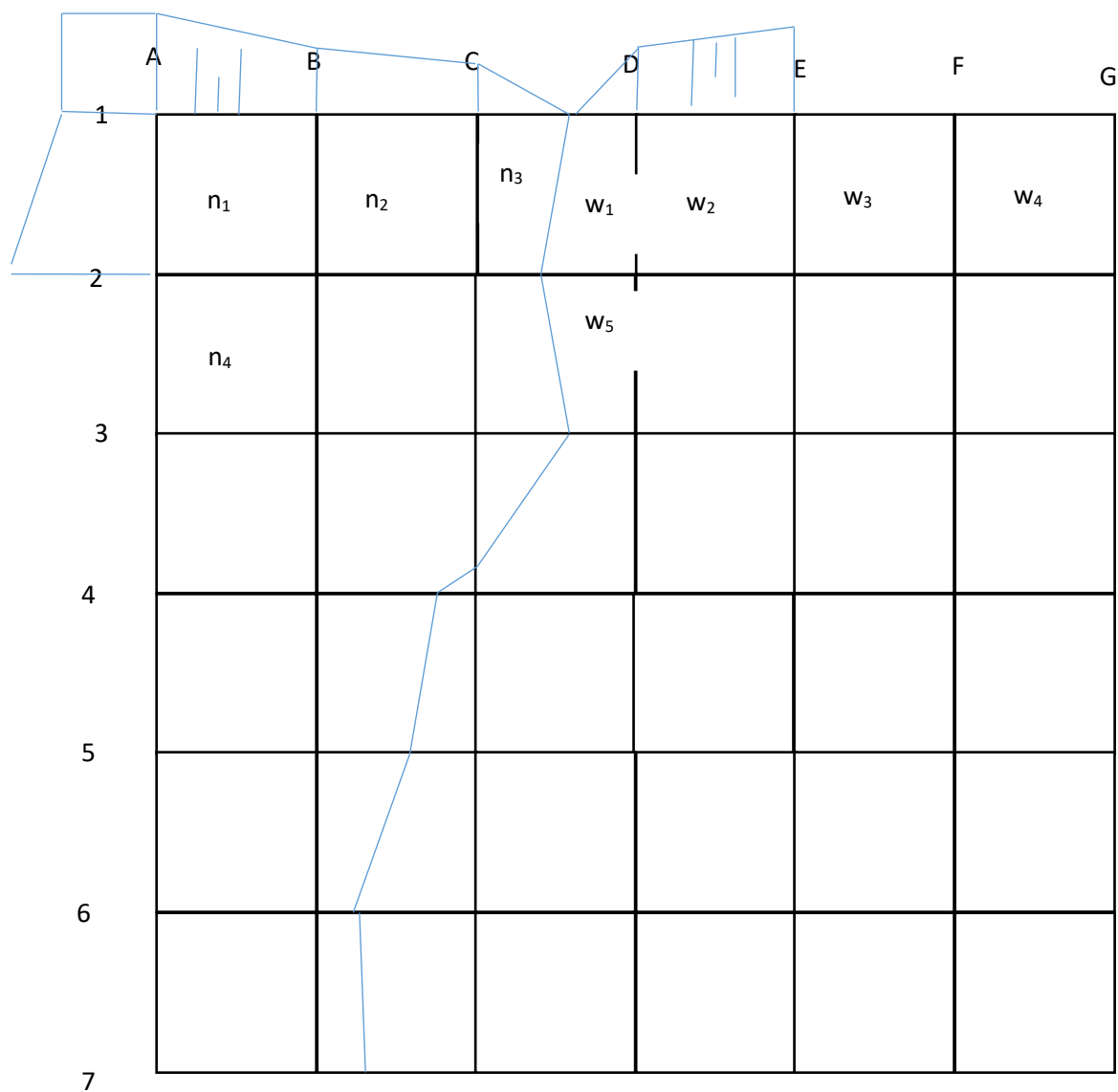


Roboty ziemne. Część II. Obliczenie wydajności maszyn ziemnych przy makroniwelacji terenu

Do kwadratów należy wpisać ilości gruntu (wykopów i nasypów) sprowadzonych do gruntu nasypowego. W kwadratach ze skarpami objętości skarp dodać do wartości obliczonych dla przylegającego kwadratu.

