

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

w Krakowie

Mechanizacja odlewni

Projekt linii wytwarzania odlewów

wykonali:

Łukasz Drofiszyn
Jacek Początek
Michał Staszczak
Marcin Szarek

rok akademicki:

2007/2008

pod kierunkiem:

mgr inż. Piotra Zyzaka

1. Charakterystyka linii wytwarzania odlewów

Temat projektu:

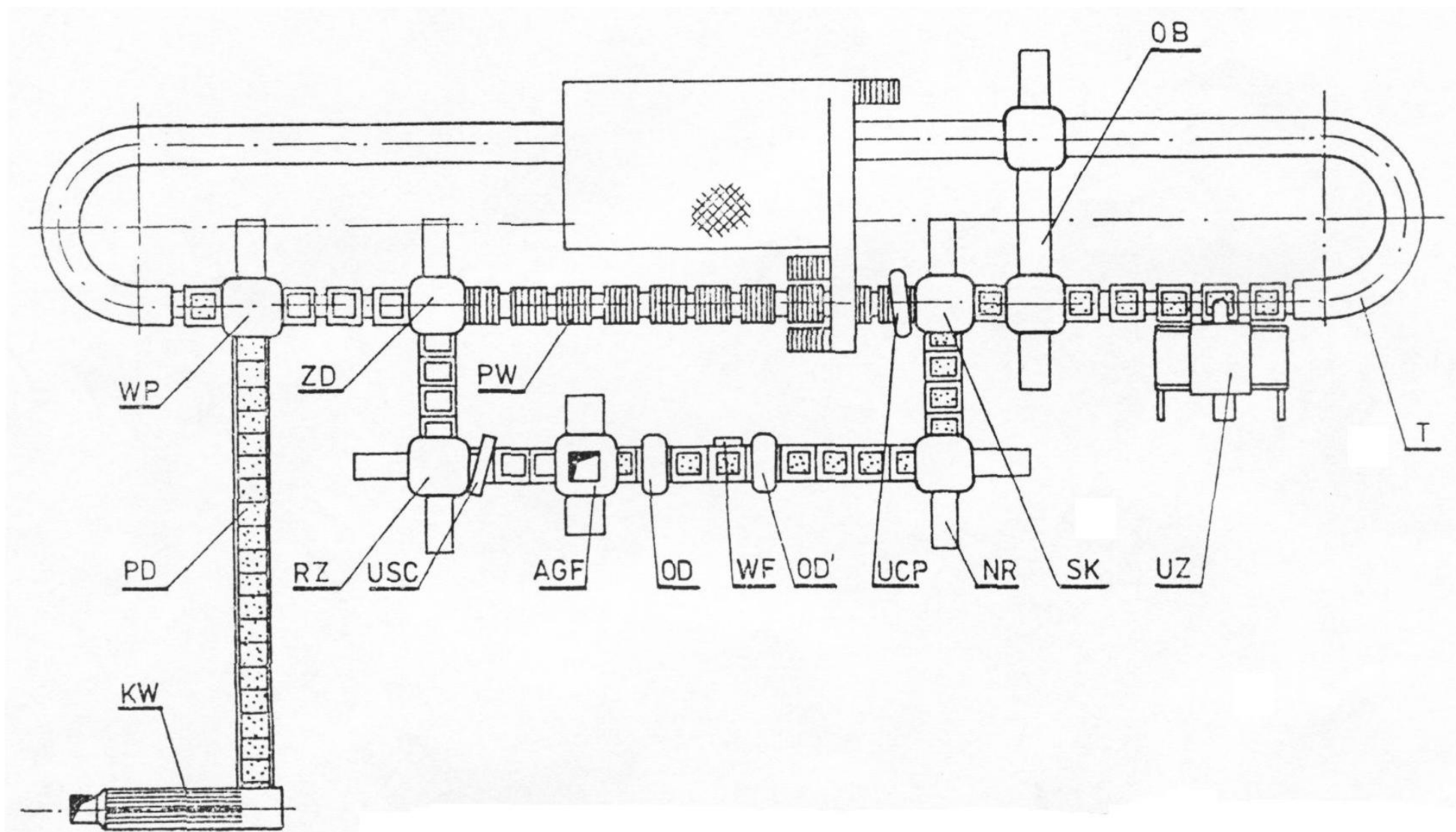
Wykonać projekt zmechanizowanej linii wytwarzania odlewów w wilgotnych formach skrzynkowych, wyposażonej w przenośnik odlewniczy oraz formierki produkcji krajowej.

Obciążenie cieplne formy: $k = 3$

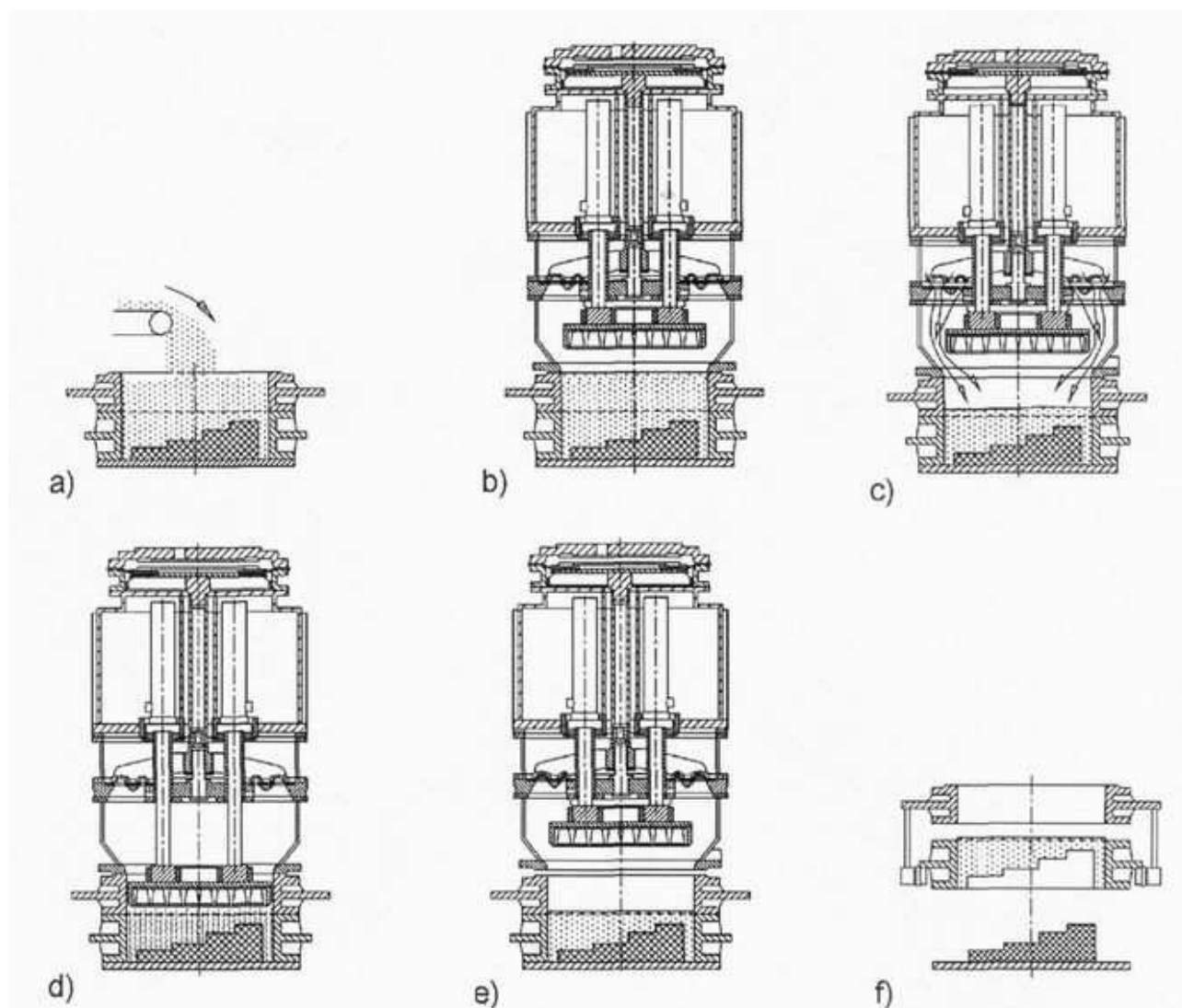
Formierka: FT 86

Objaśnienia symboli występujących na schemacie linii:

- WP - wypycharka;
- PD - przenośnik;
- KW - krata wstrząsowa
- ZD - zdejmowarka;
- RZ - rdzeniarka;
- PW - przenośnik odlewniczy;
- UCP - oczyszczarka płyt;
- OD - odwracarka;
- AGF - automat formierski;
- USC - oczyszczarka szczotkowa;
- SK - składarka;
- WF - wiertarka;
- NR - przestawiarka;
- OB - obciążarka;
- UZ - automat do zalewania;
- T- tunel chłodzący.



Rys. 1.1. Schemat linii wytwarzania odlewów.



Rys. 1.2. Proces formowania maszyny formierskiej impulsowo prasującej FT firmy Technical: a) dozowanie masy; b) zwieranie zestawu: skrzynka formierska – ramka nadmiarowa z głowicą impulsowo-prasującą i płytą modelową; c) zagęszczanie impulsowe; d) doprasowanie; e) rozwieranie układu; f) oddzielanie modelu od półformy.

Tab. 1.1. Charakterystyki techniczne formierek FT firmy Technical [17]

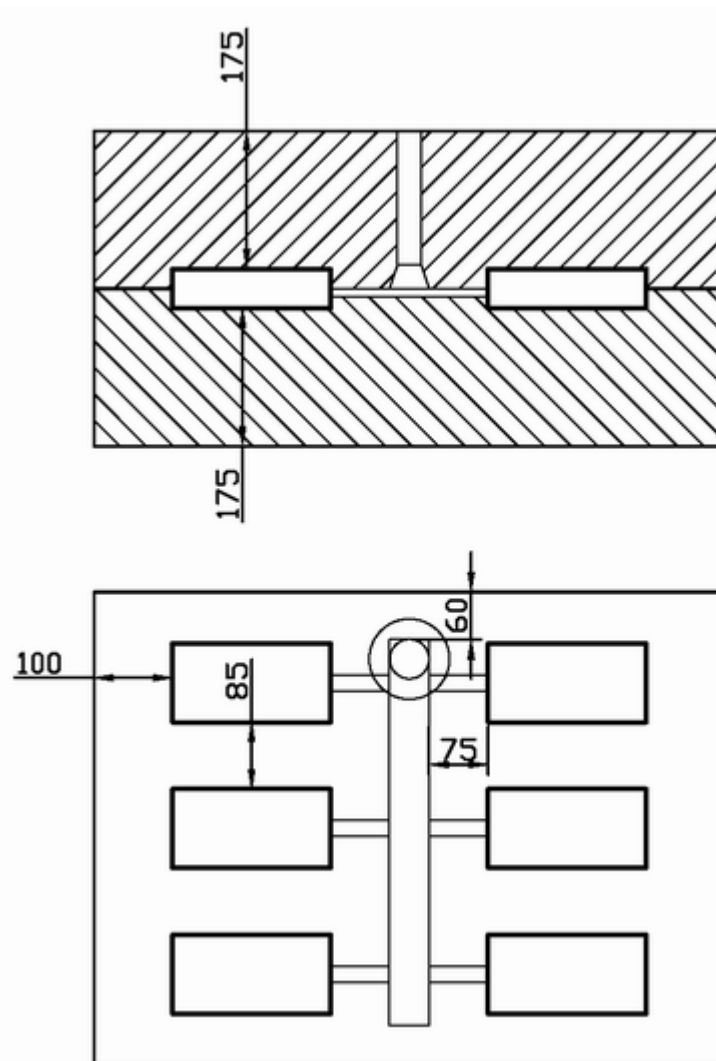
Charakterystyka techniczna FT						
TYP		FT-65	FT-86	FT-108	FT-1210	FT-1412
Wymiary skrzynki formierskiej w świetle (nominalne)						
Długość	mm	600	800	1000	1200	1400
Szerokość	mm	500	600	800	1000	1200
Wysokość skrzyni formierskiej						
min.	mm	150	200	200	200	200
max.	mm	250	300	350	350	350
Wysokość ramki nadmiarowej dla skrzyni formierskiej	mm	80% wys. skrzyni	80% wys. skrzyni	80% wys. skrzyni	80% wys. skrzyni	80% wys. skrzyni
Głębokość modelu ujemnego (max.)	mm	140	140	140	180	180
Wydajność maszynowa (max.)	form/h	50	50	40	40	30
Ciśnienie w zbiorniku sprężonego powietrza do impulsu	MPa			0,2+0,6	0,2+0,6	0,2+0,6
Naciski powierzchniowe prasy na platformę - płynna regulacja	MPa	0,1+0,7	0,1+0,7	0,1+0,7	0,1+0,6	0,1+0,6
Skok zespołu oddzielania	max mm	300	350	400	400	400
Maksymalna odległość ramki nadmiarowej od skrzyni formierskiej po oddzieleniu	mm	45	45	45	45	45
Ciśnienie sprężonego powietrza	MPa	0,6+0,7	0,6+0,7	0,6+0,7	0,6+0,7	0,6+0,7
Zużycie sprężonego powietrza na jedną półformę	Nm ³	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0
Napięcie zasilania	V	3x380	3x380	3x380	3x380	3x380
Napięcie sterowania	V	24	24	24	24	24
Minimalna temperatura pracy maszyny	°C	+5	+5	+5	+5	+5
Wymiary gabarytowe						
A	mm	2970	3100	3200	3600	3900
B	mm	2060	2150	2300	2500	2650
C	mm	1695	1750	1800	1900	1950
D	mm	900	1000	1000	1200	1200
E	mm	2300	2500	2500	2750	2850
F	mm	2750	3100	3150	3200	3250

2. Dobór skrzynki formierskiej i jej wymiary

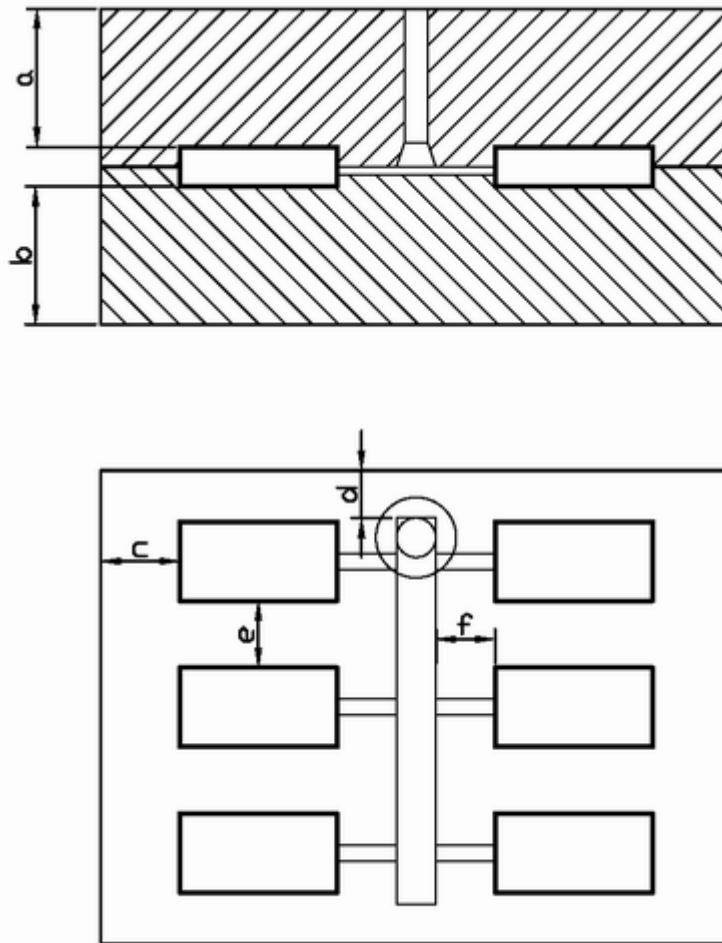
DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
<p> $a = 0,8 \text{ m}$ $b = 0,6 \text{ m}$ $h = 0,2 \text{ m}$ $\rho_f = 1650 \text{ kg/m}^3$ $k = 3$ $\rho_o = 7000 \text{ kg/m}^3$ $V_{skrz} = 0,096 \text{ m}^3$ </p>	$k = \frac{m_f}{m_o}$ $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho * V$ $k = \frac{V_f * \rho_f}{V_o * \rho_o}$ $V_{skrz} = V_o + V_f$ <p> V_f - objętość masy formierskiej V_{ow} - objętość odlewu właściwego ρ_f - gęstość masy formierskiej 1650 kg/m^3 ρ_o - gęstość metalu 7000 kg/m^3 V_{skrz} - objętość skrzynki V_o - objętość odlewu (wraz układem wlewowym (+15 %)) V_{formy} - objętość formy </p> <p>Obliczanie objętości skrzynki:</p> $V_{skrz} = a * b * h = 0,8 * 0,6 * 0,2 = 0,096 \text{ m}^3$ $V_{formy} = 2 * V_{skrz} = 2 * 0,096 = 0,192 \text{ m}^3$ <p>Obliczanie objętości odlewu:</p> $k * V_o * \rho_o = V_f * \rho_f$ $V_f = V_{formy} - V_o$ $\Rightarrow k * V_o * \rho_o = (V_{formy} - V_o) \rho_f \Rightarrow V_o = \frac{V_{formy} * \rho_f}{k * \rho_o + \rho_f}$ $V_o = \frac{0,192 * 1650}{3 * 7000 + 1650} = 0,013 \text{ m}^3$ <p>Obliczanie objętości masy formierskiej:</p> $V_f = V_{formy} - V_o = 0,192 - 0,013 = 0,179 \text{ m}^3$	<p> $V_{skrz} = 0,096 \text{ m}^3$ $V_o = 0,013 \text{ m}^3$ $V_f = 0,179 \text{ m}^3$ </p>

2. Dobór skrzynki formierskiej i jej wymiary.

<p> $a_p = 0,1 \text{ m}$ $b_p = 0,2 \text{ m}$ $h_p = 0,05 \text{ m}$ </p>	<p>Obliczanie objętości odlewu właściwego:</p> $V_o = V_{ow} + 0,15 * V_{ow} = 1,15 * V_{ow} \Rightarrow$ $V_{ow} = \frac{V_o}{1,15} = \frac{0,013}{1,15} = 0,011 \text{ m}^3$ <p>Obliczanie ilości odlewów w skrzynce:</p> <p>a_p, b_p, h_p – wymiary odlewu</p> $V_{ow} = n * a_p * b_p * h_p \Rightarrow n = \frac{V_{ow}}{a_p * b_p * h_p}$ $n = \frac{0,013}{0,1 * 0,2 * 0,05}$	<p> $V_{ow} = 0,011 \text{ m}^3$ </p> <p> $n = 13$ </p>
--	---	---



Rys. 2.1 – Rozmieszczenie odlewów w formie.



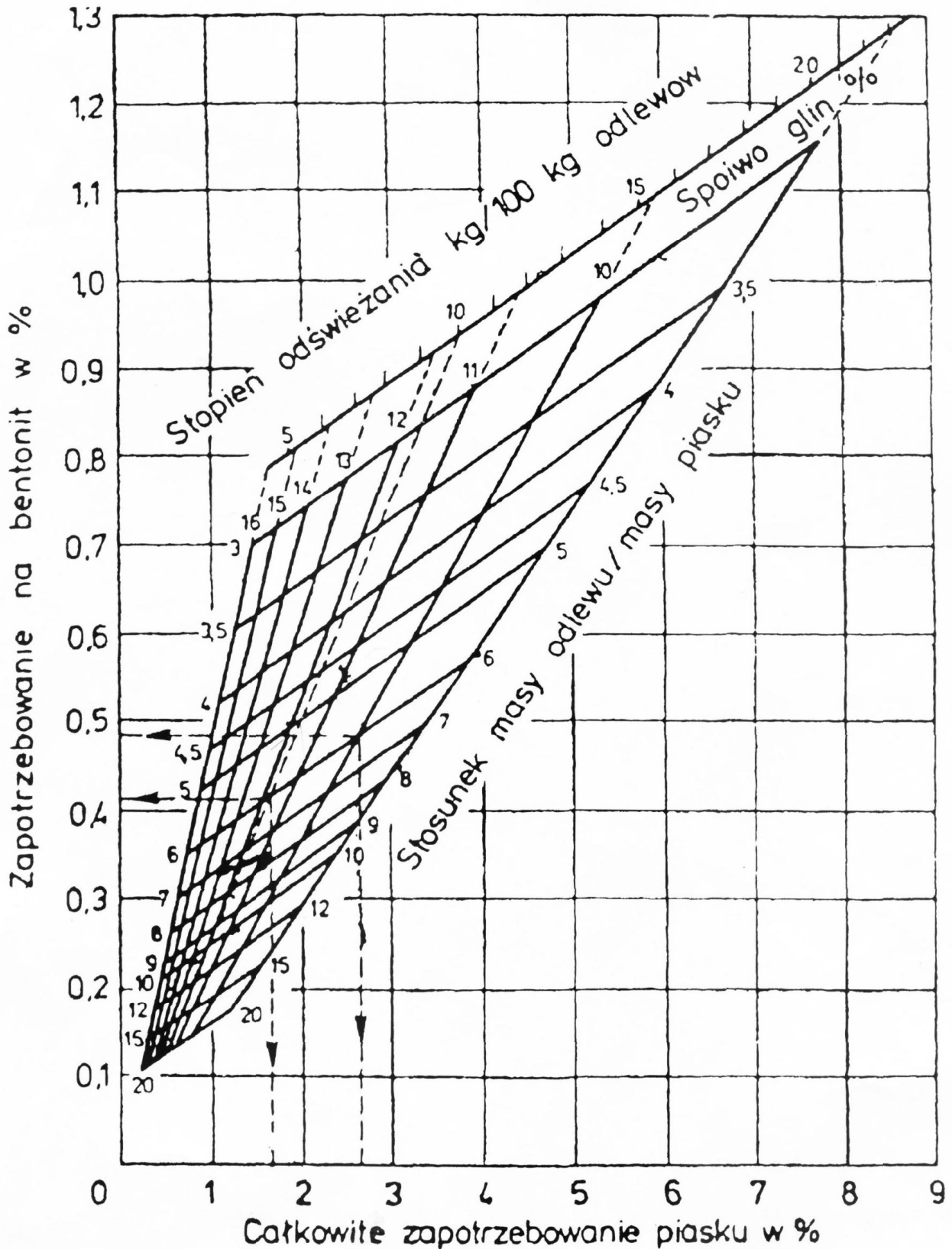
Rys. 2.2. Rozmieszczenie modeli w formie.

