Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich CAx



rojekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w rama Europejskiego Funduszu Społecznego

SPIS TREŚCI

1.	Rysur	nkowa dokumentacja konstrukcyjna
		1.1.1. Linie rysunkowe
		1.1.2. Formaty arkuszy
		1.1.3. Rzutowanie i widoki
		1.1.4. Przekroje 5
		1.1.5. Wymiarowanie
2.	Zajęci	ia praktyczne
	2.1.	Wprowadzenie
		2.1.1. Przyciski myszy i kursor graficzny
		2.1.2. Interfejs graficzny
		2.1.3. Zaznaczanie obiektów
		2.1.4. Narzędzia do przeglądania rysunku 10
	2.2.	Rysowanie odcinków, Łuków i okręgów 11
		2.2.1. Ćwiczenia
		2.2.2. Zadania 19
	2.3.	Kopiowanie
		2.3.1. Ćwiczenia
		2.3.2. Zadania 29
	2.4.	Przykłady złożonych obiektów rysunkowych 31
	2.5.	Lokalizacja
		2.5.1. Ćwiczenia
		2.5.2. Zadania 39
	2.6.	Modyfikowanie obiektów 41
		2.6.1. Ćwiczenia
		2.6.2. Zadania 45
	2.7.	Wymiarowanie
		2.7.1. Ćwiczenia
	2.8.	Uchwyty
		2.8.1. Ćwiczenia 52
		2.8.2. Zadania 56
	2.9.	Warstwy
		2.9.1. Ćwiczenia
	2.10.	Bloki, atrybuty i pola 59
		2.10.1. Ćwiczenia 59
	2.11.	Wydruk rysunku
3.	Źródł	a 65

1 RYSUNKOWA DOKUMENTACJA KONSTRUKCYJNA

Zasady tworzenia dokumentacji rysunkowej w modelach 2D i 3D są identyczne i ściśle określone przez polskie normy. Chodzi o to, aby dokumentacja techniczna była zapisana w sposób jednoznaczny (tzn. niebudzący wątpliwości), nie zawierający sprzeczności oraz zupełny (tzn. obejmujący całość wymaganych informacji).

Poniżej przytoczono najbardziej podstawowe pojęcia niezbędne do prawidłowego czytania rysunków technicznych i poprawnego wykonania ćwiczeń z części praktycznej niniejszego podręcznika.

1.1.1. Linie rysunkowe

Dla zapewnienia czytelności rysunku stosujemy różne rodzaje i grubości linii. Przykładowe rodzaje linii oraz ich zastosowania podano w tabeli 3.1.

Stosunek grubości linii cienkiej do grubej zawierać się powinien w przedziale od 1/3 do 1/2.

Tabela 3.1.

Przykładowe zastosowanie					
– widoczne krawędzie i wyraźne zarysy					
– linie obramowania arkusza					
– linie wymiarowe					
– pomocnicze linie wymiarowe					
 – kreskowanie przekrojów 					
– osie symetrii					





1.1.2. Formaty arkuszy

Rysunki techniczne wykonywane są na znormalizowanych arkuszach. Formaty maja kształt prostokąta. Powierzchnie kolejnych formatów są dwa razy szersze lub dwa razy węższe, a stosunek boku dłuższego do krótszego jest zawsze taki sam (rys. 3.14). Wymiary arkuszy zamieszczono w tabeli 3.2.



Rys. 1.1. Formaty arkuszy

Tabela 3.2.

Format	Wymiary arkusza (mm)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

1.1.3. Rzutowanie i widoki

Przedstawienie trójwymiarowego przedmiotu na dwuwymiarowym rysunku wymaga zastosowania metody rzutowania prostokątnego. Metoda

ta polega na odwzorowaniu przedmiotu na wzajemnie prostopadłych płaszczyznach, zwanych rzutniami. Na każdej z nich przedstawiony jest widok przedmiotu z określonej strony (rys. 3.15). Widoki przedstawiają zewnętrzne kształty przedmiotu.



Rys. 1.2. Idea rzutowania prostokątnego

1.1.4. Przekroje

W celu przedstawienia na rysunku technicznym wewnętrznych zarysów przedmiotu, zamiast widoków, stosujemy przekroje rysunkowe. Przekrój jest rzutem przedmiotu po przecięciu go płaszczyzną i odrzuceniu odciętego fragmentu (rys. 3.16). Sposób przecięcia przedmiotu zaznaczamy linią punktową na jednym z widoków. Przekrój może zostać oznaczony parą liter w celu łatwiejszej jego identyfikacji na rysunku.



Rys. 1.3. Przekrój

1.1.5. Wymiarowanie

Widoki i przekroje służą przedstawieniu postaci przedmiotu. Do przedstawienia wielkości przedmiotu służą wymiary. Wymiar składa się z: linii wymiarowych, pomocniczych linii wymiarowych oraz tekstu wymiarowego (rys. 3.17). Do narysowania linii wymiarowej, stosuje się linią ciągłą cienką. Linie te zakończone są grotami stykającymi się z krawędzią przedmiotu lub pomocniczymi liniami wymiarowymi lub też osiami symetrii. Pomocnicze linie wymiarowe to linie ciągłe cienkie, które są przedłużeniami konturu wymiarowanego obiektu.

Teksty wymiarowe oprócz liczb zawierają również znaki wymiarowe. Średnice wymiarujemy za pomocą liczby wymiarowej poprzedzonej znakiem ø, czyli ø#, gdzie # oznacza liczbę. Promienie łuków wymiarujemy za pomocą liczby wymiarowej poprzedzonej znakiem R, czyli R#. W celu zwymiarowania grubości przedmiotów płaskich, stosuje się liczbę wymiarową poprzedzając ją znakiem x, czyli x# (rys. 3.17).



Dariusz Skibicki "Grafika komputerowa" Rozdział 1. Rysunkowa dokumentacja konstrukcyjna

Rys. 1.4. Wymiarowanie

2 zajęcia praktyczne

Poniższa instrukcja została przygotowana z myślą o nauce posługiwania się programem AutoCAD w wersji 2010.

2.1. WPROWADZENIE

2.1.1. Przyciski myszy i kursor graficzny

Lewy klawisz myszy służy do określenia współrzędnych na ekranie, np. położenia końców odcinków, lub do tworzenia zbioru wskazań (zbioru wybranych elementów) przez wskazywania elementów. Pierwsza funkcja jest aktywna, kiedy na ekranie wskaźnik myszy ma postać krzyżyka (rys. 10.1.a). Druga funkcja jest aktywna, kiedy wskaźnik myszy zmienia się na kwadracik (rys. 10.1.b). Kiedy program nie wykonuje żadnej komendy kursor myszy składa się z krzyżyka i kwadracika (rys. 10.1.c).



Rys. 2.1. Postaci kursora graficznego

Na potrzeby zajęć należy skonfigurować działanie prawego klawisza myszy tak, aby służył do:

- kończenia realizowanego polecenia, kiedy funkcja jest aktywna,
- przywoływania ostatnio zakończonej funkcji, kiedy program czeka na polecenie.

W tym celu należy wybrać z menu górnego polecenie Narzędzia > Opcje > Parametry użytkownika > Dostosowywanie prawego klawisza myszy.

Ponadto warto pamiętać, że kombinacja *Shift – prawy klawisz myszy* wywołuje podręczne menu.

2.1.2. Interfejs graficzny

Z ważniejszych elementów graficznego interfejsu należy wskazać na te, które służą do uruchamiania poleceń. Komendy w programie AutoCAD można wydawać na trzy sposoby: tradycyjnie za pomocą menu rozwijalnego oraz pasków narzędzi, ale także przez wpisanie komendy w obszarze dialogowym znajdującym się u dołu ekranu. Należy pamiętać, że w obszarze dialogowym program wyświetla także ważne komunikaty oraz często daje możliwość wyboru opcji realizowanego polecenia.

Aktualne współrzędne kursora graficznego są wyświetlone w lewym dolnym rogu ekranu (rys. 10.2). Sposób wyświetlania współrzędnych można zmieniać klikając na obszar współrzędnych. Standardowo program wyświetla współrzędne X, Y, Z. Kliknięcie spowoduje wyłączenie wyświetlania współrzędnych, bądź przełączenie go do trybu współrzędnych lokalnych w układzie biegunowym. Ostania możliwość pojawia się, kiedy wykonywana jest komenda rysunkowa.



Rys. 2.2. Obszar współrzędnych i narzędzi rynkowych

Z obszarem wyświetlania współrzędnych sąsiadują przyciski włączające i wyłączające narzędzia rysunkowe. Ich włączenie lub wyłączenie następuje przez kliknięcie wskaźnikiem myszy lub za pomocą klawiszy funkcyjnych.

2.1.3. Zaznaczanie obiektów

Wpisz polecenie *linia* i zaobserwuj jak zmienił się kursor myszy. Narysuj kilka odcinków, wskazując ich końce za pomocą myszy, tak aby uzyskać rysunek 10.3.



