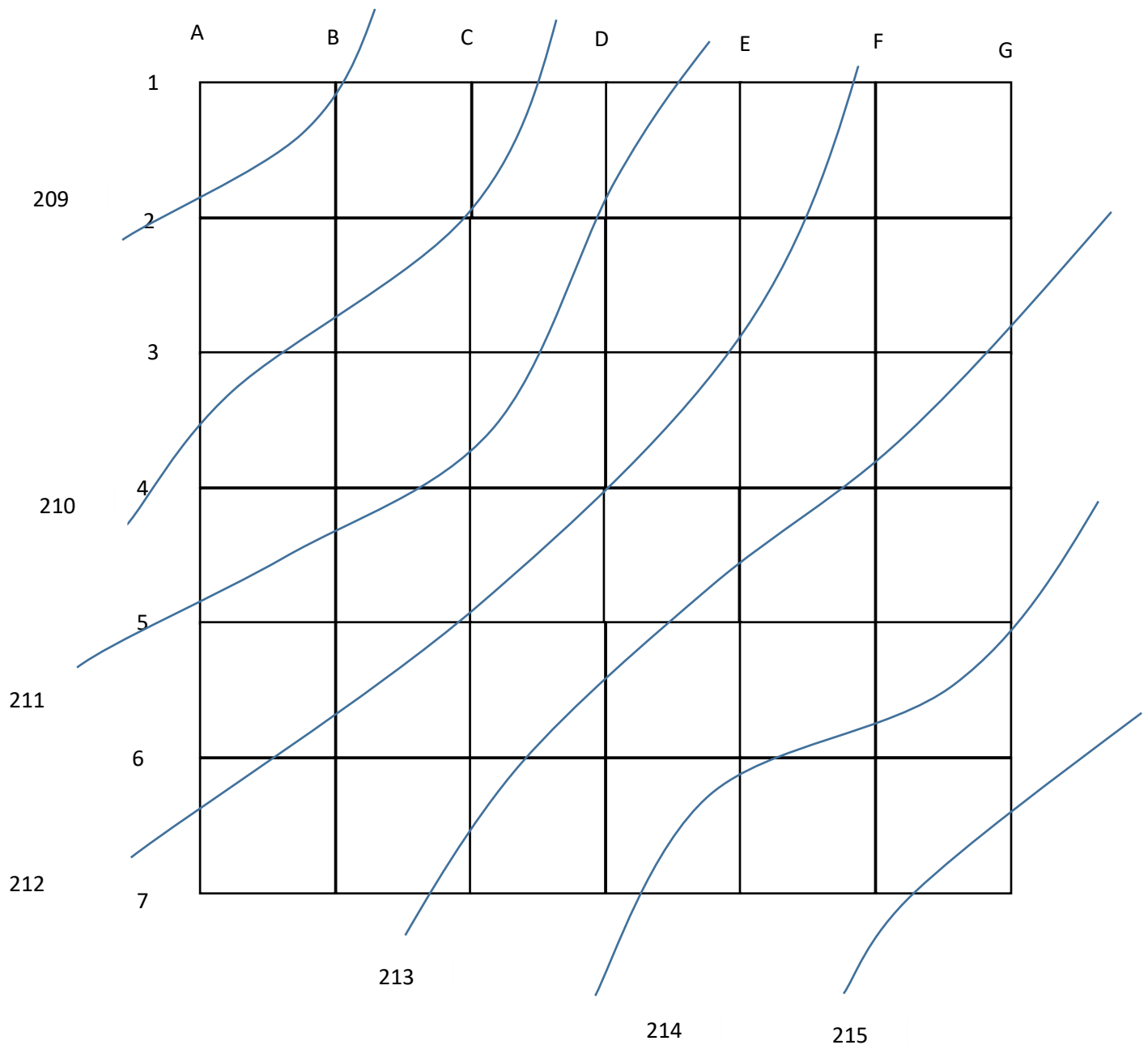


## Roboty ziemne

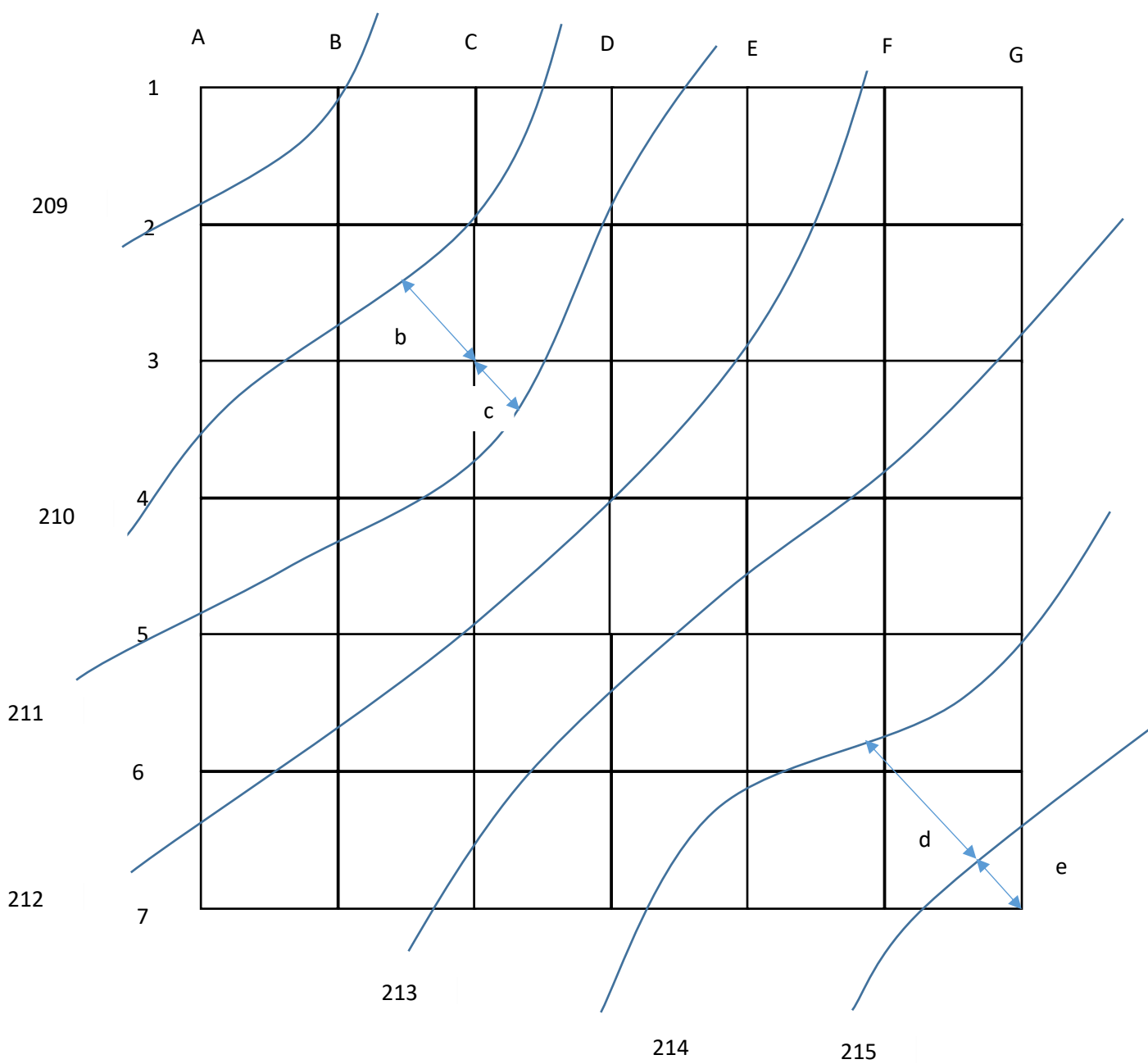
1. Proszę na temacie narysować warstwy i opisać je co 1m. Rzędne warstw dowolne. Będziemy wykorzystywać wysokości względne.



2. Proszę obliczyć rzędne wszystkich wierzchołków od A1 do G7 metodą interpolacji. Bok małego kwadratu należy przyjąć:  $a = 20$  m. Rzędna C3 jest równa:

$$H_{C3} = 210 + \frac{b}{b+c} (211 - 210) [m]$$

Obliczeń dokonujemy z dokładnością do 1 cm.