Tab. 2.1. Najmniejsze dopuszczalne odległości między modelami i elementami formy [10]

Ciężar odlewu Kg	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	f mm
do 5	40	40	30	30	30	30
5 ÷ 10	50	50	40	40	40	30
10 ÷ 25	60	60	40	50	50	30
25 ÷ 50	70	70	50	50	60	40
50 ÷ 100	90	90	50	60	70	50
100 ÷ 250	100	100	60	70	100	60
250 ÷ 500	120	120	70	80	-	70
500 ÷ 1000	150	150	90	90	-	120
1000 ÷ 2000	200	200	100	100	-	150
2000 ÷ 3000	250	250	125	125	-	200
3000 ÷ 4000	275	275	150	150	-	225
4000 ÷ 5000	300	300	175	175	-	250
5000 ÷ 10 000	350	350	200	200	-	250
ponad 10 000	400	400	250	250	-	250

3. Dobór składu masy formierskiej świeżej i obiegowej, określenie stopnia odświeżania i ilości dodatków odświeżonych.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
	<p>Skład masy formierskiej świeżej określamy na podstawie [4]:</p> <ul style="list-style-type: none"> - piasek kwarcowy 2K 0,20/0,18/0,16 J85 $W_k > 1,30 > 1400^\circ\text{C}$ - bentonit GEKOS 8% - pył węglowy 3% <p>Skład masy formierskiej obiegowej określa się wykorzystując nomogram Levelink'a [9]. Na jego podstawie przyjmujemy procentową zawartość dodatków odświeżających masę tj. bentonitu i piasku kwarcowego.</p> <p>W celu dobrania ilości dodatków odświeżających konieczna jest znajomość obciążenia cieplnego formy k oraz stopnia odświeżania masy.</p> <p>Skład masy formierskiej obiegowej.</p> <p>Stopień odświeżania jest równy 15:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ilość piasku kwarcowego: 5,3 % • ilość bentonitu: 0,97 % • ilość pyłu węglowego (około 10% wartości początkowej): 0,3 % • masa obiegowa: $100 - 5,3 - 0,97 - 0,3 = 93,43 \%$	



Rys. 3.1. Nomogram do określenia zużycia bentonitu i piasku kwarcowego w ciągu przerobu masy syntetycznej z bentonitem; wykres sterowania jakością w systemie przygotowania masy wg Levelink'a.

3. Dobór składu masy formierskiej świeżej i obiegowej.

Przykładowy zakres odświeżania masy formierskiej przeznaczonej do wykonywania form bez skrzynkowych (przy pojemności mieszarki 1000 kg):

- masa zwrotna - 97 %
- piasek kwarcowy 2K wg PN – 85/H-11001 o frakcji głównej 0,20/0,16/0,10 - 1,5%; przy dużym udziale masy rdzeniowej > 1%
- bentonit odlewniczy I wg PN – 85/H – 11003 – 1%
- pył węglowy drobnoziarnisty PWD wg PN-91/H-11008 – 0,5 %
- woda, do uzyskania zagęszczalności 40 ± 2 %.

Gatunek piasku	Zawartość lepiszcza % maksimum	Zawartość składników %			Temperatura spiekania °C minimum
		SiO ₂ minimum	Fe ₂ O ₃ maksimum	węglany maksimum	
1K	0,2	98	0,5	0,3	1400
2K	0,5	96	1,0	0,5	1400
3K	1,0	96	1,0	0,5	1350
4K	2,0	nie normalizuje się	1,5	1,0	1350
5K	>2 – 8,0	nie normalizuje się	nie normalizuje się	1,0	nie normalizuje się
6K	8,01 – 15,0	nie normalizuje się	nie normalizuje się	1,0	nie normalizuje się
7K	15,01 – 35,0	nie normalizuje się	nie normalizuje się	1,0	nie normalizuje się

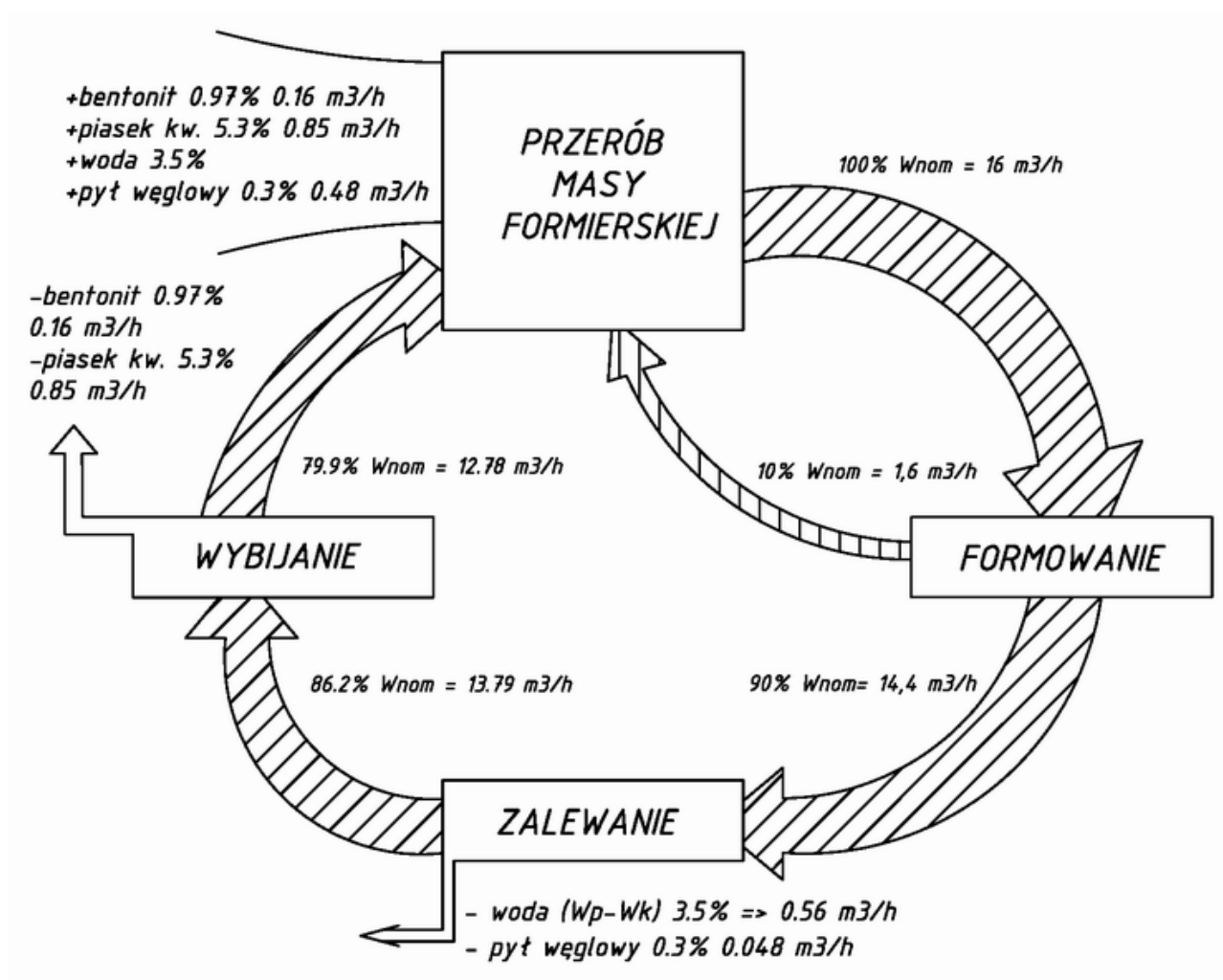
Tab. 3.1. Gatunki piasków kwarcowych i ich charakterystyka. [13]

Tab. 3.2. Podział piasków ze względu na wielkość ziarna.

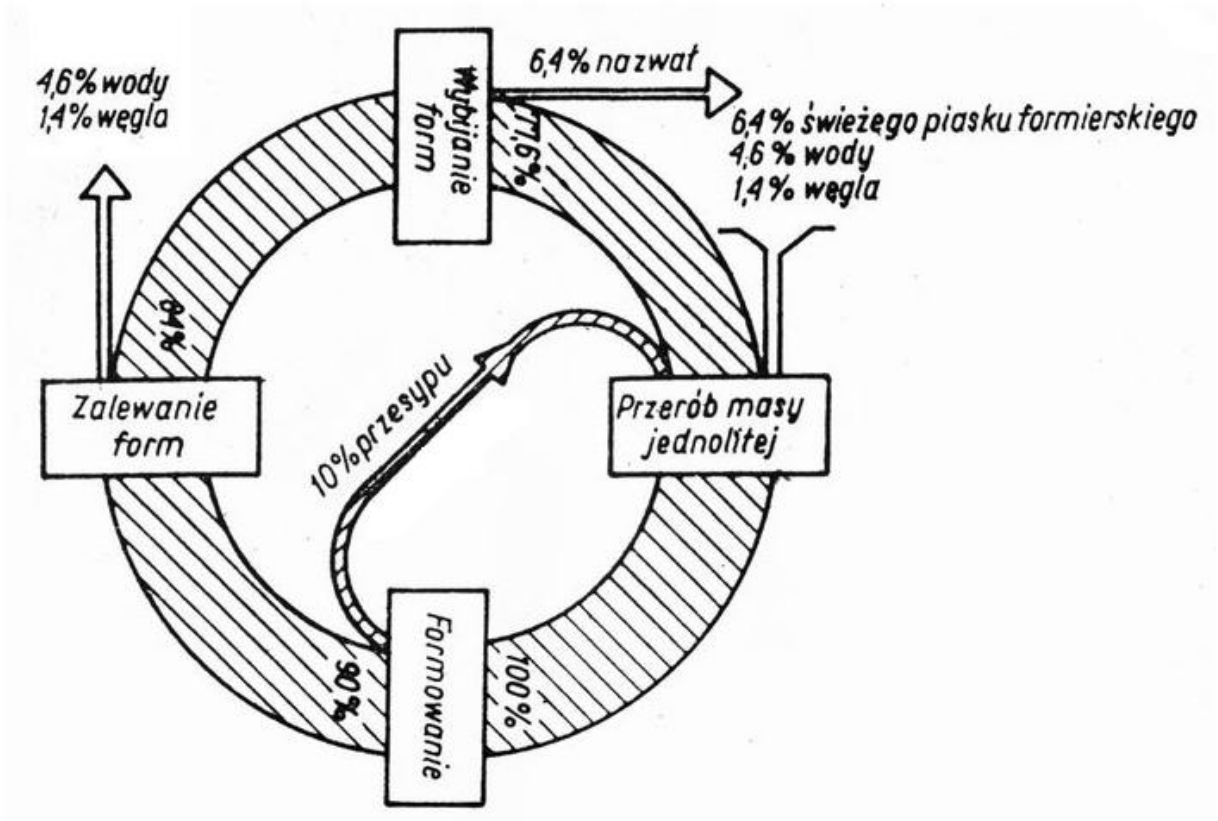
Nazwa piasku	Znak grupy*
Żwirek	0,63/0,40/0,32
Gruby	0,40/0,32/0,20
Średni	0,32/0,20/0,16
Drobny	0,20/0,16/0,10
Bardzo drobny	0,16/0,071
Miałki	0,10/0,070/0,056
Mułek	0,070/0,056/0,025

* podane liczby są numerami sit zestawu polskiego, będącymi równocześnie wymiarami boków oczek sit w milimetrach

4. Bilans obiegu i odświeżania masy formierskiej – wykres Sankey`a.



Rys. 4.1. Wykres Sankey`a.



Rys. 4.2. Przykładowy wykres Sankey`a.

5. Dobór stacji sporządzania mas formierskich. Schemat stacji sporządzania mas formierskich. [17]

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
<p>$V_f = 0,089 \text{ m}^3$</p> <p>$\rho_f = 1650 \text{ kg/m}^3$</p>	<p>Stację sporządzania mas formierskich dobiera się z uwagi na godzinowe zapotrzebowanie na masę formierską.</p> <p>Wydajność formierki: 50 form/h Gęstość usypowa masy: $\rho_u = 1000 \text{ kg/m}^3$ Masa masy formierskiej w formie: m_f Objętość masy formierskiej przed zagęszczeniem: V_u</p> $V_u = \frac{m_f}{\rho_u}$ $m_f = V_f * \rho_f$ $\Rightarrow V_u = \frac{V_f * \rho_f}{\rho_u} = \frac{0,089 * 1650}{1000}$ $V_u = 0,1469 \text{ m}^3$ <p>Godzinowe zapotrzebowanie na masę formierską wyznacza się ze wzoru:</p> $(V_m)_{1h} = W_{form/h} * V_u$ $(V_m)_{1h} = 50 * 0,1469$ $(V_m)_{1h} = 7,343 \text{ m}^3$ <p>Dobieram, z uwagi na godzinowe zapotrzebowanie na masę stację: SMF 16.</p> <p>Typ stacji: SMF 16/3xZFK-060</p> <p>Wydajność: 16 m³/h Gabaryty: 12,6 x 10,0 x 11,0 m Moc zainstalowana: 111 kW Ilość powietrza odcieranego: 12000 m³ Masa stacji: 110 t</p>	<p>$V_u = 0,1469 \text{ m}^3$</p> <p>$(V_m)_{1h} = 7,343 \text{ m}^3$</p>

Typ LRM:

LRM 16

Typ i wielkość spulchniarek masy: PATS 16

Typ przenośnika taśmowego: B = 650 mm

Objętość zbiornika buforowego: 16 m³

Typ LZM:

LZM 16

Oddzielacz elektromagnetyczny taśmowy: POET-650

Oddzielacz elektromagnetyczny bębnowy: POEB-650

Przesiewacz obrotowy: PSC 16

Przesiewacz wstrząsowy: PSW 16

Kruszarka młotkowo-udarowa: PKM 16

Kruszarka walcowo-wahliwa: PKWW 16

Chłodziarka fluidyzacyjna: CHM 20

Przenośnik kubelkowy: OPK 16

Przenośnik taśmowy: B=650

Typ zespołu mieszarek krążnikowych:

ZFK 060

Wydajność teoretyczna: 12-4,5 m³/h

Cykl mieszania: 3-8 min

Typ mieszarki: MK-060

Pojemność użytkowa zbiorników, w m³:

- bentonit – 2,5
- pył węglowy – 2,5
- piasek – 2x6
- masa obiegowa – 40

Typ i wielkość pojemnika:

Typ dozownika emulsji: DCG 25

Typ podajnika masy obiegowej: PT 1000/4200

Typ podajnika piasku: 25 200x315/500

Typ dozownika masy obiegowej i piasku: DWE 1000

Typ dozownika pyłu i bentonitu: DK 4,0

Orientacyjne gabaryty zespołu: 10 x 4,0 x 10 m

Moc zainstalowana: 27,1 kW

Masa zespołu: 33 t

Na podstawie godzinowego zapotrzebowania na masę -
 $(V_m)_{1h} = 7,343 \text{ m}^3/\text{h}$ dobieram jedną sztukę mieszarki
turbinowej MTP 250 [17].

Charakterystyka techniczna MTI/MTP 250:

- jednorazowy załadunek: 250 kg
- maksymalna wydajność: 7,5 t/h
- cykl pracy – regulowany: 100-160 s

- moc zainstalowana: 29 kW
- wymiary gabarytowe:
 - o A = 2120 mm
 - o B = 1250 mm
 - o H = 2630 mm

Charakterystyka mieszarek

Mieszarki turbinowe z ruchomą misą służą do sporządzania w krótkim czasie jednorodnych mieszanek.

Mieszarki turbinowe z ruchomą misą, dzięki procesowi mieszania dynamicznego, są najbardziej efektywne i ekonomiczne ze wszystkich dotychczas stosowanych mieszarek.

W zależności od wydajności mieszarki turbinowe produkowane są w dwóch wariantach:

- mieszarki turbinowe z pochyłą misą MTP wydajności do 7,5 t/h masy formierskiej;
- mieszarki turbinowe z poziomą misą MTI o wydajności powyżej 7,5 t/h masy formierskiej.

Działanie i zalety mieszarek turbinowych:

- Obrót misy w kombinacji z pracą zgarniaczy powoduje szybkie zmiany trajektorii cząsteczek mieszanki, kierując je pod działanie zespołu mieszającego i szybkoobrotowej turbiny, która wytwarza dużą turbulencję cząsteczek mieszanki, powodując jednocześnie jej homogenizację i intensywną aerację.
- Komora mieszania wyłożona jest łatwo wymienialnymi wykładzinami odpornymi na ścieranie.
- Lemiesze oraz łopatki turbiny wykonane są ze specjalnych materiałów gwarantujących ich długą żywotność.
- Duże drzwi inspekcyjne ułatwiają dostęp do wnętrza mieszarki.
- Centralne automatyczne smarowanie ułatwia obsługę i zwiększa trwałość mieszarki.

Układ pomiaru i regulacji wilgotności masy formierskiej

Działanie polega na pomiarze stałej dielektrycznej (pomiar pojemnościowy).

Gwarantowana dokładność regulacji: 0,1% H₂O. [17]

Linia zwrotu masy (LZM) realizuje:

- oddzielenie zanieczyszczeń;
- przesiewanie i kruszenie;
- chłodzenie i ujednorodnienie;
- odpylenie.

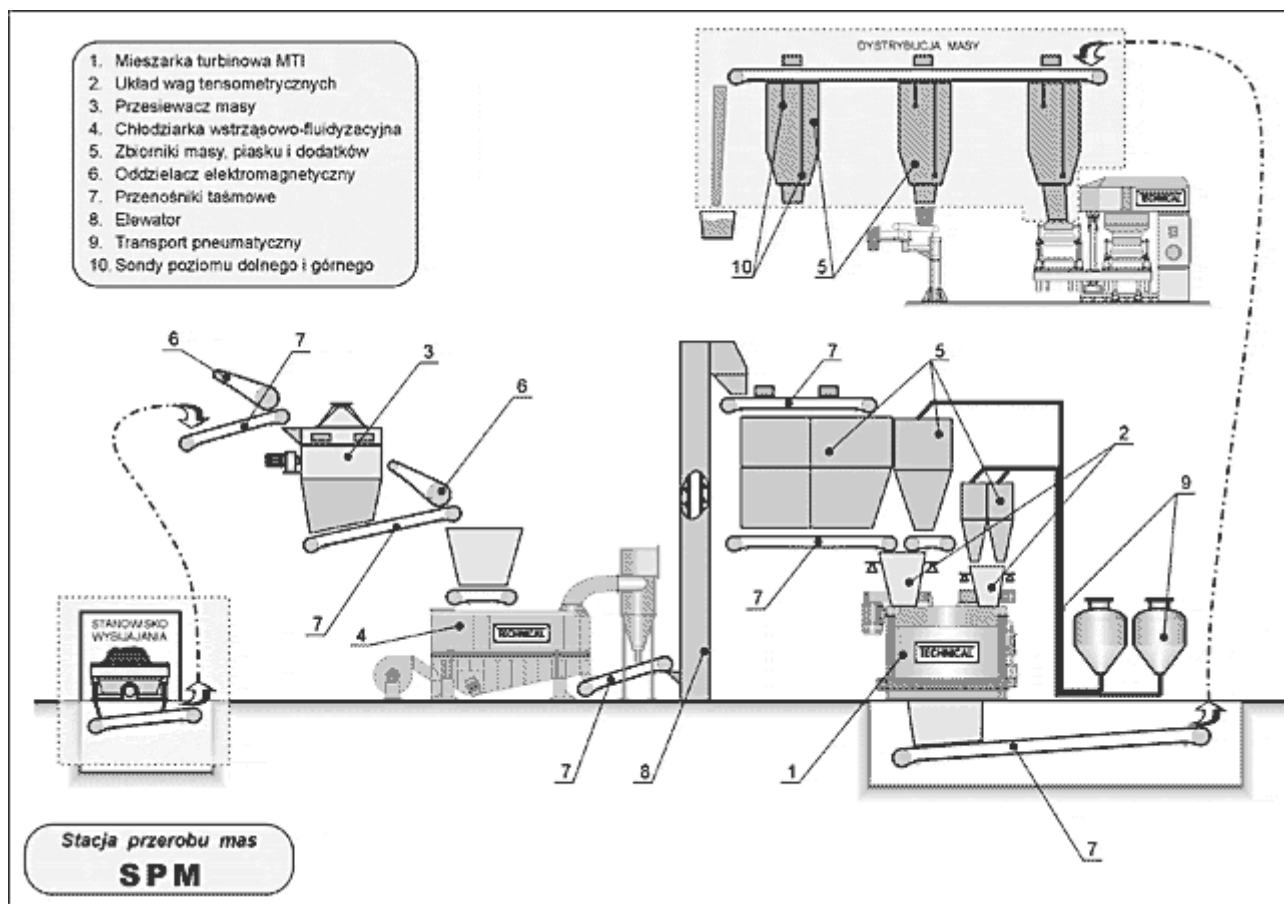
Linia rozprowadzania masy (LRM) przeznaczona jest do dystrybucji odświeżonej masy przygotowanej w stacji sporządzania do zbiorników formiarni.

Na LRM realizowane są następujące operacje:

- transport odświeżonej masy;
- spulchnienie masy przed wsypaniem jej do zbiornika w formiarni.

Linia masy odwałowej (LMO) realizuje następujące cele:

- odbiór odpadów z przesiewaczy i cyklonów;
- okresowy odbiór masy obiegowej przeznaczonej na odwał;
- odbiór masy z linii transportu.



Rys. 5.1. Stacja przerobu mas formierskich SPM.

Pomiar i regulacja wilgotności mas formierskich – RWM [18]

Regulator wilgotności masy RWM-1 tworzą zespoły pomiarowe temperatury, wilgotności i gęstości pozornej, a ponadto zespoły wykonawcze podawania wody do mieszarki.

Pomiar temperatury realizują dwa czujniki typu TTJ-Fe-CuNi z przetwornikiem 4÷20mA o zasilaniu 24VDC i zakresie pomiarowym 0÷150°C. Wymienione czujniki umieszczone są w zbiorniku wagowym naprzeciw siebie na różnych wysokościach, tak by uzyskać w miarę uśredniony wynik pomiaru. Czujniki wykonane są w ten sposób, że ich kształt oraz konstrukcja chronią je przed erozyjnym oddziaływaniem piasku i masy.

