

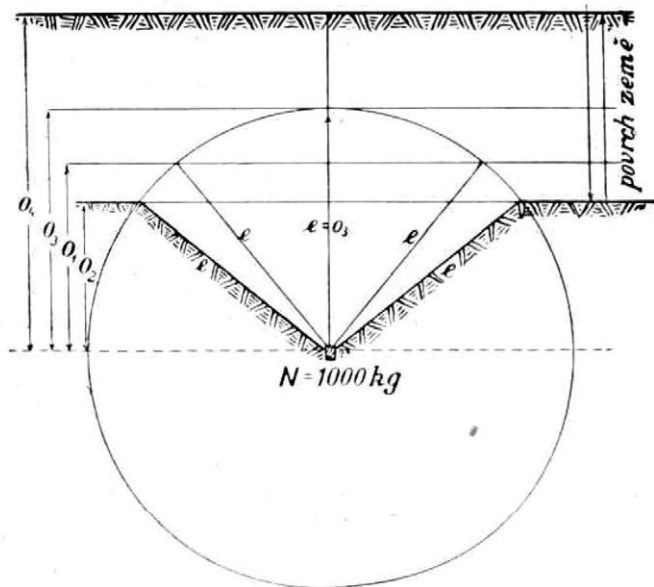
*O vzájemném vztahu vzorců pro trhání v zemi  
náložemi soustředěnými.*

$$\begin{aligned} N &= \mathbf{c} \cdot \mathbf{e}^3 \cdot \mathbf{q} \\ N &= \mathbf{k} \cdot (\mathbf{o} + \mathbf{r})^3 \\ N &= \mathbf{R}^3 \mathbf{p} \cdot \mathbf{t}. \end{aligned}$$

Při trhání země, skal a zdiva ve smyslu starého služebního předpisu Techn. n. VI. díl, možno užití dvou vzorců:

$$N = c \cdot e^3 \cdot q \quad \text{a} \quad N = k (o + r)^3.$$

N znamená nálož v kg, c, k jsou koeficienty, odvislé při určitém uspořádání nálože a při stejném trhadle pouze od pevnosti media, které se trhá ( $k = 0,36$  c), e poloměr explose, q ukazatel, o úsečku odporu a r poloměr nálevkovité výtrže.



Obr. 1.

Služební kniha T žen. 5 předpisuje vzorec:

$$N = R^3 \text{ p. t.}$$

kde  $N$  je nálož v kg,  $R$  poloměr účinnosti,  $p$  koeficient pevnosti a  $t$  koeficient utěsnění.

Bývalá techn. nauka VI. díl upozorňuje, že vzorec  $N = k(o + r)^3$  jest v platnosti, pokud  $r$  není menší než 0.75  $o$  a ne větší než 1.50  $o$ .

Souvislost obou vzorců rozřešil kpt. býv. rak. armády Ohmeyer. Postup jest založen na přímém pozorování jedné grafické metody, kterou uveřejnil capitaine commandant du génie belge A. B. Ver Eecke.

K vysvětlení vzorce  $N = c \cdot e^3$  představme si na příklad nálož 1000 kg v půdě s pevností  $c = 1$ . Nyní pohybuje se povrch země směrem k nálož, pak od ní. Poloměr explose jest zajisté odvislý pouze od nálož a od pevnosti půdy  $c$ . Zůstanou-li obě hodnoty nezměněny, zůstává též „ $e$ “ pro každou polohu povrchu stejné.

