

# PROJEKT – OBRÓBKA PLASTYCZNA

---

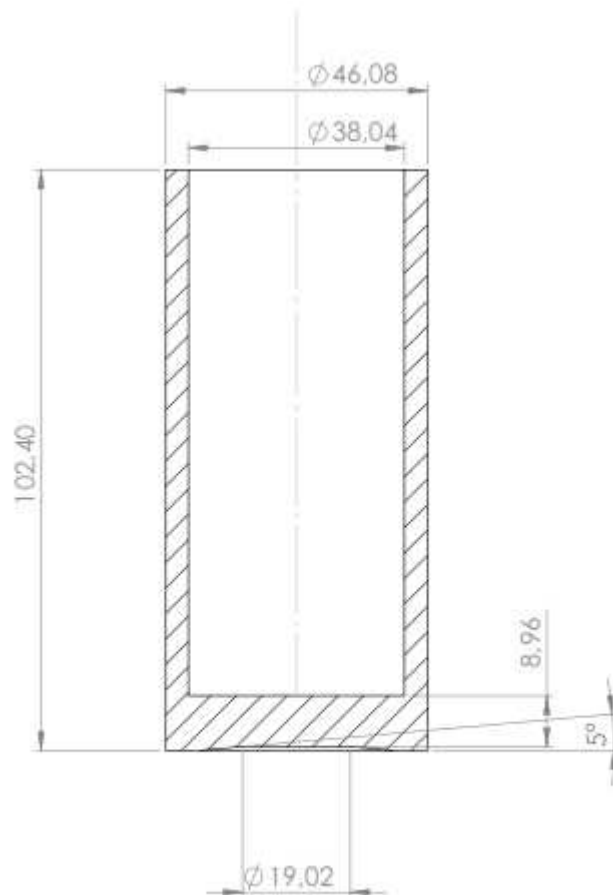
WYKONAŁ: PAWEŁ TYMIŃSKI ID-A0-43

ROK AKADEMICKI 2013/2014

## 1. Dane wstępne

Wyrób – wypraska naczyniowa typ WN1d

- Średnica zewnętrzna –  $d_1 = 46,08 \text{ mm}$
- Średnica wewnętrzna –  $d_2 = 38,04 \text{ mm}$
- Wysokość wypraski –  $h = 102,4 \text{ mm}$
- Grubość dna –  $g = 8,96 \text{ mm}$
- Materiał : Stal 15HGM
- rKrzywa umocnienia dla materiału:  $\sigma_p = 859\varepsilon^{0,212}$



Rysunek techniczny gotowego wyrobu.

Wszystkie rysunki zostały załączone do projektu.

### 1.1 Dobranie procesów technologicznych

W celu uzyskania gotowego wyrobu należy rozważyć zastosowanie dwóch procesów: wyciskania przeciwbieznego oraz wyciągania.

### 1.2 Założenia do projektu kształtowania na zimno

W celu zaprojektowania procesu kształtowania plastycznego należy obliczyć objętość

### 1.2.1 Obliczenia wysokości wyprasek w kolejnych etapach

Na podstawie modelu 3D wyznaczono objętość gotowego wyrobu:

$$V = 64950 \text{ mm}^3$$

Objętość wypraski po operacji wyciągania obliczamy, dodając objętość odciętego naddatku, która wynosi  $1966 \text{ mm}^3$ , co daje nam objętość  $66917 \text{ mm}^3$  i jest to również objętość wypraski po procesie wyżarzania rekrytalizacyjnego, w trakcie którego wypraska traci 5% objętości. Zatem objętość wypraski, która jest jednocześnie objętością wstępniaka, wynosi:

$$V_{\text{wstępniaka}} = 1,05 * 66917 = 70262 \text{ mm}^3$$

Mając te dane, można wyznaczyć wysokości wyprasek w kolejnych etapach po uprzednim wyznaczeniu średnic oraz grubości spełniających warunki wytrzymałościowe dla materiału wypraski.

### 1.2.2 Operacja wyciskania przeciwbieżnego

Przy założeniu że średnica stempla  $d_s = 37,84 \text{ mm}$  i wiedząc, że dla ST.15 HGM maksymalne odkształcenie wyrażane w procentach wynosi  $\epsilon_A = 60\%$ , obliczam średnicę wstępniaka, a następnie jego wysokość z warunku stałej objętości (uwzględniam przy tym jednostronną fazę  $3 \times 45^\circ$ ).

$$d_i = 48,86 \text{ mm}$$

$$H_0 = 37,86 \text{ mm}$$

Na tej podstawie za pomocą modelu 3D oraz warunku stałej objętości mogę wyznaczyć wysokość wypraski po procesie wyciskania przeciwbieżnego

$$H_1 = 81,7 \text{ mm}$$

Jest to potrzebne do policzenia niezbędnej pracy oraz siły procesu oraz nacisków na stempel oraz matrycę.