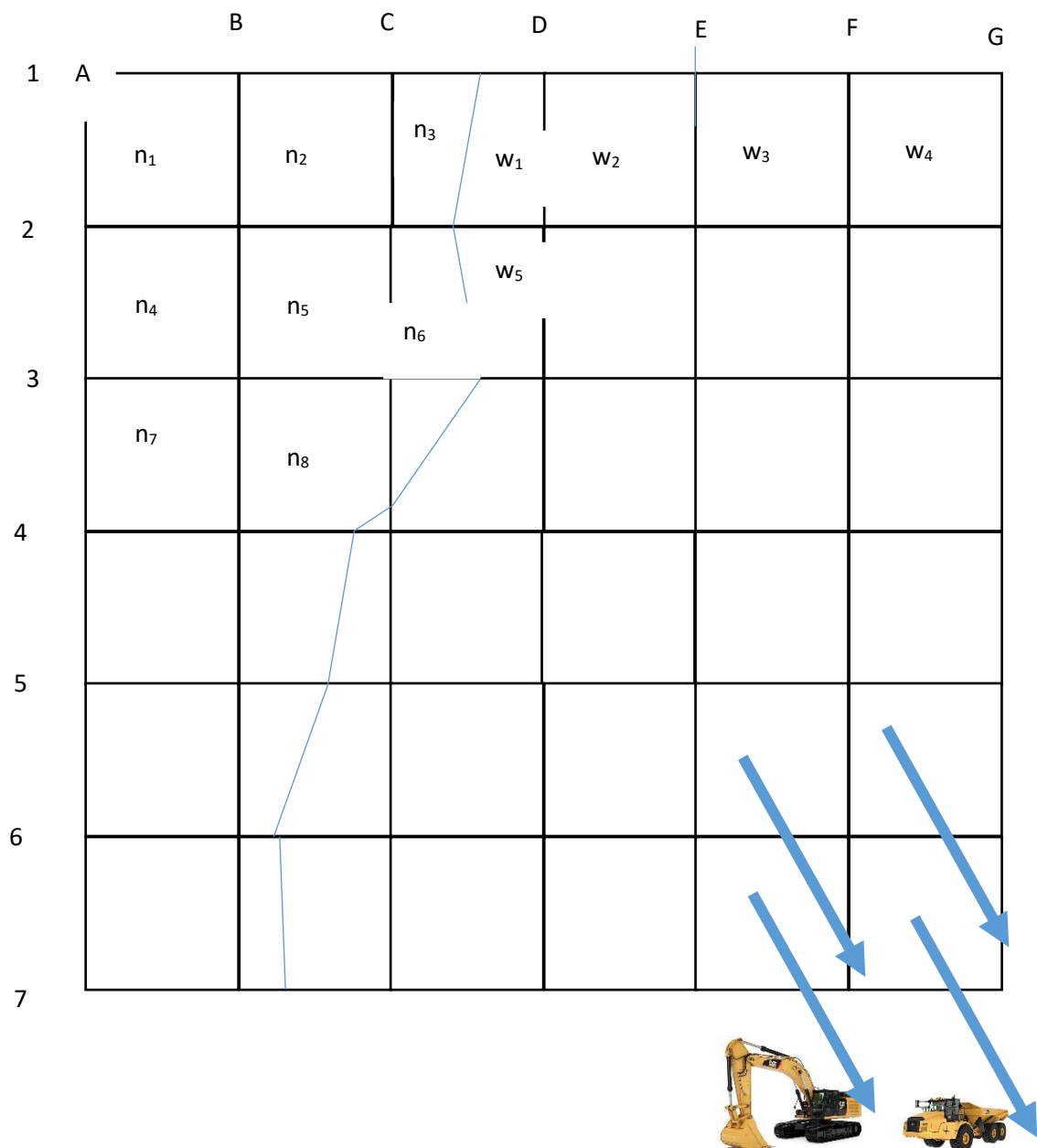


- **Bilansowanie mas ziemnych wykopów i nasypów**

Przy $N < W$ część urobku należy odwieźć (tak jak w przykładzie). Dla $W > N$ grunt należy dowieźć. Po uwzględnieniu, że część gruntu jest wywożona (lub przywożona z ukopu) należy zbilansować (wprowadzić poprawkę, zmniejszyć ilość gruntu do przemieszczania spycharką – w przykładzie kwadraty EF56, FG56, EF67 oraz FG67) tzn.:

$$\sum w_i^p = \sum n_i^p$$

Nadmiar gruntu jest ładowany koparką na samochody i wywożony poza teren budowy. Tego przypadku nie uwzględniamy w ćwiczeniu – zadanie dla zainteresowanych.





Do przemieszczania urobku użyjemy spycharki.

Wydajność eksploatacyjna spycharki:

$$Q_e = q \cdot S_n \cdot \frac{3600}{T} \cdot e \cdot S_w \left[\text{m}^3 / \text{h} \right]$$

gdzie:

q – objętość lemiesza – grunt nasypowy $[\text{m}^3]$,

S_n – współczynnik napełnienia lemiesza,

T – czas trwania cyklu spycharki $[\text{s}]$,

e – współczynnik nachylenia terenu,

S_w – współczynnik organizacyjny.