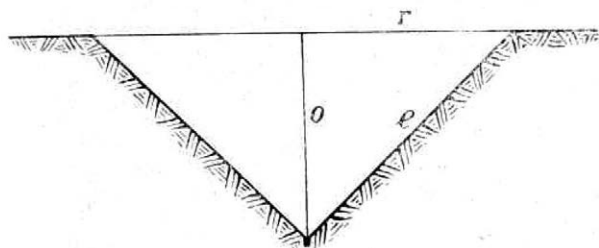
$$N = c \cdot e^3$$

$$e = \sqrt[3]{\frac{N}{c}} \text{ nebo v uvedeném}$$

$$\text{příkladě } e = \sqrt[3]{\frac{1000}{1}} = 10 \text{ m.}$$

Všeobecně řečeno: Podle vzorce  $N = c \cdot e^3$  odpovídá určitá nálož v určitém mediu vždy stejnému poloměru explose a jest lhostejno, jak velká jest úsečka odporu.

Jestliže se poloměr explose pouze dotkne povrchu země, neb jest úsečka odporu větší než poloměr explose, nevznikne nálevkovitá výtrž; nálož účinkuje jako hluchý podkop.



Obr. 2.

Počítati s poloměrem explose u nálož, které účinkují na povrchu země, je nepohodlné. Obvyčejně známe úsečku odporu a chceme určití poloměr nálevkovité výtrži neb opačně. Z výpočtu pravého trojúhelníku ( $o, e, r$ ) obdrží

rovnice formu, která jest pro polní potřebu méně způsobilá:

$$N = c (\sqrt{r^2 + o^2})^3.$$

V mezích, kde  $r$  není menší než asi 0.75  $o$  a ne větší než asi 1.50  $o$ , lze vzorec  $N = c \cdot e^3$  přibližně vyjádřiti a sice jednodušeji.

Pozorujme tento obrazec. Zde jest znázorněna nálož  $N$  o poloměru  $e$ . Dále jsou zakresleny polohy povrchu země, při kterých  $r = 0.75 o$  a  $r = 1.50 o$ . Mimo to jest z okraje nálevkovité výtrži ( $A$ ) při  $r = 0.75 o$  nakreslena sečná, která s prodlouženými  $o$  a  $e$  svírá úhel  $45^\circ$ . Jak obrazec ukazuje, seče nám sečná  $\overline{AB}$  oblouk kruhovitý  $\overline{AB}$  tak nepatrně, že jest možno, aniž bychom se dopustili hrubé chyby, v této části nahraditi oblouk přímkou. Pouhým pozorováním jest pro každý bod sečny:

$$r + o = r_1 + o_1 = r_2 + o_2 = \dots$$



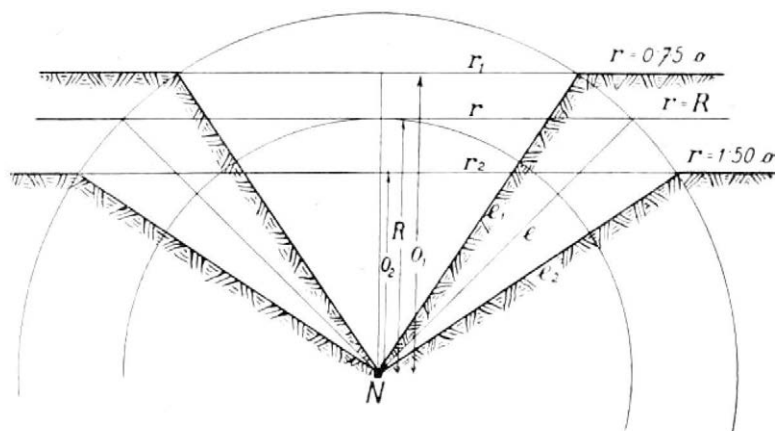
jest v tomto bodě největší; nyní zmenšuje se odchylka až k druhému řezu sečny s kruhovým obloukem, kde není žádné odchylky ( $r = 1$ ,  $\alpha = 0.75$ ) a roste potom stále.

Že nelze vzorce  $N = k(\alpha + r)^3$  použít pro výpočty s nálevkovitou výtrží o mnohem menším  $r$  než asi  $0.75\alpha$  nebo větším než asi  $r = 1.50\alpha$ , jest patrné z obrazce.

