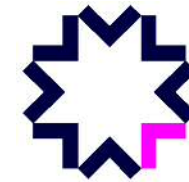




C centre for
E effective and
S sustainable
T transport
I infrastructure



**Centra
kompetence**

Rizika staveb dopravní infrastruktury

Autoři: Eva Novotná a Jiří Šejnoha, ČVUT, WP7

*Příspěvek byl zpracován za podpory programu Centra kompetence
Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu
Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI),
číslo projektu TE01020168*



OBSAH

- MOTIVACE
- EXPERTNÍ METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY
 - UMRA
 - FMEA
 - ETA
 - FTA
- KATALOGY NEBEZPEČÍ
- ZÁVĚR



MOTIVACE

- *Odtěžování zeminy u mostu ve Vilémově a jeho zřícená konstrukce.*



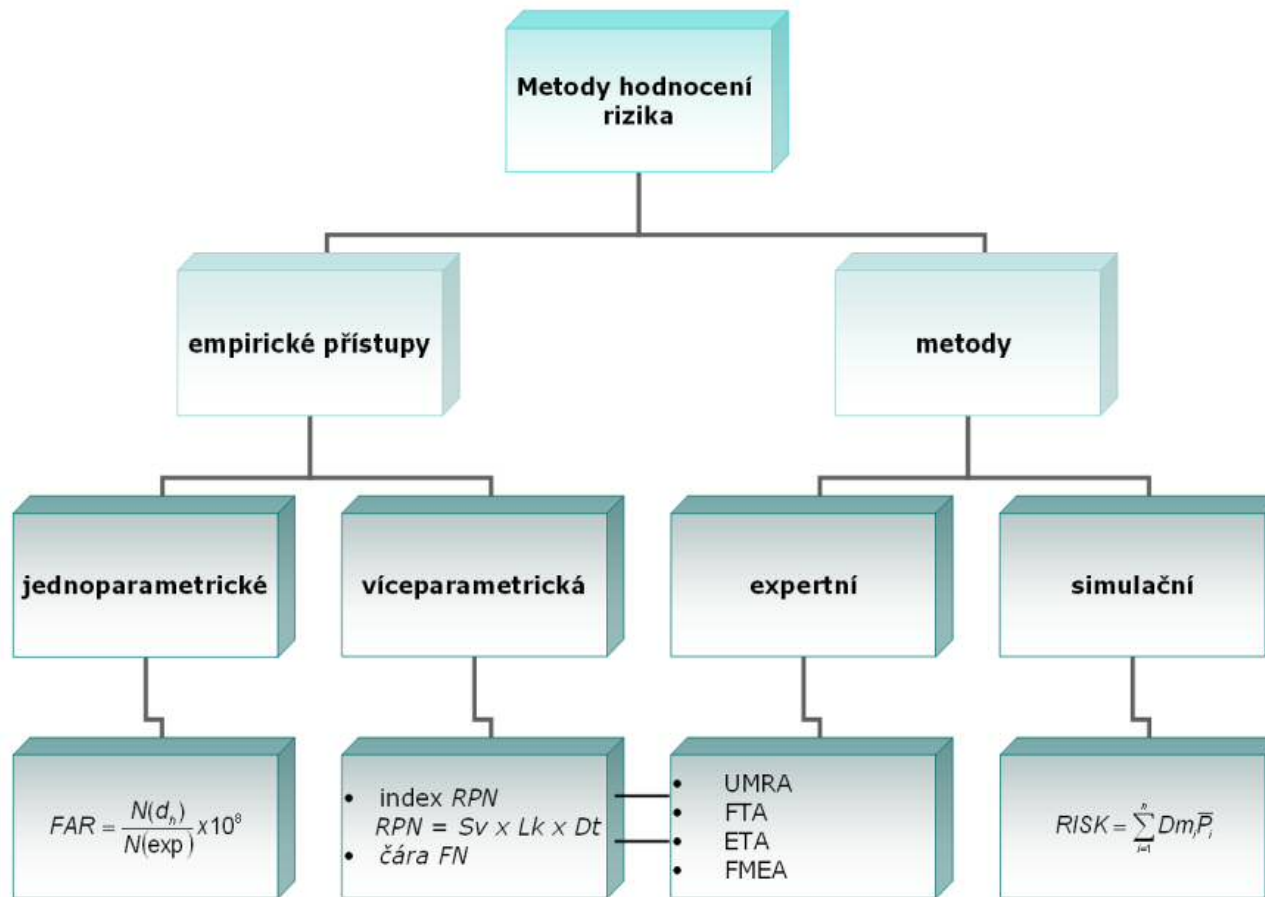
MOTIVACE

- Každý stavební projekt je zatížen nejistotami, které se ve svém důsledku projeví jak v návrhu projektu, tak při jeho realizaci.
- Nejistoty dělíme na aleatorní (náhodné povahy) a epistemické (plynoucí z nedostatku informací)
- Aleatorní nejistoty jsou všudypřítomné, je třeba s nimi při návrhu i realizaci projektu počítat, nelze je však redukovat.
- Nejrozšířenější expertní metody RA jsou - FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) a UMRA (Univerzální Matice Rizikové Analýzy). Obě metody mají dvě fáze – verbální a kvantitativní (numerickou)
- Podkladem pro obě fáze je

Katalog nebezpečí (rizik)



EXPERTNÍ METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY



EXPERTNÍ METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY

- FMEA - Failure Modes and Effects Analysis (analýza možných vad a jejich důsledků)
 - *verbální fáze* – identifikace
 - možného vzniku poruch
 - možných způsobů poruch
 - možných následků poruch
 - *numerická fáze*
 - index **$RPN = Sv \times Lk \times Dt$**
- (nutno zvláště ohodnotit závažnost nebezpečí Sv – Velice závažná nebezpečí jsou obvykle málo věrohodná)

Závažnost nebezpečí pro vyšetřovaný projekt	Pravděpodobná možnost realizace nebezpečí během existence projektu	Zjistitelnost realizace nebezpečí	Numerické hodnocení (společné pro Sv, Lk, Dt)
Sv	Lk	Dt	
nepodstatná pro projekt, následky realizace nebezpečí lze zvládnout běžnými prostředky bez vysokých nákladů	... se považuje za nemožnou, ale nelze ji vyloučit	spolehlivá, existuje systém varování	1
na zvládnutí následků realizace nebezpečí se musí podílet několik útvarů s vysokými náklady provozovatele dráhy	... je velice nejistota	provádějí se pravidelné kontroly s omezenou spolehlivostí	2
