

Politechnika Wrocławska

# Projekt Odlewu

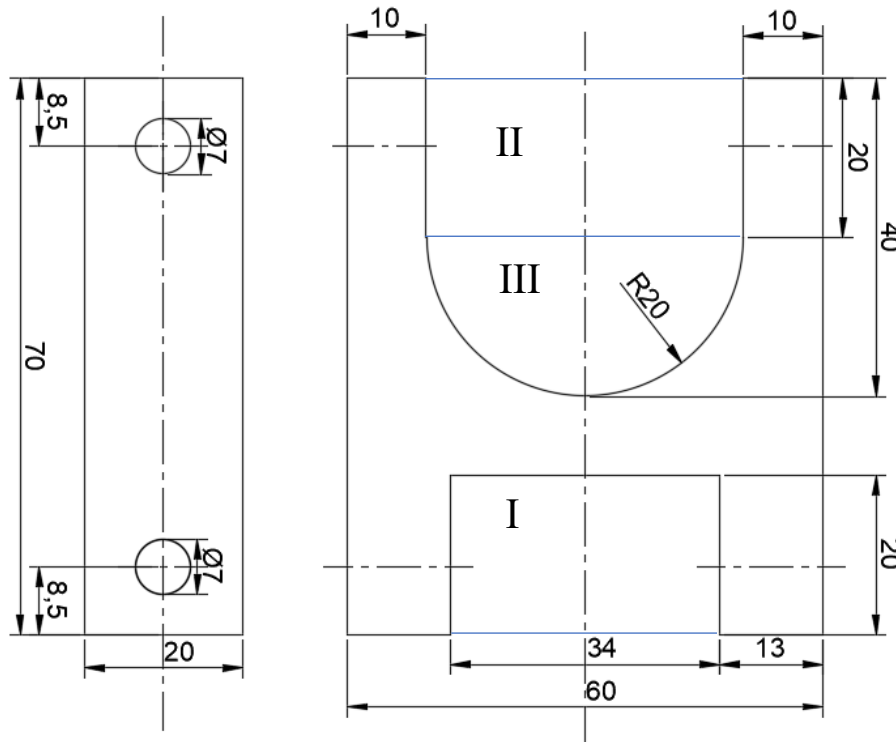
Technologie wytwarzania implantów

Patryk Olearczyk (261089)  
2023-04-25

## I. Cel projektu:

Celem projektu jest zaprojektowanie odlewu wybranego elementu, który zostanie wykonany z żeliwa szarego, a następnie wszystkie jego powierzchnie zostaną obrabiane mechanicznie.

## II. Obliczenia potrzebne do wykonania rysunku surowego odlewu:



Rys. 1. Schemat gotowego odlewu

Celem obliczeń jest poznanie wymiarów potrzebnych do narysowania układu wlewowego.

### 1. Obliczenie objętości odlewu:

Aby obliczyć objętość odlewu należy policzyć jego objętość gdyby był on jednolitym prostopadłością, a następnie odjąć objętość pustych przestrzeni. W obliczeniach pomijamy otwory widoczne na rzucie z rysunku 1, ponieważ zostaną one wykonane w późniejszej obróbce.

$$V = 60 \cdot 70 \cdot 20 = 84000 \text{ mm}^3 = 84 \text{ cm}^3$$

V – objętość elementu bez pustych przestrzeni.

$$V_C = V - V_I - V_{II} - V_{III}$$

$V_I$ ,  $V_{II}$  i  $V_{III}$  to objętości pustych przestrzeni zaznaczone na rysunku 1.

$$V_I = 20 \cdot 34 \cdot 20 = 13600 \text{ mm}^3 = 13,6 \text{ cm}^3$$

$$V_{II} = 20 \cdot 40 \cdot 20 = 16000 \text{ mm}^3 = 16 \text{ cm}^3$$

$$V_{III} = 20 \cdot \pi \cdot 20^2 \cdot 0,5 = 12600 \text{ mm}^3 = 12,6 \text{ cm}^3$$

$$V_C = 84000 - 13600 - 16000 - 12600 = 41800 \text{ mm}^3 = 41,8 \text{ cm}^3$$

## 2. Obliczenia masy surowego odlewu:

Gęstość żeliwa wynosi:  $\rho = 7,2 \frac{g}{cm^3}$  [1]

$$Q_{odl} = V_c \cdot \rho = 41,8 \cdot 7,2 = 300,96 \text{ g}$$

Masę odlewu wraz z układem zasilającym i wlewowym obliczamy ze wzoru [2]:

$$Q_c = Q_{odl} \cdot k$$

,gdzie k - współczynnik charakteryzujący uzysk, zależny od rodzaju stopu z którego wykonany ma być odlew. Dla żeliwa szarego  $k = 1,2$ .