Souvislost rovnice  $N = R^3$  p. t. se starým vzorcem  $N = c \cdot e^3$  vyplývá z obdobného pozorování tohoto:

Mění-li se odpor při stejné hodnotě nálože ve stejném mediu v mezích  $r = 0.75\alpha$  až  $r = 1.50\alpha$  nastanou tyto vztahy:

$$\begin{aligned} e &= e_1 = e_2 \\ e &= e_1 = \sqrt{R^2 + r^2} \\ &= \sqrt{2} R, \text{ jelikož } R = r \\ &= 1.4142 R \\ N &= c \cdot e^3 = c 1.4142^3 R^3 = 2.83 c R^3. \end{aligned}$$



Obr. 3a.

Faktor  $2.83c$  jest soustředěn v jednom koeficientu pevnosti  $p$ , který jest částečně nahoru zaokrouhlen.

Operující poloměrem účinnosti místo dřívějšího poloměru explose, učiníme výpočty sice o mnoho snadnější, ale jest otázkou, jsou-li stejně přesné jako výpočty podle starého předpisu.

Jak daleko lze tohoto vzorce použití v podkopové válce, ukáží tyto příklady:

### Příklad 1.

Trháním podkopové chodby, ležící ve hloubce 6 m v těžké půdě (jíl) má se vytvořit nálevkovitá výtrž s poloměrem 10 m. Jak velká jest nálož?

Vypočítáno podle:

T žen. 5

$$o = 6 \text{ m } r = R = 10 \text{ m}$$

$$p = 2 \text{ (bod 92), } t = 1$$

$$N = R^3 \cdot p \cdot t$$

$$= 10^3 \cdot 2 \cdot 1$$

**N = 2000 kg ekrasitu.**

Počítá-li se místo ekrasitu černý prach:

$$N_p = N_e \cdot 1.3 \text{ (bod 219)}$$

$$= 2000 \cdot 1.3$$

**N<sub>p</sub> = 2600 kg prachu.**

H<sub>26</sub> VI. díl

$$o = 6 \text{ m, } r = 10 \text{ m, } c = 0.7 \text{ (tab. IV.)}$$

$$e = \sqrt{o^2 + r^2}$$

$$= \sqrt{6^2 + 10^2} = 11.7 \text{ m}$$

$$p = \frac{e}{o} = \frac{11.7}{6} = 1.95,$$

$$\text{tudiž } q = 1.28 \text{ (tab. V.)}$$

$$N = c \cdot e^3 \cdot q = 0.7 \cdot 11.7^3 \cdot 1.28$$

**N = 1398 kg ekrasitu.**

Vysvětlení: Jelikož  $r > 1.50 o$  (obr. 3a) jest účinek nálože jiný a nutno jej vyjádřiti určitým faktorem „m“. Výpočty by souhlasily, kdyby se počítalo  $N = 2.83 c R^3 \cdot t \cdot m$  nebo zpětně:

$$N_{H_{26}} = N_{T \text{ žen. 5}} \cdot m \cdot n,$$

kde m jest faktorem závislým od účinku, n rozdíl mezi p a 2.83 c.

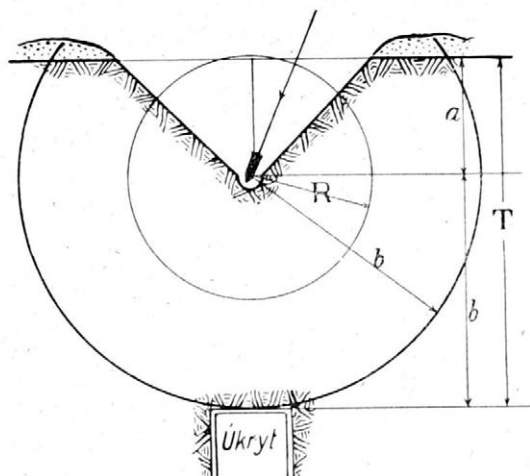
V tomto případě jest hodnota  $m = 0.705$  a  $n = 0.99$ .

