

Agnieszce

Podręczniki – Politechnika Lubelska



Politechnika Lubelska
Wydział Podstaw Techniki
ul. Nadbystrzycka 38
20-618 Lublin

Jerzy Montusiewicz

Modelowanie 2D w programie AutoCAD



Politechnika Lubelska
Lublin 2011

Recenzent:

dr hab. inż. Antoni Świć, prof. Politechniki Lubelskiej

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2011

ISBN: 978-83-62596-47-8

Wydawca: Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin

Realizacja: Biblioteka Politechniki Lubelskiej

Ośrodek ds. Wydawnictw i Biblioteki Cyfrowej

ul. Nadbystrzycka 36A, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59, email: wydawca@pollub.pl

www.biblioteka.pollub.pl

Druk: ESUS Agencja Reklamowo-Wydawnicza Tomasz Przybylak

www.esus.pl

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl

Nakład: 100 egz.

Spis treści

	str.
Wstęp	7
1. Podstawowe wiadomości o programie AutoCAD	9
1.1. Specyfika tworzenia rysunków w technice komputerowej	11
1.2. Wiadomości wstępne o programie	13
1.3. Konfigurowanie arkuszy do rysowania	19
1.4. Praca na warstwach	20
1.5. Układy współrzędnych i wprowadzanie wartości zmiennych	26
1.6. Narzędzia wspomagające rysowanie precyzyjne	29
2. Polecenia do rysowania	35
2.1. Rysowanie punktu, linii, polilinii i jej edycja	35
2.2. Rysowanie prostokątów i figur foremnych	42
2.3. Rysowanie okręgów, pierścieni i elips	45
2.4. Rysowanie łuków	49
2.5. Rysowanie prostych i półprostych	51
2.6. Rysowanie splajnów i ich zmiana	53
2.7. Rysowanie multilinii i jej modyfikacja	55
2.8. Polecenia obwiednia, region, dopasuj	58
3. Polecenia do modyfikacji obiektów	61
3.1. Metody zaznaczania obiektów	63
3.2. Polecenia przesun i obrót	67
3.3. Polecenia kopiuj, lustro, szyk kołowy, szyk prostokątny, odsun	69
3.4. Polecenia skala, rozciągnij	76
3.5. Polecenia zaokrąglaj, fazuj	79
3.6. Polecenia utnij, wydłuż, przerwij	82
3.7. Zaawansowane metody zaznaczania obiektów	86
3.8. Modyfikacje z użyciem uchwytów	89
4. Kreskowanie, wypełnianie obiektów i ich zmiana	95
5. Wymiarowanie obiektów i ich modyfikacja	102
6. Tworzenie i edycja tekstów	121

7. Definiowanie i wstawianie bloków oraz atrybutów i ich edycja.....	123
7.1. Definiowanie bloków	123
7.2. Wstawianie bloków	124
7.3. Edycja bloków	126
7.4. Atrybuty bloków	129
8. Optymalizacja procesu kreślenia	136
8.1. Metodyka rysowania obiektów klasy wałek	137
8.2. Metodyka rysowania obiektów klasy płyta	141
8.3. Metodyka rysowania przekroju obiektów klasy pokrywa	144
9. Drukowanie rysunków	148
Podsumowanie	152
Literatura	153

Wstęp

Czasy ręcznego przygotowywania dokumentacji technicznej w dobie powszechnej komputeryzacji stanowisk pracy bezpowrotnie odeszły i stosowane są jedynie epizodycznie. Kreślenie i projektowanie dokumentacji technicznych z wykorzystaniem technik komputerowych to obecnie standardowe rozwiązanie, które wpływa nie tylko na dokładność rysunków i nieograniczone możliwości ich korekty, ale przede wszystkim ułatwia pracę i oszczędza czas. Zapis elektroniczny dokumentacji projektowej może być bezpiecznie przesyłany przez sieć internetową dzięki czemu projektanci nie muszą być zgromadzeni w jednym kraju czy miejscu pracy. Konsultowanie powstającego projektu można powierzyć najlepszym światowym specjalistom. Stąd umiejętności obsługi programów wspomagających proces konstruowania i projektowania to już powszechnie wymagana umiejętność zawodowa. Jednym z profesjonalnych narzędzi komputerowych, powszechnie stosowanych przez firmy wykonujące dokumentacje projektowe jest program AutoCAD firmy Autodesk. Analiza historii rozwoju tego produktu pokazuje, że ciągle doskonalenie narzędzi dostępnych w programie, pozytywne odpowiadanie na oczekiwania osób posługujących się nim, obserwowane trendów pojawiających się w branży komputerowego wspomagania projektowania i zapisu konstrukcji, aktywna polityka marketingowa oraz rozwojowa przynosi pożądany skutek, ponieważ program nadal jest obecny na rynku i posługuje się nim coraz większa grupa użytkowników na świecie.

Historia programu AutoCAD rozpoczęła się na targach COMDEX w Las Vegas w 1982 r. i trwa nieprzerwanie do dnia dzisiejszego. Program uzyskiwał coraz większe możliwości, – w 1987 r. wprowadzono korzystanie z koprocatora matematycznego 80x87. Utworzono wersje, które mogły korzystać z komputerów o architekturze 32-bitowej, a następnie 64-bitowej. Po zdominowaniu rynku systemów operacyjnych przez Windows firmy Microsoft, w 1993 r. utworzono wersje pracujące w tym środowisku. W 1994 r. wprowadzono efektywne narzędzia do modelowania trójwymiarowego – AutoCAD R14. Od 1999 r. firma Autodesk wprowadziła możliwość pracy z wieloma plikami jednocześnie, a następnie pracy zdalnej oraz z wykorzystaniem Internetu i stron WWW. Programiści firmy Autodesk nieustannie pracują nad ulepszaniem interfejsu oraz nowymi narzędziami, które ułatwią pracę projektantom. Od wersji 2005 program stał się mocnym narzędziem do tworzenia modeli 3D, z których można tworzyć fotorealistyczne wirtualne wizualizacje. Należy przy tym podkreślić, że autorzy programu AutoCAD zachowując specyfikę swojego produktu, zadbali o tzw. kompatybilność wstecz, co oznacza, że dokumentacje wykonane we wcześniejszych wersjach są pełnoprawnymi plikami dla nowszych wersji programu. Ponadto można zapisywać rysunki w starszej wersji formatu i dalej nad nimi pracować. Zachowano również rozwiązania, które sprawdzały się przez te wszystkie lata i do których, przez blisko 30 lat, przyzwyczaili się użytkownicy, np. wiersz do wpisywania poleceń. Autorzy programu AutoCAD stworzyli również środowisko, w którym można programować w wielu różnych językach, np. stosując: AutoLISP, DCL (Dialog Control Language), Visual Basic, pisząc skrypty, definiując slajdy, czy polecenia wykorzystujące kalkulator geometryczny.

Popularność swą program zawdzięcza szerokim możliwościom stosowania w różnych dziedzinach techniki, między innymi poprzez przygotowanie wielu specjalistycznych „nakładek”, które są bibliotekami obiektów, funkcji oraz charakterystycznymi narzędziami dla danej branży np.: *AutoCAD Mechanical*, *Mechanical Desktop*, *AutoCAD Electrical*, *Civil Design*, *Architectural Desktop*. Program AutoCAD znamionuje się przede wszystkim ogromną swobodą w dostosowaniu interfejsu do potrzeb użytkownika. Obok klasycznych elementów, które zawiera większość aplikacji środowiska Windows (menu rozwijalne, menu wstępowe, paski narzędziowe z ikonami poleceń, okna dialogowe, menu kontekstowe), program AutoCAD zawiera palety narzędzi oraz wiersz dialogowy, w którym można wpisywać polecenia oraz wartości liczbowe, co pozwala na komunikowanie się użytkownika z programem poprzez wyświetlanie odpowiedzi oraz wyjaśnień. Pełna dowolność w wyborze pasków narzędzi, ich zawartości, ustawiania wyglądu okna graficznego oraz tekstowego pozwala na indywidualne aranżowanie przestrzeni pracy projektanta, co pozwala na różne możliwości uruchamiania poszczególnych poleceń. Niewątpliwą zaletą programu jest również to, że powstały jego liczne wersje narodowe, gdzie polecenia wprowadzane są w lokalnym języku, co nie zabiera możliwości komunikowania się z programem w angielskiej wersji językowej (polecenie w wersji angielskiej poprzedzone jest znakiem podkreślenia, np. polecenie *okrąg* można wpisać jako *_circle*).

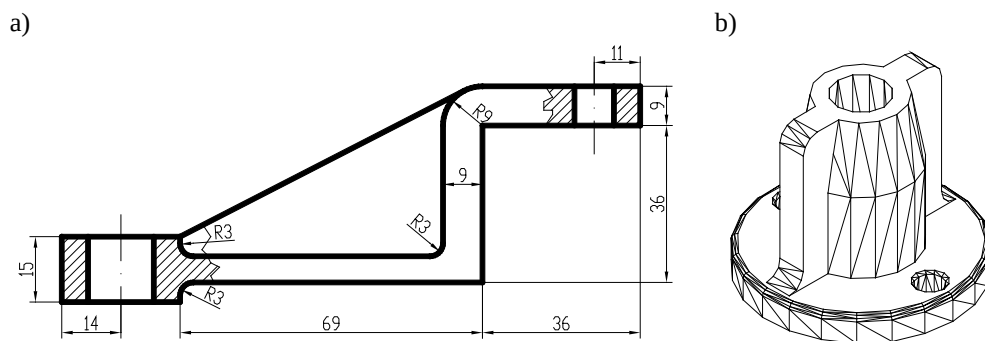
Przygotowany podręcznik w poszczególnych rozdziałach i podrozdziałach zawiera opisy właściwości wybranych poleceń oraz opcji ilustrując wieloma przykładami sposób ich zastosowania. Ponadto w wielu przypadkach przedstawiono przykłady praktycznego użycia tych poleceń i dostępnych opcji zamieszczając szczegółowe opisy ich działania, ilustrując stan pierwotny obiektu oraz po użyciu polecenia. Przykłady zawarte w podręczniku oprócz prześledzenia ich w formie opisowej można samodzielnie rozwiązać na przygotowanych do tego celu plikach rysunkowych, które należy otworzyć w programie AutoCAD. Opracowane opisy wykonano dla wersji programu 2010, ale zostały zapisane w standardzie 2004, aby mogły być odczytywane również przez starsze wersje programu.

Pliki potrzebne do wykonania przykładów i rozwiązywania ćwiczeń można uzyskać od autora pisząc na adres: j.montusiewicz@pollub.pl.

1. Podstawowe wiadomości o programie AutoCAD

Program AutoCAD do zapisu tworzonych rysunków wykorzystuje grafikę wektorową. W grafice wektorowej poszczególne obiekty podstawowe zwane *prymitywami* są zapisywane przy użyciu równań matematycznych. Przykładowe obiekty podstawowe dwuwymiarowe, to: prosta, łuk, okrąg, zaś trójwymiarowe, to: kostka, klin, walec, torus. Bardziej skomplikowane obiekty tworzone są przez łączenie obiektów podstawowych. Ten typ grafiki doskonale nadaje się do tworzenia projektów i dokumentacji technicznych. Pliki przechowujące zawartość rysunków są niewielkich rozmiarów. Obiekty grafiki wektorowej mogą być dowolnie skalowane. Oznacza to, że przy powiększaniu obiektów na ekranie uzyskujemy nowe ich szczegóły, ponieważ obraz na monitorze powstaje zawsze na nowo poprzez każdorazowe przeliczenie równań matematycznych wszystkich obiektów składowych. Grafika wektorowa jest również nazywana grafiką obiektową, ponieważ w procesie tworzenia rysunku na jednym arkuszu elektronicznym każdy dorysowany fragment jest samodzielnym obiektem, który można przetwarzać niezależnie od innych elementów.

Grafika wektorowa 2D służy zazwyczaj do komputerowego zapisu konstrukcji projektowanych układów technicznych, rys. 1.1a, ale również do projektowania animowanych bannerów reklamowych umieszczanych na stronach internetowych (tego jednak nie można wykonać w programie AutoCAD). Warto w tym miejscu dodać, że również teksty są obiektami grafiki wektorowej. Dlatego tak szybko i łatwo można dokonywać zmiany ich rozmiaru i typu bez utraty jakości. Od początku lat dziewięćdziesiątych program AutoCAD umożliwia modelowanie trójwymiarowe, rys. 1.1b, które jednak nie jest przedmiotem tego podręcznika więc tematyka ta nie będzie dalej rozwijana.



Rys. 1.1. Przykłady obiektów wykonanych w programie AutoCAD: a) rysunek techniczny 2D, b) korpus 3D w oglądzie z ukrytymi liniami

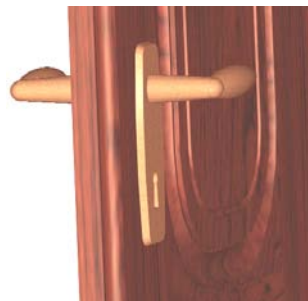
W tym miejscu należy jednak dodać, że program AutoCAD obsługuje również obiekty grafiki bitmapowej. W grafice bitmapowej (zwanej inaczej grafiką rastrową) zapis obrazu

następuje poprzez zapamiętanie współrzędnych każdego punktu zwanego pikselem i jego barwy. Piksele rozmieszczone są w wierszach i kolumnach, a cały obraz w swojej pierwotnej wersji jest jednym obiektem, niezależnie od tego, co przedstawia. Widziany obraz w grafice bitmapowej jest w zasadzie wrażeniem barwnym obserwowanym przez użytkownika, a dostrzegane obiekty nie są wyodrębnione w zapisie komputerowym. Grafika ta doskonale odzwierciedla nieregularne kształty i tonalne przejścia kolorów. Piksel jest najmniejszym elementem zawierającym informacje o obrazie, dlatego zbyt duże jego powiększanie powoduje rozmywanie granic elementów obrazu. Pliki grafiki bitmapowej zajmują dużą przestrzeń dyskową, ich rozmiary zależą przede wszystkim od liczby pikseli obrazu oraz przyjętej głębi kolorów. Program AutoCAD pozwala łączyć oba typy grafiki, w przypadku obiektów 2D można obrazy bitmapowe importować, przycinać, zmieniać ich jasność i kontrast, rys.1.2a, zaś w obiektach 3D obrazy bitmapowe służą do pokrywania powierzchni wymodelowanych obiektów w celu nadania im fotorealistycznego wyglądu, rys.1.2b. Istotne jest to, że obiekty bitmapowe nie są zapisywane w pliku generowanym przez program (rozszerzenie .dwg), są do tych plików przyłączane (zapisana jest ścieżka dostępu do obiektu bitmapowego oraz jego nazwa), dlatego ważne jest aby przy przenoszeniu takich rysunków pamiętać o skopiowaniu stosownych plików przyłączonych.

a)



b)



Rys. 1.2. Przykłady łączenia obiektów grafiki wektorowej i bitmapowej wykonanych w programie AutoCAD: a) wizytówka 2D z bitmapowym tłem; b) fragment modelu drzwi 3D pokryty bitmapą obrazującą słoje drewna w oglądzie po renderingu

Obiekty występujące na komputerowym arkuszu rysunkowym programu AutoCAD można podzielić na: obiekty geometryczne, obiekty będące wypełnieniami (różne typy kreskowania i wypełnienia gradientowe), obiekty będące wymiarami, obiekty typu blok (bloki wewnętrzne lub zewnętrzne), bloki z atrybutami oraz teksty. Na marginesie należy dodać, że w przypadku modelowania w przestrzeni trójwymiarowej i przy tworzeniu fotorealistycznych wizualizacji wyróżniamy również takie obiekty, jak: światła, tekstury (z biblioteki programu oraz jako bitmapy w postaci zdjęcia), elementy krajobrazu (mogą to być obiekty fraktalne), tło oraz kamery.

1.1. Specyfika tworzenia rysunków w technice komputerowej

Przygotowanie dokumentacji projektowanych z wykorzystaniem technik komputerowych różni się zasadniczo od opracowania projektu technikami tradycyjnymi. W technice tradycyjnej na etapie projektowania rysunki wykonywane są ołówkiem na arkuszach z kalki lub papieru z wydrukowaną siatką milimetrową. Rysunek końcowy kreślony jest tuszem na kalce poprzez kopiowanie wersji narysowanej wcześniej ołówkiem.

Przy wykorzystaniu technik komputerowych sytuacja wygląda zupełnie inaczej, ponieważ obszarem naszego działania jest przestrzeń wirtualna. Program AutoCAD posiada zdefiniowanych bardzo wiele poleceń dzięki którym możemy w tej przestrzeni tworzyć dokumentację. Polecenia te można podzielić na kilka grup:

- polecenia do tworzenia obiektów (rysowanie obiektów, ich kreskowanie, tworzenie opisów oraz definiowanie bloków),
- polecenia do zmiany obiektów (edycja obiektów lub ich modyfikacja),
- polecenia do wymiarowania obiektów,
- polecenia wspomagające rysowanie precyzyjne,
- polecenia wspomagające pracę projektanta (definiowanie arkuszy, warstw, poruszanie się po obszarze rysunku, skalowanie widoku rysunku, zaznaczanie i filtrowanie obiektów rysunku, zarządzanie obiektami i rysunkami),
- polecenia do drukowania rysunku.

Wiele poleceń jest przygotowanych jako jednokrotne, tzn. że po ich wybraniu program wykonuje stosowne działania i kończy polecenie. Niektóre polecenia działają w trybie wielokrotnym – po wykonaniu polecenia można powtórzyć jego działanie, ponieważ polecenie nie jest zamknięte i jest gotowe do dalszych działań. Tak funkcjonuje np. polecenie KOPIUJ, wyjście z polecenia następuje po wciśnięciu klawisza *Enter* lub *Spacji*.

W programie istnieje grupa poleceń działających w trybie nakładkowym. Oznacza to, że mogą być uruchomione podczas włączenia innego polecenia. Bez zamykania tamtego polecenia następuje wykonanie polecenia nakładkowego, a po jego zakończeniu program kontynuuje działanie polecenia wcześniejszego. W przypadku wprowadzania polecenia nakładkowego z klawiatury nazwa polecenia musi być poprzedzone apostrofem – ‘; np. ‘ODLEG. Innym przykładem polecenia nakładkowego jest ZOOM (np. opcja okno), takie polecenie możemy wywołać ikoną z paska narzędziowego.

Z zaprezentowanego opisu widać, że program zawiera wielką liczbę poleceń, które muszą być opanowane przez użytkownika, aby mógł on efektywnie pracować i wykonać poprawnie rysunki techniczne.

Rysunki techniczne tworzone przy wykorzystaniu technik komputerowych charakteryzują się tym, że:

- ¹⁰ Dokumentacja techniczna tworzona jest na arkuszach predefiniowanych, co znacznie ułatwia proces projektowania i kreślenia oraz przyczynia się do utrzymania jednolitego wyglądu dokumentacji nawet gdy poszczególne jej fragmenty przygotowywane są przez różnych pracowników, w różnych biurach projektowych. Predefiniowanie elektronicznych arkuszy obejmuje między innymi: style wymiarowania, parametry dotyczące

opisów (np. typ i rozmiar czcionki), warstwy rysunku i ich parametry, używane jednostki, typy linii, czy zdefiniowane tabliczki rysunkowe. Należy dodać, że rozmiar każdego arkusza może być dynamicznie powiększany w trakcie procesu rysowania.

- 2° Nie ma potrzeby aby wszystko rysować od początku. W tworzeniu obiektów na arkuszu oprócz specjalizowanych poleceń do rysowania (np.: LINIA, POLILINIA, ŁUK, OKRĄG, PROSTOKĄT, WIELOBOK, itp.) stosujemy również narzędzia, które umożliwiają nam powielanie obiektów istniejących już na tym rysunku (np.: KOPIUJ, SZYK KOŁOWY, ODSUŃ, zaawansowane funkcje na uchwytach) oraz ich przetwarzanie (np.: ROZCIĄGNIJ, SKALUJ, ZAOKRĄGLAJ, UTNIJ). Ponadto poprzez możliwość definiowania bloków, które jako samodzielne obiekty można wstawiać do rysunku bieżącego (bloki wewnętrzne) albo do innych rysunków (bloki zewnętrzne zapisane jako pliki dyskowe z rozszerzeniem .dwg) wprowadzając jednocześnie ich skalowanie oraz obrót.
- 3° Obiekty rysowane komputerowo muszą być zawsze tworzone jako obiekty dokładne. Służą do tego specjalizowane narzędzia (np.: SKOK, ORTO, lokalizacja precyzyjna) oraz wprowadzanie długości odcinków, średnicy okręgów, promieni zaokrągleń, kątów z klawiatury przez zastosowanie względnych współrzędnych kartezjańskich albo biegunowych. Dzięki temu nie występują problemy przy wymiarowaniu obiektów (program automatycznie dokonuje pomiaru długości boków oraz kątów i wstawiane wartości przy liniach wymiarowych są zgodne z oczekiwaniami projektanta) oraz kreskowaniu (program sam znajdzie obwiednię kreskowanego konturu jeśli jest ona zamknięta).
- 4° Tworzony rysunek techniczny może być w każdej chwili dokumentem końcowym. Wykasowanie lub przeniesienie na warstwę niewidoczną wszystkich zbędnych linii konstrukcyjnych i obiektów tymczasowych nie pozostawia na rysunku żadnego śladu i w ten sposób właściwy rysunek może zostać wydrukowany.
- 5° Dokumentacja techniczna może powstawać według trzech różnych koncepcji.

Pierwsza nawiązuje do techniki tradycyjnej tzn., że wszystkie obiekty znajdują się na jednej warstwie i kreślone są na czarno z grubościami odpowiadającymi liniom konturowym, niewidocznym i pomocniczym (konieczność stosowania polecenia POLILINIA, w którym można indywidualnie definiować grubość linii). Tak, więc rysunek na monitorze i po wydrukowaniu wyglądają identycznie.

Druga z nich znamionuje się tym, że obiekty na monitorze rysowane są na jednej warstwie, ale kolorowymi liniami cienkimi. Poszczególne typy linii (np. konturowe, niewidoczne) oraz obiekty specjalne (np.: wymiarowanie, kreskowanie, opisy) kreślone są tym samym kolorem. Dzięki temu łatwo rozróżnić na monitorze obiekty tego samego typu. Na etapie przygotowania rysunku do drukowania następuje deklaracja koloru tuszu (w rysunku technicznym będzie to kolor czarny) oraz grubości linii drukowania dla każdego użytego w rysunku koloru. Tak więc rysunek kolorowy oglądany na monitorze staje się rysunkiem czarno-białym na papierze i to o zróżnicowanych grubościach linii.

Trzecia koncepcja wykorzystuje rysowanie na predefiniowanych warstwach, które służą do rysowania linii tego samego typu (np.: linie konturowe, niewidoczne, wymiarowe, opisy). W warstwie mamy zdefiniowany kolor linii – co ułatwia obserwowanie wybranych obiektów na ekranie komputera, ich grubość – zgodnie z wytycznymi rysunku technicznego, a także typ linii, np. oś symetrii). Włączenie opcji szerokość pozwala obejrzeć obiekty w ich końcowym wyglądzie, zaś przy druku rysunku predefiniowuje się kolor obiektów na czarny.

6° Obiekty rysowane na elektronicznych arkuszach można kreślić w skali 1:1, ostateczny dobór podziałki rysunku można przenieść do etapu drukowania. Ważnym faktem jest również to, że duże rysunki można drukować we fragmentach na standardowych drukarkach atramentowych. Odzworowanie cyfrowe, z jakim mamy do czynienia w technikach komputerowych, nie wprowadza żadnych zniekształceń drukowanych obiektów. Nie ma więc specjalnych kłopotów aby tak wydrukowane fragmenty rysunku skleić w jedną całość.

1.2. Wiadomości wstępne o programie

Program AutoCAD jest programem o bardzo elastycznym interfejsie, który można indywidualnie dostosowywać do swoich potrzeb, przyzwyczajęń i specyfiki dokumentacji jaka jest przygotowywana w danym biurze projektowym. Oczywiście na początkowym etapie pracy nie należy zbyt manipulować przy ustawieniach firmowych aby nie popsuć tego co było efektem doświadczenia i pracy wielu programistów i użytkowników programu. Zaprojektowany interfejs programu korzysta z menu rozwijalnego, pasków poleceń, palety narzędzi, menu kontekstowego, ręcznego wpisywania poleceń lub skrótów poleceń w oknie dialogowym, klawiszy funkcyjnych, dolnego menu ekranowego (pasek stanu) lub menu dostępnego przy zainstalowanym tablecie. Ponadto program może pracować przy skonfigurowaniu z dwoma monitorami, jeden z nich służy do pokazywania tworzonych obiektów graficznych, drugi zaś do komunikowania się z programem.

W celu uruchomienia programu AutoCAD należy wskazać ikonę programu, lub wybrać go z menu: **START> PROGRAMY> AUTOCAD**.

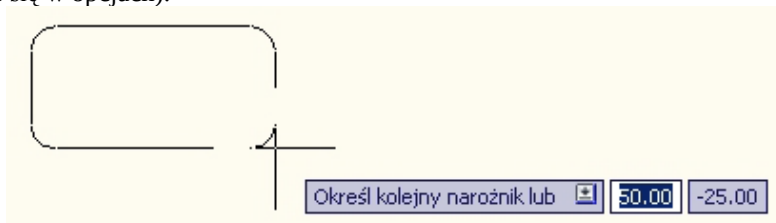
Działanie przycisków myszki i podstawowych klawiszy klawiatury

W programie AutoCAD przyciski myszy mają, generalnie rzecz biorąc, przypisane działania standardowe, co znacznie ułatwia rozpoczęcie pracy z programem (pod tym względem wyjątkowo negatywnym przykładem jest bezpłatny program Blender, w którym wszystko jest na odwrót).

Lewy przycisk myszy pełni funkcję urządzenia wskazującego i to zarówno w obszarze okna rysowania, jak i na paskach narzędzi, menu rozwijalnym, oknach dialogowych i dynamicznym wierszu poleceń, rys. 1.3.

Prawy przycisk myszy jest przede wszystkim odpowiednikiem klawisza *Enter* (krótkie kliknięcie). Obecnie jest on także klawiszem programowalnym (*Narzędzia> Opcje> zakładka Parametry użytkownika> opcja Adaptacja prawego przycisku*). Należy również

pamiętać, że długie kliknięcie włącza menu kontekstowe (ustawienia granicznej przerwy wykonuje się w opcjach).