Stąd:

$$Q_c = Q_{odl} \cdot k = 300,96 \cdot 1,2 = 361,15 \text{ g}$$

## 3. Obliczenia optymalnego czasu zalewania:

Optymalny czas zalewania formy dla danego odlewu określa się ze wzoru empirycznego Sobolewa [2]:

$$\tau = s^3 \sqrt{g Q_c}$$

,gdzie:

$\tau$  - optymalny czas zalewania w s,

$Q_c$  - masa odlewu wraz z układem wlewowym i zasilającym w kg,

g - przeważająca (średnia) grubość ścianek odlewu w mm,

s - współczynnik zależny od rodzaju metalu, jego stopnia przegrzania i lejućności oraz miejsca doprowadzenia metalu.

W odlewie przeważa grubość ścianek  $g = 20 \text{ mm}$

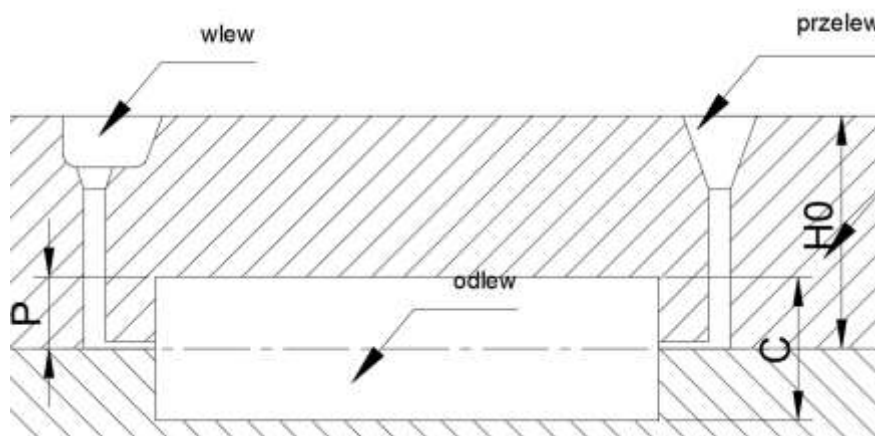
Współczynnik s dla żeliwa szarego ma wartość  $s = 1,9$

Stąd:

$$\tau = 1,9^3 \sqrt{20 \cdot 0,36} = 3,67 \text{ s}$$

## 4. Prędkość podnoszenia się metalu:

W celu dalszych obliczeń konieczne jest określenie prędkości liniowej podnoszenia się metalu. W tym celu konieczne jest określenie w jakiej pozycji będzie zalewany odlew oraz uwzględnienie nadatków.



Rys. 2. Schemat odlewu z nowymi oznaczeniami.

Naddatki określa się na podstawie klasy odlewu, której dobór wygląda następująco:

Tab. 1. Zakresy stopni naddatków dla wybranych materiałów oraz metod obróbkowych.<sup>[6]</sup>

Metoda/materiał:	Żeliwo szare	Żeliwo sferoidalne	Żeliwo ciągliwe	Stopy metali lekkich	Stopy miedzi
Odlewanie do form piaskowych formowanych ręcznie.	F÷H				
Odlewanie do form piaskowych formowanych maszynowo i skorupowo.	E÷G				

Wybrano klasę odlewu G, co z kolei pozwala na wybór wielkości naddatku.