Rys. 2.3. Usuwanie obiektów - zaznaczanie wielokrotne

W celu usunięcia jednego z odcinków wpisz polecenie *wymaż*. Zaobserwuj jak zmienił się wskaźnik myszy. Zaznacz wybrany element i naciśnij *prawy klawisz myszy*.

Cofnij wynik działania komendy za pomocą ikony

Aby zaznaczyć kilka obiektów należy nacisnąć lewy klawisz myszy w punkcie 1 (czyli nie trafiając w obiekt który chcemy zaznaczyć), przesunąć kursor w lewo i w górę, nacisnąć ponownie lewy klawisz myszy tak, aby powstał prostokąt rysowany przerywana linią (rys. 10.3). Okno to spowoduje dodanie do zbioru wskazań wszystkich elementów, które znalazły się w jego obszarze. Zostanie zaznaczony zarówno obiekt 2 jak i 3. Aby je usunąć naciśnij klawisz *Delete*.

Cofnij wynik działania komendy. Kliknięcie *lewym klawiszem myszki* w miejscu 1 i przesunięcie w prawo i w górę spowoduje, że powstanie prostokąt rysowany linią ciągłą. Tego typu okno zaznaczy tylko elementy w całości znajdujące się w oknie. W tym przypadku, do zbioru wskazań zostanie dodany tylko obiekt 3, a nie jak w poprzednim przypadku 2 i 3. Usuń obiekt 3.



Rys. 2.4. Usuwanie obiektów - zaznaczanie pojedyncze

2.1.4. Narzędzia do przeglądania rysunku

Ikony poleceń z grupy *Zoom*, pozwalające na przeglądanie rysunku znajdują się w pasku narzędzi *Standard* lub w pasku narządzi *Zoom*. Pasek narzędzi *Zoom* można włączyć lub wyłączyć przez wybór paska z listy pasków. Lista ta pojawi się po kliknięciu prawym klawiszem na obszar dowolnego paska narzędzi. W ten sposób można oczywiście włączać lub wyłączać także inne paski narzędzi.

Cofnij wynik działania poprzedniej komendy. Kliknij polecenie *zoom* okno i zaznacz fragment powyższego łańcucha odcinków tak, aby zobaczyć na ekranie tylko jego lewy koniec. Za pomocą polecenia *nfragm* przesuwaj rysunek w taki sposób, aby dotrzeć do prawego końca łańcucha linii. Za pomocą polecenia *zoom poprzedni* spowoduj cofanie się kolejnych powiększeń do momentu, aż zostanie wyświetlony

ponownie lewy koniec. Za pomocą komendy *zoom zakres* wyświetl ponownie wszystkie elementy rysunku.

Pomocnym narzędziem przeglądania rysunku są granice rysunku. Wydaj komendę z menu *Format > Granice rysunku*. Upewnij się, że lewy dolny narożnik rysunku ma współrzędne 0, 0 a górny prawy 420, 297. Granice staną się widoczne, kiedy włączona zostanie siatka. Klawiszem F7 włącz siatkę rysunku. Siatka to kropki o określonym odstępie wypełniające obszar granic rysunku. Siatkę można również włączyć klikając na drugą ikonę w pasku narzędzi rysunkowych (rys. 10.5). Klikając prawym klawiszem otrzymujemy dostęp do ustawień siatki.



Rys. 2.5. Narządzie siatki

Za pomocą polecenia *zoom wszystko* spowoduj, żeby na ekranie pojawił się rysunek w swoich granicach. Komenda *zoom wszystko* wyświetli obszar do granic rysunku, chyba, że element rysunkowy znajduje się poza granicami rysunkowymi. Wówczas na ekranie pojawi się taki obszar, aby widoczne były granice rysunku i elementy, które znajdują się poza nim.

Narysuj odcinek poza granicami rysunku i porównaj działanie komend *zoom zakres* i *zoom wszystko*.

2.2. RYSOWANIE ODCINKÓW, ŁUKÓW I OKRĘGÓW

Współrzędne rysowanych obiektów możemy zdefiniować za pomocą klawiatury lub myszy. Wprowadzanie współrzędnych możliwe jest za pomocą współrzędnych globalnych albo współrzędnych lokalnych, odmierzanych od ostatnio wprowadzonego punktu (rys. 10.6). To powoduje, że użytkownik ma bardzo wiele możliwości wprowadzania współrzędnych i do danego zadania rysunkowego może wybrać najwygodniejszą. W podręczniku wyróżniono 7 sposobów.

Wprowadzenie współrzędnych globalnych za pomocą klawiatury (sposób 1) polega na podaniu pary liczb X i Y rozdzielonych przecinkami (tabela 10.1). Jeśli istnieje potrzeba zastosowania współrzędnych lokalnych użytkownik informuje o tym system wpisując symbol @ przed parą współrzędnych X i Y. Ustalenie położenia w układzie współrzędnych lokalnych może się odbyć na dwa sposoby: w układzie współrzędnych kartezjańskich (sposób 2) bądź biegunowych (sposób 3). O tym, w jaki sposób zostaną zinterpretowane współrzędne decyduje znak rozdzielający – przecinek dla współrzędnych kartezjańskich, znak mniejszości dla współrzędnych biegunowych.



Rys. 2.6. Układy współrzędnych globalny oraz lokalny kartezjański i biegunowy

T-1-1-1(1 1	1	1.0.1	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
Tabela I	J. I. S	sposoby	definitov	vania ws	poirzeanych

Układ	Sposób wprowadzenia współrzędnych					
współrzędnych		Klawiatura	Mysz			
Globalny	1	X,Y	4	X,Y		
	2	@ΔΧ,ΔΥ	5	L<0		
Lakalay	3	@L<φ	U	Ξ (ψ		
Loкату	6	L	φ			
	7	φ		L		

Posługując się wskaźnikiem myszy do zidentyfikowania współrzędnych należy kierować się wartościami wyświetlanych współrzędnych w oknie współrzędnych. W tej sytuacji również mamy dwie możliwości: zostaną wyświetlone współrzędne globalne (sposób 4) albo współrzędne lokalne w układzie biegunowym (sposób 5, rys. 10.7). W tym celu należy za pomocą kliknięcia na okno współrzędnych zmienić tryb ich wyświetlania.



Rys. 2.7. Wyświetlanie wartości współrzędnych w układzie globalnym oraz lokalnym biegunowym

Należy zaznaczyć, że sposób 5 jest raczej teoretyczną możliwością, natomiast jego praktyczna realizacja stanowi dużą trudność.

Trzeba podkreślić, że precyzyjne definiowanie współrzędnych za pomocą wskaźnika myszy wymaga zastosowania m.in. takich narzędzi jak: SKOK – który powoduje przesuwanie się kursora z kokiem o zadaną wartość, SIATKA – która daje orientację w wielkości widzialnego pola rysunku, ORTO – które jest trybem rysowania tylko linii pionowych i poziomych. Szczególnie należy pamiętać, że rysunek wykonany za pomocą wskaźnika myszy bez włączonego trybu skok może spowodować, że współrzędne mają wartości bardzo niedokładne i w większości sytuacji dyskwalifikują rysunek jako dokument techniczny.

Możliwy jest też mieszany sposób wprowadzenia współrzędnych, w czasie którego za pomocą klawiatury definiujemy długość, a za pomocą kursora myszy kąt (sposób 6) lub odwrotnie, z klawiatury wpisujemy kąt, zaś za pomocą kursora myszy ustalamy długość (sposób 7).

Szczegółowo sposoby te zostaną przedstawione w formie ćwiczeń.

2.2.1. Ćwiczenia

Przed rozpoczęciem ćwiczeń usuń z rysunku wszystkie elementy. Spowoduj, żeby na ekranie wyświetlony był rysunek w granicach rysunkowych formatu A3. Ponadto, zwróć uwagę, aby w lewym dolnym ekranie, w pasku narzędzi wszystkie pola były niepodświetlone (rys. 10.8).

```
▥▥∟ ▱ ご∠ ½ ਙ + ▣
```

Rys. 2.8. Stan pomocy rysunkowych przed rozpoczęciem ćwiczeń

Każdorazowo zwróć uwagę, w jaki sposób definicja zadania wpływa na dobór metody rysowania odcinków.

Ćwiczenie 2.1. Rysowanie odcinków 1 sposobem współrzędne globalne X, Y z klawiatury

Polecenie

Używając współrzędnych globalnych narysuj prostokąt o wierzchołkach 20, 20 i 120, 70 (rys. 10.9).





Wykonanie

Wybierz z menu polecenie Linia (rys. 10.10):

Rysuj	Wymiar	Modyfikuj
Mo <u>d</u> e	•	
,∕° <u>L</u> inia	I	

Rys. 2.10.

