

Systemy CAD-CAM

Rok III Metalurgia

Komputerowe Wspomaganie Projektowania Technologii Wytwarzania Produktów Stalowych CAD

Rok IV WMiIM IwTM - SZ

I. Zajęcia projektowe:

15W (sem. Letni)

30P (sem. Zimowy)

Miejsce zajęć: LABORATORIA KOMPUTEROWE:

B-4, Ip, s. 101. Użytkownik: student; Hasło: student\$
B-5, IXp, s. 912. Użytkownik:; Hasło:

1. Dla podanego numeru zadania (poprzeczny przekrój kształownika, z podanym odcinkiem jednostkowym do skalowania) odczytać ze strony internetowej: www.ppm.agh.edu.pl;
wybrać: **MATERIAŁY DYDAKTYCZNE,**
następnie w grupie przedmiotu **Systemy CAD-CAM**
wybrać pole: **Dane zad. III B.T.**, zawierające tablicowe zestawienie figur reprezentujących przekroje kształowników - wybrać odpowiedni (swój) numer i **skopiować**.
2. Na pierwsze zajęcia przygotować szkic figury z propozycją jej wymiarowania !!!

ZADANIE Nr 1 - Program AutoCAD

Opracowanie projektu graficznego, wytypowanego narzędzia do realizacji procesów przeróbki plastycznej - *ciągadło kształtowe* do ciągnięcia precyzyjnych profili kształtowych lub *matryca do ich wyciskania*.

Dany jest zarys poprzecznego przekroju kształownika (wyrób gotowy), z odcinkiem jednostkowym. Pozostałe wymiary dobrać poprzez względną lokalizację obiektów graficznych, zachowując kształt oraz cechy charakterystyczne przekroju (promienie, fazy, skosy). Do konstrukcji kształtu rysunku 2D wykorzystać *metodę wektoryzacji* obiektów graficznych.

3. Utworzenie własnego rysunku prototypowego:

- 1.1. Z okna „AutoCAD 2002 na dziś” otworzyć zakładkę „Utwórz rysunki”
 - 1.2. Wybrać „Użyj standardu” - wybrać „Metryczne” jako jednostki podstawowe z ustawieniem standardowych wartości zmiennych systemowych.
 - 1.3. W obszarze modelu określić granice obszaru pracy dla formatu A4. Polecenie: **granice**.
 - 1.4. Wybrać zakładkę dla Arkusza 1 i w oknie dialogowym „Ustawienia strony” dla Arkusza 1 wybrać zakładkę „Urządzenie drukujące” – ustawić *Konfigurację plotera* i wybrać odpowiednią *Tablicę stylów wydruku (acad.ctb)*.
 - 1.5. Wybrać zakładkę „Ustawienie arkusza” – ustawić *Rozmiar papieru (A4 210*297)* – *zwrócić uwagę na obszar możliwego wydruku*. Przyjąć na początku skalę **1:1**. Przyjmuje się: 1 jednostka rysunku = 1 mm.
 - o Sprawdzić ustawienie i działanie: **siatki** i **skoku** - polecenia /siatka/, /skok/ (w obszarze papieru i modelu), tła i profilu ekranu (*rozmiszczenie ikon pomocniczych*), formatu i dokładności zapisu liczb, sposób zapisu i zwrotu mierzonych kątów - polecenie /jedn/.
 - 1.6. Ustawienie **Warstw**:

<u>NAZWA</u>	<u>KOLOR</u>	<u>RODZ. LINII</u>
0	-	- continuous /bez edycji/
Konstrukcja	- fioletowy	- continuous
Wymiary	- zielony	- continuous
Ramka_tab	- niebieski	- continuous
Opis	- błękitny	- continuous
Os_symetrii	- żółty	- center2
Pomoc	- żółty	- continuous
Rys_jpg	- żółty	- continuous
Rzutnie	- żółty	- continuous
 - 1.8. W obszarze papieru (*wybór zakładki Arkusz 1*) na warstwie *Ramka_tab* narysować podwójną ramkę dla formatu *A4* (*uwzględniając obszar możliwego wydruku*) i utworzyć *własną tabelkę z proponowanym opisem*.
 - 1.9. W obszarze papieru utworzyć dwie rzutnie; m.r. *Widok – Rzutnie – 2 rzutnie*.
 - 1.10. **Ustawić: Styl wymiarowania; Styl tekstu** (dobierając wysokość proporcjonalnie do wielkości okna graficznego), **Styl punktu** – (menu rozwijalne **Format**).
 - 1.11. Wykonane ustawienia zapisać w zbiorze rysunku prototypowego z rozszerzeniem **Szablonu rysunku AutoCAD (*.dwt)** pod nazwą: **Rysunek prototypowy /swoje inicjały/.dwt; m.r. (Plik – Zapisz jako...)**
4. Otworzyć **Nowy zbiór** na bazie własnego rysunku prototypowego; (Nowy – AutoCAD 2002 na dziś – zakładka **Utwórz rysunek** – wybór **Szablon** – wczytać z list szablonów swój wzór **rysunku prototypowego**).
 5. Wybrać **obszar modelu** – zakładka **Model** - Wstawić *skopiowany* obraz rastrowy (**nr.jpg**) do przygotowanego rysunku prototypowego (*warstwa: Rys.jpg*); (menu rozwijalne: **Wstaw - Obraz rastrowy**). Założyć zbiór **Rys1.dwg**.
 6. Skalowanie rysunku na bazie odcinka jednostkowego (menu rozwijalne: **Zmiana - Skala**).
Bazując na wykonanym szkicu przekroju kształownika z naniesionymi niezbędnymi, koniecznymi wymiarami bez podawania ich wartości, dokonać wektoryzacji obiektów graficznych.
 7. **Uproszczona wektoryzacja obiektów graficznych** (*patrz Ad.7*) na bazie wprowadzonego *obrazu rastrowego*. Zastosować ogólne zasady lokalizacji i określenia wielkości dla różnych obiektów graficznych. (*Obrysowanie przekroju kształownika liniami konturowymi dla zmierzonych i skorygowanych odległości, pochyleń, promieni łuków konstrukcyjnych i promieni zaokrąglenia*).

