



Návrh výpočtu rizika pre objekty protipovodňovej ochrany

Ing. Lenka Zvijáková
doc. Ing. Martina Zeleňáková PhD.

Úvod

Cieľ Koncepce vodohospodárskej politiky SR do roku 2015:

- zníženie škôd spôsobených povodňami realizáciou preventívnych opatrení na ochranu pred povodňami, medzi ktoré zaradujeme najmä:
 - vykonanie technických a biotechnických opatrení v povodí vodných tokov, ktoré spomaľujú odtok vôd z povodia do vodných tokov,
 - výstavbu retenčných nádrží, ochranných hrádzí, protipovodňových línií a zariadení na prečerpávanie vnútorných vôd,
 - úpravu tokov a ich nevyhnutnú opravu, údržbu, ako aj budovanie poldrov,
 - zabezpečenie prirodzenej schopnosti akumulácie vody revitalizáciou povodí.



Úvod

Objekty protipovodňovej ochrany

- Zákon. č. 408/2011 Z.z. (Zákon č. 24/2006 Z.z.)

10. Vodné hospodárstvo

Por. číslo	Činnosť, objekty a zariadenia	Prahové hodnoty	
		Časť A (povinné hodnotenie)	Časť B (zistovacie konanie)
7.	Objekty protipovodňovej ochrany		bez limitu

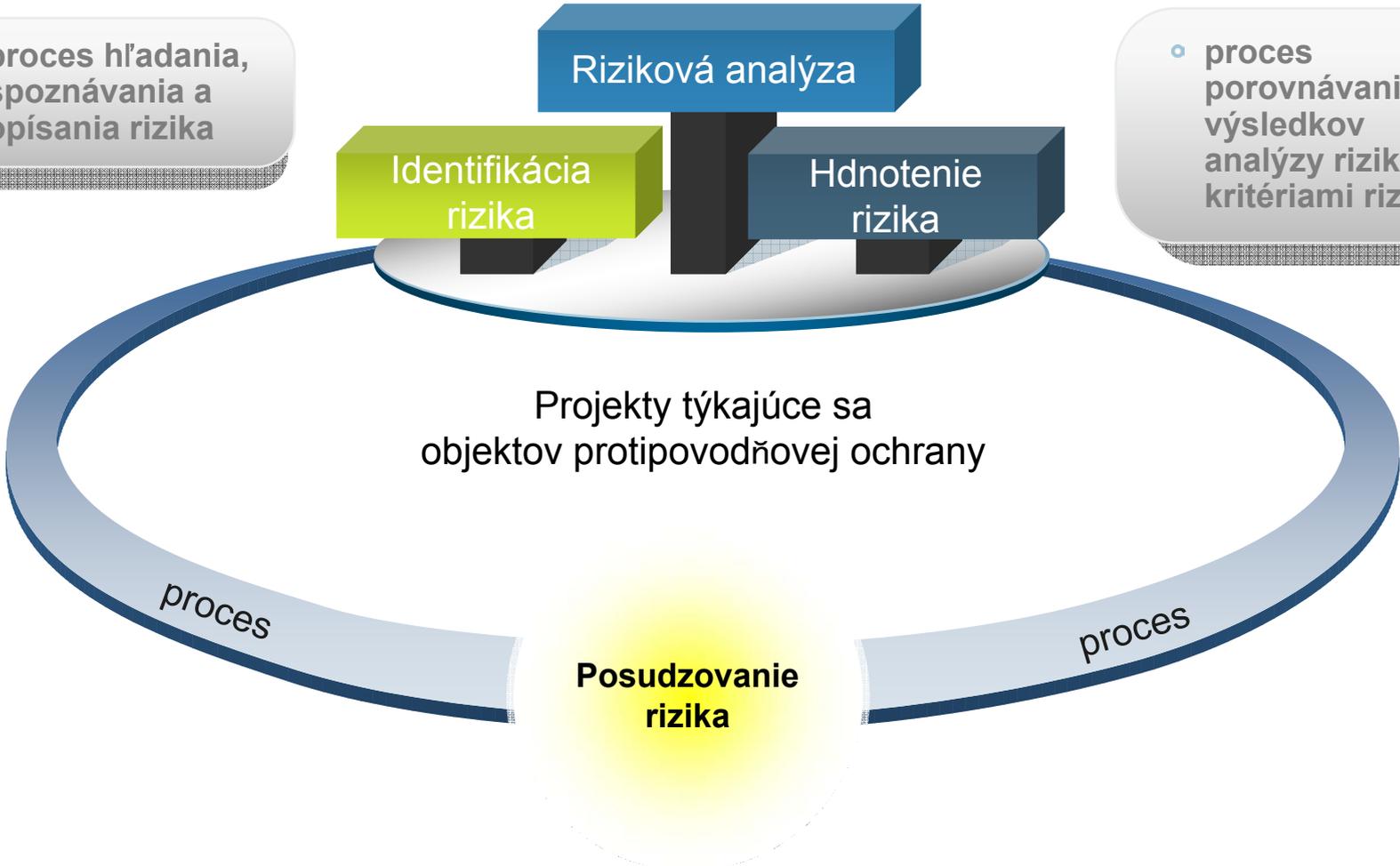
- porovnanie variantov navrhovanej činnosti a návrh optimálneho variantu