Aby obliczyć siłę procesu, należy wykorzystać wzór:

$$P = A_o * \int_0^{\epsilon^1} C * \epsilon^n$$

Gdzie:

$A_o$  – pole powierzchni wypychacza ( $d_w = 46,86 \text{ mm}$ )

$$A_o = \pi \frac{d_w^2}{4} = 1724 \text{ mm}^2$$

wartość wyrażenia podcałkowego pozwala nam na obliczenie siły.

Dla naszego procesu  $\epsilon_1$  wynosi:

$$\ln \frac{d_o^2}{d_o^2 - d_s^2} = 0,91$$

Gdzie  $d_o$  – średnica zewn. wstępniaka,  $d_s$  – średnica stempla

$$w = \frac{C}{n+1} * \epsilon^{n+1} = \frac{859}{1,212} * 0,91^{1,212} = 632 \text{ [MPa]}$$

Sprawność na podstawie wykresu dobieram  $\eta = 0,4$

Na podstawie tych danych obliczam siłę procesu

$$P = A_o \frac{w}{\eta} = 1724 * \frac{632}{0,4} = 2724 \text{ [kN]}$$

Naciski na matrycę obliczam ze wzoru

$$p_m = \frac{w}{\eta} = \frac{632}{0,4} = 1580 \text{ MPa}$$

Ponieważ  $p_m > 1000 \text{ MPa}$  – stosujemy pierścień wzmacniający (rysunek w załączniku)

$$D = (4 - 6)d_0 = (187 - 281 \text{ mm})$$

W przyrządzie założono gniazdo o średnicy 244 mm

Następnie obliczono średnicę zewnętrzną pierścienia roboczego

$$d_1 = 0,9 * \sqrt{D * d_0} \approx 98 \text{ mm}$$

Naciski na stempel wynoszą natomiast:

$$p_s = 1580 * 1,66 = 2634 \text{ MPa}$$

Całkowity skok prasy wyznaczam, badając model 3D narzędzia:

$$S_0 = 196 \text{ mm}$$

Skok roboczy prasy wyznaczam jako różnicę między wysokością wstępniaka, a grubością dna wypraski:

$$S_1 = 38,86 - 8,96 = 28,9 \text{ mm}$$

Stąd mogę wyznaczyć pracę procesu jako iloczyn siły i przesunięcia:

$$W_1 = P * S_1 = 2724 \text{ kN} * 28,9 \text{ mm} \approx 79 \text{ kJ}$$

Skok wypychacza, czyli droga, którą musi pokonać, by gotowa wypraska wypadła z matrycy, odczytuję z modelu 3D.

$$S_w = 91,3 \text{ mm}$$

### 1.2.3 Operacja wyciągania

Dla ST.15HGM odkształcenia maksymalne mają wartości:

$$\varepsilon_a = 30\%$$

$$\varepsilon = 0,35$$

Z warunków na dopuszczalne odkształcenia sprawdzam, czy wyciąganie można wykonać w jednym procesie.

Dla naszego procesu  $\varepsilon_2$  wynosi:

$$\ln \frac{d_o^2 - d_w^2}{d^2 - d_w^2} = 0,32$$

A  $\varepsilon_A$ :

$$\varepsilon_A = \left( 1 - \frac{d^2 - d_w^2}{d_o^2 - d_w^2} \right) * 100 = 28 \%$$

Gdzie  $d_o$  – średnica zewnętrzna wypraski = 48.86 mm,  $d_w$  – średnica wewnętrzna,  $d$  – średnica zewn. wypraski po wyciągnięciu.

Na podstawie obliczeń wynika, że średnicę wypraski równą średnicy gotowego wyrobu można uzyskać w jednym procesie.

Na tej podstawie za pomocą modelu 3D oraz warunku stałej objętości mogę wyznaczyć wysokość wypraski po procesie wyciągania (wraz z naddatkiem)

$$H_2 = 107 \text{ mm}$$

Aby obliczyć siłę procesu, należy wykorzystać wzór:

$$P = A_o * \int_0^{\epsilon^2} C * \epsilon^n$$

Gdzie:

$A_o$  – pole powierzchni przekroju wyrobu przed wyciskaniem

$$A_o = \frac{\pi}{4} (d_z^2 - d_w^2) = 689,4 \text{ mm}^2$$

Gdzie  $d_z$  – średnica zewn. przedmiotu,  $d_w$  – średnica wewn.