- **Ad.7.** Ogólne zasady lokalizacji i określania wielkości dla obiektów graficznych przy stosowaniu *uproszczonej wektoryzacji* obrazów rastrowych.
 1. Ustalenie wartości promieni konstrukcyjnych dla występujących na obiekcie krzywizn; *menu rozwijalne: Rysuj - Łuk - 3 punkty*; sprawdzenie - */lista/*.
 2. Lokalizacja współrzędnych środków promieni konstrukcyjnych - */tryby lokalizacji/*; wstawienie punktów; *menu rozwijalne Rysuj - Punkt*.
 3. Nałożenie (obrysowanie) krzywizn łukami lub okręgami z przyjętymi (założonymi) wartościami promieni.
 - przyjęcie następujące założenia: wartości wymiarów nominalnych mogą zmieniać się w zakresie do $\pm 1.0\text{mm}$ w stosunku do wartości wymiaru zmierzonego; dokładność założonego wymiaru nominalnego przyjmujemy maksymalnie do jednej cyfry po kropce dziesiętnej (**0.1mm**).
 4. Ustalenie wzajemnego położenia środków krzywizn (zmiany wartości i przyjęta dokładność j.w.).
 5. Lokalizacja krawędzi ortogonalnych i ustalenie ich położenia względem przyjętych środków krzywizn (łuków, okręgów); pomiary: */odległość/*.
 6. Ustalenie położenia pozostałych krawędzi wzajemnie równoległych przy wykorzystaniu wcześniejszych pomiarów */odległość/*.
 7. Wstępne ustalenie położenia pochylonych linii konstrukcyjnych; rysuj: */linia/*, sprawdzaj: */lista/*.
 8. Rysowanie *pochyłych linii* konstrukcyjnych dla zadanych skorygowanych (do 1°) nominalnych kątów pochylenia, przy wykorzystaniu zapisu dla określenia współrzędnych biegunowych względnych ($@L<\alpha$) - *wskazanie położenia drugiego końca rysowanej linii*.
 9. Ustalenie wartości promieni zaokrągleń; *menu rozwijalne: Rysuj - Łuk - 3 punkty; /lista/*.
 10. Wprowadzenie przyjętych, nominalnych promieni zaokrągleń; *menu rozwijalne: menu rozwijalne Zmiana - Zaokrąglenie- R (wprowadzenie nowej wartości promienia) - E - powtórzenie polecenia i wskazanie dwóch krawędzi*.
 11. Zmykanie obwodu linii konstrukcyjnych kształtownika - ucinanie linii na wierzchołkach bez zaokrągleń.
 12. Porządkowanie obiektów graficznych na warstwach.

8. Uporządkować istniejące obiekty graficzne poprzez przeniesienie ich do odpowiednich warstw.
9. Wymiarowanie zbudowanej figury zgodnie z ogólnymi zasadami wymiarowania (*warstwa: Wymiary*).
10. Wprowadzane wymiary uzupełnić odpowiednimi tolerancjami: dla wymiarów liniowych i średnic ± 0.1 ; promienie zaokrągleń: bez tolerancji. Przy dużej ilości wymiarów, tolerancje zamieścić w postaci uwagi.
11. Bazując na uzgodnionym, zwymiarowanym obrysie obrazu rastrowego (*przekrój kształtownika w skali 1:1*) z dokonać **zamiany** obwodu figury z linii segmentowych na **polilinię** - *polecenie /edplin/* i na **region** - *polecenie /region/*. Wykonać planimetrowanie figury i określić współrzędne jej środka ciężkości - *polecenie /pole/* i */paramfiz/*.
12. Wykonać w obszarze modelu **kopię obrysu kształtownika bez wymiarów**. Zbudować obiekt bryłowy. Wykorzystując region lub polilinię zbudowanej figury (*przekrój kształtownika w skali 1:1*) utworzyć bryłę kształtownika o wysokości 100mm - (*menu rozwijalne: Rysuj - Bryły - Wyciągnij*). Określić objętość bryły i jej masę przyjmując jako materiał stal węglową ($\rho=7.85\text{g/cm}^3$) - *polecenie /paramfiz/* - wprowadzić opis do rysunku w obszarze papieru.
13. **Przygotowanie rysunku do wydruku** – wybrać zakładkę **Arkusz 1**:
 - wykorzystując obszar papieru (**Arkusz 1**) i utworzone w rysunku prototypowym, w warstwie **Rzutnie** dwie rzutnie, ustawić odpowiednie widoki i skalę w utworzonych rzutniach - *menu rozwijalne – aktywny obszar modelu w Arkuszu 1*; skala w aktywnej rzutni; *linia poleceń: Z – Skala - (n/XP)*, (**np.** dla skali 1:2 wpisać w linii poleceń **0.5xp**),
 - przeprowadzić operację ukrywania w wybranych rzutniach zbędnych warstw (*w aktywnej rzutni w obszarze modelu w Arkuszu 1*), pozostawiając w jednej rzutni widok płaskiego przekroju kształtownika z wymiarami, przyjmując maksymalną, dopuszczalną skalę, a w drugiej rzutni widok izometryczny zbudowanej bryły; ukryć obwiednie rzutni (*w obszarze papieru*), zwymiarować wysokość utworzonej bryły – wykorzystać LUW,
 - wykonać konfigurację kreślenia przypisując przyjętym kolorom określone grubości linii - wydruk na drukarce laserowej – uaktywnić – zakładka Arkusz 1, **Ustawienie strony**; wybrać w oknie dialogowym zakładkę, **Urządzenie drukujące** i dokonać **Edycji** zbioru *acad.ctb*, w zakładce **Formularz** dokonać edycji szerokości linii dla poszczególnych kolorów (pisaków); sprawdzić skalę, obrót i początek wydruku wykorzystując podgląd dla różnych wariantów dodatkowych ustawień. Zapisać swoją **Nazwę ustawień strony**.