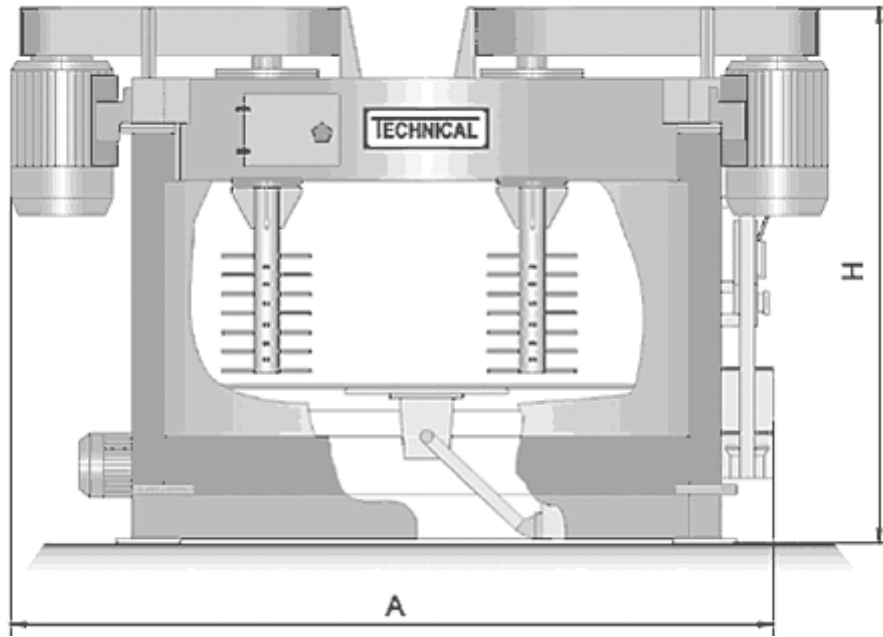
W omawianym układzie wilgotność określa się metodą pomiaru pojemności elektrycznej masy formierskiej przy pomocy sond pojemnościowych specjalnej konstrukcji. Sondy montuje się w dozowniku wagowym pionowo, przy czym ich długość obejmuje ok. 90% wysokości słupa masy, co pozwala na uśrednienie pomiaru. Przetwornik pomiarowy zmienia mierzoną wartość pojemności elektrycznej na sygnał standardowy 4÷20 mA, który doprowadzany jest do sterownika PLC. Pomiar polega na wyznaczeniu pojemności elektrycznej masy znajdującej się pomiędzy sondami pomiarowymi a ścianami zbiornika wagowego. Ze względu na typ mierzonej wielkości zastosowano generator wielkiej częstotliwości.

Sygnały z zastosowanych przetworników pomiarowych są doprowadzone na wejścia analogowe i cyfrowe sterownika programowalnego. Algorytm sterowania nadzoruje pracę regulatora, przy czym podstawową jego funkcją jest wyznaczenie ilości wody podawanej do mieszarki.

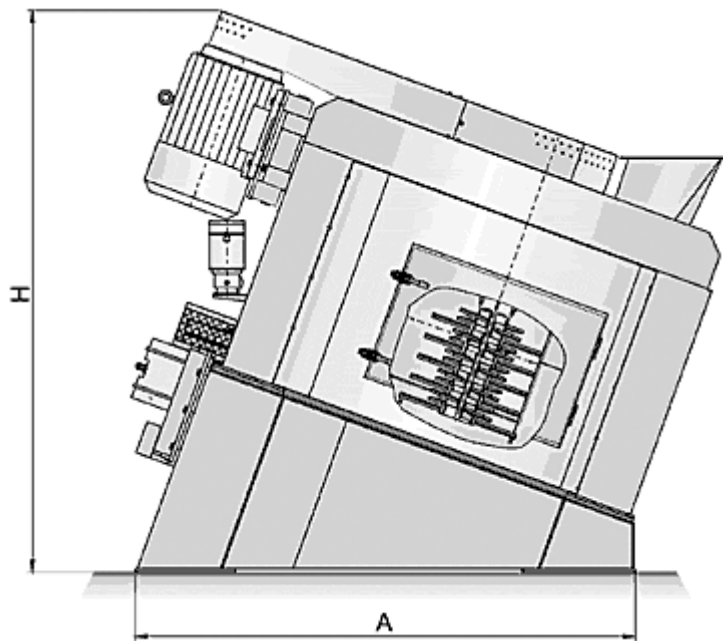
Układ pomiarowo-sterujący obejmuje automatyczny system naważania i dozowania przy użyciu elektronicznych wag dozujących, wyposażonych w miernik wagowy MWE-0517. Ten wielofunkcyjny procesor jest przeznaczony do realizacji ważenia z wykorzystaniem tensometrycznych przetworników masy.

Zmierzone w procesie przygotowania składników wartości temperatury i pojemności elektrycznej masy formierskiej są przekazywane do urządzenia centralnego wilgotnościomierza, który oblicza wymagany dodatek wody, którą należy podać do mieszarki. Wyliczenie niezbędnej ilości wody następuje zanim masa zwrotna i dodatki odświeżające trafią do mieszarki, a dozowanie wody rozpoczyna się już w pierwszych sekundach mieszania, co zapewnia optymalne powleczenie ziaren piasku bentonitem, przy bardzo krótkim całkowitym cyklu sporządzania masy formierskiej.

Zespół dozowania wody składa się z łopatkowego czujnika przepływu z modułem sterowania typu 8035 firmy BURKERT, realizując w ten sposób ideę dozowania objętościowego.



Rys. 5.2. Schemat mieszarki MTI.



Rys. 5.3. Schemat mieszarki MTP.

DANE TECHNICZNE STYPIZOWANYCH ZESPOŁÓW ZFK (MIESZARKI KRAŻNIKOWEJ) I ZFP (MIESZARKI POBOCZNICOWEJ)

Typ zespołu	Rodzaj i typ mieszarki	Pojemność mieszarki kg	Cykl mieszania, min	Łączna moc zainstalowana kW	Ilość powietrza wciąganego	Pojemność zbiorników, m ³			Orientacyjne wymiary, m			Rodzaj mas formierskich syntetycznych
						Masa obiegowa	Piaski	dotatki	A	B	H	
ZFK – 30	Krażnikowa MK-030B	400	3 ÷ 6	24	900	25,0	2 x 2,5	2 x 1,6	3,0	10,0	9,5	Przymodełowe, wypełniające jednolite
ZFK - 075	Krażnikowa MK-075	800	3 ÷ 6	37,0	4000	40	2 x 4,0	2 x 1,6	1,2	10,0	11,0	
ZFK – 120	Krażnikowa MK - 120	1 400	3 ÷ 6	44,0	4 000	69,0	2 x 6,0	2 x 2,5	4,2	12,4	11,0	
ZFK – 240	Krażnikowa MK – 240	2 400	3 ÷ 6	85,0	5 000	100,0	2 x 10	2 x 3,0	5,0	12,	13,0	
ZFP – 030	Pobocznicowa MP-030B	300	1 ÷ 2	68,0	11,500	25,0	2 x 2,5	2 x 1,6	3,0	10,0	9,0	Wypełniające jednolite
ZFP – 060	Pobocznicowa MP – 060	600	1 ÷ 2	92,0	13 000	60,0	2 x 6,0	2 x 2,5	4,2	12,4	11,0	
ZFP – 090	Pobocznicowa MP – 090	1 000	1 ÷ 2	112,0	14 000	60,0	2 x 5,0	2 x 2,5	4,2	12,4	11,0	
ZFP – 120	Pobocznicowa MP – 120	1 350	1 ÷ 2	145,0	14,000	60,0	2 x 6,0	2 x 2,5	4,2	12,4	11,0	
ZFP – 200	Pobocznicowa MP – 200	1 750	1 ÷ 2	162,0	21 000	100,0	2 x 10,0	2 x 3,0	5,0	12,8	17,0	

DANE TECHNICZNE STACJI SPORZĄDZANIA MAS FORMIERSKICH

Typ stacji	Wydajność nominalna	Gabaryty stacji	Moc zainstalowana	Ilość powietrza odciągane	Masa stacji
	m ³ /h	m	kW	m ³ /h	t
SMF – 16/4xZFK – 030	16	12,0 x 10,0 x 9,0	96	16000	110,5
16/3xZFK – 060		12,6 x 10,0 x 11,0	111	12000	110,0
16/2xZFK – 120		8,4 x 12,1 x 11,0	88	8000	92,0
16/2xZFP – 030		6,0 x 10,0 x 9,0	136	23000	59,5
SMF - 25/4xZFK – 060	25	16,0 x 10,0 x 11,0	148	16000	144,0
25/3xZFK – 120		12,6 x 12,4 x 11,0	132	12000	133,5
25/3xZFP – 030		9,0 x 10,0 x 9,0	204	44500	86,5
25/3xZFP – 060		8,4 x 12,4 x 11,0	184	28000	105,0
SMF - 40/4xZFK – 120	40	16,8 x 12,4 x 11,0	176	13000	174,3
40/2xZFK – 240		10,0 x 12,8 x 13,0	170	10000	142,0
40/4xZFP – 030		12,0 x 10,0 x 9,0	272	46000	113,5
40/3xZFP – 060		12,6 x 12,4 x 11,0	276	42000	151,0
SMF - 60/3xZFK – 240	60	15,0 x 12,8 x 13,0	255	15000	209,0
60/4xZFK – 060		16,8 x 12,4 x 11,0	368	56000	203,0
60/2xZFP – 120		8,4 x 12,4 x 11,0	290	28000	143,0
SMF - 100/4xZFK – 240	100	20,0 x 12,8 x 13,0	348	20000	275,0
100/3xZFP – 120		12,6 x 12,4 x 11,0	435	42000	209,0
100/2xZFP – 200		10,0 x 12,8 x 13,0	304	42000	144,0
SMF - 160/4xZFP – 120	160	16,8 x 12,4 x 11,0	580	56000	276,0
160/3xZFP – 200		15,0 x 12,8 x 13,0	576	63000	211,0
160/2xZFP – 300		10,0 x 12,8 x 13,0	584	68000	161,0

ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ STOSOWANYCH W LINII ZWROTU MASY LZM

Typ linii	Oddzielnik elektromagnetyczny taśmowy	Oddzielnik elektromagnetyczno bębnowy	Przesiewacz obrotowy	Przesiewacz wstrząsowy	Kruszarka młotkowo-udarowa	Kruszarka walcowo-wahliwa	Chłodziarka fluidyzacyjna	Przenośnik kubelkowy	Przenośnik taśmowy
LZM – 16	POET - 650	POEB - 650	PSC – 16	PSW – 16	PKM - 16	PKWW - 16	CHM – 20	OPK - 16	B = 650
LZM – 25	POET – 650	POEB – 650	PSC – 25	PSW – 25	PKM – 25	PKWW – 25	CHM – 40	OPK – 25	B = 650
LZM – 40	POET – 650	POEB – 650	PSC – 40	PSW – 40	PKM – 40	PKWW – 40	CHM – 100	OPK – 40	B = 650
LZM – 60	POET – 800	POEB – 800	PSC – 60	PSW – 60	PKM – 60	PKWW – 60	CHM – 100	OPK – 60	B = 800
LZM – 100	POET – 1000	POEB – 1000	PSC – 100	PSW – 100	PKM – 100	PKWW – 100	2 x CHM-100	OPK – 100	B = 1000
LZM – 160	POET – 1200*	POEB – 1200*	PSC – 160*	PSW – 160*	PKM - 160*			OPK - 160	B = 1200
LZM – 160	- 2 linie LZM - 100								

- - wykonania na specjalne zamówienie.

URZĄDZENIA STOSOWANE W LINIACH LRM

Typ linii	Typ i wielkość spulchniarek masy	Typ przenośnika taśmowego	Objętość zbiornika buforowego
LRM – 16	PATS – 16	B = 650 mm	16
LRM – 25	PATS – 25	B = 650 mm	25
LRM – 40	PATS – 40	B = 650 mm	40
LRM – 60	PATS – 60	B = 800 mm	60
LRM – 100	PATS – 100	B = 1000 mm	100
LRM – 160	PATS – 160*	B = 1200 mm	100

- - przewidziano do produkcji

CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA ZESPOŁÓW

L.p.	Dane charakterystyczne	Typy zespołów				
		ZFK -060 [E/P]	ZFK - 240 [E]	ZFP - 050 [E/P]	ZFP - 120 [E]	
1	Wydajność teoretyczna ,m ³ /h	12 - 4	48,0 - 24,0	28,8 - 14,4	72 - 38	
	Cykl mieszania, min	3 - 8	3 - 6	1 - 2	1 - 2	
2	Typ mieszarki	MK - 060	MK - 240	MP - 050A	MP - 120	
3	Pojemność użytkowa zbiorników , m ³	bentonit (wyk. standard)	2,5	2,5	2,5	2,5
		pył węglowy (wyk. standard)	2,5	2,5	2,5	2,5
		Piasek	2 x 6	2 x 10	2 x 6	2 x 10
		masa obiegowa	40,0	100,0	60,0	100,0
4	Typ i wielkość pojemnika wykonanie „P”, m ³	ZP - 1,0	-----	ZP - 1,0	-----	
	Typ dozownika emulsji dla wykonania „E”, m ³	DCG - 25	DCG - 2 x 60	DCG - 25	DCG - 60	
5	Typ podajnika masy obiegowej	PT - 1000/4200	PT - 1200/6000	PT - 1000/6000	PT - 1200/6000	
6	Typ podajnika piasku	ZS-200x315/500	ZS-200x315/500	ZS-200x315/500	ZS-200x	
7	Typ podajnika pyłu i bentonitu	-----	PS-200	-----	PS-200	
8	Typ dozownika masy obiegowej i piasku	DWE-1000	DWE-2500	DWE-1000	DWE-1600	
9	Typ dozownika pyłu i bentonitu	DK-4,0	-----	DK-4,0	-----	
10	Orientacyjne gabaryty zespołu, m	długość	10,4	12,7	10,0	12,1
		szerokość	4,0	5,0	4,0	5,0
		wysokość	10,0	14,0	11,0	14,0
11	Moc zainstalowana, kW	37,1	88,0	85,0	149,5	
12	Masa zespołu, t	33,0	64,0	31,0	76,4	

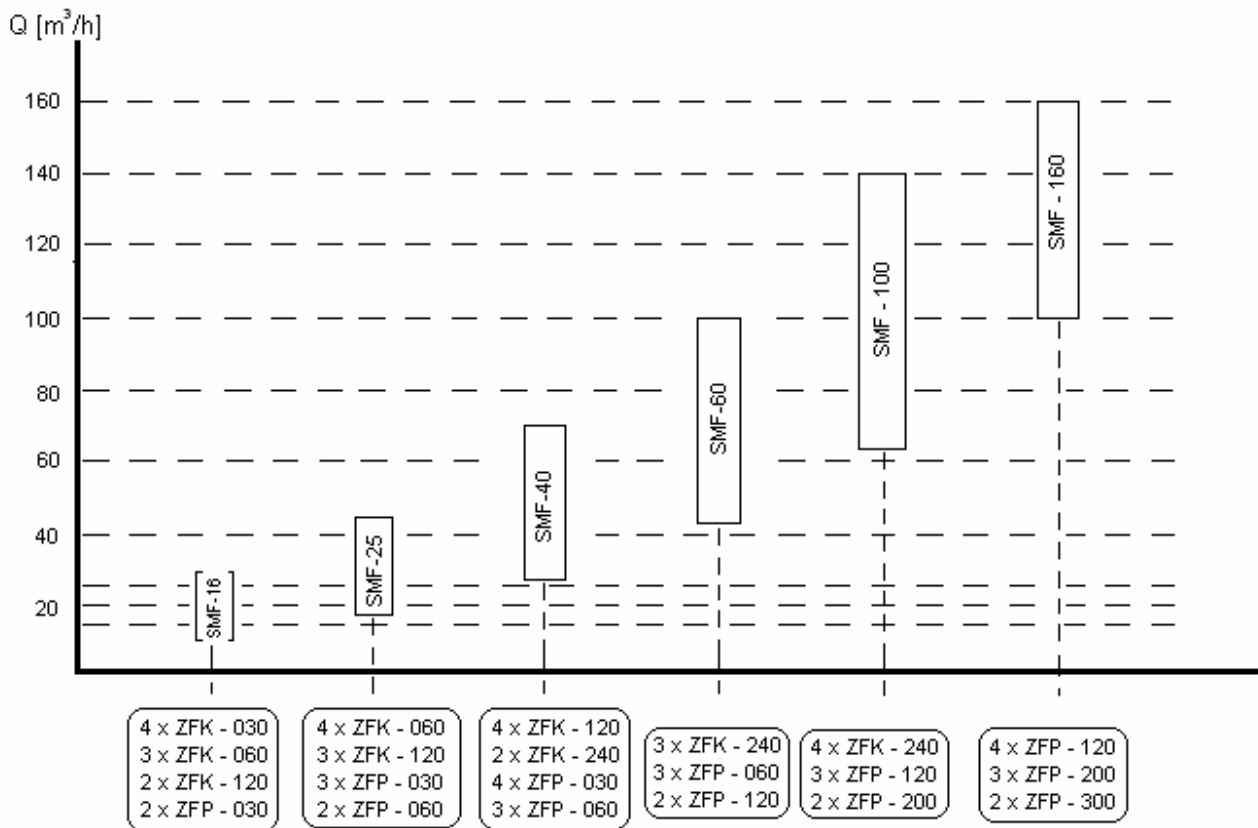
Uwaga: Moc zainstalowana i masa zespołu podane są dla wykonania standardowego, w wykonaniu „E” i „P” ulegają zmniejszeniu.

Rodzaj stopu	Grubość ścianki w mm lub rodzaj odlewu	Temperatura stopu, °C	
		Siluminium	do 10 10 - 20 20
Brąz aluminiowy	Do 10	1150 - 1250	1100 – 1200
Brąz krzemowy	Do 10 10	11300 – 1180 1080 - 1130	1100 – 1150 1050 - 1100
Mosiądz	-	1050 – 1150	1000 – 1100
Stopy magnezu	4 - 5	-	770 – 800
	6 – 8		740 – 770
	> 8		710 - 740
Staliwo węglowe i niskostopowe	Odlewy drobne i średnie odlewy ciężkie	1670	1540 – 1600
		1650	1520 - 1580
Staliwo wysokostopowe	Odlewy drobne i średnie odlewy ciężkie	1700	1570 – 1620
		16700	1550 - 1600
Żeliwo szare ZL150 i ZL200	Odlewy drobne	1380 – 1400	1380 – 1400
	Odlewy średnie	1420 – 1490	1300 – 1330
	Odlewy ciężkie	1400 - 1450	1260 – 1280
Żeliwo szare ZL250, ZL300 i modyfikowane	Odlewy drobne	1450 – 1550	1380 – 1400
	Odlewy średnie	1420 – 1490	1300 – 1340
	Odlewy ciężkie	1400 - 1450	1280 – 1300
Żeliwo sferoidalne	-	1480 – 1550	1300 - 1350
Żeliwo ciągliwe	Odlewy drobne i średnie	1480 - 1550	1380 - 1450

Tab. 5.1. Temperatury przegrzania i zalewania stopów do form piaskowych.

Sposób formowania					
na wilgotno		z podsuszaniem		na sucho	
formy małe	formy średnie	formy średnie skrzynkach	formy duże w gruncie	formy średnie	formy duże
2 – 4	4 – 6	10 – 12	12 – 18	18 – 24	24 - 36

Tab. 5.2. Najdłuższy dopuszczalny czas przetrzymywania form wiązanych glinami od chwili wykonania do zalania w h



Rys. 5.4. Zakres wydajności stacji sporządzania mas formierskich

6. Obliczenia parametrów masy po wybicciu z formy.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
	<p>Określenie średniej temperatury i wilgotności masy formierskiej jest możliwe na podstawie analizy bilansu cieplnego formy [14].</p> <p>Obliczenie stosunku masa formierska – odlew, przy którym masa formierska uzyskuje 100 °C</p> $k_{100} = \frac{\varepsilon(C_c * \Delta t_c + L + C_s * \Delta t_s)}{C_f (100 - t_p) + \frac{W_p}{100 - W_p} [C_w (100 - t_p) + r]}$ <p>Dla mas obiegowych przegrzanych do temperatury $t_x < 100$ °C można także określić uśrednioną wilgotność końcową mas - W_k – w momencie wybijania.</p> $W_k = \frac{100 * W_p * (k - k_{100})}{100 * k - k_{100} * W_p}$ <ul style="list-style-type: none"> 1 przypadek, gdy $k < k_{100}$ to: $t_x > 100$ °C $t_x = \frac{\varepsilon(C_c * \Delta t_c + L + C_s * \Delta t_s) - \frac{k W_p}{100 - W_p} [C_w (100 - t_p) + r]}{k * C_f} + t_p$ <p>$W_k = 0$ %</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 przypadek, gdy $k > k_{100}$ to: $t_x < 100$ °C $t_x = \frac{\varepsilon(C_c * \Delta t_c + L + C_s * \Delta t_s) - \frac{k_{100} * W_p}{100 - W_p} [C_w (100 - t_p) + r]}{k * C_f + \frac{(k - k_{100}) W_p}{100 - W_p} C_w} + t_p$ <p>gdzie:</p> $\Delta t_c = t_z - t_k$ $\Delta t_s = t_k - t_w$ <p>Oznaczenia symboli występujących we wzorach: t_z , t_k , t_w – temperatura: zalewania, krzepnięcia, wybijania;</p>	

