



Téma: 12

Návrh typů a konstrukcí ochranných staveb

Cvičení



Učební úkoly:

Úvod

1. Navrhování otevřených ochranných staveb
2. Navrhování uzavřených ochranných staveb
3. Kalkulace budování ochranných staveb

Závěr



Základní literatura:

1. POROČÁK, L. *Ženíjní zabezpečení ochrany vojsk. Ochranné stavby I.* (S 3792/1). Brno: UO 2008. 96 s.
2. Žen-2-1/1. *Polní opevňování : Povrchové a zapuštěné objekty.* 1. vyd. Praha : MNO, 1972. 250 s.
3. ČERNÝ, František, POROČÁK, Lubomír. *Opevňování II.* 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1999. 198 s.





Úvod:





1. Navrhování otevřených ochranných staveb



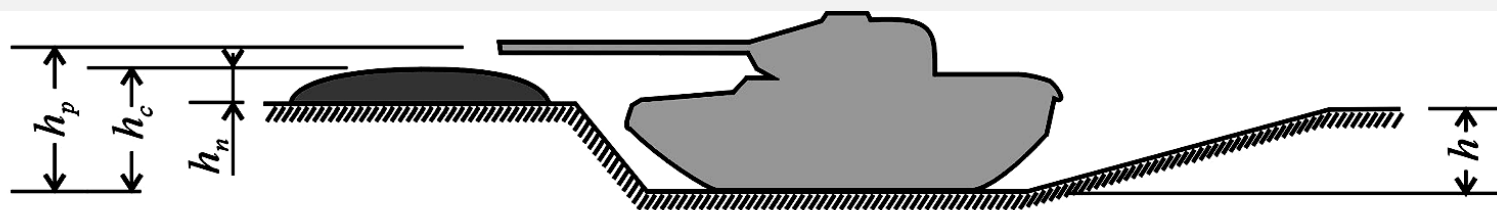
Obecně se rozměry okopů pro bojovou techniku se stanovují podle těchto zásad :

- spodní šířka okopu se rovná šířce vozidla, zvětšené o 50 cm,
- spodní délka okopu se rovná délce vozidla, zmenšené o 100 cm,
- hloubka okopu se rovná palebné výšce hlavní zbraně techniky zmenšené o 20 až 30 cm a výšku ochranného náspu,
- délka rampy se rovná 1,5 až 3 hloubkám okopu (podle druhu horniny, povětrnostních podmínek a schopnosti vozidla překonávat svahy).





Obecně se rozměry okopů pro bojovou techniku:

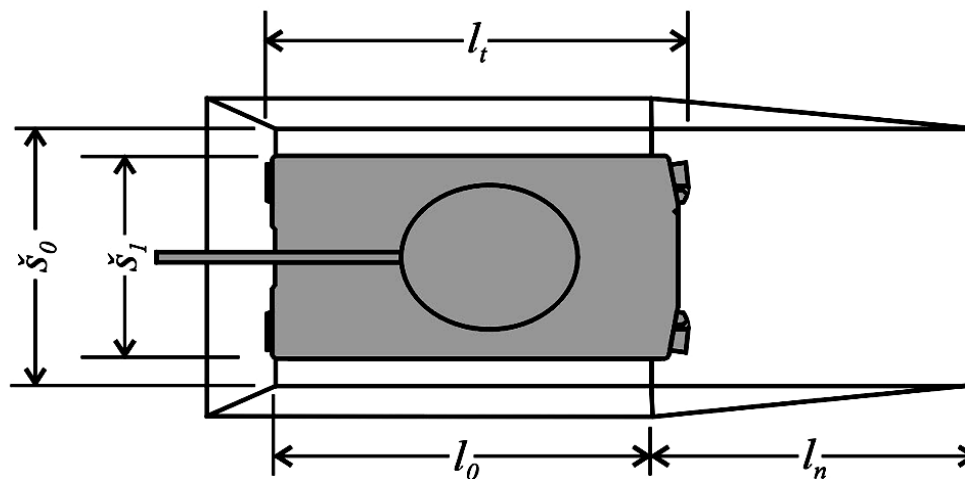


$$\check{s}_0 = \check{s}_t + 50 \text{ cm}$$

$$l_0 = l_t - 100 \text{ cm}$$

$$h = h_p - h_n - (20 \text{ až } 30) \text{ cm}$$

$$l_n = (1,5 \text{ až } 3) \cdot h$$





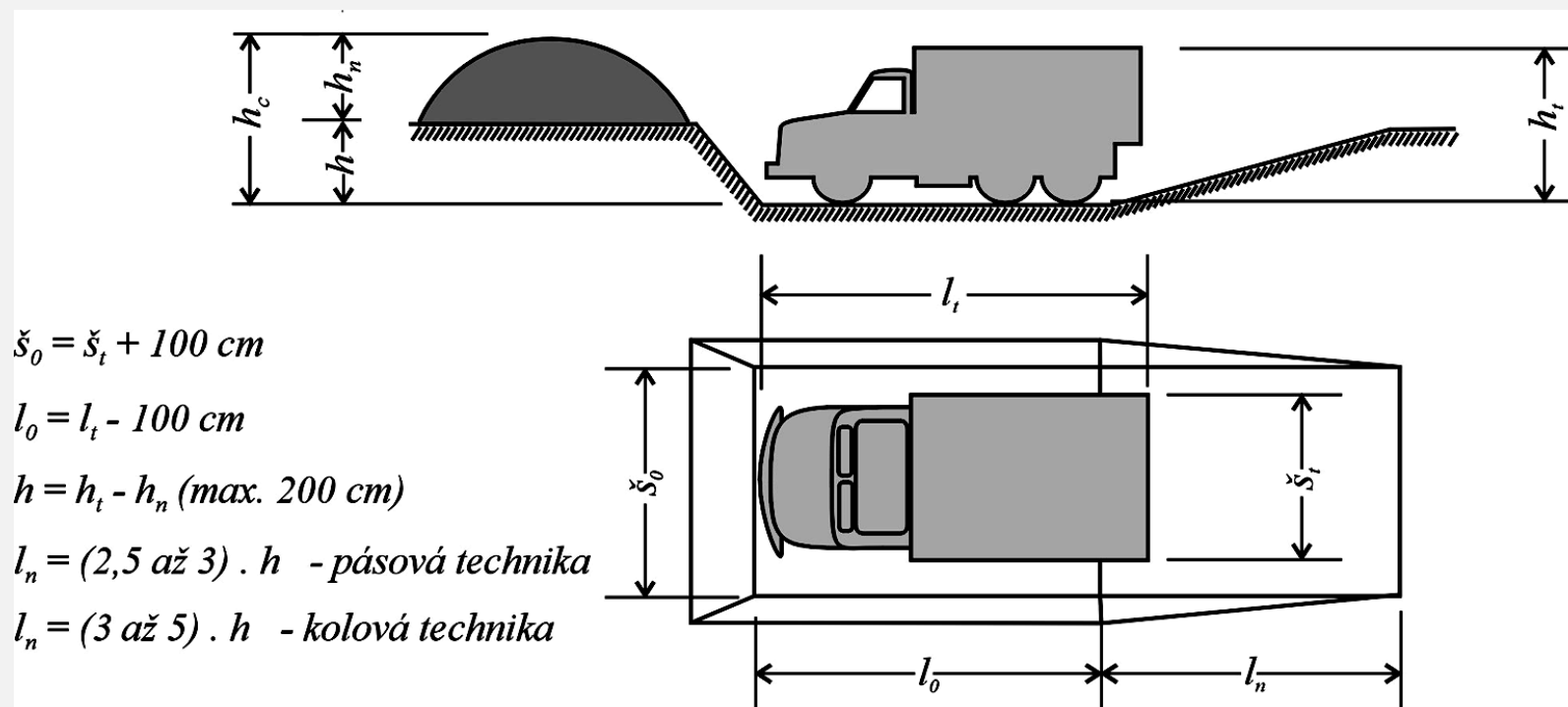
Obecně se rozměry krytů pro techniku se stanovují podle těchto zásad :