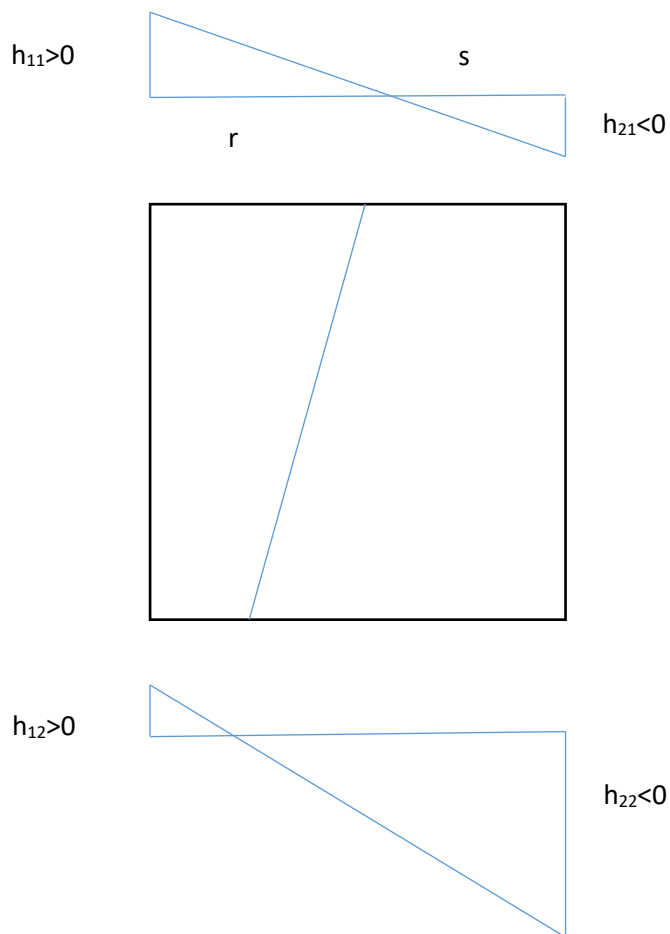


W przypadku np.  $H_{G7}$  to metoda ekstrapolacji, a rzędna wierzchołka wynosi:

$$\frac{(215 - 214)}{d} = \frac{(H_{G7} - 214)}{(d + e)}$$

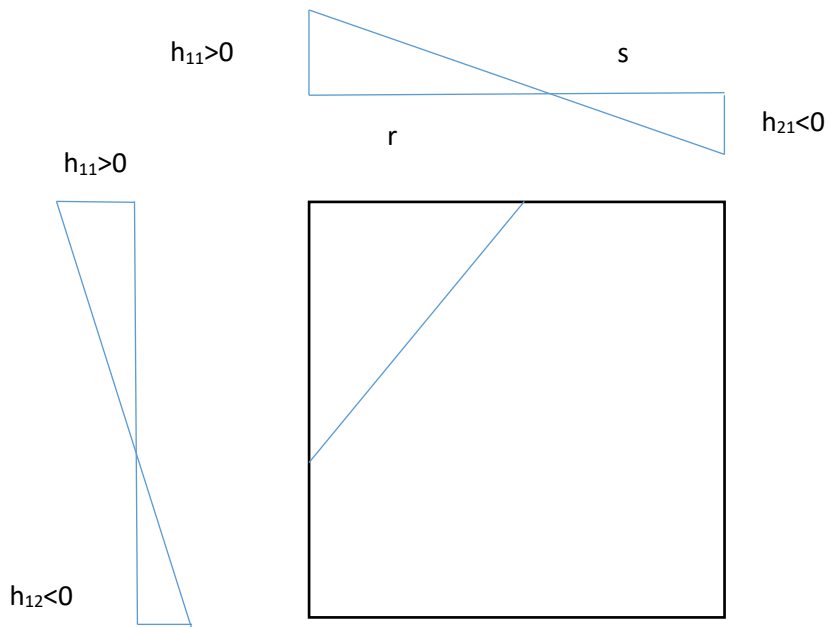
Proszę przyjąć rzędną niwelety  $H_N$  tak, aby na części placu budowy (cały duży kwadrat) były wykopy (tzn.  $H_{ij} - H_N > 0$ ) oraz na części nasypy (tzn.  $H_{ij} - H_N < 0$ ). Dla każdego narożnika należy obliczyć różnicę rzędnych:  $h_{ij} = H_i - H_N$ , gdzie  $i$  – numer kolumny (od A do G),  $j$  – numer wiersza (1 ... 7).

