

Technologia robót budowlanych

dr inż. Sebastian Olesiak

Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki

Pokój 309, pawilon A-1 (poddasze)

e-mail: olesiak@agh.edu.pl

WWW <http://home.agh.edu.pl/olesiak>

Technologia robót budowlanych

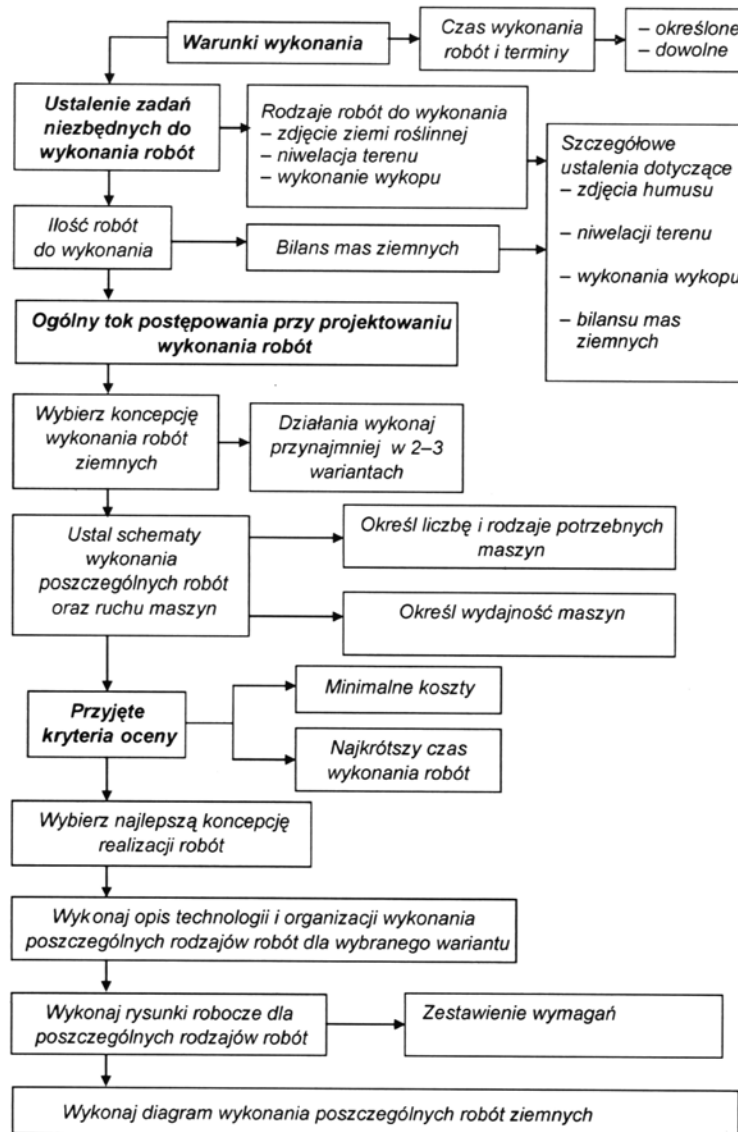
Roboty ziemne

**Ogólny tok postępowania przy projektowaniu
technologii i organizacji robót ziemnych**

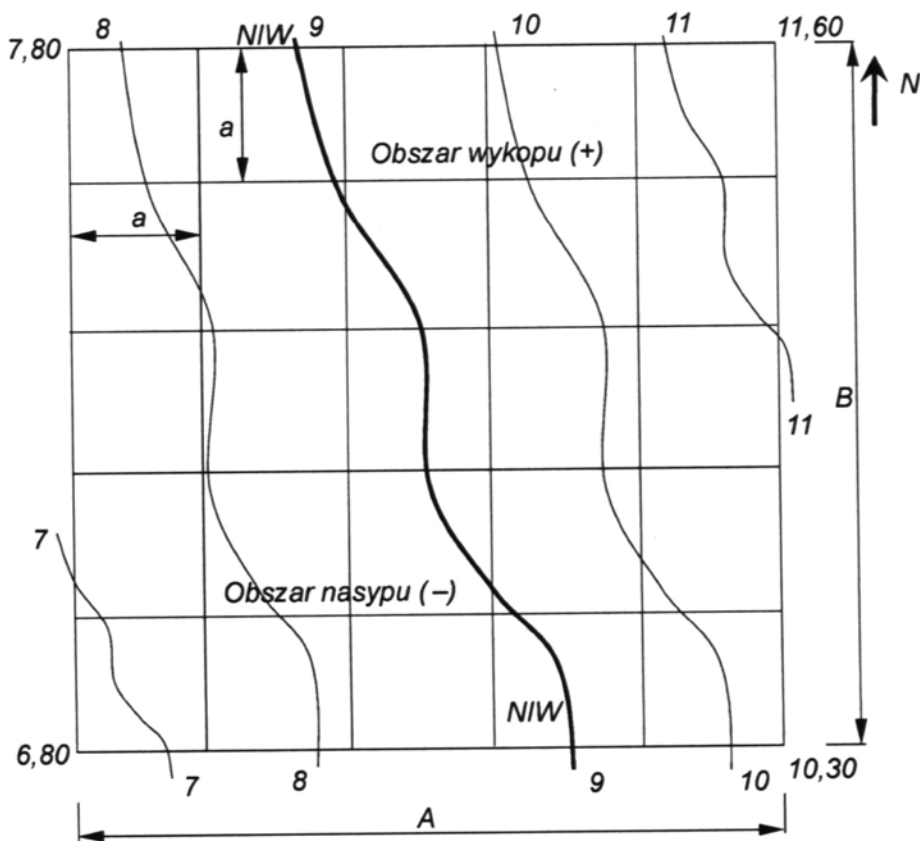
Zdjęcie warstwy organicznej

Niwelacja terenu – metoda kwadratów

Ogólny schemat projektowania technologii i organizacji robót ziemnych



Określenie ilości zdejmowanej ziemi roślinnej

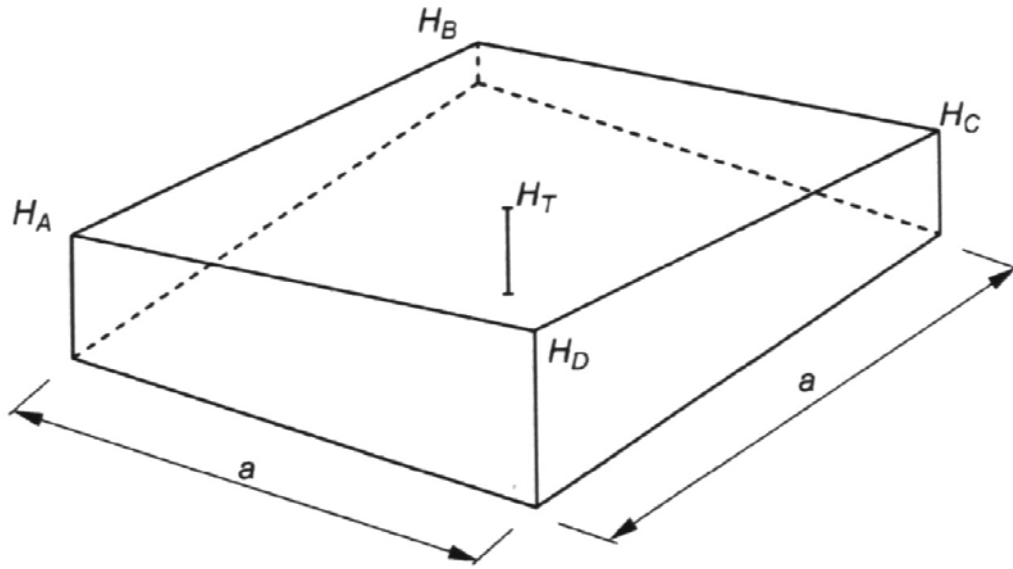


$$V_{hum} = P_{hum} \cdot h_{hum} [m^3]$$

$$P_{hum} = A \cdot B [m^2]$$

- V_{hum} – objętość ziemi roślinnej, m^3
 P_{hum} – pole powierzchni działki (AB), m^2
 h_{hum} – grubość warstwy ziemi roślinnej, m
 A, B – wymiary działki, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „czysty”