6. Obliczenia parametrów masy po wybiciu z formy.

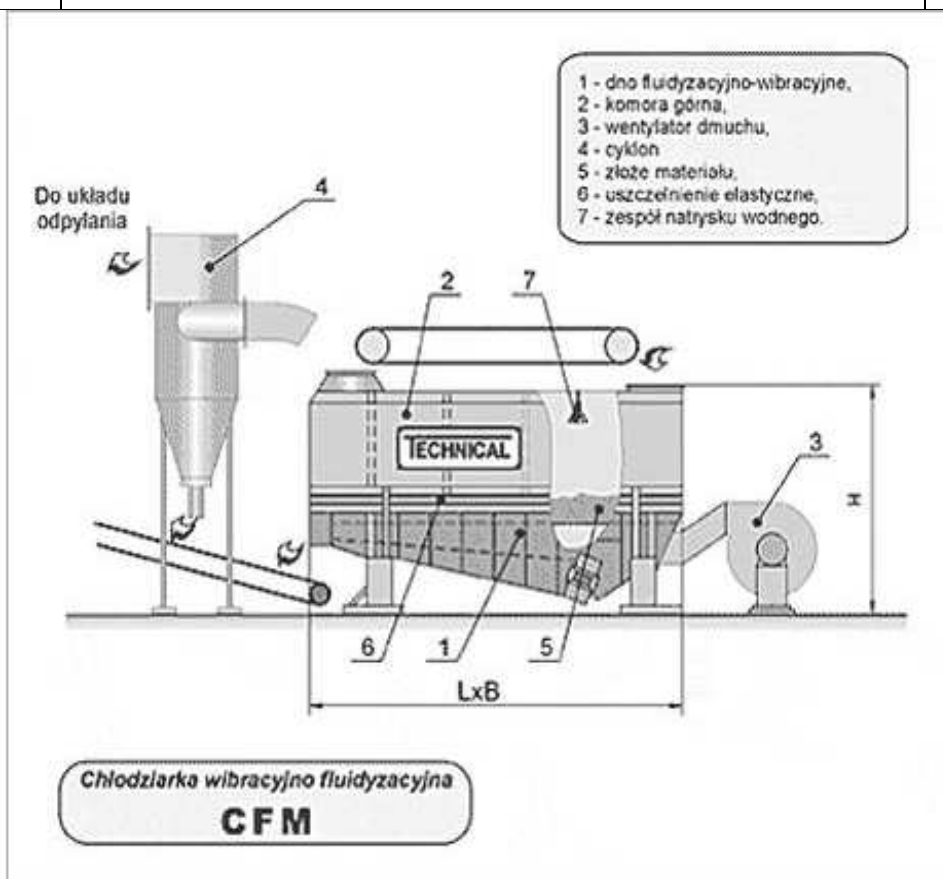
	<p>C_c , C_s – ciepło właściwe metalu w stanie ciekłym i stałym; L – średnie ciepło krzepnięcia C_f , C_w – ciepło właściwe suchej masy formierskiej i ciepło właściwe wody; t_p – temperatura początkowa masy; r – ciepło parowania wody Przyjąć: $W_p = 3,5\%$ - wilgotność początkowa; $\varepsilon = 0,7$ – współczynnik uwzględniający ciepło; rozproszone do otoczenia $t_p = 25\text{ }^\circ\text{C}$ – temperatura początkowa masy formierskiej.</p>	
--	---	--

parametr technologiczny	symbol	jednostka	zakres wartości	średnia wartość
temperatura zalewania	t_z	$^\circ\text{C}$	1220-1450	1335
temperatura wybijania	t_w	$^\circ\text{C}$	250-700	475
wilgotność początkowa	W_p	%	2,5-7	4,75

symbol	C_c	C_s	L	C_f	r	C_w	t_k
jednostka	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{kJ}{kg}$	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{kJ}{kg}$	$\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$	$^\circ\text{C}$
wartość	0,837	0,753	270	0,96	2259	4,19	1200
dane według	4	4	4	3	2	2	4

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
$\varepsilon = 0,7$ $C_c = 0,837$ <i>kJ / kg * °C</i> $t_z = 1335$ °C $t_k = 1200$ °C $L = 270$ <i>kJ / kg</i> $C_s = 0,753$ <i>kJ / kg * °C</i> $t_w = 475$ °C $C_f = 0,96$ <i>kJ / kg * °C</i> $W_p = 3,5$ % $C_w = 4,19$ <i>kJ / kg * °C</i> $r = 2259$ <i>kJ / kg</i> $t_p = 25$ °C $k = 3$	$\Delta t_c = 1335 - 1200 = 135$ °C $\Delta t_s = 1200 - 475 = 725$ °C $k_{100} = \frac{0,7(0,837 * 135 + 270 + 0,753 * 725)}{0,96(100 - 25) + \frac{3,5}{100 - 3,5} [4,19 * (100 - 25) + 2259]}$ $k_{100} = 3,93$ $k < k_{100}$ – obliczam t_x z warunku 1: $t_x = \frac{1}{3 * 0,96} * \left[\frac{0,7(0,837 * 135 + 270 + 0,753 * 725) - \frac{3 * 3,5}{100 - 3,5} [4,19 * (100 - 25) + 2259]}{1} \right] + 25$ $t_x \cong 154$ °C $\Rightarrow t_x > 100$ °C $\Rightarrow W_k = 0$ % <p>Dobór chłodziarki Z uwagi na stopień schłodzenia dobieram chłodziarkę: CFM 3510</p> <p>Charakterystyka techniczna CFM 3510:</p> <ul style="list-style-type: none"> – stopień schłodzenia z temp. 120°C do temp. 40°C: 20 t/h; – stopień schłodzenia z temp. 80°C do temp. 40°C: 30 t/h; – ilość odciąganego powietrza: 8700 Nm³/h – wymiary gabarytowe: <ul style="list-style-type: none"> ○ L = 4100 mm ○ B = 1750 mm ○ H = 2500 mm 	$k_{100} = 3,93$ $t_x = 154$ °C $W_k = 0$ %

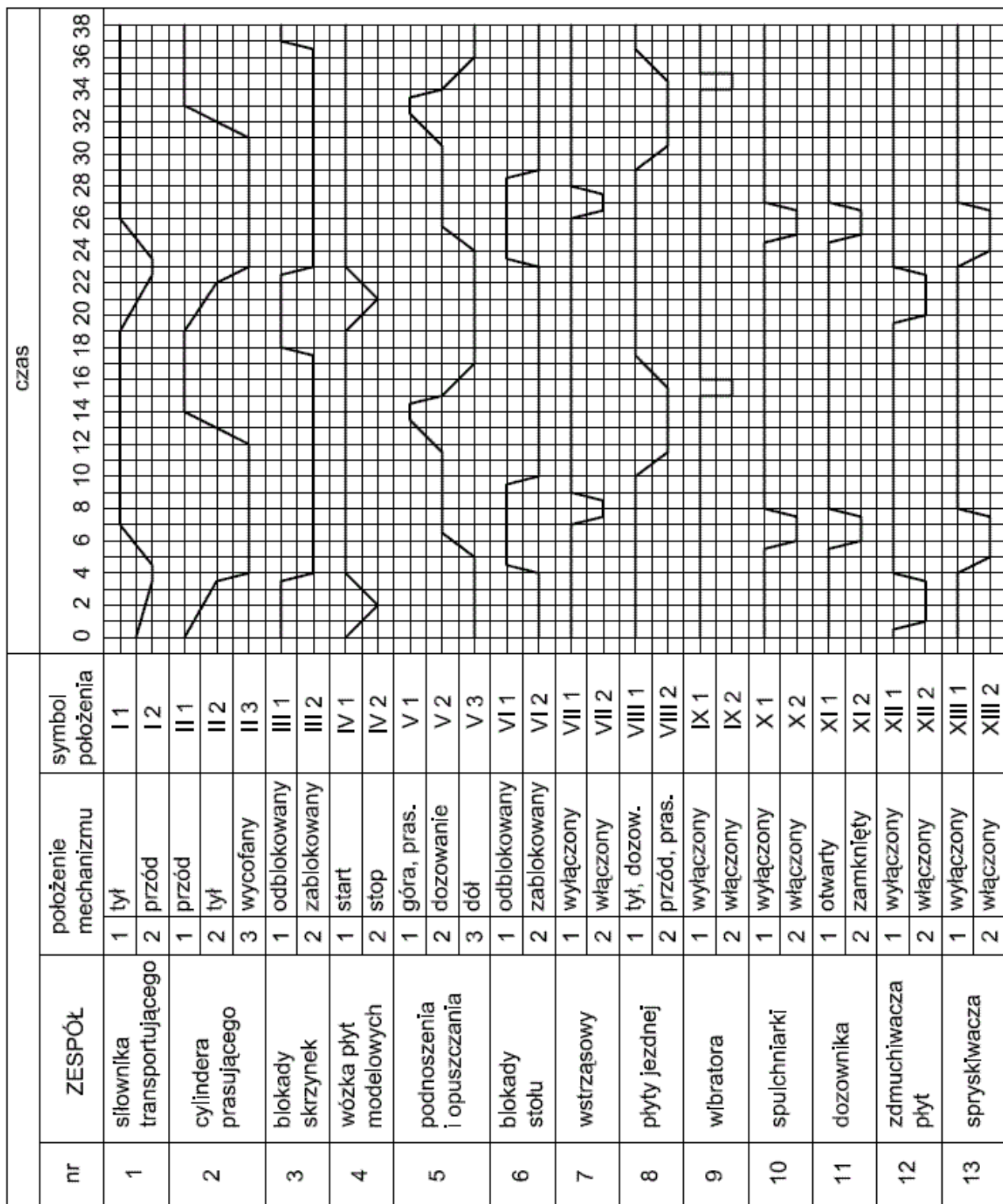
6. Obliczenia parametrów masy po wybiciu z formy.



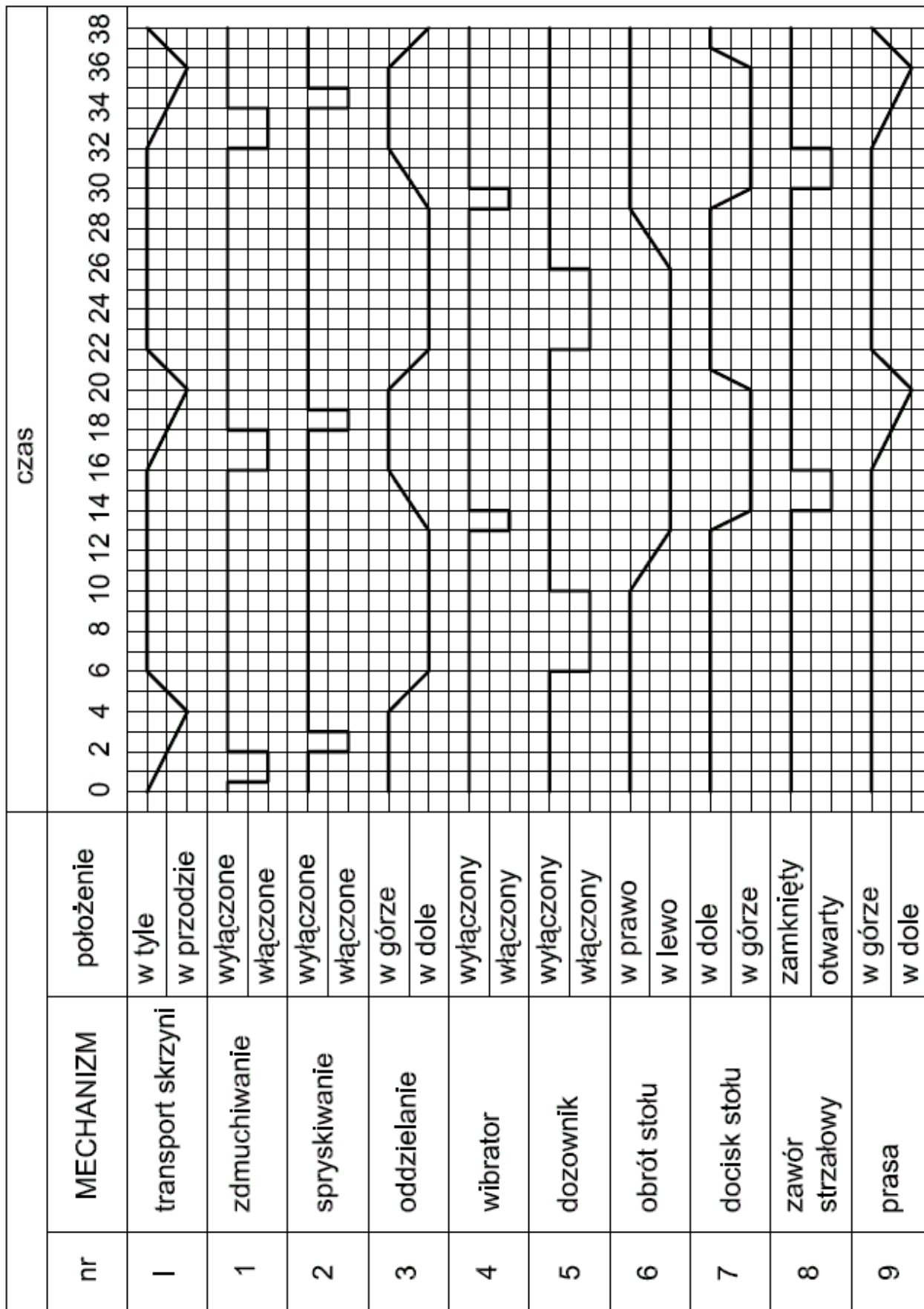
Charakterystyka techniczna CFM					
TYP		3510	4510	5016	5520
Wydajność					
Stopień schłodzenia z temp. 120°C do temp. 40°C	t/h	20	27	45	54
Stopień schłodzenia z temp. 80°C do temp. 40°C	t/h	30	40	60	80
Ilość odciąganego powietrza	Nm ³ /h	8700	11200	16800	22500
Wymiary gabarytowe					
długość L	mm	4100	5050	5800	6300
szerokość B	mm	1750	1750	2400	2800
wysokość H	mm	2500	2750	3050	3050

Rys. 6.1. Schemat chłodziarki wibracyjno fluidyzacyjnej CFM [17]

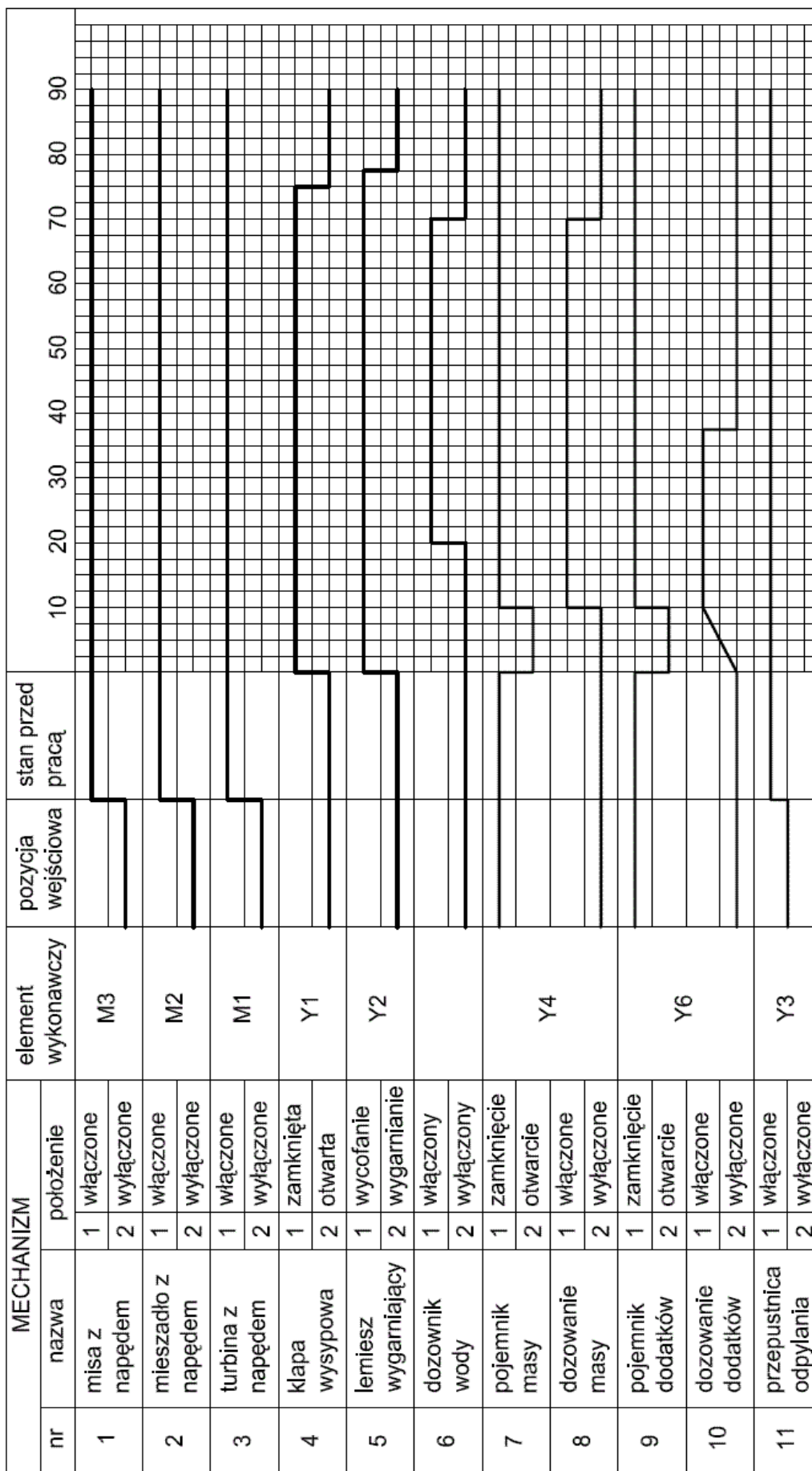
7. Cyklogramy pracy wybranych urządzeń.



Rys. 7.1. Cyklogram formierki wstrząsowo prasującej.



Rys. 7.2. Cyklogram FT.



Rys. 7.3. Cyklogram mieszarki turbinowej.

8. Dobór kraty do wybijania odlewów. Dobór kabiny wyłumiająco-odciągowej [17].

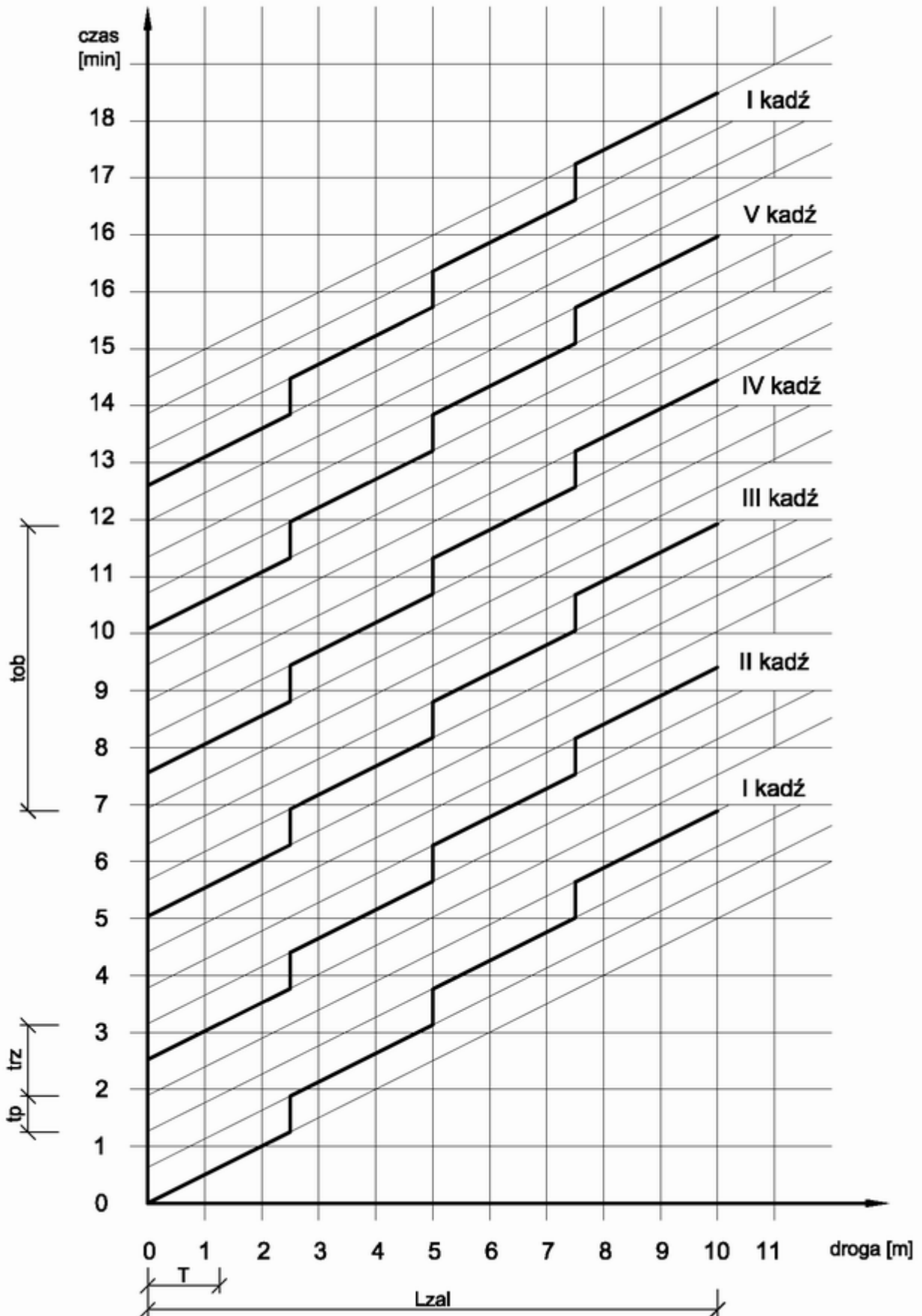
DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
$V_o = 0,007 \text{ m}^3$ $\rho_o = 7000 \text{ kg/m}^3$ $V_f = 0,089 \text{ m}^3$ $\rho_f = 1650 \text{ kg/m}^3$	<p>Kryterium wyboru kraty wstrząsowej:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ciężar formy zalanej musi być mniejszy niż nośność kraty – gabaryty kraty muszą być większe od gabarytów skrzyń. <p>Obliczanie masy odlewu:</p> $m_o = V_o * \rho_o = 0,007 * 7000 = 49 \text{ kg}$ <p>Obliczanie masy formy formierskiej w skrzynce:</p> $m_f = V_f * \rho_f = 0,089 * 1650 = 146,85 \text{ kg}$ <p>Masa skrzynek odczytana z katalogu:</p> $m_{skrz} = 255 + 250 = 505 \text{ kg}$ <p>Obliczanie masy całkowitej skrzynki:</p> $m_c = m_o + m_f + m_{skrz} = 49 + 146,85 + 505 = 701 \text{ kg}$ <p>Na podstawie znajomości wartości m_c dobieram kratę wstrząsową:</p> <p>Typ kraty: WKM – 1A – 0812 Nośność kraty: 1000 kg Szerokość użyteczna stołu: 800 mm Długość użyteczna stołu: 1200 mm Moc silnika: 4 kW Prędkość obrotowa silnika: 1430 obr/min Zasilanie: 3x380/220 Częstotliwość prądu: 50 Hz Masa całkowita: 1050 kg</p>	$m_o = 49 \text{ kg}$ $m_f = 146,85 \text{ kg}$ $m_{skrz} = 505 \text{ kg}$ $m_c = 701 \text{ kg}$