Wpisuj w linii poleceń:

```
Określ pierwszy punkt: 20,20
Określ następny punkt lub [Cofaj]: 120,20
Określ następny punkt lub [Cofaj]: 120,70
Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: 20,70
Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: 20,20
Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: [ENTER]
```

Sprawdzenie

Wskaż prawy bok prostokąta. Naciśnij kombinacje klawiszy *Ctrl-1*. W oknie dialogowym właściwości obiektu sprawdź długość boku. Jeśli długość jest różna od 50.00, powtórz ćwiczenie.

Ćwiczenie 2.2. Rysowanie odcinków 2 sposobem współrzędne lokalne @ΔX, ΔY z klawiatury

Polecenie

Używając współrzędnych lokalnych narysuj prostokąt o boku 100 i wysokości 50 (rys. 10.3).



Rys. 2.11.

Wykonanie

Wybierz z menu polecenie Linia. Wpisz w linii poleceń:

Określ pierwszy punkt: 10,10 Określ następny punkt lub [Cofaj]: @100,0 Określ następny punkt lub [Cofaj]: @0,50 Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: @-100,0 Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: @0,-50 Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: [ENTER]

Sprawdzenie



Rys. 2.12.

Czyli po uruchomieniu polecenia *odległość* określ lewy dolny, a potem prawy górny narożnik prostokąta:

Określ pierwszy punkt: kon z [wskaż pierwszy punkt] Określ drugi punkt lub [Wiele punktów]: kon z [wskaż pierwszy punkt]

Przekątna powinna wynosić 111.8034. Jeśli wynik jest inny powtórz rysunek.

Ćwiczenie 2.3. Rysowanie odcinków 3 sposobem współrzędne lokalne @L<α z klawiatury

Polecenie

Używając współrzędnych lokalnych narysuj trójkąt równoboczny o długości boków 100 (rys. 10.13).



Rys. 2.13.

Wykonanie

Wybierz z menu polecenie Linia. Wpisz w linii poleceń:

```
Określ pierwszy punkt: 50,50
Określ następny punkt lub [Cofaj]: @100<60
Określ następny punkt lub [Cofaj]: @100<-60
Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]: z
```

Sprawdzenie

Za pomocą trzeciego polecenia *Kąt* w pasku narzędzi *Narzędzia pomiarowe* zmierz wszystkie kąty trójkąta. Jeśli kąty są różne od 60.00°, powtórz ćwiczenie.

Ćwiczenie 2.4. Rysowanie odcinków 4 sposobem współrzędne globalne X,Y za pomocą myszy

Polecenie

Narysuj prostokąt o współrzędnych wierzchołka 20, 20 i 120, 70 (rys. 10.9).

Wykonanie

Wybierz z menu polecenie Ustawienia rysunkowe:

N	arzędzia	Rysuj	Wymiar	Modyfikuj			
	Obszary	+					
	Palety	•					
	Paski nar	•					
	Wiersz po	Ctrl+9					
	Wyczyść	Wyczyść ekran					
	Standard	y <u>C</u> AD		+			
	<u>K</u> reatory			•			
	Ustaw <u>i</u> eni	ia rysunko	owe				

Rys. 2.14.

W oknie dialogowym ustaw odstępy skoku na 1 oraz odstępy siatki na 10. Włącz SIATKA za pomocą klawisza F7. Włącz ORTO za pomocą klawisza F8. Włącz SKOK za pomocą klawisza F9. Status tych narzędzi w lewym dolnym obszarze ekranu powinien wyglądać następująco:

```
Щ Щ Ф С ∠ ½ + + П
Rys. 2.15.
```

Wybierz z menu polecenie Linia. Obserwując wartości współrzędnych w lewym dolnym rogu ekranu, wskaż punkt 20,20 (rys. 10.16). W miarę potrzeb powiększ rysunek do rozmiarów rysowanych elementów.

20.0000, 20.0000, 0.0000 Rys. 2.16. Przesuń kursor w prawo. Obserwując współrzędne, wskaż punkt 120,20 (rys. 10.17). Postępując w ten sposób narysuj kolejne odcinki. 120.0000, 20.0000, 0.0000

Rys. 2.17.

Sprawdzenie

Przekątna prostokąta powinna wynosić 111.8034. Jeśli wynik jest inny powtórz rysunek.

Ćwiczenie 2.5. Rysowanie odcinków 6 i 7 sposobem – współrzędne lokalne L<α

Polecenie

Narysuj równoległobok o wymiarach jak na (10.18).



Rys. 2.18.

Wykonanie

Włącz SIATKA za pomocą klawisza F7. Włącz SKOK za pomocą klawisza F9. Włącz wprowadzanie dynamiczne za pomocą klawisza F12. Wyłącz ORTO za pomocą klawisza F8. Pasek narzędzi rysunkowy powinien wyglądać następująco.



Rys. 2.19.

Wybierz z menu polecenie Linia. Wskaż punkt o dowolnych współrzędnych. Przesuń kursor w prawo i do góry tak, aby w polu współrzędnych pojawił się kąt 45°.



Rys. 2.20.

Jeśli masz trudności w uzyskaniu wartości kąta 45° włącz narzędzie *śledzenie biegunowe* i ustaw wartość śledzenia, co 45°.



Rys. 2.21.

Wpisz długość odcinka 50 i naciśnij *Enter*. W ten sposób narysuj pozostałe odcinki. Zauważ, że za pomocą tabulatora możesz przełączać się pomiędzy edycją długości i kąta. Dzięki temu możesz zastosować 7. sposób rysowania.

Sprawdzenie

Zmierz dłuższą przekątną równoległoboku. Prawidłowy wynik to 139.8966. Jeśli wynik jest nieprawidłowy powtórz ćwiczenie.

2.2.2. Zadania

Zadanie 2.1.

Sposobem 1 i 4, narysuj trójkąt o wymiarach jak na rys. 10.22.







Zadanie 2.2.

Narysuj wzór z rys. 10.23, stosując sposób 2, a następnie 3.



Rys. 2.23.

Sprawdzenie

Zmierz odległość od lewego końca pierwszego odcinka do górnego końca prawego skrajnego odcinka, jak to pokazano za pomocą linii kreskowej. Prawidłowy wynik to 101.1187. Jeśli wynik jest nieprawidłowy powtórz ćwiczenie.

Zadanie 2.3.

Narysuj wielobok stosując sposób 3, a następnie 6.



Rys. 2.24.

Sprawdzenie

Zmierz odległość pomiędzy wierzchołkiem 1 i 2. Prawidłowy wynik to 90. Powtórz ćwiczenie, jeśli wynik jest nieprawidłowy.

Zadanie 2.4.

Narysuj wielobok (rys. 10.25) stosując sposób 2 i 5. Pamiętaj, że dla sposobu 5 wygodnie włączyć jest tryb ORTO.



Rys. 2.25.

Sprawdzenie

Zmierz odległość pomiędzy wierzchołkiem 1 i 2. Prawidłowy wynik to 90. Jeśli wynik jest nieprawidłowy powtórz ćwiczenie.

Zadanie 2.5.

Narysuj wielobok (rys. 10.26) bez przerywania komendy rysuj. Zauważ, że sposób wymiarowania wieloboku wymusza rysowanie za pomocą współrzędnych w układzie lokalnym. Zastanów się, od którego miejsca warto rozpocząć rysowanie. Ostatni odcinek narysuj za pomocą opcji *Zamknij*.



Rys. 2.26.

Sprawdzenie

Zmierz długość odcinka oznaczonego, jako 1. Prawidłowy wynik to 31.0644. Jeśli wynik jest nieprawidłowy, powtórz ćwiczenie.

Zadanie 2.6.

Narysuj wielobok (rys. 10.27). Rysunek został zwymiarowany przez podanie współrzędnych końców odcinków, długości odcinków oraz ich kątów. Każdorazowo wykorzystaj odpowiedni sposób rysowania odcinków.



Rys. 2.27.

Sprawdzenie

Zmierz długość odcinka zaznaczonego jako 1. Prawidłowy wynik to 34.7769. Jeśli wynik jest nieprawidłowy, powtórz ćwiczenie.

Zadanie 2.7.

Zapoznaj się ze sposobami rysowania łuków. Narysuj siatkę z odcinków jak na rysunku 10.28. Wykorzystaj do tego tryb ORTO. Następnie narysuj poniższy kształt z łuków o promieniu 10.



Zadanie 2.8.

Zapoznaj się z opcjami rysowania okręgów, a następnie narysuj poniższy kształt (rys. 10.29). Najmniejsze 4 okręgi powinny być styczne do swoich sąsiadów.



Rys. 2.29.

Sprawdzenie

Zmierz odległość pomiędzy środkami przeciwległych małych okręgów. W celu dokładnego określenia współrzędnych przed każdorazowym wskazaniem punktów wpisz polecenie *cen* (od centrum). Prawidłowy wynik to 69.7808. Jeśli wynik jest nieprawidłowy powtórz ćwiczenie.