- spodní šířka krytu se rovná šířce vozidla, zvětšené o 100 cm,
- spodní délka krytu se rovná délce vozidla, zmenšené o 100 cm,
- celková krycí výška (hloubka krytu s výškou ochranného násypu) se rovná minimálně výšce vozidla, přičemž maximální hloubka krytu nemá přesáhnout 200 cm,
- délka rampy se rovná 2,5 až 3 hloubkám krytu pro pásová vozidla a 3 až 5 hloubkám krytu pro kolová vozidla (podle druhu horniny, povětrnostních podmínek a schopnosti vozidla překonávat svahy).





Obecně se rozměry krytů pro techniku:





2. Navrhování konstrukcí uzavřených ochranných staveb



Přibližný výpočet dřevozemního úkrytu spočívá:

1. v určení potřebné výšky nakrytí H_n vzhledem k účinku pronikavé radiace,
2. v určení ekvivalentního statického zatížení q_{ekv} jednotlivých prvků úkrytu,
3. v dimenzování prvků nosné konstrukce a protitlakových dveří,
4. v přezkoušení pevnosti konstrukce vůči účinkům výbuchu dělostřeleckého granátu nebo letecké pumy s okamžitým zapalovačem v nakrytí ochranné stavby (určení vzdálenosti od stěny konstrukce, na kterou může vybuchnout granát nebo puma dané ráže),
5. v případném zjištění ochranných vlastností ochranné stavby při radioaktivním zamoření terénu.





Výchozími údaji jsou parametry prostředků ničení:

- ráže jaderné zbraně **q** ,
- druh výbuchu (pozemní, vzdušný) ,
- výška výbuchu **H** ,
- vzdálenost od epicentra výbuchu **R** ,
- ráže dělostřeleckého granátu (GH) nebo hmotnost letecké pumy.





1. Určení potřebné výšky nakrytí H_n :

Při výpočtu se vychází z přípustné expozice pronikavé radiace X_{dov} pro osoby umístěné v úkrytu (ochr. stavbě), která činí pro:

- pohotovostní úkryty $X_{dov} = 12,5 \text{ mC.kg-1}$
- pracovní a odpočinkové úkryty $X_{dov} = 2,5 \text{ mC.kg-1}$

Postup výpočtu:

a) Účinná výška výbuchu pro působení pronikavé radiace (vzhledem ke stoupání oblaku):

$$H_{ef} = H + q + 145 \quad [\text{m}]$$

b) Zjištění vzdálenosti ochranné stavby od epicentra výbuchu podle vzorce:

$$r = \sqrt{H_{ef}^2 + R^2} \quad [\text{m}]$$

Poznámka: možno zjistit i z grafu (obr. 8 Žen-2-1/1)

c) Určení koeficientů K_t a K_{dov} z grafu v závislosti na vzdálenosti r a ráži q :

- koeficient K_t
- koeficient K_{dov} pro přípustnou expozici





d) Určení potřebné vrstvy horniny.

$$t = K_t - K_{dov} \quad [\text{m}]$$

e) Určení potřebné výšky nakrytí H_n podle vzorce:

$$H_n = \frac{H_{ef}}{r} \cdot t \quad [\text{m}]$$

Je-li vypočítaná výška nakrytí menší než údaj v tabulce 1, navrhuje se výška nakrytí podle tab.1.



2. Výpočet ekvivalentního statického zatížení jednotlivých prvků úkrytu:

a) Určení přetlaku v čele tlakové vlny při povrchu terénu $\Delta p'_{\check{c}}$ z grafu v závislosti na druhu výbuchu, vzdálenosti od epicentra jaderného výbuchu a ráži výbuchu:

- Před vlastním výpočtem je nutno vypočítat hodnotu $\bar{R}$ (kde $\bar{R}$ fukcí $\Delta p'_{\check{c}}$) podle **vzorce**:

$$\bar{R} = \frac{R}{\sqrt[3]{q}} \quad [\text{km}]$$

nebo se hodnota $\bar{R}$ určí z nomogramu (obr.11).