9. Wyznaczanie czasu zalewania, pojemności kadzi, wykres droga-czas dla odcinka zalewania.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
<p>$Q = 49 \text{ kg}$</p> <p>$a_p = 0,1 \text{ m}$ $b_p = 0,2 \text{ m}$ $h_p = 0,05 \text{ m}$</p>	<p>9.1 Obliczanie teoretycznego czasu zalewania.</p> $t_z = s * \sqrt[3]{Q * g} \text{ s}$ <p>s – współczynnik zależny od rodzaju odlewanego stopu sposobu doprowadzenia metalu do formy oraz temperatury zalewania Q – masa odlewu wraz z nadlewami i układami wlewowymi, kg g – średnia grubość ścianki odlewu, mm</p> <p>$s = 1,8$</p> $g = \frac{a_p + b_p + h_p}{3} = \frac{0,1 + 0,2 + 0,05}{3} = 120 \text{ mm}$ $t_z = 1,8 * \sqrt[3]{49 * 0,12} = 32,5 \text{ s}$	<p>$t_z = 32,5 \text{ s}$</p>
<p>$m_m = 49 \text{ kg}$</p>	<p>9.2 Obliczanie rzeczywistego czasu zalewania.</p> $t_{rz} = 0,02 * m_m + 0,27 \text{ min}$ <p>m_m – masa metalu w formie</p> <p>9.3 Dobór kadzi odlewniczej.</p> <p>Zakładam, że z jednej kadzi będzie zalane $n = 4$ form.</p> $m_m' = m_m * n = 49 * 4 = 196 \text{ kg}$ <p>m_m' - ilość metalu w kadzi</p> <p>Z uwagi na potrzebną ilość metalu do zalania 4 form, dobieram każdą o pojemności 200 kg.</p>	<p>$t_{rz} = 1,25 \text{ min}$</p> <p>$m_m' = 196 \text{ kg}$</p>

<p> $T_{zal} = 1335\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{przeg} = 1450\text{ }^{\circ}\text{C}$ </p> <p> $L = 80\text{ m}$ $v_{kadz} = 18\text{ m/min}$ $t_{nap} = 0,5\text{ min}$ </p> <p> $T = 1,26\text{ m}$ $v = 2\text{ m/min}$ $t_{rz} = 1,25\text{ min}$ $n = 4$ $t_{ob} = 5\text{ min}$ </p>	<p> 9.4 Określenie spadku temperatury w kadzi w zależności od jej wielkości: </p> <ul style="list-style-type: none"> – czas zalewania z jednej kadzi n form (odczytana z wykresu droga-czas) $t_{zn} = 8\text{ min}$ <ul style="list-style-type: none"> – temperatura zalewania form; – temperatura przegrzania; – spadek temperatury w kadzi: $\Delta T = T_{przeg} - T_{zal} = 115\text{ }^{\circ}\text{C}$ <ul style="list-style-type: none"> – czas stygnięcia i krzepnięcia odlewów żeliwnych w formach przed wybiciem <p> 9.5 Obliczanie czasu obiegu kadzi. </p> <p> L – długość toru kolejki podwieszanej – droga kadzi po metal-zalewanie. v_{kadz} – prędkość jazdy wózka z kadzią. t_{nap} – czas napełniania kadzi. </p> $t_{ob} = \frac{L}{v_{kadz}} + t_{nap} = \frac{80}{18} + 0,5 = 4,9 \Rightarrow 5\text{ min}$ <p> W celu sporządzenia wykresu droga-czas dla odcinka zalewania, konieczna jest znajomość wartości następujących wielkości: </p> <ul style="list-style-type: none"> – T – podziałka przenośnika wózkowego; – v – prędkość przenośnika wózkowego; – t_{rz} – rzeczywisty czas zalewania; – n – ilość form zalewanych z jednej kadzi; – t_{ob} – czas obiegu jednej kadzi. 	<p> $t_{zn} = 8\text{ min}$ </p> <p> $t_{ob} = 5\text{ min}$ </p>
---	---	---

WYKRES DROGA CZAS



Rys. 9.1. Wykres droga-czas dla odcinka zalewania.

Tab. 9.1. Wartości współczynnika s do wzoru Sobolewa [10]

Rodzaj stopu	Doprowadzenie metalu do formy	Wartość współczynnika s przy temperaturze zalewania	
Staliwo	Z dołu lub grube ścianki odlewu	1,3	1,4 – 1,5
	W połowie wysokości odlewu lub kaskadowo	1,4	1,5 – 1,6
	Z góry lub równomiernie w cienkie ścianki	1,5 - 1,6	1,6 – 1,8
Żeliwo	Niezależnie od sposobu zalewania	1,8	2,0
Aluminium w piasku	Niezależnie od sposobu zalewania	1,7	
Mosiądz	Układem wlewowym zamkniętym	1,9	
Brąz	Niezależnie od sposobu zalewania	2 – 2,1	

Tab. 9.2. Podstawowe wymiary kadzi ręcznych i podwieszonych, wg PN-57/H-56004 [10]

pojemność kg	wymiary, mm				Ciężar z wyłożeniem kg
	D	d	H	z	
10	165	140	175	25	4
15	185	160	190	25	5
20	210	180	215	30	7,5
(30)	240	210	240	35	11
50	285	250	285	40	18
75	320	280	320	45	23
100	340	300	340	50	26
(200)	425	375	425	50	53
250	460	400	460	60	68
500	575	500	500	65	137

Tab. 9.3. Podstawowe wymiary kadzi odlewniczych zwykłych z przekładnią mechaniczną, wg PN-56/H-56021 [10]

Pojemność kadzi t	Wymiary, mm				Ciężar kadzi z wyłożeniem kg
	D	d	H	B	
1	725	600	725	850	500
1,5	840	700	840	1100	750
2	950	800	950	1200	1000
3	1060	900	1060	1300	1500
5	1260	1050	1260	1750	2500
7	1390	1200	1390	1880	3500
10	1560	1350	1560	2150	5000
15	1840	1500	1840	2500	7000
20	1940	1700	1940	1700	10000
30	2270	1950	2270	3200	15000

Tab. 9.4. Podstawowe wymiary kadzi zatyczkowych, wg PN-56/H-56022 [10]

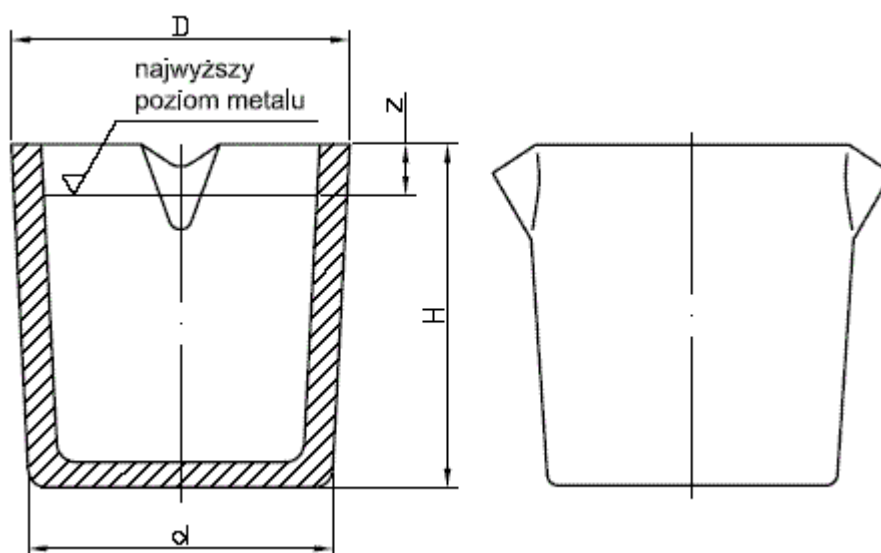
Pojemność kadzi t	Wymiary, mm			Ciężar kadzi z wyłożeniem kg
	D	d	H	
1	840	700	840	750
1,5	950	800	950	1000
2	1010	850	1010	1500
3	1150	950	1150	2000
5	1320	1150	1320	3000
7	1450	1250	1450	4000
10	1650	1400	1650	6000

Tab. 9.5. Podstawowe wymiary kadzi bębnowych, wg PN-56/H-56025 [10]

Pojemność kadzi t	Wymiary, mm			Ciężar kadzi z wyłożeniem kg
	D	d	H	
0,5	700	600	1630	460
1	970	750	1950 2210	1000
2	1070	950	2270	1600

Tab. 9.6 – Podstawowe wymiary kadzi czajnikowych, wg PN-56/H56023 [10]

Pojemność kadzi t	Wymiary, mm			Ciężar kadzi z wyłożeniem kg
	D	d	H	
0,5	575	500	575	300
1	725	600	725	500
1,5	840	700	840	750
2	950	800	950	1000
3	1060	900	1060	1500
5	1260	1050	1260	2500



Rys. 9.2. Kadź odlewnicza ręczna, wg PN-57/H-56004. [10]

10. Określenie długości poszczególnych odcinków linii odlewniczej.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
$v = 2 \text{ m/min}$ $t_{\text{chl}} = 40 \text{ min}$	<p style="text-align: center;">Orientacyjne długości odcinków trasy przenośnika wózkowego wynoszą:</p> <p>a) odcinek formowania $L_{\text{form}} = 15 \text{ m}$</p> <p>b) odcinek zalewania $L_{\text{zal}} = 10 \text{ m}$</p> <p>c) odcinek chłodzenia:</p> $L_{\text{chl}} = v \cdot t = 2 \cdot 40 = 80 \text{ m}$ <p>gdzie: v – prędkość przenośnika t – czas przetrzymania odlewów w formie przed wybiciem</p> <p>d) odcinek wybijania $L_{\text{wyb}} = 10 \text{ m}$</p>	$L_{\text{form}} = 15 \text{ m}$ $L_{\text{zal}} = 10 \text{ m}$ $L_{\text{chl}} = 80 \text{ m}$ $L_{\text{wyb}} = 10 \text{ m}$

11. Zestawienie podstawowych parametrów zespołów przenośnika form odlewniczych.

Tab. 11.1. Charakterystyka przenośników wózków odlewniczych.

szerokość przenośnika B mm	długość płyty A mm	wyróżnik płyty A/B	podziałka płyty mm	nośność płyty kG	podziałka łańcucha mm	dop. siła w łańcuchu kG	prędkość eksploat. mm/min	wydajność wózków/h	max. ilość wózków szt.	max. długość trasy	promień zakrętu, mm	wysokość płyty pod po....
500	630	1,25	800	400	400	2500	3,15÷8	236÷600	248	198	1250	+500
	800	1,6	1000		500			190÷480	230	230	1600	
630	800	1,25	1000	800	500	3150	2,5÷6,3	150÷378	176	176	1600	
	1000	1,6	1260		630			120÷300	177	223		
800	1000	1,25	1260	1600	630	4500	2÷5	95÷238	171	216	2000	
	1250	1,6	1600		800			75÷190	167	268		
1000	1250	1,25	1600	3000	800	6000	1,8÷4	60÷150	122	195	2500	
	1600	1,6	2000		600/400			48÷120	119	238		
1250	1600	1,25	2000	8000	600/400	8000	1,25÷3,15	38÷95	102	204	2800	
	2000	1,6	2500		600/650			30÷76	100	250		

Tab. 11.2. Zestawienie zespołów przenośników wózków odlewniczych

szerokość przenośnika B	wyróżnik płyty A/B	układ napędu	symbol zespołu									
			zespół napędu	naciąg torów	wózek nośny	plyta nośna	tor prosty	tor łukowy $\alpha=30^\circ$	tor łukowy $\alpha=45^\circ$	tor łukowy $\alpha=60^\circ$	tor łukowy $\alpha=90^\circ$	tor łukowy $\alpha=180^\circ$
500	1,25	WP	11TKN	11TKC	11TKW	11TKP	1TKD	17TKT	19TKT	11TKT	13TKT	15TKT
		WL	12TKN									
		KP	13TKN									
		KL	14TKN									
	1,6	WP	15TKN	12TKC	12TKW	12TKP		18TKT	20TKT	12TKT	14TKT	16TKT
		WL	16TKN									
630	1,25	WP	21TKN	21TKC	21TKW	21TKP	3TKD	28TKT	30TKT	22TKT	24TKT	26TKT
		WL	22TKN									
		KP	23TKN									
		KL	24TKN									
	1,6	WP	25TKN	22TKC	22TKW	22TKP		37TKT	39TKT	31TKT	33TKT	35TKT
		WL	26TKN									
		KP	27TKN									
		KL	28TKN									
800	1,25	WP	31TKN	31TKC	31TKW	31TKP	4TKD	47TKT	49TKT	41TKT	43TKT	45TKT
		WL	32TKN									
		KP	33TKN									
		KL	34TKN									
	1,6	WP	35TKN	32TKC	32TKW	32TKP		48TKT	50TKT	42TKT	44TKT	46TKT
		WL	36TKN									
		KP	37TKN									
		KL	38TKN									
1000	1,25	WP	41TKN	41TKC	41TKW	41TKP	5TKD	58TKT	60TKT	52TKT	54TKT	56TKT
		WL	42TKN									
		KP	43TKN									
		KL	44TKN									
	1,6	WP	45TKN	42TKC	42TKW	42TKP		51TKW	51TKP	52TKW	52TKP	
		WL	46TKN									
		KP	47TKN									
		KL	48TKN									
1250	1,25	WP	51TKN	52TKC	51TKW	51TKP	6TKD	58TKT	60TKT	52TKT	54TKT	56TKT
		WL	52TKN									
		KP	53TKN									
		KL	54TKN									
	1,6	WP	55TKN	52TKC	52TKW	52TKP		58TKT	60TKT	52TKT	54TKT	56TKT
		WL	56TKN									
		KP	57TKN									
		KL	58TKN									

Tab. 11.3. Czas krzepnięcia i stygnięcia odlewów żeliwnych w formach przed wybijaniem [10]

Ciężar odlewu kg	Grubość ścianki odlewu mm	Czas stygnięcia odlewu min
5	5÷8	10÷15
10	8÷12	15÷20
30	8÷15	20÷30
50	10÷20	25÷40
100	12÷30	30÷60
250	15÷40	40÷90
500	20÷50	90÷240
2000	30÷80	120÷480

- szerokość płyty B = 800 mm
- długość płyty A = 1000 mm
- nośność płyty 1600 kG
- podziałka łańcucha 630 mm
- maksymalna siła w łańcuchu 4500 kG
- prędkość przenośnika wózkowego 2 m/min
- wydajność 95 – 238 wózków/h
- maksymalna liczba wózków 171
- długość trasy przenośnika wózkowego 216 m
- promień zakrętu 2000 mm
- kąt zakrętu $\alpha = 90^\circ$
- wózek nośny o symbolu 31 TKW
- płyta nośna o symbolu 31 TKP
- oznaczenie toru prostego 31 TKD
- oznaczenie toru łukowego 31 TKT
- układ napędu WP
- zespół napędu 31 TKN
- podziałka przenośnika/płyty 1260 mm

wyróżnik A/B = 1,25

12. Obliczenia mocy napędu przenośnika wózkowego metodą obwiedniową.

I. Kryteria doboru przenośników wózkowych.

1. Wielkość formy.
2. Ciężar formy.
3. Długość trasy przenośnika.

Należy sprawdzić czy na zakręcie trasy przenośnika wózkowego istnieje luz pomiędzy krawędziami form większy od 20 mm.

Odlewnicze przenośniki wózkowe pracują ruchem ciągłym lub taktowym z prędkościami od 2 do 8 m/min.

II. Dokonuje się następujących obliczeń wydajności oraz mocy napędu.

Moc napędu przenośnika wózkowego oblicza się metodą obwiedniową. Metoda ta używana jest głównie do obliczania przenośników ciągnowych o trasie tworzący obwód zamknięty. Metoda ta polega na wyznaczaniu kolejnych miejsc i tym samym podzieleniu obwodowej trasy na odcinki, charakteryzujące się zmianą oporów ruchu.

W wyznaczonych miejscach określa się napięcia w ciągle przy czym, uwzględnia się sumę oporów ruchu na całej trasie przenośnika.

12.1 Dobór parametrów standardowych skrzynek formierskich.

Wymiar w świetle: 800 x 600 mm

Wysokość góra/dół: 250/250 mm

Wymiary gabarytowe: 1120 x 820 mm

Materiał: stal;

Masa skrzyni: 94 kg

Maksymalna masa masy w skrzynce: 232 kg

Masa półformy: 326 kg

Masa złożonej formy: 652 kg

Obliczona masa odlewu w formie: 92 kg

Masa formy zalanej metalem: $m_{\text{fzal}} = 770$ kg

Tab. 12.1. Zestawienie standardowych parametrów skrzynek formierskich

Skrzynka – materiał: stal				Forma				
wymiar w świetle mm	wysokość góra/dół mm	wymiary gabarytowe mm	masa skrzynki kg	max masa masy w skrzynce kg	masa półformy kg	masa złożonej formy m _f , kg	obl. masa odlewu w formie kg	masa formy zalanej metalem m _{fzal} , kg
500x400	150/150	760x480	23	50	73	146	20	173
500x400	200/200	740x480	36	67	103	206	27	242
600x500	200/200	900x620	64	100	164	328	40	379
600x500	300/300	900x620	78	150	228	456	60	533
800x700	250/250	1120x820	94	232	326	652	92	770
800x700	350/350	1120x820	112	323	435	870	129	1035
900x600	250/250	1220x720	94	224	318	636	90	751
900x600	350/350	1220x720	112	313	425	850	125	1010
1000x800	300/300	1370x950	164	398	562	1124	159	1318
1000x800	400/400	1370x950	195	530	726	1452	212	1708
1200x800	350/350	1570x950	196	554	750	1500	222	1771
1200x800	450/450	1570x950	250	712	962	1924	285	2271
1200x1000	400/400	1640x1300	487	792	1279	2558	317	2944
1200x1000	500/500	1640x1300	552	990	1542	3084	396	3569

12.2 Dobór wielkości (typu) płyty i wózka.

Typ płyty: 31 TKP

Typ wózka: 31 TKW

Masa płyty: $m_p = 154$ kgMasa wózka: $m_w = 260$ kgNośność wózka: $m_n = 1600$ kg

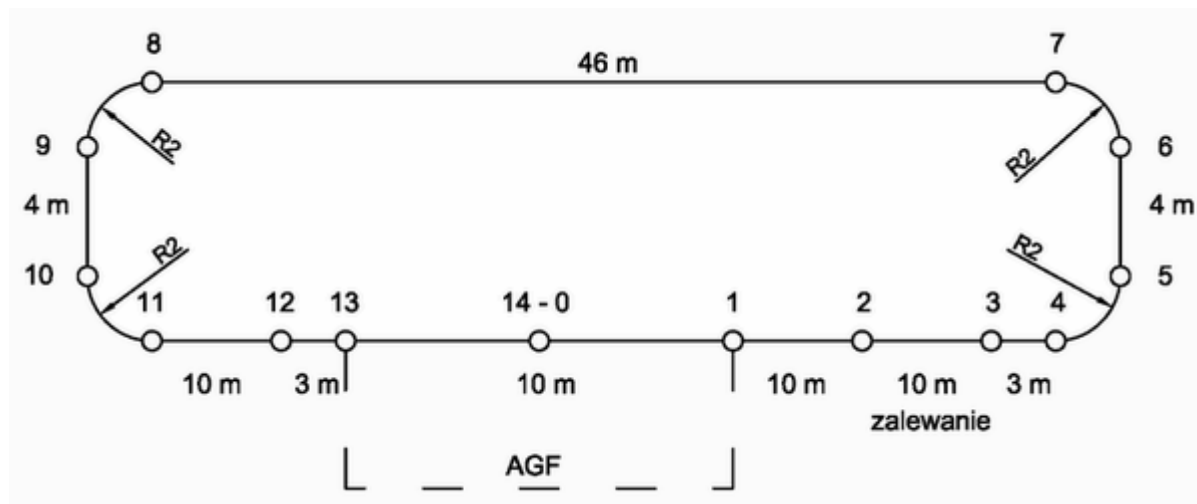
Tab. 12.2. Zestawienie wielkości płyt i wózków

Typ płyty	Szerokość B, mm	Wyróżnik A/B	Zespół napędowy	Naciąg toru	Tor prosty	Tor łukowy 90°	Tor łukowy 180°	Dopuszczalna siła w łańcuchu, N	Promień zakrętu m	Prędkość eksploatacyjna m/min	Wydajność, ilość wózków/h	Max. ilość wózków	Max długość trasy
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11 TKP	500	1,25	11 TKN 12 TKN 13 TKN 14 TKN	11 TKC	1 TKD	13 TKT	15 TKT	25 000	1,25	3,15 ÷ 8	236 ÷ 600	218	198
12 TKP	500	1,6	15 TKN 16 TKN 17 TKN 18 TKN	12 TKC	1 TKD	14 TKT	16 TKT	25 000	1,6	3,15 ÷ 8	190 ÷ 480	230	230
21 TKP	630	1,25	21 TKN 22 TKN 23 TKN 24 TKN	12 TKC	1 TKD	14 TKT	16 TKT	31 000	1,6	2,5 ÷ 6,3	150 ÷ 378	176	176
22 TKP	630	1,6	25 TKN 26 TKN 27 TKN 28 TKN	22 TKC	1 TKD	24 TKT	26 TKT	31 000	1,6	2,5 ÷ 6,3	120 ÷ 300	177	223
31 TKP	800	1,25	31 TKN 32 TKN 33 TKN 34 TKN	31 TKC	3 TKD	33 TKT	35 TKT	31 000	2,0	2,0 ÷ 5	95 ÷ 238	171	218

12. Obliczanie mocy napędu przenośnika wózkowego.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
32 TKP	800	1,6	35 TKN 36 TKN 37 TKN 38 TKN	32 TKC	3 TKD	34 TKT	36 TKT	31 000	2,0	2,0 ÷ 5	75 ÷ 190	167	268
41 TKP	1000	1,25	41 TKN 42 TKN 43 TKN 44 TKN	41 TKC	4 TKD	43 TKT	45 TKT	45 000	2,5	1,8 ÷ 4	60 ÷ 150	122	195
42 TKP	1000	1,6	45 TKN 46 TKN 47 TKN 48 TKN	42 TKC	4 TKD	44 TKT	46 TKT	45 000	2,5	1,8 ÷ 4	48 ÷ 120	119	238
51 TKP	1250	1,25	51 TKN 52 TKN 53 TKN 54 TKN	52 TKC	4 TKD	54 TKT	56 TKT	60 000	2,8	1,25 ÷ 3,15	38 ÷ 95	102	204
52 TKP	1250	1,6	55 TKN 56 TKN 57 TKN 58 TKN	52 TKC	4 TKD	54 TKT	56 TKT	60 000	2,8	1,25 ÷ 3,15	30 ÷ 76	100	250

12.3 Schemat trasy przenośnika wózkowego.



Rys. 12.1. Schemat trasy przenośnika wózkowego.