2.3. KOPIOWANIE

Kopiowanie i przesuwanie elementów graficznych wymaga zdefiniowania wektora przesunięcia. Wektor ten można zdefiniować podając jego początek i koniec we współrzędnych globalnych (rys. 10.30). Drugi sposób, to zdefiniowanie wektora przemieszczenia przez podanie jego składowych w układzie współrzędnych kartezjańskich lub biegunowych.



Rys. 2.30.

Aby zastosować sposób 1 należy w odwiedzi na zapytania polecenia *Kopiuj* lub *Przesuń* określić punkt bazowy i drugi punkt (Tabela 10.2). Aby zastosować 2 sposób należy, w odpowiedzi na drugie zapytanie zakończyć wykonywanie komendy naciskając *Enter*. Wówczas program, wpisane w pierwszy kroku dane zinterpretuje, nie jako współrzędne pierwszego punktu, ale jako współrzędne wektora przesunięcia.

Tabela 10.2. Sposoby definiowania wektora przemieszczenia

	sposób 1	sposób 2
Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie/Tryb] <przesunięcie></przesunięcie>	X1,Y1	ΔΧ, ΔΥ L<φ
Określ drugi punkt lub [Zakończ/Cofaj] <zakończ></zakończ>	X2,Y2	[Enter]

Dla uproszczenia w tym podrozdziale zrezygnowano z wyróżniania dalszych sposobów ze względu na sposób wprowadzania danych z klawiatury i za pomocą kursora.

2.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.6. Kopiowanie sposobem 2, przez zdefiniowanie składowych wektora przesunięcia ΔX , ΔY z klawiatury

Polecenie

Narysuj linią ciągłą dwa odcinki pokazane na rys. 10.31, a następnie skopiuj je by uzyskać kwadrat.



Rys. 2.31.

Wykonanie

Po narysowaniu odcinków 1 i 2, wpisz w linii poleceń:

Polecenie: KOPIUJ Wybierz obiekty: [wskaż odcinek 1] Wybierz obiekty: [ENTER] Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie/Tryb] <Przesunięcie>: 0,20 Określ drugi punkt lub <użyj pierwszego punktu jako przesunięcie>: [ENTER] Polecenie: [ENTER] Wybierz obiekty: [wskaż odcinek 2] Wybierz obiekty: [ENTER] Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie/Tryb] <Przesunięcie>: 20,0 Określ drugi punkt lub <użyj pierwszego punktu jako przesunięcie>: [ENTER]

Ćwiczenie 2.7. Kopiowanie sposobem 2, przez zdefiniowanie przesunięcie we współrzędnych biegunowych L<α z klawiatury

Polecenie

Narysuj trójkąt równoboczny o boku 40 (rys. 10.32). W jego lewym dolnym wierzchołku narysuj okrąg o promieniu 10. Skopiuj okrąg tak aby środki okręgów znalazły się w pozostałych wierzchołkach.



Rys. 2.32.

Wykonanie

Po narysowaniu trójkąta i okręgu, wpisz w linii poleceń:

Polecenie: KOPIUJ Wybierz obiekty: [wskaż okrąg] Wybierz obiekty: [ENTER] Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie/Tryb] <Przesunięcie>: 40<0 Określ drugi punkt lub <użyj pierwszego punktu jako przesunięcie>: [ENTER] Polecenie: KOPIUJ Wybierz obiekty: [wskaż okrąg] Wybierz obiekty: [ENTER] Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie/Tryb] <Przesunięcie>: 40<60 Określ drugi punkt lub <użyj pierwszego punktu jako przesunięcie>: [ENTER]

Ćwiczenie 2.8. Kopiowanie sposobem 2, przez zdefiniowanie przesunięcie we współrzędnych biegunowych L<α za pomocą myszy

Polecenie

Narysuj dwa prostopadłe odcinki jak na rys. 10.33. Następnie skopiuj je za pomocą kursora myszy tak, aby uzyskać kwadrat.

Wykonanie

Obserwuj współrzędne pojawiające się na ekranie w trybie wprowadzania dynamicznego, lub współrzędne w lewym dolnym rogu ekranu (rys. 10.34).



Pamiętaj, że posługując się kursorem graficznym należy włączyć i ustawić wartość skoku.

Wpisz w linii poleceń:

```
Polecenie: KOPIUJ
Wybierz obiekty: [wskaż odcinek 1]
Wybierz obiekty: [ENTER]
Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie/Tryb] <Przesunięcie>: [wskaż punkt a]
Określ drugi punkt lub <użyj pierwszego punktu jako przesunięcie>: [wskaż punkt
b]
Określ drugi punkt lub [Zakończ/Cofaj] <Zakończ>: [ENTER]
```

2.3.2. Zadania

Zadanie 2.9.

Narysuj poniższy wielobok poprzez kopiowanie (rys. 10.35). Zadanie wykonaj sposobem 1, definiując początek i koniec wektora przesunięcia za pomocą myszy oraz sposobem 2, wpisując składowe wektora przesunięcia z klawiatury. Zadanie rozpocznij od narysowania dwóch odcinków zaznaczonych ciągłą linią.



Rys. 2.35.

Sprawdzenie

Zmierz odległość pomiędzy punktami 1 i 2. Prawidłowy wynik to 94.8683. Jeśli wynik jest nieprawidłowy powtórz ćwiczenie.

Zadanie 2.10.

Narysuj poniższy wielobok poprzez kopiowanie (rys. 10.36). Zadanie wykonaj sposobem 2, za pierwszym razem wpisując składowe wektora przesunięcia z klawiatury, za drugim razem definiując początek i koniec wektora przesunięcia za pomocą myszy. Zadanie rozpocznij od narysowania dwóch odcinków zaznaczonych ciągłą linią.



Rys. 2.36.

Sprawdzenie

Zmierz odległość pomiędzy punktami 1 i 2. Prawidłowy wynik to 67.082. Jeśli wynik jest nieprawidłowy powtórz ćwiczenie.

2.4. PRZYKŁADY ZŁOŻONYCH OBIEKTÓW RYSUNKOWYCH

Ćwiczenie 2.9. Rysowanie polilinii

Polilinia to łańcuch odcinków i łuków tworzących jeden obiekt. Wpisz polecenie *plinia*. Po narysowaniu kilku segmentów prostych, wybierz opcję rysowania łuku (litera *u*) i narysuj kilka łuków. Po narysowaniu kilku łuków ponownie przejdź do rysowania prostych segmentów (litera *l*). Zakończ rysowanie. Po narysowaniu obiektu wskaż jeden z jego segmentów i zaobserwuj, że zaznaczone zostały wszystkie segmenty tego obiektu.

Autocad korzysta z obiektu polilinia także w przypadku innych poleceń niż *plinia*. Przykładem może być polecenie *prostokąt*.

Aby zamienić polilinię na zbiór niezwiązanych ze sobą obiektów należy zastosować polecenie *rozbij*.

Ćwiczenie 2.10. Kreskowanie

Narysuj dowolny zamknięty obszar. Wybierz polecenie *kreskuj*. W oknie dialogowym wybierz wzór kreskowania, a następnie wybierz opcję *wskaż punkty* i wskaż punkt wewnątrz narysowanego przez siebie zarysu. Zatwierdź wybór i naciśnij przycisk *Ok*.

Wszystkie linie kreskowania również tworzą jeden złożony obiekt. Za pomocą polecenia *Rozbij* również kreskowanie możemy zamienić na zbiór niezwiązanych ze sobą obiektów.

Zadanie 2.11.

Za pomocą polecenia *plinia* narysuj kształt zgodnie z wymiarami jak na rys. 10.37.a. Za pomocą polecenia *kreskuj* zakreskuj obszar tak jak na rysunku 10.37.b.





2.5. LOKALIZACJA

Edytory graficzne posiadają narzędzie do precyzyjnego wskazywania charakterystycznych punktów obiektów graficznych takich jak: końce odcinków i łuków, środki okręgów i odcinków, punkty przecięcia się obiektów, punkty styczności itd. Zlokalizowane w ten sposób punkty można wykorzystać do tworzenia, modyfikacji elementów rysunku lub pomiarów odległości.

2.5.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.11. Rysowanie z zastosowaniem lokalizacji

Polecenie

Narysuj okrąg, łuk i odcinki zaznaczone na rysunku 10.38. linią ciągłą zgodnie z podanymi wymiarami.



Rys. 2.38.

Wykonanie

Korzystając z menu rozwijalnego wybierz polecenie Ustawienia rysunkowe i ustaw w oknie dialogowym odpowiednie opcje (rys. 10.39).