wartość wyrażenia podcałkowego pozwala nam na obliczenie siły.

$$w = \frac{C}{n+1} * \epsilon^{n+1} = \frac{859}{1,212} * 0,32^{1,212} = 178 \text{ [MPa]}$$

Sprawność dobieram  $\eta = 0,59$

Na podstawie tych danych obliczam siłę procesu

$$P = A_o \frac{w}{\eta} = 689,4 * \frac{178}{0,59} = 208 \text{ [kN]}$$

Skok roboczy prasy w przypadku tego procesu to wysokość wypraski uzyskanej w jego wyniku:

$$S_2 = 107 \text{ mm}$$

Stąd mogę wyznaczyć pracę procesu jako iloczyn siły i przesunięcia:

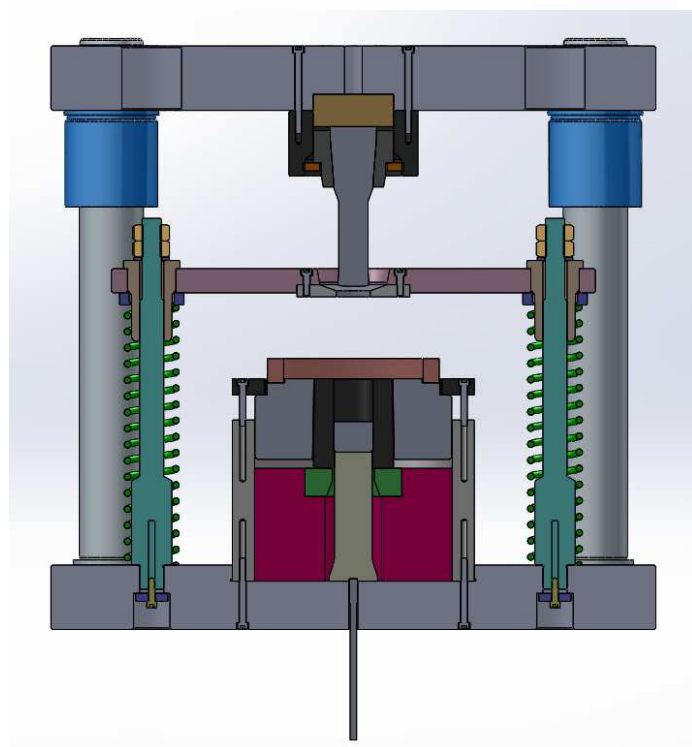
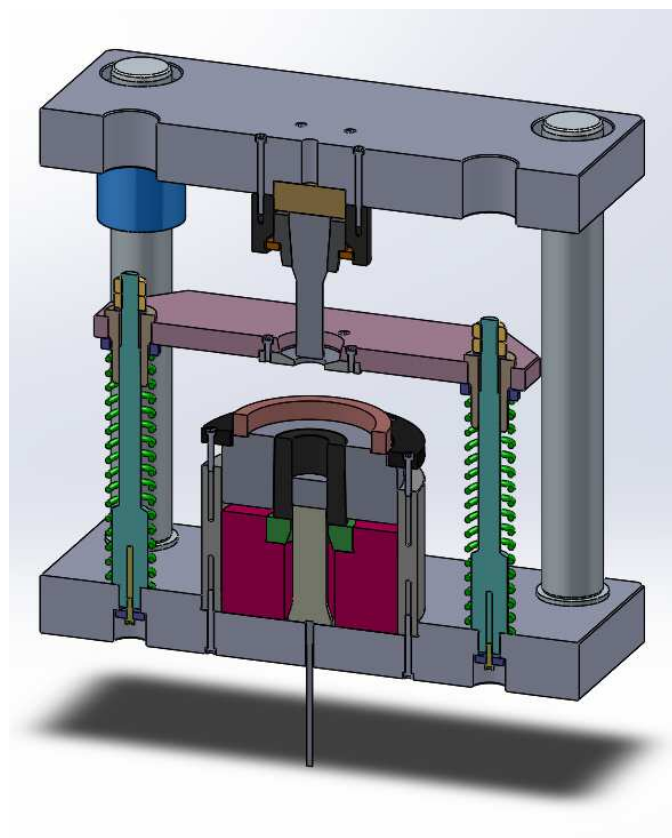
$$W_1 = P * S_2 = 208 \text{ kN} * 107 \text{ mm} \approx 22,3 \text{ kJ}$$

