

# KVANTIFIKÁCIA VPLYVOV ŽIARENIA NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

## QUANTIFICATION OF IMPACT RADIATION ON THE ENVIRONMENT

Ing. Lenka Zvijáková

<sup>1</sup> Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav environmentálneho inžinierstva, Katedra environmentálneho inžinierstva, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, +421 55 602 4116, lenka.zvijakova@tuke.sk

### Abstract

*The paper presents the identification of the impacts of a stressor - radiation in water structures on the environment. The aim of this paper is to apply a definition of risk analysis to determine the impacts of a risk index based on the proposed parameters of the probability and consequence. Presented are four quantitative, easily quantifiable indicators that are considered appropriate for the calculation of risk analysis stressor and its impacts in relation to the proposed of water construction. These indicators have a high predictive value for probable adverse environmental impacts and risks to the environment.*

### 1. Úvod

Hodnotenie predpokladaných vplyvov navrhovanej činnosti (projektu, stavby...) na životné prostredie je súčasťou procesu posudzovania vplyvov na životné prostredie (EIA – environmental impact assessment). V procese hodnotenia vplyvov navrhovanej činnosti na životné prostredie je dôležité použiť vhodné metódy. Pre tento účel je aplikácia rizikovej analýzy, ktorá je súčasťou posudzovania rizík, veľmi vhodná. Výsledkom procesu by malo byť kvantifikovanie – vyčíslenie vplyvov stresora na životné prostredie ako indexu rizika, ktorý sa využije pri porovnaní variantov navrhovanej činnosti a návrhu optimálneho variantu.

### 2. Posudzovanie rizika v procese EIA

Metodika posudzovania rizík sa používa v celej rade profesií a odborov. Podľa STN ISO 31000 *posudzovanie rizika* predstavuje celkový proces [1]:

- **identifikácie rizika** (proces hľadania, spoznávania a opísania rizika),
- **analýzy rizika** (proces obsahujúci podstatu rizika a určujúci úroveň rizika – veľkosť rizika alebo kombinácie rizík, vyjadrený kombináciou pravdepodobností a ich následkov) a
- **hodnotenia rizika** (proces porovnávania výsledkov analýzy rizika s kritériami rizika s cieľom určiť, či riziko a jeho veľkosť sú akceptovateľné alebo sa dajú tolerovať).

V súčasnosti je potrebné pre proces EIA vypracovať metodické príručky, resp. postupy a usmernenia pre okruhy problémov, ktoré zatiaľ neboli riešené tak, aby zohľadňovali súčasné poznatky a metódy (napr. analýzy rizík) [2]. Preto je vhodné začleniť posudzovanie rizík do procesu EIA. Tento návrh vychádza z metódy univerzálnej matice rizikovej analýzy UMRA (*Universal Matrix of Risk Analysis*) [3], ktorá má dve fázy:

1. *Verbálna fáza* sa zameriava na identifikáciu

- ohrozených zložiek životného prostredia,
- stresorov ohrozujúcich zložky životného prostredia.

Výsledkom tejto fázy je formulár východiskovej matice, ktorý sa použije v numerickej fáze.

2. *Numerická fáza* obsahuje:

- odhad pravdepodobnosti,
- stanovenie dôsledkov,
- výpočet rizika.

Je možné pozorovať podobnosť prvej fázy UMRA s identifikáciou rizík podľa STN ISO 31000, kedy sú identifikované stresory navrhovanej činnosti vplyvajúce na životné prostredie. Návrh prvej fázy je znázornený v Tab. 1, ktorá prezentuje prehľadnú maticu vplyvov žiarenia pre vodné stavby a vodné hospodárstvo.

**Tabuľka 1** Potenciálny stresor a identifikované vplyvy na životné prostredie

Stresor	Vplyvy na životné prostredie													
	obyvateľstvo	horninové prostredie, nerastné suroviny, geodynamické javy a geomorfologické pomery	klimatické pomery	ovzdušie	vodné pomery	pôdu	faunu, flóru a ich biotopy	krajinu – štruktúru a využívanie krajiny, krajinný obraz	chránené územia a ich ochranné pásma	územný systém ekologickej stability	urbánny komplex a využívanie zeme	kultúrne a historické pamiatky, kultúrne hodnoty nehmotnej povahy	archeologické a paleontologické náleziská a významné geologické lokality	iné
žiarenie	•						•		•	•				

Pozn. • – identifikovaný vplyv stresora na životné prostredie

Najjednoduchší spôsob verbálnej fázy spočíva vo vyhľadávaní vzájomne možných (predpokladaných, pravdepodobných) vzťahov medzi vplyvmi a stresorom. Možno konštatovať, že štandardná matica interakcií tvorí vo svetovej praxi EIA nenahraditeľný pracovný nástroj pre počiatočnú identifikáciu potenciálnych vplyvov stresorov na ŽP.