- Z grafu se určí hodnota $\Delta p'_{\check{c}}$.
- b) Výpočet ekvivalentního svislého statického zatížení od tlakové vlny:

- při výšce nakrytí od 40 cm do 2,5 m platí:

$$p_{sv} = (2,15 - 0,4 \cdot H_n) \cdot \Delta p'_{\check{c}}$$

- pro výšky nakrytí menší než 40 cm platí:

$$p_{sv} = 2 \cdot \Delta p'_{\check{c}}$$





c) Výpočet zatížení stropu q_{str} :

Na strop stavby bude působit ekvivalentní statické zatížení od tlakové vlny p_{sv} a svislé zatížení od hmotnosti nakrytí q_{sv} :

$$q_{str} = p_{sv} + q_{sv} \quad [\text{MPa}]$$

$$q_{sv} = \rho \cdot H_n \cdot 10^{-2} \quad [\text{MPa}]$$

kde:

ρ je objemová hmotnost horniny $[\text{t.m}^{-3}]$

H_n je výška nakrytí $[\text{m}]$

d) Výpočet zatížení stěn :

Na stěny bude působit část ekvivalentního statického zatížení od tlakové vlny $p_{boč}$ (v závislosti na soudržnosti horniny) a boční zatížení od hmotnosti horniny $q_{boč}$:

$$q_{stěn} = p_{boč} + q_{boč} \quad [\text{MPa}]$$

kde

$$q_{stěn} = \frac{p_{sv}}{m} \quad [\text{MPa}]$$

$m = 2$ pro nesoudržné

$m = 3$ pro soudržné horniny

$$q_{boč} = \rho \cdot \left(H_n + \frac{h_k}{2} \right) \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}$$

h_k je celková výška konstrukce





e) Výpočet zatížení dna :

Uvažuje se třetinové zatížení z ekvivalentního statického zatížení od tlakové vlny p_{sv} :

$$p_{dna} \approx \frac{p_{sv}}{3} \quad [\text{MPa}]$$

f) Výpočet zatížení dveří :

$$q_{dv} \approx 4 \cdot \Delta p_{\check{c}}' \quad [\text{MPa}]$$

3. Dimenzování prvků konstrukce úkrytu

Výchozími údaji k dimenzování jednotlivých prvků (stropní nosník, stojka, dolní práh, dveřní křídlo) jsou:

- tvar profilu (kulatina, hraněné dřevo),
- výpočtové rozpětí l ,
- ekvivalentní statické zatížení q (MPa),
- výpočtové namáhání dřeva σ (MPa).



Výpočtové rozpětí l se určuje v závislosti na způsobu uložení příslušného prvku a je odlišné od světlé šířky nebo výšky. Stanoví se přibližně podle těchto pravidel:

a) *Nosník uložený na hornině:* $l = l_o + 0,5 \quad [\text{m}]$

kde l_o ...světlá šířka v m

Tímto způsobem se určuje rozpětí stropních prvků pro nakrytí ochranných staveb (okopů, zákopů, pohotovostních okopů apod.) horninové konstrukce a sloupkové konstrukce s příčnými rozpěrnými rámy.

b) *Nosník uložený na kulatinách:* $l = l_o + d \quad [\text{m}]$

Platí pro stanovení rozpětí nakrytí srubové konstrukce z kulatiny.

c) *Nosník uložený na stojkách:*

$$l = l_o + d \quad \text{pro } d \leq 0,1 \text{ m} \quad [\text{m}]$$

$$l = l_o + 0,1 \quad \text{pro } d > 0,1 \text{ m} \quad [\text{m}]$$

Tímto způsobem se určuje rozpětí dílů rámu.

d) *Sloupek* : - l se rovná světlé výšce sloupku

e) *Dveřní křídlo:* $l = l_o + 0,05 \quad [\text{m}]$

Případné další konstrukční prvky ochranné stavby se navrhují úměrně k vypočteným prvkům.





