

6. cvičení

Technické odstřely a jejich účinky

Řízený výlom



SOUČÁSTI NÁVRHU:

A, Parametry odstřelu na obrysu díla

B, Parametry odstřelu při rozpojování jádra profilu

C, Roznět náloží

D, Škodlivé účinky odstřelů

Prostředky obrysové trhací práce

Základním požadavkem je aby v obrysovém vývrtu byla malá plošná koncentrace nálože. Závislost na průměru nálože je rozhodující

Mělo by platit, že: $d_n = 0,3 d_v$

d_n = průměr nálože

d_v = průměr vrtu

Trhavinová nálož by měla mít takové parametry, aby se v co největší míře potlačil vznik radiálních trhlin kolem vývrtů a úplně se vyloučil vznik zóny drcení. Tento požadavek se splní když:

$$P_{v_{stř}} \leq \sigma_{tl.dyn}$$

$$P_{v_{stř}} = \frac{1}{8} \gamma \cdot D^2 \cdot \frac{V_t}{V_v}$$

$$\sigma_{tl.dyn} \cong 10 \sigma_{tlak}$$

$P_{v_{stř}}$ = počáteční tlak na stěny vývrtu (Pa)

σ_{tldyn} = dynamická pevnost v tlaku (Pa)

γ = hustota trhaviny ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

D = detonační rychlost trhaviny ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

V_t = objem trhaviny ve vývrtu (m^3)

V_v = činný objem vývrtu (po odečtení ucpaného objemu), (m^3)

σ_{tl} = tlaková pevnost horniny (Pa)

Konstrukce nálože se používá jako táhlá s minimální délkou ucpávky, nebo jako nálož dělená. Vhodné je použít i radiálně lehčenou nálož s aplikací amortizační vložky.

Roznět náloží musí být současný, přičemž mezi obrysovými vrty a poslední přibírkou musí být časový interval minimálně 100 ms.

Důležitou podmínkou úspěšnosti obrysové trhací práce je splnění podmínky:

$$\frac{l}{w} \leq 0,8$$

Kde:

l = rozteč obrysového vývrtu (m)

w = záběr obrysového vývrtu (m)

Metoda HLADKÉHO VÝLOMU

Principem této metody je správné dimenzování a rozložení hmotnosti nálože v obrysových vrtech.

Obrysové nálože odpalujeme poslední až máme naprostou jistotu, že hornina rozpojená posledními přibírkami je již odhozena.

Při výpočtu aplikujeme tzv. mechanismus odštěpu, podle kterého se napěťová tlaková vlna od volné plochy odráží a vrací se jako vlna tahová s opačnou amplitudou.

Napětí v čele vlny pak můžeme vyjádřit:

Dle Duwala:

$$\sigma_R = P_{v_{stř}} \cdot \sqrt{\frac{R_v}{R}} \cdot e^{-\frac{R}{R_v} \cdot \alpha}$$

σ_R = napětí v čele rázové vlny (Pa)

$P_{v_{stř}}$ = střední tlak na stěnu vývrtu (Pa)

R_v = poloměr vývrtu (m)

R = radiální vzdálenost čela vlny od centra výbuchu (m)

α = útlomová koeficient pro středně pevné horniny (0,05-0,07)

ρ = hustota prostředí (kg.m⁻³)

C_0 = rychlost šíření podélných vln (m.s⁻¹)

B_1, B_2, B_3 = konstanty vyjadřující parametry výbušnin, respektující rychlost posunu hmotných bodů (m.s⁻¹)

Dle Chanukajeva:

$$\sigma_R = C_0 \cdot \rho \left[\frac{B_1}{R} + \frac{B_2}{\left(\frac{R}{R_v}\right)^2} + \frac{B_3}{\left(\frac{R}{R_2}\right)^3} \right]$$

Hornina bude porušena napětovou rázovou vlnou v místě kde bude splněna podmínka:

$$\sigma_R > \sigma_t$$

Kde σ_t = tahová pevnost rozpojené horniny

Pokud známe hodnotu σ_t pak můžeme z grafu sestrojeného podle vztahu Duwala odečíst pro zvolené parametry hodnotu R.

