



**Instytut Geologii,  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu**

**BUDOWNICTWO OGÓLNE**

**z ELEMENTAMI MATERIAŁOZNAWSTWA**

**cz.3**

# **BUDOWNICTWO ZIEMNE**

## **ćwiczenia projektowe**

<http://pgiig.home.amu.edu.pl/materialy-dla-studentow/>

**prof. UAM, dr hab. inż. Jędrzej Wierzbicki**

**Pracownia Geologii Inżynierskiej i Geotechniki**

**p. 251, e-mail: [jwi@amu.edu.pl](mailto:jwi@amu.edu.pl)**

## **BO (BZ): CEL I WYMAGANIA**

**CEL** – zapoznanie się ze sposobem bilansowania mas ziemnych, zasadami doboru sprzętu oraz jego pracy na budowie.

**PROJEKT** – przygotowanie opracowania w formie projektu technologiczno-organizacyjnego wykonania robót ziemnych.

### **ZAWARTOŚĆ MERYTORYCZNA PROJEKTU :**

1. Charakterystyka i warunki realizacji budowy.
2. Identyfikacja ilościowa robót ziemnych.
3. Koncepcja realizacji poszczególnych robót ziemnych.

# BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU

## STRONA TYTUŁOWA



Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych  
Instytut Geologii

### PROTOKÓŁ Z ĆWICZEŃ

**Budownictwo ogólne – BUDOWNICTWO ZIEMNE**

Ćwiczenie numer: 1

Temat: PROJEKT TECHNOLOGICZNO-ORGANIZACYJNY  
WYKONANIA ROBÓT ZIEMNYCH

Ćwiczenie wykonali : .....

.....

.....

Studia dzienne I-go stopnia (inżynierskie)

Kierunek: Geologia

Specjalność: Geologia inżynierska z elementami geotechniki

Semestr IV

Prowadzący ćwiczenie: dr hab. prof. UAM Jędrzej Wierzbicki

.....  
OCENA [-]

14.04.2016  
Data wydania tematu

.....  
Data oddania protokołu

.....  
Data i podpis prowadzącego

© Jędrzej Wierzbicki

# **BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU**

## **SPIS ZAWARTOŚCI**

### **KARTA TEMATU**

#### **A. CZĘŚĆ TEKSTOWO-OBLICZENIOWA**

#### **B. CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

# BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU

## KARTA TEMATU

### KARTA TEMATU

Studia dzienne I-go stopnia (inżynierskie)  
Kierunek: Geologia  
Specjalność: Geologia inżynierska z elementami geotechniki  
Semestr IV

Budownictwo ogólne - **BUDOWNICTWO ZIEMNE**

Wykonawcy:

Zadanie: Przygotować projekt technologiczno-organizacyjny wykonania robót ziemnych zgodnie z podaną specyfikacją, na podstawie poniższych danych:

1. Wymiary działki do niwelacji	$l_d = \dots\dots\dots [m]$ $w_d = \dots\dots\dots [m]$ $A_d = \dots\dots\dots [m^2]$
2. Lokalizacja działki	<ul style="list-style-type: none"><li>• naroże w punkcie A</li><li>• przecina linię robót zerowych</li></ul>
3. Rzędna niwelety	$h_{prz} = \dots\dots\dots [m \text{ npm}]$
4. Bok siatki	$a = \dots\dots\dots [m]$
Liczba oczek siatki	$n = \dots\dots\dots [-]$
5. Profil gruntu	Kategoria odspojenia:
<hr/>	
6. Wymiary budynku	$l_b = \dots\dots\dots [m]$ $w_b = \dots\dots\dots [m]$ $A_b = \dots\dots\dots [m^2]$
7. Lokalizacja budynku	<ul style="list-style-type: none"><li>• w wykopie</li><li>• co najmniej 10 m od granicy działki</li></ul>
8. Głębokość posadowienia budynku	$h_{pos} = \dots\dots\dots [m]$
9. Dane topograficzne	wg. załączonej mapy, arkusz nr. ....

# BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU

## A. CZĘŚĆ TEKSTOWO-OBLICZENIOWA

### 1. CHARAKTERYSTYKA I WARUNKI REALIZACJI BUDOWY

#### 1.1. Informacje o inwestycji

1.1.1. Lokalizacja

1.1.2. Inwestor

1.1.3. Charakterystyka inwestycji

1.1.4. Zakres robót ziemnych

1.1.5. Wymogi specjalne

## **BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU**

### **1.2. Warunki naturalne terenu robót**

1.2.1. Warunki topograficzne

1.1.2. Warunki biotyczne

1.1.3. Warunki geologiczne

1.1.4. Warunki hydrologiczne

1.1.5. Możliwości usytuowania zwałki/ukopu

### **1.3. Istniejące zagospodarowanie terenu robót**

## **BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU**

### **2. IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH**

**2.1.** Określenie ilości zdejmowanej ziemi roślinnej

**2.2.** Określenie ilości niwelowanego gruntu

**2.3.** Określenie objętości wykopu szerokoprzestrzennego

**2.4.** Określenie ilości gruntu do zasypania fundamentów

**2.5.** Bilans mas ziemnych

### **3. KONCEPCJE REALIZACJI POSZCZEGÓLNYCH ROBÓT ZIEMNYCH**

**3.1.** Dobór sprzętu

**3.2.** Organizacja pracy maszyn



## BO (BZ): ZAWARTOŚĆ PROJEKTU

### B. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- Mapa terenu w skali do celów projektowych:
  - topografia terenu
  - zakres powierzchniowy planowanych robót
  - podział na pola obliczeniowe
- Schematy organizacji pracy maszyn:
  - trasa maszyny
  - zakres powierzchniowy planowanych robót
  - wykop/nasyp, linia robót zerowych, zwałka, ukop

## BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

ZDEJMOWANIE  
HUMUSU

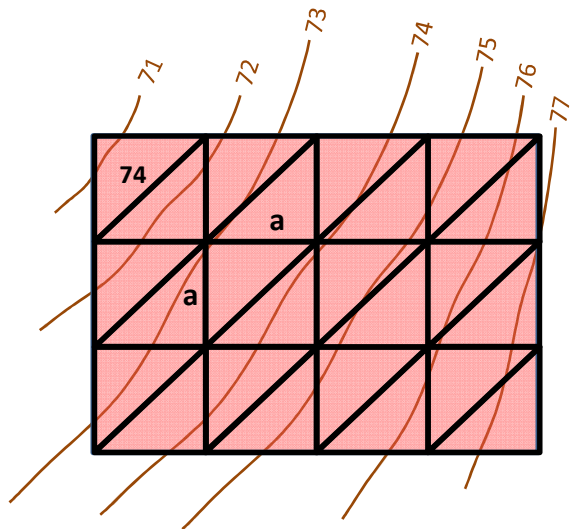
$$V_h = P \cdot g$$

$P$  – pole powierzchni zalegania humusu,  
 $g$  – miąższość warstwy humusu.

## BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

NIWELACJA  
TERENU

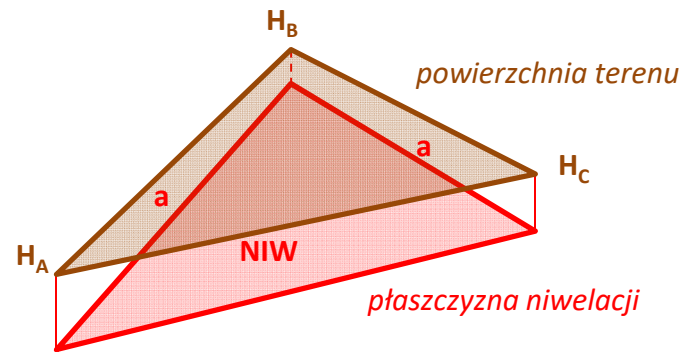
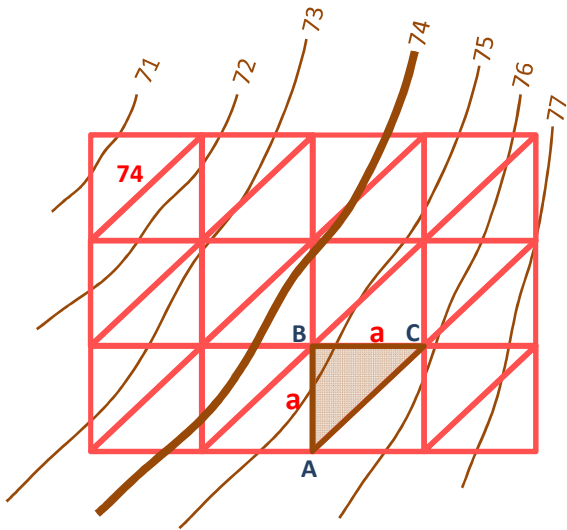
- metoda pryzm o podstawie trójkątnej



# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

## NIWELACJA TERENU

- metoda pryzm o podstawie trójkątnej

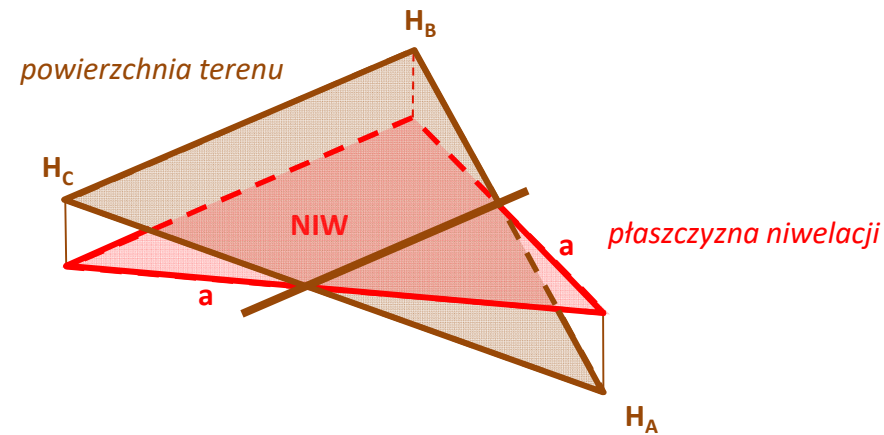
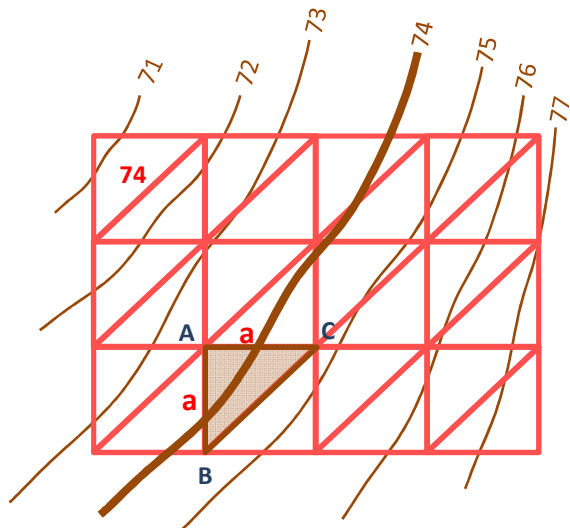


$$V_{n/w} = (H_A + H_B + H_C - 3NIW) \frac{a^2}{6}$$

# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

## NIWELACJA TERENU

- metoda pryzm o podstawie trójkątnej



$$V = V_{n+w} = (H_A + H_B + H_C - 3NIW) \frac{a^2}{6}$$

$$V_{n(w)} = \frac{|(H_A - NIW)^3|}{(|H_B - NIW| + |H_A - NIW|)(|H_C - NIW| + |H_A - NIW|)} \frac{a^2}{6}$$

$$V_{w(n)} = V - V_{n(w)}$$

# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

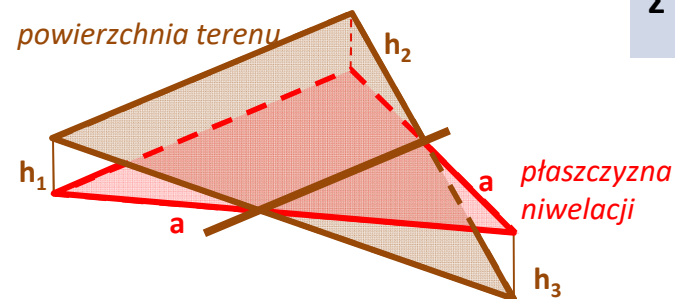
- metoda pryzm o podstawie trójkątnej

Numer pola	a [m]	Rzędne wierzchołków			Średnia rzędna $H_T$ [m]	Rzędna niwelety NIW [m]	Objętość nasypu $V_N$ [-m <sup>3</sup> ]	Objętość wykopu $V_W$ [+m <sup>3</sup> ]
		$H_1$ [m]	$H_2$ [m]	$H_3$ [m]				
1.								
2.								
...								
							$\Sigma V_N (-)=\dots$	$\Sigma V_W (+)=\dots$