Wybierz polecenie rysowania polilinii *plinia* i narysuj linie zaznaczoną na rys. 10.38 linią kreskową. Skorzystaj przy tym z automatycznej lokalizacji. Akceptuj znalezione przez program punkty charakterystyczne dopiero wtedy, kiedy pojawią się właściwe symbole (rys. 10.40)

Mustawienia rysunkowe	×							
Skok i siatka Sledzenie biegunowe	Lokalizacja względem obiektu Wprowadzanie dynamic 💶 🕨							
🔲 Lokalizacja wzgl. obiektu (F3)	💭 Śledzenie lokalizacji wzgl. obiektu (F11)							
Tryby lokalizacji względem obiek	tu							
Punkt końcowy	🔓 🗖 Baza 🦳 Wybierz wszystkie							
🛆 🔽 Punkt symetrii	▶ Prostopadły Wyczyść wszystkie							
Centrum								
💢 🔲 Punkt	🔀 🥅 Najbliższy							
🚫 🔲 Kwadrant	Decomy							
🔀 🔽 Punkt przecięcia	n Równoległy							
🔲 Przedłużenie								
Aby włączyć śledzenie od punktu lokalizacji względem obiektu, po wydaniu polecenia przytrzymaj wskaźnik nad tym punktem. Gdy po chwili przesuniesz kursor, pojawi się wektor śledzenia. Aby wyłączyć śledzenie, ponownie przytrzymaj wskaźnik nad punktem.								
Opcje	OK Anuluj Pomoc							

Rys. 2.39.



Rys. 2.40.

Po narysowaniu wskaż polilinię i zaobserwuj, że został zaznaczony cały łańcuch odcinków, a nie pojedynczy odcinek.

Sprawdzenie

Sprawdź długość narysowanej linii, która powinna wynosić 71.3279. Dzięki temu, że narysowana linia jest polilinią można jej długość sprawdzić w oknie właściwości za pomocą polecenia *Ctrl-1*. W razie konieczności popraw rysunek.

Ćwiczenie 2.12. Przesuwanie z zastosowaniem lokalizacji

Polecenie

Narysuj okrąg o średnicy 30 i kwadrat o boku 30 (rys. 10.41). Przenieś okrąg tak, aby był on wpisany w kwadrat.



Rys. 2.41.

Wykonanie

Zaznacz opcje *Kwadrant* i *Punkt symetrii* w *Ustawieniach rysunkowych*. Wybierz polecenie *Przesuń*. Wskaż *Okrąg*. Wskaż dolny początek ćwiartki okręgu, jako punkt bazowy, a następnie środek dolnego boku kwadratu, jako punkt docelowy (rys. 10.42).



Rys. 2.42.

Ćwiczenie 2.13. Rysowanie z zastosowaniem filtrów współrzędnych

Polecenie

Narysuj dwa prostokąty zaznaczone na rysunku 10.43 linią ciągłą. Trzeci rzut wykonaj wykorzystując filtry współrzędnych.

Wykonanie

Filtry pozwalają na wybór, które ze składowych współrzędnych wskazanego punktu mają być odczytane i zapamiętane. Narzędzie to wywołujemy wpisując w linii komend "kropkę" i symbol współrzędnej którą chcemy zdefiniować. Kiedy wpiszmy ".x", program ze wskazanego punktu odczyta tylko współrzędną x. W dalszej kolejności program poprosi o wskazanie następnego punktu, z którego odczyta brakujące współrzędne.





Wybierz polecenie Prostokąt.

```
Polecenie: PROSTOK
Określ pierwszy narożnik lub [Fazuj/Poziom/Zaokrągl/Grubość/Szerokość]: .x
z [wskaż a]
(potrzeba YZ): [wskaż b]
Określ kolejny narożnik lub [Obszar/Wymiary/oBrót]: .x
z [wskaż c]
(potrzeba Y): [wskaż d]
```

Ćwiczenie 2.14. Rysowanie z zastosowaniem śledzenia lokalizacji

Polecenie

Narysuj rysunek 10.44 korzystając ze śledzenia lokalizacji.



Rys. 2.44.

Wykonanie

Włącz lokalizację *F3* i śledzenie lokalizacji *F11*. Stan paska narzędzi rysunkowych powinien wyglądać jak na rysunku 10.45.



Wybierz polecenie Prostokąt. Skieruj kursor myszy na jeden, potem na drugi wierzchołek rzutów jak na rysunku 10.44. Program zacznie rysować linie śledzenia. Kiedy linie śledzenia przetną się, kliknij akceptując punkt. Powtórz czynności definiując drugi wierzchołek prostokąta.

Ćwiczenie 2.15. Przesuwanie z zastosowaniem śledzenia lokalizacji

Polecenie

Narysuj okrąg o średnicy 10 i kwadrat o boku 30. Bez linii pomocniczych, przenieś okrąg tak, aby jego środek znajdował się na przecięciu osi symetrii.



Rys. 2.46.

Wykonanie

Po wybraniu komendy kopiuj wskaż okrąg, a jako punkt bazowy wskaż jego środek. Włącz śledzenie lokalizacji. Następnie wskaż środek lewego boku (powinna zacząć rysować się linia śledzenia) a następnie środek podstawy (powinna zacząć rysować się druga linia śledzenia). Przemieść kursor do środka kwadratu tak, aby przecięły się obie linie śledzenia lokalizacji. Wskaż znaleziony w ten sposób punkt.

2.5.2. Zadania

Zadanie 2.12.

Narysuj poniższe wzory (rys. 10.46) stosując lokalizację punktu końcowego, środkowego, przecięcia i prostopadłości. Każdorazowo rysowanie rozpocznij od największego kwadratu o długości boku 50.



Rys. 2.47.

Sprawdzenie

Zmierz odległość pomiędzy środkami okręgów. Odległość ta powinna wynosić 35.3553. Sprawdź w oknie właściwości, jaka jest długość przekątnej najmniejszego kwadratu. Powinna ona wynosić 8.8388. W razie konieczności popraw rysunki.

Zadanie 2.13.

Narysuj dwa odcinki: pionowy i poziomy o długości 20 (rys. 10.48). Za pomocą kursora myszy, używając lokalizacji końca odcinka, kopiuj odcinki w taki sposób, aby otrzymać krzyż.



Rys. 2.48.

Zadanie 2.14.

Narysuj krzyż z odcinków o długości 20 (rys. 10.48), a następnie stosując filtry współrzędnych narysuj okręgi w geometrycznych środkach ramion i krzyża tak, aby otrzymać rysunek (rys. 10.49).

Sprawdzenie

Największa odległość pomiędzy okręgami powinna wynosić 40. W razie konieczności popraw rysunek.



Rys. 2.49.

Zadanie 2.15.

Narysuj ośmiokąt (rys. 10.50), a następnie stosując śledzenie lokalizacji narysuj okrąg w jego środku.



Rys. 2.50.

2.6. MODYFIKOWANIE OBIEKTÓW

2.6.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.16. Ucinanie

Polecenie

Komenda *Utnij* pozwala na skracanie obiektów przez wykorzystanie krawędzi tnącej. Narysuj rysunek 10.51.a, a następnie korzystając ze wspomnianego polecenia, utnij obiekty pokrywające odcinek tak, aby uzyskać rysunek 10.51.b.



Rys. 2.51.

Wykonanie

Wydaj polecenie Utnij.

Polecenie: utnij

Bieżące ustawienia: Rzutowanie=LUW, Krawędzie=Brak

Wybierz krawędzie tnące ...

Wybierz obiekty lub <wybierz wszystko>: [wskaż obiekt a]

Wybierz obiekty:

Wybierz obiekt do ucięcia lub shift-wskaż do wydłużenia lub

[Krawędź/Przetnij/Rzut/krawędziE/Wymaż/Cofaj]: [wskaż obiekty b, c, d, e, f]

Ćwiczenie 2.17. Przedłużanie

Polecenie

Komenda Wy*dłuż* pozwala na przedłużanie obiektów do wskazanej uprzednio granicy. Narysuj rysunek 10.52.a, a następnie wykonaj rysunek 10.52.b.





Wykonanie

Wydaj polecenie Wydłuż.

Polecenie: wydłuż

Wybierz krawędzie obwiedni ...

Wybierz obiekty lub <wybierz wszystko>: [wskaż obiekt a]

Wybierz obiekty: [Enter]

Wybierz obiekt do wydłużenia lub shift-wskaż do ucięcia lub

[Krawędź/Przetnij/Rzut/krawędziE/Cofaj]: [wskaż obiekt b, c, d]

Ćwiczenie 2.18. Rozciąganie

Polecenie

Narysuj prostokąt o wymiarach 50 na 25 (rys. 10.53). Rozciągnij prostokąt, aby uzyskać długość 65.

Wykonanie

Wybierz polecenie *Rozciągnij* . Zaznacz oknem prawą część prostokąta w taki sposób, aby okno obejmowało jego dwa prawe wierzchołki. Zauważ, że okno zaznaczania musi być obwiedzione linią kreskową. Zdefiniuj odpowiednie przesunięcie.

Określ punkt bazowy lub [Przesunięcie] < Przesunięcie>: 15,0

Określ drugi punkt lub <użyj pierwszego punktu jako przesunięcie>: [Enter]



Rys. 2.53.

