

# Škodlivé účinky výbuchu

prof. RNDr. Zdeněk Kaláb, CSc.

Ing. Markéta Lednická, Ph.D.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přednáška byla zpracována v rámci projektu Inovace studijního oboru Geotechnika, OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0009

# Literatura k podrobnějšímu studiu

- Dojčár, O., Horký, J., Kořínek, R. Trhacia technika. Montanex, a.s., Ostrava, 421 s.
- Pandula, B., Kondela, J. Metodológia seizmiky trhacích prác. SSTVP, Banská Bystrica, 156 s.
- Matz, M. Rozpojování hornin táhlými náložemi výbušnin v zavodněných vrtech. Doktorská disertační práce, HGF, VŠB-TUO, 2004, 111 s.

# Práce výbuchu

Motto:

Celková práce výbuchu =

= užitečné druhy práce + neužitečné druhy práce (NDP)

Celková práce výbuchu ve dvou časově následných fázích:  
dynamický ráz, kvazistatický tlak plynů

Užitečné druhy práce: stlačení a plastická deformace, porušení a posun horniny – nakypření – přemístění horniny, vznik vytržené horniny nebo volného prostoru; čím více UDP, tím méně zbude na NDP

NDP – nelze vyloučit, lze jen snížit

# Neužitečné druhy práce

Základní složky NDP:

1. Porušení horniny za výlomem (záběrem)
2. Odhoz a rozlet horniny
3. Vzdušná tlaková vlna, včetně hluku
4. Seizmické účinky
5. (Jedovaté zplodiny)

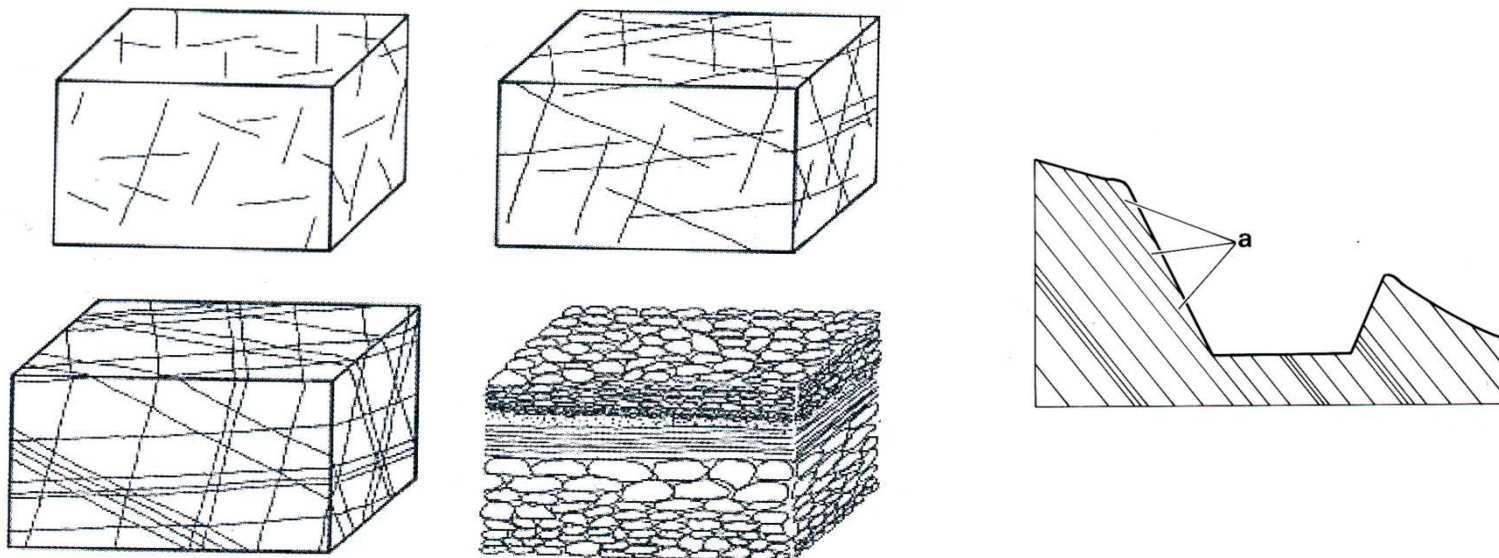
Protiklad mezi potřebným výlomem (je úměrný hmotnosti nálože) a přijatelným rizikem (dodržení bezpečnosti)

# Porušení horniny za výlomem

Při těžebních odstřelech užitečná forma práce.