Należy znaleźć dane producenta o spycharce (strony internetowe). Czasami producenci podają objętość lemiesza np. dla spycharki HSW TD-20M:

OSPRZĘT ROBOCZY

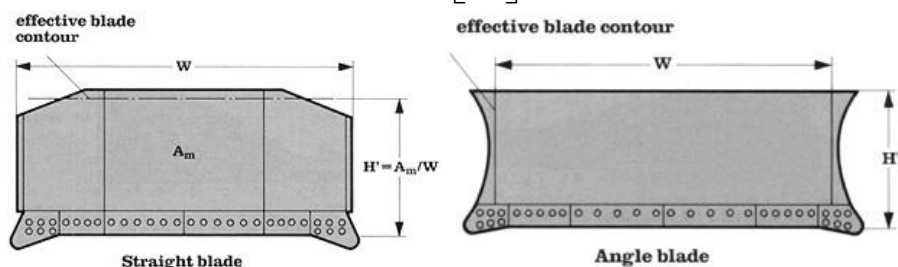
TYP LEMIESZA		PÓŁWKŁĘŚŁY	WKŁĘŚŁY	SKOŚNY	PROSTY
WERSJA PODWOZIA		STD-LT	STD-LT	STD-LT	LGP
Pojemność lemiesza, SAE J1265		7,04 m ³	8,45 m ³	3,88 m ³	6,03 m ³
Wymiary lemiesza: – szerokość z ostrzami – wysokość	A	3,5 m 1,6 m	3,86 m 1,6 m	4,41 m 1,09 m	4,37 m 1,36 m
Maksymalna wysokość podnoszenia	B	STD 1150 mm LT 1220 mm	STD 1150 mm LT 1220 mm	STD 1160 mm LT 1230 mm	1210 mm
Maksymalne opuszczanie poniżej poziomu gruntu	C	STD 505 mm LT 532 mm	STD 505 mm LT 532 mm	STD 615 mm LT 647 mm	522 mm
Maksymalny przechyl lemiesza	D	670 mm	720 mm	480 mm	660 mm
Kąt skosu lemiesza		–	–	25°	–
Maksymalny kąt nachylenia lemiesza	E	10°	10°	–	–
Masa osprzętu roboczego		3420 kg	3800 kg	3230 kg	2756 kg

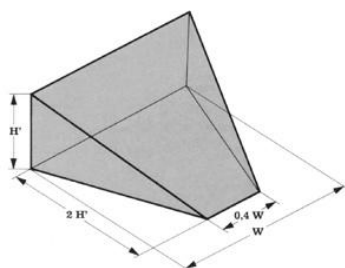
CAT D11

		Standard Pitch	Extended Pitch	Standard Pitch	Extended Pitch	Carrydozer
Blade		11SU ABR	11SU ABR	11U ABR	11U ABR	11CD
Blade Capacity (SAE J1265)	m ³ (yd ³)	27.2 (35.6)	27.2 (35.6)	34.4 (45.0)	34.4 (45.0)	43.6 (57.0)
Width with Blade (over end bits)	mm (in)	5584 (219.8)	5585 (219.9)	6340 (249.6)	6341 (249.6)	6704 (263.9)
Blade Height	mm (in)	2866 (112.8)	2867 (112.9)	2875 (113.2)	2876 (113.2)	3236 (127.4)

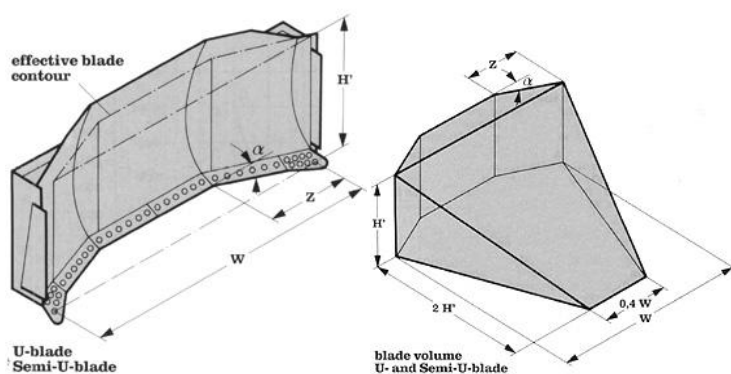
Objętość lemiesza można obliczyć na podstawie jego wymiarów.