Tab. 2. Naddatki obróbkowe dla obróbki skrawaniem.

największy wymiar [mm]		Naddatki obróbkowe dla obróbki skrawaniem [mm]			
		Stopień naddatku obróbkowego			
od	do włącznie	E	F	G	H
40	63	0,4	0,5	0,7	1,0
63	100	0,7	1,0	1,4	2,0
100	160	1,1	1,5	2,2	3,0
160	250	1,4	2,0	2,8	4,0
250	400	1,8	2,5	3,5	5,0
400	630	2,2	3,0	4,0	6,0

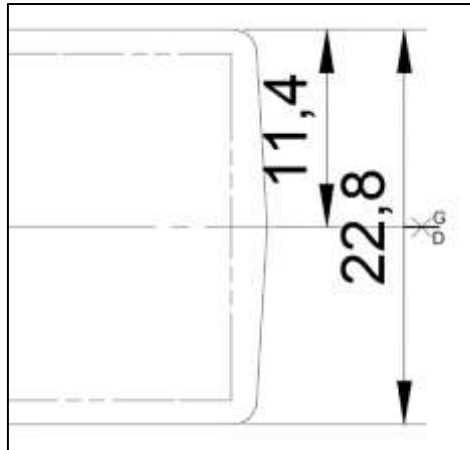
Największym wymiarem odlewu jest wysokość odlewu wynosząca 70 mm. Na tej podstawie można stwierdzić, że wartość naddatku powinna wynosić 1,4 mm.

W celu łatwiejszego wyciągnięcia odlewu z formy powinno się również dodać pochylenie odlewnicze.

Tab. 3. Pochylenia odlewnicze.

Wartość wymiaru H		Typ pochyłości odlewniczych					
		I		II		III	
		Rodzaj powierzchni odlewu					
		Wartość wymiaru n					
>	<=	obrobiana	surowa	obrobiana	surowa	obrobiana	surowa
	25	0,7		0,7		0,7	
25	40					1,0	
40	60			1,0		1,6	
60	100	0,9				1,8	
100	150	1,3		2,6		3,9	
150	250	2,1		3,0	4,4	4,4	6,6

Wymiar H to długość odcinka, który ma zawierać pochylenie. W wypadku obliczanego odlewu H = 10 mm. Pochylenie odlewu powinno więc wynosić  $n = 0,7$  mm.



Rys. 3. Wymiary odlewu z naddatkami.

Prędkość podnoszenia się metalu obliczono ze wzoru<sup>[3]</sup>:

$$v = \frac{C}{\tau}$$

,gdzie:

$v$  – prędkość podnoszenia się metalu,

$C$  – wysokość odlewu w położeniu do zalewania,

$\tau$  – optymalny czas zalewania.

Na rysunku 2 i 3 przedstawiono wartość  $C = 22,8 \text{ mm} = 2,28 \text{ cm}$ .

Stąd:

$$v = \frac{C}{\tau} = \frac{2,28}{3,67} = 0,67 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Prędkość podnoszenia się metalu w formie jest znormalizowana i jej wartość powinna zawierać się w określonych granicach.

Tab. 4. Znormalizowane wartości prędkości podnoszenia się metalu w formie

Grubość ścianek odlewu [mm]	Prędkość dopuszczalna $v$ [cm/s]	
	odlewy żeliwne	odlewy staliwne
do 4	3 ÷ 10	-
4 ÷ 10	2 ÷ 3	2
10 ÷ 40	1 ÷ 3	1
powyżej 40	0,8 ÷ 1,0	0,8

Otrzymana wartość prędkości nie mieści się w narzuconych przedziałach. W celu jej zoptymalizowania należy zmodyfikować czas zalewania lub położenie odlewu w formie. Ze względu na kształt odlewu zmiana pozycji jego zalewania jest dosyć problematyczna. Należy więc zmodyfikować czas zalewania. W tym celu przyjęto prędkość zalewania  $v = \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ .

$$\tau = \frac{C}{v} = \frac{2,28}{1} = 2,28 \text{ s.}$$

## 5. Obliczanie średniego ciśnienia metalostatycznego:

W celu obliczenia przekrojów kanałów układu wlewowego, w pierwszej kolejności należy obliczyć średnie ciśnienie metalostatyczne, które obliczamy ze wzoru <sup>[4]</sup>:

$$h_{\text{śr}} = H_0 - \frac{P}{2C}$$

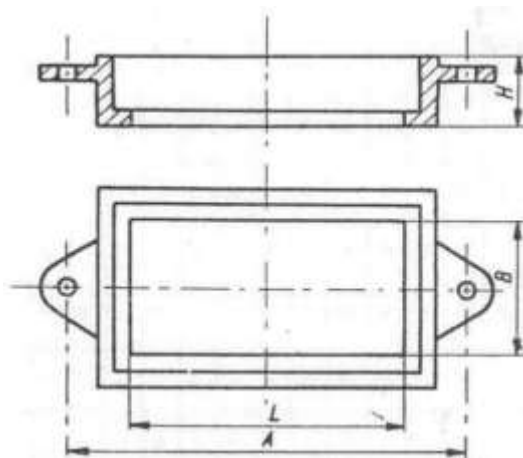
, gdzie:

$H_0$  – początkowe maksymalne ciśnienie metalostatyczne podawane w cm,

$P$  – wysokość odlewu nad poziomem wlewów doprowadzających,

$C$  – całkowita wysokość odlewu w położeniu zalewania.

Aby kontynuować obliczenia należy określić wartość  $H_0$ . Najczęściej przyjmuje się wysokość górnej skrzynki formierskiej, która jest normalizowana.



Rys. 4. Graficzny opis wymiarów skrzynki formierskiej.<sup>[5]</sup>

Długość wykonywanego odlewu to 74,2 mm, a jego szerokość to 22,8 mm. Minimalne wymiary skrzynki formierskiej to  $L = 250$  mm i  $B = 250$  mm (wymiar  $A = 350$  mm). Takie wymiary zapewniają wystarczająco przestrzeni, żeby zmieścić odlew z układem wlewowym.

Wysokość skrzynki dla wybranych wymiarów jej pola mieści się w przedziale 50÷200 mm, co 25 mm.<sup>[5]</sup>

Żeby uzyskać odpowiednie ciśnienie metalostatyczne, wartość różnicy  $H_0 - P$ , musi być równa minimalnie 40 mm.<sup>[4]</sup>

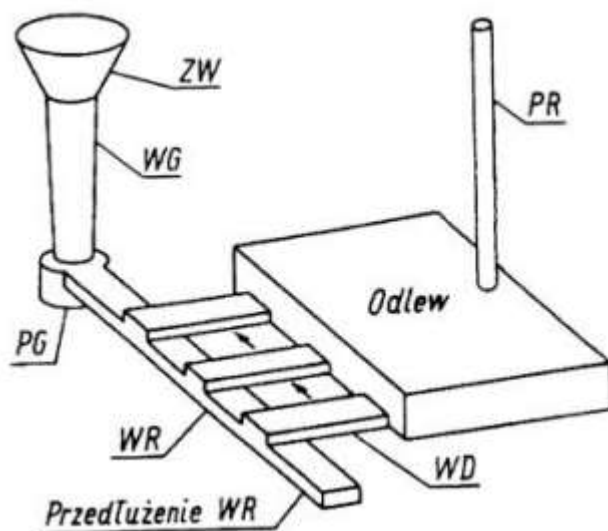
Najmniejsza wysokość skrzynki wynosi 50 mm, jednak ta wartość spełnia postawionego warunku ( $50 - 11,4 = 38,6$  mm). Dlatego wybrano następną dostępną wysokość czyli 75 mm.

Stąd:

$$h_{\text{śr}} = H_0 - \frac{P}{2C} = 7,5 - \frac{1,14}{2 \cdot 2,28} = 7,25 \text{ cm}$$

## 6. Obliczanie przekroju wlewu doprowadzającego:

W celu uproszczenia obliczeń wprowadzono symbolikę przedstawioną na rysunku 6.



ZW – Zbiornik Wlewowy

WG – Wlew Główny

WR – Wlew Rozprowadzający

WD – Wlew Doprowadzający

PR – Przelew

Rys. 5. Graficzny opis wymiarów skrzynki formierskiej.<sup>[3]</sup>

W pierwszej kolejności należy określić wartość sumy przekrojów wlewów doprowadzających<sup>[3]</sup>:

$$F_{WD} = \frac{Q_c}{0,31 \cdot \mu \sqrt{h_{sr}} \cdot \tau}$$

$Q_c$  – masa odlewu wraz z układem wlewowym i nadlewami w kg,

$\mu$  - ogólny współczynnik oporu formy,

$h_{sr}$  – średnie ciśnienie metalostatyczne w cm,

$\tau$  – optymalny czas zalewania w s.