Rys. 1.3. Dynamiczny wiersz poleceń przy wprowadzaniu wartości współrzędnych punktu

Działanie środkowego klawisza jest zależne od wartości zmiennej systemowej MBUTTONPAN. Wartość 1 – włącza działanie przesuwania rysunku względem okna rysowania (działanie jak polecenie NFRAG), wartość 0 – włącza menu kursora zawierające wszystkie punkty lokalizacji obiektów w rysowaniu precyzyjnym.

Klawisz **Enter** pełni następujące funkcje:

- zatwierdza fazę zaznaczania obiektów w poleceniach do modyfikacji,
- kończy polecenia o działaniu wielokrotnym (np. KOPIUJ),
- uruchamia polecenia wpisywane z klawiatury,
- zatwierdza wybór opcji uruchomionego polecenia dokonywany w wierszu poleceń (np. **s**, **Enter**, uruchamia opcję szerokości w poleceniu POLILINIA),
- zatwierdza wartości zmiennych wpisanych w wierszu poleceń (np. wartości względnych zmiennych kartezjańskich),
- w trybie oczekiwania powtarza ostatnio wykonane polecenie.

Klawisz **Spacja** spełnia funkcje klawisza **Enter**, z wyjątkiem pisania tekstów.

Klawisz **Esc** umożliwia zakończenie polecenia o działaniu wielokrotnym, a także przerwanie każdego polecenia niezależnie w jakiej fazie się znajdują. Czasami aby całkowicie uwolnić się od wcześniejszych działań klawisz **Esc** należy nacisnąć dwa razy (np. gdy wykonujemy działania z wykorzystaniem uchwytów).

Klawisze funkcyjne

Podobnie jak korzystanie z ikon można zastąpić stosowaniem skrótów literowych, tak też klawisze funkcyjne pozwalają na zastąpienie niektórych poleceń. Znaczenie wybranych klawiszy funkcyjnych pokazano poniżej:

- **F1** – klawisz pomocy,
- **F2** – włączanie/wyłączanie okna tekstowego z historią zawartości okna poleceń,
- **F3** – włączanie/wyłączanie automatycznego śledzenia punktów charakterystycznych,
- **F6** – włączanie/wyłączanie dynamicznego śledzenia współrzędnych,
- **F7** – włączanie/wyłączanie siatki pomocniczej,
- **F8** – włączanie/wyłączanie trybu ortogonalnego,

- **F9** – włączanie/wyłączanie skoku kursora,
- **F12** – włączanie/wyłączanie dynamicznego wprowadzania współrzędnych.

W praktyce projektowej dość przydatne jest użycie zdefiniowanych kombinacji klawisza **Ctrl**:

- **Ctrl+1** – uruchamia paletę *Właściwości*,
- **Ctrl+2** – uruchamia paletę *Design center*,
- **Ctrl+3** – uruchamia paletę *Narzędzi*,
- **Ctrl+8** – uruchamia *Kalkulator geometryczny*,
- **Ctrl+9** – wyłączenie wiersza poleceń przy dynamicznym trybie poleceń (F12).

Skróty poleceń

Większość operacji w programie AutoCAD można wywołać na kilka sposobów. Dla osób nie lubiących używać ikon alternatywą jest wpisywanie poleceń z klawiatury lub korzystanie z ich skrótów literowych. Pełna lista skrótów dostępna jest w pliku *acad.pgp* w podkatalogu *Support*. Istnieje także możliwość definiowania własnych skrótów do najczęściej używanych poleceń. Najczęściej stosowane skróty to:

- | | | | |
|-------------|--------------------------|-------------|-----------|
| • l | – LINIA, | • o | – OKRĄG, |
| • pl | – POLILINIA, | • k | – KOPIUJ, |
| • re | – REGEN, | • c | – COFAJ, |
| • z | – ZOOM (z opcją „okno”), | • lu | – LUW. |

Opis ekranu AutoCAD-a

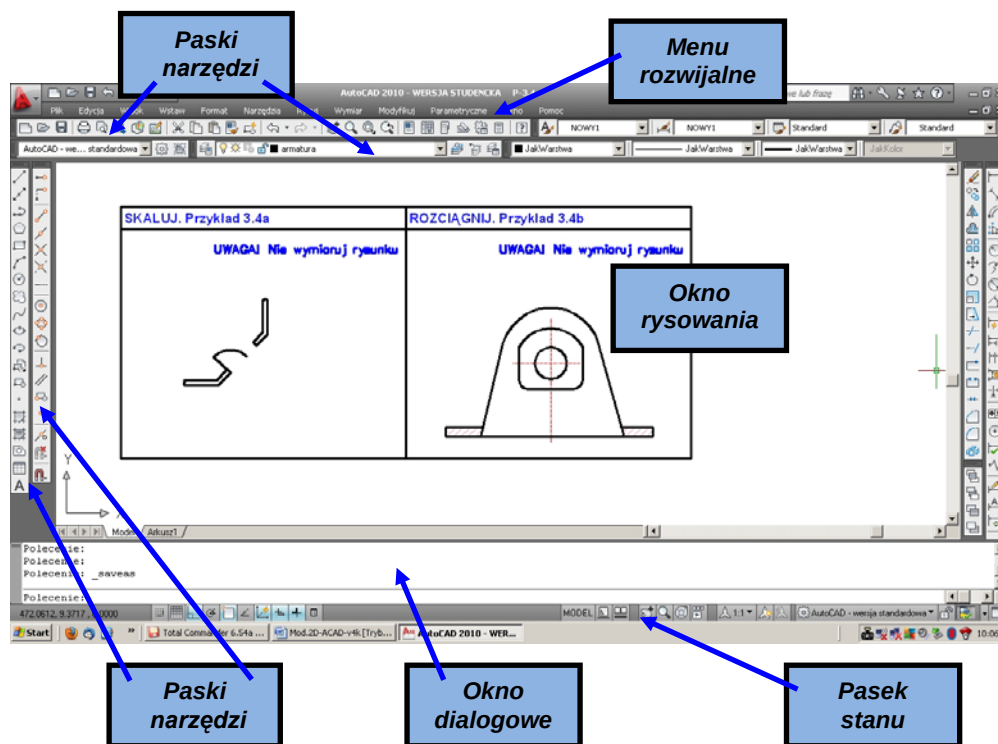
Po uruchomieniu programu na ekranie pojawia się okno główne AutoCAD-a, podzielone na kilka obszarów. Jego wygląd uzależniony jest od tego jaka wersja programu została zainstalowana na stanowisku komputerowym i czy były dokonywane zmiany w początkowych ustawieniach przez użytkowników. Przykładowy wygląd okna głównego przedstawia rys. 1.4. Zawiera on następujące elementy składowe: pasek menu rozwijanego, okno rysowania, okno dialogowe, pięć pasków narzędzi, pasek stanu. Każdy obszar okna pełni charakterystyczną dla niego rolę. Wygląd okna uzależniony jest również od tego jaki typ ustawienia został wybrany. Rys. 1.4. przedstawia sytuację gdy wybrano AutoCAD – wersja standardowa. To ustawienie jest używane przede wszystkim przez projektantów pracujących z programem od wielu lat gdy nie istniały inne tryby ustawienia (np. wstępowy lub grupowanie poleceń w palety).

Menu rozwijalne

Menu rozwijalne AutoCAD-a zawiera listę poleceń i dostępnych opcji. Standardowo widoczne są jedynie nazwy okien, aby je rozwinąć należy wskazać i nacisnąć lewy przycisk myszy. Rozwijanie poleceń bywa często wielostopniowe, więc nie od razu widać wszystkie dostępne polecenia. Ponadto wybór właściwego polecenia powoduje w wielu przypadkach włączenie okna dialogowego i tam dopiero znajdują się opcje i zakładki, w których dokonuje się właściwych ustawień.

Okno rysowania

Okno rysunków AutoCAD-a jest wykorzystywane do rysowania i wyświetlania tworzonych rysunków. Zajmuje centralną i największą część ekranu. Należy pamiętać, że wprowadzanie nowych pasków narzędziowych zawsze pomniejsza obszar tego okna. W oknie rysunkowym poruszamy się przy pomocy kursora myszy. W zależności od zastosowanego powiększenia w oknie widać fragment lub cały rysunek (lub włączony arkusz rysunkowy). Szybkie przeskalowywanie rysunku uzyskuje się dzięki przekręcaniu rolki myszy (prowadzi to jednak często przy powiększaniu istniejącego rysunku do utraty go z pola widzenia). Przesuwanie rysunku względem okna możliwe jest przy wykorzystaniu pasków przewijania umieszczonych przy prawym i dolnym obramowaniu okna lub kombinacji klawiszy Shift + wciśnięta rolka w czasie przesuwania kursora.



Rys. 1.4. Przykładowy wygląd ekranu po włączeniu programu AutoCAD 2010

Paski narzędzi

Paski narzędzi są głównym sposobem porozumiewania się z programem AutoCAD. Standardowo na ekranie widoczne są cztery paski narzędzi:

- Pasek **STANDARD** – zawiera zbiór ikon reprezentujących często używane polecenia w środowisku Windows i AutoCAD,

- Pasek **WARSTWY** – służy do definiowania i zarządzania warstwami,
- Pasek **WŁAŚCIWOŚCI** – umożliwia zarządzanie kolorami, rodzajami linii i ich szerokościami,
- Pasek **RYSUJ** – zawiera podzbiór ikon reprezentujących polecenia używane do rysowania obiektów,
- Pasek **ZMIEN** – zawiera podzbiór ikon reprezentujących polecenia używane do edycji obiektów już istniejących.

Aby uruchomić wybrane polecenie należy nacisnąć stosowną ikonę. Przesunięcie kursora na ikonę powoduje wyświetlenie podpowiedzi (początkowo w wersji skróconej, a po pewnym czasie w wersji rozszerzonej). Po wybraniu polecenia w oknie dialogowym wyświetlana jest jego nazwa i możliwe do wyboru opcje.

W celu włączenia każdego z pasków narzędzi należy najechać kursorem na jeden z istniejących pasków narzędziowych i wcisnąć prawy przycisk myszy. Po włączeniu się listy istniejących pasków narzędziowych, po lewej stronie należy kliknąć, który z pasków zamierza się wprowadzić na ekran. Dostęp do wszystkich poleceń uzyskuje się dzięki *Menu rozwijalnemu*: zakładka *Widok*, a następnie *Paski narzędzi...*. Wprowadzenie nowej ikony polecenia na ekran realizuje się w ten sposób, że po pojawieniu się okna z ikonami i nazwami poleceń należy przeciągnąć ikonę polecenia (lewy przycisk myszy) w obszar istniejącego paska narzędziowego (aby pozbyć się nieużywanego polecenia z paska narzędzi przeciąga się wybraną ikonę do okna z poleceniami). Po zamknięciu okna program automatycznie zapisze nową konfigurację pasków narzędziowych.

Pasek stanu

Pasek stanu zazwyczaj umiejscowiony jest na dole okna programu. Na tym etapie poznania programu warto zwrócić uwagę na następujące przyciski (w wersji 2010 umieszczone jako ikony – przytrzymanie kursora nad ikoną wyświetla jej nazwę):

- Współrzędne rysunku – obszar wyświetlający współrzędne X, Y i Z kursora w trakcie przesuwania go po ekranie, kliknięcie na obszar powoduje jego włączenie/wyłączenie,
- przycisk SKOK – włącza/wyłącza tryb skokowego ruchu kursora. Zazwyczaj używany jest z opcją SIATKA,
- przycisk SIATKA – włącza/wyłącza tryb siatki pomocniczej, która może służyć jako wizualna wskazówka pomocna w pomiarze obiektów podczas rysowania,
- przycisk ORTO – włącza/wyłącza tryb rysowania ortogonalnego. Przy włączonym trybie ortogonalnym ruch kursora ograniczony jest do ruchów poziomych i pionowych,
- przycisk SZEROKOŚĆ LINII – włącza/wyłącza na ekranie grubości linii predefiniowane w poszczególnych warstwach,
- przycisk LOKALIZACJA – włącza/wyłącza automatyczne śledzenie wybranych punktów lokalizacji,
- WPROWADZANIE DYNAMICZNE – włącza/wyłącza możliwość wprowadzania danych w oknie dynamicznym wyświetlanym przy kursorze myszy.

Okno dialogowe

Okno to służy do komunikowania się z programem wyłącznie przy użyciu klawiatury. Chcąc wpisać polecenie lub wartość liczbową nie trzeba przenosić kursora myszy w ten obszar. Program został tak przygotowany, że niezależnie gdzie znajduje się kursor myszy (gdy nie wybrano jeszcze żadnego polecenia) to tekst pojawi się w tym oknie. W oknie tym wyświetlane są nazwy poleceń wprowadzonych za pomocą menu rozwijalnego, ikon z pasków narzędziowych oraz możliwe do zastosowania opcje wybranych poleceń. Dzięki temu oknu możemy wpisywać z klawiatury nazwy poleceń lub ich skróty, wprowadzać wartości zmiennych, wybierać dostępne opcje poleceń. Należy pamiętać, że potwierdzeniem wpisanych nazw lub skrótów poleceń i wartości jest wciśnięcie klawisza *Enter* lub *Spacji*.

Zmienne systemowe

AutoCAD przechowuje nastawy (lub wartości) swojego środowiska operacyjnego i niektórych swoich poleceń w zmiennych systemowych. W przeciwieństwie do poleceń zmienne systemowe mają tylko wersję angielską. O ile zmienna nie jest typu „tylko do odczytu”, można zmieniać jej wartość wywołując konkretne zachowania programu. Zarówno pisownię jak i wartość każdej zmiennej można sprawdzić wybierając kolejno *Menu rozwijalne: zakładka Narzędzia> Zapytania> Ustaw zmienną systemową* lub wpisując z klawiatury ZMSYS w wierszu poleceń. Wprowadzenie znaku zapytania ? wyświetla listę wszystkich zmiennych dostępnych w programie. Przykładowe zmienne systemowe przedstawiono poniżej:

- **CLAYER** – ustala aktualną warstwę,
- **GRIDMODE** – określa czy wyświetlana jest siatka czy nie (można posłużyć się klawiszem funkcyjnym **F7**, lub kliknąć ikonę SIATKA w **Pasku stanu**),
- **MIRRTEXT** – steruje sposobem odbijania tekstu przez polecenie LUSTRO (wartość 1 oznacza odbijanie tekstu, zaś w przypadku wartości 0 – tekst przechodzi na drugą stronę symetrii osiowej bez odbicia),
- **PELLIPSE** – steruje typem elipsy tworzonej przez polecenie ELIPSA,
- **TILEMODE** – steruje dostępem do obszaru papieru, oraz zachowaniem się rzutni AutoCAD-a.

Uzyskiwanie informacji od programu

Podczas wykonywania rysunków często istnieje potrzebna szybkiej kontroli jego poprawności. Do tego celu wykorzystywana jest opcja *Zapytania* (dostęp – *Menu rozwijalne: zakładka Narzędzia>*), która pozwala na odczytanie istotnych informacji o obiektach:

- **Odległość** – pomiar odległości między dwoma punktami,
- **Pole** – oblicza pole powierzchni i obwód obiektów zamkniętych,
- **Lista** – wyświetla wszystkie informacje o wskazanym obiekcie, łącznie z historią jego rysowania,
- **Współrzedne punktu** – odczytuje współrzedne wskazanego punktu.

1.3. Konfigurowanie arkuszy do rysowania

Podczas rozpoczęcia edycji nowego rysunku AutoCAD może wczytać parametry początkowe z rysunku prototypowego czyli szablonu. Tak więc rysunek prototypowy (szablon) jest to rysunek, od którego nowo tworzony rysunek przejmuje parametry początkowe. Można utworzyć dowolną liczbę rysunków prototypowych - każdy z nich będzie określał inne początkowe parametry rysunku. Pliki zawierające rysunki prototypowe mają standardowe rozszerzenie **.dwt**.

Rysunek prototypowy zawiera początkowe parametry rysunku oraz obiekty rysunkowe, które powtarzają się w wielu rysunkach (np. obramowanie, wypełnioną częściowo tabliczkę rysunku, definicje bloków itp.), także zdefiniowane warstwy rysunku, style wymiarowania, napisów oraz multilinii. Z rysunkiem prototypowym może być skojarzone odpowiednie menu programu dostosowane swoją zawartością do profilu działania biura projektowego oraz zmodyfikowana zawartość pasków narzędziowych uwzględniająca przede wszystkim te narzędzia, które najczęściej wykorzystywane są w dokumentacji danej branży.

Zastosowanie rysunku prototypowego umożliwia pominięcie konfiguracji każdego rysunku od nowa na początku jego tworzenia. Ponadto zapewnia, że dokumentacje techniczne przygotowywane przez wielu projektantów od strony wizualnej nie różnią się dla całego biura projektowego. Zapewniona jest również kompatybilność w odniesieniu do nazw i atrybutów warstw, co szerzej zostało opisane w podrozdziale 1.4.

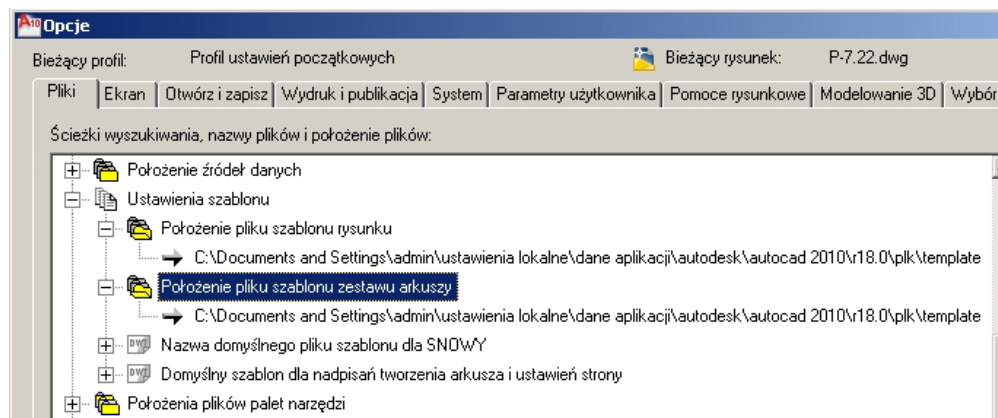
Program AutoCAD posiada bibliotekę zdefiniowanych szablonów rysunków składającą się z szablonów skonfigurowanych do pracy w jednostkach metrycznych (w nazwie tych szablonów występuje skrót ISO) oraz do pracy w jednostkach calowych. Nazwy rysunków prototypowych standardowo zapisane są w katalogu c:\Documents and Settings\ admin\ ustawienia lokalne\ dane aplikacji\ autodesk\ AutoCAD...\ r18.0\ TEMPLATE. Można oczywiście własne rysunki zapisać w innym miejscu i wtedy należy skorzystać z polecenia **Zapisz jako...** (Ctrl+Shift+S) i opcji **Zapisz w...**, a następnie wskazać właściwy folder.

Rysunek prototypowy tworzy się w taki sposób, aby umieścić w nim tylko to, co będzie powtarzalne w wielu wykonywanych rysunkach. Jeśli w rysunku prototypowym zmienimy wartości zmiennych systemowych, to w nowym rysunku wartości zmiennych zostaną automatycznie przejęte od rysunku prototypowego. Utworzony rysunek prototypowy zapisywany jest na dysku przy pomocy polecenia *Plik> Zapisz jako*, ponieważ musi istnieć możliwość wyboru rozszerzenia **.dwt**.

W tym miejscu warto kilka słów napisać o wielkości jednostki rysunkowej i skali w jakiej rysunek będzie wykonywany. Otóż w programie AutoCAD jednostka rysunku jest wielkością umowną, co oznacza, że każdy z projektantów może uznać ją za zupełnie inną wielkość, np. jednostka na rysunku może być rozumiana jako 1 mm (charakterystyczne dla rysunku maszynowego), w innym przypadku jako 1 cm (np. w rysunku budowlanym), czy nawet 1 m (przy projektowaniu dróg). Przy rysowaniu rysunków należy pamiętać aby stosować podziałki znormalizowane. Istnieje w niektórych biurach projektowych tendencja aby opracowywać dokumentacje w skali 1:1. Należy pamiętać, że dokumentacja powstaje w grafice wektorowej, która jest w pełni skalowalna. Proces skalowania można wykonać na etapie końcowego opracowania dokumentacji elektronicznej, lub na etapie przygotowania arkuszy do druku. Należy sobie zdawać sprawę z faktu, że problem przyjęcia definicji

jednostki rysunkowej i zastosowanej podziałki rysunku odgrywa znaczącą rolę przy wymiarowaniu obiektów rysunkowych – polecenia do wymiarowania same dokonują pomiarów obiektów i należy wprowadzić w stylu wymiarowania odpowiednią skalę wymiarowania aby wpisywany wymiar odpowiadał wartości rzeczywistej (szczegóły będą opisane w rozdziale 5).

Komentarz! Informacje o umiejscowieniu plików, którymi posługuje się program AutoCAD można obejrzeć włączając okno **Opcje** i wybierając zakładkę **Pliki** (dostęp z Menu rozwijalnego: zakładka **Narzędzia**), rys. 1.5.



Rys. 1.5. Fragment zawartości okna *Pliki*

1.4. Praca na warstwach i ich konfiguracja

Warstwy to narzędzie, które pozwala na przyspieszenie pracy przy tworzeniu dokumentacji technicznej, umieszczone jest w pasku narzędziowym o tej samej nazwie. Pojedynczą warstwę rysunku można sobie wyobrazić jako przezroczystą folię, na której umieszczone są wybrane obiekty rysunku (zazwyczaj są to obiekty tego samego typu, np. wymiary, kreskowania, opisy, osie symetrii, lub pełniące analogiczną funkcję, np. linie konstrukcyjne, linie konturowe, czy linie niewidoczne obiektu). Skomplikowany rysunek składa się więc z wielu warstw (folii) nałożonych na siebie. Kolejność warstw nie jest istotna, ponieważ wszystkie są przezroczyste i nie zasłaniają obiektów znajdujących się na innych warstwach. Po włączeniu programu na rysunku domyślnym istnieje warstwa o nazwie „0” oraz warstwa ekranowa o nazwie „Defpoints”. Warstw tych nie można wykasować, ani zmienić ich nazw. Warstwa ekranowa nie jest przenoszona na drukowany arkusz (nie grozi więc nam, że znaczniki pojawiające się na monitorze po kliknięciu myszką znajdą się na wydruku).

Program AutoCAD pozwala na predefiniowanie warstw dzięki czemu praca nad tworzeniem dokumentacji technicznej staje się bardziej zrozumiała, a umiejętne stosowanie warstw może znacząco przyspieszyć proces rysowania. Projektant może więc wpisać nazwę

warstwy (najlepiej jeśli to jest nazwa znacząca, np. wymiarowanie, osie symetrii, itd.) oraz wprowadzić kolor, rodzaj i szerokość linii (w programie tłumacze użyli terminu szerokość na pojęcie grubości linii, który stosowany jest w rysunku technicznym), rys. 1.6.

S..	Nazwa /	W.	Blo...	Z...	Kolor	Rodzaj linii	Szerokość...	Styl w.
	0				bi...	CONTIN...	0.40 ...	Kolor_
	DEFPOINTS				bi...	CONTIN...	Stan...	Kolor_
	obwiednia				cz...	CONTIN...	0.40 ...	Kolor_
	osie				fio...	ACAD_IS...	0.20 ...	Kolor_
	wymiar				ni...	CONTIN...	0.20 ...	Kolor_

Rys. 1.6. Widok okna definiowania warstw

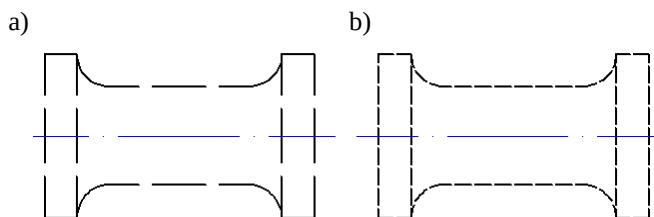
Predefiniowane atrybuty linii będą obowiązywać jeśli w odpowiednich okienkach rozwijalnych paska opisującego polecenia warstw będą wyświetlone komunikaty *JakWarstwa*. Taki komunikat oznacza, że przy rysowaniu wykorzystywane są wartości systemowe. W procesie rysowania warstwa wybrana przez projektanta staje się warstwą aktywną, co oznacza, że obiekty rysowane będą powstawały na niej przejmując predefiniowany kolor, rodzaj i szerokość linii. Istnieje oczywiście możliwość aby rysowane obiekty na aktywnej warstwie nie przejmowały predefiniowanych atrybutów, wtedy należy rozwinąć okienko dialogowe i zamiast *JakWarstwa* wybrać indywidualnie określoną wartość danej zmiennej (przy zmianie koloru kliknąć np. na kolor fioletowy).

Liczba definiowanych warstw nie jest ograniczana przez program, ale gdy jest ich zbyt dużo to zarządzanie nimi staje się bardzo uciążliwe, szczególnie gdy nie mieszczą się w rozmiarze okna do ich wyświetlania i trzeba zastosować przewijanie aby je obejrzeć. Ważne jest również to, że gdy przenosimy obiekty rysunkowe z innych arkuszy elektronicznych (np. poprzez wstawiany blok zewnętrzny lub zaznaczając obiekt na rysunku i przenosząc je do bufora pamięci – Ctrl+c, a następnie wklejając na nowy arkusz – Ctrl+v) to zdefiniowane tam warstwy są przemieszczane na nowy arkusz i ich nazwy są dopisywane do istniejącej listy warstw. To może spowodować ogromny bałagan w warstwach i skuteczne zarządzanie nimi będzie bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe. Dlatego bardzo ważne jest aby definiowanie warstw i nadawanie im nazw było wcześniej starannie przemyślane. Najlepiej jest więc pracować już na zdefiniowanych szablonach rysunkowych lub arkuszach, gdzie ta czynność już została wykonana.

Obiekty narysowane na danej warstwie nie są do niej przypisane na stałe. Można je przenosić między warstwami. W sytuacji gdy obiekty były rysowane przy użyciu zmiennych systemowych przeniesienie ich będzie automatycznie połączone z przejściem atrybutów nowej warstwy. Takie działanie programu automatycznie niweluje dość częsty błąd projektantów, którzy zaaferowani procesem twórczym rysują nowe elementy nie zmieniając warstwy. Atrybuty rysunku zdefiniowane indywidualnie pozostają niezmienione po przeniesieniu na nową warstwę. Można to oczywiście zmienić klikając na obiekt i po rozwinięciu stosownego okna wybrać wartość *JakWarstwa*. Warstwy puste, tzn. te, na których nie ma żadnych obiektów można wykasować z listy warstw. W tym celu należy

- globalny – dotyczy wszystkich linii znajdujących się na rysunku,
- indywidualny – przypisany indywidualnie do każdego z rodzaju linii.