Ovlivnění:

- Způsob provedení výbuchu = projekt (geometrie, konstrukce náloží, ucpávka, iniciace, vytyčování vrtů, trhavina, rozněcovadla)
- Geologická situace – oslabené zóny, vrstevnatost,...



# Odhoz a rozlet horniny

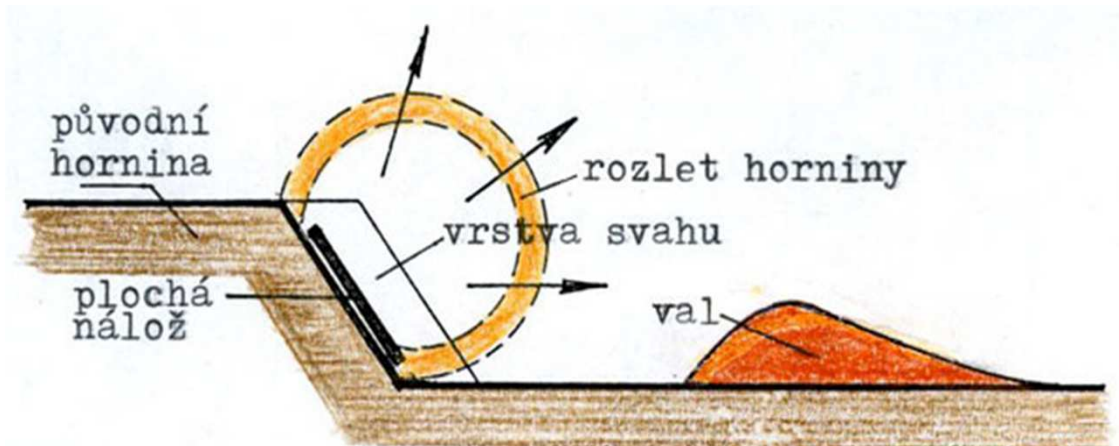
Odhoz = celý objem záběru (rozrušované horniny) – má směr normály, očekává se

Rozlet = jen ojedinělé kusy, vysoká rychlost  $60-70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , vzdálenost do 300 m (až 1000 m), velikost rozletu lze stanovit z empirického vztahu

Ovlivnění: viz porušení za výlomem

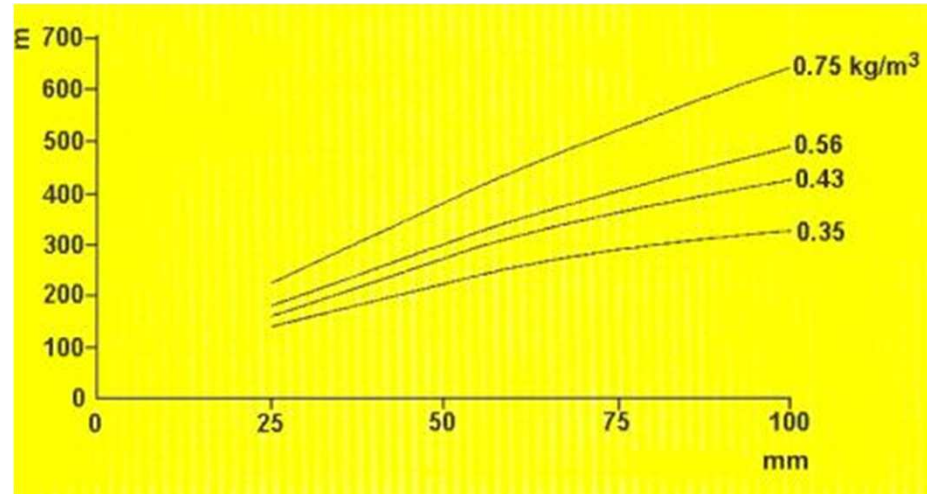
Ochrana:

- Projekt
- Ochranné rohože
- Bezpečnostní okruh



# Maximální vzdálenost

možného doletu kusů horniny (m) jako funkce průměru vývrtnu (mm)  
pro různé měrné hmotnosti trhaviny (kg/m<sup>3</sup>)



Pro jednoznačné stanovení max. vzdálenosti možného doletu dobývaného nerostu Ludborg, N. (1981, Risk for Flyrock When Blasting, in Machek) uvádí, že:

- příčinou nadměrného rozletu je snížený odpor horniny podél táhlé nálože v nabitém vývrtnu nebo snížený odpore ucpávky, popř. snížený odpor horniny podél ucpávky,
- maximální vzdálenost možného doletu kusů hornin je závislá na měrné hmotnosti a průměru nabitého vývrtnu

# Vzdušná tlaková vlna, včetně hluku

Vzdušná tlaková vlna, má charakter P-vlny, silně ovlivněna i atmosférickými podmínkami:

- u zdroje – rázová vlna s nadzvukovou rychlostí
- dále – akustická vlna (asi  $330 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), impulsní hluk (zpravidla do 1000 Hz)

Tlak (přetlak) se uvádí v barech či Pascalech ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ), nebo se užívá stupnice v decibelech, pak

$$\text{dB} = 20 \cdot \log(P_v/P_o),$$

kde  $P_o$  je práh slyšitelnosti  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$



# Přetlak na čele vlny $P_v$

$$P_v = K * (L/Q^{1/3})^{-n}$$

L – vzdálenost v metrech

Q – efektivní nálož v kilogramech pro  $L > 100$  m, pro  $L < 100$  m lze použít poloviční hodnotu