náprava škod vyžaduje mimořádné náklady z rozpočtu vlastníka	... se dá očekávat	kontroly jsou nepravidelné a/nebo nespolehlivé	3
náprava škod vyžaduje mimořádné náklady z rozpočtu státu	... se dá s jistotou očekávat, ale nemusí k ní dojít	nekontroluje se nebo ji nelze včas identifikovat	4

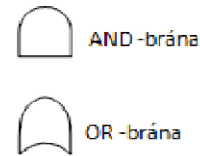
EXPERTNÍ METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY

- **UMRA – UNIVERZÁLNÍ MATICE RIZIKOVÉ ANALÝZY**
- *verbální fáze* - identifikace
 - segmentů projektu
 - vystavených nebezpečí
 - zdrojů nebezpečí
- *numerická fáze*
 - odhad závažnosti s použitím matice UMRA
 - kvalifikace podle odhadnutých závažností pomocí logicko-numerické stupnice.

Logická část		
Expert...	... se nedokáže vyjádřit k možnosti nebezpečí v buňce na křížení segmentu a zdroje	→ ponechá buňku prázdnou
	... považuje souběh zdroje a segmentu...	za logicky nemožný → vyplní buňku za logicky možný →
Numerická část		
Nebezpečí je... ↓	Realizace nebezpečí... ↓	Sv
nepatrné	... nevyžaduje žádná opatření, nemá žádný vliv na cenu a lhůty projektu a je možné, že zůstane nepovšimnuta	0
malé	... má nepodstatný vliv na cenu a lhůty projektu, vyžaduje jen rutinní opravu objektu nebo procesu; realizaci nebezpečí se dá předejít organizačními opatřeními	1
střední	... vyžaduje větší náklady na odstranění následků (např. čerpání z rozpočtových rezerv), avšak bez vlivu na lhůty projektu, nehrozí uplatnění smluvních pokut nebo jiných postihů; realizaci nebezpečí se dá předejít technickými a jinými opatřeními	2
velké	... vyžaduje změnu projektu, velké náklady na jeho sanaci, eventuálně na změnu technologických postupů, nebo má vliv na lhůty projektu, a může tedy vést k uplatnění smluvních pokut, náhrad škod apod. nebo může způsobit ztrátu důvěryhodnosti Rozhodovatelů	3
Deskriptory stupnice nemohou přesně vymezit hranice mezi jednotlivými stupni. Expert volí hodnoty Sv podle své úvahy a zkušenosti. Veličina Sv má technicko-ekonomický význam. Likvidace realizace nebezpečí je totiž v podstatě vždy ekonomickým problémem. Ztráty vzniklé nositeli rizika realizací nebezpečí jsou buď <i>přímé</i> – vyjádřitelné peněžními jednotkami bez jakýchkoliv přepočtů, anebo <i>nepřímé</i> – ztráty lidských životů a zdraví, ztráty image. Rozhodovatele lze vždy nějakým způsobem vyjádřit měnovými jednotkami.		