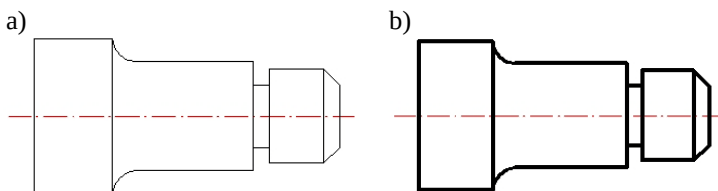
Całkowity współczynnik skali linii jest iloczynem obu współczynników. Zmiana globalnego współczynnika skali linii może być dokonana w dowolnej chwili, jej efektem będzie regeneracja całego rysunku i przeskalowanie wszystkich obiektów rysowanych liniami nieciągłymi. Zmiana indywidualnego współczynnika skali będzie widoczna tylko na nowo rysowanych obiektach. Dzięki zmianie indywidualnego współczynnika skali rodzaju linii można korzystać z tego samego rodzaju linii w różnych skalach. Im mniejsza skala, tym więcej powtórzeń wzoru generowanego na jednostkę rysunku (np. dla wartości = 0.5 wyświetlane są dwa powtórzenia wzoru w definicji rodzaju linii na każdą jednostkę rysunku – należy pamiętać, że indywidualny współczynnik skali linii określa skalę linii w odniesieniu do współczynnika globalnego), rys. 1.8. Krótkie segmenty liniowe, które nie mogą wyświetlić jednego pełnego wzoru rodzaju linii, są wyświetlane jako ciągłe.



Rys. 1.8. Porównanie współczynnika skali indywidualnej linii przerywanej: a) wartość = 1; b) wartość = 0,5

Rodzaj i typ linii

Program AutoCAD umożliwia definiowanie szerokości linii jakimi będą rysowane obiekty geometryczne, kreskowania, wymiary oraz opisy. Dzięki temu uzyskany wydruk przygotowanej dokumentacji będzie odpowiadał rysunkowi technicznemu. Na monitorze szerokości linii będą wyświetlone po włączeniu przycisku SZEROKOŚĆ w pasku stanu, rys. 1.9.



Rys. 1.9. Porównanie wyglądu obiektu: a) przycisk szerokość nie włączony; b) przycisk szerokość włączony (szerokość = 1.0)

Oprócz konkretnych wartości szerokości linii występują również trzy logiczne szerokości linii: *JakWarstwa*, *JakBlok* i *Standard*. Szerokość linii można przypisać do

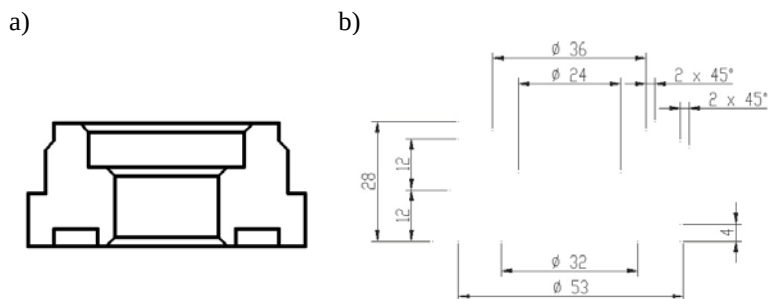
warstwy lub bezpośrednio do obiektu niezależnie od ustawień warstwy. Jeśli bieżąca szerokość linii jest ustawiona na wartość *JakWarstwa* to rysowane obiekty są tworzone z szerokością linii przypisaną do aktualnej warstwy. Jeśli bieżąca szerokość linii jest ustawiona na wartość *JakBlok*, obiekty są tworzone z domyślną szerokością linii, dopóki nie zostaną zgrupowane w blok. Kiedy blok zostanie wstawiony do rysunku, przyjmuje on aktualne ustawienie szerokości linii.

Zarządzanie warstwami

W programie AutoCAD **Menadżer właściwości warstw** (pierwsza ikona z lewej w pasku **WARSTWY**), zawiera kilka narzędzi pozwalających na wykonywanie różnych operacji na całych warstwach. Te działania znacząco przyczyniają się do przyspieszenia pracy nad wykonaniem dokumentacji rysunkowej. Podstawowe operacje na warstwach to:

- Zamknięcie/otwarcie warstwy (klódka zamknięta/otwarta) – na warstwie zamkniętej można umieszczać nowe obiekty, ale nie można ich kasować oraz modyfikować;
- Włączenie/wyłączenie warstwy (żarówka świecąca/zgaszona) – warstwa wyłączona nie jest widoczna i wszystkie obiekty znajdujące się na niej nie są pokazywane na ekranie, także przy wydruku obiekty na tej warstwie są pomijane. Sterowanie opcją włączania i wyłączania poszczególnych warstw pozwala na różne warianty wydruku rysunku, np.: wydruk bez wymiarowania, wydruk samego wymiarowania, rys. 1.10;

Uwaga! Jeśli obiekty na rysunku będą modyfikowane (np. przesuwane) to nie obejmuje to obiektów na warstwie wyłączonej, po włączeniu warstwy okaże się, że elementy rysunku nie pasują do siebie (np. wymiarowanie jest przesunięte względem narysowanego obiektu).



Rys. 1.10. Wyświetlenie warstwy: a) kontur; b) wymiarowanie

- Zablokowana/odblokowana (słońce zgaszone/świejące) – elementy rysunku znajdujące się na warstwie nie są widoczne, nie mogą podlegać edycji, a także nie są uwzględniane przy regeneracji rysunku (baza wektorowa tych obiektów nie jest przeliczana przez komputer, co znacznie skraca czas uzyskiwania wyniku końcowego zastosowania niektórych poleceń szczególnie przy bardzo dużych rysunkach i modelach 3D);

- Zablokowana/odblokowana w aktualnej rzutni (słońce na arkuszu zgaszone/świejące) – tak jak poprzednio, ale dotyczy sytuacji gdy okno ekranowe zostało podzielone na kilka rzutni.

Menadżer warstw może również zostać użyty do zmiany atrybutów zdefiniowanych w warstwie, można więc zmienić nazwę warstwy, a także kolor, typ i szerokość linii.

Przykłady do rozdziału 1.4 do samodzielnego wykonania

Przykład 1.4a. Definiowanie warstw. Zdefiniować nowe warstwy na rysunku.

W celu wykonania przykładu należy włączyć rysunek **P-1.4a.dwg**. Rezultat swoich działań należy zapisać pod swoją nazwą.

- Kliknij na ikonie **Menedżer właściwości warstw**  w pasku narzędziowym **WARSTWY**.
- Wybierz przycisk **Nowa warstwa (Alt+N)**, wpisz nazwę warstwy: **Osie**, wprowadź kolor czerwony, rodzaj linii ACAD_ISO10W100 (musisz ją wczytać), wybierz pozycję **inne...** i wybierz ten rodzaj linii, szerokość linii ustaw na wartość 0.2.
- Powtórnie wybierz przycisk **Nowa warstwa (Alt+N)**, wpisz nazwę warstwy: **Wymiary**, wprowadź kolor niebieski, rodzaj linii: continuous (czyli linia ciągła), szerokość ustaw na wartość 0.2.

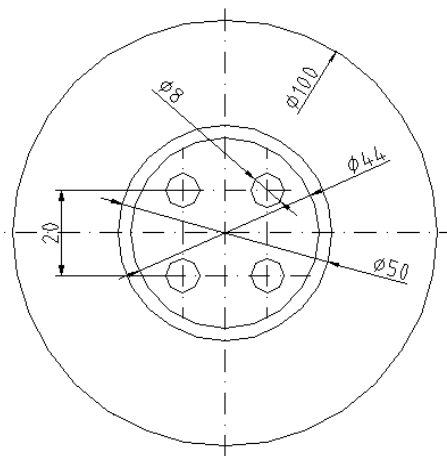
Komentarz! Powtórne wybranie pozycji **Nowa warstwa** powoduje przeniesienie atrybutów warstwy, która była podświetlona. Można więc świadomie wybierać warstwę, która będzie prototypem kolejnej warstwy.

- Ponownie wybierz **Alt+N**, wpisz nazwę warstwy **Kontur**, wprowadź kolor czarny, rodzaj linii: continuous, szerokość ustaw na wartość 0.5.
- Wyjdź z okna **Menadżera właściwości warstw** – przycisk **x** (zamknij okno).

Przykład 1.4b. Warstwy. Zdefiniować nowe warstwy na arkuszu rysunkowym i przenieść wybrane elementy rysunku na utworzone warstwy.

W celu wykonania przykładu należy włączyć rysunek **P-1.4b.dwg**. Rezultat działań należy zapisać pod swoją nazwą.

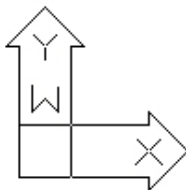
- Uruchom **Menedżer właściwości warstw** (pasek narzędziowym **WARSTWY**).
- Utwórz trzy warstwy (**Alt+N**):
 - **Osie**: kolor – czerwony, rodzaj linii – ACAD_ISO10W100 (musisz ją wczytać, wybierz pozycję **inne...** i odszukaj), szerokość = 0.2;
 - **Kontur**: kolor – czarny, rodzaj linii – continuous, szerokość = 0.5;
 - **Wymiary**: kolor – niebieski, rodzaj linii – continuous, szerokość = 0.2.



- Przenieś poszczególne elementy rysunku na warstwę zgodnie z ich charakterem:
 - nie wybierając żadnego polecenia kliknij na osie symetrii okręgów, a następnie wybierz warstwę **Osie** (rozwiń listę warstw – kliknij obok nazwy warstwy aktualnej). Można zaznaczyć wiele obiektów i przenieść je na wybraną warstwę. Działanie potwierdź klawiszem **Enter**;
 - zaznacz wymiary i przenieś je na warstwę **Wymiar**;
 - zaznacz obiekty będące konturem i przenieś je na warstwę **Kontur**.
- Wykonaj sprawdzenie poprawności wykonania przykładu. W tym celu rozwiń listę istniejących warstw i wygaś kolejno wszystkie nowo zdefiniowane warstwy. Jeśli na arkuszu zostanie tylko ramka rysunku z opisem (warstwa zerowa) to znaczy, że wszystko zostało wykonane poprawnie, jeśli nie to przenieś pozostawione elementy na odpowiednie warstwy.

1.5. Układy współrzędnych i wprowadzanie wartości zmiennych

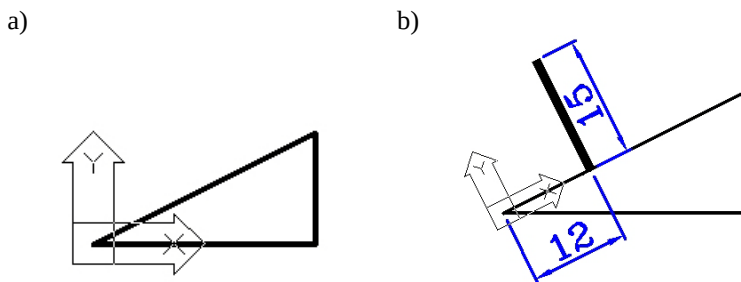
Program AutoCAD umożliwia projektantowi posługiwanie się wielkościami odniesionymi do **Globalnego układu współrzędnych** (GUW) oraz **Lokalnego układu współrzędnych** (LUW). Oba układy współrzędnych są prawoskrętne. Położenie GUW znajduje się w dolnym lewym rogu i zilustrowane jest przy pomocy znacznika pokazanego na rys. 1.11.



Rys. 1.11. Znacznik dwuwymiarowy układu współrzędnych

LUW automatycznie przyłącza się do ostatnio narysowanego obiektu (np. koniec odcinka, koniec łuku) lub w miejscu kliknięcia kursora (np. przy rysowaniu okręgu będzie to środek okręgu). Położeniem i orientacją LUW można sterować zarówno w przypadku

rysowania na płaszczyźnie, jak i w przestrzeni. Służą do tego polecenia zgrupowane w pasku narzędziowym LUW (*Menu rozwijalnym: zakładka Widok>*). Położenie zwrotów osi układu współrzędnych jest ważne przy wpisywaniu wartości rysowanych obiektów (wartość dodatnia gdy mamy zgodność ze zwrotem osi). W przypadku modelowania 3D opanowanie poleceń dotyczących sterowania położeniem LUW jest czymś podstawowym. Przy wykonywaniu dokumentacji na płaszczyźnie jest to mniej ważna umiejętność, chociaż w niektórych przypadkach bardzo przydatna. Przykład taki pokazano na rys. 1.12. Gdy rysowany jest odcinek o długości 15 jednostek prostopadły do przeciwprostokątnej trójkąta zaczynający się w odległości 12 jednostek od lewego dolnego naroża to najlepiej będzie odpowiednio ustawić LUW – rys.1.12b. Przy takim usytuowaniu LUW możemy posługiwać się względnymi współzrzednymi kartezjańskimi.

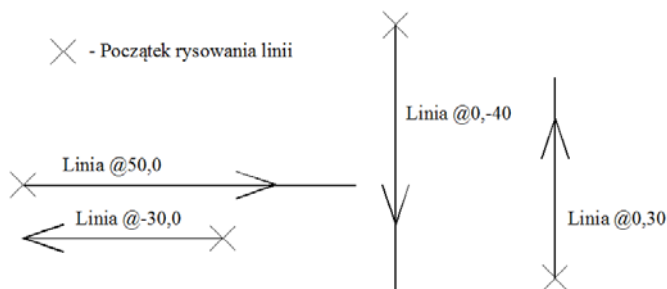


Rys. 1.12. Ustawienie LUW: a) *LUW* przemieszczony do początku dwu boków; b) *LUW* jak obiekt – po pokazaniu przeciwprostokątnej oś *OX* pokazuje jej kierunek

Na płaszczyźnie program AutoCAD umożliwia użycie układu kartezjańskiego oraz układu biegunowego. Podane wartości mogą odnosić się do GUV lub LUW. Praktyka korzystania z programu preferuje stosowanie współrzędnych względnych. W klasycznym ustawieniu wartości zmiennych podawane są w wierszu poleceń i zatwierdzane klawiszem Enter (Spacja).

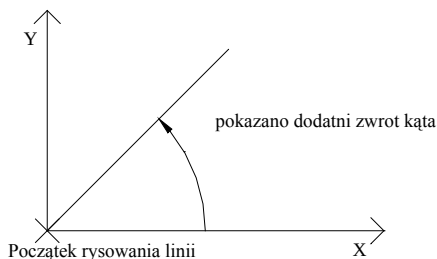
Względne współzrzedne kartezjańskie @x,y – służą do rysowania odcinków o określonej długości i kierunku, @ oznacza, że wpisujemy współzrzedne względne, x — współzrzedna wzdłuż osi *OX*, y — współzrzedna wzdłuż osi *OY*, separatorem między zmiennymi jest przecinek ‘,’. Przy rysowaniu odcinka poziomego wpisujemy współzrzedną wzdłuż osi *OX*, współzrzedna y wynosi 0, natomiast przy rysowaniu odcinka pionowego współzrzedna x wynosi 0, wpisujemy współzrzedną wzdłuż osi *OY*. Należy zwrócić uwagę czy odcinek będzie rysowany zgodnie ze zwrotem osi – wtedy wartość wprowadzamy jako dodatnią, czy przeciwnie do osi – wprowadzamy wartość ze znakiem „-”, zobacz rys. 1.13. W przypadku posługiwania się współzrzednymi bezwzględными zapis wygląda następująco **x,y**.

Pierwszy punkt wskazano kursorem myszy, drugi podano z klawiatury @x,y.



Rys. 1.13. Rysowanie odcinków przy zastosowaniu względnych współrzędnych kartezjańskich

Względne współrzędne biegunowe @r< α – są stosowane do rysowania odcinków o określonej długości pod kątem do osi OX, r – oznacza długość promienia (wartość zawsze większa od 0), α – kąt mierzony od osi OX, przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (kąt może przyjmować wartość dodatnią, ujemną lub równą 0 – odcinek wzdłuż osi OX zgodnie z jej zwrotem), separatorem jest znak „<”, rys. 1.14.

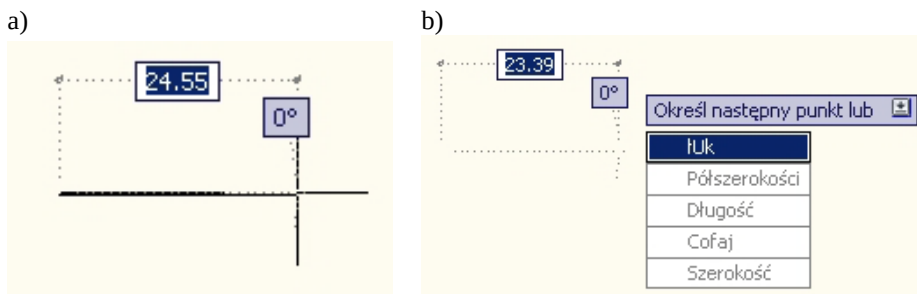


Rys. 1.14. Biegunowy układ współrzędnych

Uwaga praktyczna! Istnieje uproszczony sposób wprowadzania danych. Przemieszczając kursor myszy w odpowiednim kierunku podaje się, w którą stronę będzie rysowany odcinek, z klawiatury wprowadza się wartość jego długość (ten sposób daje duże oszczędności czasu gdy rysowane są odcinki wzajemnie prostopadłe i przy włączonym trybie ortogonalnym F8).

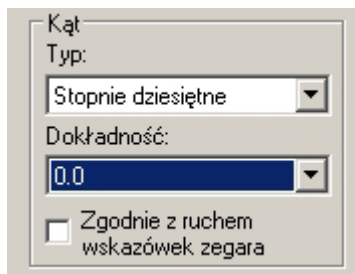
Od wersji programu 2006 istnieje możliwość włączenia trybu dynamicznego, w którym przy kursorze pojawia się dynamiczny wiersz poleceń (jego działanie ustawia się z *Menu rozwijalne*: zakładka *Narzędzia*> *Ustawienia rysunkowe*> zakładka *Wprowadzanie dynamiczne*). W przypadku gdy polecenie zawiera opcje na ekranie wyświetlana jest ikona ze strzałką skierowaną w dół (opcje są dostępne po naciśnięciu klawisza kursora „DÓŁ” (↓), rys. 1.15. Wyboru opcji można dokonać za pomocą myszki lub wpisać z klawiatury jej skrót w wierszu poleceń. Zapis wartości zmiennych kartezjańskich w trybie dynamicznym jest

następujący: współrzędne bezwzględne: **#x,y**; zaś względne: **x,y**. Natomiast zapis wartości zmiennych biegunowych w trybie dynamicznym wygląda następująco: współrzędne bezwzględne: **#r< α** ; zaś względne: **r< α** .



Rys. 1.15. Przykład włączenia menu kontekstowego gdy aktywna jest opcja wprowadzania dynamicznego; a) rysowanie polilinii; b) wybór rysowania łuku

Kąty – program w ustawieniu standardowym używa kątów wyrażonych w stopniach, dodatni zwrot jest przeciwny do ruchu wskazówek zegara, wartość zerowa kąta leży na osi OX, rys. 1.16. Zmian w ustawieniu dotyczącym kątów można zrealizować w oknie **Jednostki rysunku** (dostęp z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Format* > *Jednostki...*).



Rys. 1.16. Widok części okna **Jednostki rysunku** dotyczą ustawiania kątów

1.6. Narzędzia wspomagające rysowanie precyzyjne

Program AutoCAD posiada w swoim arsenale wiele poleceń, które wspomagają precyzyjne wykonywanie dokumentacji technicznej (rysowanie, modyfikacja, wymiarowanie, wstawianie bloków i napisów). Wśród nich możemy wymienić takie, jak:

- włączanie trybu ortogonalnego;
- zdefiniowanie i włączenie trybu wyświetlania siatki;
- włączanie trybu dyskretnego przemieszczania kursora myszy;
- wykorzystanie lokalizacji punktów charakterystycznych istniejących obiektów;

- rysowanie i modyfikacja obiektów ze śledzeniem;
- zastosowanie filtrów.

Tryb ortogonalny

Tryb stosowany do rysowania odcinków poziomych lub pionowych (równoległych do osi OX lub OY) przy pomocy myszy. Można go włączyć/wyłączyć wpisując z klawiatury ORTO, przy użyciu klawisza **F8** lub z *Paska stanu* – przycisk ORTO. W tym trybie wskazanie współrzędnych przy użyciu myszy redukowane jest do tej współrzędnej, która ma większe przemieszczenie (druga współrzędna pozostaje bez zmian). W przypadku podawania współrzędnych przy użyciu klawiatury lub przy zastosowania lokalizacji precyzyjnej włączony tryb ortogonalny jest ignorowany.

Tryb wyświetlania siatki

Tryb siatki umożliwia definiowanie wyświetlanych pikseli w regularnych odstępach na warstwie monitorowej. Po wpisaniu z klawiatury polecenia SIATKA możemy określić wartość odstępów między wyświetlanymi punktami (także z *Menu rozwijalnego: Narzędzia> Ustawienia rysunkowe> zakładka Skok i siatka*). Włączanie/wyłączanie siatki przy użyciu klawisza **F7** lub kliknięcie na przycisk SIATKA w *Pasku stanu*. Siatka nie oddziałuje na przemieszczany kursor myszy. W przypadku znacznego pomniejszenia wykonywanego rysunku siatka automatycznie się wyłącza.

Tryb dyskretnego przemieszczania kursora

Tryb ze skokiem powoduje, że kursor myszy przemieszcza się po punktach ekranu o zdefiniowanych odległościach. Podanie odległości między punktami możemy zrealizować wpisując polecenie SKOK lub z *Menu rozwijalnego: Narzędzia> Ustawienia rysunkowe> zakładka Skok i siatka*. Wartości skoku wzdłuż poszczególnych osi nie muszą być jednakowe. Istnieje możliwość włączenia skoku izometrycznego (pochyłego), który jest szczególnie przydatny przy wykonywaniu rysunków izometrycznych (należy włączyć tryb ortogonalności oraz stosować klawisz **F5** do przełączania płaszczyzn izometrycznych). Zdefiniowany skok może być włączany lub wyłączany przy użyciu klawisza **F9** lub przycisku SKOK w *Pasku stanu*. Wyłączanie skoku jest czasami konieczne przy wskazywaniu obiektów, w przeciwnym razie kursor skacze obok obiektu i nie można w niego trafić. Wprowadzanie współrzędnych z klawiatury ignoruje włączony skok.

Lokalizacji punktów charakterystycznych istniejących obiektów

Lokalizowanie punktów charakterystycznych istniejących obiektów to najczęściej używana technika przy precyzyjnym tworzeniu dokumentacji technicznych. Na początku należy zapamiętać, że proces lokalizacji jest realizowany wewnątrz innego polecenia (np. z grupy poleceń do rysowania, modyfikowania, czy wymiarowania). Poszczególne typy lokalizacji mogą zostać uruchomione na wiele sposobów: z paska **LOKALIZACJA** (kliknięcie na ikonę, rys. 1.17), poprzez wpisanie skrótu, tablica 1.1, korzystając z menu kontekstowego poprzez wciśnięcie klawisza **Shift** + wciśnięcie prawego przycisku myszy

i wybranie właściwego punktu charakterystycznego. Takie włączanie wybranego polecenia ogranicza poszukiwanie tylko do jednego typu punktów charakterystycznych (np. na obiektach ujawniane są tylko kwadranty, punkty przecięcia).



Rys. 1.17. Przykładowy wygląd paska **Lokalizacja** z wersji AutoCAD 2005

Istnieje możliwość włączania na stałe procesu śledzenia wielu różnych istniejących punktów charakterystycznych poprzez wybranie okna *Ustawienia rysunkowe* (dostęp poprzez menu kontekstowe **Shift** + prawy klawisz myszy – pozycja *Nastawy obiektu...*, ikona z magnesem w kształcie podkowy w pasku *Lokalizacja* lub kliknąć prawym przyciskiem myszy nad ikoną LOKALIZACJA w *Pasku stanu*).

Znalezienie poszukiwanego punktu jest widoczne na rysunku poprzez pojawienie się właściwego symbolu identyfikacyjnego. Każdy punkt charakterystyczny ma inną geometryczną wizualizację (jest to istotne gdy na rysunku znajduje się wiele obiektów obok siebie i włączona jest opcja śledzenia automatycznego wielu różnych punktów jednocześnie).

Tablica 1.1. Skróty i opis punktów lokalizowanych przez program AutoCAD

Nazwa polecenia*	Opis
SZYbki	Nakaz znalezienia pierwszego punktu spełniającego warunek, a nie najbliższego (tę opcję łączy się z innymi).
OD	Umożliwia pokazanie nowego punktu oddalonego od wcześniej wskazanego (np. przez lokalizację precyzyjną: KONiec). Dane punktu oddalonego podawane są jako współrzędne względne.
KONiec	Najbliższy punkt końcowy odcinka, łuku, półprostej, multilinii lub najbliższy róg szerokiej linii, obszaru lub płaszczyzny 3D.
SYMetria	Środek odcinka, łuku, splajnu lub multilinii.
PRZecięcie	Punkt przecięcia się obiektów (punkt wspólny), w trybie pojedynczej lokalizacji poszukuje również punktu przecięcia na przedłużeniu linii.
Pozorne przecięcie	Punkt przecięcia na ekranie. Obiekty nie muszą mieć punktu wspólnego w przestrzeni. Pozorne przecięcie jest wykorzystywane w rysunkach 3D. Na płaszczyźnie działa tak samo jak PRZecięcie.
przedłużenie	Lokalizuje dowolny punkt na przedłużeniu obiektu.
CENtrum	Środek łuku, okręgu, elipsy (punkt przecięcia dużej i małej osi).
KWAdrant	Najbliższy punkt rozpoczynający ćwiartkę okręgu elipsy lub łuku (0°, 90°, 180°, 270°).
STYczny	Umożliwia rysowanie linii stycznych do wskazanych obiektów (np. okręgu stycznego do trzech boków trójkąta, czy odcinka stycznego do elipsy). Przy rysowaniu obiektu stycznego do wielu obiektów pojawia się tzw. odłożony styczny.