$$V_N = a^2 \cdot (H_T - NIW) [m^3] (-)$$

$$V_W = a^2 \cdot (H_T - NIW) [m^3] (+)$$

$$H_T = \frac{H_A + H_B + H_C + H_D}{4} [m]$$

V_N – objętość gruntu w nasypie, m^3

V_W – objętość gruntu w wykopie, m^3

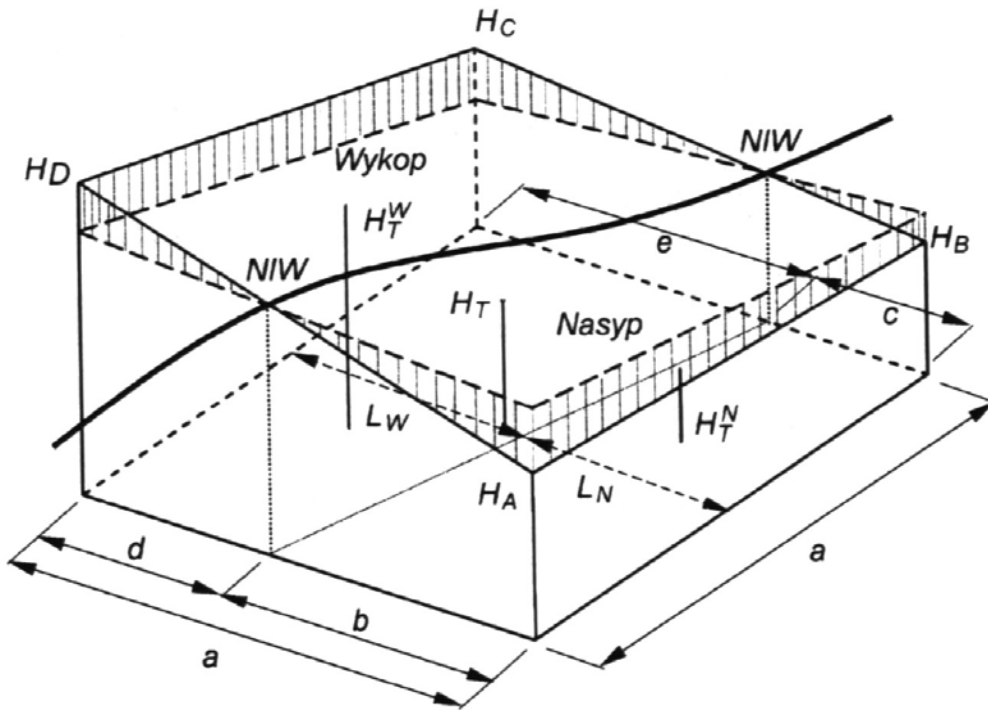
a – bok rozpatrywanego kwadratu, m

NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m

H_T – średnia rzędna w środku danego kwadratu, m

$H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków danego kwadratu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”



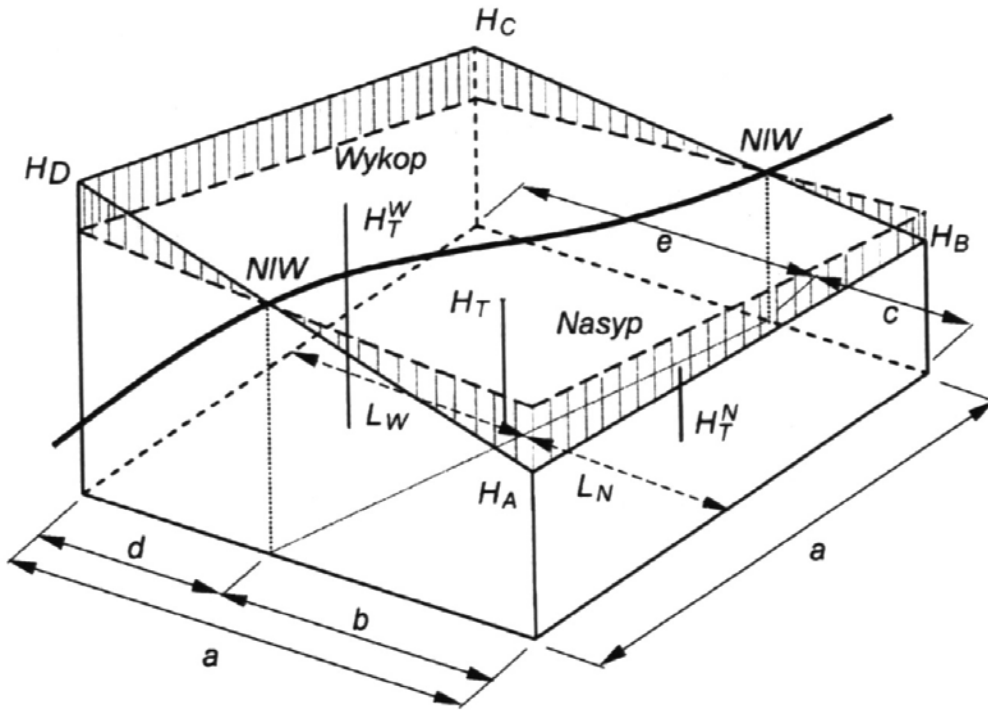
$$V_N = a \cdot L_N \cdot (H_T^N - NIW) [m^3] (-)$$

$$L_N = \frac{b + c}{2} [m]$$

$$H_T^N = \frac{H_A + H_B + 2 \cdot NIW}{4} [m]$$

- V_N – objętość gruntu w nasypie, m^3
- a – bok rozpatrywanego kwadratu, m
- NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m
- L_N – średnia szerokość nasypu, m
- H_T^N – średnia rzędna w środku rozpatrywanego nasypu, m
- $H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”