## Příklad 2.

Úkryt má chrániti proti 15 cm granátu. Jaká musí býti tloušťka stropu v prostřední půdě (hlína s pískem smíšená), aby úkryt svému účelu vyhovoval, když granát vnikne 1.5 m do země a jeho nálož jest 7 kg ekrasitu.

Počítáno podle:

T žen. 5



$$a = 1.5, N = 7 \text{ kg, } p = 1.5 \text{ (bod 92)}$$

$$\text{poloměr bezpečnosti } b = 2R \text{ (bod 98)}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{N}{p \cdot t}} = \sqrt[3]{\frac{7}{1.5 \cdot 1}} = \sqrt[3]{4.67} = 1.67$$

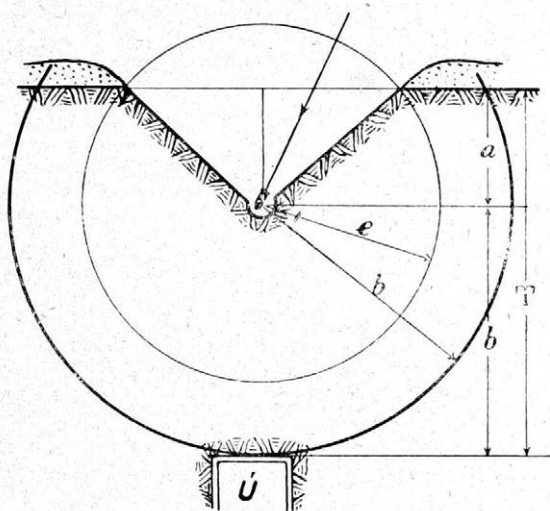
$$b = 2 \quad R = 2 \cdot 1.67 = 3.34$$

$$T = a + b = 1.5 + 3.34$$

$$\mathbf{T = 4.96 \text{ m.}}$$

Počítáno podle:

H<sub>26</sub> VI. díl



$a = 1.5$ ,  $N = 7 \text{ kg}$ ,  $c = 0.4$  (tab. IV.)  
poloměr bezpečnosti  $b = 1.40 e$  (tab. II.)

$$e = \sqrt[3]{\frac{N}{c}} = \sqrt[3]{\frac{7}{0.4}} = 2.6 \text{ m}$$

$$b = 1.40 e = 1.40 \times 2.6 = 3.64$$

$$T = a + b = 1.5 + 3.64$$

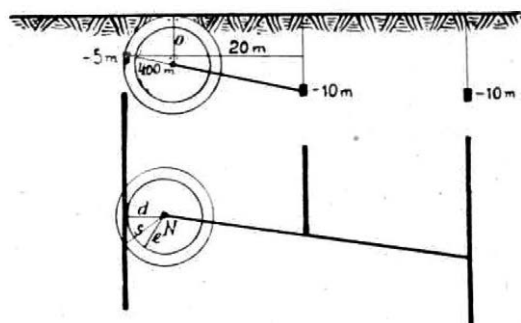
$\mathbf{T = 5.14 \text{ m.}}$

Objasnění: Jelikož se tvoří nálevkovitý otvor pravouhlý ( $o = R$  nebo  $p = \frac{e}{o} = \frac{2.6}{1.5} = 1.8$ ) platí plně obr. 3a ( $m = 1$ ). Rozdíl jest odůvodněn tím, že koeficient pevnosti  $p$  jest nahoru zaokrouhlen ( $p > 2.83$  c,  $n = 1.1$ ).

### Příklad 3.

Bylo zjištěno (zběhy), že nepříteli se podařilo nepozorovaně vykopati chodbu až na 12 m před naše zákopy.