Sprawdzenie

Sprawdź długości i kąty wydłużonego prostokąta. W razie potrzeby powtórz zadanie.

Ćwiczenie 2.19. Fazowanie i zaokrąglanie

Polecenie

Narysuj prostokąt o wymiarach 50 na 30. Sfazuj i zaokrągli narożniki prostokąta jak na rysunku 10.54.

Wykonanie

Wpisz polecenie *Fazuj*. Wybierz opcję definiowania wartości fazy (litera *f*). Wpisz wartość 5 dla obu faz. Wskazuj pary krawędzi, które maja zostać sfazowane (rys. 10.54).



Rys. 2.54.

Wybierz polecenie *Zaokrągl*. Wybierz opcję ustawiania wartości promienia zaokrąglenia (litera *r*). Wpisz wartość 5. Zgodnie z rysunkiem wskaż pary krawędzi, które maja zostać zaokrąglone.

2.6.2. Zadania

Zadanie 2.16.

Narysuj poniższą siatkę z odcinków poziomych i pionowych i przekształć go w literę E, używając jednie komendy *Utnij*.



Rys. 2.55.

Zadanie 2.17.

Stosując komendę *Rozciągnij* z rysunku 10.56.a utwórz rysunek 10.56.b. Po modyfikacji wierzchołki czworoboku powinny znajdować się dokładnie w ćwiartkach okręgu. W zadaniu należy wykorzystać narzędzie do lokalizacji punktów charakterystycznych *Kwadrant* i *Koniec*.





Zadanie 2.18.

Zgodnie z wymiarami narysuj rzut wałka (rys. 10.57.a), a następnie przekształć go za pomocą komendy *Rozciągnij* w uproszczony rysunek silnika (rys. 10.57.b).



Rys. 2.57.

Zadanie 2.19.

Narysuj trójkąt równoboczny o długości boku 100 mm i stosując tylko polecenia *Skala*, *Obrót* i *Kopiuj* oraz narzędzie lokalizacji punktów charakterystycznych, wykonaj rysunek 10.58.



Rys. 2.58.

Sprawdzenie

Sprawdź czy odległość pomiędzy środkami wskazanych boków trójkątów wynosi 50. W razie potrzeby narysuj ponownie.

Zadanie 2.20.

Narysuj dwa poziome i dwa pionowe odcinki jak na poniższym rysunku 10.59.a. Korzystając z polecenia *Fazuj* z wartością fazy równą 0 przekształć rysunek 10.59.a w rysunek 10.59.b.



Rys. 2.59.

2.7. WYMIAROWANIE

2.7.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.20. Wymiarowanie odcinków

Polecenie

Narysuj kształt z rysunku 10.60 (bez wymiarów).



Rys. 2.60.

Zwymiaruj dwa boki jak na rysunku 10.61.



Rys. 2.61.

Wykonanie

Odcinek można zwymiarować wskazując jego końce lub wskazując sam odcinek. Lewy bok zostanie zwymiarowany pierwszym, a prawy drugim sposobem. Włącz lokalizację końców odcinków. Wybierz z menu polecenie *Wymiar>Linia*. Aby zwymiarować odcinek przez wskazanie końców, wskaż kolejno:

Określ początek pierwszej pomocniczej linii wymiarowej lub <wybierz obiekt>: [wskaż punkt a]

Określ początek drugiej pomocniczej linii wymiarowej: [wskaż punkt b]

Określ położenie linii wymiarowej lub

[Wtekst/Tekst/Kąt/Poziomo/plonowo/Obrócony]: [wskaż punkt c]

Polecenie: [ENTER]

Aby zwymiarować odcinek przez wskazanie obiektu wykonaj:

Określ początek pierwszej pomocniczej linii wymiarowej lub <wybierz obiekt>: [ENTER]

Wybierz obiekt do wymiarowania: [wskaż element d]

Określ położenie linii wymiarowej lub

[Wtekst/Tekst/Kąt/Poziomo/plonowo/Obrócony]: [wskaż punkt e]

Ćwiczenie 2.21. Wymiarowanie od bazy i szeregowe

Polecenie

Zwymiaruj kształt z rysunku 10.60 stosując dla dolnych krawędzi wymiarowanie szeregowe a dla górnych krawędzi, wymiarowanie od bazy.

Wykonanie

Dla wymiarowania od bazy i w szeregu istnieją specjalizowane narzędzia.

Zwymiaruj odcinek poziomy "a" (rys. 10.62). Następnie wskaż ikonę wymiarowania od bazy i wskaż punkty "b" oraz "c". Narzędzie wymiarowania od bazy, za bazę przyjmie pierwszy wskazany przy wymiarowaniu punkt ostatnio tworzonego wymiaru liniowego. Dlatego jako pierwszy punkt do zdefiniowania wymiaru "a" należy wskazać jego lewy koniec. Jeśli tworzymy wymiar "a" za pomocą wskazania odcinka, miejsce wskazania odcinka w tym przypadku powinno znajdować się w pobliżu lewego końca.

Zwymiaruj odcinek "d" (rys. 10.62). Następnie uruchom narzędzie wymiarowania w szeregu i wskaż punkty "e" oraz "f". Szereg wymiarowy będzie kontynuował wymiarowanie od ostatniego punktu wprowadzonego przy definicji pierwszego wymiaru liniowego. Dlatego przy definiowaniu wymiaru "d" za pomocą końców odcinka, jako pierwszy wskaż lewy, a jako drugo, prawy koniec. Jeśli wymiar "d" tworzymy za pomocą wskazania odcinka, miejsce wskazania odcinka powinno znajdować się w pobliżu lewego końca.



Rys. 2.62.

Ćwiczenie 2.22. Edycja tekstu wymiarowego

Polecenie

Narysuj kształt i zwymiaruj go jak na rysunku 10.63.a. Zmień wymiar 38 na wymiar z symbolem średnicy jak na rysunku 10.63.b.



Rys. 2.63.

Wykonanie

Dwukrotnie kliknij wymiar. W oknie dialogowym w polu Zmiana tekstu wpisz tekst, który zastąpi automatyczny tekst wymiarowy. Wpisz %%c<>. Ciąg znaków %%c oznacza symbol średnicy, zaś w miejsce nawiasu <> system będzie wyświetlał zawsze aktualny wymiar. Można oczywiście wpisać %%c38, ale wówczas ewentualna fizyczna zmiana wymiarowanego obiektu na rysunku nie spowoduje zmiany tekstu wymiarowego.

× ₩	Wymiar obrócony		-	\$; [\$
	Jednostki miary	38		
\geq	Zmiana tekstu	%%c<>		
	- ·			

Rys. 2.64.

Ćwiczenie 2.23. Modyfikacja tekstu wymiarowego i linii wymiarowych

Polecenie

Narysuj rysunek 10.65. Zwymiaruj do stosując wymiar liniowy, po czym zmodyfikuj jego cechy tak, aby uzyskać możliwość zwymiarowania średnicy otworu na półprzekroju.

Wykonanie

Nie tylko tekst wymiarowy może ulec modyfikacji. Aby uzyskać postać wymiaru jak na rysunku 10.65, w oknie właściwości wymiaru

należy ustawić: *strzałka 1* na "brak", *linia wymiarowa 1* i *pomocnicza linia wymiarowa 1* na "nie". Tak jak w poprzednim ćwiczeniu, należy zmodyfikować tekst wymiarowy stosując zapis %%c<>.



Rys. 2.65.

W przypadku kiedy modyfikacje dotyczą całej grupy obiektów wymiarowych, zmiany należy wprowadzać tworząc dla nich nowy lub modyfikując istniejący styl wymiarowania.

2.8. UCHWYTY

Wskazanie obiektu, kiedy nie jest wykonywana żadna komenda spowoduje, że w jego charakterystycznych punktach, np. końcach, środku symetrii, początkach ćwiartek, uaktywnią się niebieskie kwadraty zwane uchwytami. Uchwyty umożliwiają wykonanie na obiektach modyfikacji takich jak: rozciąganie, przesuwanie, obracanie, skalowanie i odbicie lustrzane. W trakcie realizacji tych transformacji możliwe jest również włączenie trybu kopiowania elementów.

2.8.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.24. Przesuwanie i kopiowanie odcinka

Polecenie

Przesuń i skopiuj odcinek za pomocą uchwytu.

Wykonanie

Aby przesunąć odcinek wskaż środkowy uchwyt odcinka (rys. 10.66). Uchwyt zostanie podświetlony na czerwono. Przesunięcie kursora spowoduje przesunięcie odcinka. Kiedy przesuniesz odcinek do nowego

położenia naciśnij lewy przycisk myszy. Aby wyłączyć uchwyty naciśnij klawisz *Esc*.



Rys. 2.66.