1. Lemiesz prosty $q = 0,8 \cdot W \cdot H^{0,2} \left[\text{m}^3 \right]$



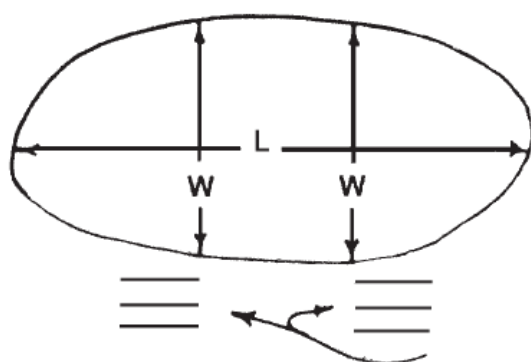


2, Lemiesz U i Semi-U $q = 0,8 \cdot W \cdot H'^2 + Z \cdot H' (W - Z) \operatorname{tg} \alpha \left[m^3 \right]$

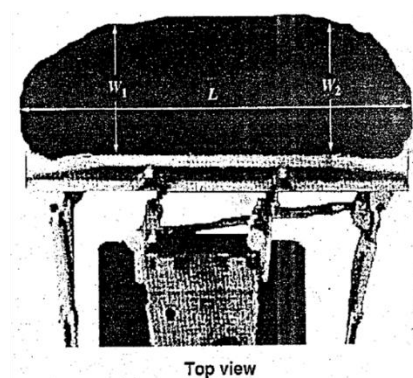
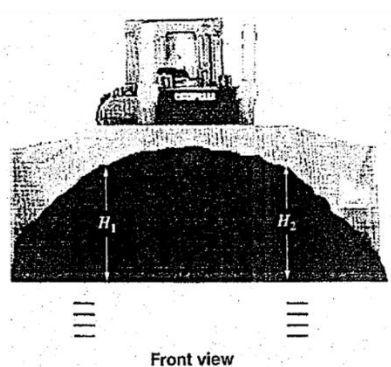
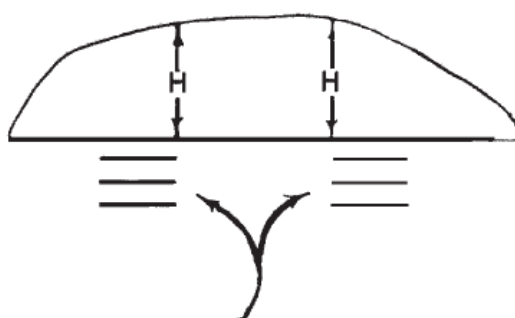


Praktyczne obliczenie objętości lemiesz.

TOP VIEW



SIDE VIEW



Top view

Średnia wysokość pryzmy (H)

Średnia szerokość pryzmy (W)

Długość pryzmy (L)

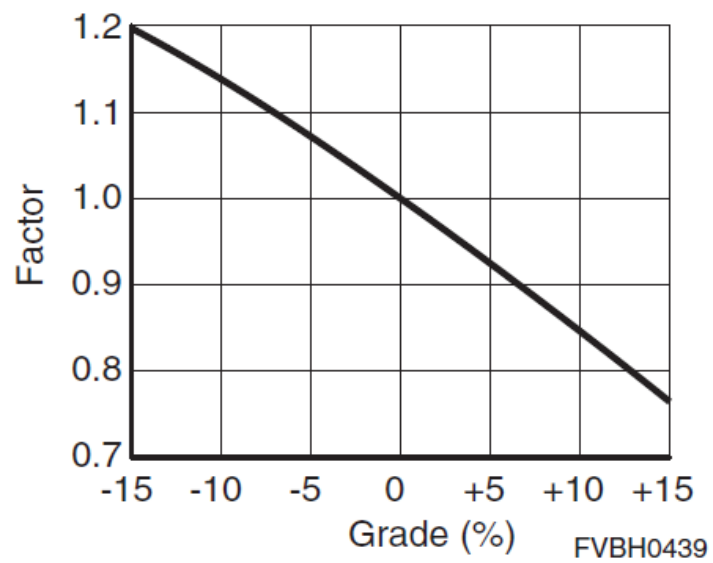
$$q = 0,375 \cdot W \cdot L \cdot H \text{ [m}^3\text{]}$$

Dane do projektu pochodzą z Komatsu Specifications & Application Handbook. Tabela do ustalania współczynnika S_n

