

CAD KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA

Materiały pomocnicze do ćwiczeń
z zakresu użytkowania nieparametrycznego programu
wspomagającego tworzenie dokumentacji technicznej

Celem ćwiczeń jest zapoznanie studentów z metodyką wykonywania dokumentacji technicznej z zastosowaniem nieparametrycznego programu z grupy CAD (Computer Aided Design – Komputerowe wspomaganie projektowania).

Najpopularniejsze programy nieparametryczne wspomagające tworzenie dokumentacji technicznej to:

1. AutoCAD,
2. DraftSight,
3. ZwCAD,
4. ArCADia-IntelliCAD,
5. DWGedytor.

Obsługa wymienionych programów oparta jest na tych samych zasadach. Nie ma zatem istotnej różnicy w sposobie pracy programów.

Literatura

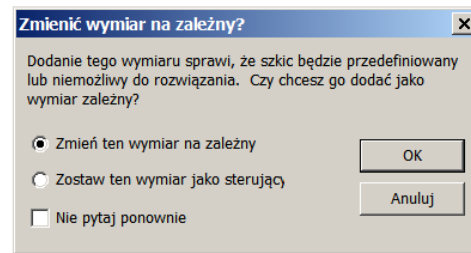
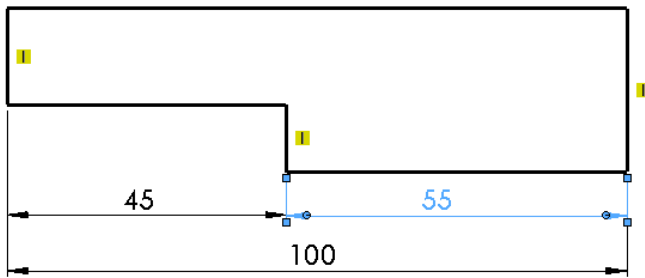
1. Jaskulski A., *Autocad 2018 / LT2018 / 360 +. Kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D*, wyd. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017, t. 1.
2. Osiński Z., Wróbel J., *Teoria konstrukcji*, wyd. Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995, t. 1
3. Andrzej Pikoń, *AutoCAD 2008. Pierwsze kroki*, Helion 2007.
4. *IntelliCAD Podręcznik użytkownika*, Zespół INTERsoft, Wydawnictwo INTERsoft 2007.

PODSTAWOWE POJĘCIA

Podział programów ze względu na metodę opisu konstrukcji:

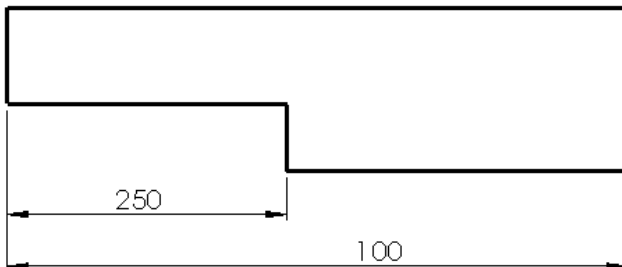
1. **programy parametryczne:** programy w których zmiana parametru zmienia rysunek lub model. Parametrami mogą być: wymiary, relacje geometryczne (np. styczność, równoległość), parametry fizyczne (np. gęstość właściwa).
Programy parametryczne stosowane są do wykonywania modeli przestrzennych części, maszyn, budynków itp. z możliwości symulacji warunków rzeczywistych pracy urządzeń.
Przykłady programów tej grupy: SolidWorks, Inventor, ProEngineer, Catia.

Przykład, program parametryczny analizuje poprawność wymiarowania. W przykładzie poniższym istniały już wymiary 100 i 45 i dodatkowo wprowadzany jest wymiar 55. Program zgłasza komunikat, informujący że szkic będzie przeddefiniowany (tzn. będzie za dużo wymiarów). Można zatwierdzić ten wymiar jako „zależny” – będzie nas informował o wartości tego wymiaru ale nie będzie można go zmieniać (wymiar wynikowy).



2. **programy nieparametryczne:** programy w których zmiana wymiaru nie zmienia rysunku. Rysując w tych programach należy wykonywać rysunki „na wymiar”, ponieważ poprawienie rysunku wymaga dodatkowej pracy. Programy nieparametryczne stosowane są do wykonywania dokumentacji stanowiącej odpowiednik dokumentacji wykonywanej w sposób tradycyjny. Przykłady programów tej grupy: AutoCAD, DraftSight, ZwCAD, IntelliCAD.

Przykład, w programie nieparametrycznym tekst wymiarowy może zawierać dowolny ciąg znaków. Zmiana wymiaru nie powoduje zmiany modelu, zatem może istnieć poniższy zestaw wymiarów bez informacji o błędzie ze strony programu:



Wyjaśnienie skrótów stosowanych w opisie zakresu stosowalności programów inżynierskich:



- CAD** „Computer Aided Design” – Komputerowo Wspomagane Projektowanie jest to proces projektowania, w którym komputer wykorzystywany jest na każdym etapie projektowania od koncepcji począwszy a na dokumentacji technicznej skończywszy
- CAM** „Computer Aided Manufacturing” – Komputerowo Wspomagane Wytwarzanie proces wytwarzania z wykorzystaniem maszyn sterowanych numerycznie (CNC), przy czym kod programu obróbczego generowany jest przez program na podstawie komputerowego modelu stworzonego w CAD.
- CAE** „Computer Aided Engineering” – Komputerowe Wspomaganie Procesów Inżynierskich, proces tworzenia konstrukcji z wykorzystaniem numerycznych metod obliczeniowych: analizy kinematyczne, dynamiczne, wytrzymałościowe, termiczne, optymalizacja projektu.
- CE** „Concurrent Engineering” – Projektowanie Współbieżne, metoda projektowania polegająca na jednoczesnym lub prawie jednoczesnym wykonywaniu operacji projektowania.
- CIM** (Computer Integrated Manufacturing) - Wytwarzanie Zintegrowane Komputerowo,
- system integrujący w sobie wszystkie powyższe komponenty,
- składa się dziesiątków komponentów, które można dokupywać osobno,
- ma tylko jedną wadę - stać na nie tylko największe przedsiębiorstwa.
- 2D** – projektowanie w dwóch wymiarach (na płaszczyźnie),
3D – projektowanie w trzech wymiarach (w przestrzeni).

Plan ćwiczeń:

ĆWICZENIE 1.....	4
ĆWICZENIE 2.....	9
ĆWICZENIE 3.....	13
ĆWICZENIE 4.....	17
ĆWICZENIE 5.....	19

ĆWICZENIE 1.

Sposoby wydawania poleceń:

1. menu 
2. przyciski w paskach narzędzi 
3. z klawiatury - zatwierdzanie polecenia: ENTER lub SPACJA (oprócz wprowadzania tekstu)

Przerywanie działania polecenia, klawisze:

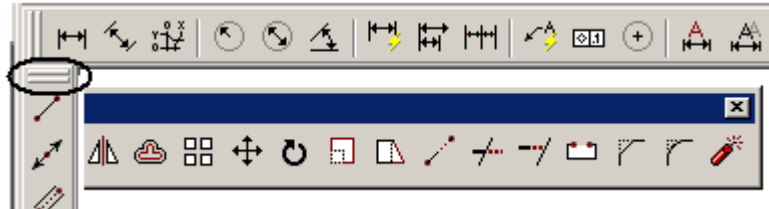
1. ENTER
2. Esc.