#### 1.2.4 Dobór prasy

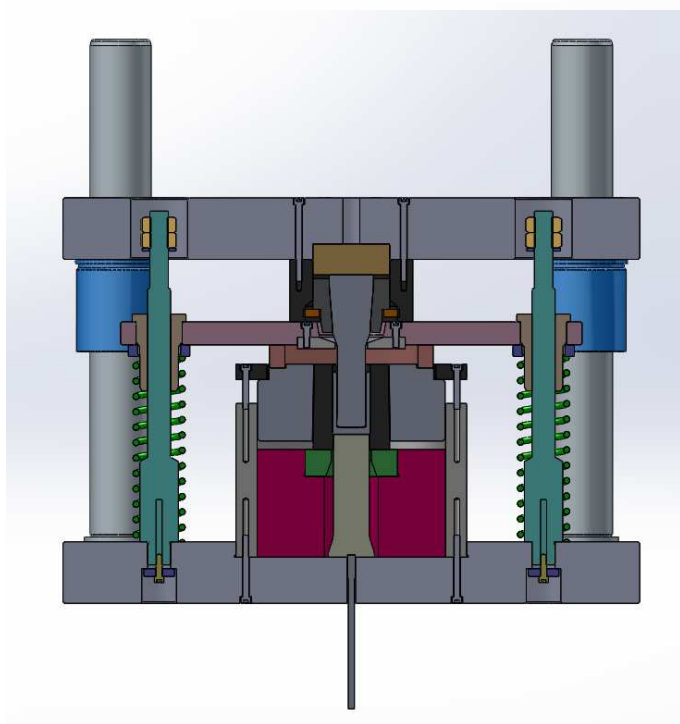
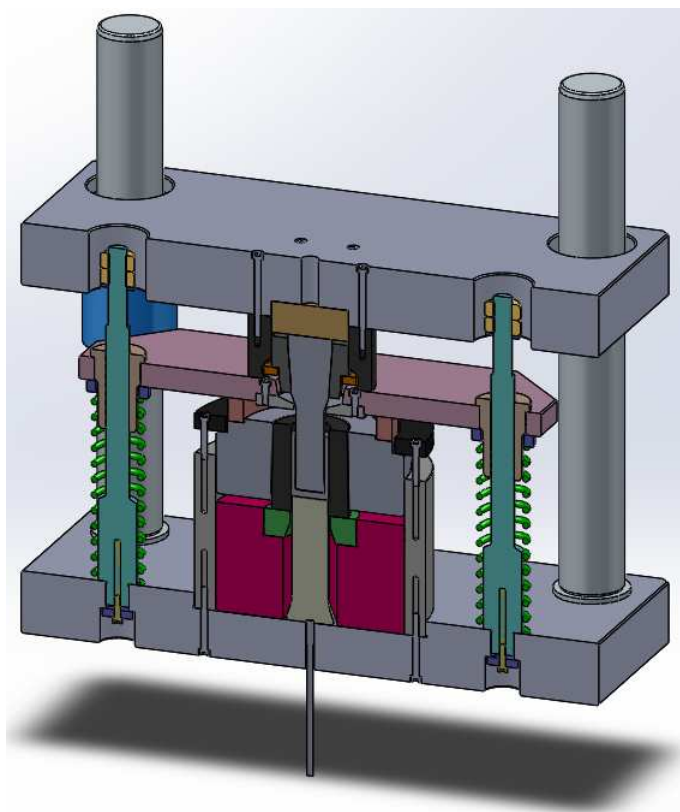
Biorąc pod uwagę parametry procesu wyciskania (siła, skok prasy) z katalogów firm dostępnych w Internecie dobieram odpowiednią prasę do tego procesu.

Z katalogu firmy Sahinler (załączony do projektu) wybrałem prasę hydrauliczną, model DK-S 300ton. (opis i parametry w katalogu).