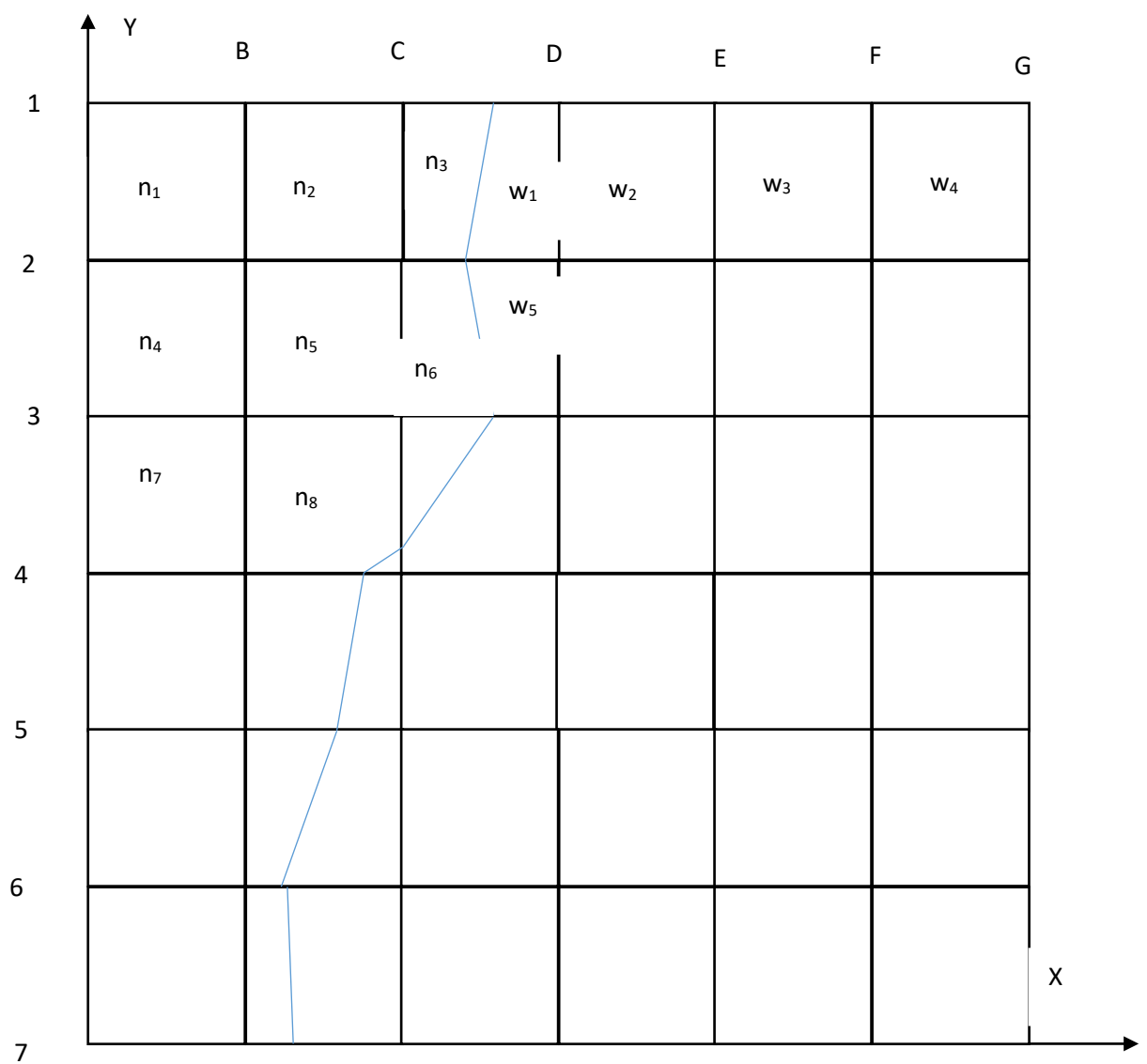
Dozing conditions		Blade fill factor (a)
Easy dozing	Full blade of soil can be dozed as completely loosened soil. Low water contented, no-compacted sandy soil, general soil, stockpile material.	1.1 ~ 0.9
Average dozing	Soil is loose, but impossible to doze full blade of soil. Soil with gravel, sand, fine crushed rock.	0.9 ~ 0.7
Rather difficult dozing	High water content and sticky clay, sand with cobbles, hard dry clay and natural ground.	0.7 ~ 0.6
Difficult dozing	Blasted rock, or large pieces of rock	0.6 ~ 0.4



Współczynnik nachylenia terenu (e)



Nachylenie terenu (Grade%) można określić na podstawie średniego nachylenia terenu wykorzystując warstwice na mapie terenu.



Rzędne środka bryły wykopów:

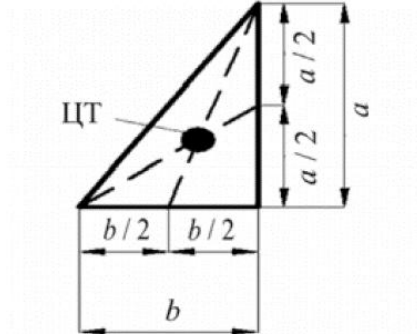
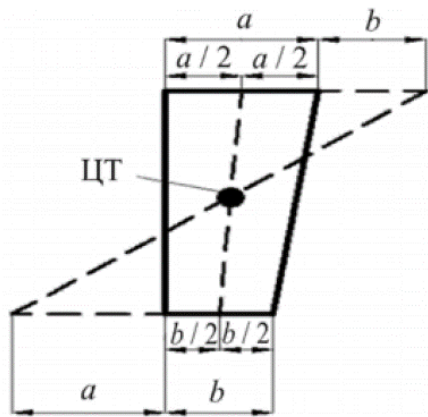
$$x_w = \frac{x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + \dots}{w_1 + w_2 + \dots}$$