Výpočtové namáhání σ se určí z následující tabulky (MPa):

Způsob namáhání		Výška nakrytí			
		do 0,5 m		0,5 - 2,0 m	
		kulatina	hran.dřevo	kulatina	hran.dřevo
Ohyb	panely, štíty	36	24	30	20
	samost.prvky	30	21	24	18
Tlak podél vláken	panely, štíty	28	24	22	20
	samost.prvky	22	21	20	18
smyk podél vláken		4		3,5	
smyk napříč vláken		0,9		0,9	
místní otláčení napříč vláken		6		6	

Uvedené hodnoty platí pro střední výpočtové namáhání smrkového, jedlového a borového netříděného dřeva při dynamickém namáhání v MPa.





Postup výpočtu:

- stanoví se výpočtové rozpětí l ,
- z tabulky se určí výpočtové namáhání σ ,
- podle ekvivalentního statického zatížení q a výpočtového namáhání σ se z grafu určí koeficient K_d (K_h) podle tvaru profilu,
- určí se profil příslušného prvku podle vzorce:
 - pro kulatinu: $d = K_d \cdot l$ [cm]
 - pro hraněné dřevo: $h = K_h \cdot l$ [cm]

Vypočtená hodnota se zaokrouhluje na celé cm směrem nahoru.

Vypočtené rozměry průřezů se vztahují k nejvíce namáhanému průřezu dílu; zpravidla to je v polovině výpočtového rozpětí. Vzhledem k tomu, že se výsledný profil udává na slabším konci kulatiny, je třeba vypočtenou hodnotu přepočítat na profil na slabším konci. Přitom se vychází z toho, že u jehličnatých stromů se průměr kmene mění na dílce 1m o 1cm.





4. Přezkoušení pevnosti konstrukce vůči účinkům výbuchu dělostřeleckého granátu nebo letecké pumy

Výpočtem se zjišťuje, zda ekvivalentní statické zatížení konstrukce q_{ekv} od výbuchu klasického prostředku ničení nepřesahuje hodnotu svislého zatížení p_{sv} na které je konstrukce dimenzována.

Výchozími údaji jsou:

- ráž granátu nebo hmotnost letecké pumy, případně přímo hmotnost náplně trhaviny N (kg),
- navržená výška nakrytí H_n .

Určení q_{ekv} se provede podle grafu.

Je-li $q_{ekv} \leq p_{sv}$, je konstrukce objektu odolná.

Je-li $q_{ekv} > p_{sv}$, pak se z grafu zjistí vzdálenost H_h , při níž je $q_{ekv} = p_{sv}$ a tuto hodnotu lze přibližně považovat za bezpečnou vzdálenost od úkrytu, v níž ještě může dojít k výbuchu.





5. Zjištění ochranných vlastností ochranných staveb při radioaktivním zamoření terénu

Všechny druhy uzavřených ochranných staveb s odolností proti tlakové vlně jaderného výbuchu větší než 0,05 MPa poskytují ukrytým osobám dostatečnou ochranu proti účinkům radioaktivního zamoření terénu s běžnými hodnotami expozičního příkonu.

Ověřování ochranných vlastností úkrytu výpočtem se provádí jen při výjimečných hodnotách expozičního příkonu X (např. při překrývání radioaktivních stop od pozemních jaderných výbuchů).

$$X = 3,6 \cdot \dot{X}_\phi \cdot S \cdot t_u \cdot K \quad [\text{C} \cdot \text{kg}^{-1}]$$

kde:

$\dot{X}_\phi$ - je průměrný expoziční příkon nad ochrannou stavbou
(zjištěný podle Oper-51-5, nebo naměřený),