Powtarzanie ostatniego polecenia:

1. ENTER,
2. Prawy klawisz mysz > Powtórz...

Ustawienie pasków narzędzi:

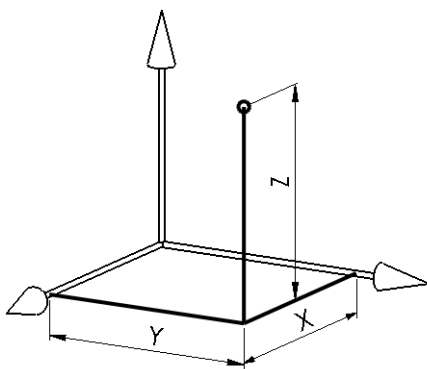
1. wyświetlanie – kliknąć prawym klawiszem myszy w dowolny pasek narzędzi,
2. menu WIDOK – paski narzędzi,
3. pasek, który pojawi się w oknie rysunku, może zostać przemieszczony przeciągnięciem za niebieski pasek,
4. pasek z dowolnej strony ekranu można przesunąć przeciągając za uchwyt paska zaznaczony na rys poniżej.



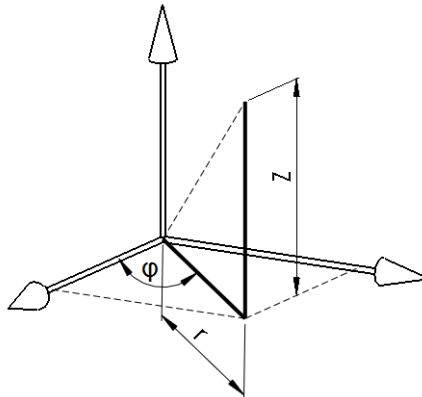
Rodzaje układów współrzędnych (sposoby podawania położenia punktów z klawiatury)

Uwaga: separatorem części całkowitej i ułamkowej jest KROPKA, PRZECINEK oddziela współrzędne.

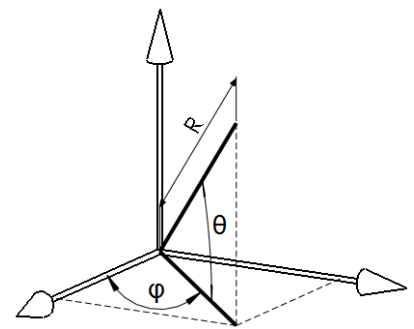
Zapisi współrzędnych bez spacji.



Układ kartezjański



Układ walcowy



Układ biegunowy

Układ	Bezwzględny	Względny
Kartezjański	x, y, z 23.6, 56.78, 56	@x, y, z @34.5, 67, 8.9
Walcowy	r<phi, z 50.7<45.6, 78	@r<phi, z @23.5<98.5, 9
Biegunowy	R<phi<theta 34.5<89.7<56.9	@R<phi<theta @67.5<32.6<8


Tworzenie lokalnego układu współrzędnych

Polecenie: luv

poCzątek/Ośz/3punkty/oBiekt/wiDok/X/Y/Z/Poprzedni/Wywołaj/zApisz/Usuń/?/<Globalny>:

Wybór opcji polega na wciśnięciu klawisza z literą (lub liczbą), która w podpowiedzi jest duża.



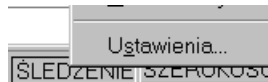
Symbol:  oznacza ustawienie płaszczyzny rysunku prostopadle do ekranu. Rysowanie nie jest możliwe.

Tryby pracy

(włączane i wyłączane kliknięciem w przycisk na dole ekranu lub klawiszem funkcyjnym)

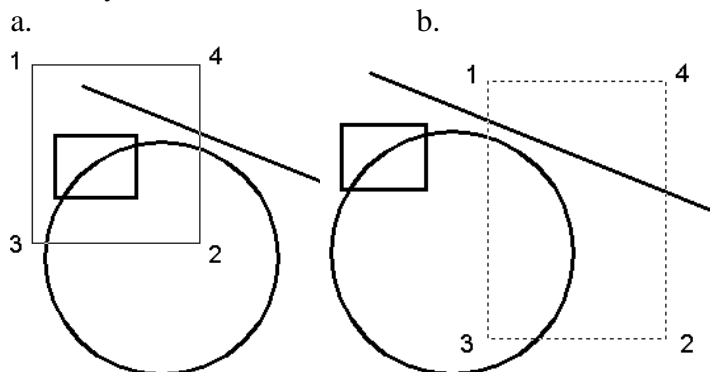
1. SKOK (SNAP) (F9) służy do wprowadzania położenia punktów za pomocą myszy przy przyroście współrzędnych o określony przyrost.
2. SIATKA (GRID) (F7) wyświetla punkty siatki, nie muszą pokrywać się z przyrostem skoku,
3. ORTO (ORTHO) (F8) rysowanie linii poziomych lub pionowych,
4. BIEGUN (POLAR) (F10) rysowanie linii pod kątem zmieniającym się o określony przyrost,
5. OBIEKT (ESNAP) (F3) wybór punktów na podstawie elementów już narysowanych obiektów, jak koniec symetria, prostopadły
6. ŚLEDZENIE (F11) umożliwia wskazywanie punktów z wykorzystaniem istniejących obiektów i trybu biegun,
7. SZEROKOŚĆ (LWT) wyświetla zdefiniowaną szerokość linii,
8. MODEL/PAPIER przełączenie między obszarem modelu i papieru.

Ustawienia parametrów trybów pracy najłatwiej wykonać klikając prawym klawiszem myszy w przełącznik trybu i wybrać USTAWIENIA.



Sposoby zaznaczania obiektów na rysunku (tworzenie kolekcji)

1. jeden obiekt – kliknięcie w obiekt,
2. kilka obiektów – kliknięcie w kolejne obiekty, jeżeli ustawiona jest opcja użyj Shift do dodania – należy trzymać Shift opcję tą ustawiamy; menu Narzędzia>Opcje zakładka Wybór
3. oknem wyboru, dwa warianty okna wyboru:
 - a) okno przeciągane w prawo rys. a. (od 1 do 2 lub od 3 do 4) – zaznaczają się tylko obiekty, które całe znajdują się w oknie,
 - b) okno przeciągane w lewo rys b. (od 2 do 1 lub od 4 do 3) – zaznaczają się obiekty, które całe lub tylko fragmentem znajdują się w oknie,

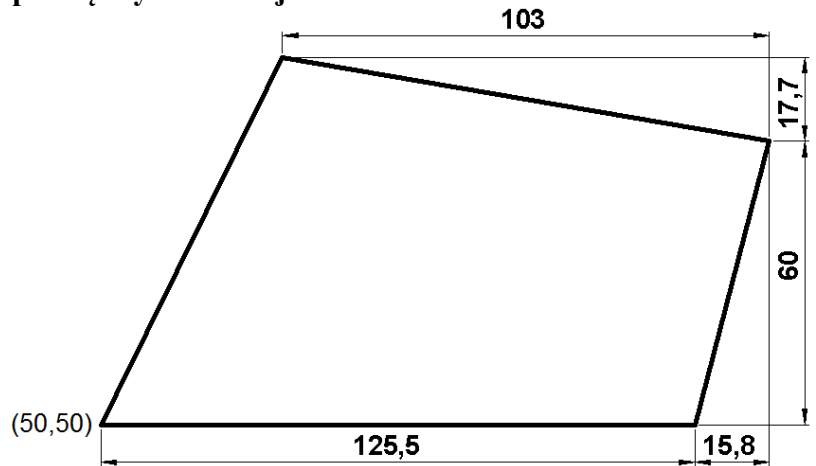


Kasowanie obiektów:

1. Po zaznaczeniu obiektów do kasowania - klawisz Delete,
2. Poleceniem Wymaż.

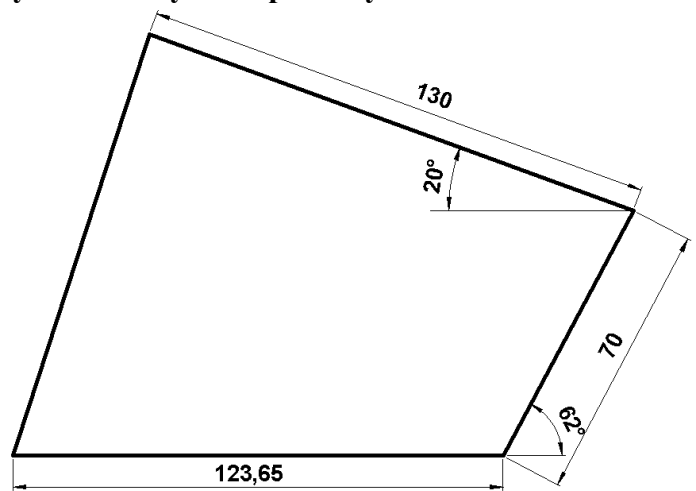
Wprowadzanie położenia punktów we współrzędnych kartezjańskich

Polecenie: `_line` Od punktu:
50,50
Do punktu: @125.5,0
Do punktu: @15.8,60
Do punktu: @-103,17.7
Do punktu: z

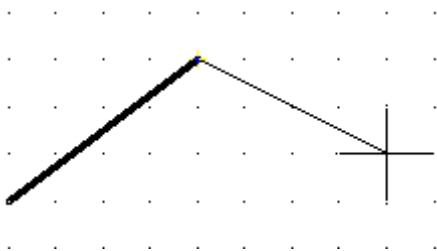


Wprowadzanie położenia punktów we współrzędnych walcowych na płaszczyźnie

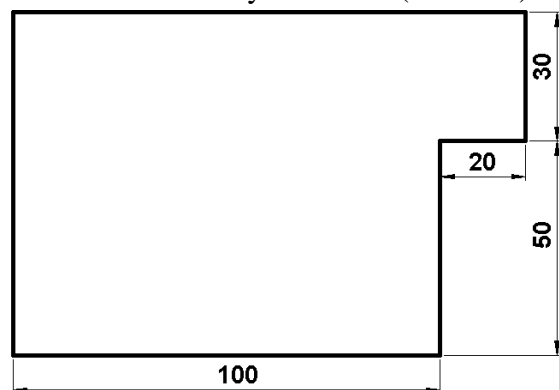
Polecenie: `_line` Od punktu: 50,50
Do punktu: @123.65,0
Do punktu: @70<62
Do punktu: @130<160
Do punktu: z



Zastosowanie trybu SKOK (SNAP)
(w przykładzie włączono tryb siatka)

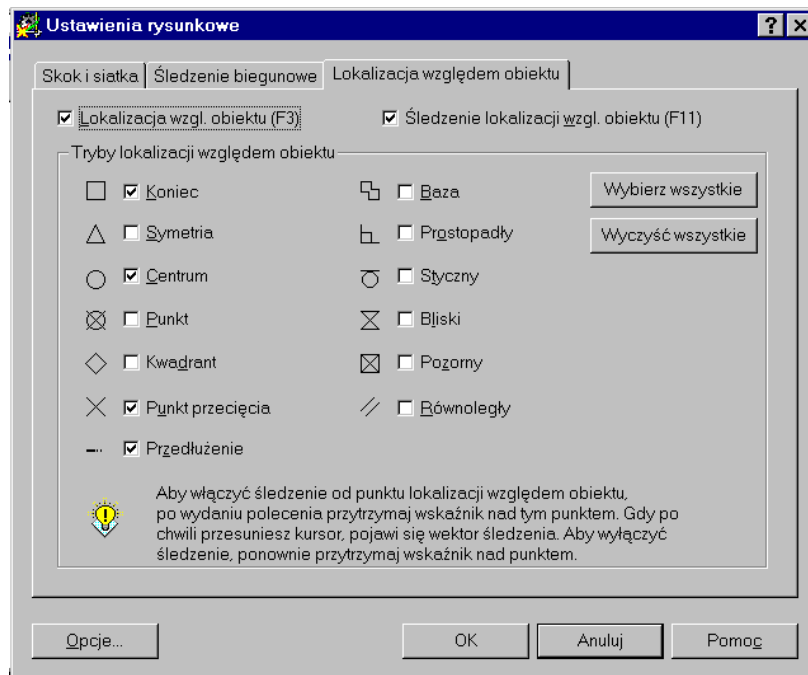


Zastosowanie trybu ORTO (ORTHO)



Polecenie: `_line` Od punktu:
Do punktu: 100
Do punktu: 50
Do punktu: 20
Do punktu: 30
Do punktu: 120
Do punktu: z

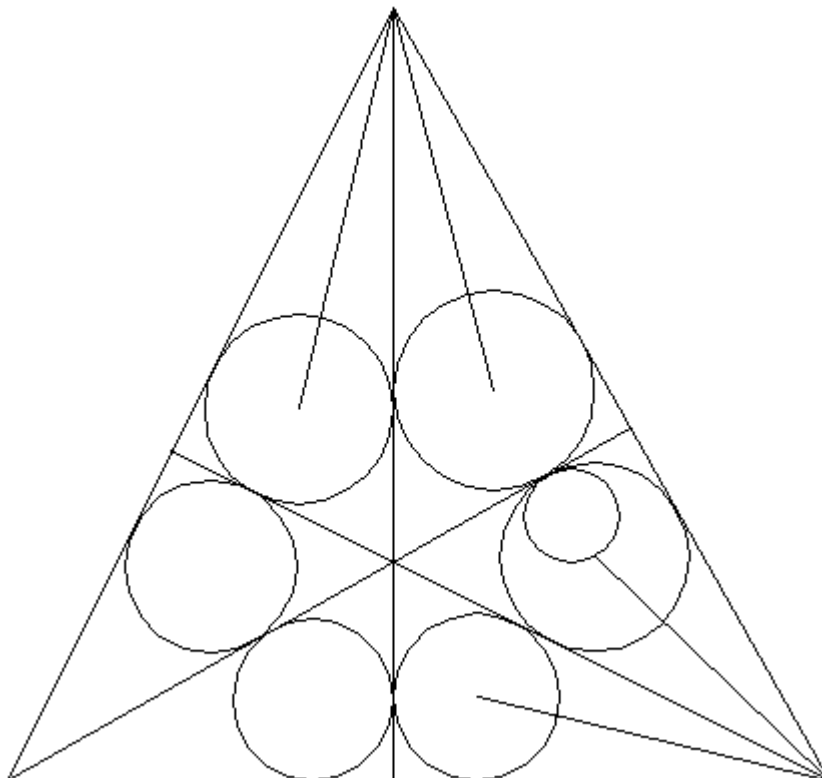
Zastosowanie trybu OBIEKT (ESNAP)