$$y_w = \frac{y_1 \cdot w_1 + y_2 \cdot w_2 + \dots}{w_1 + w_2 + \dots}$$

Rzędne środka bryły nasypów:

$$x_N = \frac{x_1 \cdot n_1 + x_2 \cdot n_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$$

$$y_N = \frac{y_1 \cdot n_1 + y_2 \cdot n_2 + \dots}{n_1 + n_2 + \dots}$$



Дрога прамішчэння:

Рзэднэ брылы выкопў:

$$l_p = \sqrt{(x_N - x_w)^2 + (y_N - y_w)^2}$$

Час трывання цыклу працы (T)

$$T = t_{zm} + t_{st} [s]$$

t_{st} – час аперациі стаўных, незалежны ад катэгорыі грунту і адлегласці прамішчэння

t_{st} можна прыняць:

**Operating condition
(min)**

Time

Power-shift transmission

0,05

Direct-drive transmission

0,10

Direct-drive – skrzynia manualna

$$t_{zm} = \frac{l_p}{v_s} + \frac{l_p}{v_p} [s],$$

l_p – odległość przemieszczania urobku [m],
 v_p – prędkość przemieszczania z urobkiem,
 v_s – prędkość jazdy powrotnej, jałowej.

Komatsu przyjmuje: $v_p = 3-5 \text{ km/h}$ i $v_{pp} = 5-7 \text{ km/h}$.

$$S_w = S_{w1} \cdot S_{w2} \cdot S_{w3} \cdot S_{w4} \cdot S_{w5}$$

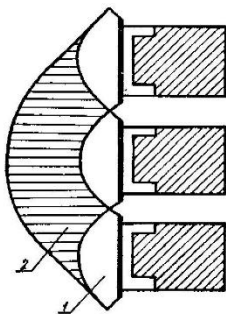
S_{w1} - OPERATOR umiejętności dobre 1,00
 umiejętności średnie 0,75
 umiejętności niskie 0,60

S_{w2} – metoda korytowa 1,20

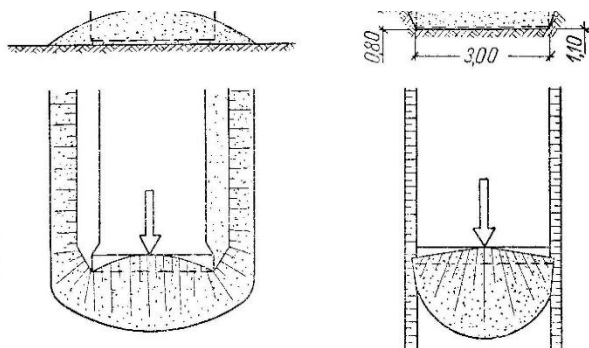
S_{w3} – zgarnianie zespołowe 1,15-1,25

S_{wd} – widoczność (śnieg, deszcz, mgła, zmierzch) 0,80

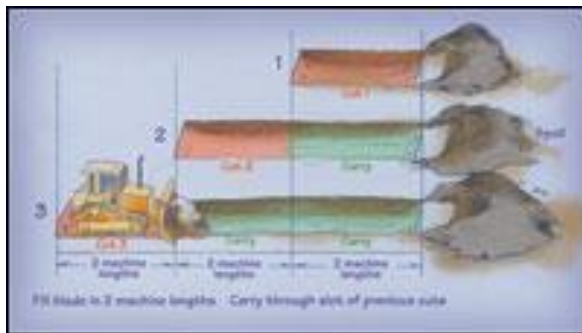
S_{w5} – czas efektywnej pracy (bez przestojów) 50 min/h 0,83, 40 min/h 0,67