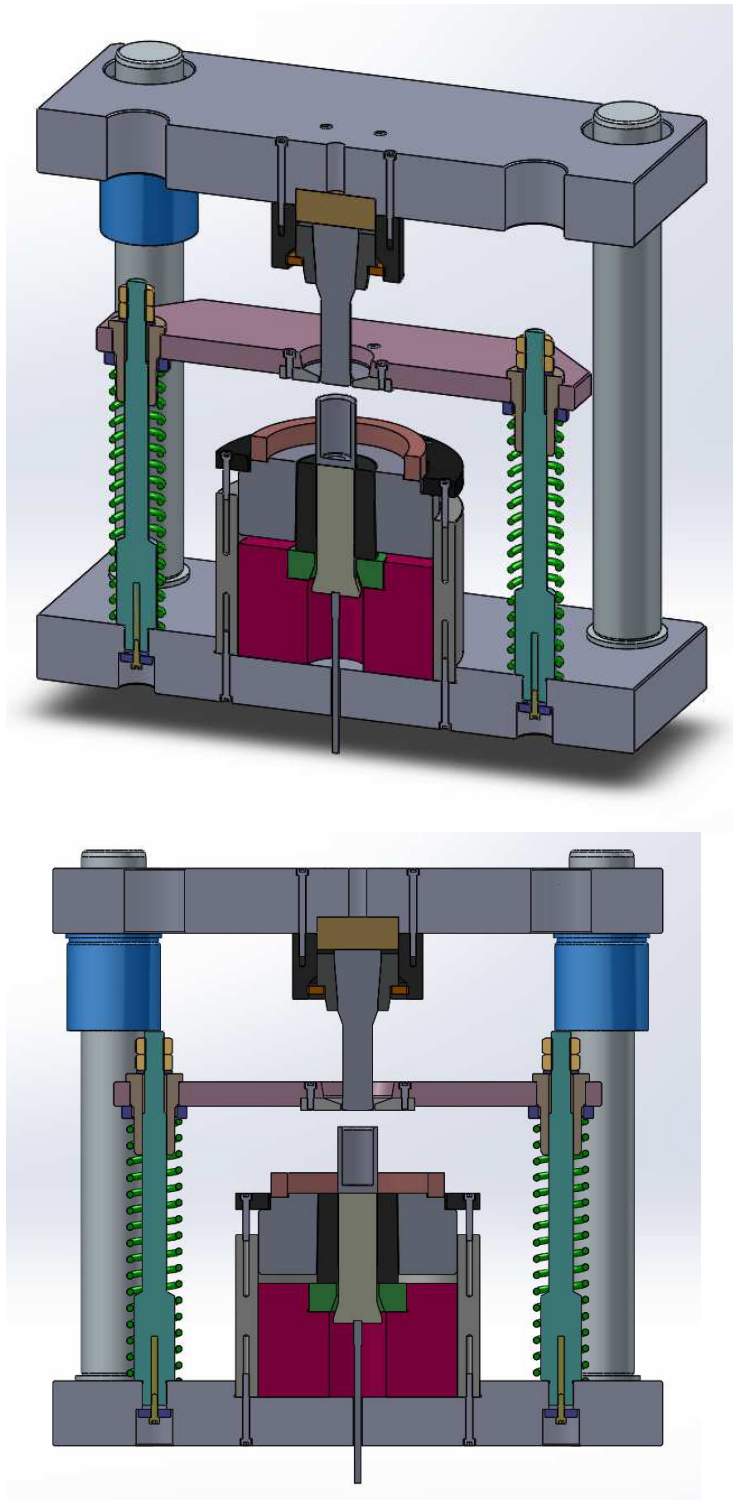
### 3. Poglądowe grafiki



*Pozycja górna narzędzia – przekrój poprzeczny oraz aksonometryczny*

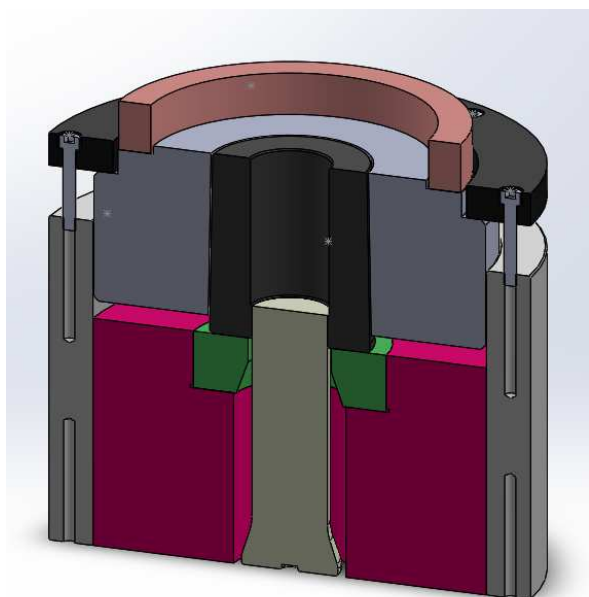
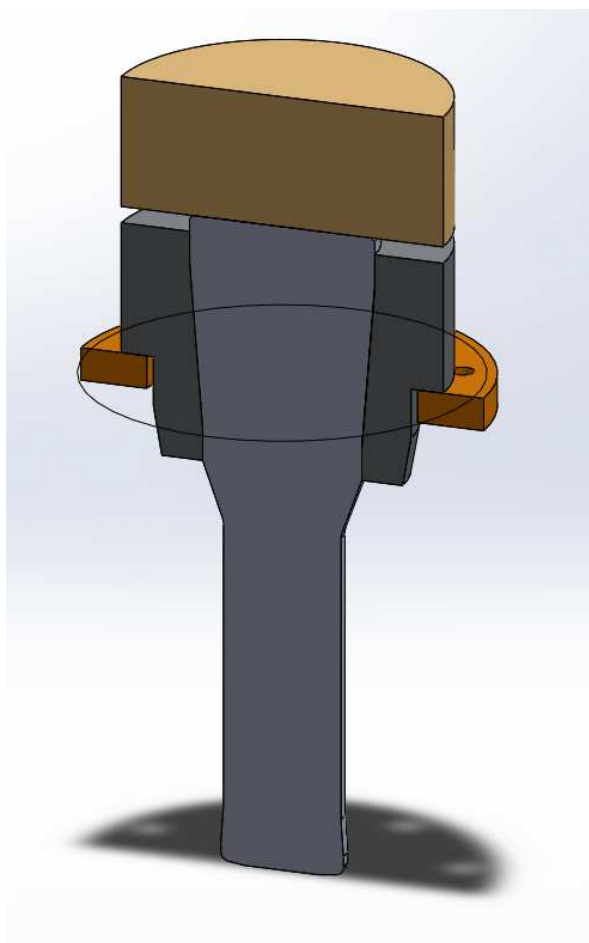