S - je stropní plocha ochranné stavby (m^2),

t_u - je doba pobytu osob (h),

K - je koeficient závislý na vzdálenosti od povrchu nakrytí do středu světlé výšky úkrytu
 a zjišťujeme jej z grafu

$$a = H_n + t_{str} + \frac{1}{2} h_0 \quad [\text{m}]$$





3. Kalkulace budování ochranných staveb



Při kalkulacích budování ochranných staveb v obraně je nutno vycházet:

- z **času** (který máme k dispozici pro budování),
- z **vlivu protivníka** na provádění prací,
- ze **sil a prostředků**, které máme k dispozici (počet pracovníků, jejich vycvičenost, počet a druh strojů a jejich výkonnost, nářadí, materiální a jiné možnosti),
- z **podmínek** k budování (roční a denní doba, geologické podmínky, hydrologické podmínky apod.).

Uvedené faktory jsou určující pro kvalitu a rozsah budování ochranných staveb.





Kalkulacemi budování ochranných staveb a jejich komplexů se určuje:

- **Čas** pro jejich vybudování, podklady tvoří typ a počet ochranných staveb, objem výkopu, počet osob vyčleňovaných pro jejich budování, případně počet strojů a jejich výkonové normy v příslušných podmínkách.
- **Potřeba sil a mechanizačních prostředků**, za předpokladu, je-li určen typ a počet ochranných staveb, které je nutno vybudovat a zároveň je určena doba na jejich vybudování
- **Typ a počet ochranných staveb**, za předpokladu, je-li určen čas, množství sil a prostředků a je nutno stanovit charakter vybudování daného komplexu ochranných staveb.



Výkonové normy zemních strojů používaných k provádění zemních prací

Technika	Výkon (m ³ /h)	
	Za hodinu	Za den (10 až 12 h)
KN-251	60	600 - 720
AR	40	400 - 480
buldozer	50	500 - 600

Poznámka: teoretický výsledek kalkulací násobit koeficientem 0,75
(pojízdnost, vycvičenost obsluhy, druh zeminy a další faktory ovlivňující práci stroje).





Výkonové normy pro zemní práce prováděné ručně

Popis práce	Norma na muže za 10 hodin	Čas potřebný na měrnou jednotku (dv)
Výkop do hloubky 2,5 m v hornině: -lehce kopné -středně kopné -těžce kopné	do 5,0 m ³ do 3,5 m ³ do 2,0 m ³	2 hodiny 3 hodiny 5 hodin
Výkop do hloubky nad 2,5m v hornině: -lehce kopné -středně kopné -těžce kopné	do 4,0 m ³ do 2,5 m ³ do 1,6 m ³	2,5 hodiny 4 hodiny 6 hodin
Dusání horniny	do 6,0 m ²	1,5 hodin
Zához, přehazování horniny	do 10,0 m ³	1 hodina
Planýrování	do 60,0 m ²	10 minut
Drnování a oddrnování	do 40,0 m ²	15 minut
Ukládání kamenné rovnaniny	do 5,0 m ³	2 hodiny
Izolace stropu jílovou vrstvou 10 cm tlustou	do 10,0 m ²	1 hodina





**Výkonové normy pro ruční hloubení zákopů
a obkládání stěn výkopů do hloubky 1,5 m za 10 hodin
(jedním vojákem)**

Popis práce		Výkon (m)
Vyhloubení zákopu	- klamného, hl. 20 až 30 cm	20
	- průlezného, hl. 60 cm	7,8
	- mělkého, hl. 110 cm	4,4
	- normálního, hl. 150 cm	2,9
	- prohloubeného, hl. 180 cm	2,1
Vyhloubení odvodňovací stružky na hl. 30 až 40 cm		30
Obložení stěn drátěným pletivem		6,5
Obložení stěn drátěným pletivem a drny		1,6
Obložení stěn tyčovinou se dvěma mezerami		4,9
Obložení stěn tyčovinou s jednou mezerou		4,1
Obložení stěn proutím		3,3
Obložení stěn pytli naplněnými horninou		2,8