PROstopadły	Umożliwia rysowanie linii prostopadłych do wybranych obiektów (rysowana linia może kończyć się poza obiektem). Przy rysowaniu obiektu prostopadłego do dwu obiektów pojawia się tzw. odłożony prostopadły.
równoległy	Umożliwia rysowanie linii równoległych do wybranych obiektów. Wskazujemy obiekt (np. linia) aż ujawni się znak równoległości i znacznik x na obiekcie, a następnie kursor przeciąga się po obszarze rysunku, aż włączy się linia równoległa do obiektu, wtedy można podać długość rysowanego odcinka.
BAZa	Punkt wstawienia bloku, napisu, symbolu albo atrybutu.
PUNkt	Najbliższy obiekt typu Punkt.
BLiski	Lokalizuje dowolny punkt leżący na obiekcie inny niż pozostałe lokalizacje.
BRAk	Wyłącza poszukiwania punktów charakterystycznych na jedno kliknięcie.
stałe tryby lokalizacji	Włącza okno do automatycznego poszukiwania punktów charakterystycznych.

*litery drukowane oznaczają skrót polecenia

Uwaga praktyczna! Należy pamiętać aby nie wybierać wszystkich możliwych punktów, lecz tylko te, z których najczęściej się korzysta (inne konieczne punkty można zawsze jednorazowo wskazać na pasku **LOKALIZACJA**). Pasek ten zawiera również ikonę z przekreślonym magnesem, której działanie polega na tym, że proces śledzenia jest zawieszony na jedno kliknięcie myszy.

Przykłady do rozdziału 1.6 do samodzielnego wykonania

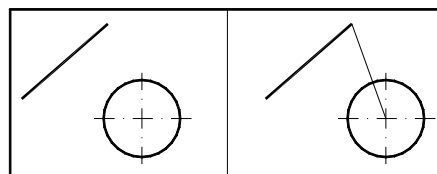
W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-1.6.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 1.6a. Lokalizacja. Narysować odcinki korzystając z lokalizacji precyzyjnej.

Polecenia były wpisywane jako skróty w oknie dialogowym (pasku poleceń). Zatwierdzenie wpisu wymaga wciśnięcia klawisza **Enter**.

Zadanie 1. Narysować odcinek ze środka okręgu do górnego końca odcinka.

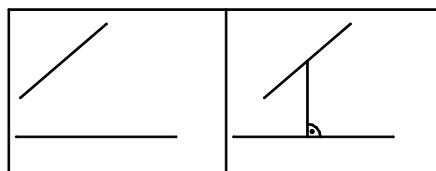
- Wybierz polecenie **LINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Od punktu: **CEN**, **Enter**, wskaż okrąg.
- Do punktu: **KON**, **Enter**, wskaż prawy koniec odcinka.
- Do punktu: **Enter**.



CEN – KON

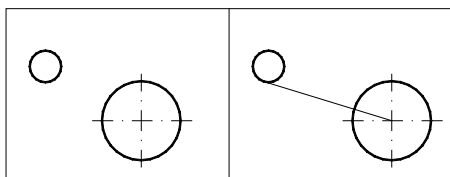
Zadanie 2. Narysować odcinek ze środka górnego odcinka prostopadłe do odcinka dolnego.

- Wybierz polecenie **LINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- *Od punktu:* **SYM**, **Enter**, wskaż górny odcinek.
- *Do punktu:* **PRO**, **Enter**, wskaż dolny odcinek.
- *Do punktu:* **Enter**.



SYM – PRO

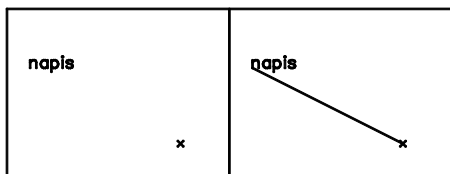
Zadanie 3. Narysować odcinek ze środka prawego okręgu, styczny „do dołu” do okręgu z lewej strony.



CEN – STY

- Wybierz polecenie **LINIA**.
- *Od punktu:* **CEN**, **Enter**, wskaż prawy okrąg.
- *Do punktu:* **STY**, **Enter**, wskaż lewy okrąg.
- *Do punktu:* **Enter**.

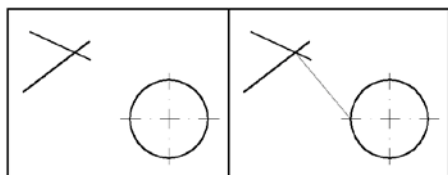
Zadanie 4. Narysować odcinek od punktu wstawienia tekstu **napis** do punktu oznaczonego **x**.



BAZ – PUN

- Wybierz polecenie **LINIA**.
- *Od punktu:* **BAZ**, **Enter**, wskaż napis.
- *Do punktu:* **PUN**, **Enter**, wskaż „x”.
- *Do punktu:* **Enter**.

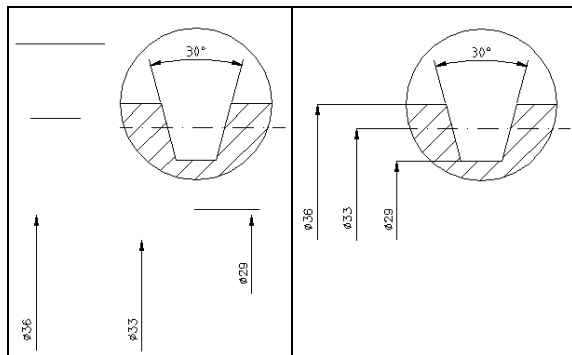
Zadanie 5. Narysować odcinek od punktu przecięcia się odcinków do lewego kwadrantu okręgu.



PRZ – KWA

- Wybierz polecenie **LINIA**.
- *Od punktu:* **PRZ**, **Enter**, wskaż punkt przecięcia się dwóch odcinków.
- *Do punktu:* **KWA**, **Enter**, wskaż okrąg (znaleziony zostanie punkt „ćwiartkowy”: 0°, 90°, 180°, 270° położony najbliżej wskazanego punktu).
- *Do punktu:* **Enter**.

Przykład 1.6b. Lokalizacja. Stosując lokalizację precyzyjną uzupełnij rysunek.



- Wybierz polecenie **PRZESUŃ**, zaznacz poziomy górny odcinek, **Enter** (pomocnicza linia do wymiarowania zarysu gwintu).
- Włącz lokalizację **KONiec**, **Enter**, pokaż prawy koniec tego odcinka.
- Przesuń linię w nowe miejsce (do średnicy gwintu) włącz lokalizację **KONiec**, **Enter** i pokaż właściwy koniec linii.

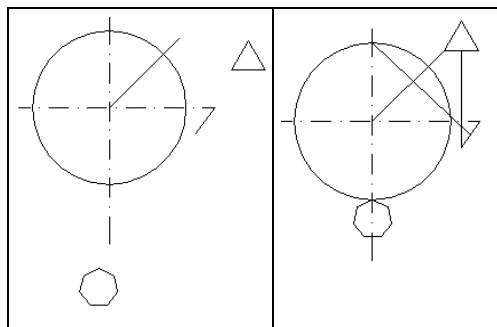
- Ponów powyższe czynności dla pozostałych linii (średnicy podziałowej i zewnętrznej).
- Kliknij ikonę **PRZESUŃ** i przesun strzałki wymiarowe.

Przykład 1.6c. Lokalizacja. Stosując lokalizację precyzyjną uzupełnić rysunek.



- Zaznacz pierwszą linię, od góry.
- Kliknij ponownie na podświetlony uchwyt w lewym końcu linii, włącz lokalizację **KONiec** i przeciąg linię, do prawego górnego rogu kwadratu.
- Powtórz powyższe czynności z pozostałymi trzema liniami.

Przykład 1.6d. Lokalizacja. Stosując lokalizację precyzyjną uzupełnić rysunek.



- Wybierz polecenie **PRZESUŃ**, zaznacz trójkąt, **Enter**. Włącz **KONiec**, **Enter** i pokaż lewy wierzchołek trójkąt, **Enter**. Włącz **KONiec**, **Enter** i wskaż koniec linii poprowadzonej od środka okręgu.
- Wybierz polecenie **LINIA**, włącz lokalizację **SYMetria** i narysuj linię od środka podstawy trójkąta do końca ukośnej linii umieszczonej na końcu poziomej osi symetrii.

- Kliknij ponownie ikonę **LINIA**, włącz lokalizację **KWAdrant** i narysuj linię od górnej ćwiartki (90°) do środka ukośnej linii umieszczonej na końcu osi symetrii.
- Kliknij ikonę **PRZESUŃ**, zaznacz siedmiookąt, włącz **KONiec** i przesun za górny narożnik wieloboku w miejsce przecięcia osi symetrii z okręgiem.

2. Polecenia do rysowania

Dokumentacje techniczne wykonywane na płaszczyźnie zawierają różne typy obiektów: są to obiekty geometryczne, obiekty typu wypełnienia i kreskowania, wymiary, opisy oraz obiekty specjalne (bloki wewnętrzne i zewnętrzne). W rozdziale tym będą omówione wybrane narzędzia do tworzenia obiektów geometrycznych. Niektóre obiekty geometryczne, takie, jak: polilinia, splajn oraz multilinia, posiadają własne specjalistyczne narzędzia do ich modyfikacji. Narzędzia te zostały opisane bezpośrednio po przedstawieniu tych obiektów i sposobu ich tworzenia.

2.1. Rysowanie punktu, linii, polilinii i jej edycja

PUNKT

Polecenie **PUNKT (pkt)** umożliwia narysowanie punktu geometrycznego, który jest nieskończenie mały. Punkty standardowo zaznaczane są na rysunku jako kropka (piksel). Istnieje jednak możliwość aby zastosować inny sposób ich wizualizacji, do czego służy polecenie ODTPUNKT (lub *Menu rozwijalne: Format> Styl punktu...*). Dostępne markery punktu widoczne są w oknie pokazanym na rys. 2.1.

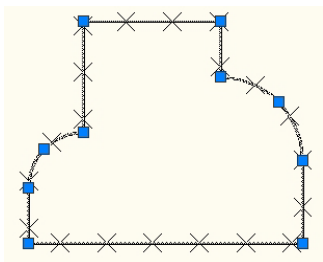


Rys. 2.1. Dostępne markery obiektu typu punkt

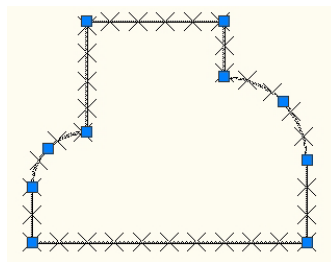
Polecenie wywołane z paska *Rysuj* działa jako jednokrotne, zaś przy pobraniu z *Menu rozwijalnego: zakładka Rysuj> Punkt* umożliwia wybór wersji polecenia działającego jako

wielokrotne (jego zakończenie możliwe jest tylko przy użyciu klawisza *Esc*). Ponadto jest możliwość wyboru polecenia **PODZIEL** oraz **ZMIERZ**. Oba te polecenia nie dzielą wskazanego obiektu fizycznie. Pierwsze z poleceń pozwala na rozmieszczeniu punktów w równych odległościach wzdłuż wskazanego obiektu. Uzyskane punkty mogą zostać wykorzystane w procesie rysowania, rozmieszczenia bloków poprzez wykorzystanie lokalizacji precyzyjnej – **ZNAJDŹ PUNKT**, rys. 2.2a. Drugie polecenie – **ZMIERZ**, pozwala na rozmieszczenie punktów w odległościach podanych przez projektanta, rys. 2.2b.

a)



b)



Rys. 2.2. Działanie poleceń: a) **PODZIEL** – wstawienie 20 punktów; b) **ZMIERZ** – wstawienie punktów co 5 jednostek

LINIA



Polecenie **LINIA (l)** służy do kreślenia odcinków bez definiowania szerokości linii. Boki wielokąta narysowane w jednej sesji są osobnymi obiektami w sensie AutoCAD-a. Indywidualną szerokość dla wskazanego obiektu można wprowadzić poprzez przedefiniowanie szerokości podanej w warstwie z wersji *JakWarstwa* na wybraną z rozwiniętej listy.

Długości kreślonych odcinków można podawać stosując:

- względne współrzędne kartezjańskie @ x,y,
- względne współrzędne biegunowe @ r< α ,
- odczytując stan licznika.

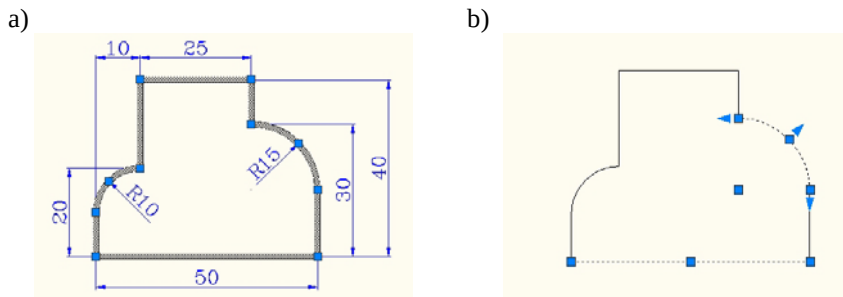
Komentarz! Pierwszy punkt wskazywany jest kursorem myszy (lokalizacja precyzyjna lub punkt na ekranie), drugi podawany jest z klawiatury, np. @r< α .

POLILINIA



Polecenie **POLILINIA (pl)** służy do kreślenia odcinków (lub łuków) o zadeklarowanej indywidualnie szerokości linii stanowiąc ciąg segmentów liniowych połączonych ze sobą i tworzących jeden element rysunkowy w sensie AutoCAD-a. Polecenie pozwala również na tworzenie w jednej sesji rysowania figury składające się z wielu odcinków i łuków, rys. 2.3. Po zastosowaniu polecenia **ROZBIJ** uzyskiwane są obiekty typu **LINIA** (tracona jest zdefiniowana szerokość linii a elementy składowe obiektu stają się osobnymi elementami).

Polilinie można modyfikować za pomocą polecenie EDPLIN (dostęp z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj*> *Obiekt*> *Polilinia*).



Rys. 2.3. Przykłady obiektów składające się z linii i łuków: a) tworzące jeden obiekt w sensie AutoCAD-a – polecenie POLILINIA; b) tworzące wiele osobnych obiektów – po rozbiciu poleceniem ROZBIJ

Po wybraniu polecenia POLILINIA w wierszu poleceń pojawiają się następujące funkcje służące do rysowania polilinii:

!Uk/Zamknij/Półszerokości/Długość/Cofaj/Szerokość*

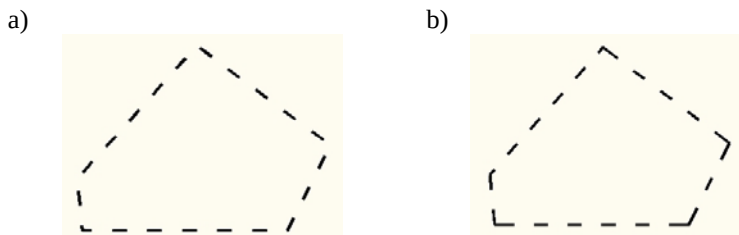
<i>!Uk</i>	— włącza tryb rysowania segmentów łukowych,
<i>Zamknij</i>	— zamyka polilinię poprzez narysowanie odcinka z bieżącego do początkowego punktu,
<i>Półszerokości</i>	— określenie połowy szerokości polilinii (od osi do krawędzi zewnętrznej),
<i>Cofaj</i>	— kasuje ostatnio narysowany odcinek,
<i>Szerokość</i>	— określa szerokość polilinii (można uzyskać odcinki lub łuki o różnej szerokości początkowej i końcowej segmentu).

Różnice między figurami rysowanymi przy zastosowaniu poleceń LINIA oraz POLILINIA są następujące:

- polecenie **POLILINIA** pozwala oprócz odcinków rysować również łuki, a nawet okręgi,
- każdy segment łamanej rysowanej za pomocą **LINII** stanowi oddzielny obiekt. Łamana narysowana w jednej sesji rysunkowej (jednokrotnym wywołaniu polecenia) za pomocą **POLILINII** stanowi całość i jest jednym obiektem w sensie AutoCAD-a,
- w przeciwieństwie do polecenia **LINIA** rysowanie za pomocą **POLILINII** daje możliwość wielokrotnego deklarowania indywidualnych szerokości rysowanych elementów łamanej oraz łuków.

* Duża litera oznacza skrót klawiaturowy opcji polecenia (np. wpisać literę *s* i wcisnąć *Enter*).

W przypadku rysowania polilinii liniami nieciągłymi sposób ich kreślenia uzależniony jest od wartości zmiennej systemowej **PLINEGEN**. Wartość 1 powoduje, że wzór linii dopasowany jest do początkowego i ostatniego wierzchołka, zaś wartość 0 sprawia, że wzór dopasowywany jest do wierzchołków każdego segmentu, rys. 2.4.



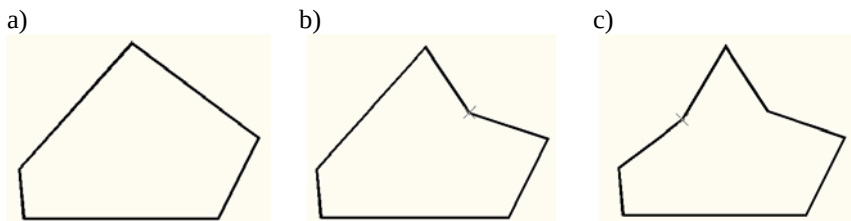
Rys. 2.4. Przykłady stosowania zmiennej **PLINEGEN**: a) wartość = 1; b) wartość = 0

Edycja polilinii

Polilinie można modyfikować za pomocą polecenia **EDPLIN (edp)** oraz uchwytów. Edycja z użyciem uchwytów polega głównie na ich przeciąganiu dzięki czemu uzyskiwana jest zmiana długości odcinków składowych lub krzywizny łuków tworzących wspólnie jeden obiekt w sensie AutoCAD-a.

Zdecydowanie większe możliwości modyfikacji polilinii daje zastosowanie polecenia **EDPLIN** (dostępne z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > *Polilinia*). Polecenie to pozwala na:

- zamianę obiektów typu linia i łuk na obiekty typu polilinia,
- łączenie dwóch osobnych obiektów w jeden – opcja *Dołącz* (podopcje: *wydłuż*, *dodaj*, *obie*),
- zamykanie łamanej otwartej w łamaną zamkniętą – opcja *Zamknij*, otwieranie tak zamkniętej łamanej może być zrealizowane dzięki opcji *Otwórz*,
- nadanie nowej szerokości obiektowi – opcja *Szerokość*,
- modyfikację wierzchołków tworzących łamaną – opcja *Edwierzch* (narzędzie to pozwala między innymi na: wybór wierzchołka do modyfikacji, usuwanie fragmentu polilinii, dodawanie i przesuwanie wierzchołków, zamianę segmentu łukowego na linię, zmianę kierunków stycznych do początku i końca łuku), rys. 2.5,



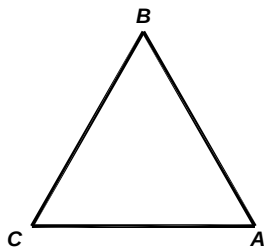
Rys. 2.5. Przykład zastosowania edycji polilinii, opcja **Edwierzch**, podopcja **Dodaj**: a) obiekt pierwotny; b) dodanie pierwszego wierzchołka; c) dodanie drugiego wierzchołka

- zamianę łamanej na krzywą – opcja *Krzywa* (utworzona krzywa składa się z łuków przechodzących przez wszystkie wierzchołki),
- zamianę łamanej na krzywą typu splajn – opcja *splajn*, krzywa przechodzi przez pierwszy i ostatni wierzchołek łamanej, na wygląd i dokładność krzywej mamy wpływ przez zmienne systemowe: SPLINETYPE oraz SPLINESEGS.

Przykłady do rozdziału 2.1 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-2.1.dwg**. Rezultaty swoich działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 2.1a. Linia. Narysować trójkąt równoramienny ABC o podstawie i wysokości równej 100 jednostek.



- Wybierz polecenie **LINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- *Określ pierwszy punkt:* wskaż punkt w oknie rysowania (dla nas będzie to punkt A).
- *Określ następny punkt lub [Cofaj]:* **@-50,100**, naciśnij **Enter** (utworzono punkt B).
- *Określ następny punkt lub [Cofaj]:* **@-50,-100**, naciśnij **Enter** (utworzono punkt C).
- *Określ następny punkt lub [Zamknij/Cofaj]:* **z, Enter** (powrócono do punktu A).

Przykład 2.1b. Polilinia. Narysować ściętą linię o długości 40 jednostek.

- Wybierz polecenie **POLILINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- *Określ punkt początkowy:* wskaż dowolny punkt.
- *Aktualna szerokość linii:* 0.0000.
- *Zmiana szerokości. Określ następny punkt lub [Uk/Półszerokości/ Długość/Cofaj/Szerokość]:* s, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość początkową <0.0000>:* **3**, naciśnij **Enter**.

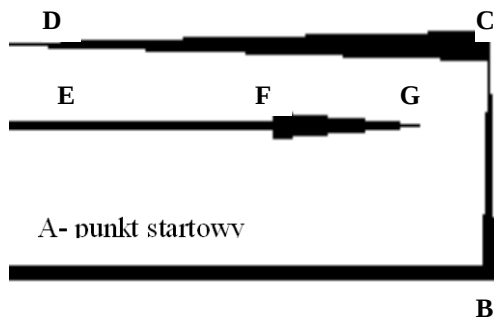


Uwaga praktyczna! Kropka dziesiętna w wartość szerokości musi być wprowadzana z klawiatury głównej, a nie z klawiatury numerycznej (tamta kropka jest zapisywana jako przecinek i program nie przyjmuje takiego zapisu).

- *Określ szerokość końcową <3.0000>:* **9**, naciśnij **Enter**.
- *Określ następny punkt lub [...]:* **@40,0**, naciśnij **Enter, Enter**.

Przykład 2.1c. Polilinia. Narysować wielobok otwarty o zmiennej szerokości poszczególnych boków.

- Wybierz polecenie **POLILINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- *Określ punkt początkowy:* wskaż dowolny punkt (traktujemy go jako punkt A).
- *Określ następny punkt lub [Iuk/.../Długość/Cofaj/Szerokość]: s,* naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość początkową <9.0000>:* 2, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość końcową <2.0000>:* **Enter**.
- *Określ następny punkt lub [...]: @40,0,* naciśnij **Enter**, (uzyskujemy punkt B).
- Zmień szerokość: s, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość początkową <2.0000>:* naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość końcową <2.0000>:* 0, naciśnij **Enter**.
- *Określ następny punkt lub [...]: @0,20,* naciśnij **Enter**, (uzyskujemy punkt C).
- Ponownie zmień szerokość: s, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość początkową <2.0000>:* 5, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość końcową <5.0000>:* 0, naciśnij **Enter**.
- *Określ następny punkt lub [...]: @-40,0,* naciśnij **Enter**, (uzyskujemy punkt D).
- Ponownie naciśnij **Enter** w celu zakończenia rysowania.

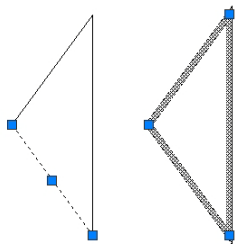


Przykład 2.1d. Polilinia. Narysować strzałkę EFG (rysunek powyżej).

- Wybierz polecenie **POLILINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- *Od punktu:* wskaż dowolny punkt (traktujemy go jako punkt E).
- *Określ następny punkt lub [Iuk/Półszerokości/Długość/Cofaj/Szerokość]: s,* naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość początkową <0.0000>:* 1.5, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość końcową <1.5000>:* naciśnij **Enter**.
- *Określ następny punkt lub [...]: @25,0,* naciśnij **Enter**, (uzyskujemy punkt F).
- Ponownie zmień szerokość: s, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość początkową <1.5000>:* 4, naciśnij **Enter**.
- *Określ szerokość końcową <4.0000>:* 0, naciśnij **Enter**.
- *Określ następny punkt lub [...]: @10,0,* naciśnij **Enter**, (uzyskujemy punkt G).

Przykład 2.1e. Edycja polilinii. Zamienić obiekty narysowane jako linia na polilinię, połączyć je i nadać indywidualną szerokość równą 1.2.

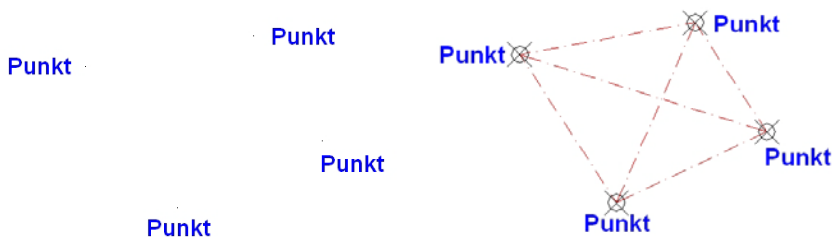
- Wejść w polecenia do **EDYCJI POLILINII** (*Menu rozwijalne: zakładka Modyfikuj > Obiekt > POLILINIA*).
- *Wybierz polilinię lub [Wiele]:* wpisujemy **w** i **Enter** (uzyskujemy możliwość jednoczesnego zaznaczenia wielu obiektów do edycji).



- *Przekształcić linie, łuki, splajny w polilinię [Tak/Nie]? <T>:* wciśnij **Enter** (zatwierdzenie zamiany).
- Łączenie osobnych linii w jeden obiekt. *Podaj opcję [.../Dołącz/Szerokość...]:* wpisz **d** i wciśnij **Enter**.
- *Podaj długość połączenia ...<0.0000>:* wciśnij **Enter**.
- Zmiana szerokości polilinii. *Podaj opcję [.../Dołącz/Szerokość...]:* wpisz **s** i wciśnij **Enter**.
- *Określ nową szerokość wszystkich segmentów:* wprowadź **1.2** i wciśnij **Enter**.

Przykład 2.1f. Punkt i linia. Zmienić wizualizację obiektu typu punkt, a następnie na warstwie OSIE połączyć istniejące punkty liniami.