- Należy wyznaczyć linię rozgraniczającą wykopy i nasypy. Wykorzystywana jest metoda interpolacji. Przykładowy kwadrat:



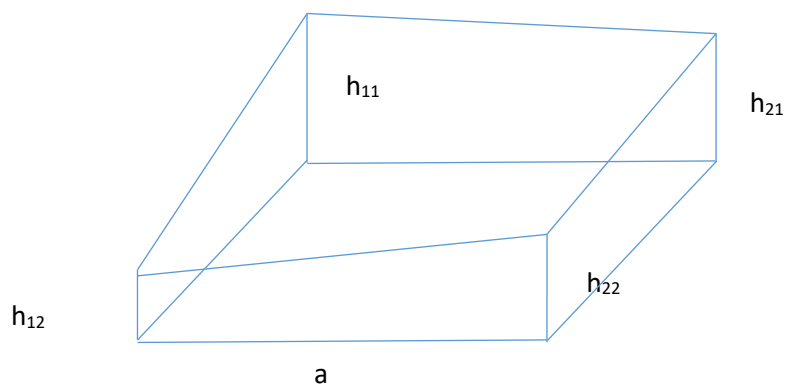
$$r + s = a$$

$$\frac{h_{11}}{r} = \frac{h_{21}}{s}$$



#### 4. Obliczanie ilości robót ziemnych.

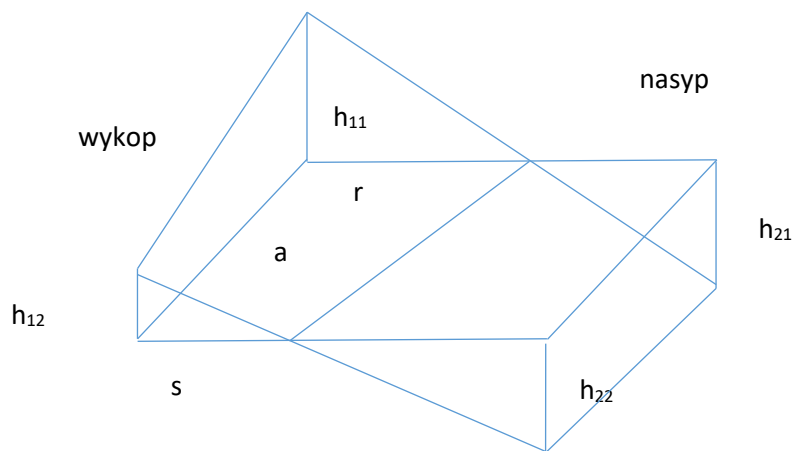
Przypadek I. Kwadrat „czysty”



Objętość wykopu (nasypu):

$$V_{W(N)} = \frac{1}{4} a^2 (h_{11} + h_{21} + h_{22} + h_{12})$$

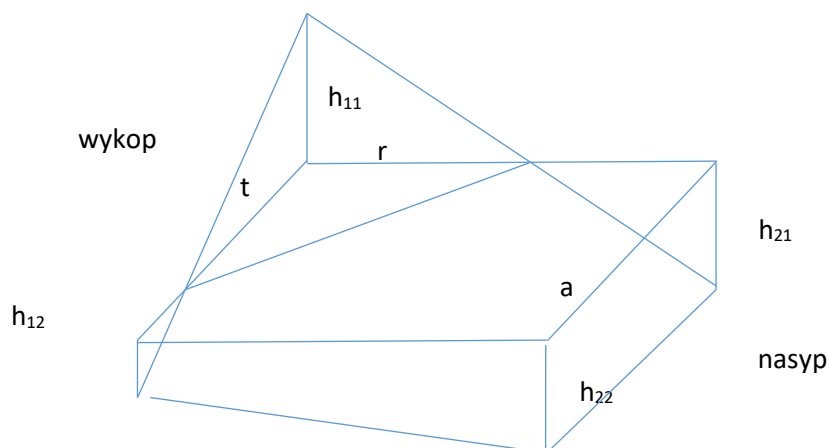
Przypadek II.



$$V_w = \frac{1}{4} (h_{11} + h_{12}) \cdot a \cdot \frac{1}{2} (r + s)$$

Analogicznie obliczyć należy objętość nasypu.

Przypadek III.



Objętość wykopu (ostrosłup)

$$V_{W(N)} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} h_{11} \cdot r \cdot t$$

Objętość bryły pod pięciokątem:

$$V_{W(N)}^P = \left( a^2 - \frac{1}{2} r \cdot t \right) \cdot \frac{(h_{21} + h_{22} + h_{12})}{5}$$