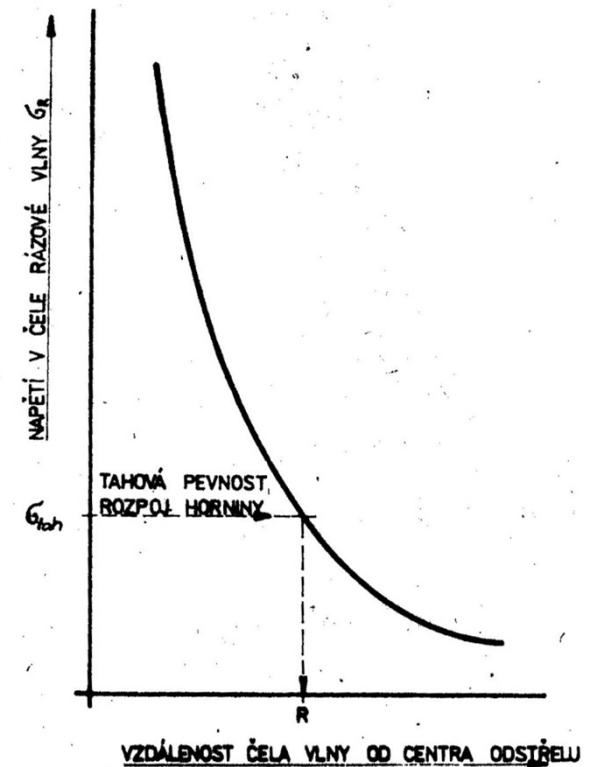
Rozteče vývrtu pak budou odpovídat: $l = w \cdot 0,8$

Pro rozpojení jádra budeme uvažovat stejných postupů jako u klasického rozpojení se zálohem, kde $F_j = F_{hr} - F_o$

Kde F_{hr} = plocha hrubý obrys díla (m^2)

F_j = plocha obrys jádra (m^2)

F_o = plocha obrysově trhací práce (m^2)



OBR. 41: ZÁVISLOST $\sigma_R - R$

Metoda PRESPLITTING

Podstata této metody je opačný postup odpalu. Jako první odpalujeme obrysové nálože, které musí na projektovaném obryse vytvořit souvislou trhlinu na celou hloubku zabírky. Tato trhlinka vytváří volnou plochu pro ostatní nálože. Napěťové vlny vzniklé výbuchem těchto náloží se musí na ní odrazit a nesmí zasáhnout horninu za obrysem.

Pro výpočet předpokládáme pružné prostředí. Nálože musí být odpáleny současně. Napěťové vlny vzniklé výbuchem budou postupovat proti sobě stejnou rychlostí a k jejich střetnutí dojde v čase:

$$t_0 = \frac{R}{D}$$

Kde D = rychlost šíření napěťové vlny

Pro vznik trhliny musí platit:

$$\sigma_y = -\mu_{dyn} \cdot \sigma_x \geq \sigma_{tah}$$

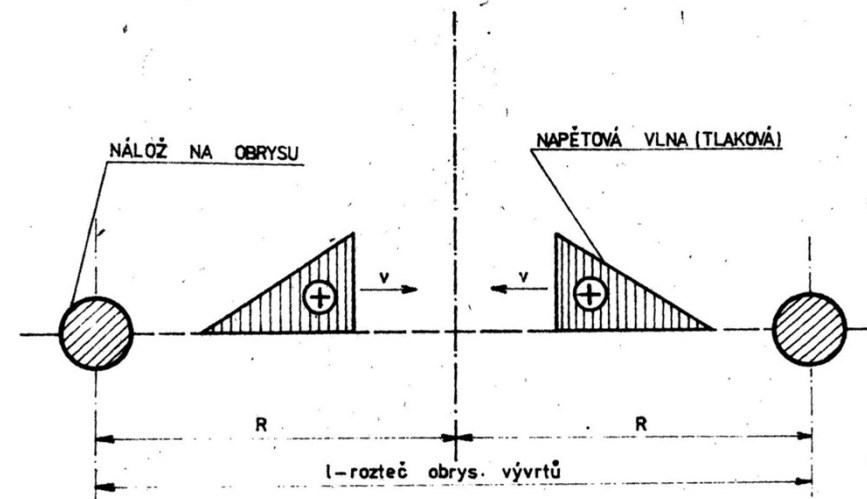
$$-\mu_{dyn} P_{v_{stř}} \cdot \sqrt{\frac{R_v}{R}} \cdot e^{-\frac{R}{R_v} \cdot \alpha} \geq \sigma_{tah}$$