Materiál a metódy

◦ proces obsahujúci podstatu rizika a určujúci úroveň rizika – veľkosť rizika alebo kombinácie rizík, vyjadrený kombináciou pravdepodobností a ich následkov

◦ proces hľadania, spoznávania a opísania rizika

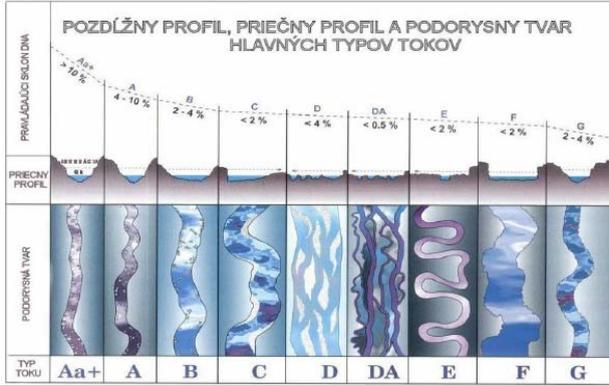
◦ proces porovnávania výsledkov analýzy rizika s kritériami rizika



Identifikácia rizika

18 kritérií

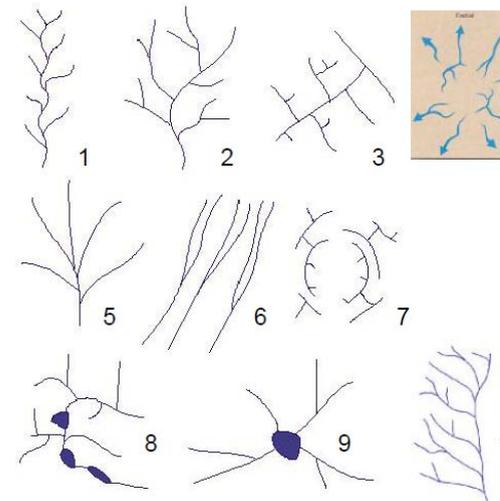
- A – maximálny špecifický odtok q_{max} ($m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$),
- B – 100-ročný prietok Q_{100} ($m^3 \cdot s^{-1}$),
- C – návrhový prietok Q_n ($m^3 \cdot s^{-1}$),
- D – priemerné ročné zrážky H_z (mm),
- E – morfológický typ toku – pôdorysný tvar koryta (-),
- F – koeficient saturácie povodia S (mm),
- G – kategória tokov podľa kritérií bystrinnosti (-),
- H – priemerný pozdĺžny sklon toku i (%),
- I – typ povodia (-),
- J – trvale bývajúce obyvateľstvo (počet),
- K – koeficient zastavanosti obce (%),
- L – druh a význam dopravy (-),
- M – infraštruktúra obce (-),
- N – výrobná činnosť územia,
- O – vzdialenosť vodnej stavby od zastavanej oblasti (km),
- P – základné technické opatrenia protipovodňovej ochrany (-),
- Q – miera ochrany životného prostredia (-),
- R – celkové náklady stavby (EUR).