Náš minový systém jest 10 m hluboko, nepřátelská chodba má ležeti 5 m pod zemí a jest vzdálená 20 m od naší nejbližší chodby. — Půda hlinitá, s pískem promíšená. Všeobecná situace podle tohoto náčrtu:



Ženíjní důstojník obdrží rozkaz: Postupovati co možná nejrychleji vývrtovým podkopem proti nepřátelské chodbě a chodbu zničiti, pokud možno na nejdělsí části, aniž by na povrchu země byla vytvořena nálevka.

Kalkulace: Chce-li nepřítel zákopy vyhoditi, musí pracovati ještě as 6 m dopředu. To odpovídá 24 hod. práce.

K vývrtu as 16 m délky  $\varnothing$  30 cm i s použitím elektr. vrtačky potřebuje se asi 7 hodin, k nakládání a utěsnění 2 hodin, t. j. úhrnem 9—10 hodin.

Počítáme-li podle:

T žen. 5

H<sub>26</sub> VI. díl

Vezmeme-li nálož 150 kg

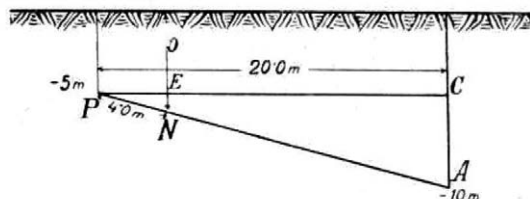
N = 150 kg, c = 0.5

při p = 1.5 a t = 1.0 jest

$$R = \sqrt[3]{\frac{150}{1.5 \cdot 1.0}} = 6.08.$$

$$e = \sqrt[3]{\frac{150}{0.5}} = 6.7.$$

Úsečka odporu vypočítá se z podobných  $\triangle PNE$  a  $\triangle PAC$ .



$$o = 5 \text{ m} + EN$$

$$EN : CA = PN : NA$$

$$EN = \frac{CA + PN}{NA} = \frac{5 + 4}{(\sqrt{20^2 + 5^2}) - 4} = 1.2$$

$$o = 5 \cdot 1.2 = 6.2 \text{ m.}$$

T žen. 5

H<sub>26</sub> VI. díl.

Podmínkou hluchého podkopu

hluchý podkop:

$$o > 1 \frac{1}{2} R \text{ (bod 97)}$$

$$p = \frac{e}{o} > 1.1$$

$$6.2 > \frac{3}{2} 6.08$$

**N = 150 kg nelze použít, jelikož působení jest na den.**

$$p = \frac{6.7}{6.2} = 1.09$$

**N = 150 kg lze použít.**

$$o > 1 \frac{1}{2} R$$

$$R < \frac{2}{3} o$$

$$R = 4.00 \text{ m}$$

$$N = R^3 \cdot p \cdot t = 4^3 \cdot 1.5 \cdot 1 = 96 \text{ kg.}$$

**Pouze 96 kg lze použít, aniž by působení bylo na den.**

K umístění této nálože bylo by nutno vytvořit sklípek vykotlovací náloži, což se nedoporučuje, jelikož mimo zdlouhavou práci byla by detonací prozrazena celá podzemní akce.

Ve vývrtových podkopech dosáhne se ještě účinku soustředěné nálože, když při drtivých trhadlech jest poměr průměru k délce 1:5. Jinak účinkuje nálož jako táhlá.

Jelikož 25 kg náložky pro troubové podkopy nebudou vždy po ruce, nutno sestavit nálože výpomocně z trhavin výzbroje.

Náložná krabice plechová, aby se dala pohodlně zavést do vývrtu, musí mít asi o 4 cm menší průměr.