Okno dialogowe *Ustawienia*

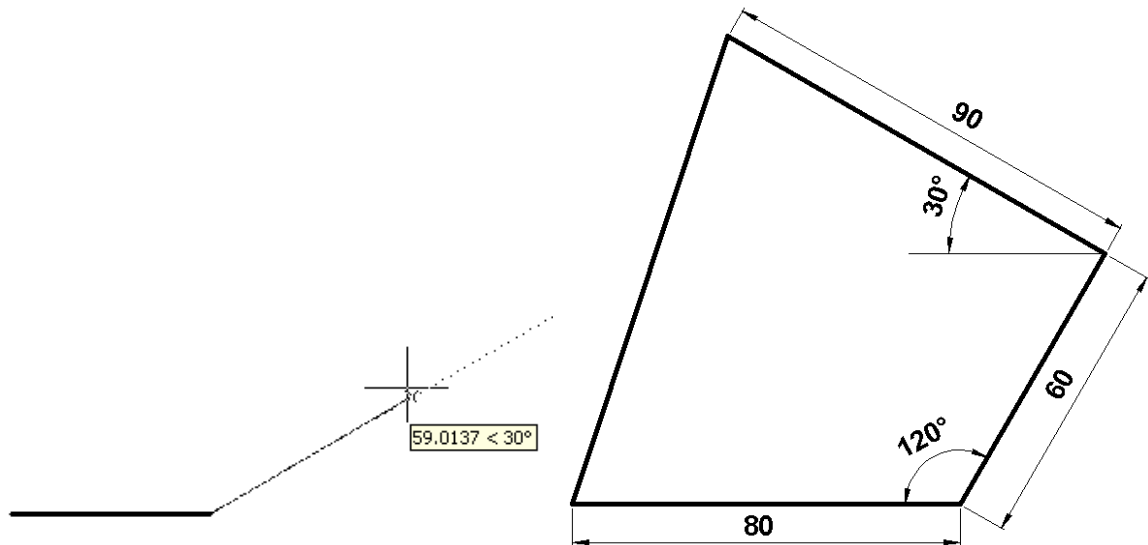
Stałe tryby lokalizacji

- prawy klawisz myszy w przełącznik OBIEKT (ESNAP) i USTAWIENIA – obowiązują do odwołania.
- Wybór trybu lokalizacji na jedno wskazanie
- w trakcie tworzenia obiektu np. linii kliknąć z Shift prawym klawiszem myszy i wybrać typ wskazania.

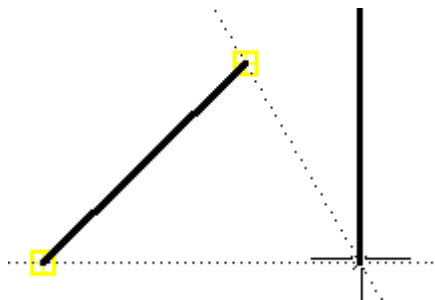


W trakcie pracy w trybach BIEGUN (POLAR) i ŚLEDZENIE musi być włączony tryb OBIEKT (ESNAP)

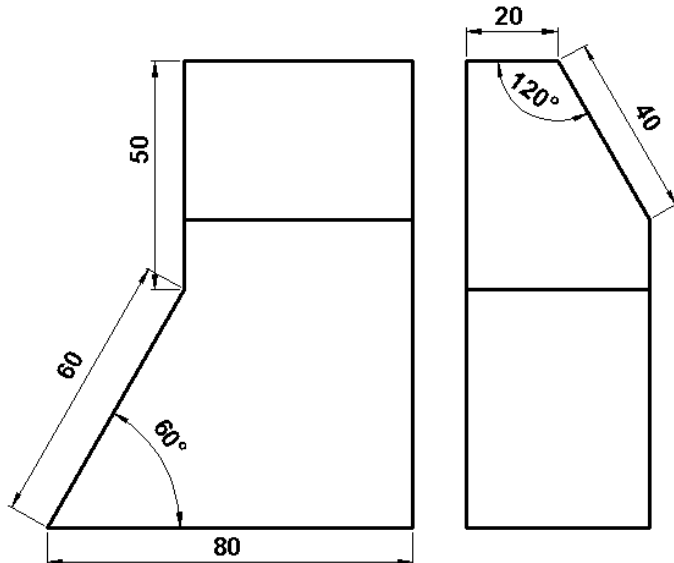
Zastosowanie trybu BIEGUN (POLAR)



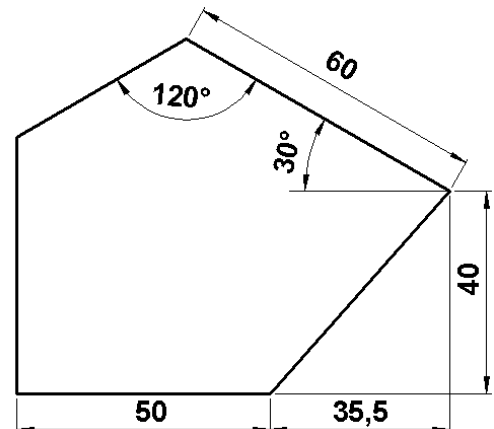
Zastosowanie trybu ŚLEDZENIE



Wykonać rysunek detalu w dwóch rzutach.



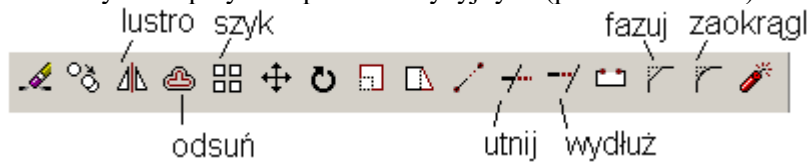
Wykonać poniższy rysunek.



ĆWICZENIE 2.

EDYCJA RYSUNKÓW (edycja oznacza zmianę istniejącego rysunku).

Wybrane przyciski poleceń edycyjnych (pasek ZMIANA)



Przykłady poleceń edycyjnych.