12.4 Podział trasy na odcinki charakteryzujące się zmiennym obciążeniem lub krzywizną (odcinki proste i łuki).

Punkt	Obciążenie	Dł. odcinka	Uwagi
0	m_0		Umieszczenie napędu
1	m_0+m_f	$l_{0-1} = 5 \text{ m}$	Umieszczenie zestawiarco-składarki ZFS
2	m_0+m_f	$l_{1-2} = 10 \text{ m}$	Początek odcinka zalewania
3	$m_0+m_f+m_{met}$	$l_{2-3} = 10 \text{ m}$	Koniec odcinka zalewania
4	$m_0+m_f+m_{met}$	$l_{3-4} = 3 \text{ m}$	
5	$m_0+m_f+m_{met}$	l_{4-5} łuk 90° $R = 2 \text{ m}$	
6	$m_0+m_f+m_{met}$	$l_{5-6} = 4 \text{ m}$	
7	$m_0+m_f+m_{met}$	l_{6-7} - łuk 90° $R = 2 \text{ m}$	
8	$m_0+m_f+m_{met}$	$l_{7-8} = 46 \text{ m}$	
9	$m_0+m_f+m_{met}$	l_{8-9} = łuk 90° $R = 2 \text{ m}$	
10	$m_0+m_f+m_{met}$	$l_{9-10} = 4 \text{ m}$	
11	$m_0+m_f+m_{met}$	l_{10-11} = łuk 90° $R = 2 \text{ m}$	Wypycharka WF i przenośnik dochładzający
12	m_0+m_{skrz}	$l_{11-12} = 10 \text{ m}$	
13	m_0	$l_{12-13} = 3 \text{ m}$	Zestawiarka skrzyń
14	m_0	$l_{13-14} = 5 \text{ m}$	Napęd

12.5 Obliczenie minimalnej siły naciągu (napięcia ciągną)

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
	$S_0 \approx 0,1 \cdot (G_{\max} + G_0) \geq 2100N$ <p> S_0 – napięcie wstępne S określone w punkcie 0, N $G_{\max} = (m_n \cdot g)$ – nośność jednego wózka, N $G_0 = [(m_p + m_w) \cdot g]$ – ciężar płyty i wózka, N g – przyspieszenie ziemskie równe 10 m/s^2 </p>	

Tab. 12.3. Napięcie wstępne S_0 określone w punkcie 0

A/B	B, mm				
	500	630	800	1000	1250
1,25	1000	1000	2100	3700	7200
1,6	1000	1000	2100	3750	7300

12.6 Obliczenia siły w łańcuchu.**12.6.1 Przy ruchu wózków po torze prostym.**

$$S_{n+1} = S_n + (Q + G_0) \frac{L_n}{T} w$$

gdzie:

 S_n – siła w punkcie n (początek odcinka prostego); N, S_{n+1} – siła w punkcie n+1 (koniec odcinka prostego); N,

Q – obciążenie wózka; N,

 G_0 – ciężar własny wózka z płytą; N, L_n – długość odcinka prostego; m,

T – podziałka wózków; m,

w – współczynnik ruchu zależny od łożyskowania i wymiarów kół jezdnych wózka.

Tab. 12.4. Wartości współczynnika w

A/B	B, mm				
	500	630	800	1000	1250
1,25	0,0165	0,0165	0,0122	0,013	0,01075
1,6	0,0165	0,0165	0,0122	0,0133	0,01075

Dobieram według tabeli wartość współczynnika **w = 0,0122**

12.6.2 Przy ruchu wózków po torze łukowym.

$$S_{m+1} = S_m w_{\tau}^r + (Q + G_0) w_{\tau}^p$$

gdzie:

 w_{τ}^r - współczynnik oporów ruchu w rolkach i przegubach łańcucha, w_{τ}^p - sumaryczny współczynnik oporów ruchu wózków po torze łukowym.Tab. 12.5. Wartości współczynnika w_{τ}^r

A/B	$\alpha, ^\circ$	B, mm				
		500	630	800	1000	1250
1,25	90	1,032	1,031	1,026	1,024	1,024
	180	1,059	1,058	1,049	1,044	1,044
1,6	90	1,031		1,026	1,024	1,024
	180	1,058		1,049	1,044	1,044

Tab. 12.6. Wartości współczynnika w_{τ}^p

A/B	$\alpha, ^\circ$	B, mm				
		500	630	800	1000	1250
1,25	90	0,1083	0,1037	0,09	0,091	0,0794
	180	0,1714	0,1654	0,1372	0,14	0,116
1,6	90	0,1035	0,0978	0,0864	0,079	0,0726
	180	0,1675	0,149	0,124	0,118	0,1016

Dobieram, według tabeli, wartości współczynników:

- $w_{\tau}^r = 1,026$

- $w_{\tau}^p = 0,09$

12.7 Obliczenia wartości siły w łańcuchu.

Linia wytwarzania odlewów w skrzynkach o wymiarach w świetle 800 x 600 i wysokościach 250/250 oraz masie skrzynki $m_{skrz} = 505$ kg.

Z tablicy 12.1 odczytano wartości:

- Wymiary gabarytowe 900×620
- Masa formy: $m_f = 328$ kg
- Masa formy z metalem: $m_{fzal} = 377$ kg
- Wybrano płytę przenośnika 31 TKP:
 - o wymiarach 800 × 1000 mm
 - $A/B = 1,25$
 - o masie $m_p = 154$ kg
- Wózek nośny 31 TKW o masie $m_w = 260$ kg.
- Masa $m_0 = m_p + m_w = 414$ kg
- Nośność wózka 1600 kg > $m_c = 791$ kg
- Podziałka przenośnika $T = 1260$ mm
- Prędkość eksploatacyjna przenośnika $v = 2$ m/min
- Dopuszczalna siła w łańcuchu 4,5 kN
- Promień zakrętu $R = 2$ m

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
<p>$m_p = 154 \text{ kg}$ $m_w = 260 \text{ kg}$ $m_n = 1600 \text{ kg}$</p> <p>$g = 10 \text{ m/s}^2$</p> <p>$m_0 = 414 \text{ kg}$ $m_f = 328 \text{ kg}$ $m_{met} = 49 \text{ kg}$</p> <p>$w = 0,0122$ $T = 1,26 \text{ m}$</p> <p>$S_0 = 2100 \text{ N}$ $L_{0-1} = 5 \text{ m}$</p> <p>$S_1 = 2459 \text{ N}$</p> <p>$S_2 = 3225 \text{ N}$</p> <p>$S_3 = 3991 \text{ N}$</p> <p>$S_4 = 4221 \text{ N}$</p>	<p>Minimalna siła naciągu wstępnego</p> $S_0 \approx 0,1 \cdot [1600 \cdot 10 + (154 + 260) \cdot 10] \geq 2100$ $S_0 \approx 2014 \geq 2100 \text{ N}$ <p>Do dalszych obliczeń przyjmuje $S_0 = 2100 \text{ N}$</p> <p>Obliczanie siły naciągu w poszczególnych punktach trasy przenośnika.</p> $S_{n+1} = S_n + (Q + G_0) \frac{L_n}{T} w$ $S_1 = S_0 + [(m_0 + m_f) \cdot g] \frac{L_{0-1}}{T} w$ $S_1 = 2100 + 414 \cdot 10 \cdot \frac{5}{1,26} \cdot 0,0122 = 2459 \text{ N}$ $S_2 = S_1 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{1-2}}{T} w$ $S_2 = 2459 + 791 \cdot 10 \cdot \frac{10}{1,26} \cdot 0,0122 = 3225 \text{ N}$ $S_3 = S_2 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{2-3}}{T} w$ $S_3 = 3225 + 791 \cdot 10 \cdot \frac{10}{1,26} \cdot 0,0122 = 3991 \text{ N}$ $S_4 = S_3 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{3-4}}{T} w$ $S_4 = 3991 + 791 \cdot 10 \cdot \frac{3}{1,26} \cdot 0,0122 = 4221 \text{ N}$ $S_5 = S_4 w_{\tau}^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_{\tau}^p$	<p>$S_0 = 2100 \text{ N}$</p> <p>$S_1 = 2459 \text{ N}$</p> <p>$S_2 = 3225 \text{ N}$</p> <p>$S_3 = 3991 \text{ N}$</p> <p>$S_4 = 4221 \text{ N}$</p>

	$S_5 = 4221 \cdot 1,026 + 791 \cdot 10 \cdot 0,09 = 5042N$	$S_5 = 5042 N$
$S_5 = 5042 N$	$S_6 = S_5 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{5-6}}{T} w$	
	$S_6 = 5042 + 791 \cdot 10 \cdot \frac{4}{1,26} \cdot 0,0122 = 5349N$	$S_6 = 5349 N$
$S_6 = 5349 N$	$S_7 = S_6 w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$	
	$S_7 = 5349 \cdot 1,026 + 791 \cdot 10 \cdot 0,09 = 6200N$	$S_7 = 6200 N$
$S_7 = 6200 N$	$S_8 = S_7 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{7-8}}{T} w$	
	$S_8 = 6200 + 791 \cdot 10 \cdot \frac{46}{1,26} \cdot 0,0122 = 9723N$	$S_8 = 9723 N$
$S_8 = 9723 N$	$S_9 = S_8 w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$	
	$S_9 = 9723 \cdot 1,026 + 791 \cdot 10 \cdot 0,09 = 10688N$	$S_9 = 10688 N$
$S_9 = 10688 N$	$S_{10} = S_9 + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] \frac{L_{9-10}}{T} w$	
	$S_{10} = 10688 + 791 \cdot 10 \cdot \frac{4}{1,26} \cdot 0,0122 = 10994N$	$S_{10} = 10994 N$
$S_{10} = 10994 N$	$S_{11} = S_{10} w_\tau^r + [(m_0 + m_f + m_{met}) \cdot g] w_\tau^p$	
	$S_{11} = 10994 \cdot 1,026 + 791 \cdot 10 \cdot 0,09 = 11992N$	$S_{11} = 11992 N$
$m_{skrz} = 94 \text{ kg}$	$S_{12} = S_{11} + [(m_0 + m_{skrz}) \cdot g] \frac{L_{11-12}}{T} w$	
$S_{11} = 11992 N$	$S_{12} = 11992 + (414 + 94) \cdot 10 \cdot \frac{10}{1,26} \cdot 0,0122 = 12484N$	$S_{12} = 12484 N$
$S_{12} = 12484 N$	$S_{13} = S_{12} + (m_0 \cdot g) \frac{L_{12-13}}{T} w$	
		$S_{13} = 12604 N$

$S_{13} = 12604 \text{ N}$	$S_{13} = 12484 + 414 \cdot 10 \cdot \frac{3}{1,26} \cdot 0,0122 = 12604 \text{ N}$ $S_{14} = S_{13} + (m_0 \cdot g) \frac{L_{13-14}}{T} w$ $S_{14} = 12604 + 414 \cdot 10 \cdot \frac{6}{1,26} \cdot 0,0122 = 12845 \text{ N}$	$S_{14} = 12845 \text{ N}$
$S_{14} = 12845 \text{ N}$ $S_0 = 2100 \text{ N}$	<p>12.8 Obliczenie wartości siły pociągowej</p> $F = S_{\max} - S_0$ $F = S_{14} - S_0 = 12845 - 2100 = N$	$F = 10745 \text{ N}$
$\eta = 0,6$ $v = 2 \text{ m/min}$ $K = 1,2$	<p>12.9 Obliczenie wartości mocy silnika napędowego</p> $P = (S_{\max} - S_0) v \frac{1}{\eta} K$ $P = 10,745 \cdot 2 \cdot \frac{1}{0,6} \cdot 1,2 = 43 \text{ kW}$ <p>12.10 Wyznaczenie długości odcinka chłodzenia.</p> <p>Dla wybranych odlewów żeliwnych wyznaczono czas studzenia w wartości $t_{\text{studz}} = 0,30 \text{ godz}$, co daje przy prędkości $v = 2,5 \text{ m/min} = 150 \text{ m/godz}$ długość odcinka studzenia $l_{\text{studz}} = 180 \text{ m/godz} \times 0,3 \text{ godz} = 45 \text{ m}$</p> $L_{3-12} \approx 50 \text{ m} > l_{\text{studz}}$	$P = 43 \text{ kW}$

12. Obliczanie mocy napędu przenośnika wózkowego.

Wymiar skrzynek w świetle, mm	Masa odlewów, kg	Obl. zakres temp. wybijania odlewów z formy °C	Czas studzenia(godz) przy grubości ścianek(mm) przy produkcji wielkoseryjnej i masowej(wartości w nawiasach dotyczą produkcji seryjnej i małoseryjnej)	
			≤20 (30)	≤30 (50)
500 x 400, 900 x 600	≤ 8	600 – 500 (400)	0,15 – 0,22 (0,38)	0,27 – 0,4 (0,6)
600 x 500, 900 x 600	≤ 20	600 – 500 (400)	0,21 – 0,31 (0,57)	0,38 – 0,57 (1,0)
800 x 700, 1000 x 800	≤ 50	600 – 500 (400)	0,33 – 0,49 (0,88)	0,6 – 0,9 (1,6)
1200 x 1000	20 – 100	600 – 500 (400)	0,47 – 0,7 (1,3)	0,84 – 1,27 (2,4)
1400 x 1000	50 – 250	600 – 500 (400)	0,77 – 1,23 (2,0)	1,4 – 2,23 (3,8)
1600 x 1200	100 - 500	600 – 500 (400)	1,0 – 1,6 (2,8)	1,78 – 2,84 (5,1)
500 x 400	≤ 20	600 – 500 (400)	0,38 – 0,57 (1,0)	0,51 – 0,75 (1,4)
800 x 700	20 – 100	600 – 500 (400)	0,84 – 1,27 (2,4)	1,13 – 1,7 (3,1)
1200 x 1000	50 – 250	600 – 500 (400)	1,4 – 2,23 (3,8)	1,8 – 3,0 (5,5)
1400 – 1000	100 – 500	600 – 500 (400)	1,78 – 2,84 (5,1)	2,5 – 3,9 (7,1)
1600 – 1200	100 – 1000	500 – 400 (300)	4,1 – 7,4 (12,5)	5,5 – 10,0 (17,0)
2000 x 1600	500 – 1000	500 – 400 (300)	4,1 – 7,4 (12,5)	5,5 – 10,0 (17,0)
2500 x 2000	1000 - 2000	400 – 300 (200)	8,84 – 10,8 (28,3)	10,4 – 22,4 (38,0)
3000 x 1700				
500 x 400, 900 x 600	≤ 8	700 – 600 (500)	0,15 – 0,2 (0,27)	0,22 – 0,27 (0,42)
600 x 500, 900 x 600	≤ 20	700 – 600 (500)	0,20 – 0,27 (0,39)	0,33 – 0,42 (0,70)
800 x 700, 1000 x 800	≤ 50	700 – 600 (500)	0,33 – 0,42 (0,66)	0,53 – 0,66 (1,0)
1200 x 1000	20 – 100	700 – 600 (500)	0,50 – 0,70 (1,0)	0,84 – 1,0 (1,5)
1400 x 1000	50 – 250	600 – 500 (400)	0,90 – 1,40 (2,5)	1,6 – 2,60 (4,7)
500 x 400, 900 x 600	≤ 8	700 – 600 (500)	0,15 – 0,22 (0,33)	0,28 – 0,42 (0,62)
600 x 500, 900 x 600	≤ 20	700 – 600 (500)	0,23 – 0,35 (0,52)	0,42 – 0,53 (0,95)
800 x 700, 1000 x 800	≤ 50	700 – 600 (500)	0,37 – 0,55 (0,82)	0,67 – 1,0 (1,5)

12. Obliczanie mocy napędu przenośnika wózkowego.

1200 x 1000	20 – 100	700 – 600 (500)	0,5 – 0,75 (1,2)	0,95 – 1,4 (2,1)
1400 x 1000	50 – 250	650 – 550 (450)	1,0 – 1,6 (2,6)	1,9 – 2,9 (4,7)
1600 x 1200	100 - 500	650 – 550 (450)	1,4 – 2,2 (3,7)	2,4 – 4,0 (7,4)
500 x 400	≤ 20	700 – 600 (500)	0,42 – 0,63 (0,95)	0,57 – 0,85 (1,6)
800 x 700	20 – 100	700 – 600 (500)	0,95 – 1,4 (2,1)	1,2 – 1,8 (3,0)
1200 x 1000	50 – 250	650 – 550 (450)	1,9 – 2,9 (4,7)	2,4 – 3,7 (6,4)
1400 – 1000	100 – 500	650 – 550 (450)	2,4 – 4,0 (7,4)	3,4 – 5,3 (9,2)
1600 – 1200	100 – 1000	600 – 550 (450)	4,6 – 7,0 (11)	6,2 – 9,0 (13)
2000 x 1600	500 – 1000	600 – 550 (450)	4,5 – 7,0 (11)	6,2 – 9,0 (13)
2500 x 2000	1000 - 2000	550 – 500 (450)	8,0 – 11,0 (17)	10,0 – 13,0 (20,0)
3000 x 1700				
500 x 400, 900 x 600	≤ 8	650 – 550 (450)	0,18 – 0,28 (0,45)	0,35 – 0,52 (0,85)
600 x 500, 900 x 600	≤ 20	650 – 550 (450)	0,29 – 0,43 (0,72)	0,52 – 0,79 (1,3)
800 x 700, 1000 x 800	≤ 50	650 – 550 (450)	0,46 – 0,68 (1,2)	0,83 – 1,25 (2,1)
1200 x 1000	20 – 100	600 – 500 (400)	0,76 – 1,2 (2,0)	1,4 – 2,1 (3,8)
1400 x 1000	50 – 250	550 – 450 (400)	1,5 – 2,6 (3,0)	2,8 – 4,9 (5,6)
1600 x 1200	100 - 500	550 – 450 (400)	2,7 – 3,5 (4,5)	4,7 – 6,2 (8,5)
500 x 400	≤ 20	650 – 550 (450)	0,52 – 0,79 (1,3)	0,7 – 1,25 (2,3)
800 x 700	20 – 100	600 – 500 (400)	1,4 – 2,1 (3,8)	1,8 – 3,0 (5,3)
1200 x 1000	50 – 250	550 – 450 (400)	2,8 – 4,9 (5,6)	3,8 – 6,0 (8,2)
1400 – 1000	100 – 500	550 – 450 (400)	4,7 – 6,2 (8,5)	6,5 – 9,2 (12)
1600 – 1200	100 – 1000	550 – 450 (400)	8,0 – 16,0 (20)	11,0 – 18,0 (28)
2000 x 1600	500 – 1000	550 – 450 (400)	8,0 – 16,0 (20)	14,0 – 18,0 (28)
2500 x 2000	1000 - 2000	500 – 400 (300)	11,0 – 24,0 (34)	14,0 – 30,0 (45)
3000 x 1700				

Tab. 12.7 - ???

13. Dobór i obliczenia przenośnika taśmowego oraz kulekowego.**13.1 Dobór i obliczenia przenośnika taśmowego.****13.1.1 Wydajność teoretyczna.**

$$W_t = 107 \text{ m}^3/\text{h}$$

materiał	gęstość usypowa	kąt naturalnego usypu		dopuszczalny kąt pochylenia przenośnika	zalecana prędkość taśmy
	ρ_u	w spoczynku, γ_u°	w ruchu, γ_u°	$\beta,^\circ$	$v_{\text{taśm}}, \text{m/s}$
Piasek suchy	1400-1700	45	35	15	1,0-2,5
Piasek wilgotny	1760-2080	45	35	27	1,0-3,15
Masa formierska	1440-1600	45	35	20	1,0-2,5

Wykorzystywana część szerokości taśmy:

$$A = (0,9 \cdot B_t - 0,05) / 15 = (0,9 \cdot 0,65 - 0,05) / 15 = 0,020 \text{ m}^2$$

$B_t = 400; 500; \mathbf{650}; 800$ mm; Taśma płaska, **taśma nieckowa** dwukrążnikowa, **trójkątnikowa**.

13.1.2 Wydajność rzeczywista W:

$$W = W_t \cdot k_1 \cdot k_2$$

k_1 – współczynnik uwzględniający pochylenie przenośnika

Tab 13.1. Tabela wartości współczynnika k_1

$\beta,^\circ$	0	10	20	30
k_1	1,0	0,95	0,81	0,56

k_2 – współczynnik nierównomierności podawania nosiwa:

- $k_2 = 1,0$ dla nadawy podawanej równomiernie (ciągłe);
- $k_2 = 0,5 - 0,8$ dla nadawy podawanej nierównomiernie.

Przyjmuję wartości:

$$k_1 = 0,95$$

$$k_2 = 0,7$$

$$W = 107 \cdot 0,95 \cdot 0,7 = 71 \text{ m}^3/\text{h}$$

13.1.3 Dobór szerokości taśmy B_t :

$B_t = 400; 500; 650; 800$ mm

Dobieram szerokość taśmy: $B_t = 650$ mm

13.1.4 Dobór zestawów krążnikowych.

Tab. 13.2. Tabela współczynników do określenia zestawu krążników.

prędkość taśmy $v_{taśm}$, m/s	współ. a	czas pracy godz/dobę	współ. b	gęstość usypowa ρ_u , kg/m ³	współ. c	materiał	współ. d
0,75 – 1,5	2	8	1	300-800	1	Kamień, żwir	2
		16	2	810-1600	2		
		> 16	3	>1600	3	Piasek, żużel	

Dobieram wartości współczynników – na podstawie tabeli 13.2:

$$a = 2$$

$$b = 1$$

$$c = 2$$

$$d = 3$$

Jeżeli: $a + b + c + d \leq 8$ przyjmuje się zestawy krążnikowe typu normalnego,

Jeżeli: $a + b + c + d \geq 9$ przyjmuje się zestawy krążnikowe typu ciężkiego.

$$2 + 1 + 2 + 3 = 8$$

Dobieram zestaw krążnikowy typu normalnego.