$$V = (h_1 + h_2 + h_3) \frac{a^2}{6}$$

$$V_n = \frac{|h_3|^3}{(|h_1| + |h_3|)(|h_2| + |h_3|)} \frac{a^2}{6}$$

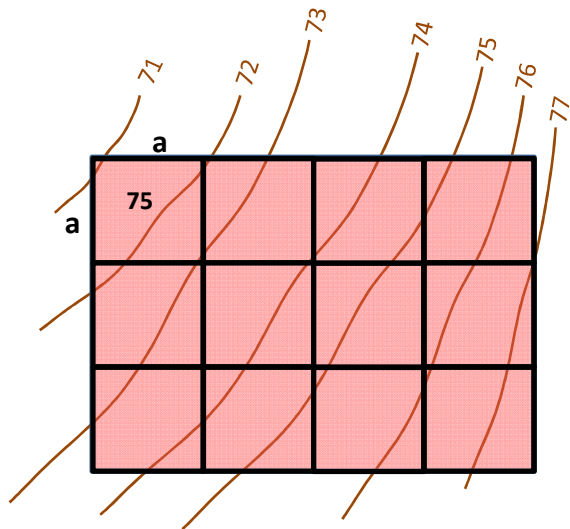
$$V_w = V - V_n$$



## BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

### NIWELACJA TERENU

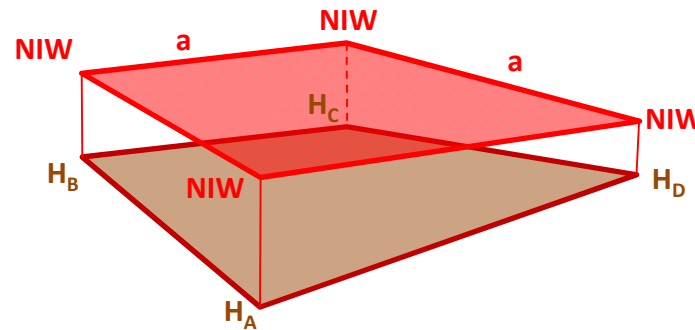
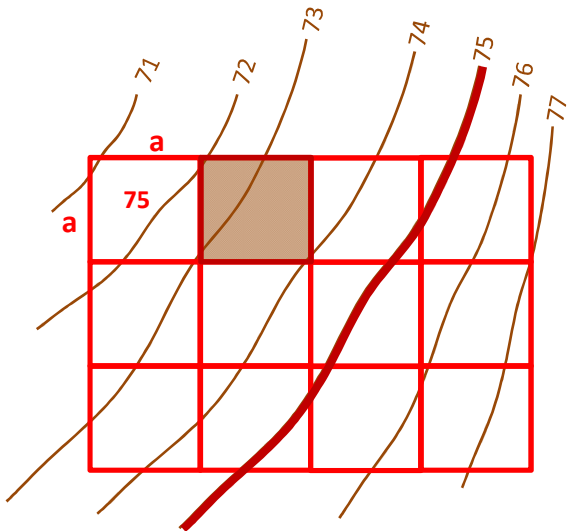
- metoda pryzm o podstawie kwadratowej



# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

NIWELACJA  
TERENU

- metoda pryzm o podstawie kwadratowej



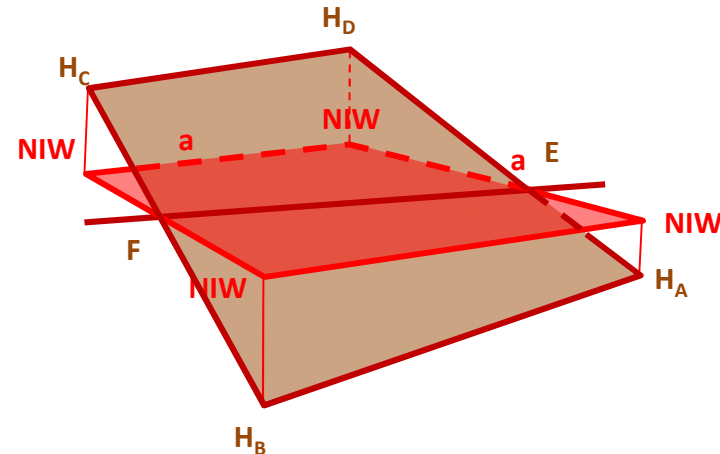
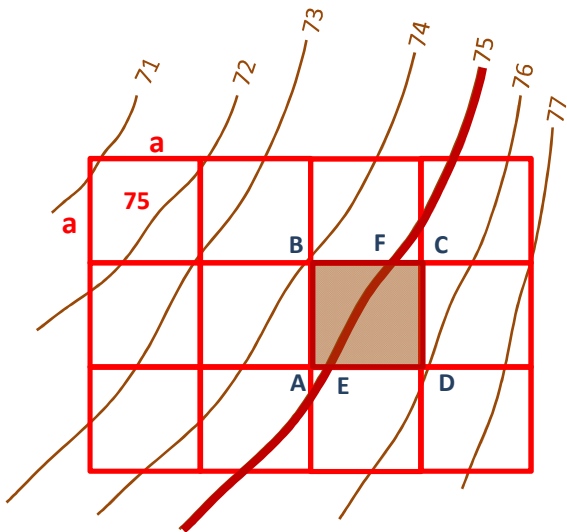
$$V = (|H_A - NIW| + |H_B - NIW| + |H_C - NIW| + |H_D - NIW|) \frac{a^2}{4}$$



## BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

### NIWELACJA TERENU

- metoda pryzm o podstawie kwadratowej



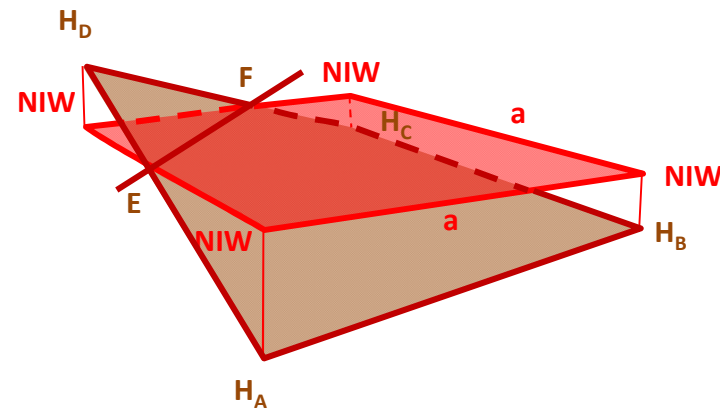
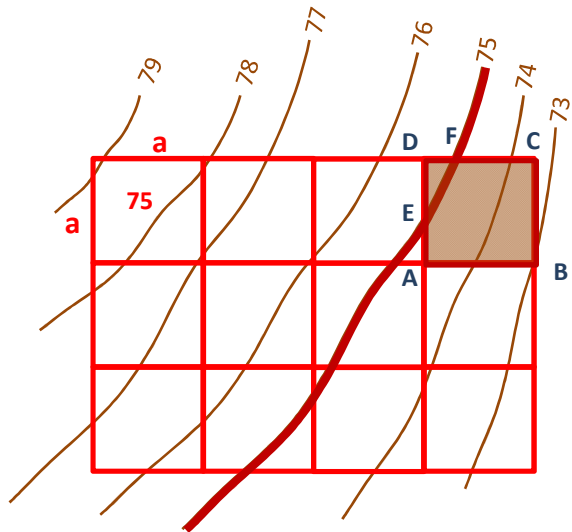
$$V_n = \frac{AE + BF}{2} \cdot \frac{a(|H_A - NIW| + |H_B - NIW|)}{4}$$

$$V_w = \frac{DE + CF}{2} \cdot \frac{a(H_C - NIW + H_D - NIW)}{4}$$

# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

## NIWELACJA TERENU

- metoda pryzm o podstawie kwadratowej



$$V_w = \frac{1}{6} (ED \cdot FD) (H_D - NIW)$$

$$V_n = \left( a^2 - \frac{1}{2} ED \cdot FD \right) \frac{|H_A - NIW| + |H_B - NIW| + |H_C - NIW|}{5}$$

## BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

- metoda pryzm o podstawie kwadratowej

Numer pola	a [m]	Rzędne wierzchołków				Średnia rzędna $H_T$ [m]	Rzędna niwelety NIW [m]	Objętość nasypu $V_N$ [-m <sup>3</sup> ]	Objętość wykopu $V_W$ [+m <sup>3</sup> ]
		$H_A$ [m]	$H_B$ [m]	$H_C$ [m]	$H_D$ [m]				
1.									
2.									
...									
							$\Sigma V_N (-)=\dots$	$\Sigma V_W (+)=\dots$	

$$h = H - NIW \text{ [m]}$$

$$V = (h_A + h_B + h_C + h_D) \frac{a^2}{4}$$

$$V = (H_T - NIW) a^2$$

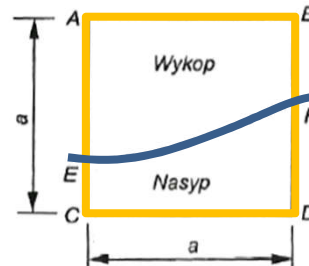
# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

- metoda pryzm o podstawie kwadratowej

Numer pola	a [m]	Rzędne wierzchołków				Długości odcinków				Rzędna niwelety NIW [m]	Objętość nasypu $V_N$ [-m <sup>3</sup> ]	Objętość wykopu $V_W$ [+m <sup>3</sup> ]
		$H_A$ [m]	$H_B$ [m]	$H_C$ [m]	$H_D$ [m]	AE [m]	CE [m]	BF [m]	DF [m]			
1.												
2.												
...												
										$\Sigma V_N$ (-)=....	$\Sigma V_W$ (+)=....	

$$V_n = \frac{CE+DF}{2} \cdot a \cdot \frac{h_C+h_D}{4} = \frac{CE+DF}{2} \cdot a \cdot \frac{H_C+H_D-2NIW}{4}$$

$$V_w = \frac{AE+BF}{2} \cdot a \cdot \frac{h_A+h_B}{4} = \frac{AE+BF}{2} \cdot a \cdot \frac{H_A+H_B-2NIW}{4}$$



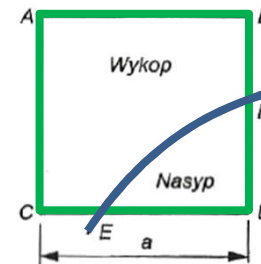
# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

- metoda pryzm o podstawie kwadratowej

Numer pola	a [m]	Rzędne wierzchołków				Średnia rzędna $H_T$ [m]	Rzędna niwelety NIW [m]	Długości odcinków		Objętość nasypu $V_N$ [-m <sup>3</sup> ]	Objętość wykopu $V_W$ [+m <sup>3</sup> ]
		$H_A$ [m]	$H_B$ [m]	$H_C$ [m]	$H_D$ [m]			ED [m]	FD [m]		
1.											
2.											
...											

$$V_n = \frac{1}{6} (ED \cdot FD) (H_D - NIW)$$

$$V_w = (a^2 - \frac{1}{2} ED \cdot FD) \frac{(H_A + H_B + H_C - 3NIW)}{5}$$



$\Sigma V_N (-) = \dots$	$\Sigma V_W (+) = \dots$
--------------------------	--------------------------

# BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

## WYKOPY FUNDAMENTOWE

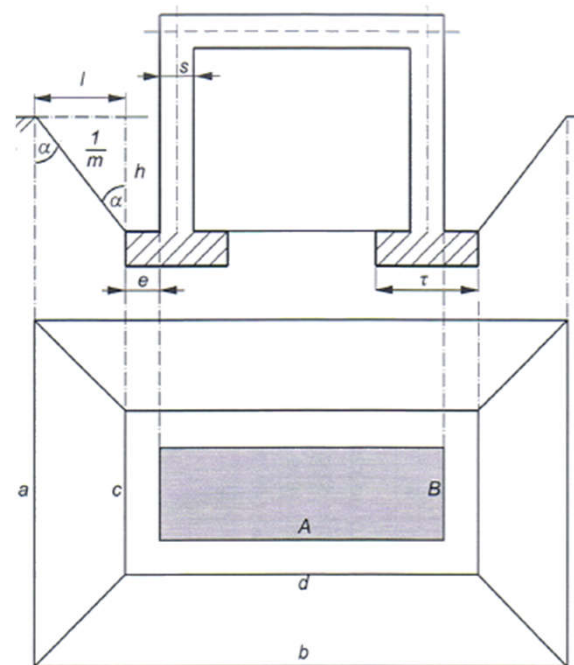
### W przypadku ścian pionowych:

- szerokość wykopu powiększamy o stałą wartość:
  - 0,8 m w przypadku izolacji przeciwwilgociowej,
  - 0,6 m w przypadku braku izolacji,
- szerokość wykopu powiększamy o grubość obudowy.

### W przypadku skarpowania:

$$V_w = [(2a + c)b + (2c + a)d] \frac{h}{6}$$

$$V_z = V_w - V_b$$



(Martinek i inni 2010)

## BO (BZ): IDENTYFIKACJA ILOŚCIOWA ROBÓT ZIEMNYCH

### BILANS MAS ZIEMNYCH

**\*\*PAMIĘTAMY  
O WSPÓŁCZYNNIKU  
ZAGĘSZCZENIA!!**

**\*PAMIĘTAMY  
O WSPÓŁCZYNNIKU  
SPULCHNIENIA!!**

Lp.	Rodzaj robót	Wykop	Ukop	Nasyp**	Odkład*	Zwałka*
<b>ETAP I</b>						
1.	Zdjęcie humusu [m <sup>3</sup> ]		-	-		
2.	Niwelacja [m <sup>3</sup> ]		-		-	-
3.	Wywóz/dowóz ziemi [m <sup>3</sup> ]	-		-		
4.	Wykop pod obiekt [m <sup>3</sup> ]		-	-		
<b>Σ [m<sup>3</sup>]</b>						
<b>ETAP II</b>						
5.	Obsypanie fundamentów [m <sup>3</sup> ]	-			-	-
6.	Rozłożenie ziemi roślinnej [m <sup>3</sup> ]	-			-	-
<b>Σ [m<sup>3</sup>]</b>						

# BO (BZ): KONCEPCJA REALIZACJI ROBÓT ZIEMNYCH

## 1. ZDJĘCIE ZIEMI ROŚLINNEJ

- 1.1. **Wybór miejsca na odkład** (spodziewana objętość, maksymalna wysokość 2 m).
- 1.2. **Dobór sprzętu:** spycharka (do 100m), zgarniarka (300 – 5000 m), objętości w cyklu, ewentualne etapowanie pracy maszyn.
- 1.3. **Organizacja pracy maszyn** (z dołu ku górze, po gruncie mineralnym, wyznaczenie trasy maszyny i miąższości zbieranej warstwy z uwzględnieniem współczynnika spulchnienia).

## 2. NIWELACJA

- 1.1. **Wybór miejsca na odkład, zwałkę** (spodziewana objętość, łatwość wykorzystania).
- 1.2. **Dobór sprzętu:** spycharka (do 100m), zgarniarka (300 – 5000 m), ładowarka, koparka, samochód samowyładowczy, objętości w cyklu, równiarka, wał.
- 1.3. **Określenie linii zerowej bilansu mas ziemnych.**
- 1.4. **Organizacja pracy maszyn** (z góry ku dołowi, wyznaczenie trasy z ewentualnym etapowaniem pracy maszyny, uwzględnienie miąższości zbieranej warstwy i współczynnika spulchnienia lub zagęszczenia, grunt ze strefy bardziej odległej od LRZ przemieszczany jest w jej pobliże, ewentualność spulchnienia wstępnego w przypadku kat. 4).



# BO (BZ): KONCEPCJA REALIZACJI ROBÓT ZIEMNYCH

## 3. WYKOP POD FUNDAMENT I JEGO ZASYPANIE

**1.1. Wybór miejsca na odkład** (spodziewana objętość, łatwość wykorzystania).

**1.2. Dobór sprzętu:** spycharka (do 100m), zgarniarka (300 – 5000 m), ładowarka, koparka, samochód samowyładowczy, objętości maszyn, zagęszczarka.

**1.3. Organizacja pracy maszyn** (wyznaczenie trasy maszyny i miąższości zbieranej warstwy z uwzględnieniem współczynnika spulchnienia i zagęszczenia).