1. Wydłużanie

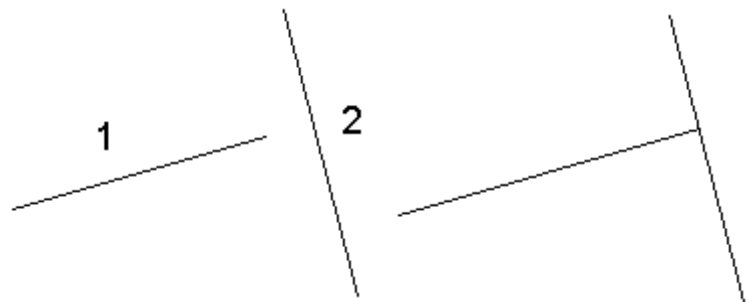
Polecenie: `_extend`

Wybierz granice: wskazać linię 2 <Enter>

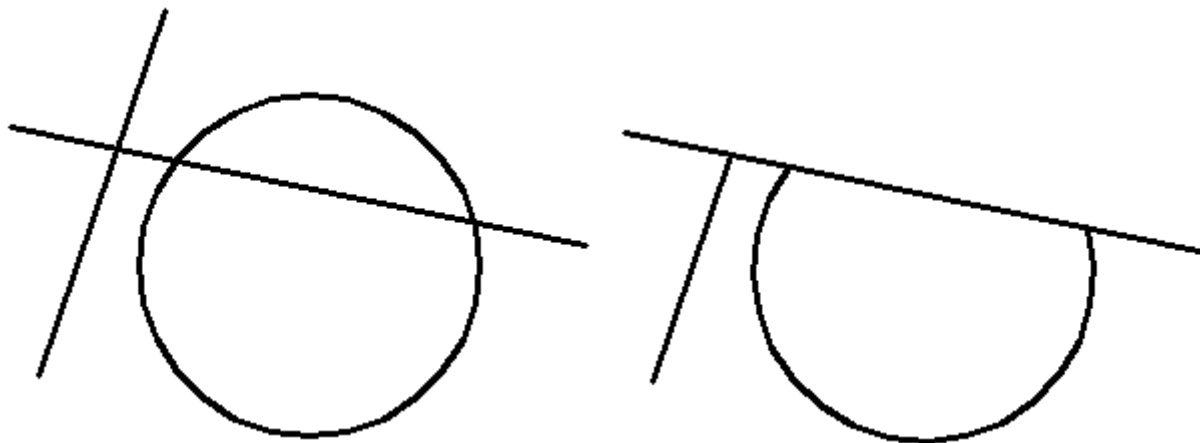
Wybierz obiekty: znaleziono 1

Wybierz obiekty: wskazać linię 1

Wybierz obiekty: <Enter>



2. Ucinanie

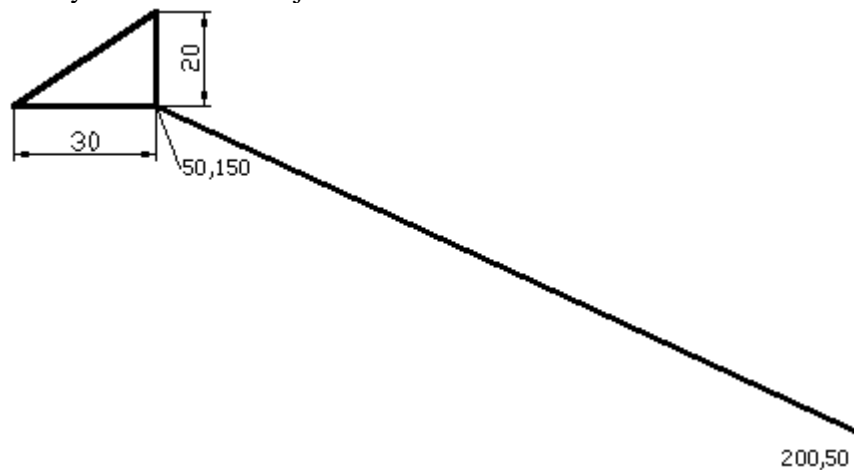


3. Fazowanie i zaokrąglanie

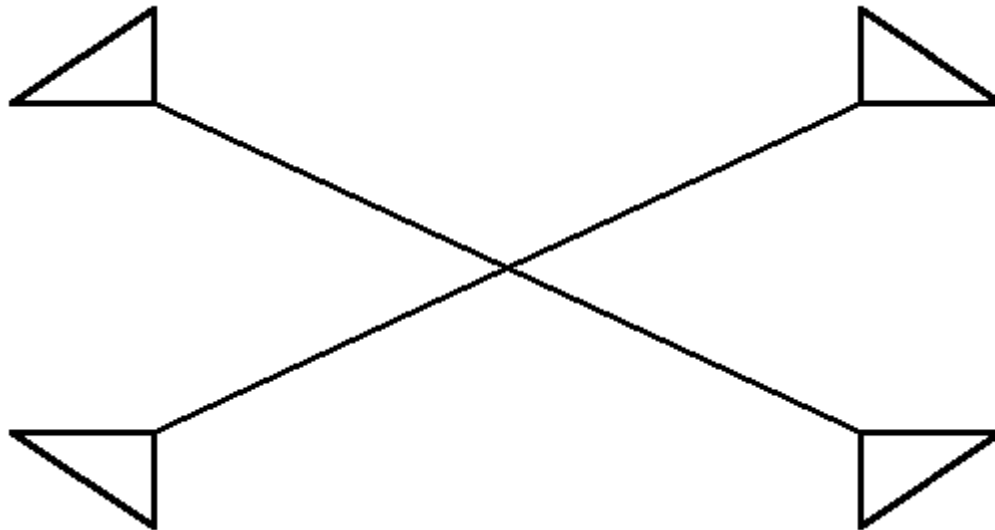


4. Lustro

a. rysunek źródłowy – narysować w dowolnej technice



b. rysunek wykonany z zastosowaniem LUSTRA



Przed zastosowaniem lustra należy ustawić tryb lokalizacji SYMETRIA oraz ORTO

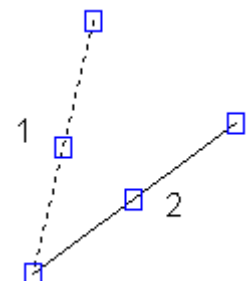
Edycja za pomocą uchwytów

Wyświetlanie uchwytów

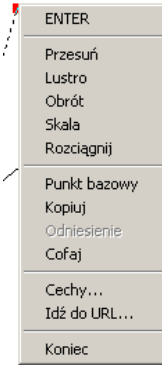
Kliknięcie obiektu wyświetla uchwyty (linia 1), linia jest zaznaczona.

Kliknięcie w uchwyt umożliwi przesunięcie tego uchwytu (uchwyty na końcach), lub przesunięcie całej linii (uchwyt środkowy).

Linia 2 ma wyświetlone uchwyty, ale nie jest zaznaczona. Stan ten oznacza że linia 2 była zaznaczona przed kliknięciem linii 1.



W przypadku kliknięcia uchwyty i kliknięcia prawym klawiszem myszy pojawi się menu kursora:



Jeżeli zachodzi konieczność przesunięcia kilku uchwyty zaznaczamy je trzymając Shift. Zaznaczony uchwyt standardowo jest czerwony.

Ćwiczenie

Przesunąć końce linii 1 i 2 o wektor zdefiniowany linią 3.

Narysować linię 1, 2 i 3.

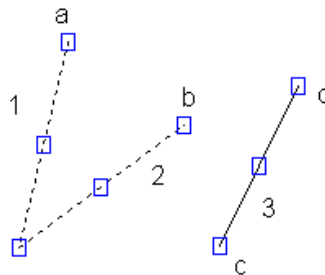
Zaznaczyć jak na rys.a.

Z Shiftem wybrać uchwyty a i b.

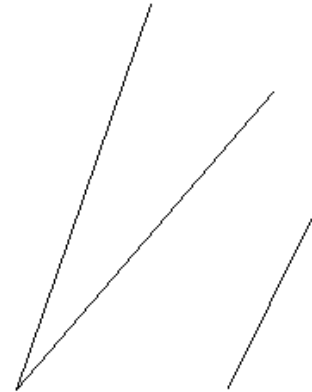
Klikając (bez klawisza Shift) w uchwyty c i d wykonać przesunięcie.

Efekt końcowy rys.b.

a.



b.



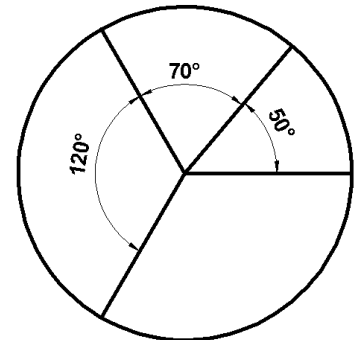
Ćwiczenie

Wykonać rysunek z prawej.

Pierwszy krok – okrąg o promieniu 100. Linia (promień) od centrum do kwadrant (kwadrant – punkty jak w zegarku godzina 12, 3, 6, 9).

