

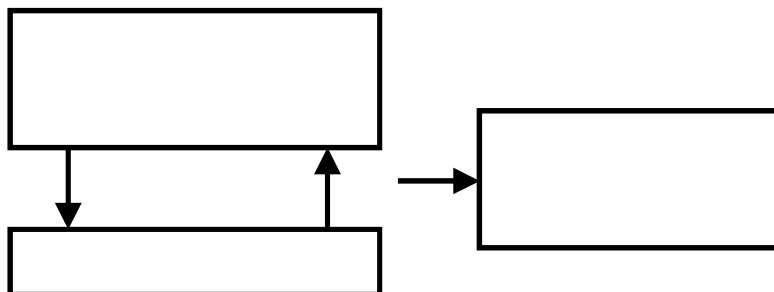
TECHNICKÉ ODSTŘELY A JEJICH ÚČINKY

Přednáška č.2

2. Přednáška

Technické odstřely

Při rozpojování pevných hornin, ale i zpevněných zemin a stavebních hmot, zůstávají trhací práce stále jediným efektivním prostředkem rozpojování, vyjádřeným nejjednodušším schématem (Obr. 2.1.):



Obr. 2.1.

Kromě trhacích prací při ražení a hloubení liniových podzemních a důlních děl (obvykle malého rozsahu), jsou trhací práce využívány i při odstřelech (obvykle velkého rozsahu), které sledují nejen rozpojení pevných hornin za účelem ražení nebo těžby nerostu, ale uvolnění prostoru a vzniku nové kvality. Můžeme je označit jako odstřely technické. Patří k nim:

2.1. Základy projektování technických odstřelů

Vzhledem ke složitosti procesu výbuchu náloží v pevných hmotách není dosud vypracována všeobecně platná teorie, která by byla základem pro inženýrské výpočty. Úspěšné projektování trhacích prací (výpočet hmotnosti náloží a ostatních parametrů rozpojování) vyžaduje kromě zvládnutí teoretických poznatků i mnoho praktických zkušeností.

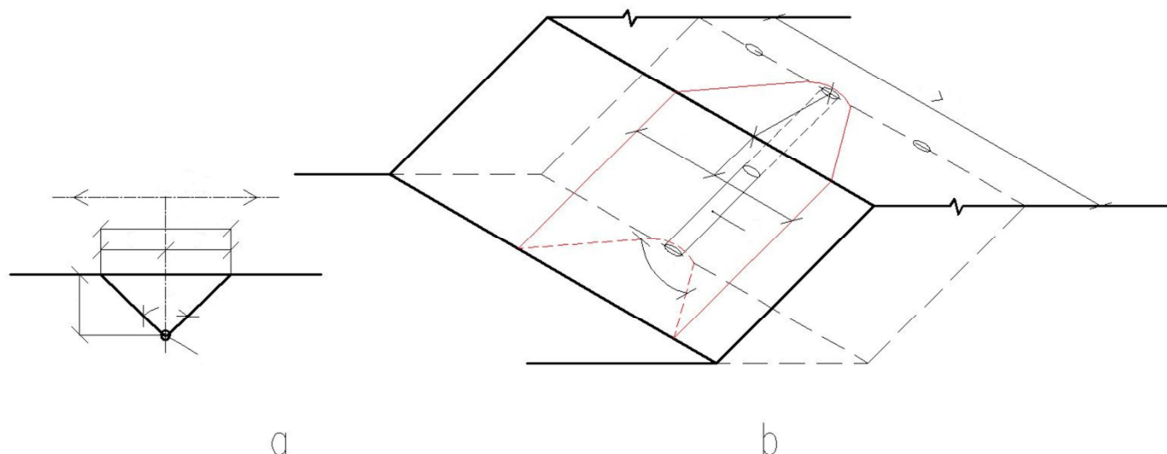
Základní postulát:

Každé rozpojení v trhacích pracích se uskutečňuje ve výtrži nebo kráteru. Soustředěná nálož Q nebo táhlá nálož Q při výbuchu v pevné hmotě, v přiměřené vzdálenosti w od rovné neohraničené volné plochy ($B \geq 2w$), rozpojí objem (výtrž) ve tvaru kužele nebo objem ve tvaru trojbokého hranolu (Obr. 2.2. b) se základnami v rovině volné plochy.

Ukazatel horninové výtrže n je definován:

(2.1)

Kde: r - poloměr nebo polovina základny výtrže [m];
 w – záběr (odporová úsečka, odporová) nálož [m].