Kategoria gruntu*	Rodzaj gruntu	Gęstość objętościowa [kg/m <sup>3</sup> ]	Współczynnik spulchnienia gruntu $S_p$	Przeciętne spulchnienie po odspojeniu od pierwotnej objętości [%]	Współczynnik spulchniania gruntu w trakcie jego urabiania i transportu	Współczynnik spulchniania gruntu po jego zagęszczeniu lub długotrwałym osiadaniu gruntu uprzednio spulchnionego
I	Piasek suchy i mało wilgotny	1,6	1,05÷1,17	5÷15	1,080÷1,017	1,010÷1,025
	Gleba uprawna	1,2		5÷15	1,15÷1,25	1,02÷1,03
	Torf bez korzeni	0,8÷1,0		20÷30	1,20÷1,30	1,03÷1,04
II	Piasek wilgotny	1,7	1,10÷1,20	15÷25	1,10÷1,20	1,010÷1,025
	Piasek gliniasty, pył i lessy wilgotne twardoplastyczne	1,8		15÷25	1,12÷1,20	1,010÷1,025
	Gleba z korzeniami o średnicy do 30 mm	1,3		15÷25	1,15÷1,25	1,02÷1,03
	Torf z korzeniami o średnicy do 30 mm	1,1		20÷30	1,20÷1,30	1,03÷1,04
	Nasyp piaszczysty z zanieczyszczeniami	1,8		15÷25	1,12÷1,20	1,010÷1,025
	Żwir o wymiarach do 25 mm (bez spoiwa)	1,7		15÷25	1,08÷1,15	1,010÷1,025
III	Piasek gliniasty, pył i lessy mało wilgotne półzwarne	1,9	1,10÷1,25	20÷30	1,10÷1,20	1,02÷1,03
	Gleba z korzeniami o średnicy ponad 30 mm	1,4		20÷30	1,20÷1,30	1,02÷1,03
	Torf z korzeniami o średnicy ponad 30 mm	1,3		20÷30	1,20÷1,30	1,03÷1,04
	Nasyp zleżały z piasku gliniastego, pyłu i lessu z gruzem, tłuczniem lub odpadkami drewna	1,9		20÷30	1,15÷1,25	1,02÷1,03

Kategoria gruntu *	Rodzaj gruntu	Gęstość objętościowa [kg/m <sup>3</sup> ]	Współczynnik spulchnienia gruntu $S_{\varphi}$	Przeciętne spulchnienie po odspojeniu od pierwotnej objętości [%]	Współczynnik spulchniania gruntu w trakcie jego urabiania i transportu	Współczynnik spulchniania gruntu po jego zagęszczeniu lub długotrwałym osiadaaniu gruntu uprzednio spulchnionego
III	Żwir mało spoisty, rumosz skalny zwietrzelinowy z otoczkami o wymiarach do 40 mm	1,8	1,10÷1,25	20÷30	1,25÷1,35	1,04÷1,06
	Gлина, glina zwięzła i ility wilgotne, twardeplastyczne i plastyczne, bez głązów	2,0		20÷30	1,20÷1,30	1,03÷1,05
IV	Less suchy zwarty	2,0	1,25÷1,35	25÷35	1,28÷1,33	1,09÷1,12
	Nasyp zleżały z gliny lub ilitu z gruzem, tłuczniami i odpadkami drewna lub głązami o masie do 25 kg, stanowiącymi do 10% objętości gruntu	1,95		25÷35	1,20÷1,30	1,05÷1,10
	Gлина, glina zwięzła i ility mało wilgotne, półzwarte i zwarte	2,0		25÷35	1,28÷1,33	1,09÷1,12
	Gлина zwałowa z głązami do 50 kg stanowiącymi do 10% objętości gruntu	2,1		25÷35	1,28÷1,33	1,08÷1,12
	Gruz ceglany i rumowisko z blokami do 50 kg	1,75		25÷35	1,03÷1,35	1,10÷1,15
	Hołupek miękki	2,0		25÷35	1,30÷1,35	1,10÷1,15
	Rumosz wietrzelinowy o wymiarach do 90 mm	2,0		25÷35	1,25÷1,35	1,04÷1,06
	Grube otoczaki o wymiarach do 90 mm z głązami o masie do 10 kg	1,9		25÷35	1,25÷1,35	1,04÷1,06

Nachylenie skarp zawsze należy przyjmować na podstawie obliczeń stateczności skarpy – uproszczenie na potrzeby ćwiczenia projektowego.

Na podstawie rodzaju gruntu należy przyjąć bezpieczne pochylenie skarp wykopów trwałych w gruntach spoistych – tablica 1.