Współczynnik oporu formy przyjmuje wartości wypisane w tabeli 2.

Tab. 5. Wartości współczynnika oporu formy.

Rodzaj odlewów	Rodzaj formy	Opór formy		
		duży	średni	mały
żeliwne	wilgotna	0,35	0,42	0,50
	suszona	0,41	0,48	0,60
staliwne	wilgotna	0,25	0,32	0,42
	suszona	0,30	0,38	0,50

Przyjęto  $\mu = 0,42$ .

$$F_{WD} = \frac{0,361}{0,31 \cdot 0,42 \sqrt{7,25} \cdot 2,91} = 0,354 \text{ cm}^2 = 35,4 \text{ mm}^2$$

Znając wartość  $F_{WD}$  można określić pozostałe pola przekroju  $F_{WR}$  i  $F_{WG}$ . Zalecane proporcje dla żeliwa szarego to:  $F_{WG}:F_{WD}:F_{WR} = 1:1,2:1,4$ .<sup>[4]</sup>

$$F_{WR} = 1,2 \cdot F_{WD} = 1,2 \cdot 0,354 = 0,425 \text{ cm}^2 = 42,5 \text{ mm}^2$$

$$F_{WG} = 1,4 \cdot F_{WD} = 1,4 \cdot 0,354 = 0,496 \text{ cm}^2 = 49,6 \text{ mm}^2$$

## 7. Obliczenia objętości zbiornika wlewowego.

Ostatnim etapem obliczeń jest określenie objętości zbiornika wlewowego.

$$A = \frac{Q_c \cdot \tau_1 \cdot 1000}{\tau \cdot \rho}$$

,gdzie:

A – objętość zbiornika (lejka) wlewowego w cm<sup>3</sup>,

Q<sub>c</sub> – masa surowego odlewu wraz z układem wlewowym i zasilającym w kg,

τ<sub>1</sub> – czas rezerwy metalu w s,

τ – optymalny czas zalewania w s,

ρ – gęstość ciekłego metalu w g/cm<sup>3</sup>

Czas rezerwy metalu τ<sub>1</sub> jest wartością tabelaryczną i znajduje się w następujących przedziałach:

Tab. 6. Czas rezerwy metalu w zbiorniku wlewowym w zależności od masy odlewu.<sup>[4]</sup>

Masa metalu w formie Q <sub>c</sub> [kg]	100	100 ÷ 500	500 ÷ 1000	1000 ÷ 5000	powyżej 5000
Rezerwa τ <sub>1</sub> [s]	2 ÷ 3	3 ÷ 4	4 ÷ 6	5 ÷ 7	6 ÷ 8

Całkowita masa odlewu Q<sub>c</sub> wynosi 361,15 g, dlatego dobrano wartość τ<sub>1</sub> = 3 s.

$$A = \frac{Q_c \cdot \tau_1 \cdot 1000}{\tau \cdot \rho} = \frac{0,36 \cdot 3 \cdot 1000}{2,28 \cdot 7,2} = 65,8 \text{ cm}^3$$

## III. Źródła:

[1] <https://tiny.pl/w69tq> (dostęp 04.04.2023)

[2] Materiały dostarczone w ramach prezentacji na pierwszych zajęciach z kursu.

[3] [https://pbc.gda.pl/Content/4427/pbc\\_skoblik.pdf](https://pbc.gda.pl/Content/4427/pbc_skoblik.pdf) (dostęp 04.04.2023).

[4] A. Jopkiewicz, *Odlewnictwo laboratorium*, praca zbiorowa – Politechnika Łódzka, PDF.

[5] [https://home.agh.edu.pl/~ktfo/download/04-skrzynki\\_formierskie.pdf](https://home.agh.edu.pl/~ktfo/download/04-skrzynki_formierskie.pdf) (dostęp 04.04.2023).

[6] <https://procestechnologiczny.com.pl/odlew-polfabrykat-projekt/> (dostęp 04.04.2023)