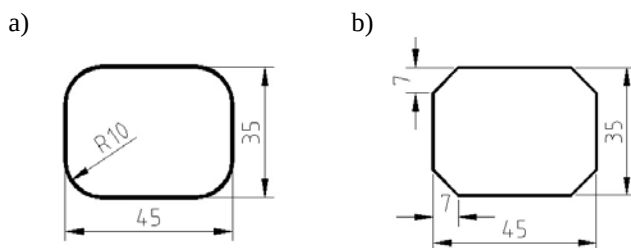
- Wybierz okno zmiany wizualizacji obiektu typu punkt (*Menu rozwijalne: zakładka Format > STYL PUNKTU...*).
- Wybierz jeden ze wzorów i wciśnij **Enter**. Na ekranie pojawiają się punkty zobrazowane w nowy sposób.
- Przejdź na warstwę o nazwie **OSIE**, w tym celu kliknij na strzałkę rozwinięcia zdefiniowanych warstw i wybierz właściwą.
- Wybierz polecenie **LINIA** z paska poleceń **RYSUJ** (nie wstawiaj żadnego punktu).
- Włącz automatyczną lokalizację obiektu typu punkt. Wybierz ikonę *Nastawy obiektu...* w pasku **LOKALIZACJA**, wykasuj wszystkie dotychczasowe ustawienia i zaznacz lokalizację PUNKT-u.
- Narysuj odcinki lokalizując automatycznie istniejące punkty.



2.2. Rysowanie prostokątów i figur foremnych

PROSTOKĄT

Polecenie **PROSTOKĄT (pro)** służy do rysowania prostokątów poprzez określenie położenia przeciwnych naroży. Obiekty rysowane narzędziem prostokąt są poliliniami, które można modyfikować za pomocą polecenia EDPLIN. Prostokąt można rysować w trzech wariantach: jako klasyczny prostokąt, oraz z wierzchołkami zaokrąglonymi lub ze ściętymi, rys. 2.6. Po zastosowaniu polecenia ROZBIJ uzyskujemy obiekty typu LINIA (tracimy zdefiniowaną szerokość), a w przypadku prostokąta z zaokrągleniami powstają niezależne segmenty liniowe oraz łukowe.



Rys. 2.6. Zastosowanie polecenia **PROSTOKĄT** przy indywidualnie zdefiniowanej szerokości linii: a) prostokąt z zaokrągleniami, szerokość linii = 1; b) prostokąt z fazami, szerokość linii = 0.7

W wierszu poleceń pojawiają się dostępne funkcje służące do kreślenia prostokąta:

Fazuj/Poziom/Zaokrągl/Grubość/Szerokość[†]

- | | |
|-----------------|--|
| Fazuj | — określa odległości fazowania dla rysowanego prostokąta:
<i>Pierwszy wymiar fazy prostokątów <aktualnie>:</i> Podaj odległość albo naciśnij ENTER, <i>Drugi wymiar fazy prostokątów <aktualnie>:</i> Podaj odległość albo naciśnij ENTER, |
| Poziom | — określa poziom rysowanego prostokąta, dotyczy obiektów 3D, |
| Zaokrągl | — określa promień zaokrąglenia narożników rysowanego prostokąta.
<i>Promień zaokrąglenia prostokątów <aktualnie>:</i> Podaj odległość albo naciśnij ENTER (<i>Wprowadzona wartość stanie się aktualnym promieniem zaokrąglenia dla następnych poleceń PROSTOKĄT</i>), |
| Grubość | — określa grubość rysowanego prostokąta:
<i>Grubość prostokątów <aktualnie>:</i> Podaj odległość albo naciśnij ENTER (<i>Wprowadzona wartość stanie się aktualną grubością dla następnych poleceń PROSTOKĄT</i>), |

[†] Duża litera oznacza skrót klawiaturowy opcji polecenia (np. wpisać literę **f** i wcisnąć Enter).

Szerokość — określa szerokość polilinii rysowanego prostokąta.

Uwaga praktyczna! Przy stosowaniu polecenia **PROSTOKĄT** obowiązuje zasada, że zanim określi się położenie pierwszego naroża prostokąta w przestrzeni rysunkowej należy zdefiniować wszystkie parametry rysowanego obiektu: szerokość linii, promień zaokrąglenia lub wielkość fazowania.

WIELOBOK

Polecenie **WIELOBOK** służy do rysowania figur foremnych (boki i kąty w takiej figurze są identyczne) na podstawie określenia liczby boków oraz promienia okręgu wpisanego, opisanego lub długości boku. Polecenie nie ma możliwości indywidualnego definiowania szerokości linii. Obiekt przejmie szerokość warstwy, na której jest rysowany.

Opcje tego polecenia są następujące:

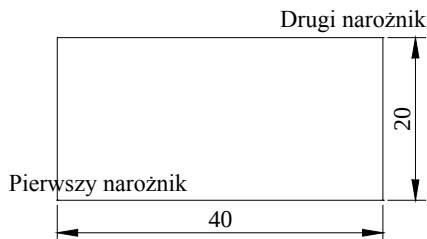
- Bok** — definiuje wielobok przez podanie końców jednego boku,
- Wpisany** — rysuje wielobok gdy znana jest odległość pomiędzy środkiem okręgu i wierzchołkami wieloboku (promień opisanego na nim okręgu),
- Opisany** — rysuje wielobok gdy znana jest odległość pomiędzy środkiem okręgu i punktem symetrii każdego boku (promień okręgu wpisanego w wielobok).

Przykłady do rozdziału 2.2 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-2.2.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 2.2a. Prostokąt. Narysować prostokąt o długości boków: 40 i 20 jednostek.

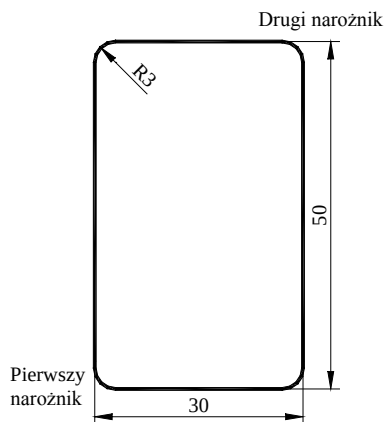
- Wybierz polecenie **PROSTOKĄT** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- *Określ pierwszy narożnik lub [...]:* **wskaż dowolny punkt.**
- *Określ kolejny narożnik lub [Wymiary]:* **@40,20**, naciśnij **Enter**.



Przykład 2.2b. Prostokąt. Narysować prostokąt o długości boków: 30 i 50 jednostek, o szerokości linii 0.7 i narożnikach zaokrąglonych promieniem 3.

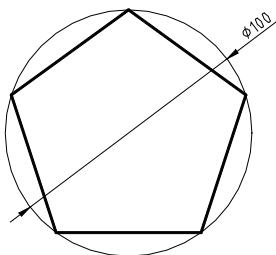
- Wybierz polecenie **PROSTOKĄT** w pasku narzędzi **RYSUJ**.

- Określ pierwszy narożnik lub [Fazuj/Poziom/ **Zaokrągl**/.../Szerokość]: **z**, naciśnij **Enter**.
- Określ promień zaokrąglenia prostokątów <0.0000>: **3**, naciśnij **Enter**.
- Określ pierwszy narożnik lub [Fazuj/Poziom/ **Zaokrągl**/.../Szerokość]: **s**, naciśnij **Enter**.
- Określ szerokość linii prostokątów <0.0000>: **0.7**, naciśnij **Enter**.
- Określ pierwszy narożnik lub [...]: **wskaż dowolny punkt**.
- Określ kolejny narożnik lub [Wymiary]: **@30,50**, naciśnij **Enter**.



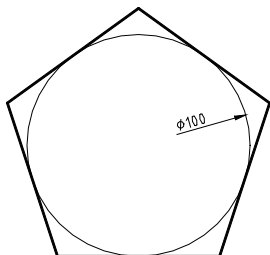
Przykład 2.2c. Wielobok. Narysować wielobok foremny wpisany i opisany na okręgu o średnicy 100 jednostek.

Zadanie 1. Wielokąt wpisany w okrąg.



- Wybierz polecenie **WIELOBOK** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Podaj liczbę boków <4>: **5**, wciśnij **Enter**.
- Określ środek wieloboku lub [Bok]: **wskaż dowolny punkt**.
- Podaj opcję [Wpisany w okrąg/Opisany na okręgu] <W>: **w**, wciśnij **Enter**.
- Określ promień okręgu: **50**, wciśnij **Enter**.

Zadanie 2. Wielokąt opisany na okręgu.



- Wybierz polecenie **WIELOBOK** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Podaj liczbę boków <4>: **5**, wciśnij **Enter**.
- Określ środek wieloboku lub [Bok]: **wskaż dowolny punkt**.
- Podaj opcję [Wpisany w okrąg/Opisany na okręgu] <W>: **o**, wciśnij **Enter**.
- Określ promień okręgu: **50**, wciśnij **Enter**.

2.3. Rysowanie okręgów, pierścieni i elips

OKRĄG



Polecenie **OKRĄG (o)** służy do rysowania okręgów, które przejmują szerokość warstwy, na której są rysowane. Zmiana szerokości linii jest możliwa przez zastąpienie zmiennej logicznej *JakWarstwa* nową wybraną wartością z dostępnej listy. Sposób rysowania okręgów jest uzależniony od posiadanych informacji. Wartości promienia czy średnicy można podawać z klawiatury lub wskazywać przy zastosowaniu narzędzi do lokalizacji precyzyjnej (bardzo praktyczną możliwością jest korzystanie z poszukiwania punktów stycznych do wskazanych obiektów). W wierszu poleceń pojawiają się następujące opcje służące do rysowania okręgów:

- Środek, promień** — rysuje okrąg o określonym środku i promieniu,
- Środek, średnica** — rysuje okrąg o określonym środku i średnicy,
- 2P (punkty)** — rysuje okrąg przechodzący przez dwa punkty wyznaczające średnicę,
- 3P (punkty)** — rysuje okrąg przechodzący przez trzy punkty (można wskazać punkty styczne),
- Ssr (Styczny, styczny, promień)** — rysuje okrąg o określonym promieniu, styczny do dwóch wskazanych obiektów.

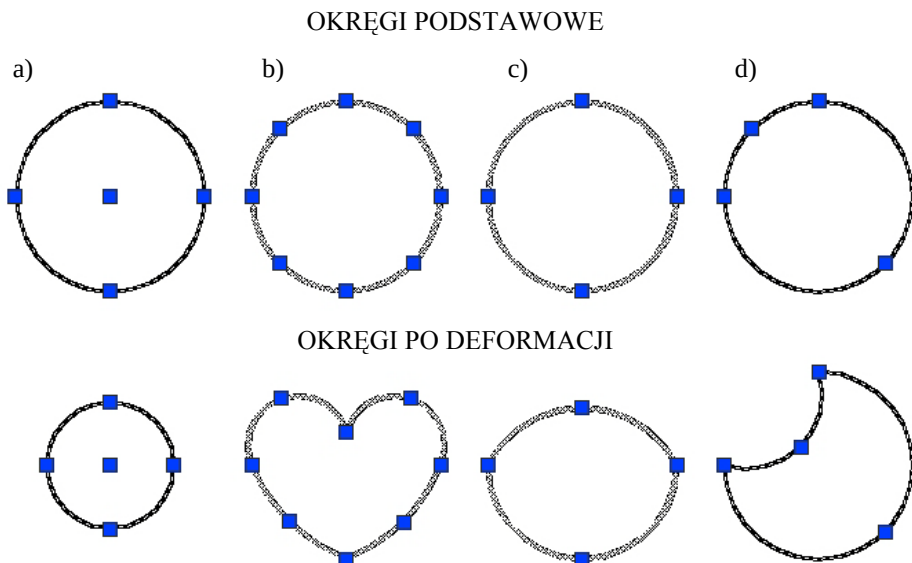
PIERŚCIEŃ



Polecenie **PIERŚCIEŃ (pr)** służy do rysowania okręgów o określonej szerokości linii. Pierścienie są w rzeczywistości zamkniętymi poliliniami posiadającymi szerokość. Aby utworzyć pierścień należy podać jego wewnętrzną i zewnętrzną średnicę oraz wskazać środek. Podając wartość średnicy wewnętrznej równą 0, można utworzyć jednolicie wypełnione okręgi. Polecenie jest trochę kłopotliwe, ponieważ gdy chce się uzyskać okrąg o określonej szerokości linii rysowania, należy dokonać obliczeń, w których tę szerokość uwzględnia się przy podawaniu wartości średnicy wewnętrznej i średnicy zewnętrznej pierścienia.

Komentarz! Tak więc rysując, przy użyciu tego polecenia, dwa okręgi o tej samej średnicy nominalnej, ale o różnych szerokościach linii podaje się różne wartości średnic wewnętrznych i zewnętrznych.

Na rys. 2.7. pokazano, że tak samo wyglądający okrąg mógł w rzeczywistości być wykonany przy zastosowaniu różnych poleceń programu AutoCAD. Różne rozmieszczenie uchwytów w okręgach pozwala na uzyskanie innych deformacji obiektu.



Rys. 2.7. Prezentacja rozmieszczenia uchwytów figury będącej okręgiem w zależności od metody jej tworzenia: a) polecenie OKRĄG z włączoną szerokością linii; b) polecenie PROSTOKĄT z opcją *zaokrągl*; c) polecenie PIERŚCIEN; d) polecenie POLILINIA z opcją łuk oraz opcją *zamknij*

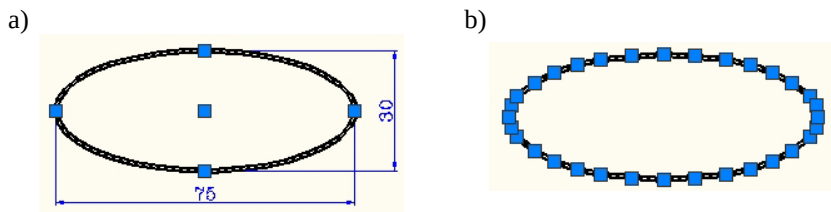
ELIPSA



Polecenie **ELIPSA (e)** umożliwia rysowanie figury będącej dokładnym matematycznym odwzorowaniem elipsy. Klasyczna definicja elipsy mówi nam, że jest to figura geometryczna, która jest zbiorem punktów równooddalonych od obu jej środków. Program AutoCAD w procesie rysowania elipsy nie posługuje się jej środkami. Standardową metodą rysowania elipsy jest określenie punktów końcowych poziomej osi elipsy i odległości, która jest równa połowie wysokości elipsy. Do polecenia ELIPSA dołączona jest zmienna systemowa PELLIPSE, która przyjmuje dwie wartości:

- **0** – rysowana jest elipsa opisana równaniem parametrycznym (nie można zmienić szerokości linii elipsy),
- **1** – elipsa rysowana jest polilinią (możliwa jest edycja elipsy przy zastosowaniu polecenia EDPLIN), rys. 2.8.

Komentarz! Zmienną PELLIPSE należy wprowadzić z klawiatury przed narysowaniem elipsy. Istniejące uchwyty można wykorzystać przy modyfikacji kształtu i rozmiaru. Przy wprowadzeniu wartości **1** nie można rysować łuków eliptycznych.



Rys. 2.8. Wygląd elipsy i jej uchwytów przy różnych wartościach zmiennej systemowej PELLIPSE: a) wartość = 0 przy włączonej szerokości linii; b) wartość = 1

W wierszu poleceń pojawiają się następujące funkcje służące do rysowania elipsy:

- śrOdek** — rysowanie w oparciu o współrzędne środka, koniec osi poziomej elipsy i połowę wysokości,
- Początek, koniec** — rysowanie w oparciu o współrzędne końców poziomej osi, lub jej długość oraz połowę wysokości.

Przykłady do rozdziału 2.3 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-2.3.dwg**. Rezultaty swoich działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

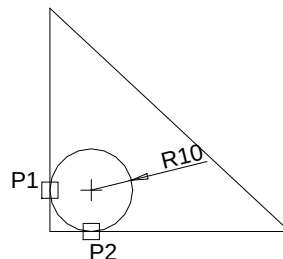
Przykład 2.3a. Okrąg. Narysować okrąg o promieniu równym 30 jednostek.

- Wybierz polecenie **OKRĄG** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Określ środek okręgu lub [3P/2P/Ssr]: **wpisz 150,200** (bezwzględne współrzędne kartezjańskie), naciśnij **Enter**.
- Określ promień okręgu lub [śreDnicą]: **30**, naciśnij **Enter**.

Przykład 2.3b. Okrąg. Narysować okrąg.

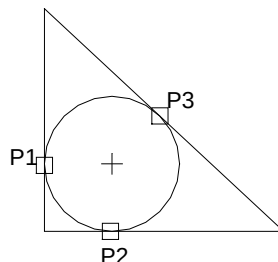
Zadanie 1. Styczny do dwóch przyprostokątnych trójkąta i promieniu równym 10 jednostek.

- Wybierz polecenie **OKRĄG** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Wybierz opcję **Styczny, styczny, promień**: s, wciśnij **Enter**.
- Określ punkt na pierwszym obiekcie stycznym do okręgu: **P1** (lokalizacja STYczny).
- Określ punkt na drugim obiekcie stycznym do okręgu: **P2** (lokalizacja STYczny).
- Określ promień okręgu <30.000>: **10**, wciśnij **Enter**.



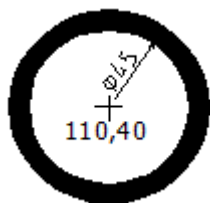
Zadanie 2. Styczny do trzech boków trójkąta.

- Wybierz polecenie **OKRĄG** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Wybierz opcję **3P (3 punkty)**: 3p, wciśnij **Enter**.
- Określ pierwszy punkt na okręgu: **P1** (lokalizacja STyczny).
- Określ drugi punkt na okręgu: **P2** (lokalizacja STyczny).
- Określ trzeci punkt na okręgu: **P3** (lokalizacja STyczny).

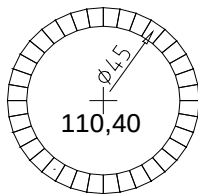


Przykład 2.3c. Pierścień. Narysować pierścień o średnicy 45 jednostek, środka w punkcie 110,40, z wypełnieniem oraz bez wypełnienia.

z wypełnieniem



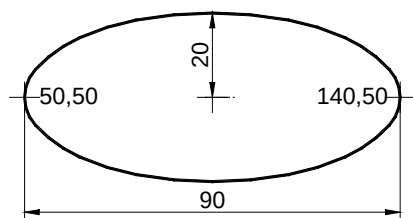
bez wypełnienia



- Wybierz polecenie **PIERŚCIEŃ** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Określ średnicę wewnętrzną $\langle 0.5 \rangle$: **40, Enter**.
- Określ średnicę zewnętrzną pierścienia $\langle 40 \rangle$: **50, Enter**.
- Określ środek pierścienia: **110,40**, (bezwzględne współrzędne kartezjańskie), **Enter**.

Komentarz! Wypełnienie można włączyć lub wyłączyć, ale rysunek należy poddać regeneracji. Proces wypełnienia dotyczy obiektów wykonanych przy zastosowaniu takich poleceń, jak: POLILINIA, PROSTOKĄT, PIERŚCIEŃ. Aby wyłączyć wypełnienie po narysowaniu pierścienia należy wybrać z Menu rozwijalnego: zakładka *Narzędzia* > *Opcje...* > *Ekran* > *Zastosuj pełne wypełnienie*, OK, a następnie ponownie z Menu rozwijalnego: zakładka *Widok* > *Regen*.

Przykład 2.3d. Elipsa. Narysować elipsę o długości 90 jednostek i wysokości 40 jednostek.



- Wybierz polecenie **ELIPSA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Określ początek osi elipsy lub $[Iuk/srOdek]$: **wpisz 320,50** (bezwzględne współrzędne kartezjańskie), **Enter**.
- Określ koniec osi: **@90,0** lub **140,50, Enter**.
- Określ długość drugiej półosi lub $[oBrót]$: **20, Enter**.

2.4. Rysowanie łuków



Polecenie **LUK (u)** służy do rysowania łuków, poprzez wskazywanie punktów charakterystycznych i wielkości opisujących łuk. Łuk to figura geometryczna, która jest wycinkiem okręgu, a więc posiada środek oraz promień. Obiekt przejmie szerokość warstwy, na której jest rysowany. Istniejącemu łukowi można nadać indywidualną szerokość linii poprzez rezygnację z szerokości *JakWarstawa* i wybranie z listy innych dostępnych wartości. Sposób rysowania łuku jest uzależniony od posiadanych informacji.

W wierszu poleceń pojawiają się następujące opcje do rysowania:

3 punkty	— łuk przechodzący przez 3 różne punkty,
początek, środek, koniec	— punkt początkowy, środek łuku, punkt końcowy,
początek, środek, kąt	— punkt początkowy, środek łuku, kąt rozwarcia,
początek, środek, cięciwa	— punkt początkowy, środek łuku, długość cięciwy,
początek, koniec, kąt	— punkt początkowy, koniec łuku, kąt rozwarcia,
początek, koniec, zwrot	— punkt początkowy, punkt końcowy, kierunek stycznej do łuku w punkcie początkowym,
początek, koniec, promień	— punkt początkowy, punkt końcowy, promień łuku,
środek, początek, koniec	— środek łuku, punkt początkowy, punkt końcowy,
środek, początek, kąt	— środek łuku, punkt początkowy, kąt rozwarcia,
środek, początek, cięciwa	— środek łuku, punkt początkowy, długość cięciwy.

Uwaga praktyczna! Najczęściej posiadaną informacją o łuku jest wartość jego promienia oraz kąta rozwarcia. Dlatego przy rysowaniu łuku należy korzystać z następującego ciągu podawania danych: **początek, środek, kąt**. Po wprowadzeniu punktu początkowego, środek można podać korzystając ze zmiennych względnych (kartezjańskich lub biegunowych) – wtedy wprowadza się znaną wartość promienia łuku. Przy podawaniu kąta rozwarcia łuku należy zwrócić uwagę, w którą stronę łuk będzie kreślony (dodatni zwrot kąta jest przeciwny do ruchu wskazówek zegara) – wartość kąta można podać jako wartość dodatnią lub ujemną.



Polecenie **POLILINIA (pl)** – przy zastosowaniu opcji łuk polecenie to może zostać wykorzystane do rysowania łuków, a nawet okręgów – opcja zamknij. Kreślone łuki mogą mieć indywidualnie zdefiniowaną szerokość (inną niż warstwa, na której są rysowane). Podczas rysowania segmentów łukowych końcowy punkt łuku pierwszego staje się początkiem następnego segmentu. Polecenie pozwala również w jednej sesji rysowania utworzyć obiekt, który składa się z odcinków i łuków, zobacz rys. 2.2. Łuki można rysować

poprzez podanie wartości kąta lub promienia bądź poprzez podanie środka. Po wybraniu polecenia POLILINIA w wierszu poleceń pojawiają się opcje: **Łuk/ Półszerokości/Długość/ Cofaj/ Szerokość** – aby skorzystać z funkcji rysowania łuków należy wpisać literę **u** i potwierdzić klawiszem *Enter*. W wierszu poleceń pojawiają się następujące funkcje rysowania łuku:

kąT	— rysuje łuk o danym kącie rozwarcia,
śrOdek	— rysuje łuk bazując na podanym środku łuku,
zWrot	— określa kierunek kreślenia łuku,
Półszerokości	— rysuje łuk o podanej początkowej i końcowej półszerokości linii,
Linia	— powraca do rysowania linii,
pRomień	— rysuje łuk o danym promieniu,
Drugipunkt	— podaj drugi punkt łuku,
Cofaj	— cofa ostatni ruch,
Szerokość	— rysuje łuk o podanej szerokości polilinii.

Uwaga praktyczna! Stosuj rysowanie łuku podając położenie jego środka oraz kąt rozwarcia. Przeczytaj uwagę do rysowaniu łuków przy zastosowaniu polecenia ŁUK.

Przykłady do rozdziału 2.4 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-2.4.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

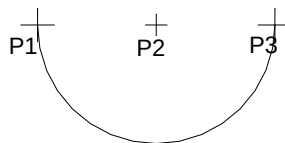
Przykład 2.4a. Łuk. Narysować następujące łuki.

Zadanie 1. Łuk przechodzący przez dowolne 3 punkty.

- Wybierz Menu rozwijalne: zakładka **Rysuj**> polecenie **ŁUK**> opcja: **3 punkty**.
- Określ punkt początkowy łuku: **P1**.
- Określ drugi punkt łuku: **P2**.
- Określ punkt końcowy łuku: **P3**.

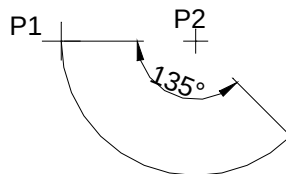
Zadanie 2. Łuk przechodzący przez początek, środek i koniec łuku.

- Wybierz Menu rozwijalne: zakładka **Rysuj**> polecenie **ŁUK**> opcja: **Początek, środek, koniec**.
- Określ punkt początkowy łuku: **P1**.
- Określ środek łuku: **P2**.
- Określ punkt końcowy łuku: **P3**.



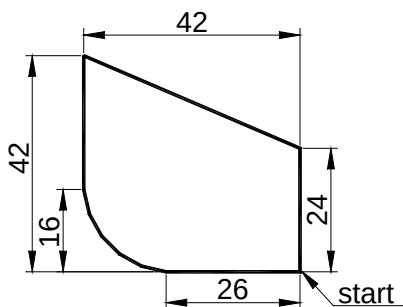
Zadanie 3. Łuk o znanym punkcie początkowym i końcowym oraz wielkości kąta rozwarcia.

- Wybierz Menu rozwijalne: zakładka Rysuj> polecenie **ŁUK**> opcja: **Początek, środek, kąt**.
- Określ punkt początkowy łuku: **P1**.
- Określ środek łuku: **P2**.
- Określ kąt rozwarcia: **135**.



Przykład 2.4b. POLILINIA. Narysować element za pomocą polecenia POLILINIA z opcją ŁUK.

- Wybierz polecenie **POLILINIA** w pasku narzędzi **RYSUJ**.
- Określ punkt początkowy: wskaż koniec strzałki „start” (lokalizacja KONiec).
- Określ następny punkt lub [Iuk/Pólszerokości/Długość/Cofaj/Szerokość]: **s**, naciśnij **Enter**.
- Określ szerokość początkową <2.0000>: **0.5**, **Enter**.
- Określ szerokość końcową <0.5000>: **Enter**.
- Określ następny punkt lub [...]: **@-26,0**, **Enter**.
- Określ następny punkt lub [Iuk/Pólszerokości/Długość/Cofaj/Szerokość]: **u**, **Enter**.
- Określ koniec łuku lub [kqT/śrOdek/zWrot/...]: **o**, naciśnij **Enter**, **@-16,16**, naciśnij **Enter**.
- Określ punkt końcowy łuku lub [kqT/Długość]: **T**, naciśnij **Enter**, **-90°**, naciśnij **Enter**.
- Określ koniec łuku lub [kqT/śrOdek/Zamknij/zWrot/Pólszerokości/Linia/Promień/Drugipunkt/Cofaj/Szerokość]: **l**, naciśnij **Enter**.
- Określ następny punkt lub [Iuk/Zamknij/Pólszerokości/Długość/Cofaj/Szerokość]: **@0,26**, **Enter**.
- Określ następny punkt lub [...]: **@-42,-18**, naciśnij **Enter**.
- Określ następny punkt lub [...]: **@0,-24**, naciśnij **Enter**.