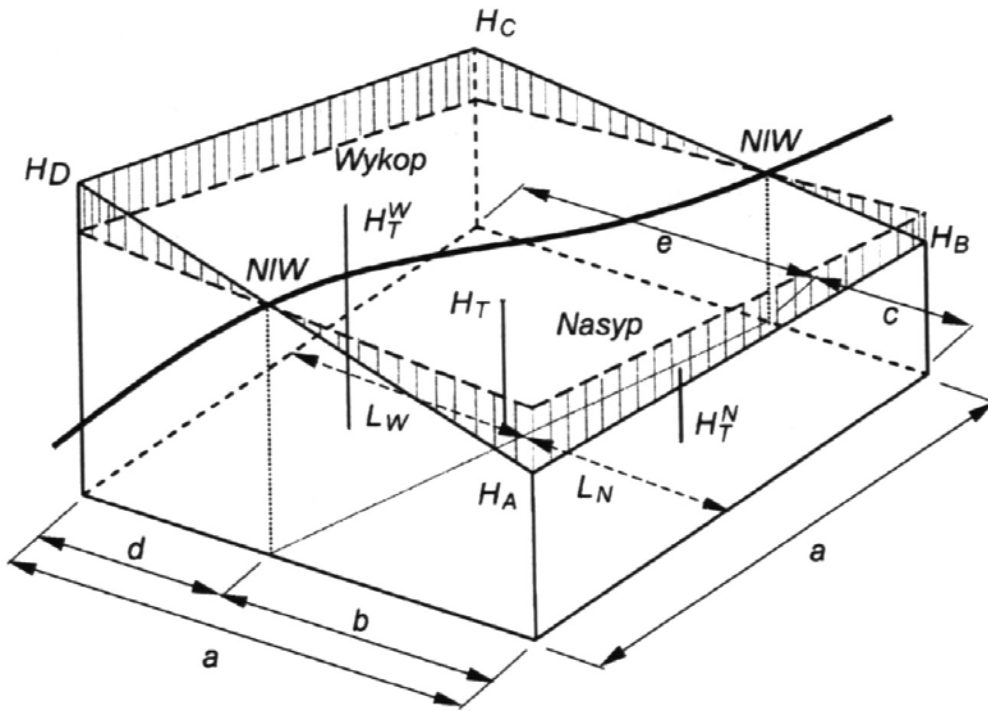
$$V_W = a \cdot L_W \cdot (H_T^W - NIW) [m^3] (+)$$

$$L_W = \frac{d + e}{2} [m]$$

$$H_T^W = \frac{H_C + H_D + 2 \cdot NIW}{4} [m]$$

- V_W – objętość gruntu w wykopie, m^3
- a – bok rozpatrywanego kwadratu, m
- NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m
- L_W – średnia szerokość wykopu, m
- H_T^W – średnia rzędna w środku rozpatrywanego wykopu, m
- $H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”



$$h_A = H_A - NIW, \quad h_B = H_B - NIW$$

$$h_D = H_D - NIW, \quad h_C = H_C - NIW$$

$$d = \frac{a \cdot h_D}{h_D + h_A}, \quad e = \frac{a \cdot h_C}{h_C + h_B}$$

$$b = a - d, \quad c = a - e$$

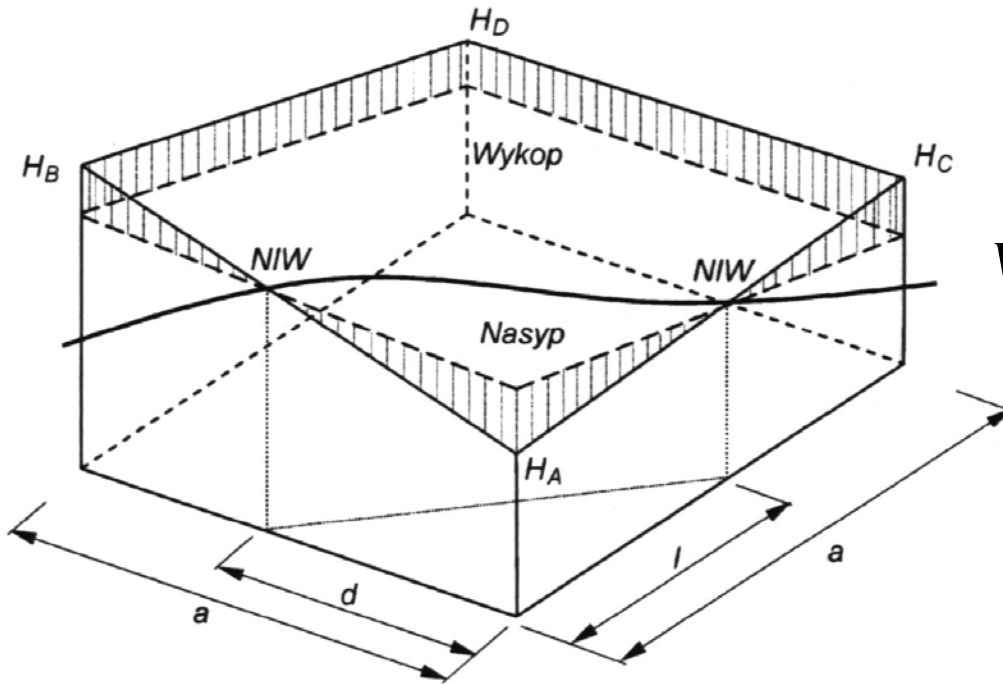
$h_{A...D}$ – rzędne robocze wykopu lub nasypu po usunięciu humusu, m

$H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratu, m

a – bok rozpatrywanego kwadratu, m

NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m

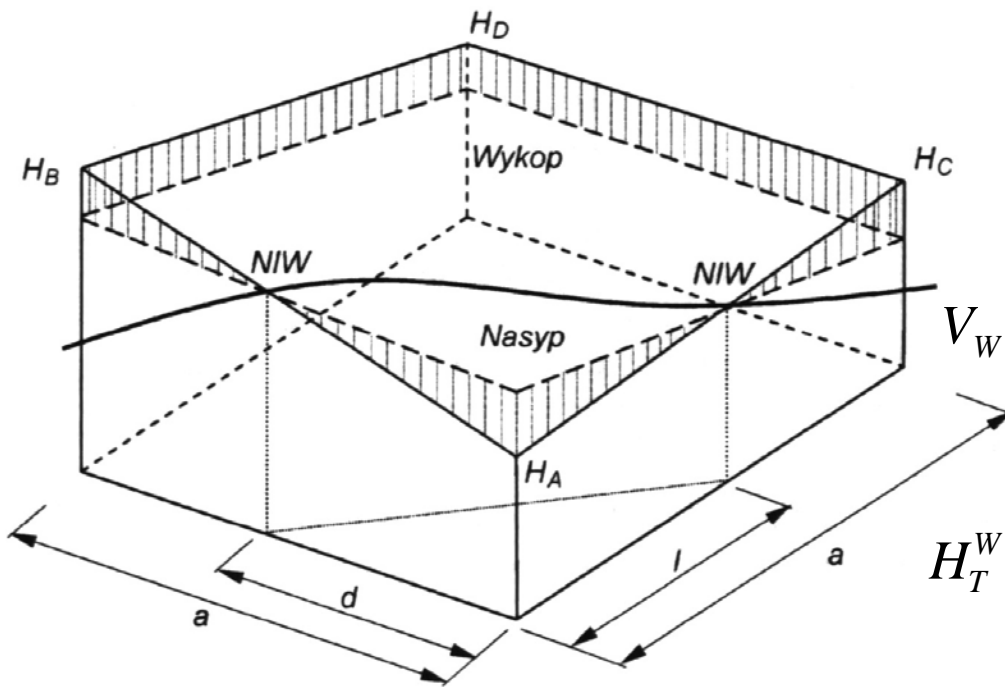
Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”



$$V_N = \frac{1}{3} \left[\frac{1}{2} \cdot d \cdot l \cdot (H_A - NIW) \right] [m^3] (+)$$

