$R = f(P, C_E),$$

$$R = \sum_i^n P_i \times \sum_j^m C_{Ej} \quad (1)$$

where  $P$  predstavuje pravdepodobnosti vzniku rizikovej udalosti (ohrozenia) a  $C_E$  je stupeň poškodenia, dôsledky (resp. vážnosť) v prípade vzniku rizikovej udalosti na životné prostredie, resp. na jeho základné zložky.

Zaradenie daného dôsledku rizika do príslušného stupňa stupnice je opäť závislé od zvolených kritérií a spôsobu posudzovania negatívnych dôsledkov. Veľkú úlohu zohrávajú aj osobné skúsenosti, intuícia, dostatok a prístup k informáciám.

Pre naplnenie kroku hodnotenie rizika polokvantitatívnu metódou hodnotenia je nevyhnutné zostrojiť maticu rizík. Vo všeobecnosti je táto matica vytvorená kombináciou dvoch základných parametrov  $P$  a  $C_E$ .

Tabuľka 5 Matica rizika

Pravdepodobnosť	Závažnosť dopadu rizikovej udalosti (Consequence, Impact)				
	Negligible(I)	Minor(II)	Major(III)	Significant(IV)	Severe(V)
Almost certain (E)	I-E	II-E	III-E	IV-E	V-E
Higly probable (D)	I-D	II-D	III-D	IV-D	V-D
Probable (C)	I-C	II-C	III-C	IV-C	V-C
Possible (B)	I-B	II-B	III-B	IV-B	V-B
Rare (A)	I-A	II-A	III-A	IV-A	V-A

*Tabuľka 6 Úroveň posúdenia environmentálneho rizika*

Pravdepodobnosť	Závažnosť dopadu rizikovej udalosti (Consequence, Impact)				
	Negligible	Minor	Major	Significant	Severe
<b>Almost certain</b>	5 Medium	10 Medium	15 High	20 Extreme	25 Extreme
<b>Higly probable</b>	4 Medium	8 Medium	12 High	16 High	20 Extreme
<b>Probable</b>	3 Low	6 Medium	9 Medium	12 High	15 Extreme
<b>Possible</b>	2 Low	4 Medium	6 Medium	8 Medium	10 High
<b>Rare</b>	1 Low	2 Low	3 Medium	4 Medium	5 High
<b>Low</b>	<b>Veľmi nízka, zanedbateľná úroveň environmentálneho rizika</b>				
<b>Medium</b>	<b>Nízka úroveň environmentálneho rizika</b>				
<b>High</b>	<b>Vysoká úroveň environmentálneho rizika</b>				
<b>Extreme</b>	<b>Veľmi vysoká úroveň environmentálneho rizika</b>				

Dôležitým krokom pri hodnotení environmentálnych rizík je stanoviť stupeň významnosti rizika a zároveň stanoviť mieru jeho prijateľnosti. Stupeň významnosti rizika je v tom najjednoduchšom prípade súčinom bodového ohodnotenia pravdepodobnosti výskytu a vážnosti dopadu rizika, t.j.  $R = P \times D$ .

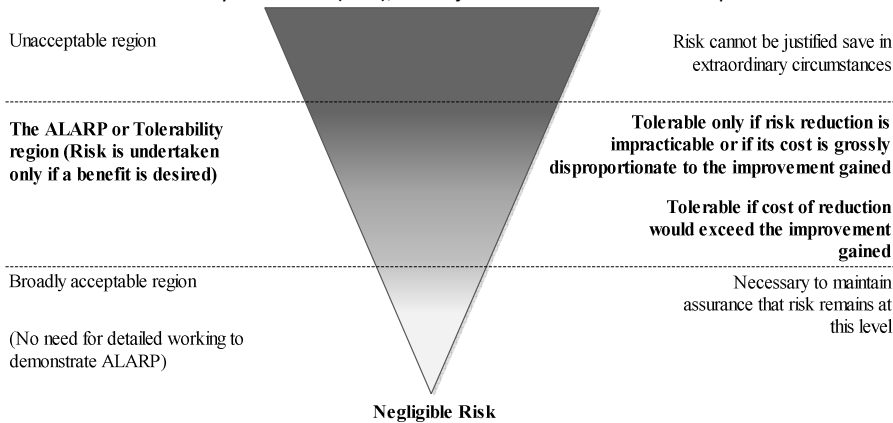
Podľa [7] je pri použití päťstupňového hodnotenia rizika číselná hodnota 15 vyjadrením neakceptovateľného rizika. V tab. 6 je navrhovaná stupnica číselného posúdenia významnosti environmentálneho rizika.

**Rozhodnutie o riešení environmentálnych rizík**

Rozhodnutie je konečným výsledkom etapy riadenia rizika. Rozhodnutie o prijateľnosti alebo neprijateľnosti environmentálneho rizika sa opiera o dve úrovne rizika [7]:

- *Zanedbateľná úroveň rizika* predstavuje spoločensky prijateľnú úroveň rizika, pri ktorom pravdepodobnosť výskytu nežiaduceho dôsledku je taká mala, následky pôsobenia sú mierne a prínos situácie je taký veľký, že osoby, skupiny, organizácia alebo celá spoločnosť je ochotná toto riziko podstúpiť. Táto úroveň si nevyžaduje regulačné opatrenia na zníženie environmentálneho rizika.
- *Neprijateľná úroveň rizika* vyžaduje nevyhnutné prijatie regulačných opatrení na zníženie rizika.