$$\mu_{dyn} = \frac{\mu}{3 \approx 4}$$

$$l_t = 2 \cdot R$$

Poissonovo číslo v dynamické hodnotě

$$l_t = \text{Teoretická rozteč vrtů}, l = 0,5 \cdot l_t$$



OBR. 42: PRINCIP METODY „PRESPLITTING“



A. Parametry TP na obrysu díla

- hustota nálože v obrysových vrtech **p** (kg.m⁻¹)
- záběr obrysových vývrtů **w** (m)
- rozteč obrysových vývrtů **l** (m)

Výpočet podle jednotlivých metod: Skandinávská, Dojčár, Brothánek-Voda,
napěťová vlna

A, Parametry odstřelu:

7, Volba trhaviny: důlní skalní trhaviny

Nutno uvést následující parametry:

- Hustota trhaviny: γ [kg.m⁻³]
- Specifický objem zplodin: V_0 [m³.kg⁻¹]
- Výduť v TRAUZLU: R_T [cm³]
- Průměr náložek: d_n ($d_n = 0,3.d_v$) [mm]
- Hmotnost náložek: Q_1 [kg]
- Délka náložek: l_n [m]
- Toxické plyny: %CO, %No_x [%]

1. Metodika SKANDINÁVSKÁ

Autoři: Langetors, Kihlström, Gustafsson, Olafsson

Hladký výlom:

$$p = \left(\frac{d_v}{106} \right)^2 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}]$$

$$l = 1,68\sqrt{p} \quad [\text{m}]$$

$$w = 2,3\sqrt{p} \quad [\text{m}]$$

Presplitting:

$$p = \left(\frac{d_v}{106} \right)^2$$

$$l = 1,06\sqrt{p}$$

$$w = 1,3.l$$

$d_v =$ průměr vývrtů (mm)

2. Metodika dle DOJČÁRA

- Akustická impedance I_h rozpojované horniny ($t.m^{-3}.km.s^{-1}$):

$$I_h = \gamma_h \cdot c_p$$

Kde γ_h = objemová hmotnost horniny ($t.m^{-3}$)

c_p = rychlost šíření podélných vln ($km.s^{-1}$)

E = modul pružnosti, μ = Poissonovo číslo

(středně pevné horniny $c_p = 3400-4000 m.s^{-1}$)

$$c_p = \sqrt{\frac{E \cdot (\mu - 1) \cdot \mu}{\rho(\mu - 2) \cdot (\mu + 1)}}$$

- Koeficient relativní pracovní schopnosti trhaviny:

$$s = 0,83 \frac{Q_2}{Q_1} + 0,17 \frac{V_{02}}{V_{01}}$$

Kde Q_1 = výbuchové teplo trhaviny DYNAMIT LFB ($Q_1 = 5000 kJ.kg^{-1}$)

V_{01} = specifický objem zplodin trhaviny DYNAMIT LFB ($V_{01} = 0,85 m^3.kg^{-1}$)

Q_2 = výbuchové teplo zvolené trhaviny ($kJ.kg^{-1}$)

V_{02} = specifický objem zplodin zvolené trhaviny ($m^3.kg^{-1}$)

2. Metodika dle DOJČÁRA

Hladký výlom:

$$p = \left(\frac{d_v}{120 - 1,2 \cdot I_h} \right)^2 \cdot s^{-0,75} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}]$$

$$l = d_v (2,1 - 0,04 \cdot I_h) \cdot s^{0,75} \quad [\text{cm}]$$

$$w = d_v (2,6 - 0,04 \cdot I_h) \cdot s^{0,75} \quad [\text{cm}]$$

Presplitting:

$$p = \left(\frac{d_v}{120 - 1,2 \cdot I_h} \right)^2 \cdot s^{-0,75} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}]$$

$$l = d_v (1,3 - 0,025 \cdot I_h) \cdot s^{0,75} \quad [\text{cm}]$$

$$w = 1,2 \cdot l$$

d_v = průměr vývrtů (mm)