Obr. 2.2

Za normální se považuje taková nálož Q , která vytvoří tzv. normální – standartní výtrž (kráter) s úhlem $\alpha=90^\circ$. V tomto případě je zřejmé, že objem výtrže V_n [m³] je funkcí záběru w [m].

$$[\quad] \quad (2.2)$$

Příčemž lze rozlišit tři případy náloží [m³]:

1. **Normální nálož**, se kterou se uvažují při těžebních odstřelech (předpokládá se rozpojení horniny a její posunutí – sesunutí z původního místa uložení).
Ukazatel výtrže ;
2. **Zesílená nálož** při odstřelech na rozpojení a odhoz (hornina se rozpojí a současné přemístění - odhodí - na potřebnou vzdálenost.)
Ukazatel výtrže ; Specifická spotřeba trhavin – měrná nálož se proti 1. případu zvýší (i několikanásobně);
3. **Odlehčená** (zeslabená radiálně nebo axiálně) nálož, používaná při otřasné trhací práci (výtrž nevznikne, prizmata výtrže nejsou viditelné, hornina je rozpojena jen v okolí nálože).
Ukazatel výtrže ; což znamená snížení měrné nálože v porovnání s 1. případem

K úvahám o velikosti nálože patří definice hustoty výbušin, která má rozhodný význam pro objemovou koncentraci energie v náložovém prostoru.

Rozeznáváme hustoty:

- která je objemovou hmotností trhavinové masy v náložkovaných trhavinách. Je udávána výrobcem. **Rozměr** [].
- má praktický význam u tekutých výbušnin a – má praktický význam u sypkých trhavin. Vyplňuje-li tekutá nebo sypká trhavina celý objem náložového prostoru jsou tyto hustoty hustotami náložovými; jsou udávány výrobcem. **Rozměr** [].
- která je dána poměrem hmotnosti trhaviny k užitému objemu náložového prostoru (objemu utěsněného vrtu). **Rozměr** [];
- která je dána poměrem objemu trhaviny v náložovém prostoru k objemu náložového prostoru. **Rozměr** [].

2.2 Princip výpočtu soustředěných náloží

Nejjednodušší princip pro soustředěnou nálož zformuloval Vauban (1696):

- nálož Q [kg] je přímo úměrná rozpojenému objemu w^3 [m³].

$$[] \quad (2.3)$$

Kde k_3 je konstanta úměrnosti a představuje nálož na jednotku rozpojeného objemu (**specifická – měrná - spotřeba trhaviny**).

Belidor (1725) stanovil, že jedna část nálož musí být úměrná nově vytrženému povrchu horninové výtrže (w^2) a druhá rozpojovanému objemu (w^3):

$$[] \quad (2.3)$$

Kde k_2 a k_3 jsou konstanty.

Všeobecně platný princip pro výpočet hmotnosti individuální soustředěné nálož byl zformulován na základě těchto úvah:

Nálož trhaviny, nutná pro rozpojení horniny v objemu výtrže, je funkcí všech proměnných, které ovlivňují proces výbuchu:

- při sérii výbuchů ve stejné hornině a stejném záběru w bude s růstem hmotnosti nálož Q růst i velikost výtrže r_k , neboli n . Nálož musí být funkcí n , tedy $Q=f(n)$.
- Bude-li se při sérii výbuchů měnit záběr nálož w a tvar kráteru bude stejný ($n=\text{konst.}$), pak s růstem záběru musí růst i hmotnost nálož Q , tedy $Q=F(w)$.
- Z poznatků 1. A 2. Plyne, že pro výbuchy s proměnnými parametry w i n musí platit:

$$Q=f(n) F(w) \text{ s podmínkou } f(n)=1 \text{ při } n=1 \quad (2.4)$$

Tvar funkce $F(w)$ lze odvodit teoreticky. Uvažujeme standartní kuželovou výtrž ($n=1$) a předpokládejme, že nepůsobí gravitační pole a vazby na kontaktní ploše výtrže s okolní horninou. Pak je zřejmé, že energie výbuchu a tedy i nálož potřebná k udělení stejné počáteční rychlosti a deformací tělesa výtrže při různých záběrech w , je úměrná jeho hmotě, tedy $Q_{\text{kin}} \sim w^3$. Působí-li gravitační pole, je třeba dodat energii (nálož) potřebnou k vynesení těžiště výtrže z původní polohy na úroveň povrchu horniny; energie je úměrná součinu tíhy tělesa výtrže (w^3) a dráhy w ; tedy $Q_{\text{grav}} \sim w^4$. Působí-li na kontaktu tělesa horniny a výtrže vazební síly, pak k jejich překonání je třeba energie úměrné povrchu kráteru a tedy $Q_{\text{vaz}} \sim w^2$. Pak pro celkovou nálož se dá napsat:

$$(2.5)$$

Langefors (1953) pak zformuloval všeobecně platný princip, z něhož vycházejí i moderní koncepce výpočtu válcových náloží

$$[] \quad (2.6)$$

Kde koeficienty $k_2=0,07 \text{ kg.m}^{-2}$ a $k_3=0,35 \text{ kg.m}^{-3}$ byly stanoveny experimentálně
a hodnota $k_4=0,004 \text{ kg.m}^{-4}$ byla stanovena výpočtem

Vztah 2.6 platí pro rozmezí hodnot $w \approx 1,5$ až 15 m.

Teoretickou cestou odvodil a experimentálně ověřil Pokrovskij vzorec $f(n) = ((1+n^2)/2)^2$, platný v širokých mezích $0,7 \leq n \leq 20$. Na základě výše uvedeného doporučuje teorie jako nejpřesnější vzorec:

(2.7)

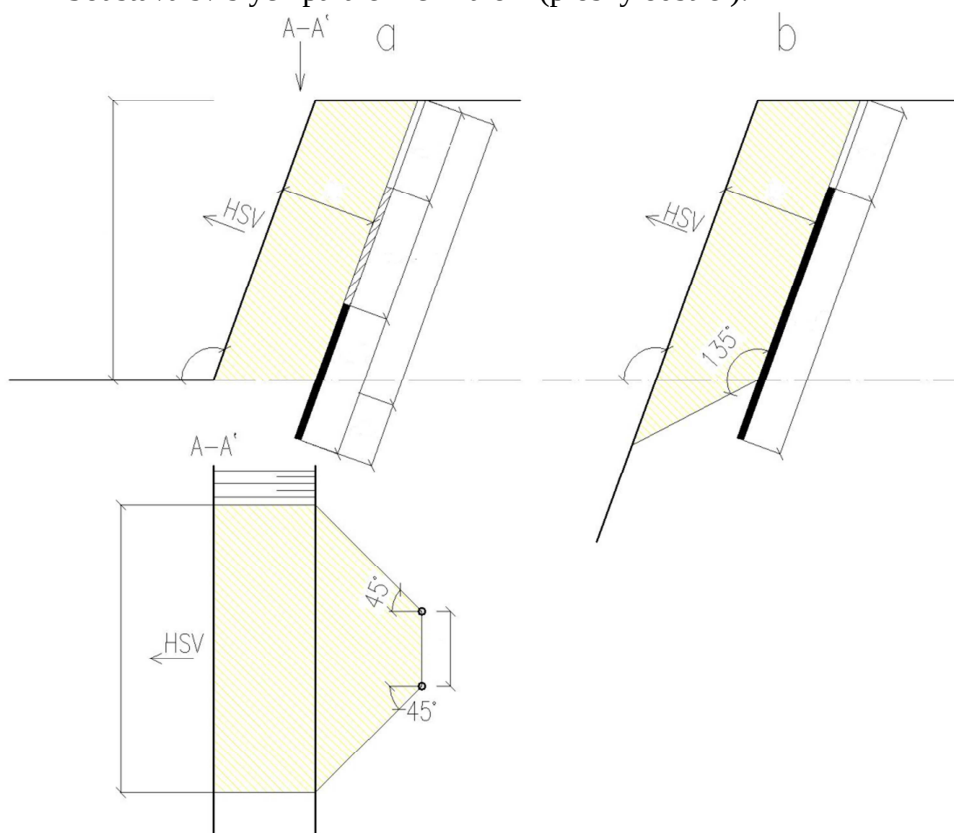
Vzorec platí pro soustředěnou nálož. Pro nálože táhlé (válcové) doporučuje teorie určovat poměrnou táhlou nálož (nálož připadající na jednotku délky vrtu) podle vztahu:

(2.8)