Tab. 13.3. Charakterystyczne wymiary krążników dla szerokości taśmy B_t

B_t	D	L
500	108	600
650		750
800		950

13.1.5 Moc napędu.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
	<p>Moc napędu:</p> $N = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \text{ kW}$ <p>gdzie:</p> <p>N_1 – moc biegu jałowego; N_2 – moc na pokonanie oporów przenoszenia nosiwa w poziomie; N_3 – moc na pokonanie oporów przenoszenia nosiwa w pionie; N_4 – moc na dodatkowe opory;</p> $N_1 = \sum R_1 \cdot v$ $N_1 = \left(\frac{c \cdot f \cdot L}{270} \right) \cdot 3,6 \cdot v_{taśm} \cdot (2q_t + q_g + q_d)$ <p>gdzie:</p> <p>c – współczynnik określający długość przenośnika taśmowego – dobierany z tabeli 13.4; f – współczynnik oporów toczenia krążników: – $f = 0,025$ dla pracy w pomieszczeniach czystych; – $f = 0,025 - 0,04$ dla pracy w pomieszczeniach zapyłonych; L – długość przenośnika; t – masa jednostkowa taśmy – na podstawie tabeli 7 w punkcie 13.7 – dla $B_t = 650 \text{ mm}$ i dla 4 przekładek bawełnianych $q_t = 6,5 \text{ kg/mb}$ q_g – masa jednostkowa zestawów krążnikowych górnych; $q_g = q_{1g}/l_g$ – q_{1g} – masa jednego zestawu krążnikowego górnego; $q_{1g} = 8,88 \text{ kg}$ – l_g – odległość górnych zestawów; $l_g = 1100 \text{ mm}$ q_d – masa jednego zestawu krążnikowego dolnego; $q_d = q_{1d}/l_d$ – q_{1d} – masa jednego zestawu krążnikowego górnego; $q_{1d} = 8,09 \text{ kg}$ – l_d – odległość dolnych zestawów; 2500 mm</p>	

Tab. 13.4. Tabela współczynników określających długość przenośnika taśmowego.

L, m	5	10	20	50	100	1000
c	6,6	4,5	3,2	2,2	1,75	1,08

13.1 Dobór i obliczenia przenośnika taśmowego.

<p> $c = 1,75$ $f = 0,04$ $L = 100 \text{ m}$ $v_{\text{taśm}} = 1 \text{ m/s}$ $q_t = 6,5 \text{ kg/m}$ $q_g = 8,07 \text{ kg}$ $q_d = 3,2 \text{ kg}$ $W = 71 \text{ m}^3/\text{h}$ </p>	<p> $N_1 = \left(\frac{1,75 \cdot 0,04 \cdot 100}{270} \right) \cdot 3,6 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 6,5 + 8,07 + 3,2) = 2,27 \text{ kW}$ $N_2 = 2,726 \cdot 10^{-3} \cdot c \cdot L \cdot f \cdot W$ $N_2 = 2,726 \cdot 10^{-3} \cdot 1,75 \cdot 0,04 \cdot 100 \cdot 71 = 1,36 \text{ kW}$ $N_3 = \pm 2,726 \cdot 10^{-3} \cdot H \cdot W$ $N_3 = \pm 2,726 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 71 = 0,97 \text{ kW}$ <p>gdzie:</p> <ul style="list-style-type: none"> + dla wzniesienia taśmociągu - dla spadku taśmociągu <p>H – różnica poziomów; przyjmuję H = 5 m</p> $N_4 = 1,472 \cdot v_{\text{taśm}}$ $N_4 = 1,472 \cdot 1 = 1,472 \text{ kW}$ </p>	<p> $N_1 = 2,27 \text{ kW}$ $N_2 = 1,36 \text{ kW}$ $N_3 = 0,97 \text{ kW}$ $N_4 = 1,472 \text{ kW}$ </p>
---	---	--

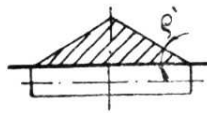
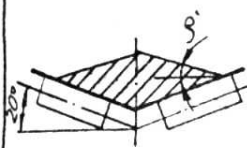
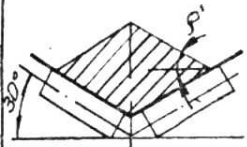
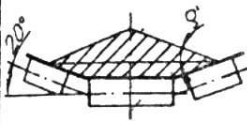
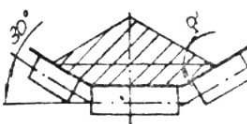
13.1.6 Zapotrzebowanie mocy na wale bębna pędnego.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
<p> $N_1 = 2,27 \text{ kW}$ $N_2 = 1,36 \text{ kW}$ $N_3 = 0,97 \text{ kW}$ $N_4 = 1,472 \text{ kW}$ </p>	<p> $N = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4$ $N = 2,27 \cdot 1,36 \cdot 0,97 \cdot 1,472 = 4,4 \text{ kW}$ </p>	<p> $N = 4,4 \text{ kW}$ </p>

13.1.7 Zapotrzebowanie mocy na wale silnika.

<p> $N = 4,4 \text{ kW}$ $\eta = 0,7$ $K = 1,2$ </p>	<p> $N_s = 0,736 \cdot \frac{N \cdot K}{\eta}$ $N_s = 0,736 \cdot \frac{4,4 \cdot 1,2}{0,7} = 5,55 \text{ kW}$ </p>	<p> $N_s = 5,55 \text{ kW}$ </p>
---	---	---

Tab. 13.1. Wydajności teoretyczne taśmociągów Q_t , m^3/h dla $v = 1$ m/s.

Schemat układu taśmy	β' [°]	Szerokość taśmy B_t [mm]									
		400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	10	15,2	25,4	45,4	71,2	120,0	168,3	232,3	336	—	—
	15	23,2	38,6	69,0	108,2	182,5	255,8	353,0	465	—	—
	20	31,5	52,4	93,7	147,0	248,0	347,5	479,6	633	—	—
	25	40,3	67,1	120,1	188,4	317,6	445,2	614,6	812	—	—
	30	50,0	83,1	148,7	233,3	398,3	551,3	760,8	1000	—	—
	35	60,5	100,8	180,3	282,9	477,0	668,5	922,6	1218	—	—
	10	41,3	68,8	—	—	—	—	—	—	—	—
	15	48,3	80,6	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	55,7	92,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	25	63,5	105,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	72,0	119,8	—	—	—	—	—	—	—	—
	35	81,3	135,5	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	48,9	81,4	—	—	—	—	—	—	—	—
	15	54,8	91,3	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	61,1	101,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	25	71,6	112,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	74,9	124,7	—	—	—	—	—	—	—	—
	35	82,9	138,0	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	32	54	107	163	290	398	558	733	930	1175
	15	39	67	130	198	349	481	670	879	1120	1435
	20	47	80	147	234	411	567	790	1034	1320	1660
	25	56	94	169	273	475	661	915	1199	1525	1925
	30	65	109	199	316	545	756	1050	1374	1750	2205
	35	75	126	229	361	624	868	1202	1574	2000	2525
	10	38	66	127	202	352	489	679	913	1178	1407
	15	45	78	147	232	418	583	781	1050	1379	1622
	20	53	86	169	267	460	643	891	1196	1534	1847
	25	61	103	193	304	522	727	1006	1350	1724	2092
	30	69	122	218	342	588	820	1130	1516	1934	2352
	35	80	133	246	386	663	923	1266	1700	2164	2642

Tablica Nr3 – Współczynniki warunków i natężenia
pracy zestawów krążnikowych

Szybkość taśmy [m/s]	a	czas pracy godz/dobę	b	Ciężar usypu γ [t/m ³]	c	Materiał	d
0,25 ÷ 0,75	1	8	1	0,3 ÷ 0,8	1	węgiel	1
0,75 ÷ 1,5	2	16	2	0,81 ÷ 1,6	2	kamień	2
						zwlr	
1,5 ÷ 3,15	3	>16	3	>1,6	3	piasek	3
						zuzel	
						ruda, koks spiek	4

Tablica Nr4 – Współczynnik K_1 w zależności od kąta
pochylenia przenośnika β

β [°]	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
K_1	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81

β [°]	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
K_1	0,78	0,76	0,73	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,56

Tablica Nr5 – zależność szerokości taśmy
od wielkości bryt

Szerokość taśmy B_t [mm]	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	
Maksymalny wymiar bryt [mm]	Materiał sortowany	60	90	120	190	250	300	350	400	450	500
	Materiał *) niesortowany	100	150	220	320	500	600	700	800	900	1000

- *) 1. W prowadnicach nasiwa można transportować kawałki o wielkości 3/4 maksymalnych bryt.
2. Jeżeli ilość max. kawałków przekroczy 20% należy przyjąć szerszą taśmę.

Tablica Nr 6 - Wartość współczynnika C

L [m]	3	4	5	6	8	10	12,5	16	20
C	9	7,6	6,6	5,9	5,1	4,5	4	3,6	3,2

L [m]	25	32	40	50	63	80	100	115	140
C	2,9	2,6	2,4	2,2	2,0	1,85	1,75	1,7	1,6

L [m]	180	230	330	480	600	850	1000	1500	2000
C	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,10	1,08	1,05	1,045

Tablica Nr 7 - q_t [kg/m] - ciężar 1 mb taśmy z przekładkami bawełnianymi

B_t [mm]	$q_1 + q_2$ [mm]	q_p [mm]	Ilość przekładek						
			3	4	5	6	7	8	
400	2+2		3,5						
500	2+2		4,5	5,0					
650	2+2		5,5	6,5	7,5				
800	3+2	1,3 ± 0,2	8,0	9,2	10,2				
1000	3+2		10,0	11,2	13,0	14,0			
1200	3+2			13,5	15,0	17,0	19,0		
1400	5+3			21,0	22,5	24,5	26,0	28,5	
1600	6+3			24,0	26,0	28,0	30,5	33,0	
1800	5+3				29,0	31,5	34,0	36,5	
2000	5+3				32,0	35,0	37,5	40,0	

q_1 - grubość okładki gumowej po stronie nośnej
 q_2 - grubość okładki gumowej po stronie bieżnej
 q_p - grubość przekładki bawełnianej
 Charakterystyka taśm zgodna z PN-66/C-94143

Tablica Nr 8 - q_t [kg/m] - ciężar 1 mb taśmy z przekładkami stylonowymi

B_t [mm]	$q_1 + q_2$ [mm]	q_p [mm]	Ilość przekładek					
			2	3	4	5	6	7
400	2+2		4,0	5,0				
500	2+2		5,5	6,0				
650	3+2		7,0	9,0				
800	3+2	2 ± 0,2	8,5	11,5	13,0			
1000	3+3		14,0	15,5	17,0	19,0		
1200	4+3			19,0	22,0	24,0		
1400	4+3			22,0	26,0	28,0	31,5	
1600	4+3				28,5	32,5	35,5	41
1800	4+3				32,5	36,0	40,0	48
2000	4+3					42,5	47,0	53

q_1 - grubość okładki gumowej po stronie nośnej; q_2 - grubość okładki gumowej po stronie bieżnej; q_p - grubość przekładki stylonowej
 Charakterystyka taśm zgodna z PN-66/C-94143

Tablica Nr 9 — Ciężary części obrotowych zestawów
krążnikowych górnych q_{g} [kg] oraz dolnych q_{d} [kg]

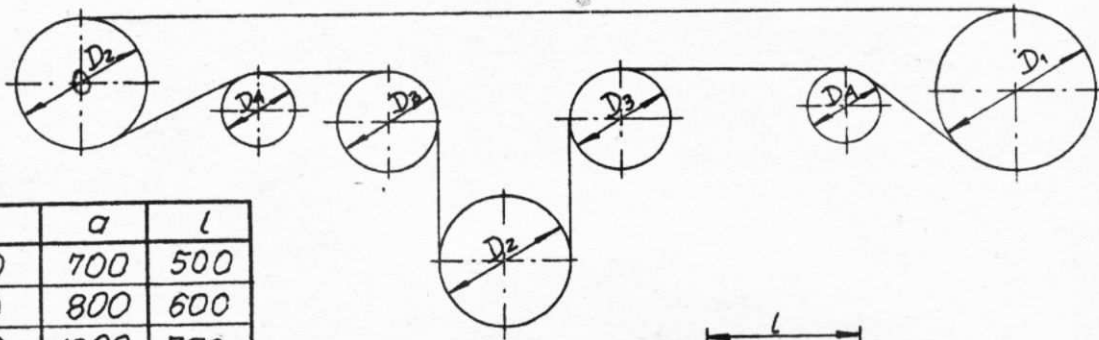
Średnica krążnika D_k [mm]	Rodzaj zestawu	Szerokość taśmy B_t [mm]										
		400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	
q_{g} [kg] - ciężary części obrotowych zestawów górnych												
108	gładki	ptaski	5,54	6,54	8,09	10,12						
		dwukrążnikowy	5,59	7,08	8,88	10,62						
		trójkrążnikowy	6,42	7,35	8,88	10,62						
	tarczowy	dwukrążnikowy	6,92	8,98								
		trójkrążnikowy	7,08	8,31	10,38	13,47						
133	gładki	ptaski					17,80	20,90	23,40	34,00		
		trójkrążnikowy			18,66	21,12	23,64	26,91	29,40	32,07		
	tarczowy	trójkrążnikowy			17,70	22,50	26,40	31,80	39,00	40,50		
159	gładki	trójkrążnikowy					27,24	28,65	35,01	38,61	42,21	46,32
	tarczowy	trójkrążnikowy					39,00	46,80	52,50	58,50	64,20	
194	gładki	trójkrążnikowy										
q_{d} [kg] - ciężary części obrotowych zestawów dolnych												
108	gładki	ptaski	5,54	6,54	8,09	10,12						
133					12,69	12,50	17,80	20,90	23,40	34,0		
108	tarczowy	ptaski	7,60	8,60	11,30	14,00						
133							18,40	21,70	23,60	27,80		
159	gładki	ptaski					22,30	26,91	30,01			

Uwaga: dla zestawów krążnikowych samonastawnych wartość q_{g} i q_{d} są takie same jak dla zestawów zwykłych

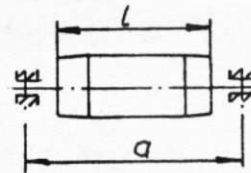
Tablica Nr 10 — Rozstawy zestawów wsporczych górnych
dla l_g [mm] oraz dolnych l_d [mm]

Układ taśmy	Ciężar usypowy γ [t/m ³]	Szerokość taśmy B_t [mm]										
		400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	
l_g [mm] - rozstawy zestawów krążnikowych górnych												
nieckowy	≤ 1	1300	1300	1200	1200	1100	1100	1000	1000			
	≤ 2	1100	1100	1100	1100	900	900	800	800			
	> 2	1000	1000	900	900	800	800	700	700			
ptaski	≤ 1	1500	1500	1400	1400	1300	1300	1200	1200	1100	1100	
	≤ 2	1300	1300	1200	1200	1100	1100	1100	1100	1000	1000	
	> 2	1200	1200	1100	1100	1000	1000	900	900	900	900	
l_d [mm] - rozstawy zestawów krążnikowych dolnych												
ptaski	—	2500 ÷ 3000										

Tablica №19 - Kojarzenie średnic i czopów bębnow współpracujących stacji $B_t = 400$ do 1400 mm



B_t	a	l
400	700	500
500	800	600
650	1000	750
800	1200	950
1000	1400	1150
1200	1650	1400
1400	1850	1600



Szerokość taśmy B_t - mm	Ilość przekł. dek ban. styl.		Bęben napędowy D_1 - mm czop mm		Średnice bębnow i czopów				
					zwrotny D_2 - mm czop mm		kierujący D_3 - mm czop mm D_4 - mm czop mm		
400									
500									
650				50					
800									
1000					50				
400	3	3	400	60	400	315	50	250	50
500									
650									
800				70	70				
1000									
1200									
1400									

Tablica Nr19- cd.

Szerokość taśmy B _t -mm	Ilość przekł. dek		Bęben napędowy		Średnice bębnów i czopów					
	bak.	styl.	D ₁ -mm	czop mm	zwrotny		kierujący			
					D ₂ -mm	czop mm	D ₃ -mm	czop mm	D ₄ -mm	czop mm
400	3	3	400	90	400	70	315	50	250	50
500										
650										
800										
1000										
1200										
1400										
400										
500										
650										
800										
1000										
1200										
1400										
1200										
1400										
500	4	3	500	50	400	50	315	50	250	50
650										
800										
1000										
500										
650										
800										
1000										
1200										
1400										
500										
650										
800										
1000										
1200										
1400										
500	4	3	500	70	400	70	315	50	250	50
650										
800										
1000										
1200										
1400										
500										
650										
800	4	3	500	90	400	70	315	50	250	50
1000										
1200										
1400										
500										
650										
800										
1000										

Tablica Nr 19- c.d.

Szerokość taśmy B_t - mm	Ilość przekta- dek		Bęben napędowy		Średnice bębnow i czopów					
					zwrotny		kierujący			
					D_2 - mm	czop mm	D_3 - mm	czop mm	D_4 - mm	czop mm
650	4	3	500	110	400	315	70	250	50	
800										
1000										
1200										
1400										
800										
1000										
1200										
1400										
1000										
1200										
1400										
1000										
1200										
1400										
650	5	4	630	110	500	315	70	315	50	
800										
650										
800										
1000										
1200										
1400										
1000										
1200										
1400										
1000										
1200										
1400										
1000										
1200										
1400										
1000	6	5	800	110	630	400	70	400	50	
1200										
1400										
1000										
1200										
1400										
1400										
1400										
1200										
1200										
1200										
1400										
1200										
1200										
1400										
1200	7;8	6	1000	140	110	500	90	500	70	
1400										

13.2 Dobór i obliczenia przenośnika kulekowego. [17]

13.2.1 Typy i podstawowe parametry przenośników kulekowych.

Przenośniki kulekowe proste w niniejszym opracowaniu są typu odśrodkowego z kulekami średniogłębokimi i głębokimi. Jako element ciągnący zastosowane jest ciągnio taśmowe. Powyższe przenośniki znajdują zastosowanie w odlewniach do transportu materiałów formierskich.

Dla materiałów formierskich suchych należy stosować kuleki zwykłe, dla materiałów formierskich wilgotnych i mokrych należy stosować kuleki z ruchomym dnem.

Przy zastosowaniu przenośników do innych materiałów należy uzgodnić możliwość ich stosowania z wykonawcą dokumentacji tj. Biurem Projektowo-Konstrukcyjnym "ZREMB" lub z posiadaczem dokumentacji - Fabryką Maszyn Odlewniczych.

Podstawowe parametry przenośników kulekowych oraz główne dane techniczne przedstawiono w tabelicy 1 i 2.

Wydajność przenośnika kulekowego: **16 t/h**

W punkcie 5 dobrany został: OPK 16

Charakterystyka OPK 16 (na podstawie tablic: 13.2; 13.3):

Typ kuleka: średniogłęboki (C)

Szerokość kuleka: **b = 160 mm**

Pojemność kuleka: **V_k = 2 dm³**

Rozstaw kuleków – podziałka – **T_{kub} = 0,45 m**

Średnica bębna napinającego: **D_{nap} = 500 mm**

Prędkość taśmy: **v_{kub} = 1.6 m/s**

Zastosowanie: materiały formierskie

Wysokość użyteczna (zasyp-wysyp): $2,65 \leq H_{uz.} \leq 30$ m, **przyjmuję H_{uz} = 12 m**

Wydajność przenośnika: $Q_f = 16 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow Q_p = 24 \text{ t/h}$

Tab. 13.2. Wydajność w zależności od wielkości kubetka.

Charakterystyka			Zastosowanie	Wysokość użyteczna (odl. między zasypem a wysypem) H _{uz} [m]	Wydajność przenośnika	
Typ przenośnika	Typ kubetka	Szerokość kubetka b [mm]			Q _p [m ³ /h]	Q _p [t/h]
DPK-16	średniogłęboki	C	Materiały farmaceutyczne	2,65 ≤ H ≤ 30	16	24
DPK-25				2,5 ≤ H ≤ 30	25	37,5
DPK-40	głęboki	D		2,5 ≤ H ≤ 30	40	60
DPK-60				2,35 ≤ H ≤ 30	60	90
DPK-100	średniogłęboki	C		2,8 ≤ H ≤ 30	100	150
DPK-160				3,0 ≤ H ≤ 30	160	240
DPK-250	głęboki	D		3,0 ≤ H ≤ 30	250	375

Tab. 13.3. Charakterystyczne wielkości przenośników kulekowych.

Typ przenośnika	Kubetki			Ciężna taśmowa Rozstaw kubetków Podziałka T [cm]	Mechanizm pędny		
	Szerokość kubetka b [mm]	Typ kubetka	Pojemność V _k [dm ³]		Średnica bębnów nap. D [mm]	Prędkość taśmy V [m/s]	
DPK-16	160	Średnio- głęboki	C	2	0,45	500	1,6
DPK-25	250			D			
DPK-40		6,15	0,65		720		
DPK-60	355	10					
DPK-100	500	Średnio- głęboki	C	20	0,85	980	2
DPK-160	630			D			
DPK-250		38,7	0,88				

W przenośnikach kulekowych zastosowano dwa rodzaje napędów : stacjonarne /rys.1/ i podwieszane /rys.2/. Zakres stosowania tych napędów dla poszczególnych przenośników, w zależności od szerokości kuleka oraz wysokości użytecznej, podaje tablica 4.

Wydajność przenośnika Q_p obliczono przy współczynniku napełnienia kuleka $\psi = 0,7$ /napełnienie 70%/ dla piasku formierskiego o masie usypowej $\gamma = 1,5 \text{ t/m}^3$.

Przy przeliczeniu wydajności korzystano ze wzoru

$$Q_p = 3,6 \frac{V_k}{T} \cdot v \cdot \gamma \cdot \psi \quad / \text{ t/h/}$$

gdzie :

Q_p - wydajność przenośnika w t/h

V_k - pojemność kuleka w dm^3

T - rozstawienie kuleków /podziałka/ w m

v - prędkość łańcucha w m/s

γ - masa usypowa materiałów formierskich w t/m^3

ψ - współczynnik napełnienia .

Przy stosowaniu materiałów formierskich o innej masie usypowej lub innym współczynniku napełnienia, wydajność przenośnika Q_p należy odpowiednio skorygować.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
$V_k = 2 \text{ dm}^3$ $T_{kub} = 0,45 \text{ m}$ $v_{kub} = 1,6 \text{ m/s}$ $\gamma = 1,5 \text{ t/m}^3$ $\psi = 0,7$	$Q_p = 3,6 \cdot \frac{V_k}{T_{kub}} \cdot v_{kub} \cdot \gamma \cdot \psi \text{ t/h}$ $Q_p = 3,6 \cdot \frac{2}{0,45} \cdot 1,6 \cdot 1,5 \cdot 0,7 = 26,88 \text{ t/h}$	$Q_p = 26,88 \text{ t/h}$

Tab. 13.4. Charakterystyczne wielkości napędów.