3. Metodika BROTHÁNEK - VODA

Hladký výlom:

$$p = (0,09 \approx 0,13).V \quad [\text{kg.m}^{-3}]$$

$$l = 16.d_v \quad [\text{mm}]$$

$$w = 20.d_v \quad [\text{mm}]$$

V = objem 1 m vývrtu (dm^3)

Presplitting:

$$p = (0,09 \approx 0,13).V$$

$$l = (8 \approx 12).d_v$$

$$w = 16.d_v$$

8 = středně pevné horniny,

12 = pevné horniny

d_v = průměr vývrtů (mm)

4. Metodika VÝPOČTU Z PARAMETRŮ NAPĚŤOVÝCH VLN

- Koncentrace náloží p (kg.m⁻¹)

$$p = \frac{V_t \cdot \gamma}{z_t}$$

Kde V_t = objem trhavinové nálože ve vývrtnu (m³)

V_v = tzv. činný objem vývrtnu (m³)

σ_{tl} = tlaková pevnost horniny (MPa)

γ = hustota trhaviny (kg.m⁻³)

D = detonační rychlost (m.s⁻¹)

z_t = teoretická zabírka (délka vrtu) (m)

l_{uc} = délka ucpávky (m)

$$P_{v_{stř}} \leq \sigma_{tl.dyn}$$

$$\frac{1}{8} \gamma \cdot D^2 \cdot \frac{V_t}{V_v} = (4 \approx 6) \sigma_{tl}$$

$$V_t = \frac{8 \cdot V_v \cdot (4 \approx 6) \sigma_{tl}}{\gamma \cdot D^2 \cdot 10^{-6}}$$

$$V_v = \frac{\pi \cdot d_v^2}{4} (z_t - l_{uc})$$

4. Metodika VÝPOČTU Z PARAMETRŮ NAPĚŤOVÝCH VLN

- Záběr nálože **w** (m)

$$\sigma_R = \sigma_{tah}$$

$$\sigma_R = P_{vstř} \cdot \sqrt{\frac{R_v}{R}} \cdot e^{-\frac{R}{R_v} \cdot \alpha} \quad [\text{MPa}]$$

$$P_{vstř} = \frac{1}{8} \gamma \cdot D^2 \cdot \frac{V_t}{V_v} \cdot 10^{-6}$$

Kde $P_{vstř}$ = střední tlak na stěnu vývrtu (MPa)

R_v = poloměr vývrtu (m)

R = vzdálenost čela vlny od centra výbuchu, tj. osy vývrtu (m)

α = koeficient útlumu (0,05- 0,07 pro středně pevné horniny)

γ = hustota trhavin (kg.m⁻³)

D = detonační rychlost (m.s⁻¹)

V_v = tzv. činný objem vývrtu (m³)