*Pozycja dolna narzędzia – przekrój poprzeczny oraz aksonometryczny*

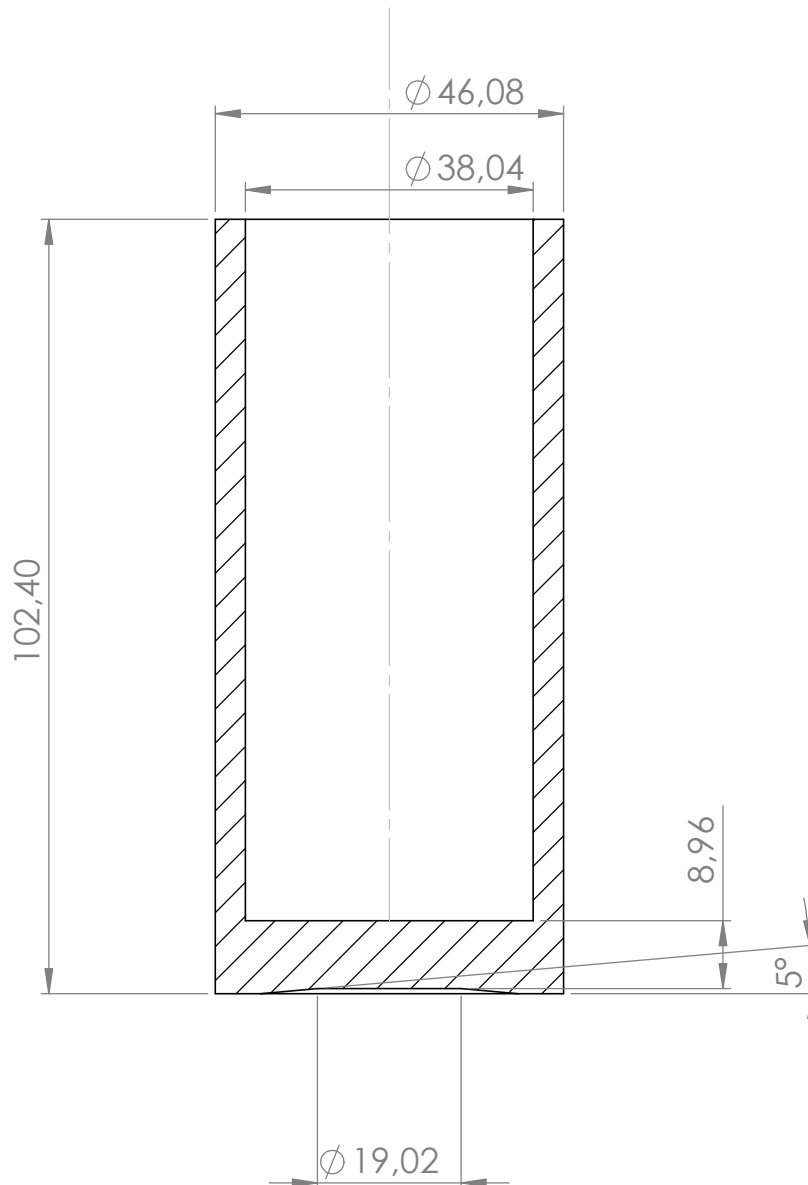


*Pozycja wypychająca narzędzia – przekrój oraz widok aksjonometryczny*



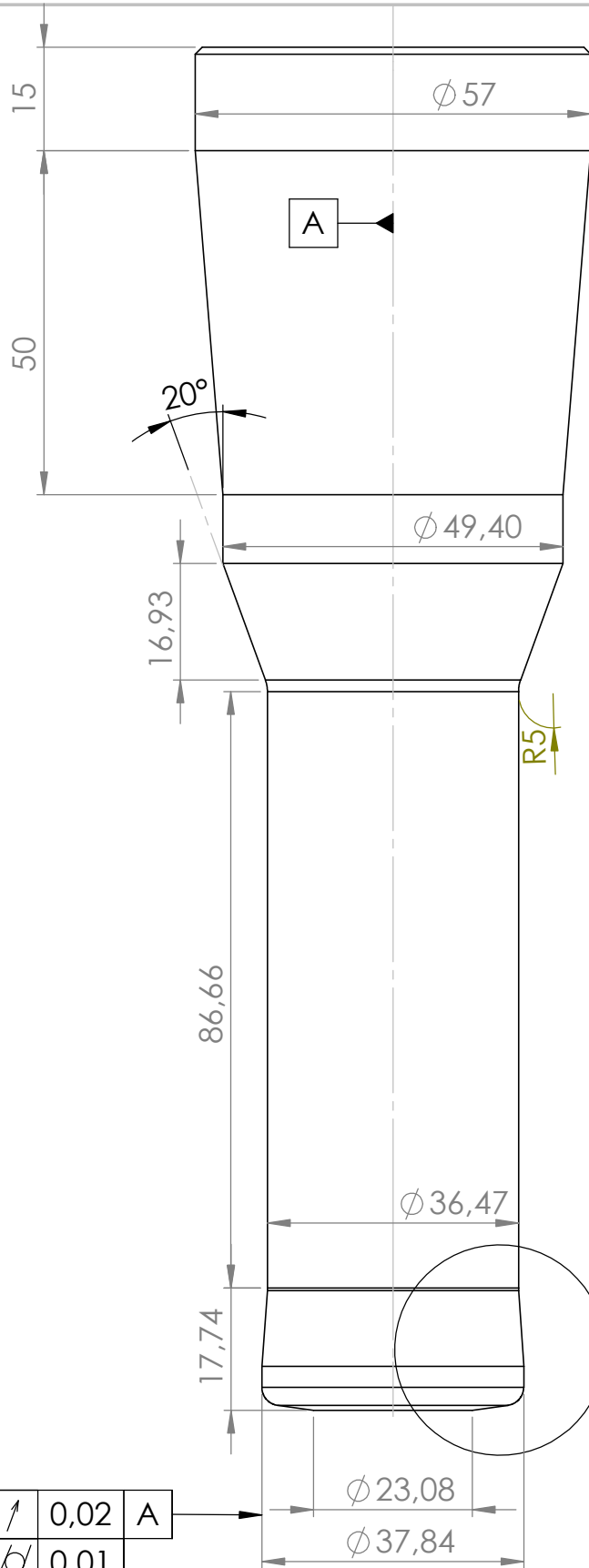


*Zespół matrycy oraz stempla – przekrój aksonometryczny*

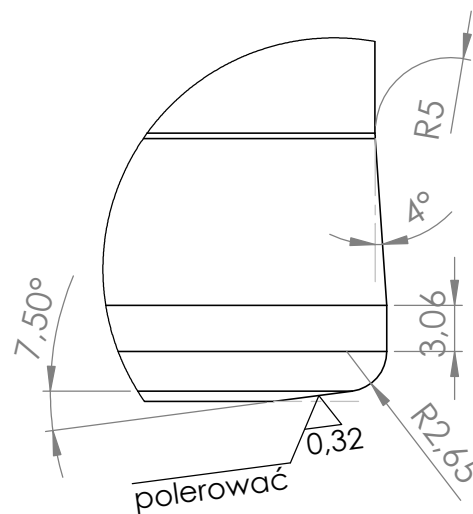


CHYBA ŻE OKREŚLONO INACZEJ: WYMIARY SĄ W MILIMETRACH WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI: TOLERANCJE: LINIOWA: KĄTOWA:		WYKOŃCZENIE:		STĘP OSTRE KRAWĘDZIE		NIE SKALUJ RYSUNKU		POPRAWKA	
IMIE I NAZWISKO		PODPIS	DATA			TYTUŁ:			
NARYS.						NR RYSUNKU <b>GOTOWY_WYRÓB</b> A4			
SPRAWDZ.									
ZATWIER.									
WYPROD.									
Z.JAKOŚCI				MATERIAŁ:		SKALA:1:1			
						ARKUSZ 1 Z 1			