2.5. Rysowanie prostych i półprostych

PROSTA

Polecenie **PROSTA** umożliwia rysowanie nieskończonej długiej linii prostej, która nie ma początku ani końca. Obiektowi można przypisać cechy takie, jak: rodzaj, kolor oraz szerokość (przejmuje je z warstwy – zmienne *JakWarstwa* lub ustawia się je indywidualnie). Linie utworzone tym poleceniem najczęściej wykorzystywane są jako widoczne linie

konstrukcyjne. Jest to praktyczne podejście, ponieważ obiekty te nie są brane pod uwagę podczas określania zakresu rysunku przy pomocy narzędzia do skalowania przestrzeni oglądu – *ZOOM zakres*. Istniejącą prostą można edytować, np. poprzez zastosowanie polecenia *UTNIJ* zamieniamy ją na półprostą.

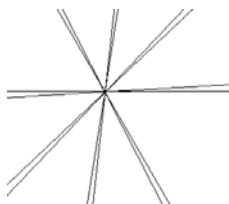
Polecenie posiada następujące opcje do rysowania:

Poziom	— rysuje proste linie równoległe do osi X,
Pion	— rysuje proste równoległe do osi Y,
Kąt	— rysuje prostą pod kątem do osi X (zgodnie z dodatnim zwrotem),
Dwusieczna	— rysuje prostą, która jest dwusieczną kąta (pokazuje się wierzchołek kąta, następnie pierwsze i drugie ramię kąta),
Odsuń	— rysuje prostą równoległą do wskazanego obiektu liniowego (odległość odsunięcia określa się z klawiatury, a następnie wskazuje się kierunek odsunięcia).

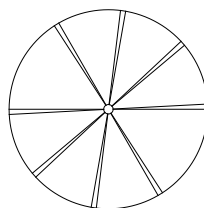
Komentarz! Jeśli układ współrzędnych XY byłby ustawiony pod kątem, to proste będą rysowane również pod kątem, równoległe do osi X oraz Y. Zwyczajowo układ współrzędnych usytuowany jest tak, że oś X jest pozioma, a oś Y jest pionowa, stąd pochodzą nazwy opcji rysowania.

Na rys. 2.9. pokazano sposób rysowania szprychy w kole przy wykorzystaniu prostych z użyciem opcji **kąt**. Szprychy rozmieszczone są niesymetrycznie, przez to niemożliwe byłoby użycie polecenia *SZYK* (zobacz podrozdział 3.2). Do ucięcia prostych użyto polecenia *UTNIJ* (zobacz podrozdział 3.5), a granicami cięcia były narysowane okręgi, rys. 2.9b. Podwójne ucięcie prostej zamienia ją na odcinek.

a)



b)



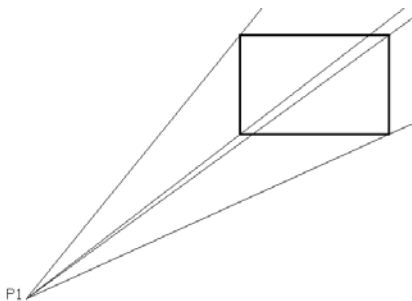
Rys. 2.9. Rysowanie koła ze szprychami przy użyciu polecenia *PROSTA* z opcją **kąt** oraz polecenia *UTNIJ*.

PÓLPROSTA



Polecenie **PÓLPROSTA** służy do rysowania linii mającej określony jeden koniec i biegnącej w nieskończoność. Półprostą można przypisać szerokość, rodzaj oraz kolor linii. Półprosta nie jest brana pod uwagę podczas określania zakresu rysunku (*ZOOM zakres*), tak jak dla prostych. Półprostą można również edytować, po ucięciu jej końca biegnącego w nieskończoność uzyskuje się odcinek. Linie rysowane tym poleceniem najczęściej

wykorzystywane są jako widoczne linie konstrukcyjne. Rysowanie półprostych polega na wskazaniu punktu w oknie rysowania, który będzie początkiem pęku półprostych – punktu P1, następnie wskazujemy punkt (zastosowanie lokalizacji precyzyjnej lub względnych zmiennych kartezjańskich lub biegunowych), przez który ma przechodzić półprosta, rys. 2.10.

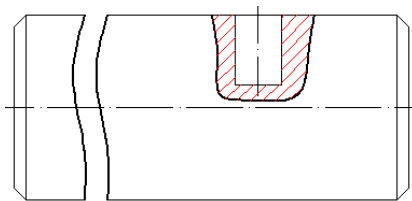


Rys. 2.10. Półproste wychodząc z punkt P1 przechodzą przez naroża prostokąta

2.6. Rysowanie splajnow i ich zmiana

SPLAJN

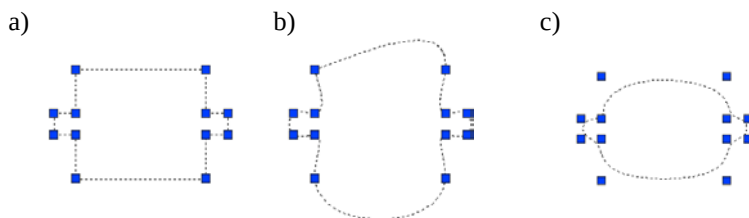
Polecenie **SPLAJN (spl)** służy do rysowania gładkich krzywych przechodzących przez ciąg wskazanych punktów, które tworzą jeden obiekt w sensie AutoCAD-a. Splajny przejmują parametry linii zdefiniowanej w warstwie, są rysowane bardziej dokładnie niż wygładzone polilinie i zajmują w bazie danych rysunku mniej miejsca. W praktyce tworzenia dokumentacji technicznej splajny są stosowane do rysowania wyrwań (przekroje cząstkowe) oraz przerwań i urwań, rys. 2.11.



Rys. 2.11. Przekrój cząstkowy oraz przerwanie wykonane przy pomocy splajnow

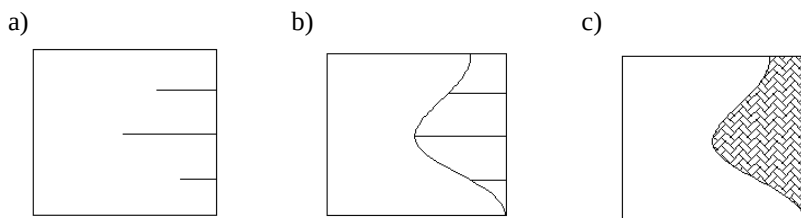
Przy tworzeniu splajnow zamkniętych korzysta się z opcji *zamknij*. W przeciwnym przypadku po wciśnięciu klawisza Enter należy jeszcze określić położenie stycznej do położenia pierwszego i ostatniego segmentu splajnu. Położenie tych stycznych będzie decydowało o zakrzywieniu pierwszego i ostatniego segmentu. Rys. 2.12. przedstawia porównanie wyglądu trzech różnych linii narysowanych przy wykorzystaniu tych samych

punktów. Widać wyraźnie (rys. 2.12b), że linie splajnu przechodzą przez punkty wskazywane przez myszkę.



Rys. 2.12. Wygląd trzech obiektów i ich uchwytów narysowanych przy wykorzystaniu tych samych punktów geometrycznych: a) polilinia; b) splajn; c) polilinia wygładzona

Na rys. 2. 13. przedstawiono zastosowanie rysowania splajnu do uzyskania kształtu chodnika w planie zagospodarowania przestrzennego fragmentu działki budowlanej.



Rys. 2.13. Etapy rysowania: a) przy użyciu odcinków wyznaczenie pożądanych odległości; b) rysowanie splajnu na końcach odcinków (zastosowanie lokalizacji precyzyjnej); c) usunięcie odcinków i wypełnienie powstałego obszaru.

Edycja splajnu

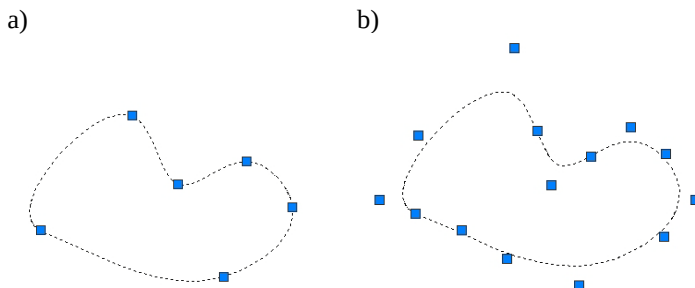
Splajny można modyfikować za pomocą polecenia **EDSPLAJN** oraz **UCHWYTÓW**. Edycja z użyciem uchwytów polega głównie na ich przeciąganiu, dzięki czemu uzyskuje się nowe kształty segmentów znajdujących się po obu stronach aktywnego uchwytu.

Zdecydowanie większe możliwości modyfikacji splajnu daje zastosowanie polecenia **EDSPLAIN** (dostępne z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > *Splajn*).

Polecenie to pozwala na:

- zmianę wyglądu początku i końca splajnu – podopcja *styczne* (w opcji *dopasuj dane*),
- przesuwanie punktów węzłowych splajnu – opcja *przesuń* (warto korzystać z lokalizacji precyzyjnej),
- usuwanie zbędnych punktów węzłowych – opcja *wymaż*,
- dodawanie nowych punktów węzłowych – opcja *dodaj*,
- zdefiniowanie przesunięcia punktu splajnu względem punktu węzłowego – opcja *tolerancja*,

- dodatkową edycję poprzez wejście w opcję *rozdrobnij*, dzięki czemu możliwe staje się automatyczne zwiększenie liczby punktów węzłowych – opcja *Zwiększ rząd*, zdefiniowanie ważności wybranego punktu węzłowego na wygląd splajnu – opcja *waga* (standardowa waga wynosi 1), rys. 2.14.



Rys. 2.14. Edycja splajnu z wykorzystaniem opcji **rozdrobnij**: a) splajn pierwotny; b) splajn po edycji, podopcja – **Zwiększ rząd**, wprowadzono wartość = 5

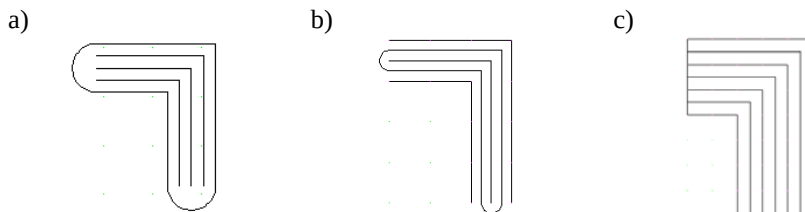
Po tej modyfikacji uzyskuje się zwiększoną liczbę uchwytów, dzięki czemu można precyzyjniej wpływać na kształt splajnu.

2.7. Rysowanie multilinii

MULTILINIA

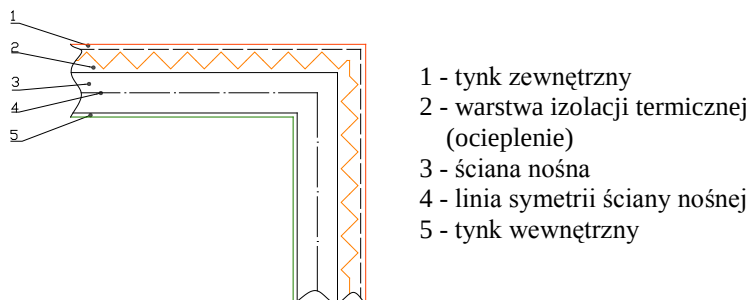
Polecenie **MULTILINIA (ml)** służy do rysowania wielokrotnych linii równoległych. Utworzona multilinia może zawierać maksymalnie 16 równoległych linii, z których każda może być rysowana innym kolorem i rodzajem linii. Położenie linii składowych określone jest przez podanie wielkości ich odsunięcia od linii środkowej, zaś na końcowy wygląd multilinii ma również wpływ wprowadzony współczynnik skali. Wnętrze multilinii może być wypełnione kolorem, a połączenia segmentów mogą być widoczne, albo nie. Końcówki multilinii mogą być: otwarte, zamknięte odcinkiem, łukiem zewnętrznym lub wewnętrznym. Podczas rysowania multilinii jej narożniki rysowane są automatycznie.

Proces rysowania multilinii jest dwuetapowy. W pierwszym etapie definiuje się styl multilinii stosując polecenie **EDMLIN** (wpisuje się nazwę, określa się liczbę odcinków równoległych, ich wzajemne położenie, kolor, rodzaj użytych linii, sposób prezentowania połączeń, rodzaj końcówek oraz sposób wypełnienia). Gdy utworzony styl zostaje zapisany w bibliotece multilinii to będzie on dostępny także poza obrębem bieżącego rysunku. W drugim etapie wybiera się styl multilinii i rysowany jest obiekt, rys. 2.15.



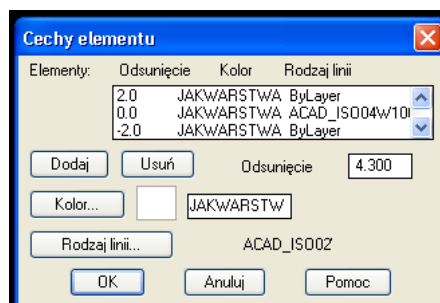
Rys. 2.15. Przykłady stylów multilinii: a) zakończenie łukiem z pięcioma elementami; b) zakończenie łukiem wewnętrznym; c) zakończenie linią z siedzioma elementami

Podczas rysowania multilinii zachodzi potrzeba jej właściwego usytuowania (np. rysowanej ściany, rys. 2.16) względem innych elementów lub posiadanych wymiarów głównych obiektu. Opcja *wyrównanie: góra, zero, dół* pozwala wybrać, która z linii składowych multilinii będzie pokrywała się ze wskazywanymi punktami tworzonego rysunku. Przy zmianie skali rysunku można również przeskalować samą multinię, aby nie było konieczności definiowania nowego stylu multilinii (ujemna wartość współczynnika skali odwraca kolejność usytuowania linii składowych, zaś 0 redukuje multinię do pojedynczej linii).



Rys. 2.16. Przekrój ściany budynku, narysowany z wykorzystaniem zdefiniowanej multilinii

Przy tworzeniu nowych stylów multilinii wykorzystuje się style już istniejące, ponieważ program wprowadza dziedziczenie parametrów stylu zaznaczonego jako bieżący, rys. 2.17.



Rys. 2.17. Okno do tworzenia cech elementu multilinii

Uwaga praktyczna! Multilinia przejmuje zadeklarowaną szerokość warstwy co może być kłopotliwe gdy włączymy wyświetlanie szerokości, ponieważ zdefiniowane linie składowej multilinii mogą się zlać w jedną linię. Najlepszym rozwiązaniem jest zdefiniowanie osobnej warstwy do rysowania multilinii.

Edycja multilinii

Istniejącą multinię można modyfikować za pomocą polecenia **EDMULTI** (dostęp z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > *Multilinia...* albo dwukrotne szybkie kliknięcie na multinię), w którym znajdują się wyspecjalizowane narzędzia pozwalające wykonać: przecięcie, połączenie, ucięcie, wydłużenie, stworzenie narożnika, dodanie nowego wierzchołka, usunięcie istniejącego wierzchołka, wycinanie i wklejanie fragmentów. Multinię można również modyfikować za pomocą uchwytów, które są umieszczone w ich wierzchołkach. Do dyspozycji są wszystkie opcje edycyjne oferowane przez uchwyty.

Na rys. 2.18. pokazano działanie opcji *utnij wszystko*, która np. umożliwia wstawienie okna w ścianie.



Rys. 2.18. Edycja multilinii: a) ikona opcji utnij wszystko; b) multilinia; c) multilinia po wycięciu i wstawieniu okna

W Tabeli 2.1. przedstawiono zestawienie pokazujące, które polecenia umożliwiające modyfikację obiektów rysunkowych działają w odniesieniu do multilinii.

Tablica 2.1. Polecenia do modyfikacji w odniesieniu do obiektu typu multilinia

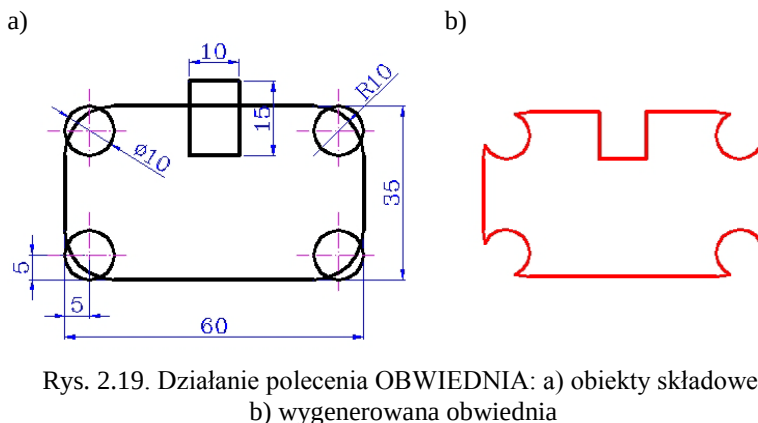
Polecenia	Działa	Nie działa
Wymaż	√	
Kopiuj obiekt	√	
Lustro	√	
Odsuń		√
Szyk	√	
Przesuń	√	
Obrót	√	
Skala	√	
Rozciągnij	√	
Utnij	√	
Wydłuż	√	
Przerwij		√
Fazuj		√
Zaokrąglaj		√
Rozbij	√	

2.8. Polecenia obwiednia, region, dopasuj

OBWIEDNIA



Polecenie **OBWIEDNIA (obw)** umożliwia automatyczne wygenerowanie obwiedni w postaci polilinii lub regionu na podstawie konturu zaznaczonych obiektów. Przy tworzeniu obwiedni można wybrać sposób wykrywania wysp, czyli obiektów o zamkniętym konturze znajdujący się wewnątrz innych figur zamkniętych. Polecenie można wybrać z *Menu rozwijanego*: zakładka *Rysuj* > OBWIEDNIA. Rys. 2.19. przedstawia działanie polecenia obwiednia, (po wygenerowaniu obwiedni polecenie nie usuwa linii konturowych obiektów składowych).



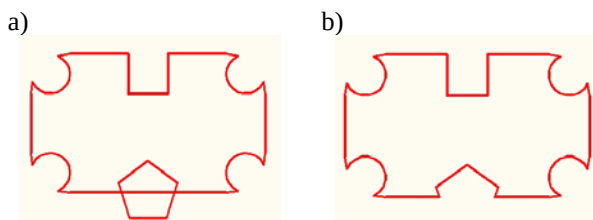
Rys. 2.19. Działanie polecenia OBWIEDNIA: a) obiekty składowe;
b) wygenerowana obwiednia

Komentarz! Gdy wskazane obiekty rysowane były przy użyciu splajnu lub elipsy nie można uzyskać obwiedni tylko obiekt typu region.

REGION



Polecenie **REGION (reg)** służy do uzyskania dwuwymiarowego obszaru na podstawie konturu zaznaczonych obiektów tworzących zamknięty kształt lub pętlę. Pętłe te mogą być kombinacjami linii, polilinii, prostokątów, wieloboków foremnych, okręgów, pierścieni, łuków, elips, łuków eliptycznych i splajnow. Obiekty tworzące pętlę muszą być albo zamknięte lub tworzyć zamkniętą powierzchnię poprzez dzielenie punktów końcowych z innymi obiektami. Utworzony region zawiera w sobie informację na temat brzegu i obszaru wewnątrz konturu (dane można uzyskać dzięki poleceniu PARAMFIZ). Polecenie można wywołać z *Menu rozwijanego*: zakładka *Rysuj* > REGION. Należy pamiętać, że region tworzony jest w aktualnej warstwie i przejmuje jej predefiniowane parametry, rys. 2.20.



Rys. 2.20. Działania na regionach: a) obiekty składowe w postaci regionów;
b) nowy region – polecenie RÓŻNICA

Powstały region to płaski odpowiednik bryły, dlatego można stosować polecenia logiczne Boole'a umożliwiające dodawanie, odejmowanie oraz znalezienie części wspólnej (dostęp z Menu rozwijanego: zakładka *Zmiana> Edycja brył> SUMA, RÓŻNICA, ILOCZYN*). Ponadto można pozyskać różne dane o obiekcie dzięki poleceniu PARAMFIZ, rys. 2.21.

Pole:	1580.86
Obwód:	241.58
Ramka ograniczająca:	X: 76.60 -- 136.60
	Y: 165.12 -- 200.12
Środek ciężkości:	X: 106.60
	Y: 182.54
Momenty bezwładności:	X: 52800169.73
	Y: 18372385.55
Moment odśrodkowy:	XY: 30762343.17

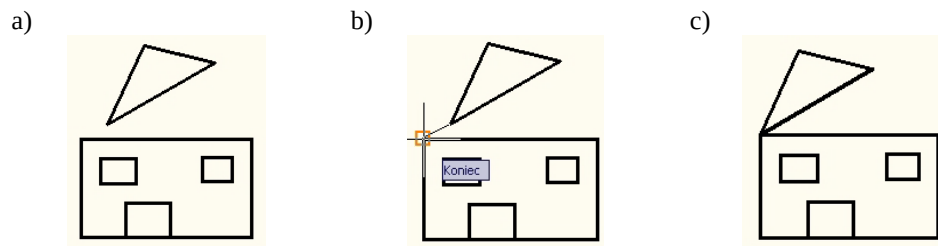
Rys. 2.21. Wybrane parametry fizyczne – polecenie PARAMFIZ

Komentarz! Aby uzyskać region kontur elementów składowych musi być zamknięty i nie może się przecinać, a elementy składowe muszą leżeć na jednej płaszczyźnie.

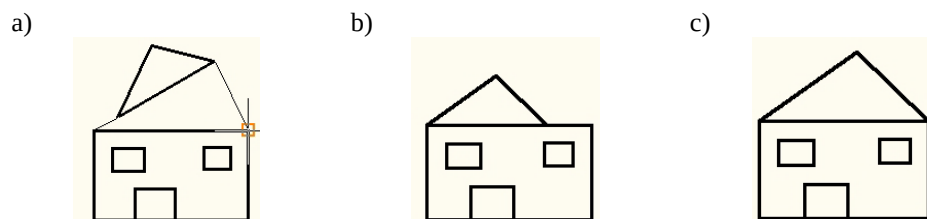
DOPASUJ

Polecenie **DOPASUJ** służy do łączenia dwóch obiektów istniejących na rysunku. Operacja dopasowania polega na przesunięciu zaznaczonego obiektu we wskazane miejsce z możliwością jednoczesnego obrotu (wartości kąta nie podajemy, ponieważ program sam ją wylicza) oraz skalowanie obiektu wybranego do obiektu docelowego (program sam wylicza współczynnik skalowania na podstawie automatycznego pomiaru obu wskazanych obiektów). Polecenie możemy włączyć w następujący sposób: *Menu rozwijalne: zakładka Modyfikuj> Operacje 3D> DOPASUJ*.

Polecenie DOPASUJ działa w odniesieniu do obiektów podstawowych takich, jak: linia, polilinia, prostokąt, wielobok foremny, okrąg, łuk, elipsa, łuk eliptyczny, pierścień, a także obwiedni, regionów, bloków, tekstów, rys. 2.22 oraz 2.23.



Rys. 2.22. Działania polecenia DOPASUJ: a) obiekty składowe; b) wskazanie pierwszego punktu źródłowego i docelowego; c) wykonanie przesunięcia

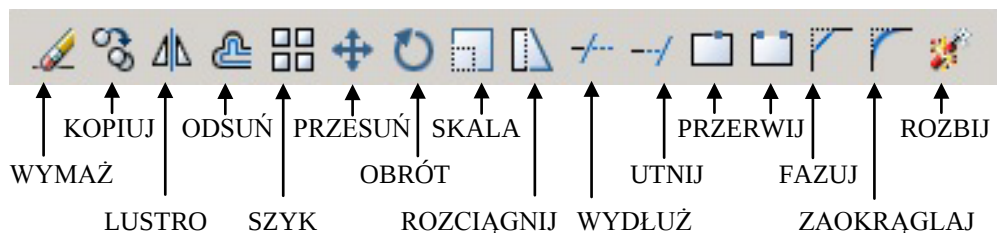


Rys. 2.23. Działania polecenia DOPASUJ: a) wskazanie drugiego punktu źródłowego i docelowego; b) wykonanie przesunięcia z obrotem; c) wykonanie przesunięcia z obrotem i skalowaniem

3. Polecenia do modyfikacji obiektów

Tworzenie dokumentacji technicznych przy wykorzystaniu technik komputerowych nie musi polegać tylko na rysowaniu. Proces ten można znacznie przyspieszyć poprzez zastosowanie poleceń do modyfikowania istniejących obiektów. Polecenia te pozwalają na: zmianę położenia obiektu (np. przesun, obrót), zwiększenie liczby obiektów (np. kopiuj, szyk), zmianę kształtu obiektu (np. utnij, rozciągnij, zaokrąglaj), zmianę struktury obiektu (rozbij), zmianę rozmiaru obiektu (np. skaluj) oraz likwidację obiektu (np. wymaż).

Omawiane tu polecenia można wpisać z klawiatury w wierszu poleceń, wybrać z paska narzędziowego **Zmień** lub z *Menu rozwijalnego* – zakładka *Modyfikuj*. Na rys. 3.1. pokazano zawartość paska **Zmień** z jednej z wersji programu AutoCAD.



Rys. 3.1. Pasek narzędzi **Zmień** (ikony z wersji 2005)

Ponadto modyfikację istniejących obiektów można wykonać poprzez różnorodne działania na uchwytach. Te zagadnienia będą szczegółowo omówione w podrozdziale 3.8. W tym miejscu warto jednak zaznaczyć, że modyfikacje przy użyciu uchwytów umożliwiają łączenie pojedynczych narzędzi, np. łącząc obrót z kopiowaniem uzyskuje się polecenie obrót działające jako polecenie wielokrotne.