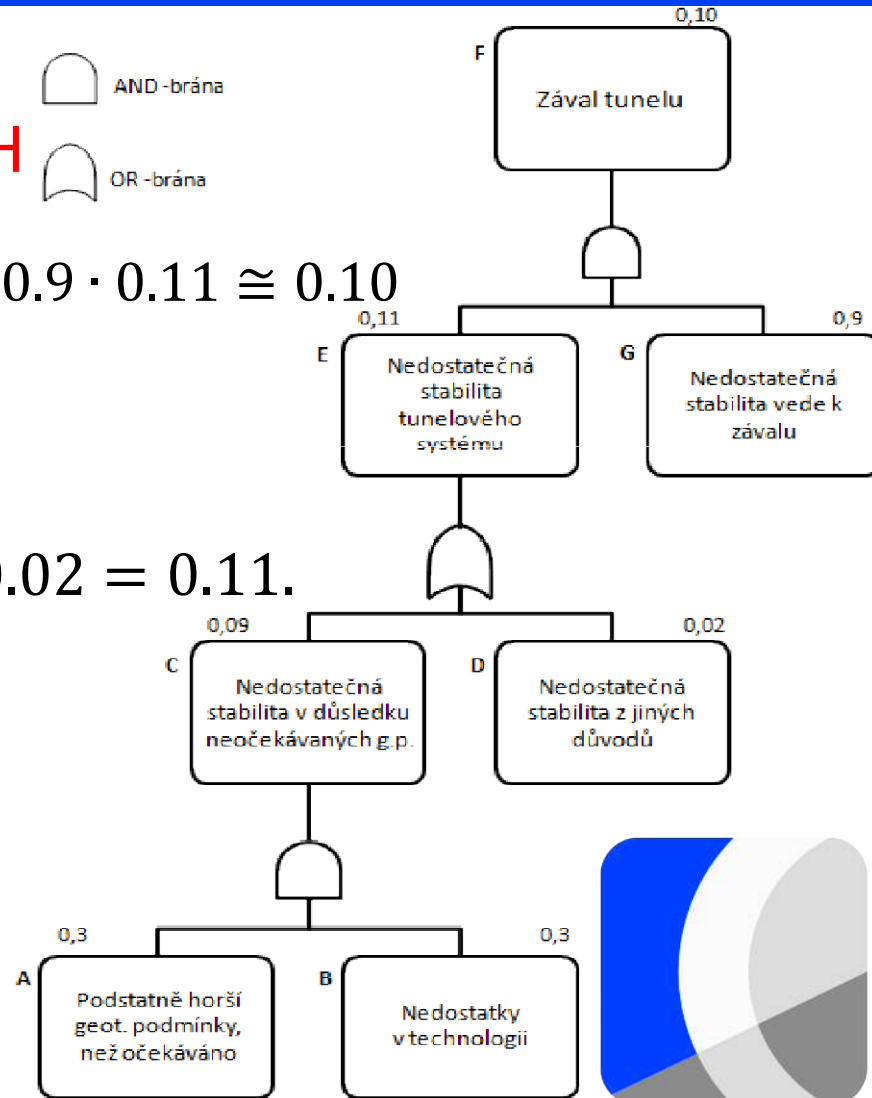
EXPERTNÍ METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY

- FTA –
ANALÝZA STROMU PORUCH



$$P(F) = P(E) P(G) = 0.9 \cdot 0.11 \cong 0.10$$

$$P(E) \approx P(C) + P(D) = 0.09 + 0.02 = 0.11.$$

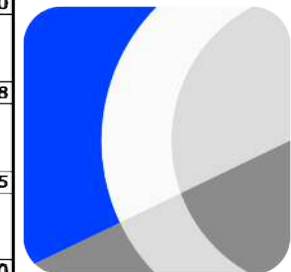


EXPERTNÍ METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY

- ETA – ANALÝZA STROMU UDÁLOSTÍ

$$RISK = E[D] = \sum_{i=1}^n p_i D_i$$

Projeví se na povrchu?	Způsobí poranění nebo úmrtí?	Způsobí environmentální ztráty?	Poškodí budovy nebo infrastrukturu?	Pi	Očekávané zpoždění Di (měsíce)	Riziko Ri = Pi x Di (měsíce)
ZÁVAL 0.1	ANO 0.6	ANO 0.4	ANO 0.7	0.003	10	0.034
			NE 0.3	0.001	3	0.004
		NE 0.8	ANO 0.7	0.013	10	0.134
			NE 0.3	0.006	3	0.017
		ANO 0.2	ANO 0.7	0.005	10	0.050
			NE 0.3	0.002	1	0.002
	NE 0.6	ANO 0.2	ANO 0.7	0.020	10	0.202
			NE 0.3	0.009	1	0.009
		ANO 0.4	ANO 0.2	0.003	3	0.010
			NE 0.8	0.013	3	0.038
		NE 0.6	ANO 0.2	0.005	1	0.005
			NE 0.8	0.019	0	0.000
				0.1	RIZIKO	0.505



KATALOGY NEBEZPEČÍ

- KATALOGY NEBEZPEČÍ (RIZIK)
- Stavebně-technologická a projekční rizika
- Strategická rizika
- Kreditní a tržní rizika
- Vnější rizika
- Operační rizika



KATALOGY NEBEZPEČÍ

KATALOG NEBEZPEČÍ - Mostní stavby

Sv - závažnost (severity) stupnice 1, 2, 3, 4, 5

Lk - věrohodnost (likelihood) stupnice 1, 2, 3, 4, 5

Dt - zjiřitelnost (detection) stupnice 1, 2, 3, 4, 5

jednotlivé body viz. Tabulka hodnocení

$RPN = Sv \times Lk \times Dt$ Risk Priority Number

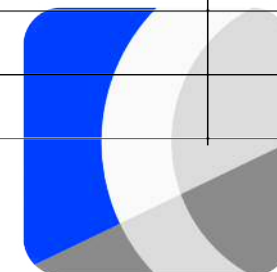
A Stavebně-technologická a projekční rizika

A1 - Stavební a projekční rizika

A1.1 - Projektová dokumentace - nesplnění očekávání kladených na projektovou dokumentaci

zdroj nebezpečí = antropogenní/přírodní

	Typ rizika/nebezpečí	zdroj neb.	Následky realizace nebezpečí	Sv	Lk	Dt	Opatření	Datum
01	Nevhodná volba použitých materiálů s ohledem na jejich užité vlastnosti							
02	Rizika projektu nejsou jasně rozdělena; není jasné, na koho jsou přenesena							
03	Odhad rizika stavby není znám							
04	Návrh nemá potřebnou kvalitu; nelze podle něj realizovat stavbu nebo její část							
05	Návrh není podložen relevantními informacemi							
06	Návrh není standardní (má prvky originality)							
07	Návrh je obtížně nebo vůbec realizovatelný							
08	Není jasně specifikován postup výstavby a posloupnost stavebních prací							
09	Návrh nerespektuje všechny požadavky na projekt z hlediska investora, norem nebo zadání							
10	Návrh nerespektuje všechny požadavky na projekt z hlediska prováděcí organizace							



ZÁVĚR

- Při sestavení Katalogu nebezpečí(rizik) řešitelé vycházeli nejen z vlastních zkušeností, ale využívali i údaje z existujících katalogů. I tak nelze katalog považovat za úplný. Počítá se s jeho průběžným doplňováním.
- Lze očekávat, že poslouží jako databáze při zpracování rizikové analýzy na **konkrétní projekt** kteroukoliv z metod.
- Expertní odhady je možno zpřesňovat pomocí doplňujících informací. To vede k průběžnému zkvalitňování rizikových odhadů během výstavby. K tomuto účelu jsou často využívány simulační pravděpodobnostní metody založené na metodě Monte Carlo.