- V_N – objętość gruntu w nasypie, m^3
 d, l – długości boków oddzielonych niweletą, m
 NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m
 $H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”

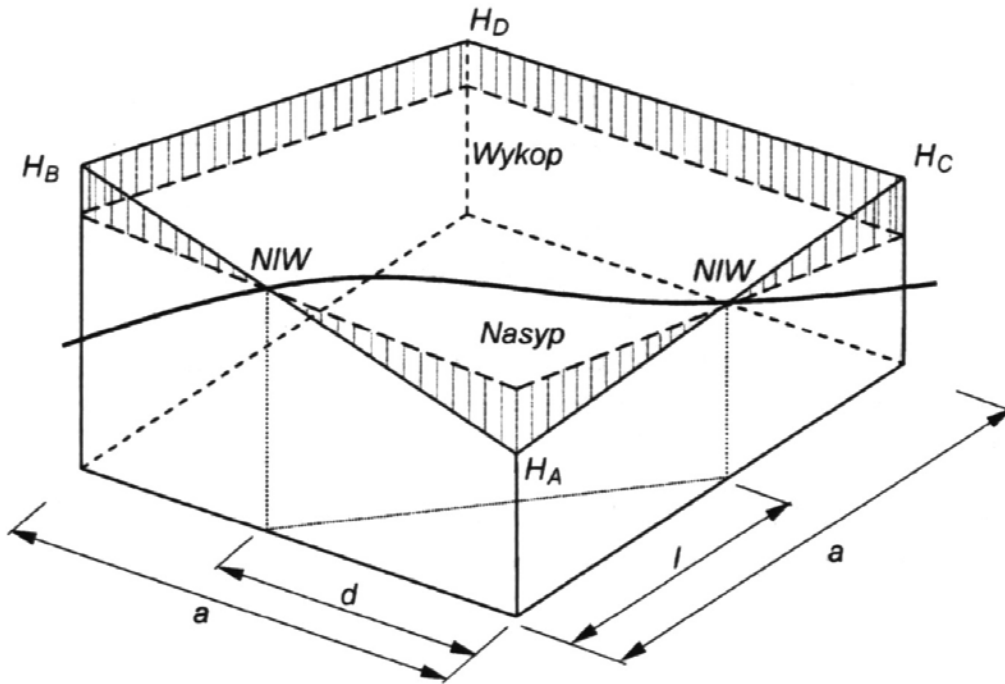


$$V_W = \left(a^2 - \frac{1}{2} \cdot d \cdot l \right) \cdot (H_T^W - NIW) [m^3] (+)$$

$$H_T^W = \frac{H_B + H_C + H_D + 2 \cdot NIW}{5} [m]$$

- V_W – objętość gruntu w wykopie, m^3
- d, l – długości boków oddzielonych niweletą, m
- NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m
- H_T^W – średnia rzędna w środku rozpatrywanego wykopu, m
- $H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”



$$V_W = V_R - V_N [m^3] (+)$$

$$V_R = a^2 \cdot h_T [m^3] (+)$$

$$h_T = \frac{h_A + h_B + h_C + h_D}{4} [m]$$

V_W – objętość gruntu w wykopie, m^3

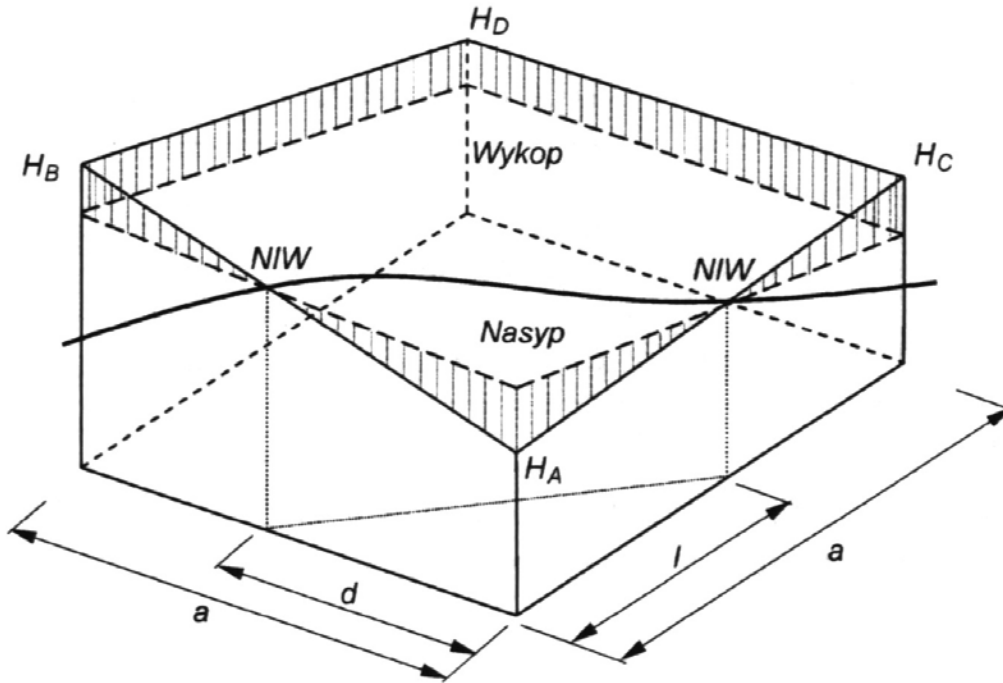
V_R – objętość robocza gruntu, m^3

V_N – objętość gruntu w nasypie, m^3

h_T – średnia rzędna robocza, m

$h_{A...D}$ – rzędne robocze wykopu lub nasypu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – kwadrat „mieszany”