Polecenia do modyfikacji z reguły są poleceniami składającymi się z dwu faz. Po wybraniu polecenia, w pierwszej fazie zaznacza się obiekty (kończy ją klawiszem Enter), w drugiej zaś określa się parametry dotyczące wybranego polecenia dzięki czemu polecenie zostaje wykonywane.

W rozdziale tym nie omówiono modyfikacji (edycji) obiektów posiadających specjalistyczne narzędzia do ich zmiany. Chodzi o takie obiekty, jak: polilinia, splajn, multilinia, kreskowania i wypełnienia, wymiary, teksty, bloki oraz atrybuty. Narzędzia te omawiane są przy opisie tych obiektów i poleceń do ich tworzenia.

Klasyfikacja poleceń do modyfikacji obiektów

Polecenia do modyfikowania obiektów można w pewien sposób sklasyfikować w oparciu o określone wcześniej kryteria. Kryteria te pozwalają określić czy podczas modyfikowania obiekt ten nie zmienia się, a jeżeli zmienia się to w jaki sposób (zmiana proporcjonalna, czy

deformacja kształtu) oraz czy zwiększa się ich liczba. Tabela 3.1 pokazuje, które z poleceń do modyfikacji spełnia przyjęte kryteria.

Tabela 3.1. Zestawienie poleceń do modyfikacji

Lp.	Polecenie	Kryterium				
		obiekt nie zmienia się	zwiększenie liczby obiektów	deformacja kształtu	zmiana proporcjonalna	obiekt obraca się
1	WYMAŻ	-	-	+	-	-
2	KOPIUJ	+	+	-	-	-
3	LUSTRO	+	+	-	-	+
4	ODSUŃ	+/- ¹	+	+/- ⁴	+	-
5	SZYK	+	+	-	-	+/- ⁸
6	PRZESUŃ	+	-	-	-	-
7	OBRÓT	+	-	-	-	+
8	SKALA	-	-	-	+	-
9	ROZCIĄGNIJ	-	-	+	-	-
10	UTNIJ	-	-	+	-	-
11	WYDŁUŻ	-	-	+	-	-
12	PRZERWIJ	-	-	+/- ⁵	-	-
13	FAZUJ	-	-	+	-	-
14	ZAOKRĄGLAJ	-	-	+	-	-
15	ROZBIJ	+	-	-	-	-
16	UCHWYTY	+/- ²	+/- ³	+/- ⁶	+/- ⁷	+/- ⁹

„+” – kryterium jest spełnione; „-” – kryterium nie jest spełnione

¹ – odsuń, dotyczy oryginału oraz tworzenia nowych linii jako odcinków, prostych i półprostych,

² – uchwyt, brak zmiany w trybie przesun, obróć, lustro,

³ – uchwyt, zwiększenie liczby obiektów z opcją kopiuj dla różnych trybów,

⁴ – odsuń, oryginały pozostają bez zmian, zaś tworzone nowe obiekty z łuków, wieloboków zamkniętych z opcją *zaokrągl*, *fazuj*, wieloboków z odcinków i łuków,

⁵ – przerwij, brak deformacji dla polecenia przerwij w punkcie,

⁶ – uchwyt, deformacja w trybie rozciągnij,

⁷ – uchwyt, zmiana proporcjonalna w trybie skala,

⁸ – szyk, dotyczy szyku kołowego,

⁹ – uchwyt, obrót w trybie obróć, lustro.

3.1. Metody zaznaczania obiektów

Zaznaczanie obiektów jest zagadnieniem kluczowym przy stosowaniu poleceń do modyfikacji istniejących obiektów, ale również przy definiowaniu bloków wewnętrznych i zewnętrznych oraz przy porządkowaniu rysunków przez przemieszczanie ich na odpowiednie warstwy. Aby działania przy tworzeniu komputerowej dokumentacji technicznej były efektywne należy dobrze poznać narzędzia do szybkiego wyboru obiektów i ograniczyć do minimum czas poświęcany na tę fazę pracy. W programie AutoCAD tworzenie zbioru wskazań można wykonać na dwa sposoby. Pierwsza z metod polega na wykorzystaniu urządzenia wskazującego, z reguły jest to kursor myszy, który przemieszczając się po ekranie umożliwia wykonanie stosownych działań (bezpośrednie kliknięcie na obiekcie, generowanie odpowiednich okien, itd.). Druga z metod, opisana w podrozdziale 3.7, wykorzystuje zaawansowane metody zaznaczania obiektów używając do tego celu polecenie **SZYBKIE ZAZNACZANIE** oraz **FILTR**, które polegają na zastosowaniu procesu filtrowania informacji (np. typy obiektów, ich atrybuty, jak: kolor, warstwa, rozmiar, itd.) o obiektach znajdujących się na elektronicznym arkuszu rysunkowym.

Należy jeszcze dodać, że zaznaczanie, o którym mowa w tym podrozdziale jest realizowane wewnątrz poleceń modyfikujących istniejące obiekty, dlatego poszczególne techniki tworzenia zbioru generowane są automatycznie po kliknięciu w obszarze rysowania, albo wywoływane z klawiatury za pomocą skrótu lub pełnej nazwy w pasku poleceń. Zbiory wskazań zapisywane są w buforze pamięci programu i znikają z niej jeżeli powstaje nowy zbiór wskazań. Parametry wyświetlania okien wyboru (stopień przezroczystości, kolor oraz sposób wyświetlania) można definiować w oknie dialogowym *Opcje* w zakładce – *Wybór*.

Program AutoCAD w wersji 2010 dysponuje wieloma opcjami wskazywania obiektów. W oknie poleceń po wpisaniu skrótu **pop** i wciśnięciu klawisza *Enter* pojawia się następująca lista dostępnych opcji zaznaczania obiektów na rysunku: *okNo/ oStatni/ prZetni/ RAmka/ WSzystko/ Krawędź/ OWbok/ ZWbok/ Grupa/ Dodaj/ Usuń/ Wiele/ poprzedni/ Cofaj/ Auto/ Jeden/ Podobiekt/ Obiekt*.

Poniżej opisano, zdaniem autora, najczęściej używane sposoby zaznaczania obiektów.

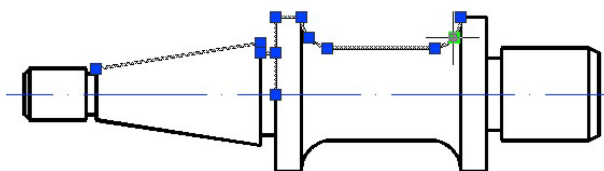
Wybór wszystkich obiektów

Wybór wszystkich obiektów jest realizowany za pomocą opcji **WSzystko (ws)**. Skrót jest wpisywany w pasku poleceń i zatwierdzany klawiszem *Enter*.

Wybór za pomocą urządzenia wskazującego

Wybierając obiekty przy pomocy kursora myszy należy zwrócić uwagę, że wskaźnik musi trafić w linię wybieranego obiektu (np. wskazując pierścień klika się na jego obwód, a nie w jego wnętrze). Kursor powinien być tak usytuowany aby w swoim okienku trafić w części na obiekt, a w części na tło obiektu (klikanie przy dużym powiększeniu obrazu może prowadzić do sytuacji, że całe okienko kursora mieści się w obrębie szerokości linii i nie można uzyskać zaznaczenia pokazywanego obiektu). Przy zaznaczaniu tą metodą większej liczby elementów należy przytrzymać klawisz *Ctrl* lub czasami klawisz *Shift* (to zależy od predefiniowanych ustawień), rys. 3.2. Przy niektórych ustawieniach kliknięcie na nowy obiekt powoduje odznaczenie wcześniejszego obiektu (wtedy do zaznaczania dalszych obiektów należy przytrzymywać klawisz *Shift*). Przy zaznaczaniu obiektów tą techniką

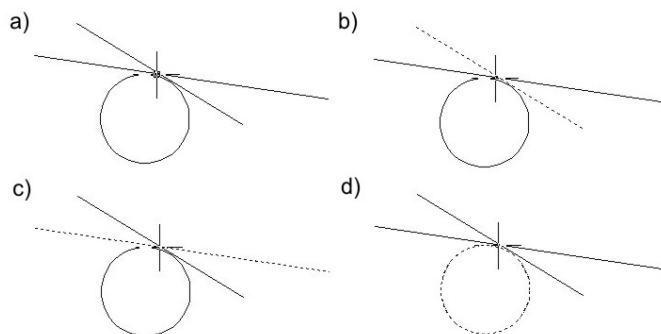
występuje pewna niedogodność gdy aktywne jest polecenie SKOK i kursor przeskakuje uniemożliwiając ustawienie go na krawędzi obiektu. W tej sytuacji należy wyłączyć SKOK poprzez naciśnięcie klawisza F9 lub kliknięcie w odpowiednią zakładkę w pasku stanu. Gdy należy zaznaczyć kilkanaście obiektów lub więcej to metoda tu zaprezentowana jest nieefektywna i należy zastosować inną technikę tworzenia zbioru wskazań.



Rys. 3.2. Zbiór obiektów wybranych przy pomocy urządzenia wskazującego

Gdy obiekty są zbyt blisko siebie

Klikanie na obiekty należy wykonywać w tej części obiektu gdzie wskazanie okienka kursora jest jednoznaczne. W sytuacji, gdy obiekty są w zbyt małych odległościach od siebie, a zaznaczony ma być tylko jeden z nich i wskazanie celownikiem nie jest jednoznaczne, możemy wykonać wskazanie właściwego obiektu przytrzymując wciśnięty klawisz *Ctrl* i przyciskając lewy przycisk myszy tyle razy aż wyświetli się zaznaczenie właściwego obiektu, rys. 3.3.

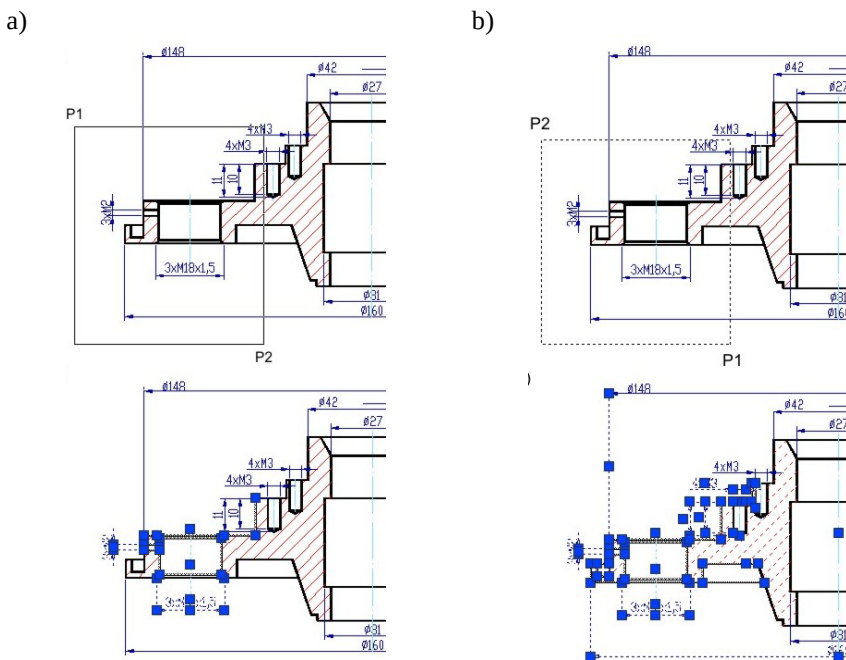


Rys. 3.3. Wybór obiektu przy wciśniętym klawiszu *Ctrl*: a) obiekty rysunku; b) zaznaczenie krótszego odcinka; c) zaznaczenie dłuższego odcinka; d) zaznaczenie okręgu

Wybór za pomocą okna

Ta metoda polega na generowaniu w obszarze rysunku okna. Pierwsze kliknięcie wykonuje się tam gdzie nie ma żadnego obiektu, program wzywa nas do pokazania przeciwnego punktu pokazując odpowiednimi liniami obszar tworzonego okna. W praktyce można tworzyć dwa typy okien:

- **okNo (n)** – takie okno tworzone jest wtedy gdy pierwsze kliknięcie jest po lewej stronie kliknięcia drugiego (zobacz położenie punktów P1 i P2 oraz typ linii – standardowo kolor niebieski, wyświetlenia okna na rys. 3.4a). Obiekty, które w całości zmieściły się w zaznaczonym obszarze będą należały do zbioru wskazań;
- **prZetnij (z)** czyli *okno przecięcie* – tworzone jest wtedy gdy pierwsze kliknięcie jest po prawej stronie kliknięcia drugiego (zobacz położenie punktów P1 i P2 oraz typ linii wyświetlenia – standardowo kolor zielony, okna na rys. 3.4b). Obiekty, które w całości zmieściły się w zaznaczonym obszarze oraz zostały przecięte przez krawędzie okna będą należały do zbioru wskazań.



Rys. 3.4. Wybór za pomocą okno: a) typ **okNo** (obszar P1-P2), zaznaczenie obiektów, które w całości znalazły się we wskazanym obszarze; b) **prZetnij** typ *okno przecięcia* (obszar P1-P2), zaznaczenie obiektów, które w całości lub częściowo znalazły się we wskazanym obszarze

Wybór za pomocą wieloboku

Metoda ta przypomina wybór za pomocą okna, ale w tym przypadku zamiast prostokątem należy posługiwać się wielobokiem. W ten sposób można utworzyć obszar omijający obiekty, które nie powinny zostać zaznaczone. Również w tym przypadku użytkownik ma do wyboru dwa rodzaje wieloboków:

- **OWbok (ow)** – zasada działania jest taka jak przy opcji *okno*;

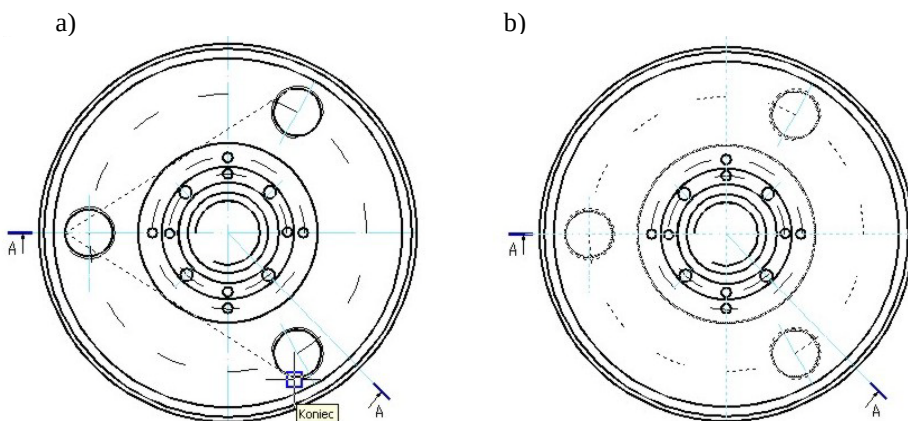
- **ZWbok (zw)**– zbiór wskazań składa się z obiektów, które w zaznaczonym obszarze znalazły się w całości lub zostały przecięte przez linię wieloboku. Ta wersja polecenia odpowiada opcji *Okno przecięcia*.

Wybór poprzez przywrócenie poprzedniego zbioru wskazań

Zastosowanie skrótu **e (PoprzEdni)** umożliwia przywołanie poprzednio zrealizowanego zbioru wskazań (użytego przez polecenie). Może to dotyczyć powtórnego wykonania takich poleceń, jak: PRZESUN, OBRÓT, SKALA.

Wybór za pomocą łamanej

Wybór za pomocą tej metody – opcja **Krawędź (k)**, polega na przeprowadzeniu linii łamanej przez te obiekty, które powinny wchodzić w skład zbioru wskazań, rys. 3.5.



Rys. 3.5. Wybór za pomocą opcji **Krawędź**: a) przeprowadzenie łamanej przez obiekty mające znaleźć się w zbiorze wskazań, b) obiekty należące do zbioru wskazań

Usuwanie obiektów ze zbioru wskazań

Obiekty zaznaczone na ekranie widoczne są jako podświetlone, dzięki temu widać czy działania przyniosły pożądany skutek. W sytuacji gdy efekt działań jest niewłaściwy można zlikwidować zaznaczenie obiektów. Pierwszą z metod jest cofnięcie naszego działania (klawisz **c** lub **Ctrl+z**), ten sposób jest dobry jeżeli od razu widać, że zaznaczanie jest nieprawidłowe. Drugi sposób to wykonanie pokazywania obiektów przy wciśniętym klawiszu **Shift**, wtedy obiekty już zaznaczone zostają wycofane ze zbioru wskazań i tracą charakterystyczne podświetlenie. Można również przejść do trybu usuwania stosując opcję **Usuń (u)** i pokazywać obiekty do wycofania ze zbioru wskazań. Wybranie opcji **Dodaj (d)** pozwala na kontynuowanie procesu wyboru obiektów. Obiekty można dodawać i odejmować ze zbioru wskazań bez ograniczeń stosując przy tym różne dostępne metody: klikanie na obiekty, przy użyciu okien i innych przedstawionych technik.

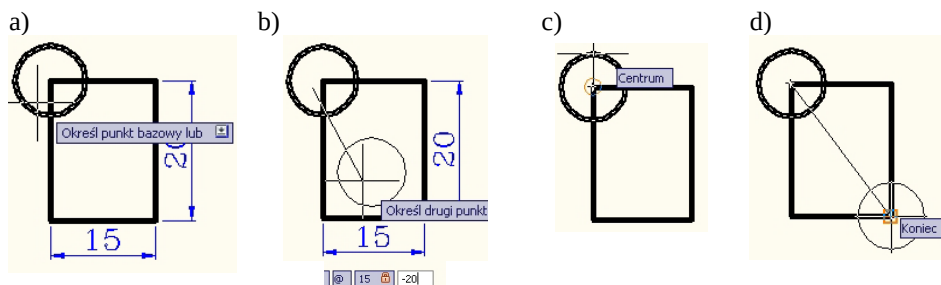
3.2. Polecenia przesuń i obrót

PRZESUŃ

Polecenie **PRZESUŃ** (**prs**) umożliwia przesuwanie istniejących obiektów geometrycznych tekstów, bloków, wypełnień i kreskowań oraz wymiarów. Obiekt pojawia się w nowym miejscu, jego położenie można określić poprzez względne współrzędne kartezjańskie lub biegunowe (w tym przypadku należy znać wektor przemieszczenia w sposób jawny – konkretne wartości), albo zastosować narzędzia lokalizacji precyzyjnej (pokazuje się odpowiedni punkt charakterystyczny obiektu, np. dla okręgu będzie to jego środek, a następnie punkt, w którym obiekt ma się on znaleźć). Polecenie ma dwie fazy: w pierwszej wybiera się obiekty, które mają być przemieszczane (klawisz *Enter* kończy ją), w drugiej należy wybrać jedną z opcji:

- punkt bazowy – przesuwanie oparte na wskazaniu punktu bazowego i punktu docelowego. Punkty te wyznaczają dokładnie położenie przesuwanego obiektu,
- przesunięcie – przesuwanie oparte na wskazaniu przemieszczenia obiektu w kierunku X, Y i Z względem bieżącego położenia,

Na rys. 3.6. pokazano działanie polecenia PRZESUŃ gdy punkt wstawienia określono używając względnych współrzędnych kartezjańskich oraz przy pomocy lokalizacji precyzyjnej.



Rys. 3.6. Zastosowanie polecenia PRZESUŃ: a) i b) wartość określono poprzez względne współrzędne kartezjańskie: @15,-20; c) i d) punkt bazowy i końcowy pokazano używając lokalizacji precyzyjnej (odpowiednio *Centrum* oraz *Koniec*)

OBRÓT

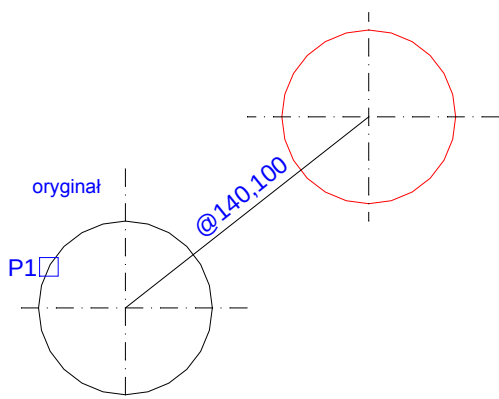
Polecenie **OBRÓT** umożliwia obrót istniejącego obiektu wokół wskazanego punktu o bezwzględną wartość kąta obrotu. Polecenie umożliwia obracanie obiektów geometrycznych wraz z wymiarami, kreskowaniami, wypełnieniami oraz napisami. Obrotom podlegają

również bloki (ta możliwość istnieje już w chwili ich wstawiania). Tak jak w przypadku polecenia PRZESUŃ polecenie ma dwie fazy. Przy podawaniu wartości kąta obrotu należy pamiętać o dodatnim jego zwrocie (przeciwny do ruchu wskazówek zegara).

Przykłady do rozdziału 3.2 do samodzielnego wykonania

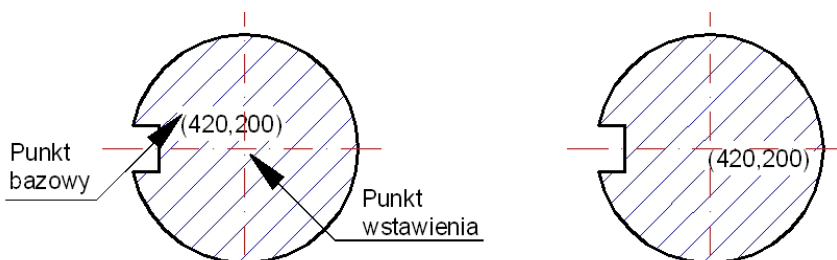
W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-3.2.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 3.2a. Przesuń. Przenieść okrąg tak, by środek oddalony był o 140 jednostek w prawo i 100 jednostek w górę.



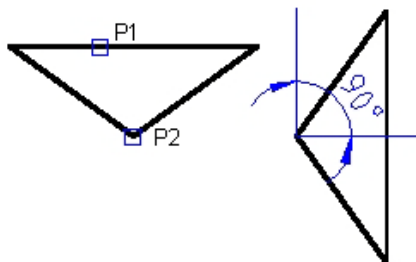
- Wybierz polecenie **PRZESUŃ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz obiekty: **wskaż okrąg P1, Enter.**
- Wybierz obiekty: **Enter.**
- Określ punkt bazowy lub przesunięcie: **wskaż dowolny punkt, Enter.**
- Określ drugi punkt przesunięcia lub <...>: **@140,100, Enter.**

Przykład 3.2b. Przesuń. Przenieść tekst (współrzędne punktu) tak jak na rysunku poniżej.



- Wybierz polecenie **PRZESUŃ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz obiekty: **wskaż współrzędne punktu, Enter.**
- Określ punkt bazowy lub przesunięcie: **wskaż napis (lokalizacja BAZa), Enter.**
- Określ drugi punkt przesunięcia lub <...>: **wskaż miejsce wstawienia napisu (lokalizacja PRZecięcie), Enter.**

Przykład 3.2c. Obrót. Obróć trójkąt o 90° .



- Wybierz polecenie **PRZESUŃ** w pasku narzędzi **ZMIENÍ**.
- Wybierz obiekty: **wskaż punkt na trójkącie P1, Enter**.
- Określ punkt bazowy: **wskaż wierzchołek trójkąta P2** (lokalizacja KONiec).
- Określ kąt obrotu lub [Odniesienie]: **-90, Enter** (obróć zgodnie z ruchem wskazówek zegara).

3.3. Polecenia kopiuj, lustro, szysk kołowy, szysk prostokątny, odsuń

KOPIUJ

Polecenie **KOPIUJ (k)** umożliwia kopiowanie istniejących obiektów, którymi mogą być obiekty geometryczne, wymiary, kreskowania, wypełnienia, napisy oraz bloki. Polecenie działa w trybie wielokrotnym, z którego wychodzimy klawiszem Enter. Po wprowadzeniu komendy należy wskazać obiekty do skopiowania, a po zakończeniu tej fazy polecenia pokazać punkt bazowy i zdefiniować wektor przemieszczenia kopii obiektu w nowe miejsce. Oryginał obiektu pozostaje w początkowym położeniu.

LUSTRO

Polecenie **LUSTRO (lus)** powoduje odbicie obiektów w symetrii osiowej względem dowolnej osi leżącej w płaszczyźnie bieżącego układu współrzędnych. Otrzymane obiekty są lustrzanym odbiciem oryginałów, zaś pierwowzory mogą zostać usunięte (lub zachowane). Po wybraniu obiektów do odbicia należy wskazać dwa punkty określające oś symetrii. Przy tej komendzie należy pamiętać o zmiennej **MIRRTEXT** (wartość **1** powoduje, że odbicie lustrzane napisu staje się nieczytelne, natomiast wartość **0** powoduje, że napis po odbiciu jest nadal czytelny). Zmienną **MIRRTEXT** wprowadza się z klawiatury, należy pamiętać, że jest ona przyporządkowana do ustawienia zmiennych programu AutoCAD, a nie zmiennych aktualnego rysunku, rys. 3.7.

LUSTRO | LUSTRO
mirrtext = 0

LUSTRO | OYT2UJ
mirrtext = 1

Rys. 3.7. Zastosowanie zmiennej
MIRRTEXT

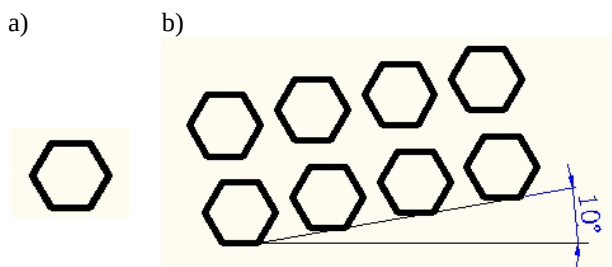
SZYK



Polecenie **SZYK** (**sz**) pozwala na uporządkowane kopiowanie obiektów. Kopiowane obiekty zostają ustawione w tablicę prostokątną lub kołową. Po wybraniu funkcji **SZYK** program pokazuje okno dialogowe, w którym dokonujemy wszystkich ustawień.