Zbudowany rysunek płaski i bryłę zapisać w już założonym zbiorze: **Rys1.dwg**.

PROJEKT NARZĘDZIA: (patrz – II. Materiały pomocnicze).

14. **Określić kształt i wymiary wsadu**, (S_{W0}) przyjmując współczynnik wydłużenia $\lambda_{sr} \cong 1.25$,

- wykonać **rysunek proponowanego przekroju wsadu** (dobrać skalę dla formatu A4 – **Rys2.dwg**), i zwymiarować, podając tolerancje wg poniższych zasad:
 - wymiary liniowe: $\pm 0.3mm$,
 - zaokrąglenia naroży, które w gotowym przekroju kształtownika są ostre ($R=0$): przyjąć, dla wymiarów liniowych poniżej 10mm, - $R0.5^0_{-0.5}$ lub dla wymiarów liniowych powyżej 10mm, - $R1^0_{-1}$ (dotyczy to minimalnych wymiarów gabarytowych kształtownika w jego przekroju i jest związane z naturalnym utlenianiem ostrych naroży). Pozostałe promienie zachować bez zmian z wyrobu gotowego.
 - promienie wewnętrzne, **konstrukcyjne** (górną odchyłką **0**, dolną **-0.5**),
 - promienie zewnętrzne, **konstrukcyjne** (górną odchyłką **+0.5**, dolną **0**).

15. Wyznaczyć pomocnicze pola przekrojów - uwzględniając odpowiednie wartości tolerancji, zwiększające lub zmniejszające przekroje; w przypadku tolerancji wzajemnie zawierających się, przyjąć do obliczeń te, które nie przekraczają zakresu innych wymiarów tolerowanych ale dają możliwość maksymalnych zmian przekrojów poprzecznych kształtownika, *odwrotnie traktować tolerancje przy wymiarach zewnętrznych i wewnętrznych*:

- S_{G0} - przekrój wyrobu gotowego oparty na wymiarach nominalnych (wg wcześniej zbudowanego rysunku (Rys1.dwg)),
- S_{Gmin} - minimalny przekrój wyrobu gotowego,
- S_{Gmax} - maksymalny przekrój wyrobu gotowego,
- S_{W0} - przekrój wsadu (wymiary nominalne, uzyskane po uwzględnieniu współczynnika $\lambda_{sr} \cong 1.25$ (**Rys2.dwg**)),
- S_{Wmin} - minimalny przekrój wsadu,
- S_{Wmax} - maksymalny przekrój wsadu.

Przekroje: S_{Gmin} , S_{Gmax} , S_{Wmin} , S_{Wmax} narysować bez wymiarowania, dokonać planimetrowania tych przekrojów (polecenia: /edplin/, /pole) i określić:

$$\lambda_{nom}(\text{rzeczywisty}), \lambda_{min} \text{ i } \lambda_{max}; \left\{ \begin{array}{l} \lambda_{nom} = \frac{S_{W0}}{S_{G0}}; \lambda_{min} = \frac{S_{Wmin}}{S_{Gmax}}; \lambda_{max} = \frac{S_{Wmax}}{S_{Gmin}} \end{array} \right\}.$$

Rysunki poszczególnych przekrojów (6 rysunków) w skali 1:1 oraz wyniki obliczeń **rozmieścić na jednym arkuszu**, w odpowiednio sformatowanej tablicy, dobierając jego rozmiar do wielkości przekroju kształtownika. Zestawienie przekrojów zapisać w zbiorze **Rys3.dwg**.