Matica je dobrým iniciačným materiálom pre hodnotenie vplyvu vodných stavieb a činností súvisiacich s vodným hospodárstvom na prostredie. Súčasný stav poznania však nepripúšťa použitie matice bez nadväznosti na ďalšie formalizované postupy rozhodovania. Z toho

dôvodu je dôležité zrealizovať ďalšie fázy, konkrétne kvantifikovanie miery vplyvu – určenie úrovne rizika.

Na určenie úrovne rizika – výpočtu indexu rizika a teda aj vykonanie druhej – numerickej fázy metódy UMRA sa vplyv každého stresora na životné prostredie matematicky určí súčinom jeho dvoch zložiek (pravdepodobnosti a dôsledku) a je označené ako: **Index Rizika = Pravdepodobnosť × Dôsledok**;

$$IR = P \times D. \quad (1)$$

Pre určenie indexu rizika, je potrebné odhadnúť parametre: pravdepodobnosť a dôsledok. Pre klasifikáciu kategórií pravdepodobnosti a dôsledku bola zvolená bodová metóda so štyrmi stupňami pravdepodobnosti. Charakteristiky jednotlivých pravdepodobností a dôsledkov je potrebné určiť pre každý identifikovaný vplyv stresora na životné prostredie. Schematické znázornenie hľadaných a potrebných údajov je v Tab. 2.

**Tabuľka 2** Hľadané parametre vplyvu stresora založené na posudzovaní rizika

Stresor: žiarenie	Vplyv na .....			
	Kategória pravdepodobnosti „P“	?	Kategória dôsledku „D“	?
	1	?	1	?
	2	?	2	?
	3	?	3	?
	4	?	4	?

Pozn. ? – je potrebné stanoviť konkrétne pre každý vplyv stresora na zložku ŽP

### 3. Stanovenie pravdepodobnosti (P) a dôsledku (D) stresora

Životné prostredie ovplyvňujú rôzne stresory, ktoré je potrebné v procese EIA posúdiť. Stresory vyplývajú z výstavby a prevádzky stavieb, ale i stavu, ak by sa navrhovaná činnosť nerealizovala. Príspevok sa zaoberá analýzou vplyvov žiarenia vo vodných útvaroch na zložky životného prostredia.

Ak sú pravdepodobné vplyvy stresora identifikované (Tab. 2), ďalším dôležitým krokom je pokúsiť sa odhadnúť pravdepodobnosť a dôsledok. Tab. 3 prezentuje prehľad navrhnutých parametrov pravdepodobností a dôsledkov, ako aj ich charakteristiky, pre štyri identifikované vplyvy stresora na životné prostredie.

**Popis stresora:** Žiarenie alebo radiácia je prenos energie a hybnosti priestorom. Môže mať podobu časticového žiarenia (šírenie sa častíc priestorom) a/alebo vlnového žiarenia (šírenie sa vln priestorom).

#### Vplyv žiarenia na obyvateľstvo

**P:** Za parameter pravdepodobnosti je navrhnutý predpoklad inštalácie zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom žiarenia, klasifikované ako:

- žiadne – pri realizácii stavby nebude produkované žiarenie ani sa nebudú vytvárať iné fyzikálne polia. V rámci realizácie a prevádzky sa neinštaluje žiadna technologická

časť/neplánuje inštalácia zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom elektromagnetického alebo rádioaktívneho žiarenia,

- nepredpokladajú sa – inštalácia zariadení sa nepredpokladá, ale nie je ani vylúčená,
- predpokladajú sa – predpokladá sa inštalácia zariadení, ktoré budú zdrojom žiarenia,
- určite sa vyskytnú – aj počas výstavby a aj počas prevádzky sa predpokladá výskyt žiarenia.

*Merná jednotka:* –

**D:** Za parameter dôsledku pravdepodobnosti sú navrhnuté účinky žiarenia na človeka a s nimi spojený výskyt zdravotných problémov, ktoré môžu byť rozdelené do štyroch tried:

- môžu nastať iba vo výnimočných prípadoch,
- niekedy by mohli nastať,
- vo väčšine prípadov pravdepodobne nastanú,
- očakáva sa, že nastanú vo väčšine prípadov.