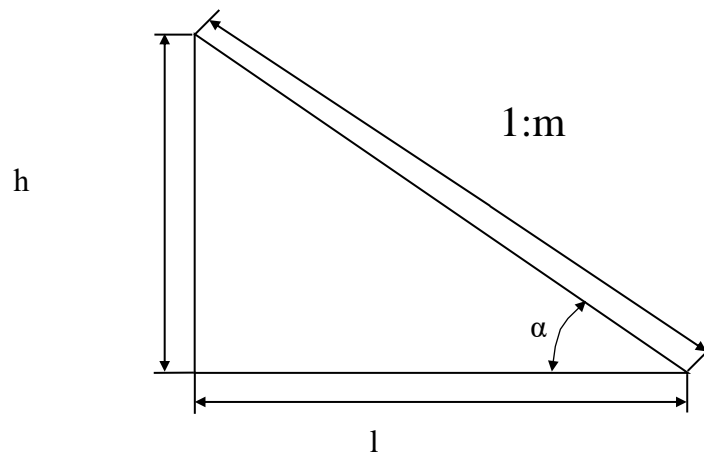
Tab. 1. Kąty nachylenia zboczy wykopów różnych wysokości w gruntach spoistych oraz wskaźnikowe parametry do obliczeń stateczności wykopów [Instrukcja ITB Nr 427/2007 : Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych]

Grunty <sup>1)</sup>	Wyso- kość skarpy	Nachyle- nie wykopu	Nachyle- nie nasypu	Wskaźnik plastycz- ności	Gęstość objęto- ściowa		
	<i>h</i> m	– –	– –	<i>I<sub>p</sub></i> –	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi$ stopnie	<i>c</i> kN/m <sup>2</sup>
Piaski iłaste (clSa)	0 – 3 3 – 6	1:1,25 1:1,6	1:1,6 1:2	< 0,10	18	25	5 <sup>2)</sup>
Piaski pyłaste (siSa)	6 – 9 9 – 12	1:1,75 1:1,9	1:2,2 1:2,3				
Pyły (Si)	12 – 15	1:2	1:2,4				
Gliny (sasiCl) (sisaCl)	0 – 3 3 – 6 6 – 9 9 – 12 12 – 15	1:1,25 1:1,25 1:1,4 1:1,6 1:1,7	1:1,25 1:1,6 1:1,8 1:1,9 1:2	od 0,10 do 0,20	19	25	10 <sup>2)</sup>  5 <sup>3)</sup>
Iły pyłaste i piaszczyste (siCl), (saCl)	0 – 3 3 – 6 6 – 9 9 – 12 12 – 15	1:1,25 1:1,25 1:1,25 1:1,7 1:2	1:1,25 1:1,7 1:2,1 1:2,4 1:2,5	od 0,20 do 0,30	20	17,5	20 <sup>2)</sup>  10 <sup>3)</sup>
Iły (Cl)	0 – 3 3 – 6 6 – 9 9 – 12 12 – 15	1:1,25 1:1,25 1:1,25 1:1,5 1:2	1:1,25 1:1,4 1:2,6 1:3,2 1:3,5	> 0,30	20	10	35 <sup>2)</sup>  17,5 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> nazwy gruntów wg normy [18]  
<sup>2)</sup> wartości dotyczące wykopów  
<sup>3)</sup> wartości dotyczące nasypów