16. Projekt graficzny narzędzia 3D – wykorzystując zasady projektowania ciągadeł kształtowych, rysunek (S_{Gmin}) oraz podprogramy i polecenia **AutoCAD'a**, z operacjami na bryłach zbudować:

- wewnętrzny bryłowy kształt narzędzia (ciągadła) z węgliką spiekanego (strefa kalibrująca, strefa stożka zgniatającego oraz strefy stożka smarującego i wyjściowego) (Założyć zbiór **Rys4.dwg**, w którym, w obszarze modelu umieszczone zostaną elementy konstrukcyjne poniższych etapów budowy narzędzia:
 - elementy składowe wewnętrznego kształtu ciągadła** z ich zestawieniem, (wysokości wg danych katalogowych),
 - zestawienie elektrod**, (budowa elektrod grafitowych lub miedzianych do elektroiskrowej obróbki wkładki z węgliką spiekanego (trzy elektrody: 1-stożek wejściowy + stożek zgniatający; 2-stożek wyjściowy; 3-część kalibrująca)
 - wkładka z węgliką spiekanego**, (budowa wkładki z węgliką spiekanego (operacje booleowskie) dla określonych wymiarów zewnętrznych (tabele katalogowe i uproszczone zalecenia wytrzymałościowe),
 - obudowa wkładki**, (konstrukcja obudowy oczka ciągadła (dane pomocnicze z tabel katalogowych),
 - złożenie wkładki i obudowy**, (złożenie w jednym zbiorze oraz z wykorzystaniem **odnośników**).

Poszczególne etapy projektu zapisać w oddzielnych arkuszach (**w Rys4.dwg; a,b,c,d,e**), z wykorzystaniem **niezbędnej ilości rzutni**.

Przyjąć rodzaj materiału dla projektowanego narzędzia – wkładka z węgliką spiekanego, obudowa ze stali konstrukcyjnej na każdym etapie projektowania zachować pośrednie elementy składowe narzędzia.

- wyznaczyć **parametry fizyczne dla** wkładki i obudowy ciągadła przy wykorzystaniu poleceń **AutoCad'a** /paramfiz/: objętość, masa, położenie środka ciężkości. Do obliczeń masy projektowanych elementów narzędzia przyjąć odpowiednie gęstości materiałów. Wyniki zapisać w zbiorze tekstowym i na odpowiednich rysunkach.

17. Bazując na ostatnim zestawieniu (**Rys4e**) obiektów 3D (wkładka i obudowa narzędzia) wykonać wymagane przekroje, dołączyć odpowiednie rysunki (S_{gmin}), do przygotowania kompletnej dokumentacji technicznej – wykonawczej, utworzyć Arkusze z niezbędną ilością rzutni - patrz pkt. 13. Wykorzystać rzuty, przekroje, widoki izometryczne oraz nanieść tolerancje kształtu i położenia (PN-87/M-01145) (**Rys5.dwg**).

18. Wygenerować rysunek **xxx.wmf** z wybranego, zbudowanego rysunku xxx.dwg celem włączenia go do edytora tekstu (Microsoft Word) – utworzyć zbiór **xxx.doc** z włączonym rysunkiem **xxx.wmf**; (*menu rozwijalne: Plik - Eksport danych - wybrać rozszerzenie *.wmf*); (przy tworzeniu xxx.wmf uwzględnić białe tło ekranu).

***UWAGA!!!** Każdorazowo po zajęciach laboratoryjnych archiwizować lub kopiować swoje prace i zabierać je ze sobą.*

Zaliczenie: **Pięć rysunków i jeden zbiór tekstowy (xxx.doc)** z włączonym rysunkiem (xxx.wmf) – opisana dyskietka. Na kolejnych zajęciach laboratoryjnych sprawdzane będą i oceniane postępy z realizacji zadań graficznych. Zaliczenie końcowe odbywa się przy komputerze na ostatnich zajęciach, wykorzystując tylko wersję programu AutoCAD 2002 – wymagana jest znajomość **wszystkich niezbędnych** poleceń i procedur AutoCAD'a.

***Uwaga!** Zbiory rysunkowe nazywać swoim nazwiskiem z kolejnym numerem; (Rys1.dwg=Nazwisko1.dwg).*

Ponadto ZADANIE Nr 2:

Wykorzystując jeden z programów: **MDT, SolidWORKS** lub **INVENTOR** wykonać wskazane modele bryłowe z utworzeniem dokumentacji technicznej i powtórzyć wykonanie zadania **Nr 1** przy wykorzystaniu parametryzacji.

II. MATERIAŁY POMOCNICZE:

Ogólne, uproszczone zasady projektowania narzędzi do procesu wyciskania i ciągnięcia na przykładzie projektu ciągadła.

Dane do projektu, dla każdego studenta indywidualne, są dostępne na stronie internetowej: www.ppm.agh.edu.pl; zakładka /Materiały dydaktyczne/.

Treść zadania, wspólna dla wszystkich, zawiera podstawowy zestaw instrukcji, podany w koniecznej kolejności przy realizacji zadania.

Przykłady graficzne podane są w postaci zestawów przekrojów kształowników zaczerpniętych m.in. z katalogu włoskiej firmy METALLURGICA CALVI S.P.A.