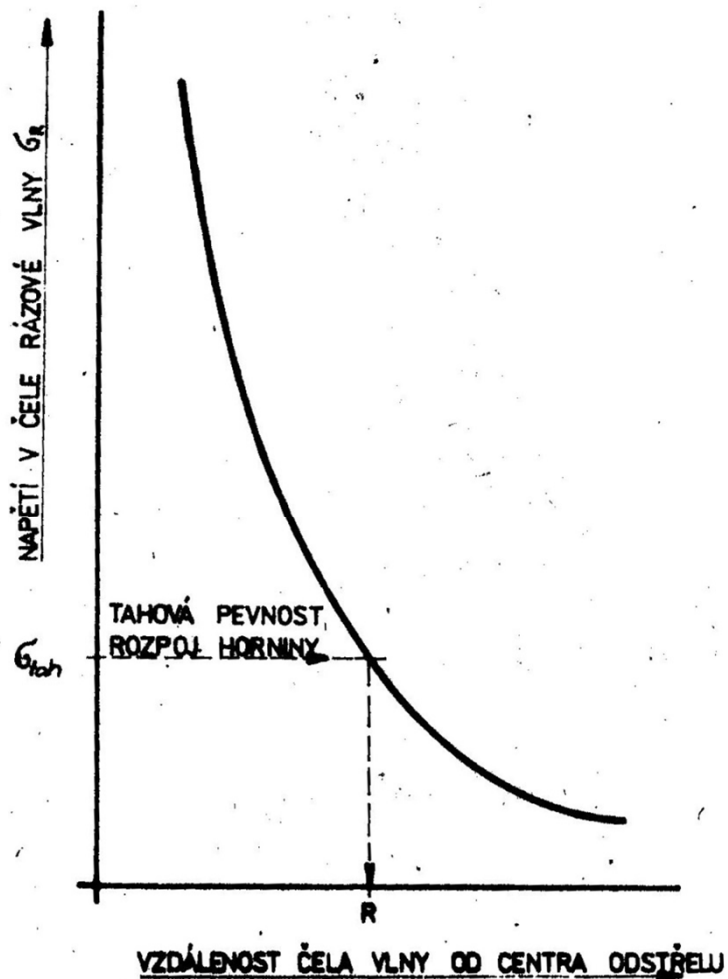
z_t = teoretická zabírka (délka vrtu) (m)

l_{uc} = délka ucpávky (m)

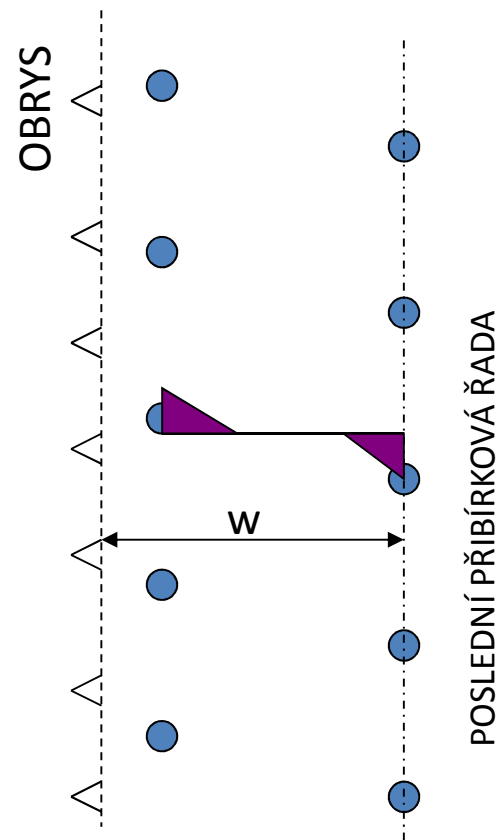
$$V_v = \frac{\pi \cdot d_v^2}{4} (z_t - l_{uc})$$

4. Metodika VÝPOČTU Z PARAMETRŮ NAPĚŤOVÝCH VLN

Graficky vyneseme závislost $\sigma_R - R$



OBR. 41: ZÁVISLOST $\sigma_R - R$



$$w = \frac{R}{2}$$

4. Metodika VÝPOČTU Z PARAMETRŮ NAPĚŤOVÝCH VLN

-Rozteč náloží l (m)

$$l = 0,8 \cdot w$$

Výsledky parametrů seřadíme do výsledné tabulky:

	SKANDINÁVSKÁ METODA	DOJČÁR	BROTHÁNE K VODA	NAPĚŤOV Á VLNA
Hustota nálože ρ (kg.m ⁻¹)				
Rozteč náloží l (m)				
Záběr náloží w (m)				

Z výsledných parametrů volíme hodnoty ρ , l a w .

Hmotnost 1. obrysové nálože (kg):

$$Q_{1_{obrys}} = p \cdot z_t$$

p = hustota ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

z_t = teoretická zabírka respektive délka vývrtu (m)

Konstrukce obrysové nálože: dle balení a délky náložek

Počet obrysových vrtů N_o :

-stanovíme z vrtného schématu (na bocích a v klenbě)

Nálož na obrysu Q_o :

$$Q_o = Q_{10brys} \cdot N_o \quad (\text{kg})$$