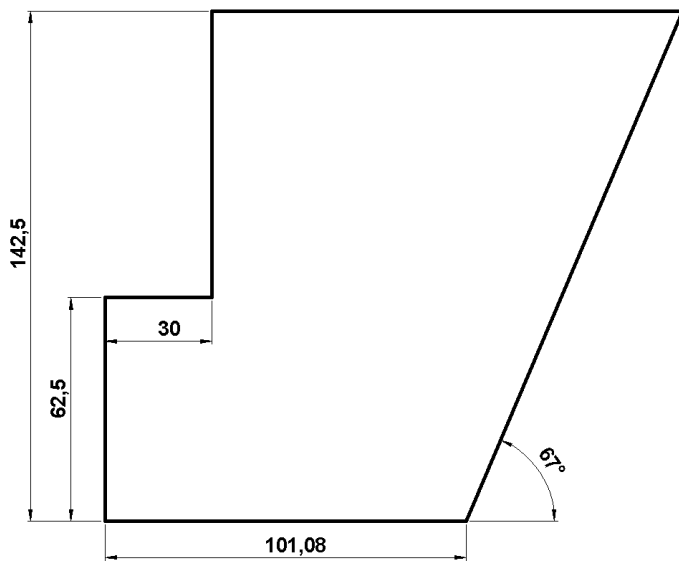
1. zaznaczyć promień,
2. kliknąć uchwyt w środku okręgu,
3. kliknąć prawy klawisz myszy i wybrać OBRÓT,
4. kliknąć prawy klawisz myszy i wybrać KOPIUJ,
5. podawać kąt dla każdej linii – kąty należy dodawać tzn. mierzyć od początkowego.

Zakończyć ENTER.

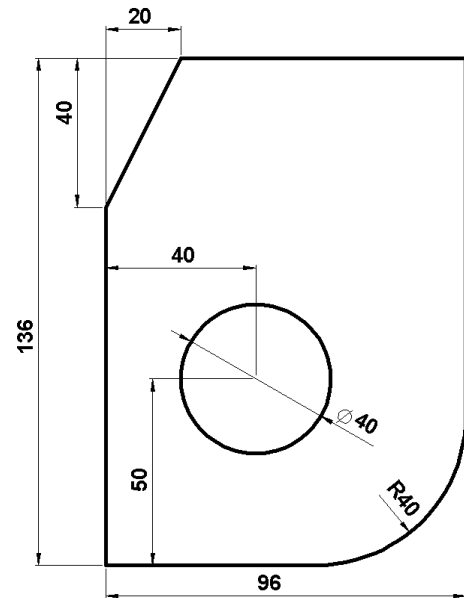


Ćwiczenia

Rysunek 1.

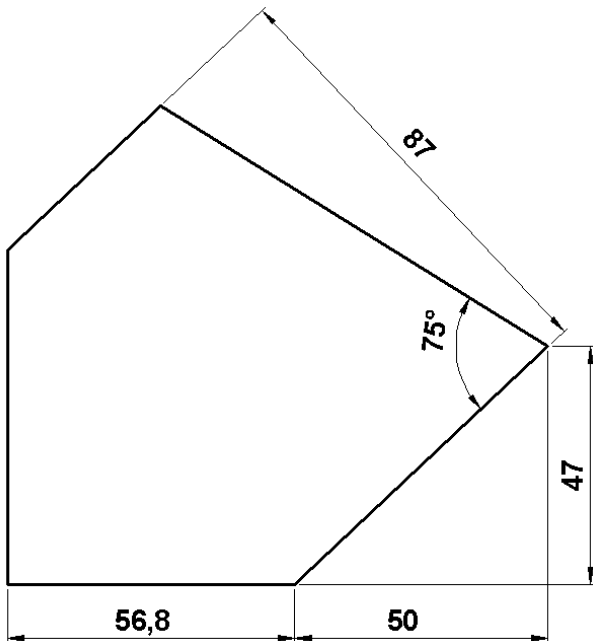


Rysunek 2.



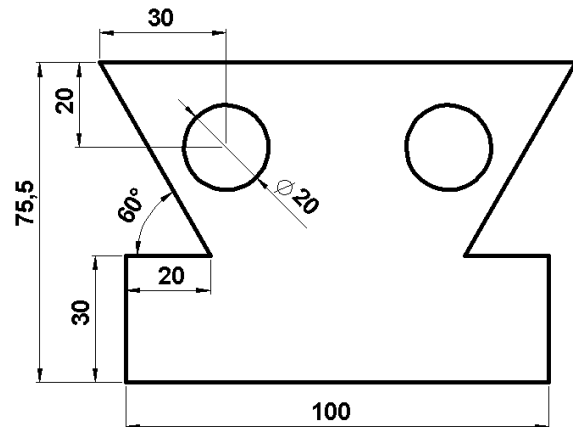
Rysunek 3.

Zastosowanie lokalnego układu współrzędnych oraz polecenia edycyjnego ODSUN



Rysunek 4.

Zastosowanie polecenia LUSTRO



ĆWICZENIE 3.

Cechy obiektów

Cechami obiektów są np. kolor, szerokość, rodzaj linii, warstwa.

Cechy dzielimy na:

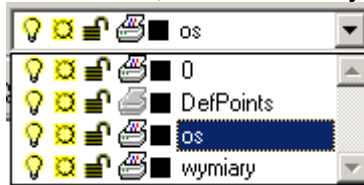
1. cechy jak warstwa np. kolor obiektu jest taki jak przypisany do warstwy,
2. cechy indywidualne tzn. obiekt może mieć inny kolor niż kolor przypisany do warstwy.

Zarządzanie warstwami

1. tworzenie nowej warstwy oraz wszystkie ustawienia związane z warstwami w oknie Warstwy– menu

FORMAT > WARSTWA, lub .

2. zarządzanie wyświetlaniem warstw, blokowaniem, zmiana warstwy aktywnej:




Do warstwy m.in. przypisany jest RODZAJ LINII, np. ciągła, kreska kropka itd. Dodatkowe rodzaje linii należy wczytać z poziomu okna dialogowego.

O sposobie wyświetlania linii przerywanej decyduje zmienna WSPÓŁCZYNNIK SKALI.

Skala linii na rysunku jest wynikiem mnożenia:

$$\text{Współczynnik skali} = \text{globalny współczynnik skali} * \text{aktualna skala obiektu}$$

Skalę linii można zmienić z menu FORMAT RODZAJ LINII

Wszystkie cechy obiektu można zmienić za pomocą polecenia CECHY 

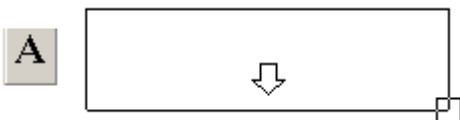
Tworzenie tekstu.

Mamy do dyspozycji dwa sposoby:

1. tworzenie tekstu złożonego z wielu wierszy,
2. tworzenie tekstu złożonego z jednego wiersza.



Ad. 1. Po wydaniu polecenia z menu lub przez kliknięcie przycisku należy zaznaczyć okno w którym pojawi się tekst:



W oknie dialogowym można ustawić wszystkie dostępne cechy tekstu.

Ad. 2. Po wybraniu tekstu JEDEN WIERSZ należy postępować wg zgłaszanych przez program podpowiedzi

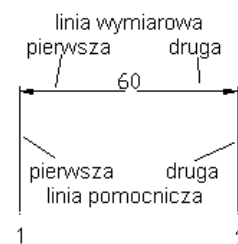
Wymiarowanie

Do wymiarowania służą polecenia na pasku WYMIAR.