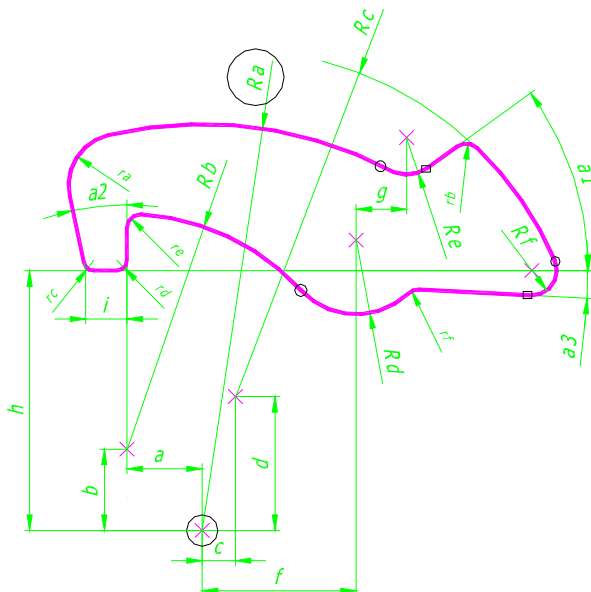
Kolejność czynności przy realizacji zadań projektowych:

1. Skopiowanie swojego, przydzielonego, numeru przekroju kształownika (**xxx.jpg**) – na dyskietkę lub do wybranego swojego katalogu – (swoje konto – FTP).



Rys.A. Obraz rastrowy przekroju kształownika.

2. Przygotowanie **szkicu przekroju kształownika** z naniesionymi wymiarami używając symboli bez określania ich wartości (rys.B).



Rys.B. Przykładowy szkic z wymiarami literowymi: $a - i$ – wymiary liniowe;

R_a, R_b, R_c – promienie konstrukcyjne z ustalonym położeniem punktów zaczepienia promieni; R_d, R_e, R_f – promienie bazujące na relacjach (więzy styczności) uzupełnionych wymiarami; a_1, a_2, a_3 – wymiary kątowe; $r_a - r_f$ – promienie zaokrągleń;

o – relacje (punkty) styczności dla promieni R_d, R_e, R_f ; □ – relacje (punkty) styczności dla pochyłych odcinków.

3. Przygotowanie swojego **rysunku prototypowego (SZABLON)** z określeniem:
 - a. Warstw, (z przypisaniem nazw, kolorów i rodzajów linii),
 - b. Stylów: tekstu, wymiarowania, punktu,
 - c. Rozmiarów obszaru pracy w modelu i rozmiarów arkusza w obszarze papieru,
 - d. Budowa ramki i tabelki w obszarze papieru wraz z opisem, wyznaczenie niezbędnych rzutni w zakresie ramki.
 - e. Zarchiwizowanie zbioru jako **xxx.dwt**.
4. Wstawienie rysunku **xxx.jpg** jako obraz rastrowy do zdefiniowanego wcześniej obszaru modelu.
5. Skalowanie (kalibrowanie) wstawionego obrazu rastrowego.

6. **Wektoryzacja** (obrysowanie zarysów) konturów kształtownika przy wykorzystaniu obiektów graficznych (odcinek, łuk, punkt) z kontrolowanym ich rozmieszczeniem, zgodnie z *naniesionymi wymiarami* na szkicu. Budowa zarysu kształtu wyrobu gotowego (S_{g0}). (*Rys1*). (*Patrz Ad.7 – zad. Nr 1*).

PROJEKT NARZĘDZIA – (zad. Nr 1).

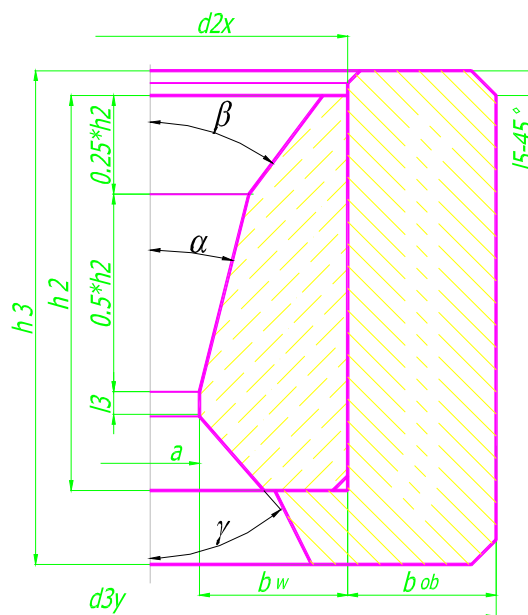
7. (od pkt.14 zad.) Budowa zarysu wsadu (S_{w0}) dla założonego odkształcenia. (*Rys2*).
8. Konstrukcja pochodnych kształtów dla wyrobu gotowego (S_{gmin} , S_{gmax}) i wsadu (S_{wmin} , S_{wmax}) przy uwzględnieniu założonych tolerancji. Określenie wartości skrajnych współczynników odkształceń. (*Rys3*).
9. **Budowa wkładki i obudowy ciągadła na bazie (S_{gmin})**, (rys. C, D, E i tabl.1).

- a. Wyznaczenie parametru a ;

$$a = \sqrt{S_{g\min}}$$

- b. określenie wymiarów h_2 , h_3 , l_3 oraz d_2 , d_3 , α , β , γ (rys.C i tablica 1).

$$(h_2, h_3, l_3, d_2, d_3, \alpha, \beta, \gamma) = f(a)$$



Rys.C. Przekrój ciągadła z charakterystycznymi wymiarami wg Katalogu *BAILDONIT*.