$$S = 254 \times \frac{100 - C}{10 \cdot CM}$$

Druh a význam dopravy	Body
Cesty:	
-miestneho významu	1
-okresného a krajského významu	2
-krajského a štátneho významu	3
Železnice:	
-krajského významu	3
-celoštátneho významu	3

$$q_{max} = \frac{A_o}{(S + 1)^{n_o}} \cdot (1 \pm o_1 \pm o_2)$$



$$K_b \frac{\rho \times O \times V_s \times P \times E \times \sqrt{S + 1}}{L \times \sqrt{S_L + 1}}$$

Analýza rizika

významnosť kritérií

- *A* – maximálny špecifický odtok q_{\max} ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$),
- *B* – 100-ročný prietok Q_{100} ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$),
- *C* – návrhový prietok Q_n ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$),
- *D* – priemerné ročné zrážky H_z (mm),
- *E* – morfológický typ toku – pôdorysný tvar koryta (-),
- *F* – koeficient saturácie povodia *S* (mm),
- *G* – kategória tokov podľa kritérií bystrinnosti (-),
- *H* – priemerný pozdĺžny sklon toku *i* (%),
- *I* – typ povodia (-),
- *J* – trvale bývajúce obyvateľstvo (počet),
- *K* – koeficient zastavanosti obce (%),
- *L* – druh a význam dopravy (-),
- *M* – infraštruktúra obce (-),
- *N* – výrobná činnosť územia,
- *O* – vzdialenosť vodnej stavby od zastavanej oblasti (km),
- *P* – základné technické opatrenia protipovodňovej ochrany (-),
- *Q* – miera ochrany životného prostredia (-),
- *R* – celkové náklady stavby (EUR).



Koeficient	Riziko
0,2	minimálne
0,4	únosné
0,6	významné
0,8	vysoké
1,0	veľmi vysoké

Tab. Stanovenie významnosti rizika

Identifikácia rizika

18 kritérií

		A	B	C	D
		Maximálny špecifický odtok q_{\max} ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$)	100-ročný prietok Q_{100} ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Návrhový prietok Q_n ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Priemerné ročné zrážky H_z (mm)
Koeficient	0,2	≤ 10	≤ 20	$\geq Q_{100}$	≤ 500
	0,4	11 - 50	21 - 70	$< Q_{100}$	501 - 600
	0,6	51 - 90	71 - 120	$< Q_{50}$	601 - 700
	0,8	91 - 140	121 - 200	$< Q_{20}$	701 - 800
	1,0	≥ 141	≥ 201	$\leq Q_5$	> 801

Tab. Hlavné kritériá pre viackritériálnu analýzu rizika (hydrologické)

Identifikácia rizika

18 kritérií

		<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
		Morfologický typ toku – pôdorysný tvar koryta	Koeficient saturácie povodia <i>S</i> (mm)	Kategória toku podľa kritérií bystrinnosti (-)	Priemerný pozdĺžny sklon toku <i>i</i> (%)	Typ povodia (-)
Koeficient	0,2	Aa+, A	≥ 21	I. Kategória	do 10	–
	0,4	B, C	16 – 20	II. Kategória	11 – 20	pretiahnuté
	0,6	D, DA	11 – 15	III. Kategória	21 – 30	prechodový typ
	0,8	E	6 – 10	IV. Kategória	31 – 40	vejárovité
	1,0	F, G	≤ 5	V. Kategória	≥ 41	–

Tab. Hlavné kritériá pre viackritériálnu analýzu rizika (morfologické)