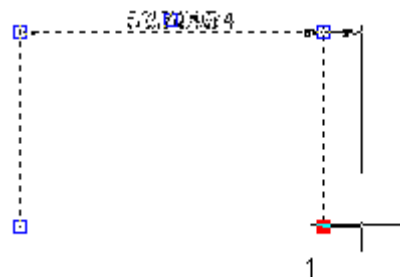


Na pasku (w położeniu poziomym) widoczna jest lista rozwijalna, w której można zmienić aktualny styl wymiarowania. Tworzenie nowego stylu przeprowadzamy poleceniem STYL WYMIAROWANIA. Styl wymiarowania obejmuje takie ustawienia jak: wielkość strzałek, wielkość tekstu, widoczność linii wymiarowych i pomocniczych itd.

Jeżeli w trakcie wymiarowania wskażemy punkty w kolejności 1 2, Można wówczas wyodrębnić następujące elementy wymiaru (na rysunku).
Każda z tych linii może zostać zablokowana (ukryta).



Jeżeli tekst wymiarowy został wpisany automatycznie możliwa będzie zmiana tekstu wymiarowego przez przeciągnięcie uchwytu 1.



W przypadku wpisania tekstu przez użytkownika tekst wymiarowy nie zmieni się w wyniku zmiany położenia uchwytu



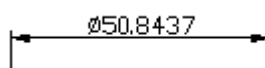
W trakcie wprowadzania tekstu możliwe jest uzyskanie symboli np.

Zapis	Wynik
<>	Automatycznie wprowadzony tekst wymiarowy
%%c	Symbol ϕ
%%d	⁰ (stopień – miara kąta)

Przykład:

Położenie linii wymiarowej (Wtekst/Tekst/Kąt/Poziomo/pionowo/Obrócony): t

Tekst wymiarowy <50.8437>: %%c<>



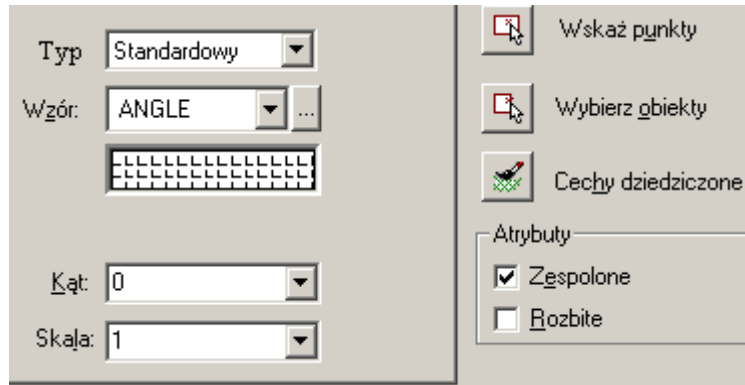
Kreskowanie

Kreskowanie to wypełnienie wzorem obszaru zamkniętego.

Polecenie KRESKUJ 

Sposoby wyboru obszaru kreskowania:

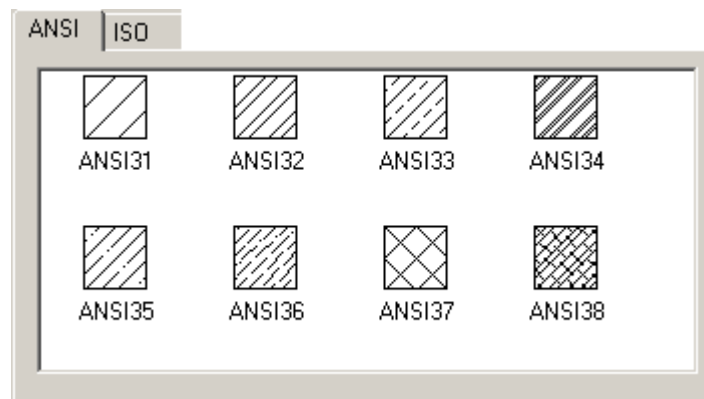
1. Wskaż punkty – kliknąć w punkt znajdujący się w obszarze zamkniętym,
2. Wybierz obiekty – wskazywane są obiekty jak: okrąg, zamknięta polilinia itp.



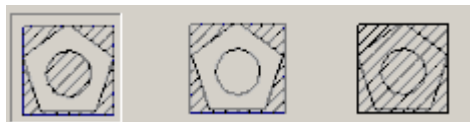
Wybrane elementy okna KRESKOWANIE DO GRANIC

Sposoby wyboru wzoru kreskowania:

1. Klikamy nazwę wzoru,
2. Klikamy próbkę wzoru na odpowiedniej zakładce:




Wybieramy sposób kreskowania w przypadku występowania obszarów wewnętrznych



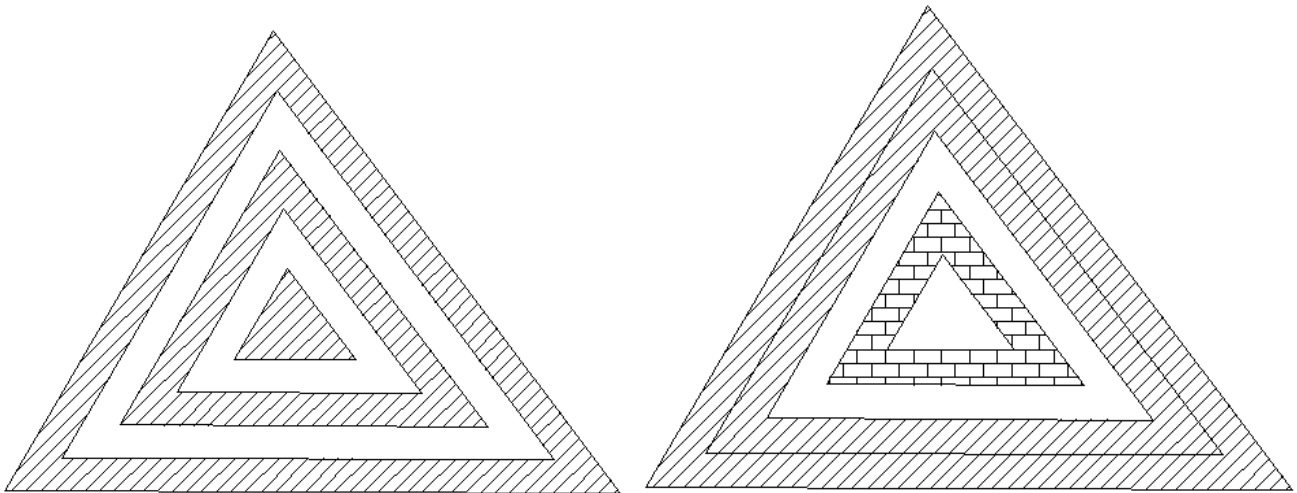
Skala decyduje o gęstości wzoru, im mniejsza skala tym bardziej gęsty jest wzór.

Kąt oznacza kąt obrotu wzoru kreskowania w stosunku do wzoru na próbce tzn.:



Jeżeli próbka wygląda tak  to kąt 0 (zero) oznacza pojawienie się wzoru jak w próbce. Kąt 45° oznacza pojawienie się wzoru z liniami pionowymi.

Granice obszarów w poniższym przykładzie wykonano za pomocą POLILINII i powielono poleceniem odsuń. Zastosowano różne sposoby wyboru granic kreskowania i różne wzory.