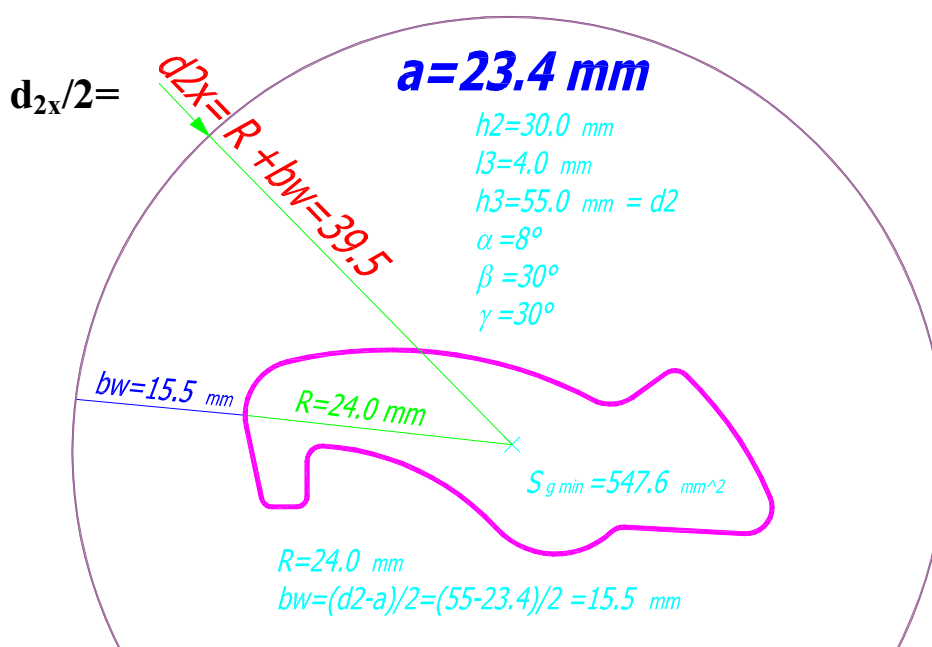
Tablica 1. Zestawienie charakterystycznych wymiarów dla przekroju narzędzia wg Katalogu *BAILDONIT*.

OZNACZENIE		WYMIARY w mm						KATY			NR
		Zakres dla otworu PARAMETR a	WKŁADKA (OCZKO CIĄGADŁA)			OPRAWA		STOŻKA ZGNIATAJĄCEGO	STOŻKA SMARUJĄCEGO	STOŻKA WYJŚCIOWEGO	
TYP	KSZTAŁT	a	h_2	l_3	d_2	h_3	d_3	α	β	γ	
III	S761	1.5 – 3.5	14	1.5	20	25	43	6°, 8°, 10°	20° - 30°	20°, 30°	1
IV	S762	3.0 – 8.0	20	2.5	30	33	53				2
V	S763	6.0 – 14.0	30	4.0	45	45	75				3
VK	S781	14.0 - 18.0	28	4.0	45	50	135			4	
VIK	S782	18.0 – 28.0	30	4.0	55	55	150			5	
VIIK	S783	28.0 – 38.0	32	5.0	70	60	170			6	
VIIIK	S784	38.0 – 46.0	34	5.0	85	65	200			7	
IXK	S785	46.0 – 53.0	36	6.0	95	70	240			8	
XXK	S786	53.0 – 60.0	38	6.0	105	75	280			9	

10. Budowa obiektów 3D jako elementów składowych wewnętrznego kształtu wkładki ciągadła. Sumowanie (operacje boolowskie).
11. **Budowa wkładki** – dobór zewnętrznego, poprzecznego kształtu wkładki (**RysE**) – w zależności od wzajemnych relacji maksymalnych wymiarów liniowych (**l** i **n**) w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach dla (**S_{gmin}**):
- Wkładka osiowosymetryczna w kształcie walca dla: $l/n < 1.8$,
 - Wkładka prostopadłościenna dla $l/n > 1.8$.
 - Określenie zewnętrznych wymiarów wkładki** dla przekrojów (**S_{gmin}**) niesymetrycznych (rys.D, E):
- Dla wkładek w kształcie **walców** WYZNACZAMY wymiar (**d_{2x}**) poprzez uwzględnienie **najbardziej odległego punktu** na przekroju (**S_{gmin}** – przekrój w części kalibrującej) od środka ciężkości figury (**R**), powiększonej o wartość:

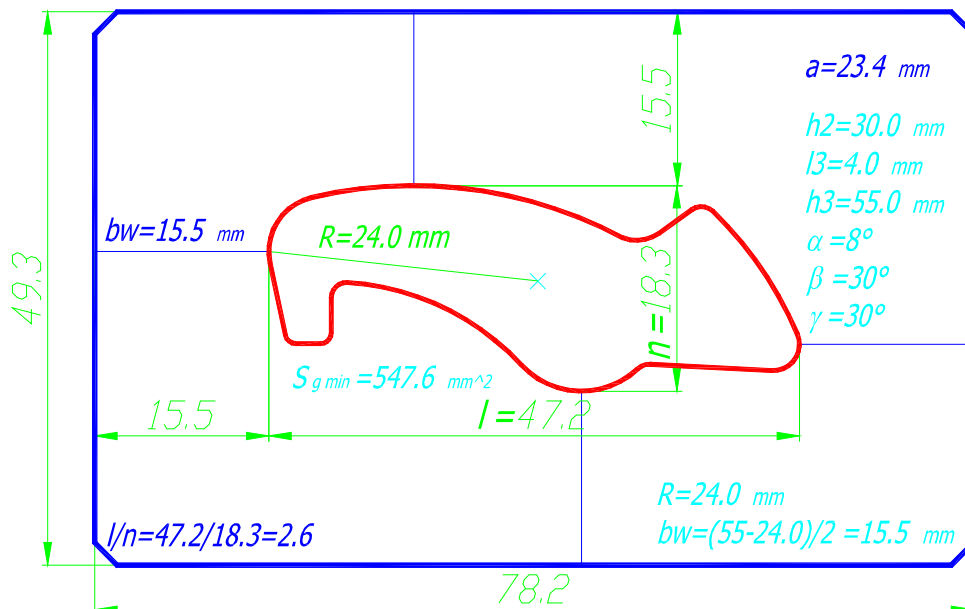
$$b_w = (d_2 - a) / 2$$

$$d_{2x} = 2(R + b_w)$$



Rys.D. Dobór wymiarów dla wkładki okrągłej i dla wkładki o przekroju prostokątnym. Wprowadzenie kryterium minimalnej objętości wkładki, przy założeniu prostego jej kształtu zewnętrznego (walec lub prostopadłościan).

- Dla wkładek **prostopadłościennych** wymiary zewnętrzne WYZNACZAMY poprzez dodanie wartości **b_w** na całym obwodzie dla przekroju (**S_{gmin}**) (rys.E). Wybieramy maksymalne zewnętrzne wymiary dla dwóch wzajemnie prostopadłych kierunków, określając wymiary prostokąta o maksymalnych wymiarach zewnętrznych dla wkładki prostopadłościennej.



Rys.E. Dobór zewnętrznych wymiarów wkładki narzędziowej (przykład).

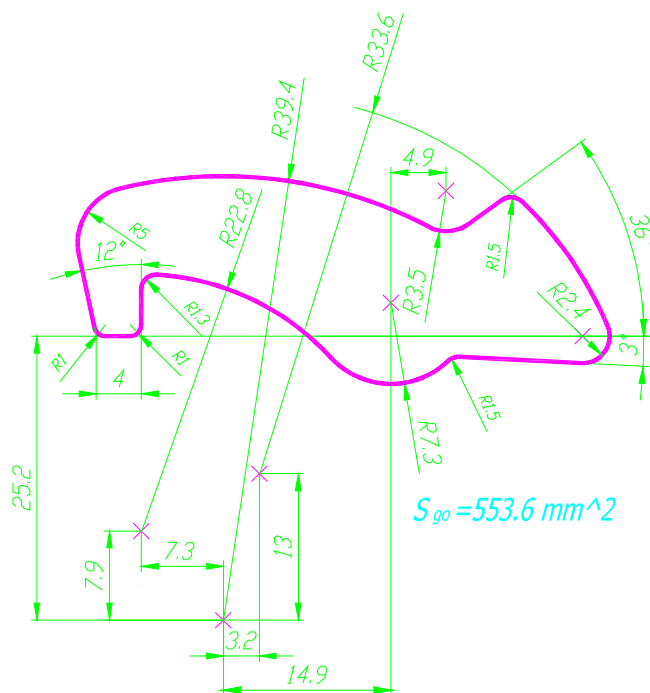
12. **Budowa obudowy** wkładki ciągadła (**Rys4d**).

Zewnętrzne wymiary obudowy (d_3y) wyznaczamy, w zależności od kształtu wkładki, dodając wartość b_{ob} , powiększając odpowiednie jej wymiary w przekroju:

$$b_{ob} = (d_3 - d_2) / 2$$

13. Budowa złożenia wkładki w obudowie przy wykorzystaniu **odnośników**: (**Rys4e**).

14. Przyjąć dla obudowy: $l_5 = l_3$; fazy wewnętrzne do 2-45° fazy zewnętrzne do 5-45°.



Rys.F. Przekrój kształtownika po wymiarowaniu (S_{go}).

Rysunki wynikowe można grupować w obszarze MODELU, budując odpowiednie ARKUSZE jako wymienione rysunki (Rys1, 2, 3, 4 a b c d e, 5.) .

Etapy zaliczenia projektu: AutoCAD

1. Szkic z wymiarami.
2. Rysunek prototypowy.
3. Rysunek wyrobu gotowego - zwymiarowany S_{go} . – obsługa rzutni – skalowanie, wymiarowanie 3D (wysokość), (**Rys1**).
4. Rysunek wsadu z wymiarami S_{wo} , (**Rys2**).
5. Zestawienie 6 rysunków, określenie skrajnych współczynników odkształceń (λ_{nom} , λ_{rz} , λ_{min} , λ_{max} , λ_{nom}) przy uwzględnieniu założonych tolerancji. Planimetrowanie, (**Rys.3**).
6. Budowa obiektów 3D. Budowa **wkładki narzędziowej**. Parametry fizyczne, (**Rys4abc**).
7. Konstrukcja obudowy. (**Rys4d**).
8. Kompozycja złożenia. Wykorzystanie odnośników, (**Rys4e**).
9. Tworzenie rzutów i przekrojów - płatów wybranych brył (**Rys5**).
10. Budowa zbioru z rozszerzeniem xxx.wmf.
11. **Test**.