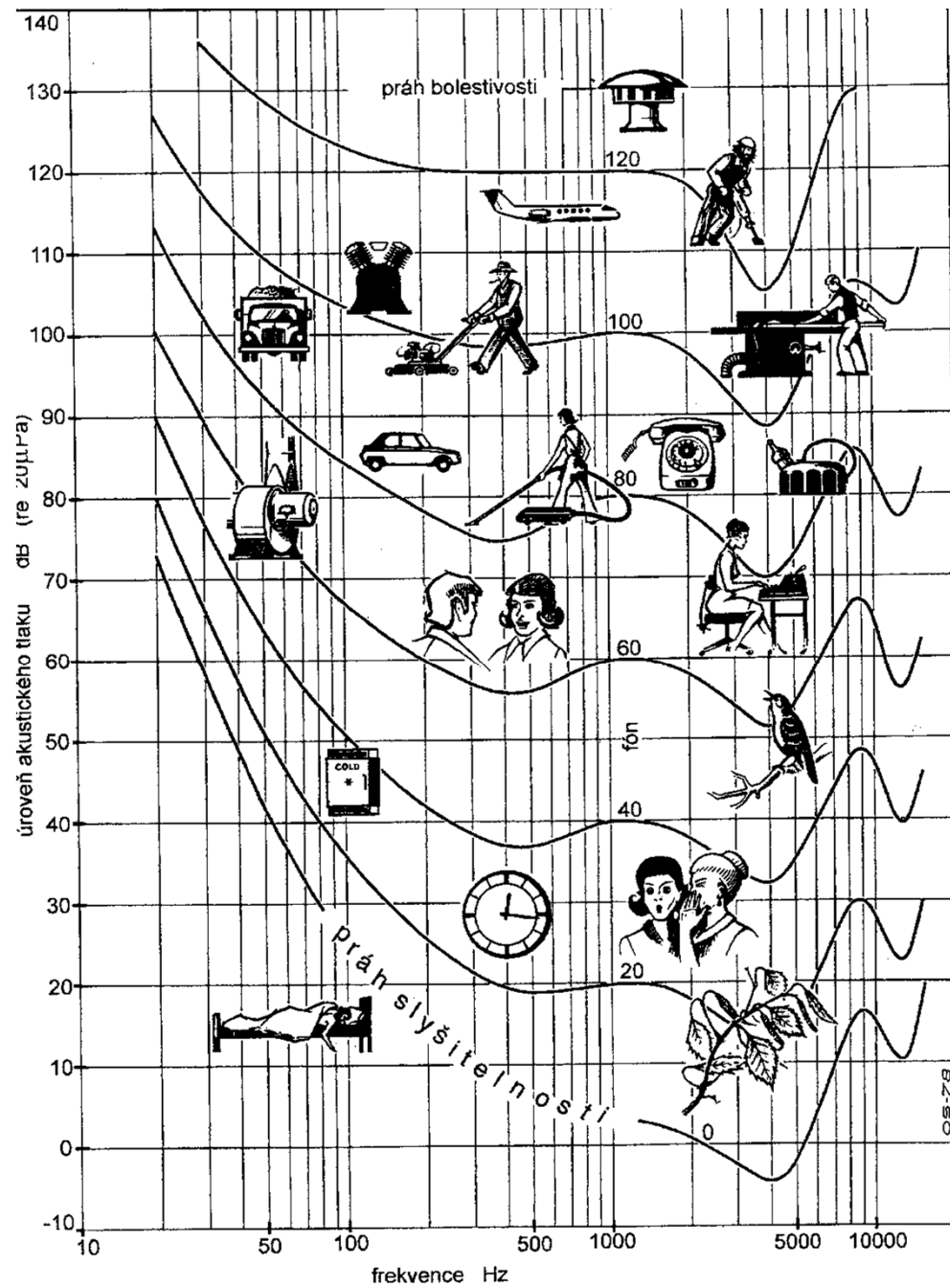
K, n – empirické konstanty

Závislost je často prezentována v grafické podobě pro různé podmínky

Měření : tlakové snímače či sonometry s rychlou odezvou (první mikrosekundy), optimální rozsah 0.1 až 1000 Hz

Ochrana: Projekt, bezpečnostní okruh, ochranné bariéry (násypy, stromy), protitlakové hráze v dolech

Akustický tlak v dB	Druh zvuku
0	práh slyšení
10	šumění listů při slabém větru
20	klidná zahrada
30	šepot, velmi tichý byt a ulice
30-35	relativní ticho v obsazeném hledišti kina (divadla)
40	malý šum v bytě
40-60	obvyklá mluva, živá ulice
30-70	hluk v kancelářích a obchodech
40-80	reprodukováná hudba v uzavřené místnosti
50-80	hluk v autech, tramvajích a železničních vozech
70	strojovna, hlučný hostinec, živější ulice, potlesk v sále
80	velmi silná reprodukováná hudba, velmi živé ulice, podzemní dráha
20-80	velký orchestr
80-110	hluk v kabině letadla
100	nýtování, nejsilnější signál auta ve vzdálenosti 7 m, motocykl bez tlumiče
110	kovárna kotlů (pneumatická kladiva)
120	hluk letadla ve vzdálenosti asi 20 metrů
130	práh bolesti
143	neškodné pro stavební objekty
180	těžké škody na běžných stavbách
198	těžká a smrtelná zranění