*Merná jednotka:* –

**Tabuľka 3** Pravdepodobnosť a dôsledok vplyvu žiarenia na obyvateľstvo

Stresor: Žiarenie	Vplyv na obyvateľstvo			
	„P“	Zdroje žiarenia (-)	„D“	Účinky žiarenia na človeka (-)
	0,25	žiadne	0,25	a.
	0,50	nepredpokladajú sa	0,50	b.
	0,75	predpokladajú sa	0,75	c.
	1	určite sa vyskytnú	1	d.

### Vplyv žiarenia na faunu, flóru a ich biotopy

**P:** Za parameter pravdepodobnosti je navrhnutý predpoklad inštalácie zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom žiarenia, klasifikované ako:

- žiadne – pri realizácii stavby nebude produkované žiarenie ani sa nebudú vytvárať iné fyzikálne polia. V rámci realizácie a prevádzky sa neinštaluje žiadna technologická časť/neplánuje inštalácia zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom elektromagnetického alebo rádioaktívneho žiarenia,
- nepredpokladajú sa – inštalácia zariadení sa nepredpokladá, ale nie je ani vylúčená,
- predpokladajú sa – predpokladá sa inštalácia zariadení, ktoré budú zdrojom žiarenia,
- určite sa vyskytnú – aj počas výstavby a aj počas prevádzky sa predpokladá výskyt žiarenia.

*Merná jednotka:* –

**P:** Za parameter dôsledku sú navrhnuté účinky žiarenia na flóru, faunu a ich biotopy, klasifikované do štyroch tried, Tab. 4.

*Merná jednotka:* –

**Tabuľka 4** Účinky žiarenia na flóru, falunu a ich biotopy

Účinky	Triedy			
	a	b	c	d
žiadne	✓			
spomalenie rastu suchozemských rastlín, majú menšie listy a preto nie sú schopné účinnej fotosyntézy a plodiny majú nižšiu úrodnosť		✓	✓	✓
zmeny v chemickom zložení, čo môže ovplyvniť kvalitu potravín		✓	✓	✓
ovplyvnená produktivita lesa, rovnováha v prírodných ekosystémoch a tým zmena rozloženia a početnosť rastlinných druhov			✓	✓
ohrozená celá flóra a fauna a ich biotopy žijúce v oblasti, taktiež spomalený proces fotosyntézy				✓

**Tabuľka 5** Pravdepodobnosť a dôsledok vplyvu žiarenia na faunu, flóru a ich biotopy

Stresor: Žiarenie	Vplyv na faunu, flóru a ich biotopy			
	„P“	Zdroje žiarenia (-)	„D“	Účinky žiarenia na flóru, falunu a ich biotopy (-)
0,25		žiadne	0,25	a.
0,50		nepredpokladajú sa	0,50	b.
0,75		predpokladajú sa	0,75	c.
1		určite sa vyskytnú	1	d.

### Vplyv žiarenia na chránené územia a ich ochranné pásma

**P:** Za parameter pravdepodobnosti je navrhnutý predpoklad inštalácie zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom žiarenia, klasifikované ako:

- žiadne – pri realizácii stavby nebude produkované žiarenie ani sa nebudú vytvárať iné fyzikálne polia. V rámci realizácie a prevádzky sa neinštaluje žiadna technologická časť/neplánuje inštalácia zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom elektromagnetického alebo rádioaktívneho žiarenia,
- nepredpokladajú sa – inštalácia zariadení sa nepredpokladá, ale nie je ani vylúčená,
- predpokladajú sa – predpokladá sa inštalácia zariadení, ktoré budú zdrojom žiarenia,
- určite sa vyskytnú – aj počas výstavby a aj počas prevádzky sa predpokladá výskyt žiarenia.

*Merná jednotka:* –

**D:** Za parameter dôsledku je navrhnuté umiestnenie navrhovanej činnosti podľa nasledujúcej klasifikácie:

- umiestnenie navrhovanej činnosti mimo chráneného územia;
- umiestnenie navrhovanej činnosti minimálne v jednom chránenom území s najvyšším 1. – 2. stupňom ochrany z 1. skupiny a v jednom chránenom území z 2. a 3. skupiny;
- umiestnenie navrhovanej činnosti minimálne v dvoch chránených územiach s najvyšším 3. – 4. stupňom ochrany a v jednom chránenom území z 2. a 3. skupiny;
- umiestnenie navrhovanej činnosti v troch a viacerých chránených územiach.

Navrhnutá klasifikácia je zatriedená v Tab. 6 do štyroch tried.

*Merná jednotka:* –

**Tabuľka 6** Pravdepodobnosť a dôsledok vplyvu žiarenia na chránené územia a ich ochranné pásma

Stresor: Žiarenie	Vplyv na chránené územia a ich ochranné pásma			
	„P“	Zdroje žiarenia (-)	„D“	Umiestnenie navrhovanej činnosti (-)
	0,25	žiadne	0,25	a.
	0,50	nepredpokladajú sa	0,50	b.
	0,75	predpokladajú sa	0,75	c.
	1	určite sa vyskytnú	1	d.