Podľa Health and Safety Executive (HSE), existujú tri základné úrovne akceptovateľnosti rizika (Fig. 3).



*Obr. 3 Úroveň akceptovateľnosti rizika podľa HSE*

**Stredná úroveň** je definovaná ako úroveň, kde sa aplikuje tzv. filozofia ALARP (As Low as Reasonably Practicable), t.j. je to oblasť, kde sa znižovanie hodnoty rizika riadi prístupom „investujem tak, aby hodnota rizika bola až taká nízka, aby to bolo rozumné a praktické“. Pri **neakceptovateľnej úrovni** je nutné okamžite prijať opatrenia, ktoré zaručujú zníženie jeho hodnoty na akceptovateľnú úroveň. V prípade **zanedbateľnej úrovne rizika** je to stav, kedy sa riziko monitoruje (resp. pravidelne preveruje), ale nevyžaduje žiadne opatrenia na jeho zníženie [2].

Vznik a stupeň závažnosti environmentálneho rizika je možné ovplyvniť znížením pravdepodobnosti vzniku rizikovej udalosti alebo znížením závažnosti dôsledku rizika. Mnoho environmentálnych rizík možno odstrániť alebo znížiť ich úroveň vhodnými regulačnými opatreniami. Pri znižovaní úrovne rizika zavádzaním nápravných opatrení je potrebné vychádzať zo

základných parametrov rizika. Environmentálne riziko môžeme znižovať znižovaním pravdepodobnosti vzniku rizikovej udalosti alebo znižovaním dôsledkov tejto udalosti.

### Komplexné posúdenie rizika na životné prostredie a zdravie človeka

Okrem dopadu na životné prostredie sa často sleduje aj závažnosť dopadu na zdravie človeka.

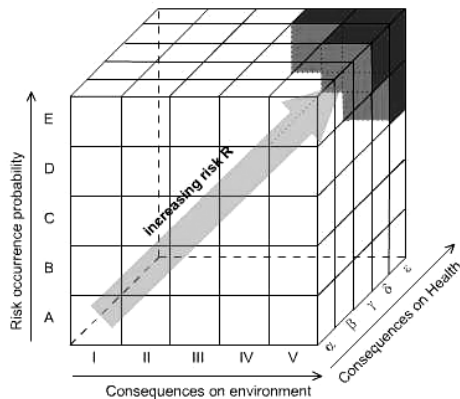
Tabuľka 7 Závažnosť / dôsledok dopadu environmentálnej rizikovej udalosti na zdravie človeka

Úroveň závažnosti	Hladina	Hodnota	Závažnosť rizikovej udalosti
Negligible	$\alpha$	1	Bez vplyvu na zdravie človeka
Minor	$\beta$	2	Nepatrný vplyv na zdravie
Major	$\gamma$	3	Významné poškodenie zdravia
Significant	$\delta$	4	Závažné poškodenie prostredia
Severe, Catastrophic	$\epsilon$	5	Katastrofické následky (smrť)

Ku komplexnému posúdeniu vzájomných vzťahov pravdepodobnosti rizika, dôsledkov na životné prostredie a dôsledkov na zdravie človeka môžeme použiť kubický diagram (Fig. 4). Tento typ diagramu umožňuje dávať do vzájomného vzťahu súčasne všetky tri parametre [6].

Stupeň významnosti rizika  $R$  je v tomto prípade určený súčinom bodového ohodnotenia pravdepodobnosti (frekvencie) výskytu rizika  $P$ , dôsledku dopadu na životné prostredie  $C_E$  (ekologické riziko) a dôsledku dopadu na zdravie človeka  $H$  (riziko ohrozenia zdravia človeka). Platí vzťah  $R = P \times C_E \times H$ .

Hodnota stupňa významnosti rizika  $R$  sa môže pohybovať v rozmedzí od 1 do 125. Je však nutné uvedomiť si, že táto hodnota môže nadobudnúť len určité diskkrétne hodnoty. Aj v tomto prípade výsledné číselné posúdenie rizika a stanovenie jeho stupňov je ovplyvnené subjektívnymi názormi, pričom za neprijateľné a neakceptovateľné riziko môžeme považovať hodnoty v rozmedzí 70 – 125.