## Zasada określania kąta pochylenia skarp nasypów i wykopów

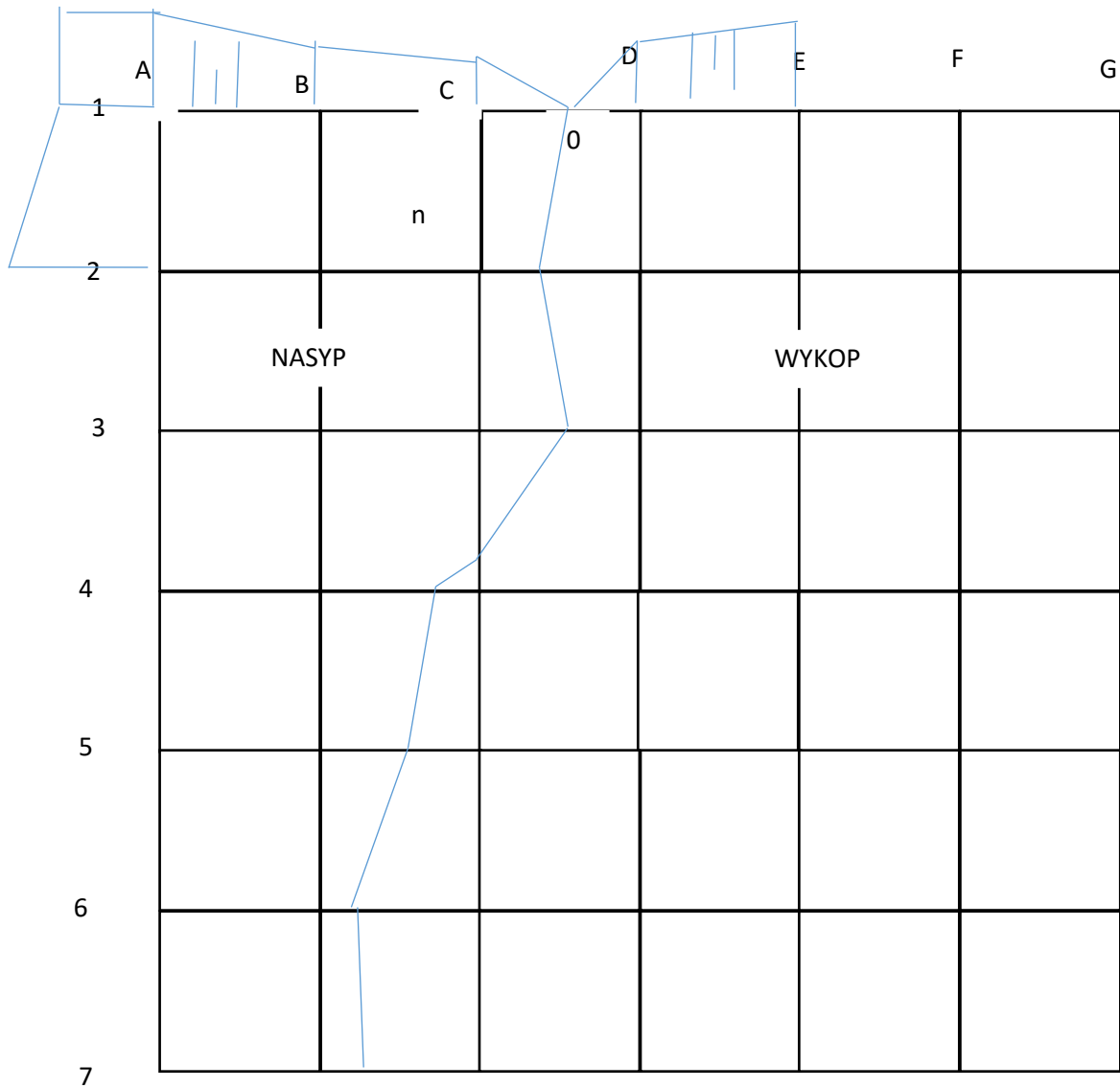


$h$  – wysokości skarpy nasypu

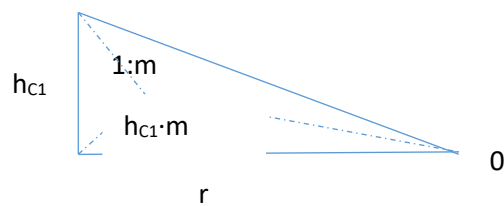
(głębokość wykopu)

$l$  – rzut skarpy na płaszczyznę poziomą

$m$  – stosunek rzutu poziomego skarpy do jej rzutu pionowego

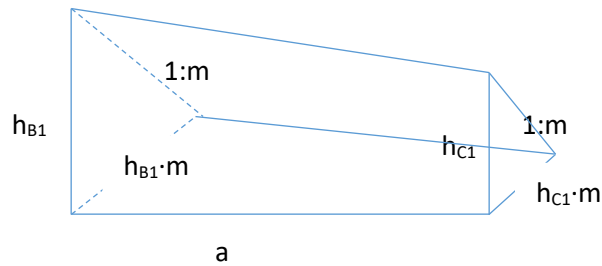


Skarpa C1-0 to ostrosłup.



$$V_{W(n)} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} h_{c1} \cdot m \cdot h_{c1} \cdot r = \frac{1}{6} h_{c1}^2 \cdot m \cdot r$$

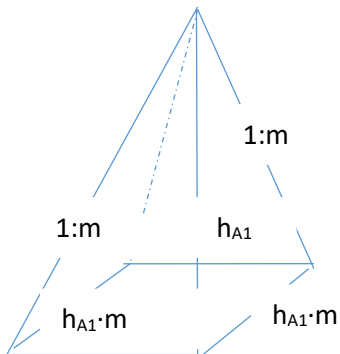
## Skarpa C1-B1



Objętość to 0,5 (pole trójkąta 1 + pole trójkąta 2) pomnożone przez wysokość  $a$

$$V_{W(N)} = \frac{1}{4} (h_{C1}^2 + h_{C1}^2) \cdot m \cdot a$$

Skarpa przy wierzchołku A1 to ostrosłup o wysokości  $h_{A1}$  i podstawie kwadratu