### Vplyv žiarenia na územný systém ekologickej stability

**P:** Za parameter pravdepodobnosti je navrhnutý predpoklad inštalácie zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom žiarenia, klasifikované ako:

- žiadne – pri realizácii stavby nebude produkované žiarenie ani sa nebudú vytvárať iné fyzikálne polia. V rámci realizácie a prevádzky sa neinštaluje žiadna technologická časť/neplánuje inštalácia zariadení, ktoré by mohli byť zdrojom elektromagnetického alebo rádioaktívneho žiarenia,
- nepredpokladajú sa – inštalácia zariadení sa nepredpokladá, ale nie je ani vylúčená,
- predpokladajú sa – predpokladá sa inštalácia zariadení, ktoré budú zdrojom žiarenia,
- určite sa vyskytnú – aj počas výstavby a aj počas prevádzky sa predpokladá výskyt žiarenia.

*Merná jednotka:* –

**D:** Za parameter dôsledku bol zvolený súhrny počet bodov, ktorý sa dosiahne po identifikovaní významných zložiek ÚSES v oblasti navrhovanej činnosti podľa Tab. 7. Tento dosiahnutý počet bodov je zatriedený v Tab. 8 do jednej zo štyroch tried.

*Merná jednotka:* bod

**Tabuľka 7** Pridelenie počtu bodov pre prvky ÚSES

Význam	Ukazovateľ	Počet – $n$	Výmera (ha)	Váha – $v$	$n \times v$
nadregionálny	biocentrum	1		3	3
	biokoridor	1			3
	interakčný prvok	1			3
regionálny	biocentrum	1		2	2
	biokoridor	1			2
	interakčný prvok	1			2
miestny	biocentrum	1		1	1
	biokoridor	1			1
	interakčný prvok	1			1
					$\Sigma$

**Tabuľka 9** Pravdepodobnosť a dôsledok vplyvu emisií na územný systém ekologickej stability

Stresor: Emisie	Vplyv na územný systém ekologickej stability			
	„P“	Zdroje žiarenia (-)	„D“	Zásah do ÚSES (bod)
	0,25	žiadne	0,25	0 – 10
	0,50	nepredpokladajú sa	0,50	11 – 15
	0,75	predpokladajú sa	0,75	16 – 20
	1	určite sa vyskytnú	1	≥ 21

### Výpočet rizika

Po analyzovaní parametrov pravdepodobností a dôsledkov pre každý identifikovaný vplyv stresora na zložky životného prostredia nasleduje výpočet rizika. To sa vykonáva vyčíslením IR podľa uvedeného vzorca (1). Fáza hodnotenia rizika sa určí ako súčet všetkých IR daného stresora a následne je vytvorená klasifikácia do štyroch tried, ktoré reprezentujú či riziko stresora je akceptovateľné alebo sa dá tolerovať.

Takýmto spôsobom je možné určiť úroveň rizika – veľkosť rizika jedného stresora ako i ďalších pre varianty pre navrhovanú činnosť, ktoré sa posudzujú v rámci procesu EIA. To poslúži pre výber optimálneho variantu.

### 4. Záver

V súčasnej vedeckej činnosti je potrebné venovať pozornosť tvorbe metodík na hodnotenie vplyvov navrhnutých činností, ktoré by viedlo ku kvalitnejším a objektívnejším výsledkom pre proces hodnotenia jednotlivých vplyvov na životné prostredie. Súčasne je potrebné začleniť metódy rizikovej analýzy do procesu posudzovania vplyvov na životné prostredie a zvýšiť tým úroveň hodnotenia.

V príspevku je rozanalyzovaný jeden stresor – žiarenie a jeho vplyvy na zložky životného prostredia, pre ktoré boli navrhnuté príslušné parametre na výpočet indexu rizika – úroveň rizika na životné prostredie.

### PodĎakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia Štandardného grantu Višegradskeho fondu č. 21210018 - „Assessment of the quality of the environment in the V4 Countries“.

### Literatúra

- [1] STN ISO 31000 Manažérstvo rizika. Zásady a návod. 2011.
- [2] <http://www.enviroportal.sk/environmentalne-temy/starostlivost-o-zp/eia-sea-posudzovanie-vplyvov-na-zp/publikacie/skolenia-pre-verejnost>
- [3] Tichý, M.: Ovládání rizika, analýza a manažment. Praha: C. H. Beck, 2006. 396 s. ISBN 80-7179-415-5.

