



Joanna Kurzeja, Jerzy Kornowski
Główny Instytut Górnictwa

**PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA
ILOŚCIOWEJ WERSJI
KOMPLEKSOWEJ METODY OCENY
STANU ZAGROŻENIA TĄPANIAMI**

**XV Warsztaty Górnicze
czerwiec 2012**

W polskim górnictwie stosowana jest powszechnie tak zwana **Kompleksowa Metoda Oceny Stanu Zagrożenia Tąpnięciami** obejmująca 4 metody szczegółowe, w tym dwie metody geofizyczne, wierceń małośrednicowych oraz Metodę Rozeznania Górniczego (MRG).

Rdzeniem samej Metody Kompleksowej jest „ekspercki”, tabelaryczny schemat wnioskowania, a zagrożenie komunikowane jest na podstawie ocen szczegółowych. Metoda ta nie definiuje ilościowo ocenianej wielkości (tzn. zagrożenia).

Przedstawiona w artykule **wersja ilościowa** Metody Kompleksowej definiuje zagrożenie tąpnięciem, jak również wszystkie jego składniki, jako prawdopodobieństwa, czyli

Prognoza zagrożenia nie oznacza określenia miejsca, czasu i energii przyszłego wstrząsu, lecz oznacza określenie prawdopodobieństwa wstrząsu w zadanych przedziałach czasu, energii i przestrzeni.

W terminologii prawdopodobieństw:

$$P(T) = P(E1 \leq E \leq E2) \cdot P(T | E1 \leq E \leq E2) \cdot \{F_1(\Theta_1^*) \cdot \dots \cdot F_M(\Theta_M^*)\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{prawdopodobieństwo} \\ \text{tąpnięcia} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{prawdopodobieństwo} \\ \text{wstrząsu} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{prawdopodobieństwo, że} \\ \text{wstrząs ten wywoła} \\ \text{tąpnięcie} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{iloczyn wzmocnień} \\ \text{zagrożenia przez} \\ \text{lokalne CKZ} \end{array} \right\}$$

źródło informacji: (geofizyka) (statystyka) (geologia i górnictwo)

W terminologii zagrożeń:

$$Z^T = Z^S \cdot P(T | E1 \leq E \leq E2) \cdot Z^{MRG}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{zagrożenie} \\ \text{tąpnięciem} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{zagrożenie} \\ \text{sejsmiczne} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{prawdopodobieństwo} \\ \text{tąpnięcia wskutek} \\ \text{wstrząsu} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{zagrożenie} \\ \text{"potencja ln e"} \\ \text{wg MRG} \end{array} \right\}$$

lub równoważnie:

$$Z^T = Z^{ST} \cdot Z^{MRG}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{zagrożenie} \\ \text{tąpnięciem} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{sejsmiczne} \\ \text{zagrożenie} \\ \text{tąpnięciem} \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{zagrożenie} \\ \text{"potencja ln e"} \\ \text{wg MRG} \end{array} \right\}$$

Podstawowe formy dekompozycji estymatora zagrożenia

tąpnięciem Z^T

Estymatorem sejsmicznego zagrożenia tąpnięciem (stosując relację Gutenberga-Richtera i poissonowski model procesu emisji wstrząsów) jest równanie

$$(Z^{ST})_{\Delta t}^{12} = \lambda \cdot \Delta t \cdot B \cdot \int_{E_{\bullet 1}}^{E_{\bullet 2}} \frac{(E_{\bullet})^{-(B+1)} \exp[-\lambda \cdot \Delta t \cdot (E_{\bullet})^{-B}]}{1 + \exp[-\alpha_E (\log E_{\bullet} - \beta_{E_{\bullet}})]} dE_{\bullet}$$

określające prawdopodobieństwo tąpnięcia wskutek wstrząsu w $[(t, t+\Delta t), (E_1, E_2), R]$,

- $E_{\bullet}, E_{\bullet 1}, E_{\bullet 2}$ to energie unormowane ($E_{\bullet} = E / E_{-}$)

- wyrażenie w liczniku to gęstość prawdopodobieństwa zagrożenia

- wyrażenie w mianowniku to (przybliżona) **charakterystyka** (tapaniowo-) **energetyczna** $F(E)$ lub, równoważnie, funkcja $P(T|E)$ określająca prawdopodobieństwo tąpnięcia wskutek wstrząsu o energii E .

Istotą wersji ilościowej Metody Rozeznania Górniczego jest wprowadzenie pojęcia Czynników Kształujących Zagrożenie (CKZ) – np. głębokość eksploatacji, współ. Rc.

Funkcja, $F(\Theta_i)$, (inaczej - $P(T | \Theta_i)$) aproksymuje wpływ danego (i -tego) CKZ na zagrożenie Z^T . Funkcję taką **nazywamy charakterystyką** danego czynnika (np. charakterystyką głębokościową zagrożenia, tak jak w technice pomiarowej mamy charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza lub czujnika), a jej wartość liczbowa gdy parametr Θ_i przyjmuje konkretną wartość (np. gdy głębokość wynosi 800m) **nazywamy lokalnym współczynnikiem wzmocnienia (zagrożenia Z^T przez CKZ(i))**. Bardzo prosta aproksymacja wyrażenia $P(T | \Theta_i)$ wprost wykorzystująca „punkty” z Instrukcji MRG, może mieć (np.) postać

$$0 \leq P(T|Q(i, \Theta_i)) = \frac{1}{1 + \exp[-Q(i, \Theta_i)]} \leq 1$$

gdzie $Q(i, \Theta_i)$ to „punkty” którymi Instrukcja MRG kwantyfikuje (tzn. ilościowo określa) wpływ CKZ(i) gdy czynnik ten ma konkretną wartość Θ_i

PODSUMOWANIE

- Możliwa jest ilościowa, probabilistyczna prognoza zagrożenia Z^T , tąpnięciem w zadanym przedziale czasu i przestrzeni.
- Zagrożenie tąpnięciem Z^T jest iloczynem:
 - zagrożenia sejsmicznego,
 - prawdopodobieństwa tąpnięcia tylko wskutek wstrząsu,
 - wzmocnienia zagrożenia, przez Czynniki Kształtujące Zagrożenie (CKZ) wg MRG.
- Wyniki prognozy zawsze mogą być przedstawione w formie „stanów” A, B, C...
- Wpływ CKZ może być optymalnie kalibrowany – co poprawia prognozę – gdy dostępne są, wymagane przez MRG, dane o wstrząsach i tąpnięciach.