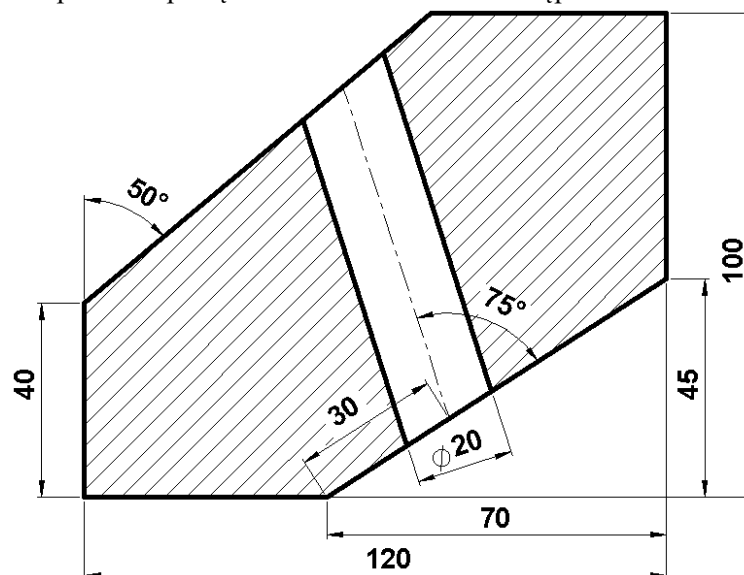


Ćwiczenie

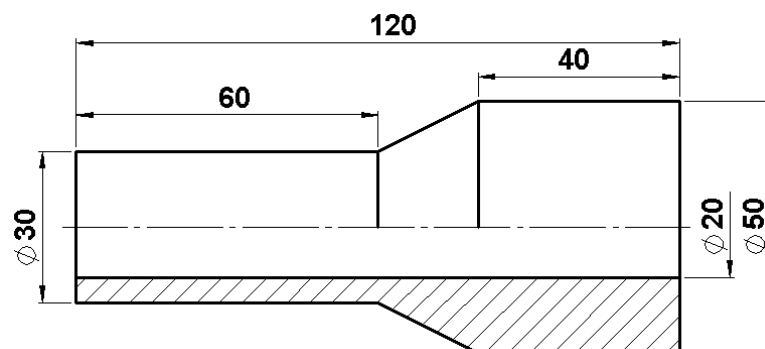
Wykonać poniższy rysunek. Stosować warstwy dla wymiarów, osi, kreskowania.

Dalsze rysunki przedstawiają etapy tworzenia rysunku.

Wymiar $\phi 20$ zwymiarowano poziomo pisząc w tekście %%C<> a następnie obrócono i ustawiono jak na rysunku.



Półwidok-półprzekrój.



ĆWICZENIE 4.

Tworzenie szablonów

Szablon to plik, na podstawie którego można tworzyć nowe pliki rysunków. Szablon tworzymy wówczas gdy chcemy pewne ustawienia (jak rozmiary arkusza, warstwy, kolory, ramki na rysunkach, style tekstu itd.) zastosować do wielu plików.

Przykład: utworzyć szablon z następującymi ustawieniami:

1. Format arkusza A4 (297, 210),
2. Warstwy:

Warstwa	Kolor	Rodzaj linii	Szerokość
Linie grube	Czarny/Biały	Continuous	1 mm
Opis	Czarny/Biały	Continuous	Standard
Osie	Zielony	Dashdot	Standard
Wymiary	Czerwony	Continuous	Standard

3. Narysować na warstwie OPIS obramowanie arkusza w odległości 5 mm od krawędzi zdefiniowanego arkusza,
4. Narysować na warstwie OPIS i wypełnić tabelkę rysunkową:

<div>40</div> <div>20</div>	Konstruował		Data	
	Rysował			
	Sprawdził			
	Zatwierdził			
	Podziałka	Nazwa rysunku		
	140			

Zapisywanie szablonu

Menu Plik> Zapisz jako...

W oknie Plik typu wybrać Szablon..

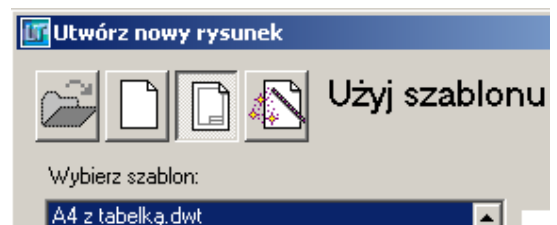
Wpisać nazwę pliku (szablonu)

Nazwa pliku: A4 z tabelką

Pliki typu: Szablon rysunku (*.dwt)

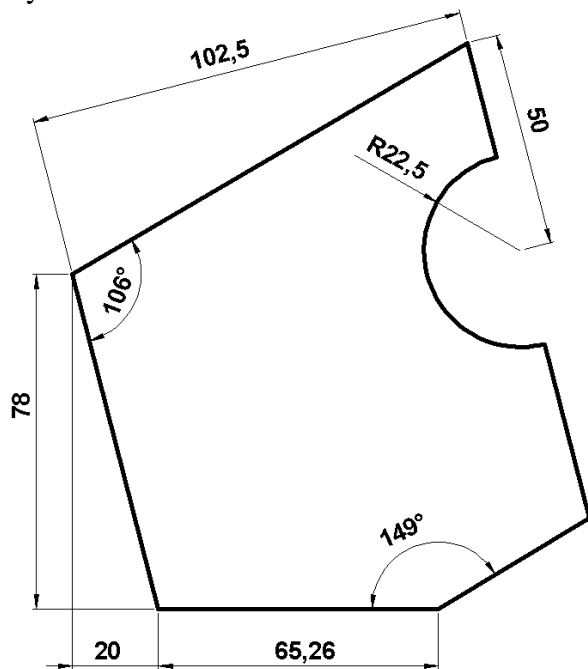
Tworzenie nowego pliku na podstawie szablonu:

Menu Plik> Nowy wybrać Użyj szablonu i właściwy szablon

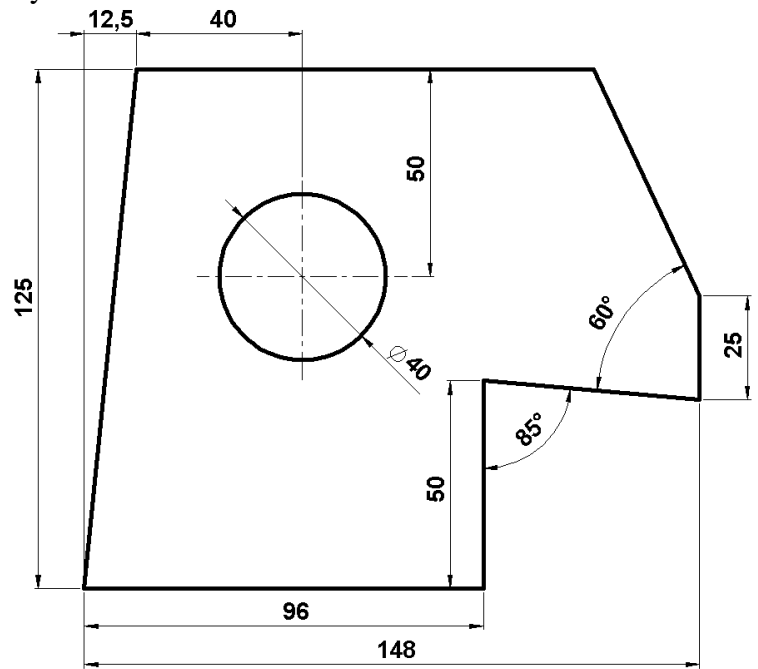


Ćwiczenia

Rysunek 1.



Rysunek 2.



Rysunek 3.