$$h_A = H_A - NIW, \quad h_B = H_B - NIW$$

$$h_D = H_D - NIW, \quad h_C = H_C - NIW$$

$$d = \frac{a \cdot h_A}{h_A + h_B},$$

$$l = \frac{a \cdot h_A}{h_A + h_C}$$

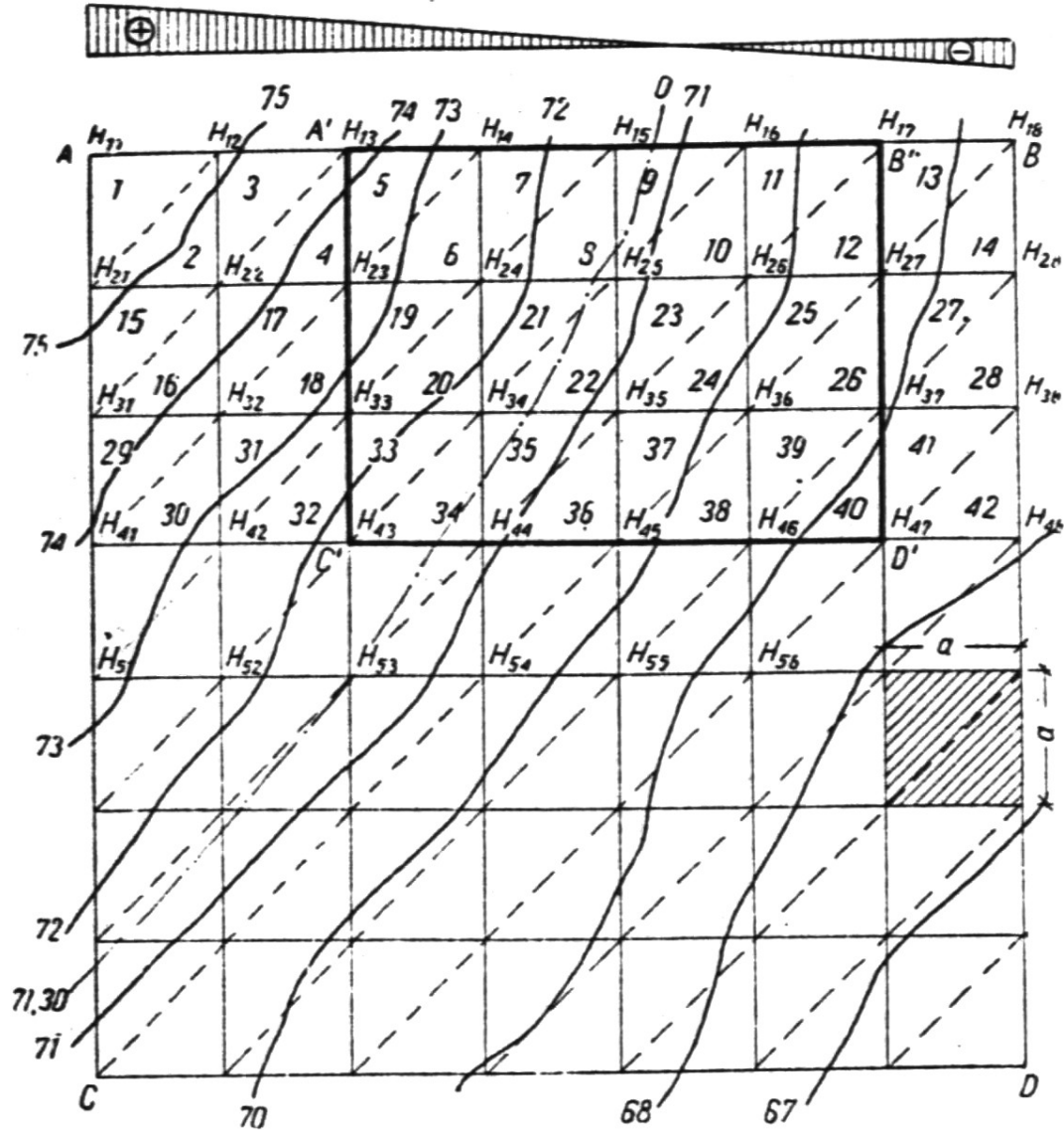
$h_{A...D}$ – rzędne robocze wykopu lub nasypu, m

$H_{A...D}$ – rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratu, m

a – bok rozpatrywanego kwadratu, m

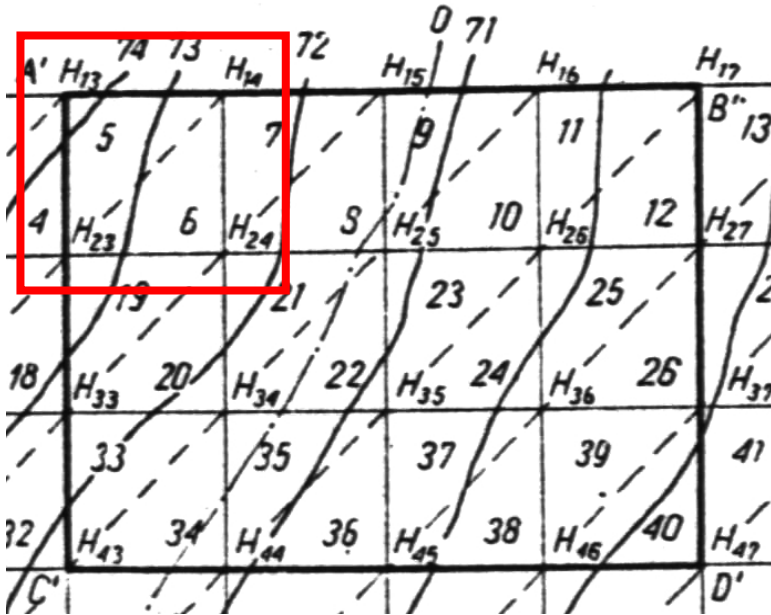
NIW – rzędna niwelety po zdjęciu humusu, m

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) - przykład



Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Wykop – kwadrat „czysty”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{13} = 74.15 \text{ m}$$

$$H_{14} = 72.75 \text{ m}$$

$$H_{23} = 73.50 \text{ m}$$

$$H_{24} = 72.40 \text{ m}$$

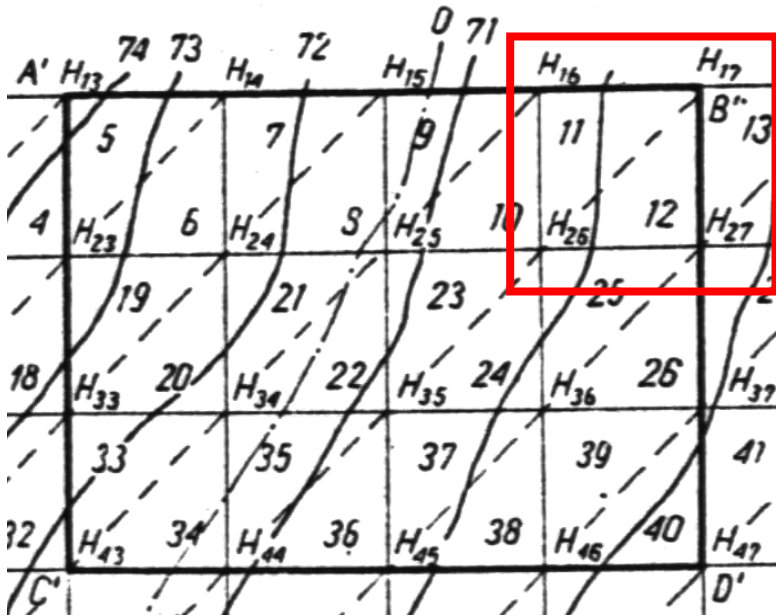
Obliczenia:

$$H_T^W = (74.15 + 72.75 + 73.50 + 72.40) / 4 = 73.20 \text{ [m]}$$

$$V_W = 50^2 \cdot (73.20 - 71.30) = + 4750.00 \text{ [m}^3\text{]}$$

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Nasyp – kwadrat „czysty”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{16} = 70.30 \text{ m}$$