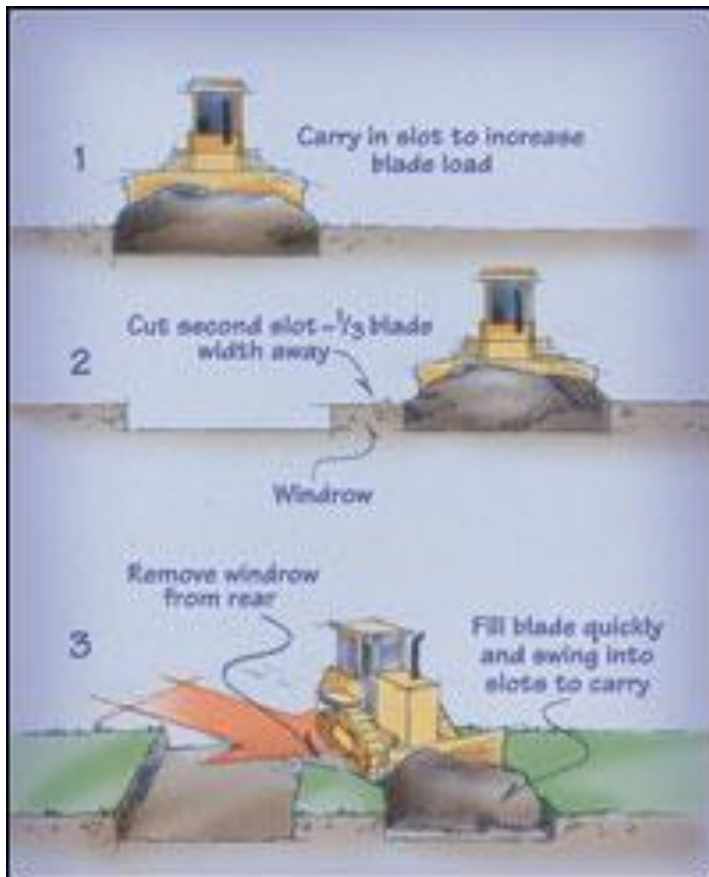


Rys. 4-80. Schemat zespołowej pracy 3 spycharek:
1 - objętość przemieszczanego urobku przy pracy indywidualnej, 2 - przy pracy w zespole z 3 spycharek



Rys. 4-178. Przemieszczenie urobku za pomocą spycharki: a) sposób terenowy, b) sposób łazyskowy





ZAGĘSZCZANIE

Należy znaleźć informacje producenta o walcu do zagęszczania gruntów (jednowałowe).



$$Q_e = 1000 \cdot \frac{(W - L_0) \cdot V \cdot H \cdot S_w}{N}$$

gdzie:

Q_e – Wydajność eksploatacyjna (m^3/h) (mierzona objętością gruntu nasypowego)

V – średnia prędkość jazdy roboczej walca (km/h)

W – szerokość efektywna zagęszczania (m)

H – grubość warstwy zagęszczanej (m); 0,2 ~ 0,5 m gruntu nasypowego;

N – liczba przejazdów po pasie dla osiągnięcia maksymalnego zagęszczenia
 Sw – współczynnik wykorzystania zmiany roboczej
 L_0 – szerokość zakładu przy wałowaniu poprzednich pasów (0,20–0,25m);

V – średnia prędkość jazdy roboczej to około: 4-10 km/h

W – szerokość efektywna zagęszczania (m) to szerokość bębna walca pomniejszona o 20cm
 Sw – współczynnik wykorzystania zmiany roboczej (Job efficiency)

Orientacyjna liczba przejazdów N po pasie dla osiągnięcia maksymalnego zagęszczenia (PN-B-06050. Roboty ziemne. Wymagania ogólne)

Tablica B.1 - Orientacyjne miąższości zagęszczanych warstw (h) i liczba przejazdów (n) maszyny zagęszczającej

Rodzaj maszyn zagęszczających	Rodzaj gruntu					
	niespoiste		spoiste		gruboziarniste	
	$h(m)$	n	$h(m)$	n	$h(m)$	n
Walce wibracyjne gładkie	0,4 ÷ 0,7	4 ÷ 8	-	-	0,3 ÷ 0,6	4 ÷ 8
Walce wibracyjne okółkowane	0,4 ÷ 0,6	4 ÷ 8	0,2 ÷ 0,3	6 ÷ 10	-	-
Walce ogumione	0,2 ÷ 0,3	6 ÷ 8	0,2 ÷ 0,3	6 ÷ 10	-	-
Zagęszczarki wibracyjne	0,3 ÷ 0,6	4 ÷ 8	-	-	0,3 ÷ 0,6	4 ÷ 8
Ubijaki o masie od 1 Mg do 10 Mg spadające z wysokości od 5 m do 10 m	1 ÷ 5	5 ÷ 15	-	-	1 ÷ 3	5 ÷ 15

Sw w zależności od warunków 0,58-0,83

Operating conditions	Job efficiency
Good	0.83
Average	0.75
Rather poor	0.67
Poor	0.58

$$n_{sp} \cdot W_{sp} \approx n_w \cdot W_w$$

gdzie:

W_{sp} – wydajność spycharki,

W_w – wydajność walca

n_w – liczba walców,

n_s – liczba spycharek.