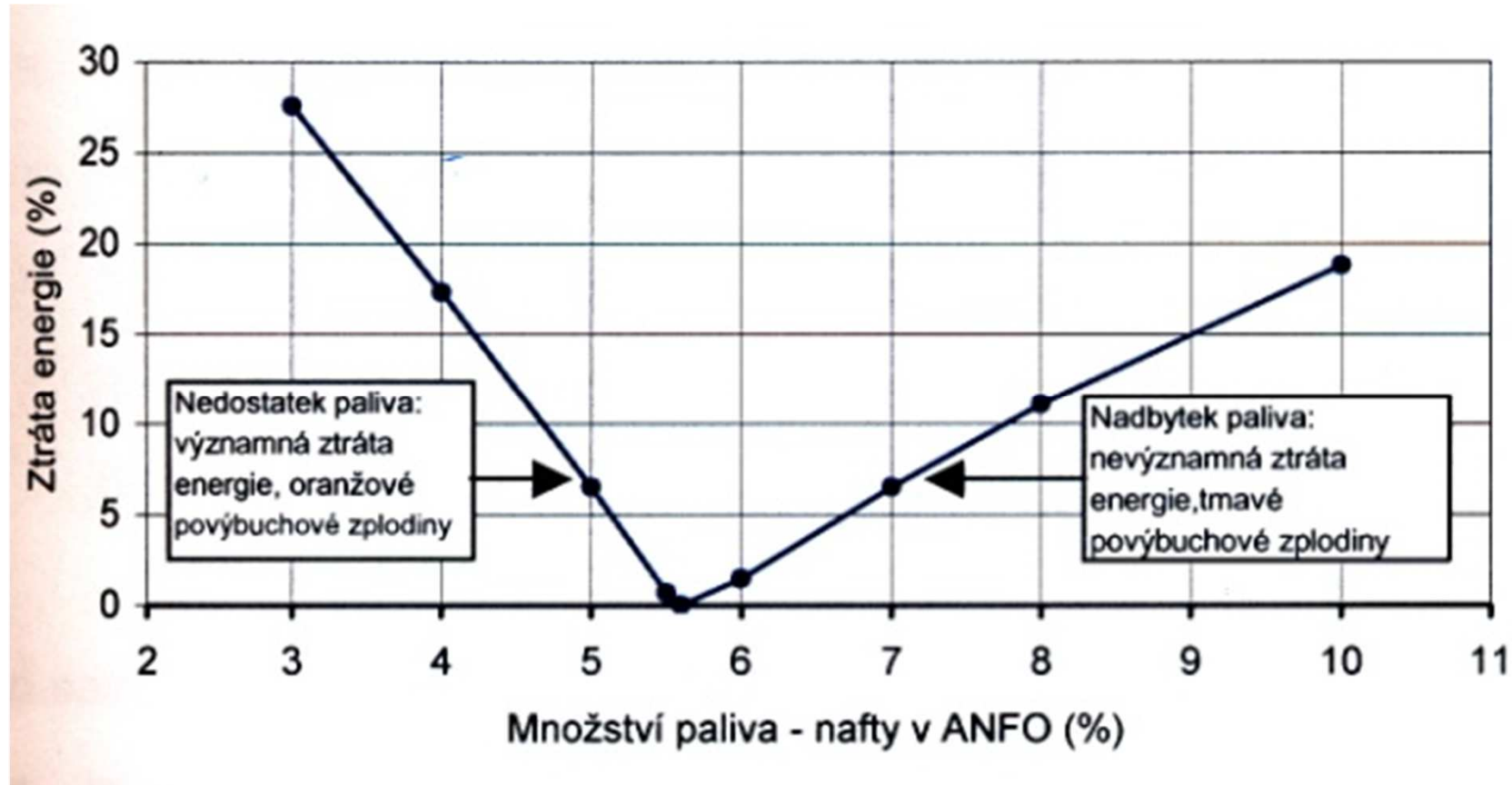
780418

# Jedovaté zplodiny trhavin

Základní složky tvořící trhavinu:

- *Výbušné směsi* – estery kyseliny dusné (nitroglycerín, nitroglykol, nitrocelulóza, trhací želatina, pentrit, tritol, hexogen)
- *Okysličovadla* – největší podíl v trhavinové směsi, obsahují velké množství kyslíku, který není pevně vázaný (dusičnany, chlorečnany,... - dusičnan amonný , dus. sodný)
- *Paliva* – látky převážně organického původu (pro zvýšení brizance – nafta, olej, dřevitá moučka, práškový kov – Al, parafín)
- *Pomocné směsi* – upravují směs podle potřeby (hasicí přísady, plastifikátory, ostřicí přísady, vodovzdornost atd.)

# Závislost ztráty energie trhaviny ANFO na množství paliva



(5,6% nulová kyslíková bilance,  
pod 5,6% kladná KB, nad 5,6% záporná KB)

# Jedovaté zplodiny

Skladba je závislá na typu trhaviny, zpravidla oxid dusný a dusnatý, oxid uhelnatý, oxid siřičitý, sirovodík

Přepočet měrného objemu (litr na kilogram) jedovatých zplodin na ekvivalentní CO

/hodnoty v rozmezí 20-80 l\*kg<sup>-1</sup>/

$$b = A \cdot CO + 6.5 \cdot B \cdot NO_x + 2.5 \cdot C \cdot (H_2S + SO_2)$$

A,B,C – objemy plynů, konstanty A, B a C vyjadřují jedovatost vůči CO

## Ochrana :

Větrání, v dolech nutný vypočet větrné sítě