W trakcie działania za pomocą uchwytów możliwe jest także kopiowanie oraz zmiana punktu bazowego. Powtórz operację przesuwania odcinka wybierając opcję *Kopiuj* w następujący sposób:

<Rozciągnij do punktu>/Baza/Kopiuj/Cofaj/Zakończ: k <Enter>

Zauważ, że kopiowanie można wykonywać wielokrotnie. Powtórz operacje przesuwania wybierając opcję *Baza* w następujący sposób:

<Rozciągnij do punktu>/Baza/Kopiuj/Cofaj/ Zakończ: b <Enter>.

Ten tryb pozwala na wybranie innego punktu bazowego.

Ćwiczenie 2.25. Przesuwanie końca odcinka

Polecenie

Zmień położenie końca odcinka za pomocą uchwytu

Wykonanie

Aby przesunąć koniec odcinka wskaż uchwyt znajdujący się na tym końcu. Uchwyt zostanie wybrany. Przesuń koniec odcinka w nowe położenie i naciśnij lewy przycisk myszy.

Ćwiczenie 2.26. Obracanie odcinka

Polecenie

Obróć odcinek za pomocą uchwytu

Wykonanie

Tryby rozciągania i przesuwania obiektów są automatycznie wywoływane przez wskazanie odpowiednich uchwytów. Rozciąganie za pomocą końców np. odcinków, łuków, ćwiartek okręgów, zaś przesuwanie przez wskazanie środków np. odcinków, łuków i ćwiartek okręgów. Tryb pracy uchwytów może jednak zostać dowolnie zmieniony za pomocą klawisza spacji:

 rozciąganie 	(domyślnie)
 przesuwanie 	(jednokrotne naciśnięcie spacji)
- obracanie	(dwukrotne naciśnięcie spacji)
 skalowanie 	(trzykrotne naciśnięcie spacji)

- obicie lustrzane (czterokrotne naciśnięcie spacji)

Aby obrócić odcinek wybierz ten uchwyt, wokół którego chcesz obracać. Następnie naciśnij spację dwa razy. Zauważ, że w obszarze dialogowym u dołu ekranu pojawi się napis ***Obrót***. Przesuwanie kursora spowoduje obrót odcinka (rys. 10.67). Gdy obrócisz odcinek o żądany kąt naciśnij lewy przycisk myszy aby zatwierdzić obrót.



Rys. 2.67.

Ćwiczenie 2.27. Praca z wieloma obiektami

Polecenie

Wykonaj lustrzane odbicie lewej połowy strzałki (rys. 10.68.a) tak, aby uzyskać pełen jej obraz (rys. 10.68.c).

Wykonanie

Narysuj lewą połowę zarysu strzałki (rys. 10.68.a). Zaznacz wszystkie narysowane odcinki.



Zaznacz dolny uchwyt w osi symetrii strzałki (rys. 10.68.b). Czterokrotnie przyciśnij klawisz spacji. Przesuń kursor i zaobserwuj poruszające się odbicie lustrzane. Wybierz opcje *Kopiuj* wprowadzając literę *k*. Wskaż drugi punkt osi symetrii i prawym klawiszem myszy zakończ wykonywanie polecenia (rys. 10.68.c).

Ćwiczenie 2.28. Praca z wieloma uchwytami

Polecenie

Za pomocą uchwytów zwiększ długość prostokąta (rys. 10.69.a).

Wykonanie

Wszystkie poznane wcześniej operacje możliwe są do przeprowadzenia na wielu obiektach jednocześnie. Narysuj prostokąt. Zaznacz jego trzy boki (rys. 10.69.a). Przytrzymując klawisz *Shift* wskaż dwa wierzchołki prostokąta (rys. 10.69.b). Zwolni klawisz *Shift*. Wskaż jeden z wierzchołków i przesuń kursor w prawo (rys. 10.69.c). Prostokąt ulegnie rozciągnięciu.



Ćwiczenie 2.29. Lokalizacja punktów charakterystycznych

Polecenie

Za pomocą uchwytów przesuń koniec jednego z odcinków do końca drugiego odcinka (rys. 10.70.a).



Wykonanie

Wyłącz wszystkie narzędzia rysunkowe (rys. 10.71).



Rys. 2.71.

Narysuj dwa odcinki (rys. 10.70.a) i uaktywnij w nich uchwyty (rys. 10.70.b). Następnie uchwyć koniec lewego odcinka i przybliżaj do jednego z uchwytów prawego odcinka. Uchwyt odcinka zostanie automatycznie przyciągnięty, kiedy znajdzie się w pobliżu uchwytu odcinka docelowego (rys. 10.70.c). Zatwierdź nowe położenie lewym klawiszem myszy.

2.8.2. Zadania

Zadanie 2.21.

Z rysunku 10.71.a, tylko za pomocą uchwytów, w etapach 10.71.b, 10.71.c, stwórz rysunek 10.71.d.



Zadanie 2.22.

Korzystając tylko z uchwytów wykonaj zadania 10.12 i 10.19.

2.9. WARSTWY

Warstwa jest wirtualnym przezroczystym arkuszem folii, na którym można umieszczać elementy rysunkowe. Rysunek może składać się wielu warstw. Na rysunku zawsze istnieje podstawowa warstwa o niezmiennej nazwie "0". Warstwy posiadają swoje cechy jak kolor, grubość linii. Elementy znajdujące się na warstwie mogą dziedziczyć cechy warstwy. Poza cechami typowo graficznymi, warstwy posiadają właściwości ułatwiające organizację rysunku takie jak widoczność, drukowalność, zablokowanie do edycji.

2.9.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.30. Wykorzystanie warstw do nadawania cech tworzonym elementom

Polecenie

Przygotuj rysunek zawierający trzy warstwy o różnych kolorach, typach i grubościach linii, tak aby narysowane na tych warstwach elementy miały cechy widoczne na rysunku 10.73.



Wykonanie

Wpisz polecenie *warstwa*. Uruchomiony zostanie menadżer właściwości warstw (rys. 10.74). Utwórz warstwy Warstwa1, Warstwa2. Warstwa 0 musi istnieć na rysunku i nie można zmienić jej nazwy. Nadaj warstwom kolory jak w oknie dialogowym (rys. 10.74). Warstwie

Wartswa1 przypisz rodzaj linii – linię kreskową, a warstwie Warstwa2 - linię punktową. Przypisz warstwie 0 grubość 0.3 mm.

× ∳ ■	Bie €∳	eżąc	a warstwa: 0 💼 🖢 ጜ 🗙	~						Z	najd	Ź Wa	arstv Ø	
	≫	S.	Nazwa	W	BI	Z	Kolor	Rodzaj linii	Szerokość lin	ii Sty	1	D.	Ζ	Opi
		\checkmark	0	8	٠¤́	ď	czerwony	Continuous	0.30	mm Ko		₿	Г.	
≥			Warstwa1	8	٠¤̈́-	ď	zielony	ACAD_ISO04W100	Stand	dard Ko	o	₿	E <mark>.</mark>	
edżer właściwości warst			Warstwa2	8	-¤́-	6	niebieski	ACAD_ISO02W100	Stand	dard Ko	O	8	E.	
len	»	•		_			m							Þ
2	3	- W	/szvstko: 3 warst	ww	vświet	lond	z 3 warstw							

Rys. 2.74.

Zamknij okno menadżera warstw. W pasku Warstw widoczna jest aktywna warstwa (rys. 10.75). Domyślnie jest nią warstwa "0".

Rys. 2.75.

Narysuj kilka linii, po czym za pomocą paska Warstwy zmień aktywną warstwę. Narysuj kilka linii i ponownie zmień warstwę. Powstające obiekty będą miały cechy, kolory i typy linii takie, jakie są przypisane do warstwy. W celu wyświetlenia grubości linii przypisanej warstwie należy włączyć narządzie *Szerokość linii* (rys. 10.76).



Rys. 2.76.

Ćwiczenie 2.31. Zarządzanie warstwami

Polecenie

Wypróbuj ukrywanie i blokowanie do edycji.

Wykonanie

Za pomocą ikony żarówki na pasku Warstwy ukrywaj i odkrywaj warstwy. Elementy na niewidocznej warstwie nie będą widoczne na rysunku.

Za pomocą ikony kłódki na pasku Warstwy zamykaj i otwieraj warstwy. Spróbuj zmodyfikować lub usunąć element na zablokowanej

warstwie. Elementy na warstwie zamkniętej nie będą podlegały modyfikacji.

2.10. BLOKI, ATRYBUTY I POLA

Niekiedy istnieje potrzeba grupowania obiektów rysunku w funkcjonalną całość, zwaną blokiem. Przykładem zastosowania takich złożonych obiektów są tabelki rysunkowe.

Blok może zawierać dwa rodzaje elementów tekstowych, których wartość można zmienić bez rozbijania bloku. Pierwszy z nich to atrybut. Jest to taki element tekstowy, który może być edytowany przez użytkownika. Pola, drugi rodzaj takich obiektów, także są elementami tekstowymi, ale ich wartość jest powiązana z właściwościami rysunku, np. jego nazwą, datą utworzenia i jest aktualizowana automatycznie. Oba typy obiektów: atrybuty i pola znakomicie nadają się do właśnie tworzenia tabel rysunkowych.