Typ przenośnika	Szerokość kubetka b	Typ kubetka	Wysokość użyteczna H _{uz}	Moc napędu N	Przekładnia zębatą	Prętożenie przekt. zębatej L _{pr}	Obroty synchroniczne silnika n _s	Prędkość ciągną tasmowego V	Nr. rysunku napędu				
	mm									m	kw	obr./min.	m/s
OPK-16	160	C	do 12	3	2K-250	25,3	1500	1,6	K-021000-04				
			12÷18	4					K-021000-05				
			18÷24	5,5	2K-325				K-D21000-09				
			24÷30						K-D21000-11				
OPK-25	250		do 12	7,5	KWDN-400				K-D21000-14				
			12÷18						K-021000-09				
			18÷24	2K-325	K-021000-11								
OPK-40	250		24÷30		11				KWDN-400	K-021000-14			
		do 12	5,5	K-021000-09									
		12÷18	7,5	K-021000-11									
		18÷24	11	K-021000-14									
OPK-60	355	D	24÷30	15	KWDN-400	32,1	1500	1,6	K-021000-17				
			do 12	11					K-021000-14				
			12÷18	15					K-021000-17				
			18÷24	18,5					K-021000-20				
OPK-100	500		C	24÷30	18,5				KWDN-500	25,3	1000	2	K-021000-16
				do 12	11								K-021000-21
				12÷18	22								K-021000-23
				18÷24	30								KWDN-650
24÷30	37	K-022000-33											
OPK-160	630	D		do 12	30	KWDN-650	25,3	1000	2				K-022000-30
				12÷18	37								K-022000-33
				18÷24	45								K-022000-35
			24÷30	55	KWDN-800					K-022000-38			

Tab. 13.5. Wykaz rysunków zunifikowanych.

Typ przenośnika	Szerokość kubetka b mm	Typ kubetka	Wysokość użytkowa H _{uz} m	Numery rysunków zestawieniowych					
				Człony normalne	Człony wyrównawcze	Głowice	Pomasty	Mocowanie obudowy do stropów	Prowadnice ciągnące dla członu normalnego
				K-012000-00	K-013000-00	K-014000-00	K-015000-00	K-016000-00	K-017000-00
OPK-16	160	C	do 12						
			12-18	K-012000-02	K-013000-02	K-014000-02	K-015000-02	K-016000-01	K-017000-02
			18-24						
			24-30						
OPK-25	250	C	do 12						
			12-18						
			18-24						
			24-30	K-012000-03	K-013000-03	K-014000-03	K-015000-03		K-017000-03
OPK-40	D	D	do 12						
			12-18					K-016000-03	
			18-24						
			24-30						
OPK-60	355	C	do 12						
			12-18	K-012000-04	K-013000-04	K-014000-04	K-015000-04		K-017000-04
			18-24						
			24-30						
OPK-100	500	C	do 12						
			12-18	K-012000-05	K-013000-05	K-014000-05	K-015000-05		K-017000-05
			18-24						
			24-30						
OPK-160	630	C	do 12						
			12-18						
			18-24					K-016000-05	
			24-30	K-012000-06	K-013000-06	K-014000-06	K-015000-06		K-017000-06
OPK-250	D	D	do 12						
			12-18						
			18-24						
			24-30						

Tab. 13.6. Wykaz rysunków zunifikowanych.

Typ przenośnika	Szerokość kubetka b mm	Typ kubetka	Wysokość uzależniona Huz m	Numery rysunków zestawieniowych							
				Prowadnice ciągną taśmę dla członu wyrównawczych	Mocowanie napędów stacjonarnych	Mocowanie napędów podwieszanych	Napędy podwiesz.	Napędy stacjonarne	Mechanizmy pędne		
				K-018000-00	K-019000-00	K-020000-00	K-021000-00	K-022000-00	K-024000-00		
OPK - 15	160	C	do 12	K-018000-02			K-020000-02	K-021000-04		K-024000-12	
			12 ÷ 18				K-021000-05	K-024000-22			
			18 ÷ 24				K-020000-12				
			24 ÷ 30				K-021000-09				
OPK - 25	250	C	do 12	K-018000-03			K-020000-03	K-021000-11		K-024000-13	
			12 ÷ 18								K-024000-23
			18 ÷ 24								
			24 ÷ 30								K-020000-13
OPK - 40		D	do 12				K-020000-03	K-021000-09		K-024000-13	
			12 ÷ 18								K-024000-23
			18 ÷ 24								
			24 ÷ 30								K-020000-13
OPK - 50	355	C	do 12	K-018000-04			K-020000-04	K-021000-14		K-024000-14	
			12 ÷ 18								K-024000-24
			18 ÷ 24								
			24 ÷ 30								K-020000-14
OPK - 100	500	C	do 12	K-018000-05			K-020000-05	K-021000-16		K-024000-15	
			12 ÷ 18								K-024000-25
			18 ÷ 24								
			24 ÷ 30								K-019000-15
OPK - 160	630	C	do 12	K-018000-06			K-019000-06		K-022000-30	K-024000-16	
			12 ÷ 18								K-022000-33
			18 ÷ 24								
			24 ÷ 30								K-022000-37
OPK - 250		D	do 12						K-022000-30	K-024000-26	
			12 ÷ 18								K-022000-33
			18 ÷ 24								
			24 ÷ 30								K-019000-16

Tab. 13.7. Wykaz rysunków zunifikowanych.

Typ przenośnika	Szerokość kubetka b mm	Typ kubetka	Wysokość wyżejżona Huz. m	Numery rysunków zestawieniowych					
				Mechanizmy napinające	Elementy nosne	Zamek ciągnia taśmowego	Stopy	Elementy nosny z kubetkami o ruchomym dnem.	Urządzenie do kontroli biegu ciągnia
				K-032000-00	K-042000-00	K-043000-00	OK-011000-00	OK-012000-00	OK-013000-00
OPK - 16	160	C	do 12						
			12 ÷ 18	K-032000-12	K-042000-12	K-043000-02	OK-011000-01	OK-012000-01	
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30						
OPK - 25	250	C	do 12						
			12 ÷ 18		K-042000-13			OK-012000-02	
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30	K-032000-13		K-043000-03	OK-011000-02		
OPK - 40		D	do 12						
			12 ÷ 18		K-042000-23			OK-012000-03	
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30						
OPK - 60	355	C	do 12						
			12 ÷ 18	K-032000-14	K-042000-14	K-043000-04	OK-011000-03	OK-012000-04	OK-013000-04
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30						
OPK - 100	500	C	do 12						
			12 ÷ 18	K-032000-15	K-042000-15	K-043000-05	OK-011000-04	OK-012000-05	
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30						
OPK - 160	630	C	do 12						
			12 ÷ 18		K-042000-16			OK-012000-06	
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30	K-032000-16		K-043000-06	OK-011000-05		
OPK - 250		D	do 12						
			12 ÷ 18		K-042000-26			OK-012000-07	
			18 ÷ 24						
			24 ÷ 30						

13.2.2. Obliczenia i kojarzenie zespołów. Przykładowe obliczenia.

- Do zaprojektowania przenośnika potrzebne są następujące dane :
- wydajność przenośnika
 - wysokość użyteczna.

Na podstawie tych danych projektant dobiera szerokość kulek z tabelicy 1 i wielkość napędu z tabelicy 3.

Projektant powinien wyliczyć tylko ilość elementów nośnych. Ilość elementów nośnych zależy od wysokości podnoszenia.

4.1.2. Sposoby liczenia ilości elementów nośnych.

Do wyliczenia ilości elementów służy następujący przykład :

- wielkość przenośnika /szerokość kulek/ np. $b = 355 \text{ mm}$
- wysokość użyteczna np. $H_{uż} = 20 \text{ m}$ /odległość między zasypem a wysypem/.

Dla tych danych z tabelicy 2.

- podziałka /rozstaw kulek/ $T = 0,65 \text{ m}$
- średnica koła pędnego $D = 0,72 \text{ m}$

a/. wyliczenie odległości między mechanizmem pędym a napinającym

$$H = H_{uż} + /h_3 - h_1 / + c$$

$/h_3 - h_1/$ - wymiar ze stopy patrz str. 71

c - wymiar z głowicy patrz str. 39

$$H = 20 + / 1,65 - 1,18/ + 1,325 = 21,795 \text{ m}$$

b/. długość teoretyczna cięgna taśmowego

$$L = 2H + 2 \frac{\pi \cdot 0,72}{2} \quad /m/$$

$$L = 2 \cdot 21,795 + 2 \frac{\pi \cdot 0,72}{2} = 45,85 \text{ m}$$

c/. ilość elementów nośnych

$$i = \frac{L}{T} = \frac{45,85}{0,65} = 70 \text{ reszta } 35 \text{ mm}$$

d/. rzeczywista długość ciągną taśmowego

$$L_{rz} = i \cdot T + z_n$$

z_n - naddatek do połączenia ciągną zamkiem z tabl. 5

$$L_{rz} = 70 \cdot 0,65 + 0,60 = 46,10 \text{ m}$$

e/. rzeczywista wysokość podnoszenia /odległość między osiami bębna napędowego i napinającego/

$$H_{rz} = H - \frac{L - i \cdot T}{2} \quad /m/$$

$$H_{rz} = 21,795 - \frac{45,85 - 45,50}{2} = 21,620 \text{ m}$$

Tab. 13.8. Naddatek na połączenia ciągną zamkiem.

szerokość kbelka b mm	160	250	355	500	630
wielkość naddatku z_n mm	45		60		

Na podstawie szerokości kbelka dobieram wielkość naddatku na połączenia: $z_n = 45 \text{ mm}$

Tab.13.9. Charakterystyczne wymiary wynikające z konstrukcji przenośnika kulekowego.

Szerokość kubetka b [mm]	160	250		355 ¹		500		630		
	średniogłębaki	średnio- głębaki	głębaki	średniogłębaki	średniogłębaki	średniogłębaki	głębaki	średnio- głębaki	głębaki	
H	2000				2600		3000			
h ₁	770	850	925	1100	1350					
h ₂	1000	1080	1180	1400	1750					
h ₃	1350	1500	1650	1800	2100					
S	300		350		400		500			
L ₁	430	550	750	800						
L ₂	820	950	1250	1350	1400					
L ₃	862	1020	1286	1471	1559					
A	1150	1430	1880	2150	2160					
B	370	500	650	850	980					
z	460	580	760	960	1100					
R	546	688	868	1028	1260					
a ₁	1050	1300	1750	2000						
b ₁	270	370	520	700	820					
m	183	195	202	208						
i ₁	6	7	9	10						
n	160	147	149	156	150					
i ₂	2	3	4	5	6					
φd ₁	14		18							
x ₁	16	20	26	30	32					
C	1180	1450	1930	2200	2240					
D	400	520	700	900	1080					
P	1120	1380	1840	2100	2140					
r	340	450	605	800	960					
η			480							
φd ₂	22	26		38						
x ₂	6		8							
E	328	360	400	460	546					
F	230	330	440	600	700					
a ₂	293	320	355	410	486					
b ₂	160	250	350	500	580					
t	120	125		100	130					
i ₃	2		3							
u	100	145	200	137,5	160					
i ₄	2		4							
Z	15	20		25	30					
x ₃	7		11							
Masa stopy [kg]	374,0	536,0	609,0	744,0	1264,0	1858,0	1919,0			
Nr rys. stopy	OK-011000-01	OK-011000-02	OK-011000-03	OK-011000-04	OK-011000-05					

f) obliczenie zapotrzebowania mocy

$$P = Q_p \cdot H_{uz} \cdot C \text{ kW}$$

gdzie:

Q_p- wydajność przenośnika kN/s (należy przeliczyć wydajność z t/h na kN/s)

C- współczynnik oporów ruchu; C = 2,2÷2,5

13.2.3 Obliczenia i kojarzenie zespołów.

DANE	OBLICZENIA	WYNIKI
$H_{uż} = 12 \text{ m}$ $h_1 = 0,77 \text{ m}$ $h_3 = 1,35 \text{ m}$ $c = 1,18 \text{ m}$	ad a) $H = H_{uż} + (h_3 - h_1) + c$ $H = 12 + (1,35 - 0,77) + 1,18 = 13,76 \text{ m}$	$H = 13,76 \text{ m}$
$H = 13,76 \text{ m}$ $D = 0,4 \text{ m}$	ad b) $L = 2 \cdot H + 2 \cdot \frac{\pi \cdot D}{2}$ $L = 2 \cdot 13,76 + 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,4}{2} = 28,76$	$L = 28,76 \text{ m}$
$L = 28,76 \text{ m}$ $T_{kub} = 0,45 \text{ m}$	ad c) $i = \frac{L}{T_{kub}}$ $i = \frac{28,76}{0,45} = 63,9 \text{ m}$	$i = 63,9 \text{ m}$
$i = 63,9 \text{ m}$ $z_n = 0,45 \text{ m}$	ad d) $L_{rz} = i \cdot T_{kub} \cdot z_n$ $L_{rz} = 63,9 \cdot 0,45 \cdot 0,45 = 12,94 \text{ m}$	$L_{rz} = 12,94 \text{ m}$
$H = 13,76 \text{ m}$ $L = 28,76 \text{ m}$ $i = 63,9 \text{ m}$	ad e) $H_{rz} = H - \frac{L - i \cdot T_{kub}}{2}$ $H_{rz} = 13,76 - \frac{28,76 - 63,9 \cdot 0,45}{2} = 13,76 \text{ m}$	$H_{rz} = 13,76 \text{ m}$
$Q_p = 26,88 \text{ t/h}$	ad f) mnożnik przeliczający z t/h na kN/s: $1 \frac{\text{t}}{\text{h}} = \frac{10 \text{ kN}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{360} \frac{\text{kN}}{\text{s}}$ $Q_p = 26,88 \frac{\text{t}}{\text{h}} = 0,075 \frac{\text{kN}}{\text{s}}$	$Q_p = 0,075 \text{ kN/s}$

13.2 Dobór i obliczenia przenośnika kulekowego.

$Q_p = 0,075$ kN/s $H_{uż} = 12$ m $C = 2,3$	$P = Q_p \cdot H_{uż} \cdot C$ $P = 0,075 \cdot 12 \cdot 2,3 = 2,59 \text{ kW}$	$P = 2,59 \text{ kW}$
---	---	-----------------------

14. Tabelaryczne zestawienie środków transportowych. Dobór oczyszczarek wirnikowych.

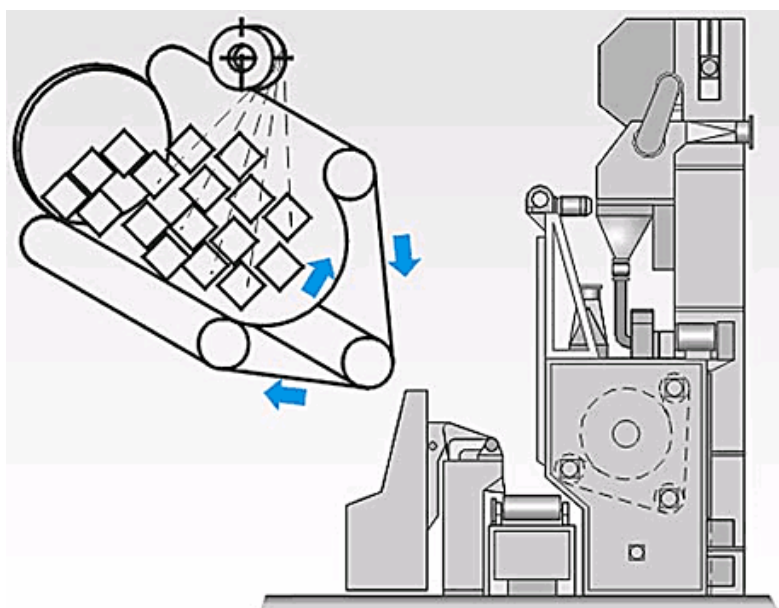
Rodzaj przenośnika	wydajność	zapotrzebowanie na moc, kW
wózkowy	95 – 238 wózków/h	43
taśmowy	71 m ³ /h	5,55
kubełkowy	26,88 t/h	2,59

15. Oczyszczarki.

Rys. 15.1. Oczyszczarka wirnikowa-stołowa OVS firmy Technical [17]

Tab. 15.1. Typoszereg OVS firmy Technical [17]

		OVS 900	OVS 1000	OVS/D 1500	OVS/D 2500
średnica (ϕ)	mm	900	1000	1500	2500
wysokość (h)	mm	400	700	800	700
ilość stołów roboczych	szt.	1	1	2	2
nośność stołu roboczego	N	3000	5000	10000	5000
ilość wirników rzutowych	szt.	1	2	2	2
moc zainstalowana wraz z układem odpylania	kW	8,3	19	25	28



Rys. 15.2. Oczyszczarka wirnikowa-taśmowa OWT firmy Technical. [17]

Tab. 15.2. Typoszereg OWT firmy Technical. [17]

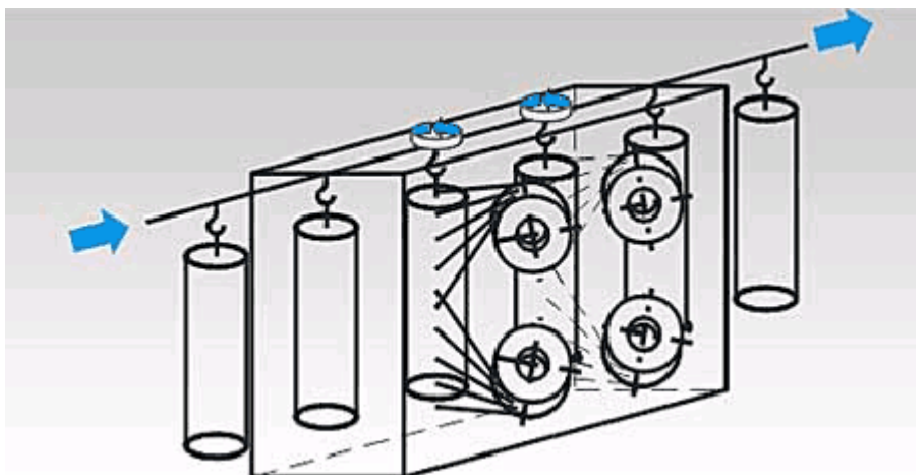
Objętość załadowna oczyszczarki	m	0,2	0,4
Maksymalna masa jednego ładunku	kg	160	400
Moc zainstalowana	kW	12	18
Wymiary pojedynczego przedmiotu			
minimalny	mm	16 x 16 x 16	16 x 16 x 16
maksymalny	mm	300 x 300 x 300	300 x 300 x 300



Rys. 15.3. Oczyszczarka wirnikowa-zawieszkowa OWZ firmy Technical. [17]

Tab. 15.3. Typoszereg OWZ firmy Technical. [17]

Typ		0,3 x 1,0	0,5 x 1,0	0,6 x 1,5
Wymiary oczyszczanych przedmiotów				
szerokość (b)	mm	300	500	400
wysokość (h)	mm	1000	1000	1500
ilość wirników rzutowych	szt	4	4	4
moc zainstalowana wraz z układem odpylania, bez przenośnika podwieszzonego	kW	41	58	62
separacja śrutu	powietrzna kaskadowa jednostopniowa lub dwustopniowa			
rodzaj ruchu przenośnika podwieszzonego	ruch ciągły z płynną regulacją 0,5 – 2m/min			
Wymiary gabarytowe				
A	mm	4200	4400	5000
B	mm	2600	2800	3200
H	mm	5300	5500	6300



Rys. 15.4. Zasada działania OWZ firmy Technical. [17]

16. Literatura.

- [1] Fedoryszyn A.: Materiały wykładów i ćwiczeń z „Mechanizacji Odlewni”.
Wydział Odlewnictwa AGH. Kraków
- [2] Fedoryszyn A., Dańko J., Smyksy K.: Analiza wyposażenia linii przygotowania masy używanej.
Materiały III Konferencji Odlewniczej Technical 2000 „Postęp techniczny w odlewnictwie.”
Nowa Sól, 2000, s.79-96
- [3] Gregoraszczyk M.: Mechanizacja transportu wewnętrznego w odlewni.
Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 1999.
- [4] Lewandowski J.L.: Tworzywa na formy odlewnicze.
Wydawnictwa „Akapit”, Kraków 1997.
- [5] Longa W.: Podstawy teoretyczne obliczania czasów zalewania metalem form piaskowych.
Zeszyty naukowe AGH nr 1254. Metalurgia i Odlewnictwo, nr 1, tom 18, Kraków 1992, s.78.
- [6] Łempicki J.: Organizacja stanowisk pracy w odlewni.
WNT, Warszawa 1967.
- [7] Pelczarski S. i inni.: Systemy mechanizacji i automatyzacji formiarni opartych na technologii
form piaskowych. Skrypt AGH nr 595. Kraków 1977.
- [8] Praca zbiorowa.: Analiza ciągów przygotowania i sporządzania mas formierskich. Praca
naukowo-badawcza AGH nr 3.371.81., Kraków 1983.
- [9] Praca zbiorowa.: Analiza zjawisk zachodzących w tworzywach formy odlewniczej podczas
stygnięcia odlewu i ich wpływ na przebieg procesów przygotowania masy używanej. Praca
naukowo-badawcza AGH nr 3.371.81., Kraków 1984.
- [10] Praca zbiorowa.: Odlewnictwo-Poradnik Inżyniera. WNT, Warszawa 1986.
- [11] Sakwa W., Wachelko T.: Materiały na formy i rdzenie odlewnicze.
Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1981.
- [12] Samsonowicz Z.: Automatyzacja procesów odlewniczych. WNT, Warszawa 1985.
- [13] Lewandowski L.: Materiały formierskie. Wydawnictwo PWN, Warszawa 1971.
- [14] Stefko F., Smyksy K.: Analiza wpływu parametrów technologicznych na stopień przegrzania
mas używanych. IX Sympozjum naukowe z okazji Dnia Odlewnika, Kraków 1983.
- [15] Skarbowski M.: Uruchomienie produkcji w odlewni. WNT, Warszawa 1972.
- [16] Łempicki J., Paradysz J.: Oczyszczanie i wykańczanie odlewów żeliwnych i staliwnych.
WNT, Warszawa 1979.
- [17] Maszyny i urządzenia odlewnicze. Katalog techniczny i informacyjny.
- [18] Katalogi, prospekty, materiały ze strony Internetowych firm: TECHNICAL DOZAMET,
FMO, TECHNICAL, DISA.
- [19] Fedoryszyn A., Bojanowski W., Adamowicz Ł.: Pomiar wilgotności masy formierskiej.
Materiały VII Konferencji Odlewniczej Technical 2004.