$$H_{17} = 69.50 \text{ m}$$

$$H_{26} = 70.20 \text{ m}$$

$$H_{27} = 69.30 \text{ m}$$

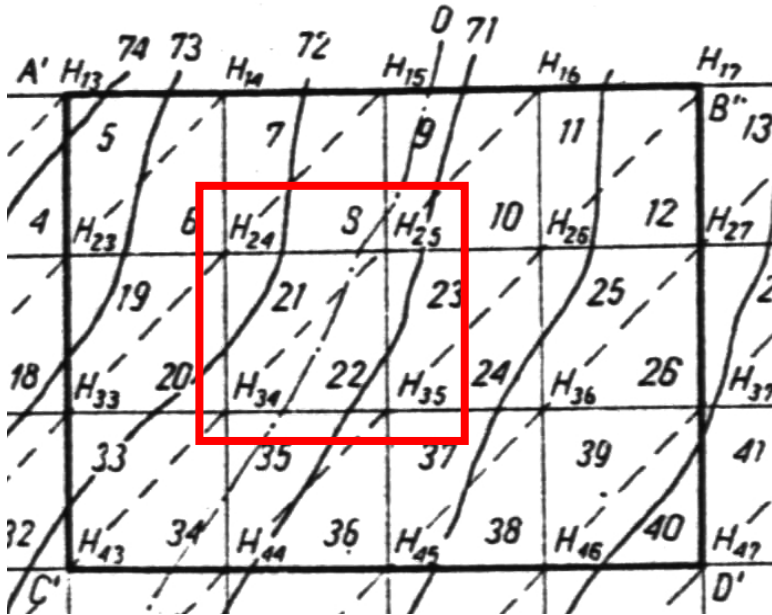
Obliczenia:

$$H_T^N = (70.30 + 69.50 + 70.20 + 69.30) / 4 = 69.825 \text{ [m]}$$

$$V_N = 50^2 \cdot (69.825 - 71.30) = -3687.50 \text{ [m}^3\text{]}$$

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Wykop – kwadrat „mieszany”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{24} = 72.40 \text{ m} \quad H_{25} = 71.25 \text{ m}$$

$$H_{34} = 71.85 \text{ m} \quad H_{35} = 70.85 \text{ m}$$

$$h_{24} = 1.10 \text{ m} \quad h_{25} = -0.05 \text{ m}$$

$$h_{34} = 0.55 \text{ m} \quad h_{35} = -0.45 \text{ m}$$

Obliczenia:

$$e = a \cdot h_{24} / (h_{24} + h_{25}) = 50 \cdot 1.10 / (1.10 + 0.05) = 47.83 \text{ [m]}$$

$$d = a \cdot h_{34} / (h_{34} + h_{35}) = 50 \cdot 0.55 / (0.55 + 0.45) = 27.50 \text{ [m]}$$

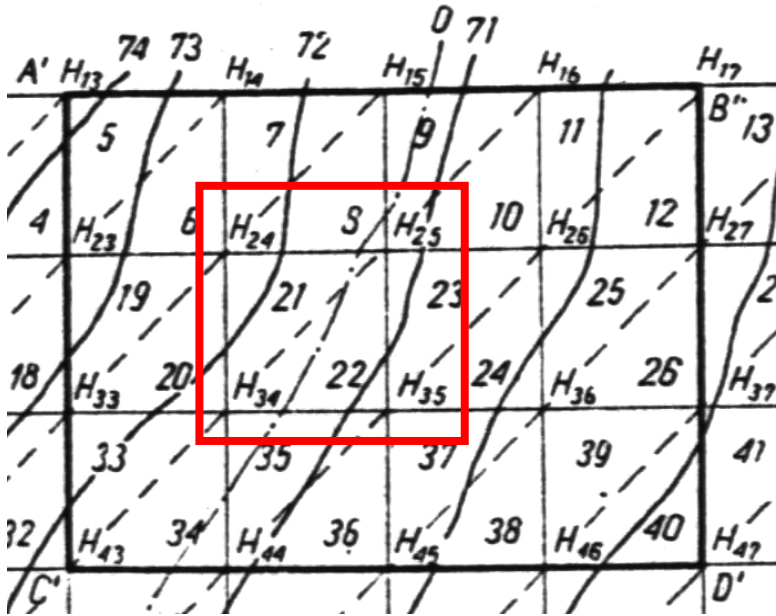
$$L_W = (47.83 + 27.50) / 2 = 37.67 \text{ [m]}$$

$$H_T^W = (72.40 + 71.85 + 2 \cdot 71.30) / 4 = 71.71 \text{ [m]}$$

$$V_W = 50 \cdot 37.67 \cdot (71.71 - 71.30) = + 772.24 \text{ [m}^3\text{]}$$

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Nasyw – kwadrat „mieszany”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{24} = 72.40 \text{ m} \quad H_{25} = 71.25 \text{ m}$$

$$H_{34} = 71.85 \text{ m} \quad H_{35} = 70.85 \text{ m}$$

$$h_{24} = 1.10 \text{ m} \quad h_{25} = -0.05 \text{ m}$$

$$h_{34} = 0.55 \text{ m} \quad h_{35} = -0.45 \text{ m}$$

Obliczenia:

$$c = a - e = 50 - 47.83 = 2.17 \text{ [m]}$$

$$b = a - d = 50 - 27.50 = 22.50 \text{ [m]}$$

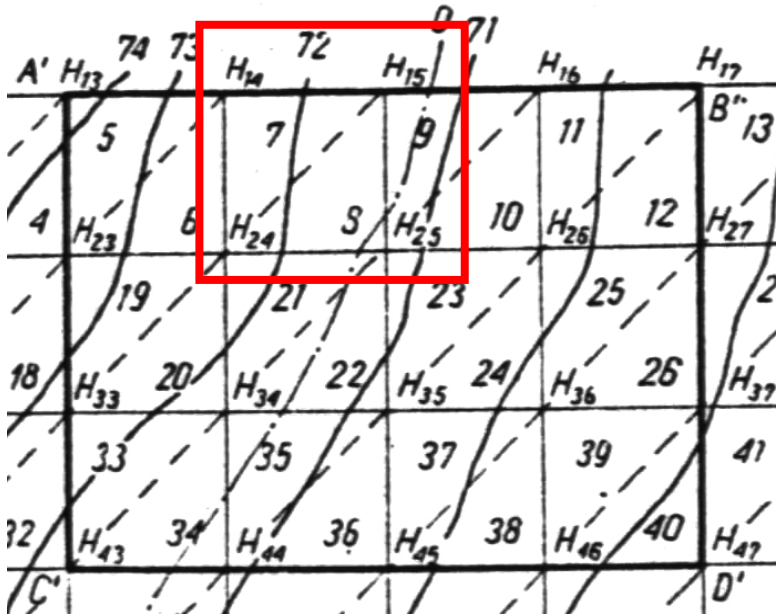
$$L_N = (2.17 + 22.50) / 2 = 12.335 \text{ [m]}$$

$$H_T^N = (71.25 + 70.85 + 2 \cdot 71.30) / 4 = 71.18 \text{ [m]}$$

$$V_N = 50 \cdot 12.335 \cdot (71.18 - 71.30) = -74.01 \text{ [m}^3\text{]}$$

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Nasyw – kwadrat „mieszany”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{14} = 72.75 \text{ m} \quad H_{15} = 71.50 \text{ m}$$

$$H_{24} = 72.40 \text{ m} \quad H_{25} = 71.25 \text{ m}$$

$$h_{14} = 1.45 \text{ m} \quad h_{15} = 0.20 \text{ m}$$

$$h_{24} = 1.10 \text{ m} \quad h_{25} = -0.05 \text{ m}$$

Obliczenia:

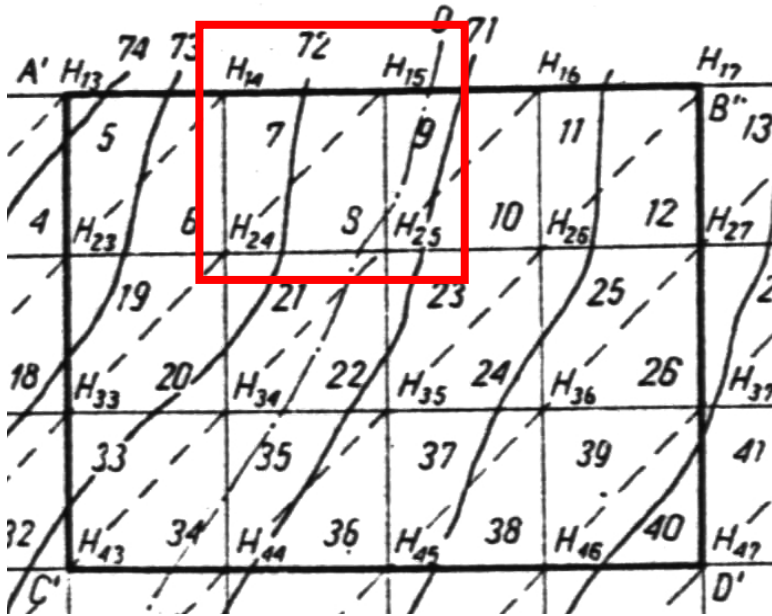
$$d = a \cdot h_{25} / (h_{25} + h_{24}) = 50 \cdot 0.05 / (0.05 + 1.10) = 2.17 \text{ [m]}$$

$$l = a \cdot h_{25} / (h_{25} + h_{15}) = 50 \cdot 0.05 / (0.05 + 0.20) = 10.0 \text{ [m]}$$

$$V_N = 1/3 \cdot [1/2 \cdot 2.17 \cdot 10.0 \cdot (71.25 - 71.30)] = -0.18 \text{ [m}^3\text{]}$$

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Wykop – kwadrat „mieszany”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{14} = 72.75 \text{ m} \quad H_{15} = 71.50 \text{ m}$$

$$H_{24} = 72.40 \text{ m} \quad H_{25} = 71.25 \text{ m}$$

$$h_{14} = 1.45 \text{ m} \quad h_{15} = 0.20 \text{ m}$$

$$h_{24} = 1.10 \text{ m} \quad h_{25} = -0.05 \text{ m}$$

Obliczenia:

$$d = 50 \cdot 0.05 / (0.05 + 1.10) = 2.17 \text{ [m]}$$

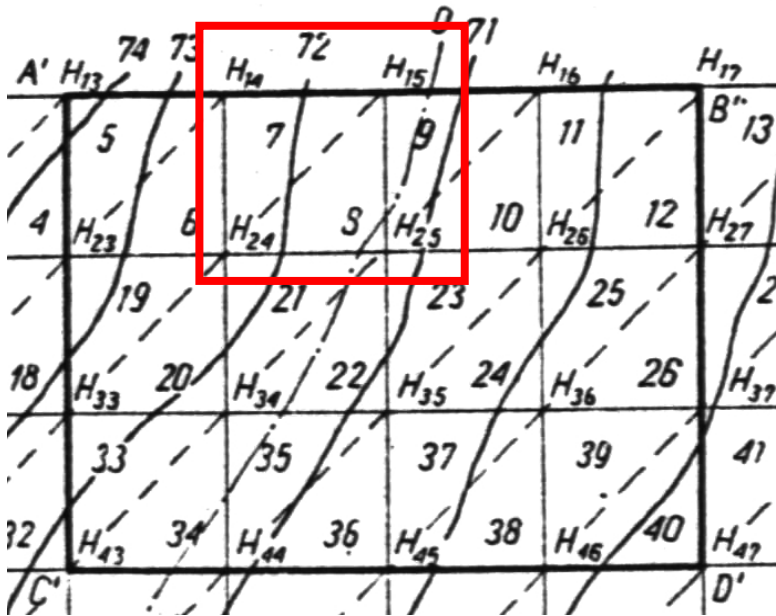
$$l = 50 \cdot 0.05 / (0.05 + 0.20) = 10.0 \text{ [m]}$$

$$H_T^W = (72.75 + 71.50 + 72.40 + 2 \cdot 71.30) / 5 = 71.85 \text{ [m]}$$

$$V_W = (50^2 - 1/2 \cdot 2.17 \cdot 10.0) \cdot (71.85 - 71.30) = + 1369.03 \text{ [m}^3\text{]}$$

Określenie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów) – przykład

Wykop – kwadrat „mieszany”



Dane:

$$a = 50 \text{ m}$$

$$NIW = 71.30 \text{ m}$$

$$H_{14} = 72.75 \text{ m} \quad H_{15} = 71.50 \text{ m}$$

$$H_{24} = 72.40 \text{ m} \quad H_{25} = 71.25 \text{ m}$$

$$h_{14} = 1.45 \text{ m} \quad h_{15} = 0.20 \text{ m}$$

$$h_{24} = 1.10 \text{ m} \quad h_{25} = -0.05 \text{ m}$$

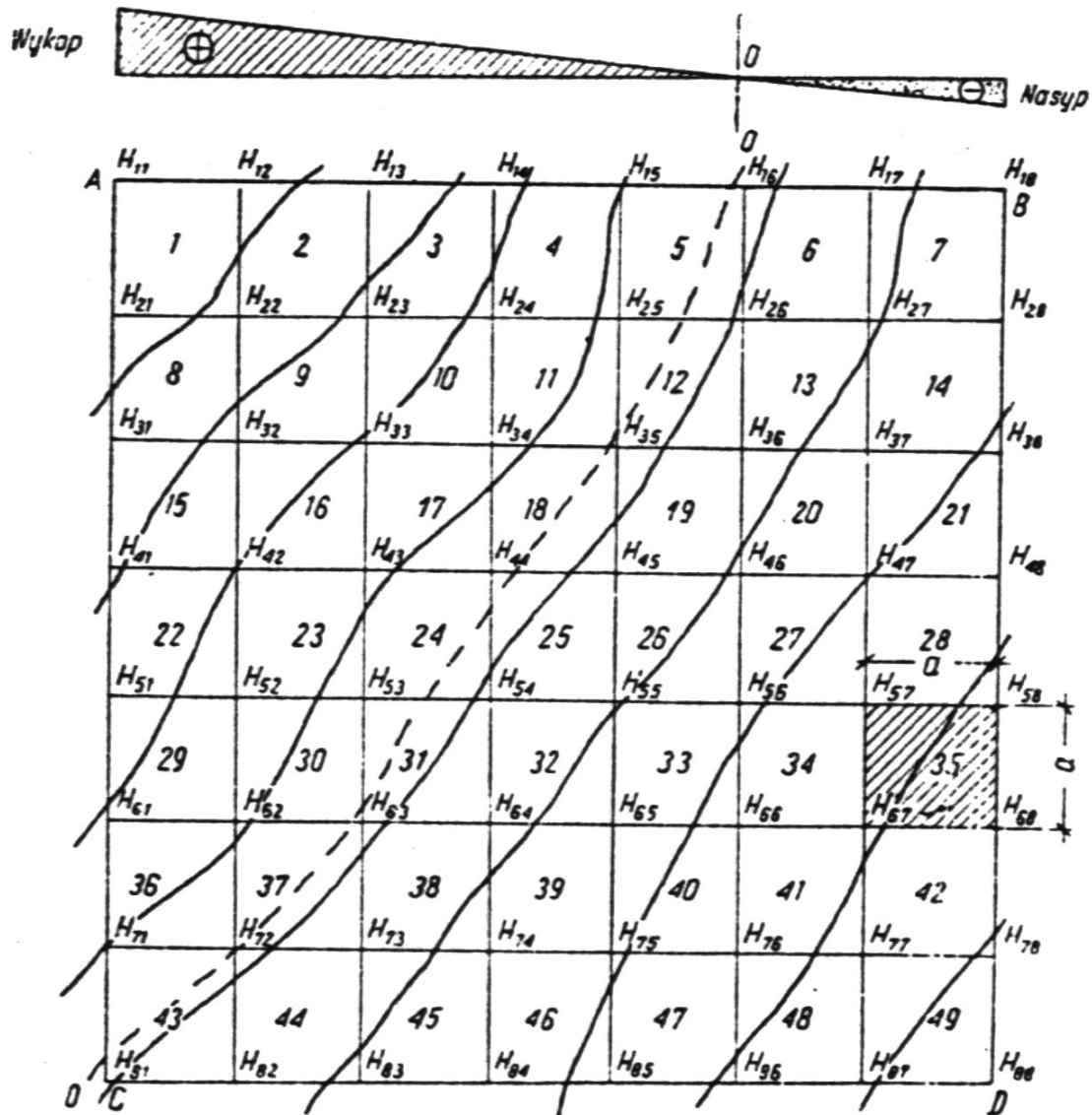
Obliczenia:

$$h_T = (1.45 + 0.20 + 1.10 - 0.05) / 4 = 0.675 \text{ [m]}$$

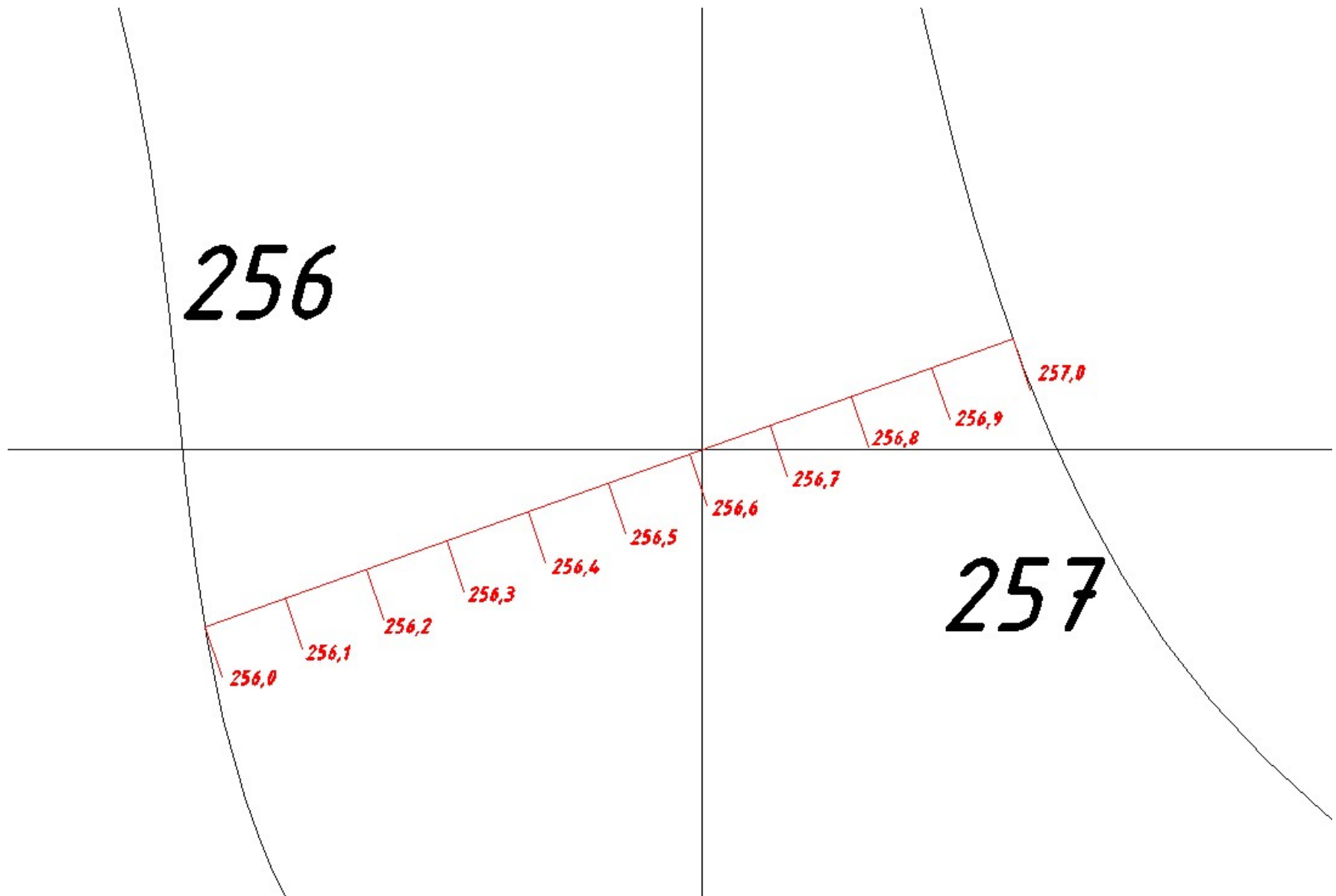
$$V_R = 50^2 \cdot 0.675 = + 1687.50 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_W = 1687.50 - (-0.18) = + \mathbf{1687.68 \text{ [m}^3\text{]}}$$

Przygotowanie mapy do obliczeń (metoda kwadratów)



Przygotowanie mapy do obliczeń (metoda kwadratów)



Zestawienie ilości niwelowanego gruntu (metoda kwadratów)

Numer kwadratu	Bok <i>a</i> [m]	Rzędne poszczególnych wierzchołków kwadratów [m n.p.m]				Rzędna niwelety <i>NIW</i> [m n.p.m.]	Objętość nasypu V_N [m ³] (-)	Objętość wykopu V_W [m ³] (+)
		<i>H_{ij}</i>	<i>H_{ij}</i>	<i>H_{ij}</i>	<i>H_{ij}</i>			
1								
2								
...								
...								
...								
n								
						$\Sigma V_N =$	$\Sigma V_W =$	

Literatura

1. Dyżewski A. – Technologia i organizacja budowy. Arkady
2. Rowiński L. – Technologia zmechanizowanych robót budowlanych. PWN
3. Lenkiewicz W., Michnowski Z. – Roboty budowlane. PWSZ
4. Martinek W. – Technologia robót budowlanych. OWPW
5. Martinek W., Książek M., Jackiewicz-Rek W. – Technologia robót budowlanych. Ćwiczenia projektowe. OWPW
6. Głazewski M., Nowocień E., Piechowicz K. – Roboty ziemne i rekultywacyjne w budownictwie komunikacyjnym. WKiŁ