Solid Works lub MDT; INVENTOR

1. Budowa wybranych obiektów 3D z wygenerowaniem dokumentacji 2D.
 - a. Przykłady z **eDrawings** lub modele.
2. Powtórka z zadania Nr 1 dla AutoCAD'a. Wykorzystać – zwymiarowany rys.2D.
 - a. Part, Assembly, Drawing.

INVENTOR.

3. Budowa prostego obiektu 3D z wygenerowaniem dokumentacji 2D.
 - a. Przykład z **Volo View Express**.
4. Powtórka z zadania dla AutoCAD'a.

MDT

5. Budowa prostego obiektu 3D z wygenerowaniem dokumentacji 2D.
 - a. Przykład z **Volo View Express**.
6. Powtórka z zadania dla AutoCAD'a.

HyperMILL lub EdgeCAM.

7. Opracowanie procesu obróbki skrawaniem dla wybranego obiektu 3D z wygenerowaniem kodu na maszyny CNC.
 - a. Wizualizacja obróbki skrawaniem dla procesu frezowania.

Wymagany zakres wiadomości przy zaliczeniu projektu - (AutoCAD, SolidWorks):

1. Znajomość wyboru i wczytania pliku rysunku prototypowego xxx.dwt lub rysunku xxx.dwg.

2. Co to jest **rysunek prototypowy** (szablon)?
3. Ustawienie parametrów rysunku prototypowego.
 - a. Style tekstu i punktów – edycja,
 - b. Style wymiarowania – edycja,
 - c. Szablon z warstwami, ramką, tabelką i opisem.
4. Jak wstawić obraz rastrowy do zbioru rysunku AutoCAD'a?
5. Kolejność czynności przy skalowaniu wstawionych obrazów rastrowych.
6. Kolejność czynności przy „**odsuwaniu**”, „**rozciąganiu**” obiektów graficznych.
7. Kolejność czynności przy „**ucinaniu**”, „**wydłużaniu**” obiektów.
8. Kolejność czynności przy „**przesuwaniu**” obiektów graficznych.
9. Zastosowanie zapisu **współrzędnych biegunowych** do określania względnych wielkości przesunięć, rysowania założonych wielkości obiektów graficznych itp.
10. Jak przenieść narysowany obiekt na inną, istniejącą warstwę?
11. Sposoby wywoływania **trybów lokalizacji** punktów charakterystycznych obiektów.
12. Sposób definiowania rzutni w obszarze papieru.
13. Skalowanie obiektów w rzutniach na arkuszach.
14. Budowa i wykorzystanie bloków. **Bloki** jako bazy elementów konstrukcyjnych.
15. Jak pozyskujemy informacje o obiektach graficznych?
16. Jak dokonać pomiarów odległości liniowych na płaszczyźnie i w 3D?
17. **Polylinia** właściwości i jej zastosowanie.
18. **Region**, właściwości i jego zastosowanie.
19. Zastosowanie i ustawienia parametrów **kreskowania**.
20. Planimetrowanie.
21. Określenie **parametrów fizycznych** – jakie wielkości są możliwe do uzyskania?
22. Sposoby łączenia obiektów graficznych na płaszczyźnie.
23. Rysowanie linii wzajemnie równoległych i prostopadłych – polecenia, funkcje.
24. Sposoby budowy obiektów **3D**.
25. Metody konstruowania obiektów przestrzennych w **3D**:
 - definiowanie brył z grupy podstawowych,
 - wykorzystanie polecenia „**wyciągnij**”,
 - wykorzystanie regionów - np. polecenia „**przekręć**”,
 - składanie brył z prostych elementów przestrzennych.
26. Sposoby obrotów, przesunięć i złożzeń obiektów 3D.
27. Co to jest **LUW** - zastosowanie?
28. Jak można zmienić płaszczyznę konstrukcyjną?
29. **Operacje boolowskie**.
30. Zastosowanie **filtrów współrzędnych** – zasady wprowadzania.
31. **Atrybuty** – zastosowanie.
32. **Znajomość zasad projektowania narzędzi**:
 - a. Uzasadnienie wyboru przekroju S_{gmin} jako bazy do budowy narzędzia.
 - b. Określenie parametru **a** dla dowolnego poprzecznego przekroju kształtownika.
 - c. Zasady doboru wymiarów wysokości stożków dla wkładki.
 - d. Zasady doboru kształtu i wymiarów zewnętrznych wkładki i obudowy narzędzia.
 - e. Wyznaczenie skrajnych wartości współczynników odkształceń (λ).
33. Budowa i wykorzystanie zbiorów xxx.wmf.
34. Tworzenie i wykorzystanie zbiorów xxx.dxf i xxx.iges.
35. Zastosowanie odnośników – korzyści wynikające z zastosowania odnośników.
36. Podstawowe polecenia SolidWorks dla części, złożenia i rysunku.