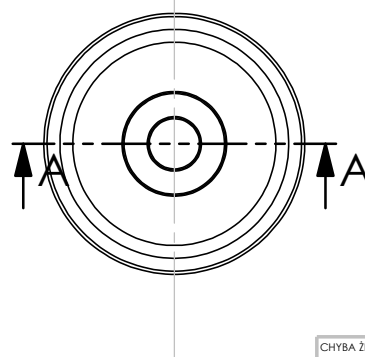
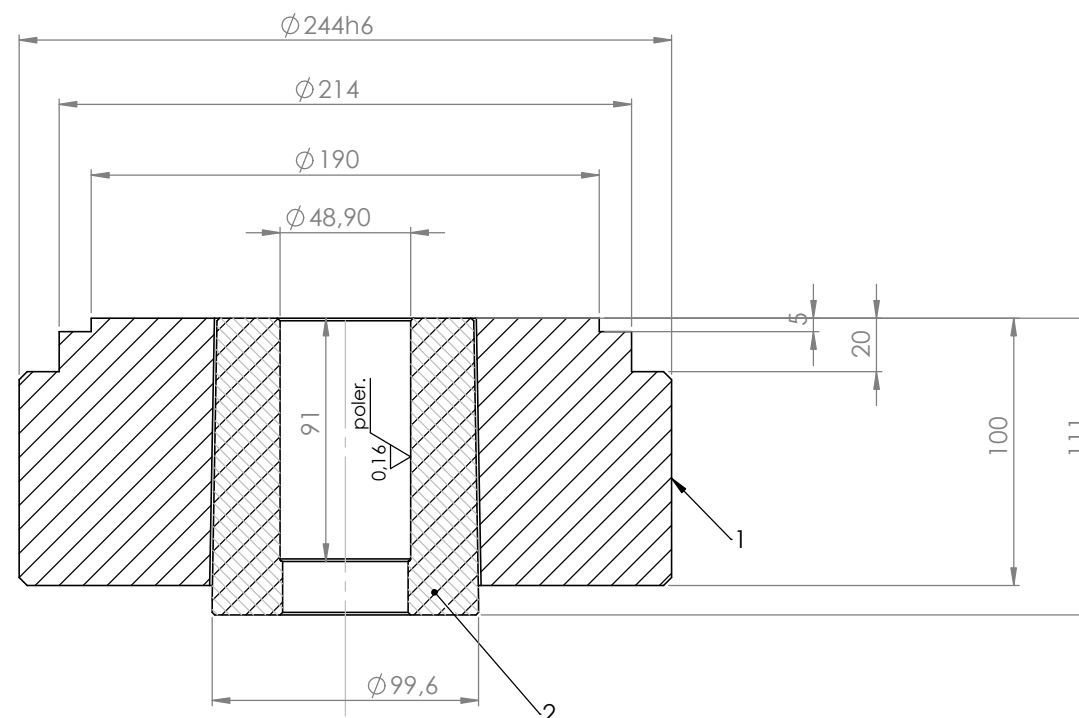
szlif.  
0,63



SZCZEGÓŁ A  
SKALA 2 : 1

CHYBA ŻE OKREŚLONO INACZEJ: WYMIARY SĄ W MILIMETRACH WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI: TOLERANCJE: LINIOWA: KĄTOWA:		WYKOŃCZENIE:		STĘP OSTRE KRAWĘDZIE		NIE SKALUJ RYSUNKU		POPRAWKA	
IMIĘ I NAZWISKO		PODPIS		DATA		TYTUŁ:			
NARYS.									
SPRAWDZ.									
ZATWIER.									
WYPROD.									
Z.JAKOŚCI				MATERIAŁ:		NR RYSUNKU		STEMPEL	
								A4	
Licencja studencka SolidWorks Tylko do użytku akademickiego						SKALA:1:2		ARKUSZ 1 Z 1	

0,63  szlif.



2	Pierścień wewn.	1	WCL	60HRC
1	Pierścień zewn.	1	SK8M	45HRC
Nr	Nazwa	Sztuk	Materiał	Uwagi

CHYBA ŻE OKREŚLONO INACZEJ: WYMIARY SĄ W MILIMETRACH WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI: TOLERANCJE: LINOWA: KĄTOWA:		WYKOŃCZENIE:		STĘP OSTRE KRAWĘDZIE		NIE SKALUJ RYSUNKU		POPRAWKA		
NARYS.		IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS	DATA			TYTUŁ:			
SPRAWDZ.										
ZATWIER.										
WYPROD.										
Z JAKOŚCI										
				MATERIAŁ:						
				WAGA:				SKALA: 1:5		
								ARKUSZ 1 Z 1		

MATRYCA\_ZŁOŻENIE\_TECHNICZ