Obsah ekrasitu jest vzhledem k tvaru náloživa o 20% menší než náložný obsah krabice. Redukční faktor 0.8. Hutnota ekrasitu = 1.4. Největší nálož vývrtového podkopu  $\varnothing$  30 cm, která účinkuje ještě jako soustředěná, jest tedy:

$$N = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 5 \cdot 2.6 \cdot 1.4 \cdot 0.8$$

$$= \frac{1}{4} 2.6^2 \cdot 5 \cdot 2.6 \cdot 1.4 \cdot 0.8 = 80 \text{ kg.}$$

T žen. 5.

$$N = 80 \text{ kg, } p = 1.5$$

H<sub>26</sub> VI. díl.

$$N = 80 \text{ kg, } c = 0.5$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{80}{1.5}} = 3.75,$$

$$e = \sqrt[3]{\frac{80}{0.5}} = 5.5 \text{ m,}$$

poloměr sesutí s = 1.7 R (bod 98) poloměr sesutí t = 1.2 e (dle tab. II.)

$$s = 1.7 \cdot 3.75 = 6.40 \text{ m.}$$

$$t = 1.2 \cdot 5.5 = 6.60 \text{ m.}$$

Když přímka úderu  $d = \frac{1}{3} e$  vniknou plyny do nepřátelské chodby a zničená část jest největší. V tomto případě, by se však tak malá přímka nedoporučovala, by nepřítel, předčasně upozorněn, neprovedl protiopatření.

$$d = 4.00 \text{ m}$$

$$d = 4.00 \text{ m}$$

$$z = \sqrt{s^2 - d^2} = \sqrt{6.4^2 - 4.0^2} = 5 \text{ m}$$

$$\text{zničená část} = 2z = 10 \text{ m.}$$

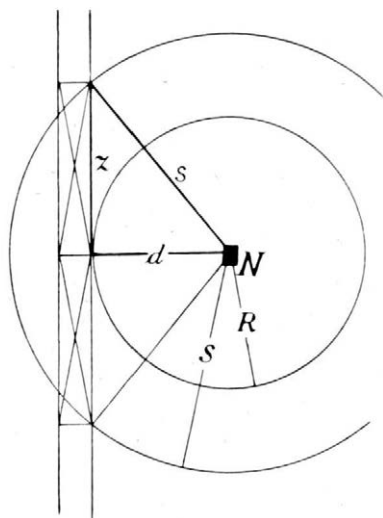
$$\frac{d}{t} = \frac{4.0}{6.6} = 0.6 \text{ tudíž } \frac{z}{t} = 0.53$$

(podle tab. III.)

$$z = 0.53 \cdot 6.6 = 3.5$$

$$\text{zničená část} = 2z = 7 \text{ m.}$$





Utěsnění: (bod 93),  $U > R$ ,  $U$  = celá délka odbočky, když nálož jest v bočním sklípku.

Utěsnění: Je-li podkopový sklípek umístěn stranou, musí tlak výbuchových plynů projíti rostlou půdou.

U vývrtových podkopů leží sklípek v ose podkopu, plyny tlačí tedy přímo na utěsnění; tudíž při výpočtu dlužno vsaditi nejmenší koeficient pevnosti.

V praxi se ukázalo, že naplněné pytle kladly menší odpor než nejlehčí půda, což lze vysvětliti volnými prostory mezi pytli.

$$U = 1.3 e \sqrt[3]{\frac{N}{c}}$$

$$U = 1.3 \sqrt[3]{\frac{N}{c}} \text{ v praxi nestačilo}$$

$$U = 1.6 \sqrt[3]{\frac{N}{c}} \text{ nejlehčí půda } c = 0.3$$

T žen. 5.

H<sub>26</sub> VI. díl.

Jelikož náloži nemůžeme jinak umístiti než přímo na konci roury, nelze podle T žen. 5 určití délku podkopu.

$$U = 1.6 \sqrt[3]{\frac{N}{0.3}} = 2.4 \sqrt[3]{N}$$

$$U = 2.4 \sqrt[3]{80} = 10.3 \text{ m.}$$

Objasnění: Rozdíly vznikly tím, že v služebním předpise T žen. 5 (bod 97) jest hrubé ohraňčení účinku nálože; tabulka uvedená s poloměry bezpečnosti a sesutí (bod 98) jest pouze „přibližný vodítkem pro odhad“.