Opravné koeficienty pro ruční a strojní práce

Pracovní podmínky	Koeficient pro práci	
	ruční	strojní
Lehce kopná hornina	1,4	1,3 až 2,0
Těžce kopná hornina	0,6	- 2)
Krátkodobé práce	1,25 a víc	-
Noc nebo hustá mlha, blátivý terén, sněhová pokrývka větší než 30 cm	0,77	0,77
Silný déšť nebo sněžení, teplota vzduchu -15° C a méně nebo +30°C a více	0,83	0,83
Práce s nasazenou ochrannou maskou	0,9	0,9
Práce v ochranné masce a v ochranném plášti	0,8	0,8
Práce s polní lopatkou	0,5	-
Práce nechráněného pracovníka v dosahu ručních zbraní nepřítele	0,5	-



Při použití trhavin k budování ochranných staveb je potřebné kalkulovat s ručním dokončením, které představuje:

- u okopů asi 15 % objemu výkopu,
- u krytů až 25 % objemu výkopu.



Dobu potřebnou na vybudování ochranné stavby ručně vypočteme podle vztahu:

$$T_c = T_v + T_k + T_z \quad [\text{h}]$$

kde je:

T_c - celková doba potřebná pro vybudování ochranné stavby,

T_v - doba potřebná na vyhloubení ochranné stavby,

T_k - doba potřebná na vestavění konstrukce (případně nakrytí či obložení stěn výkopu),

T_z - doba potřebná na zához.

Dobu potřebnou na vyhloubení ochranné stavby T_v vypočteme podle vztahu:

$$T_v = \frac{V_c \cdot 10}{P_{zs} \cdot N_{zs} \cdot K_{zs}} \quad [\text{h}]$$

kde je:

V_c - celkový objem výkopu ochranné stavby [m^3],

P_{zs} - je výkon živé síly (jednoho pracovníka) za 10 hodin práce v normálních podmínkách.

N_{zs} - počet pracovníků (aby byla ochranná stavba vybudována musí být minimální počet pracovníků $N_{zs} \geq 1$),

K_{zs} - je celkový koeficient ovlivňující výkonnost pracovníků.





Při budování ochranných staveb mechanizačními prostředky je nutno dobu potřebnou na budování rozdělit na dvě části :

- část prováděnou mechanizačními prostředky T_{str} ,
- část na ruční dokončení T_r .

$$T_c = T_{str} + T_r \quad [h]$$

Dobu potřebnou na práci mechanizačních prostředků v případě hloubení stavebních jam pro pohotovostní okopy a úkryty vypočte podle vztahu:

$$T_{str} = \frac{V_{str}}{P_{str}} \cdot K_{str} \quad [h]$$

kde:

- | | |
|-----------|---|
| V_{str} | - je objem výkopu mechanizačním prostředkem [m ³], |
| P_{str} | - je výkon daného mechanizačního prostředku [m ³ .h ⁻¹], |
| K_{str} | - je celkový koeficient ovlivňující výkonnost techniky. |



Kalkulace budování komplexu ochranných staveb

P.č.	Název objektu	Počet	Objem výkopu	Celkový objem výkopu	Objem strojní práce	Budování					
						Technika (předem)			Osoby (dobudování)		
	Celkový objem strojní práce										
	W_{si}										
	M_i					x_i	V_i	W_{ci}	V_{str} i	KN	AR
ks / m		m ³	m ³	m ³	V_j			m ³	dv	Celke m dv	
1.											
2.											
.											
.											
n											
Celkem praporní obvaziště				Σ		Σ	Σ	Σ		Σ	Σ
Počet techniky (osob) na budování						Y_1	Y_2	Y_3	%	y	T_r [dv]
Výkon techniky (taktický) v m ³ .h ⁻¹						P_{s1}	P_{s2}	P_{s3}			
Opravný koeficient K (součin maximálně tří koeficientů)						K_{str}			K_{zs}		
Doba trvání práce v hodinách						T_{s1}	T_{s2}	T_{s3}	T_r [h]		
						T'_s					





Závěr