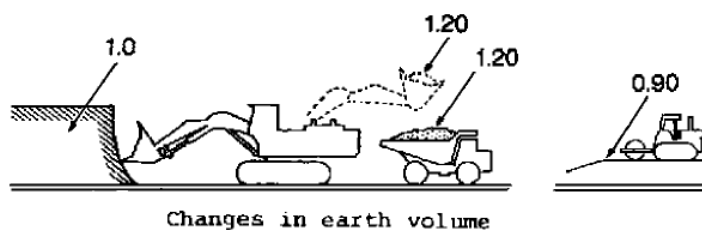
$$V_{W(N)} = \frac{1}{3} h_{A1}^3 \cdot m^2$$

## 6. Tabela. Bilans mas ziemnych

KWADRATY							
Lp.	Numer kwadratu	Wysokości	Ilość robót	Grunt rodzimy	Grunt zagęszczony	Grunt spalchniony	
1	A1 A2 B2 B1	$h_{A1}$ $h_{A2}$ $h_{B2}$ $h_{B1}$	Obliczenia i szkice (wynik)	Objętość wykopów W [m <sup>3</sup> ]	Objętość nasypów N [m <sup>3</sup> ]	Objętość wykopów W [m <sup>3</sup> ]	Objętość nasypów N [m <sup>3</sup> ]

			z dokładnością do 1 m <sup>3</sup> )				
...							
36	F6 F7 G7 F7						
SKARPY							
	Numer skarpy	Wysokości	Ilość robót	W [m <sup>3</sup> ]	N [m <sup>3</sup> ]		
				Suma wykopów	Suma nasypów	Suma wykopów	Suma nasypów

Grunt może być w stanach: rodzimym, spulchnionym i zagęszczonym (w nasypie).



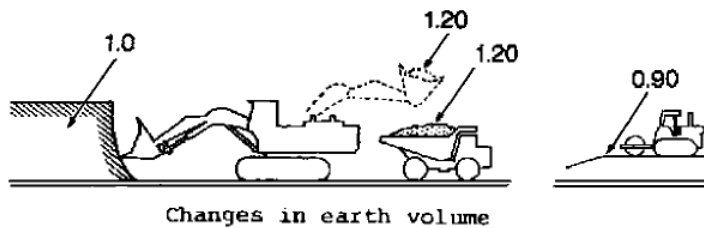
Tablica 20

Przeciętne wartości współczynników spistości gruntu  $f$

Lp	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Wartości współczynników spistości gruntu ( $f$ ) w przeliczeniu na objętość w stanie		
			rodzimym	spulchnionym	zagęszczonym
1	Grunty sypkie	rodzimy	1,00	1,11	0,95
		spulchniony	0,90	1,00	0,86
		zagęszczony	1,05	1,17	1,00
2	Grunty średnio zwarte	rodzimy	1,00	1,25	0,90
		spulchniony	0,80	1,00	0,72
		zagęszczony	1,11	1,39	1,00
3	Grunty mocno zwarte	rodzimy	1,00	1,43	0,90
		spulchniony	0,70	1,00	0,63
		zagęszczony	1,11	1,59	1,00
4	Grunty kamieniste	rodzimy	1,00	1,67	—
		spulchniony	0,60	1,00	—
		zagęszczony	—	—	—

Wykopy i nasypy należy sprowadzić do gruntu spulchnionego (obliczenia zostały wykonane w gruncie rodzimym).

Proszę zwrócić uwagę, że nasypy obliczane są w gruncie zagęszczonym (współczynnik 0,9 w stosunku do gruntu rodzimego), a wykopy w gruncie rodzimym.



Z tego wynika, że objętości wykopów należy pomnożyć przez 1,2. A nasypy podzielić przez 0,9 (grunt rodzimy) i pomnożyć przez 1,2. Wówczas oba wyniki (nasypy i wykopy) będą mierzone gruntem nasywowym.

Dla konkretnego przypadku należy skorzystać z bezpośrednio z tabeli 20. Dla gruntu mocno zwartego:

1 m<sup>3</sup> wykopu to 1,43 m<sup>3</sup> gruntu spulchnionego,

1 m<sup>3</sup> nasypu to 1,59 m<sup>3</sup> gruntu spulchnionego.