2.10.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 2.32. Tworzenie bloku

Polecenie

Utwórz blok Tabelka zawierający elementy jak na rys. 10.77.

Nazwisko		40
Nazwa		
60		
	200	

Rys. 2.77.

Wykonanie

Narysuj tabelkę o wymiarach i z tekstem w komórkach, jak na rysunku 10.77.

Z menu rozwijalnego wybierz polecenie Rysuj>Blok>Utwórz. Po wyświetleniu się okna dialogowego, wpisz nazwę bloku "Tabelka", zaznacz opcję Określ na ekranie w polach Punkt bazowy i Obiekty. Naciśnij przycisk OK. Wskaż lewy dolny narożnik narysowanej tabelki,

jako punkt jej wstawienia. Następnie zaznacz wszystkie elementy tworzące tabelkę.

Wpisz polecenie *Wstaw*. Upewnij się, że w polu *Nazwa* pojawiła się nazwa bloku "Tabelka". Naciśnij OK i wskaż miejsce wstawienia bloku.

Ćwiczenie 2.33. Modyfikacja bloków

Polecenie

W bloku Tabelka Zmień napis "Nazwisko" na "Autor" (rys. 10.77).

Wykonanie

Dwukrotnie kliknij blok Tabelka. W oknie wybierz nazwę bloku "Tabelka" i naciśnij OK. Zmień napis "Nazwisko" na "Autor". W pasku narzędzi wybierz polecenie *Zamknij edytor bloku*. Potwierdź potrzebę zapisania bloku. Zauważ, że wszystkie instancje bloku (wstawione bloki) zostały zmodyfikowane zgodnie ze zmianą definicji bloku.

Ćwiczenie 2.34. Tworzenie i edycja atrybutów

Polecenie

W bloku *Tabelka* umieść atrybuty pozwalające edytować nazwisko autora i numer rysunku.

Wykonanie

Wyedytuj blok Tabelka. Wpisz polecenie *atrdef*. W oknie dialogowym definicji atrybutu wypełnij pola sekcji *Atrybut* jak na rysunku poniżej 10.78.

Atrybut	
Etykieta:	Nazwisko
Monit	Podaj nazwisko
Domyślny:	Kwiatkowski

Rys. 2.78.

Wskaż położenie atrybutu w komórce po prawej stronie komórki z tekstem "Autor".

Zdefiniuj drugi atrybut dla nazwy rysunku przyjmując za *Etykietę*: "Rysunek", *Monit*: "Podaj nazwę rysunku", *Domyślny*: "01.01.01". Rysunek powinien wyglądać jak niżej.

Autor	NAZWISKO
Nazwa	RYSUNEK

Rys. 2.79.

Zakończ edycję bloku. Usuń istniejące instancje bloku i wstaw nowy blok *Tabelka*. Blok powinien wyglądać jak na rysunku 10.80.

Autor	Kwiatkowski
Nazwa	01.01.01

Rys. 2.80.

Kliknij dwukrotnie w blok. Otworzy się okno dialogowe umożliwiające zmianę wartości atrybutów w instancji bloku. Każda instancja zawierać taką samą definicję elementów bloku (w tym atrybutów) ale wartości atrybutów w różnych instancjach mogą być różne.

Ćwiczenie 2.35. Zastosowanie pól

Polecenie

Zmień blok *Tabelka* zastępując atrybut *Rysunek* polem *NazwaPliku* oraz *Nazwisko* polem *Autor*.

Wykonanie

Uruchom polecenie *Edycja bloku* za pomocą polecenia w standardowym pasku narzędzi (Uwaga: po wstawieniu atrybutów do bloku, dwukrotne kliknięcie bloku nie spowoduje edycji bloku, ale edycję jego parametrów). Wybierz do edycji blok *Tabelka*. Usuń atrybut z nazwą pliku. Wybierz polecenie *Wstaw* > *Pole*. Wybierz kategorie pola *Dokument* i pole *NazwaPliku*. Umieść pole we właściwym miejscu tabelki. Zamknij edycję definicji bloku. W tabelce powinna pojawić się aktualna nazwa rysunku. Zapisz rysunek pod nową nazwą. Nazwa w tabelce powinna ulec zmianie.

Po wyedytowaniu bloku *Tabelka*, usuń atrybut *Nazwisko* i wstaw pole *Autor*. Dane o autorze możesz zdefiniować w *Plik* > *Właściwości rysunku* > *Podsumowanie*. Pole *Autor* zostanie uaktualnione po zapisie rysunku.

2.11. WYDRUK RYSUNKU

Polecenie

Narysuj rysunek dostarczony przez prowadzącego zajęcia i wydrukuj go do pliku PDF.

Wykonanie

Wykonaj rysunek dostarczony przez prowadzącego zajęcia. Rysunek musi zawierać odpowiednie warstwy oraz grubości i typy linii.

Dotychczas rysowane elementy powstawały w obszarze modelu (zakładka *Model*). W celu poprawnego sformatowania rysunku do wydruku należy przygotować obszar papieru widoczny w zakładkach o standardowej nazwie *Układ#*. W tym celu z menu rozwijalnego wydaj komendę *Wstaw>Układ>Nowy układ*. Nadaj mu nazwę A4. Kliknij zakładkę nowego układu. Wydaj polecenie *Plik>Manadżer ustawień strony*. Naciśnij przycisk *Zmień*. Ustaw wartości jak w oknie dialogowym na rysunku 10.81.

🎦 Ustawienia	a strony - Układ2		×
Ustawienia s	trony		Tab. stylów wydruku (przyp. pisaków) —
Nazwa:	<brak></brak>	DWG	Brak 👻 🚟
Drukarka/plo	ter		Pokaż style wydruku
Nazwa:	🛱 DWG To PDF.pc3	✓ Właściwości	Opcie rzutni cieniowanej
Ploter:	DWG To PDF - PDF ePlot - by Autodesk	-210 MM	Wydruk cieniowany: Jak wyświetlono 👻
Gdzie:	Plik	Jakość: Normalna 👻	
Opis:		7 - 19	DPI: 100
Rozmiar papi ISO rozszer	ieru rzone A4 (210.00 x 297.00 mm)	•	Opcje wydruku Drukuj szerokość linii
Obszar wydru Co wydrukou Układ	uku wać: •	Skala wydruku Dopasuj do arkusza Skala: 1:1	 Drukuj ze stylami wydruku Drukuj obszar papieru na końcu Ukryj obiekty w obszarze papieru
Odsunięcie w X: 0.00 Y: 0.00	rydruku (początek na obszarze drukowania) mm Centruj wydruk mm	1 mm = 1 jedn Skaluj szerokość linii	Orientacja rysunku Orientacja rysunku Pionowo Poziomo Drukuj odwrócony
Podgląd]	ОК	Anuluj Pomoc

Rys. 2.81.

W obszarze papieru znajduje się rzutnia w której widoczna jest przestrzeń modelu, czyli rysunek wykonany w zakładce model. Za pomocą uchwytów dostosuj rzutnię do rozmiarów wydruku. Obszar drukowany zaznaczony jest za pomocą linii kreskowej. Ramka rzutni będzie jednocześnie ramką rysunkową.

Wstaw w obszar papieru tabelkę rysunkową w prawym dolnym rogu ramki. Tabelkę rysunkową należy przygotować w oddzielnym pliku. Tabelka powinna zawierać atrybut *Nazwisko* dla umożliwienia wprowadzenia nazwiska i pola dla automatycznego określania nazwy rysunku i daty jego edycji.

- 32,00	- 25,00 -	4	0,00	23,00	- - 30	0,00 <mark>-</mark>			
Zaprojektowany przez Nazwisko	Sprawdzony przez	Zatwierdzony przez			Data 2011-05	5-19		8	
Uniwersytet								10	30,00
Technologiczno-Przyrodniczy		Nazwa rysunku			Wydanie	Arkusz 1 / 1			
					95.00	<u>15,00</u>	_20,00		
-			170,00		93,00		B		

Kliknij dwukrotnie w obszar rzutni, co uaktywni możliwość modyfikacji przestrzeni modelu. Za pomocą polecenia *Zoom* ustal widoczny na papierze obszar przestrzeni modelu. Dwukrotnie kliknij w obszar kartki papieru, co zakończy edycję przestrzeni modelu w obszarze rzutni.

Wydrukuj rysunek do pliku PDF.

3. źródła

- [1] Osiński Z., Wróbel J., Teoria konstrukcji maszyn, PWN, Warszawa 1982
- [2] Sydor M., Wprowadzenie do CAD podstawy komputerowego wspomagania projektowania, PWN, Warszawa 2009
- [3] Pomoc i przykładowe pliki programu CATIA
- [4] Pomoc i przykładowe pliki programu INVENOTR