Identifikácia rizika

18 kritérií

		J	K	L	M	N
		Trvale bývajúce obyvateľstvo (počet)	Koeficient zastavanosti obce (%)	Druh a význam dopravy (bod)	Infraštruktúra obce (bod)	Výrobná činnosť územia (bod)
Koeficient	0,2	< 100	do 0,02	do 1	0 - 1	0 - 2
	0,4	101 - 250	0,021 – 0,025	2	2 - 3	4
	0,6	251 - 500	0,026 – 0,03	3	4 - 5	6
	0,8	501 - 1000	0,031 – 0,035	4	6 - 7	8
	1,0	> 1000	nad 0,035	viac	8	10

Tab. Hlavné kritériá pre viackritériálnu analýzu rizika (územné)

Identifikácia rizika

18 kritérií

		<i>O</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>	<i>R</i>
		Vzdialenosť vodnej stavby od zastavanej oblasti (km)	Základné technické opatrenia protipovodňovej ochrany (-)	Miera ochrany životného prostredia (-)	Celkové náklady stavby (EUR)
Koeficient	0,2	nad 5	výstavba suchej nádrže (poldra) a stabilizácia toku	neočakávajú sa značné straty na majetku a ľudských životoch	0 – 100 000
	0,4	1,1 – 5	regulácia a stabilizácia toku v zastavanom území obce (ohradzovanie tokov a objektov na nich)	straty na ľudských životoch sú nepravdepodobné a škody na životnom prostredí sú nevýznamné	100 001 – 400 000
	0,6	0,51 – 1	zaistenie regulácie odtoku vody z krajiny, vrátane rešpektovania hydrologických údajov vodných tokov pri návrhu dimenzií mostných profilov a priepustov	straty na jednotlivých ľudských životoch i škody na životnom prostredí sú málo pravdepodobné	400 001 – 800 000
	0,8	0,11 – 0,5	čistenie koryt vodných tokov, údržba brehových porastov vo vhodnej druhovej, vekovej a priestorovej skladbe	straty na jednotlivých ľudských životoch i škody na životnom prostredí sú pravdepodobné	800 001 – 1 200 000
	1,0	do 0,1	nie sú realizované žiadne technické opatrenia protipovodňovej ochrany	očakávajú sa značné straty na majetku a ľudských životoch	> 1 200 000

Tab. Hlavné kritériá pre viackritériálnu analýzu rizika (technické)

Analýza rizika

určenie úrovne rizika

Viackriteriálny
popis rizika:

18 parametrov

$$r = A.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.N.O.P$$

„empirický popis rizika
niekoľkými skutočnosťami
súčasne“

index rizika r

Hodnotenie rizika

určenie úrovne rizika

- klasifikácia objektov protipovodňovej ochrany:

Trieda objektov protipovodňovej ochrany	Index rizika r	Popis
1	$2,6 \cdot 10^{-13} - 6,9 \cdot 10^{-8}$	Veľmi nízke riziko pre ŽP
2	$6,9 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-4}$	Nízke riziko pre ŽP
3	$1 \cdot 10^{-4} - 0$	Stredné riziko pre ŽP
4	$0 - 1$	Vysoké riziko pre ŽP

Výsledky

Obec Snakov:

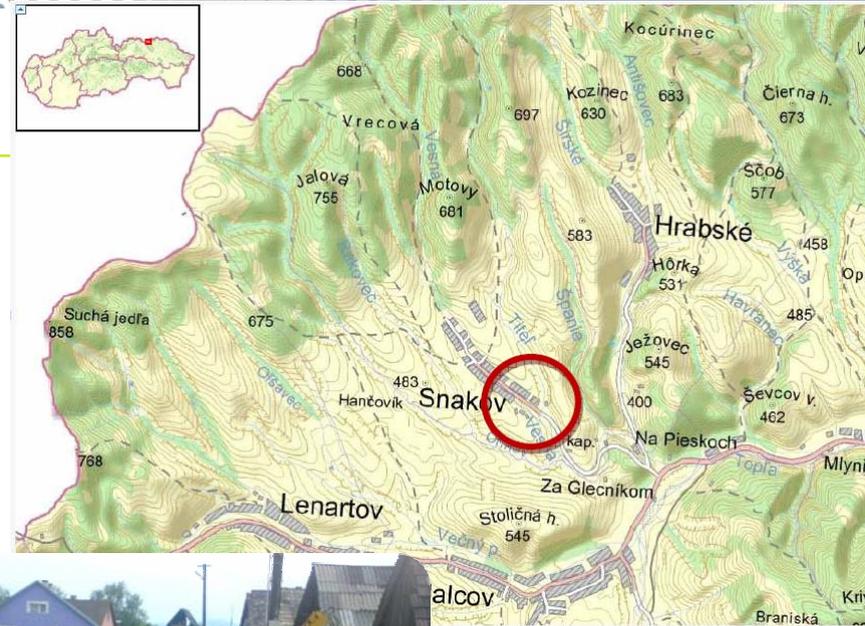
- Potok Vesná
 - neustála hrozba záplav v obci.

Cieľ zámeru činnosti

- úprava toku Vesná za účelom
 - zvýšenia ochrany pred povodňami v blízkosti toku v obci.

Porovnanie variantov navrhovanej činnosti je vypracované v dvoch variantoch:

- Variant 0 - Koryto potoka nebude upravené – súčasný stav.
- Variant 1 - Koryto potoka bude upravené na Q_{100} ročnú vodu.
- Variant 2 - Koryto potoka bude upravené na Q_{50} ročnú vodu.



Výsledky

Označenie kritéria	Kritérium	Variant 0	Variant 1	Variant 2
A	maximálny špecifický odtok q_{max} ($m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$)	0,2	0,2	0,2
B	100-ročný prietok Q_{100} ($m^3 \cdot s^{-1}$)	0,4	0,4	0,4
C	návrhový prietok Q_n ($m^3 \cdot s^{-1}$)	0,6	0,2	0,4
D	priemerné ročné zrážky H_z (mm)	1,0	1,0	1,0
E	morfologický typ toku – pôdorysný tvar koryta (-)	0,2	0,2	0,2
F	koeficient saturácie povodia S (mm)	0,6	0,6	0,6
G	kategória tokov podľa kritérií bystrinnosti (-)	0,6	0,6	0,6
H	priemerný pozdĺžny sklon toku i (%)	0,8	0,6	0,6
I	typ povodia (-)	0,4	0,4	0,4
J	trvale bývajúce obyvateľstvo (počet)	0,8	0,8	0,8
K	koeficient zastavanosti obce (%)	0,2	0,2	0,2
L	druh a význam dopravy (-)	0,2	0,2	0,2
M	infraštruktúra obce (-)	0,6	0,6	0,6
N	výrobná činnosť územia (-)	0,2	0,2	0,2
O	vzdialenosť vodnej stavby od zastavanej oblasti (km)	1,0	1,0	1,0
P	základné technické opatrenia protipovodňovej ochrany (-)	1,0	0,4	0,4
Q	miera ochrany životného prostredia (-)	0,8	0,4	0,4
R	celkové náklady stavby (EUR)	0,2	0,6	0,6
Index rizika r		$6,8 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$

Záver

- Objekty protipovodňovej ochrany
 - dôležitý je výber environmentálne prijateľného variantu riešenia.
- Navrhnuté viackriteriálne vyjadrenie indexu rizika r je možné použiť ako
 - metódu v procese porovnania variantov navrhovanej činnosti a návrhu optimálneho variantu.
- Z aplikácie výpočtu pre potok Vesná v obci Snakov vyplynulo, že Variant 0, Variant 1 a Variant 2 sa zatrieďujú do 2. triedy objektov protipovodňovej ochrany.



- Na základe tejto klasifikácie možno vzájomne porovnať navrhované varianty a odporučiť Variant 1, ktorý má v porovnaní s ostatnými hodnotenými variantmi, najnižšiu úroveň indexu rizika r .



Ďakujem za pozornosť.