Wydajność zestawu

$$W_z = \min \{ n_s \cdot W_{sp}; n_w \cdot W_w \}$$

Planowany czas trwania robót:

$T = (\text{ilość robót do przemieszczenia i zagęszczenia} / \text{wydajność zestawu})$

Uwaga; uwzględniamy tylko wartości przemieszczane (ilość robót przy makroniwelacji – grunt przemieszczany spycharką, a nie wartość z tabeli bilansu robót ziemnych. Nadmiar gruntu jest odwożony, niedobór dowożony, a nie przemieszczany spycharką. Proszę pamiętać, że wydajności były obliczane dla gruntu spulchnionego, stąd i w mianowniku objętość w gruncie spulchnionym.

UWAGI

Operating conditions

Speeds

Dozing

Hard materials, haul 30m or less	2,4 km/h
Hard materials, haul over 30m	3,2 km/h
Loose materials, haul 30m or less	3,2 km/h
Loose material haul over 30m	4,0 km/h

Return

30m or less	Max reverse speed in second range (power shift) or reverse speed in gear used for dozing (direct drive)
Over 30m	Max reverse speed in third range (power shift) or highest reverse speed (direct

drive)

Dokładniej:

t_{zm} – czas zmienny skrawania (nagarniania urobku), przemieszczania go oraz jazdy powrotnej (jałowej) [s]

$$t_{zm} = \frac{l_s}{v_s} + \frac{l_p}{v_p} + \frac{l_s + l_p}{v_{pp}} [s]$$

l_s – długość odcinka skrawania [m],

l_p – długość odcinka przemieszczania urobku [m],

v_s – prędkość jazdy w trakcie skrawania (na I biegu) [m/s],

v_p – prędkość przemieszczania z urobkiem (na II biegu) [m/s],

v_{pp} – prędkość jazdy powrotnej, jałowej (na III biegu) [m/s].

Drołę skrawania można obliczyć (odspajamy grunt rodzimy, pryzma przed lemieszem tworzona jest z gruntu nasypowego):

$$l_s = \frac{\left(\frac{q}{W} \right)}{h \cdot S_s},$$

gdzie: S_s to współczynnik spulchnienia, W – szerokość lemiesza.

W naszym przypadku wzór na czas zmienny (t_{zm}) przyjmie postać

$$t_{zm} = \frac{l_s}{v_s} + \frac{l_p - 0,5 \cdot l_s}{v_p} + \frac{0,5 \cdot l_s + l_p}{v_{pp}} [s]$$

Dlaczego ?

Dane spycharki HSW TD-20M



PRĘDKOŚCI JAZDY

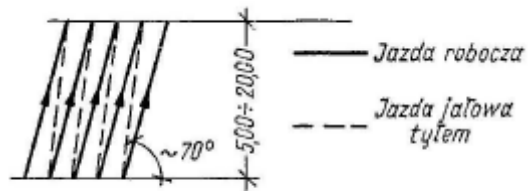
Bieg	Zakres	Do przodu km/h	Do tyłu km/h
1	niski	2,9	3,5
	wysoki	3,8	4,5
2	niski	5,3	6,2
	wysoki	6,8	8,0
3	niski	8,3	9,8
	wysoki	10,6	12,5

Dane spycharki CAT

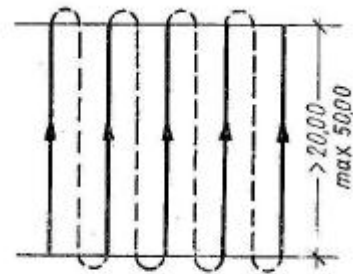


Transmission		
1.0 Forward	4.0 km/h	2.5 mph
1.5 Forward	5.2 km/h	3.2 mph
2.0 Forward	7.0 km/h	4.4 mph
2.5 Forward	9.0 km/h	5.6 mph
3.0 Forward	12.2 km/h	7.6 mph
1.0 Reverse	4.8 km/h	3.0 mph
1.5 Reverse	6.2 km/h	3.9 mph
2.0 Reverse	8.5 km/h	5.3 mph
2.5 Reverse	10.9 km/h	6.8 mph
3.0 Reverse	14.7 km/h	9.1 mph
Type	Planetary powershift	
Transmission Clutch Diameter	533 mm	21 in

W starych książkach !!!!



Rys. 5-12. Schemat pracy spycharek przy przemieszczaniu urobku na odległość 5÷20 m



Rys. 5-13. Schemat pracy spycharek przy przemieszczaniu urobku na odległości ponad 20 m

$t_{zb} = 5s$ czas zmiany biegów z jazdy do przodu na jazdę do tyłu,

$t_{zk} = 10s$ czas jednorazowej zmiany kierunku jazdy,

$t_{po} = 10s$ czas opuszczania i podniesienia lemiesza.

Schemat 5.12

$$t_{st} = 2 \cdot 5 + 0 + 10 = 20[s]$$

Schemat 5.13

$$t_{st} = 0 + 2 \cdot 10 + 10 = 30[s]$$