2.3. Princip rozpojování a výpočtu válcových náloží

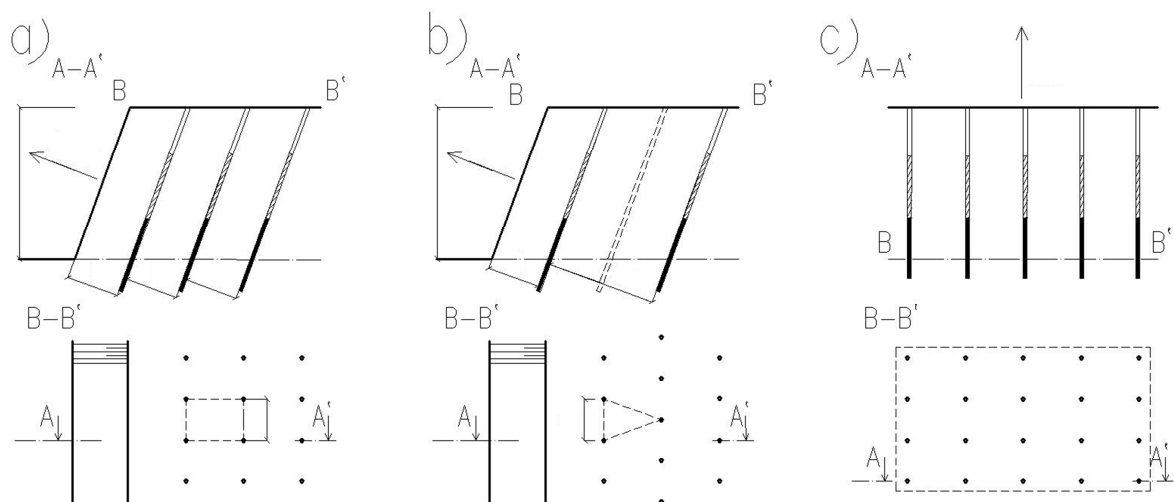
Při rozpojování válcovými náložemi jsou vývrty paralelní s hlavní volnou plochou a mezi sebou navzájem. Přitom rozeznáváme (Obr. 2.3. a 2.4.) při neohraničené šířce volné plochy:

- Nálože s upnutím v patě;
- Nálože bez upnutí v patě;
- Soustava náloží umístěných za sebou (čtvercové schéma);
- Soustava náloží umístěných střídavě (trojúhelníkové schéma);
- Soustava svislých paralelních náloží (plošný odstřel).



Obr. 2.3.

- a) Skupina dvou náloží s upnutím v patě
 - b) Skupina náloží bez upnutí v patě
- HSV – hlavní směr výbuchu



Obr. 2.4. Případy válcových náloží a těles rozpojení výbuchem na neohraničenou šířku volné plochy

- a) Soustava náloží umístěných za sebou (čtvercové schéma)
 - b) Soustava náloží umístěných střídavě (trojúhelníkové schéma)
 - c) Soustava svislých náloží (plošný odstřel)
- HSV – hlavní směr výbuchu

2.3.1. Objemová metoda výpočtu válcových náloží

Vychází ze vztahu (2.3) podle Vaubana:

$$[] \quad (2.9)$$

Kde :

- koef. k_3 je totožný s měrnou náloží $[]$.
- je záběr nálože [m]. Tyto hodnoty je vždy nutno určit výpočtem (na rozdíl od soustředěných náloží, kde se záběr volí).

Objem w^3 ze vztahu (2.9) vyjadřujeme pomocí základních geometrických parametrů w , H , a , (viz. Obr.2.3.) a dále dosadíme $k_3=q$

$$[] \quad (2.10)$$

Po vydělení vztahu (2.10) výškou etáže H a zavedením koeficientu sblížení náloží m dostaneme

$$[] \quad (2.11)$$

Kde:

- je vzdálenost (rozteč) vrtů v řadě – rozestup náloží [m]
- hmotnost trhaviny v 1 m vrtu – koncentrace nálože trhaviny ve vrtu $[kg \cdot m^{-1}]$.

Dále zavedeme součinitel sblížení náloží m , který je definován jako poměr rozteče náloží a k jejich záběru w :

$$[\quad] \quad (2.12)$$

a dostaneme:

$$[\quad] \quad (2.13)$$

$$(2.14)$$

Součinitel m se stanovuje předem v doporučených hodnotách:

- těžební odstřely $m \geq 1$;
- trhací práce bez řízeného výlomu $m \approx 1$;
- metody řízeného výlomu $m \leq 0,8$.
- p – hmotnost trhaviny v 1m vrtu, tzv. koncentrace trhaviny ve vrtu:

$$[\quad] \quad (2.15)$$

kde – d je průměr vrtu nebo náložek [m]

– ρ_n je náložová hustota trhaviny [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

Pomocí hodnoty p lze vypočítat hmotnost nálože v jednom vrtu (např. podle obr. 2.1.)

$$(2.16)$$