Obr. 4 Cubic risk matrix diagram

Tabuľka 8 Stanovenie rozpätia výsledného rizika

Riziko	Bodové rozpätie	Vplyv na životné prostredia a zdravie človeka	Potreba opatrení
Bezvýznamné, zanedbateľné riziko	1 – 4	system je bezpečný, zanedbateľný vplyv na zdravie človeka a na ŽP	bežné postupy, nie je potrebné vykonať opatrenia
Akceptovateľné, menej významné riziko	5 – 10	Akceptovateľné riziko pri zvýšenej pozornosti, potrebná prvá pomoc	možnosť dosiahnuť zlepšenie, plánovať nápravu
Nežiaduce riziko	11 – 50	riziko nemožno akceptovať bez ochranných opatrení, nevyhnutné lekárske ošetrovanie,	je potrebné prijať bezpečnostné opatrenia
Významné riziko	51 – 100	system je nebezpečný, veľké možnosť závažnej havarijnej udalosti, resp. rozsiahly úraz, strata pracovnej schopnosti	treba prijať okamžité nápravné opatrenia s krátkym termínom
Neprijateľné riziko	101 – 125	system je neprijateľný, permanentná hrozba rizikovej udalosti, smrť	okamžité uplatnenie ochranných opatrení, odstavenie systému



## ZÁVER

Životné prostredie ovplyvňuje život každého z nás. Tvorí ho priestor okolo nás. Ako životné prostredie vplýva na nás, tak aj ľudia ho ovplyvňujú rôznym spôsobom. Už desatročia sa v médiách objavujú varujúce správy, ktoré nás upozorňujú na postupne sa zhoršujúci stav životného prostredia. Znečisťuje sa pôda, voda, ovzdušie, hrozí vyhynutie endemitov a aj iných, ale určite nie menej dôležitých druhov rastlín a živočíchov, nenávratne sa spotrebováva nerastné bohatstvo a zásoby pitnej vody.

Hodnotenie rizík je proces prebiehajúci vo väčšine prípadov samostatne, ale nemožno ho chápať izolovane. Posudzovanie rizík je súčasťou manažérstva rizík a predstavuje proces, na ktorého implementáciu a využitie sa v súčasnosti kladú vysoké nároky.

Analýza a riadenie environmentálnych rizík smeruje k odstráneniu rizika, aj keď si musíme uvedomiť, že ich úplné odstránenie nie je možné. Dôležité je znížiť úroveň rizika na prijateľnú úroveň. Táto úroveň vyjadruje zostávajúce riziko, ktoré je pre spoločnosť, jedince, organizáciu akceptovateľné. Výsledky analýzy environmentálneho rizika majú veľký význam pre prijatie odôvodnených a preventívnych riešení, ktoré sú veľmi významné pre ochranu zdravia a bezpečnosť človeka a ochranu životného prostredia.

♦♦The author would like to thank to the Ministry of Education of the Slovak Republic for their financial support on the grant project VEGA 1/1216/12, KEGA 049TUKE-4/2012 and KEGA 064TUKE-4/2011.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Demo, M., Hronec, O., Tóthová, M. a kol.: Udržateľný rozvoj - život v medziach únosnej kapacity biosféry. SPU Nitra, 2007, Nitra, 440 st., ISBN 978-80-8069-826-3
- [2] Hrubec, J., Virčíková, E. a kol.: Integrovaný manažérsky systém. Nitra 2009, 543 s. ISBN 978-80-552-0231-0.
- [3] Plura, J.: Plánování a neustále zlepšování jakosti, Computer Press, Praha 2001
- [4] Říha, J.: Hodnocení investic na životní prostředí. Vícekriteriální analýza a EIA. Academia, Praha 1995, ISBN 80-200-0242-1.
- [5] Sinay, J.: Riziká technických zariadení – manažérstvo rizika. Lumina, Košice 1997
- [6] Šebo, D., Knežo, D., Jadroňová, M.: The theory of risk and its application on environment. In: 31. Savetovanje proizvodnog maštinstva Srbije i Crne Gore sa medunarodnim učesćem. - Kragujevac : Univerzitet u Kragujevcu, 2006 P. 673-677. - ISBN 8680581925
- [7] Usmerenie Ministerstva financií Slovenskej republiky k riadeniu a analýze rizík. In: Finančný spravodajca 1/2006-07-27
- [8] Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky 489/2002 Z.z
- [9] Zákon č.277/2005 o prevencii závažných priemyselných havárií.
- [10] Zákon č.261/2002 o prevencii závažných priemyselných havárií.

## ADRESY AUTOROV

**Miriám ANDREJIKOVÁ**, RNDr., PhD.,

Ústav špeciálnych technických vied, Katedra aplikovanej matematiky a informatiky, Strojnícka Fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: <miriam.andrejiova@tuke.sk>

**Dušan KNEŽO**, prof. Ing., CSc.,

Ústav špeciálnych technických vied, Katedra aplikovanej matematiky a informatiky, Strojnícka Fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, Slovenská republika, e-mail: <dusan.knezo@tuke.sk>

**Miriama PIŇOSOVÁ**, Ing., PhD.,

Ústav bezpečnosti, kvality a environmentalistiky, Katedra environmentalistiky, Strojnícka Fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 042 00 Košice <miriama.pinosova@tuke.sk>

**Ervin LUMNITZER**, prof. Ing., PhD.

Ústav bezpečnosti, kvality a environmentalistiky, Katedra environmentalistiky, Strojnícka Fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 042 00 Košice <ervin.lumnitzer@tuke.sk>

## RECENZENT

**Ivana TUREKOVÁ**, doc. Ing., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Katedra bezpečnostného inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika, e-mail: >ivana.turekova@stuba.sk<