SZYK PROSTOKĄTNY

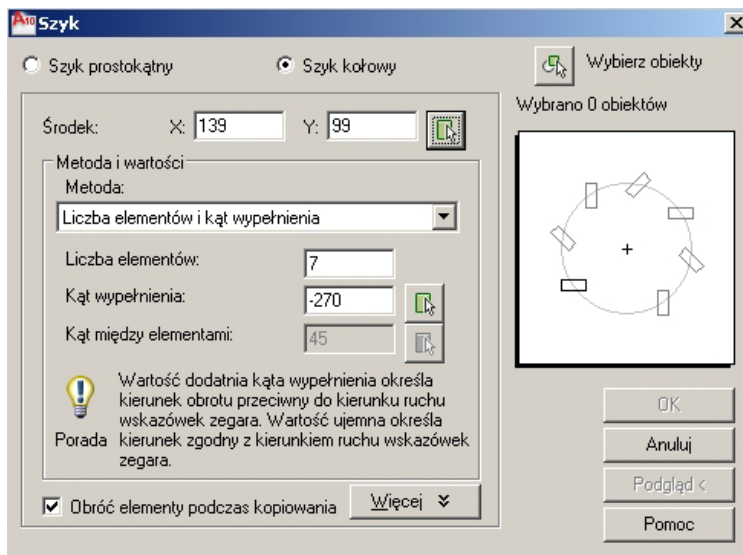
Stosując szyk prostokątny określa się liczbę wierszy i kolumn oraz wartość odstępów między nimi (gdy podane wymiary są ujemne, wiersze dodawane są w dół, a kolumny dodawane po lewej stronie). W poleceniu tym można również wprowadzić wartość pochylenia osi linii i kolumn względem osi układu współrzędnych, rys 3.8.



Rys. 3.8. Działanie polecenia SZYK PROSTOKĄTNY: a) obiekt pierwotny;
b) wprowadzone parametry: wiersze = 2, kolumny = 4, kąt obrotu = 10°

SZYK KOŁOWY

Przy stosowaniu szyku kołowego określa się liczbę elementów, kąt wypełnienia (czyli kąt rozwarcia, na którym będą generowane nowe elementy) oraz czy kopiowane elementy będą obracane w czasie wykonywania polecenia. Podanie dodatniej wartości kąta obrotu kopiuje element podstawowy przeciwnie do ruchu zegara, wartość ujemna – zgodnie z ruchem obrotów zegara. Rys. 3.9 przedstawia sytuację gdy tworzony jest szyk kołowy o siedmiu elementach przy kącie wypełnienia = -270° z obrotem kopiowanych elementów. Okno podglądu pokazuje wizualizację wprowadzonych wartości używając do tego celu obiektu w kształcie prostokąta (obiekty wybrane na ekranie są zupełnie inne).



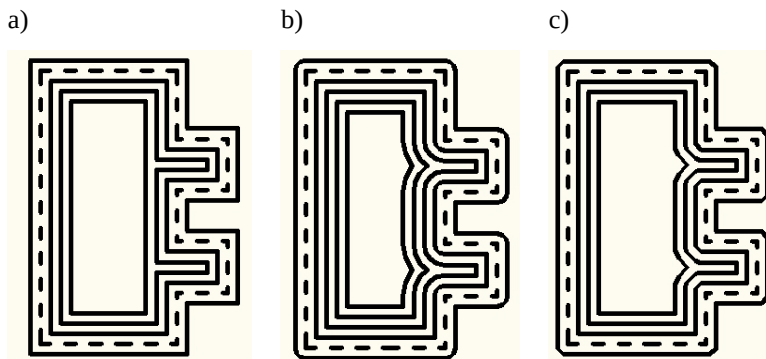
Rys. 3.9. Okno **Szyk** przy włączeniu polecenia SZYK KOŁOWY

ODSUŃ

Polecenie **ODSUŃ** (**od**) to kopiowanie równoległe polegające na tym, że powstała kopia jest równoległa do oryginału w przypadku odcinków, zaś w przypadku łuków i okręgów otrzymuje się obiekty współśrodkowe. Stosując to polecenie można otrzymać rodzinę kopii oryginału. Kopiować równoległe można: łuki, okręgi, elipsy, splajny, płaskie polilinie, proste i półproste, a także wieloboki zamknięte i otwarte pod warunkiem, że stanowią jeden obiekt w sensie AutoCAD-a. Kopie obiektów nie będących odcinkami są przeskalowywane (tworzą większy albo mniejszy obiekt), rys. 3.10. Po wprowadzeniu polecenia należy wybrać jedną z dostępnych opcji:

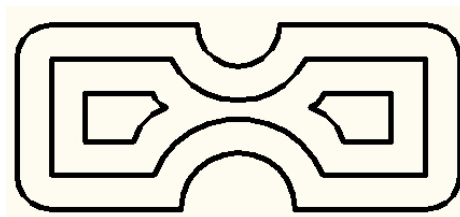
- odległość odsunięcia – należy podać odległość w jakiej ma być umieszczona kopia względem oryginału lub wskazać dwa punkty na ekranie,
- przez punkt – wskazać punkt przez który ma przechodzić kopia.

W poleceniu **ODSUŃ** na wygląd kopii można wpływać poprzez zmienną systemową **OFFSETGAPTYPE**, która decyduje o przedłużaniu, zaokrągłaniu lub ścięciu polilinii. Na rys. 3.10. obiekt pierwotny został wyświetlony linią przerywaną. Zadeklarowana wartość odsunięcia wynosiła 3. Widać, że polecenie automatycznie zmienia kształt obiektu, gdy wartość odsunięcia przekracza rozmiary boków (np. 3.10a).



Rys. 3.10. Zastosowanie zmiennej OFFSETGAPTYPE: a) wartość = 0; b) wartość = 1, zaokrąglenie naroży zewnętrznych promieniem równym wartości odsunięcia; c) wartość = 2, fazowanie naroży zewnętrznych (wymiar fazy nie jest równy wartości odsunięcia)

W szczególnych przypadkach, jeżeli odległość odsunięcia jest zbyt duża wtedy polinie i splajny są automatycznie ucinane, a zaokrąglenia redukowane do zera, rys. 3.11.



Rys. 3.11. Szczególny przypadek dwukrotnego odsunięcia do wnętrza polilinii zamkniętej

Przykłady do rozdziału 3.3 do samodzielnego wykonania

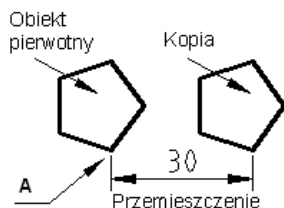
W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-3.3.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 3.3a. Kopiuj. Skopiować obiekty jak na rysunku.

Przy wskazywaniu punktów można skorzystać ze stałych punktów lokalizacji precyzyjnej (KONiec, CENTrum).

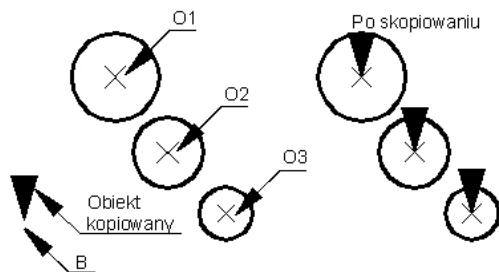
Zadanie 1.

- Wybierz polecenie **KOPIUJ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz obiekty: **wskaż pięciokąt**, wciśnij **Enter**.



- Wybierz obiekty: **Enter**.
- Określ punkt bazowy lub przesunięcie: **Wskaz punkt A, Enter**.
- Określ drugi punkt przesunięcia lub <...>: **@30,0, Enter**.

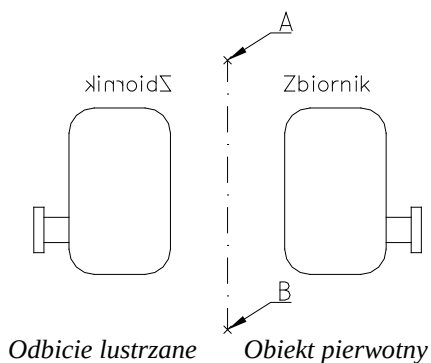
Zadanie 2.



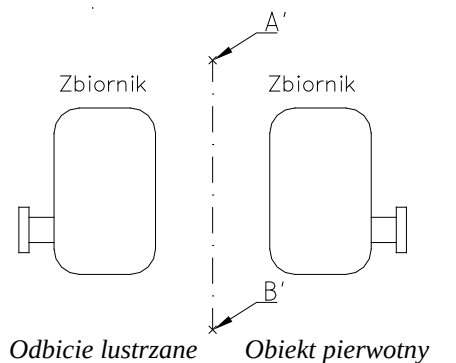
- Wybierz obiekty: **wskaz strzałkę, Enter**.
- Wybierz obiekty: **Enter**.
- Określ punkt bazowy lub przesunięcie: **wskaz dół strzałki (odnośnik B), Enter**.
- Określ drugi punkt przesunięcia lub <...>: **wskaz środek okręgu O1, Enter**.
- Określ drugi punkt przesunięcia: **wskaz środek okręgu O2, Enter**.
- Określ drugi punkt przesunięcia: **wskaz środek okręgu O3, Enter**.
- Określ drugi punkt przesunięcia: **Enter**.

Przykład 3.3b. Lustro. Wykonać lustrzane odbicie zbiornika z opisem względem pionowej osi.

- W oknie poleceń wpisz **MIRRTEXT**, **Enter** i ustaw wartość na **1**, wciśnij **Enter**.
- Wybierz polecenie **LUSTRO** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz obiekty: **wskaz zbiornik i tekst**, wciśnij **Enter**.
- Wybierz obiekty: **Enter**.



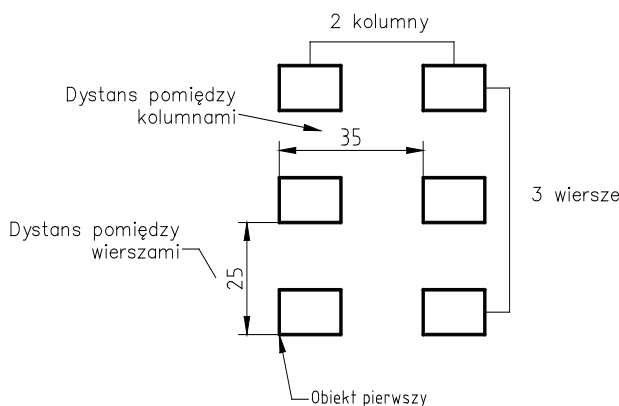
Odbicie lustrzane z symetrią napisów
MIRRTEXT=1



Odbicie lustrzane bez symetrii napisów
MIRRTEXT=0

- Określ pierwszy punkt osi odbicia: **wskaż koniec A** (lokalizacja KONiec), **Enter**.
- Określ drugi punkt osi odbicia: **wskaż koniec B**, **Enter**.
- Wymazać wskazane źródłowe? [Tak/Nie] <N>: **n**, **Enter**.
- W drugim przykładzie zmień wartość funkcji **MIRRTEXT**. Wpisz w oknie poleceń **MIRRTEXT** i podaj wartość **0**. Następnie powtórz funkcje dotyczące polecenia **LUSTRO**.

Przykład 3.3c. Szyk. Stosując polecenie **SZYK PROSTOKĄTNY** narysować 6 prostokątów w 3 wierszach i 2 kolumnach.

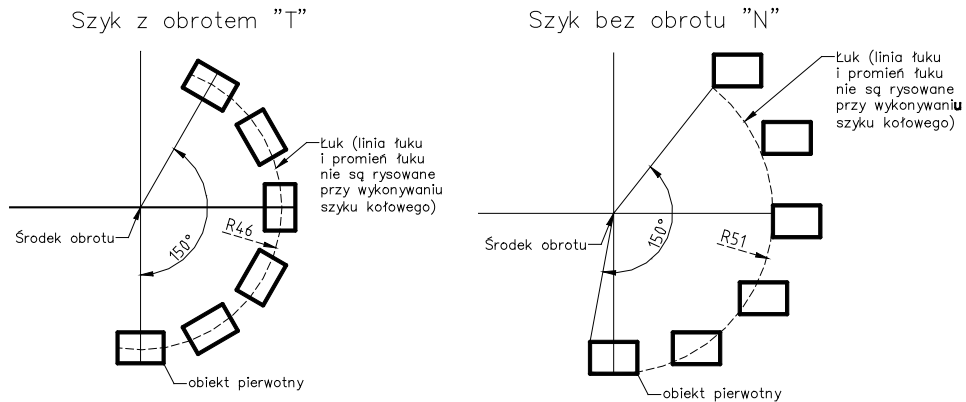


- Narysować prostokąt 15x10 poleceniem **PROSTOKĄT** (pasek narzędzi **RYSUJ**).
- Wybierz polecenie **SZYK** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- W oknie **Szyk** wprowadź:
 - **Szyk prostokątny**,
 - **Wiersze: 3**,
 - **Kolumny: 2**,
 - **Wybierz obiekty: wskaż prostokąt**, wciśnij **Enter**,
 - **Odległość między wierszami: 25**,
 - **Odległość między kolumnami: 35**,
- Wciśnij **OK**.

Przykład 3.3d. Szyk. Stosując polecenie **SZYK KOŁOWY** narysować 6 prostokątów rozłożonych na łuku o kącie rozwarcia 150°.

Zadanie 1. Szyk kołowy z obrotem obiektów kopiowanych.

- Narysować prostokąt poleceniem **POLILINIA** o wymiarach 15x10 położony poziomo (pasek narzędzi **RYSUJ**).
- Wybierz polecenie **SZYK** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wprowadź dane:
 - **Szyk kołowy**,
 - **Liczba elementów: 6**,
 - **Kąt wypełnienia: 150**,
 - **Obrócić elementy podczas kopiowania: zaznacz**.
- Wybierz obiekty: **wskaż prostokąt**, **Enter**.
- Wskaż środek: **wskaż przecięcia osi** (środek układu), **Enter**.
- **OK**.

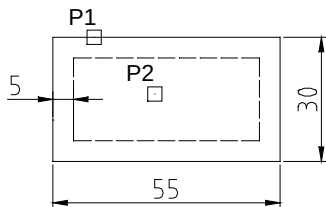


Zadanie 2. Szyk kołowy bez obrotu obiektów kopiowanych.

- Powtórz czynności z zadania 1, ale nie zaznaczaj pola: *Obróć elementy podczas kopiowania*.

Przykład 3.3e. Odsuń. Za pomocą polecenia **ODSUŃ** uzyskać obiekty jak na rysunkach.

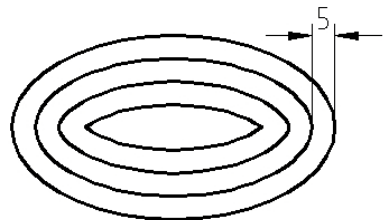
Zadanie 1. Skopiować równolegle prostokąt, tak by wymiary kopii były o 5 jednostek mniejsze.



- Wybierz polecenie **ODSUŃ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Określ odległość odsunięcia lub [przezPunkt]: **5**, wciśnij **Enter**.
- Wybierz obiekt do odsunięcia lub [Zakończ/Cofaj]: **wskaż P1**.
- Określ punkt określający kierunek odsunięcia lub [...]: **wskaż P2**.
- Wybierz obiekt do odsunięcia lub [...]: **Enter**.

Zadanie 2. Za pomocą polecenia **ODSUŃ** uzyskać obiekty jak na rysunku.

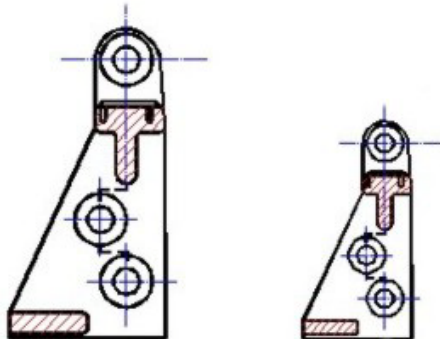
- Wybierz polecenie **ODSUŃ**.
- Podaj odległość: **5**, **Enter**.
- Wybierz obiekt do odsunięcia: **wskaż elipsę**.
- Podaj kierunek odsunięcia: **do środka**.
- Powtórz czynności, aby otrzymać właściwą liczbę elips.



3.4. Polecenia skala, rozciągnij

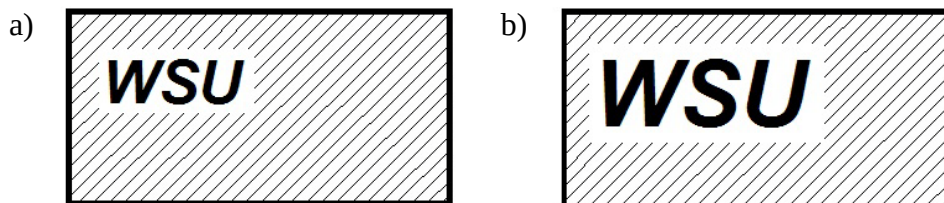
SKALA

Polecenie **SKALA** (**s**) umożliwia równomierne zmniejszanie lub powiększanie obiektu w kierunku osi X, Y i Z, przy czym oryginał obiektu znika. Polecenie to dotyczy takich obiektów, jak: obiekty geometryczne, kreskowania, wypełnienia, teksty, bloki, wymiary. Po wybraniu obiektów, aby dokonać jego skalowania, należy wskazać punkt bazowy oraz podać współczynnik skalowania (współczynnik większy od 1 oznacza powiększenie obiektu, natomiast współczynnik z przedziału od 0 do 1 oznacza jego pomniejszenie). Można również skorzystać z opcji *Odniesienie*, w tym przypadku podajemy pierwotny rozmiar obiektu oraz wymiar jaki ma osiągnąć po przeskalowaniu. Wartość współczynnika skali zostanie obliczony przez program, rys. 3.12.



Rys. 3.12. Przykład skalowania obiektu. a) obiekt o oryginalnej wielkości, b) obiekt pomniejszony

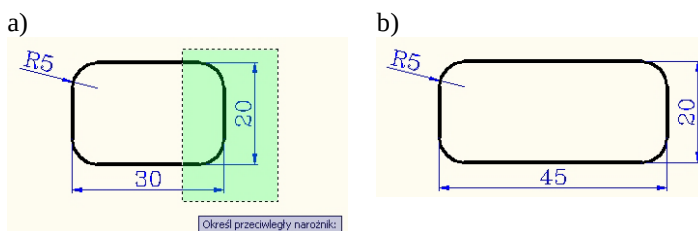
Na rys. 3.13. pokazano, że obiekt typu tekst może być powiększany przy zastosowaniu polecenia SKALA. Oprócz tego widać, że istnieją powiązania między obiektem typu tekst oraz kreskowaniem. Powiększenie napisu spowodowało automatyczne dostosowanie się linii kreskowania do aktualnego rozmiaru tekstu.



Rys. 3.13. Zastosowanie polecenia SKALA, napis wewnątrz zakreskowanego wielokąta: a) stan początkowy; b) stan końcowy – powiększony napis (skala = 1.5)

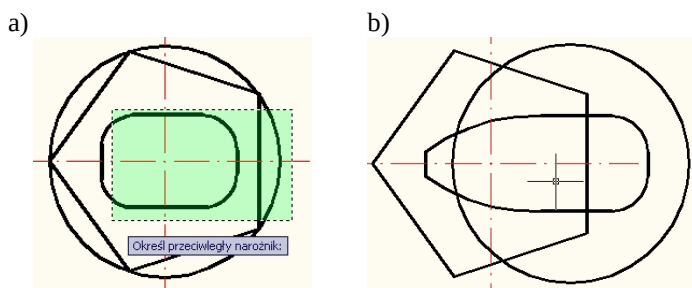
ROZCIĄGNIJ

Polecenie **ROZCIĄGNIJ** umożliwia deformację istniejącego obiektu poprzez zmianę położenia punktów końcowych obiektów leżących wewnątrz okna typu przecięcie. W fazie zaznaczania korzysta się jednorazowo z opcji – *prZeciecie* (okno przecięcia). Punkty węzłowe obiektów, które znalazły się poza oknem zaznaczania są punktami zakotwiczenia i nie zmieniają swojego położenia. Obiekty, które częściowo znalazły się w oknie wyboru zostaną rozciągnięte lub skrócone na zadaną odległość przy zachowaniu ciągłości linii oraz łuków tworzących obiekty, natomiast obiekty znajdujące się w oknie w całości zostaną przesunięte o tę samą wartość. Obiekty, które można rozciągać, to: odcinki, łuki, szerokie linie, obszary, splajny, półproste, polilinie, a także wymiary oraz kreskowania i wypełnienia. Nie można rozciągać: bloków, napisów i atrybutów oraz okręgów (tworzonych przy pomocy poleceń OKRĄG i PIERŚCIEN, zobacz rys. 2.4). Aby obiekt został rozciągnięty należy wskazać punkt bazowy oraz punkt przesunięcia. Rys. 3.14. pokazuje zastosowanie polecenia ROZCIĄGNIJ do zwymiarowanego obiektu (zaznaczenie musi obejmować oba obiekty).



Rys. 3.14. Zastosowania polecenia ROZCIĄGNIJ w odniesieniu do obiektu i jego wymiaru.

Polecenie ROZCIĄGNIJ nie deformuje obiektu, jeżeli okno przecięcia nie zawiera w sobie punktów węzłowych obiektu. Na rys. 3.15a pokazano sytuację gdy okno przecięcia, w przypadku osi poziomej i pionowej, okręgu oraz pięciokąta, zawiera jedynie tzw. punkty wypełnienia tych figur, w odniesieniu do okręgu okno zawiera także jego środek. W zaistniałej sytuacji, rys. 3.15b, pięciokąt oraz obie osie zachowują się względem polecenia jako „przezroczyste” – polecenie nie działa na nie.



Rys. 3.15. Zastosowanie polecenia ROZCIĄGNIJ: a) zaznaczanie obiektów;
b) efekt końcowy działania polecenia

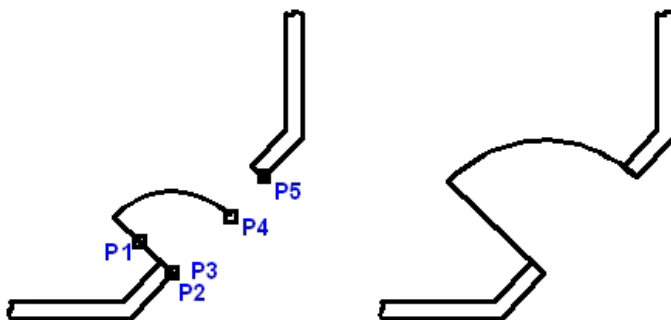
W przypadku okręgu nastąpi jego przemieszczenie o podany wektor rozciągnięcia. Prostokąt z zaokrągleniami uległ zmianie – okno przecinało dwa zaokrąglenia i one zmieniły swój kształt.

Przykłady do rozdziału 3.4 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-3.4.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

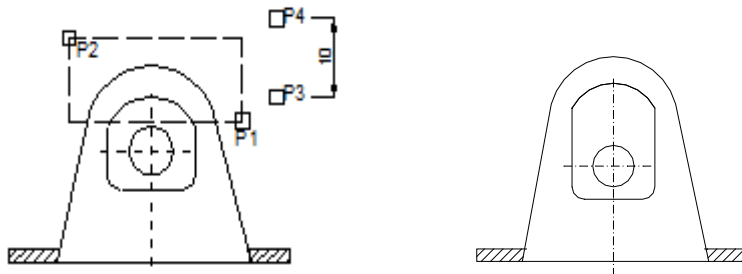
Przykład 3.4a. Skala. Za pomocą polecenia **SKALA** dopasować drzwi do otworu.

- Wybierz polecenie **SKALA** w pasku narzędzi **ZMIENĆ**.
- Wybierz obiekty: **wskaż punkt na drzwiach** (punkt **P1**).
- Wybierz obiekty: **Enter**.
- Określ punkt bazowy: **znajdź koniec** (punkt **P2**).
- Określ współczynnik skali lub [Odniesienie]: **o**, **Enter**.
- Określ długość odniesienia <I>: **znajdź koniec** (punkt **P3**).
- Określ drugi punkt: **znajdź koniec** (punkt **P4**).
- Określ nową długość: **znajdź koniec** (punkt **P5**).



Przykład 3.4b. Rozciągnij. Za pomocą polecenia **ROZCIĄGNIJ** wydłużyć uchwyt.

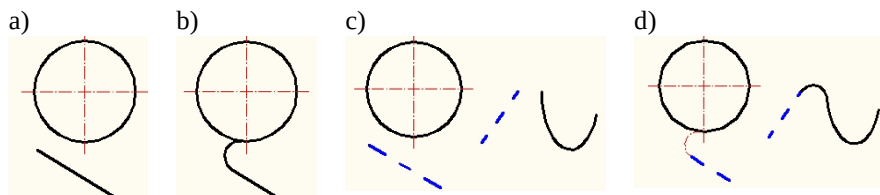
- Wybierz polecenie **ROZCIĄGNIJ** w pasku narzędzi **ZMIENĆ**.
- Wybierz obiekty: **zaznacz obszar określony punktami P1 i P2**.
- Określ punkt bazowy albo przesunięcie: **wskaż miejsce odpowiadające punktowi P3**.
- Określ drugi punkt przesunięcia lub ...: wpisz **@0,10**, **Enter**.



3.5. Polecenia zaokrąglaj, fazuj

ZAOKRĄGLAJ

Polecenie **ZAOKRĄGLAJ** łączy dwa obiekty łukiem o zadanym promieniu, stycznym do tych obiektów. Polecenie działa w odniesieniu do takich obiektów, jak: łuki, łuki eliptyczne, okręgi, linie, polilinie, półproste, splajny, proste. W przypadku polilinii polecenie to może być używane do zaokrąglania wszystkich istniejących narożników jednocześnie. Gdy oba zaokrąglane obiekty leżą na tej samej warstwie, to łuk zaokrąglenia zostanie narysowany na tej warstwie, w innym przypadku, zostanie on umieszczony na warstwie aktualnej (należy pamiętać, że cechy warstwy wpłyną na cechy obiektu takie, jak: kolor, szerokość i rodzaj linii), rys. 3.16.

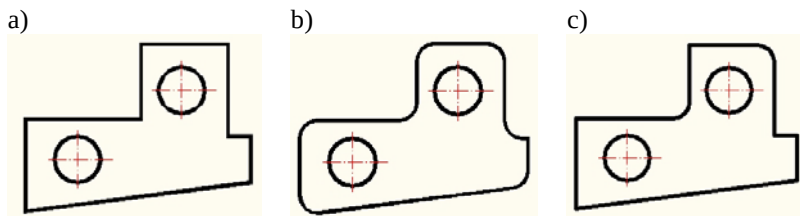


Rys. 3.16. Przykłady zaokrąglania z opcją utnij: a) obiekty podstawowe leżą na jednej warstwie; b) zaokrąglenie okręgu z odcinkiem; c) obiekty podstawowe leżą na różnych warstwach; d) zaokrąglenie okręgu i odcinka, gdy aktywna jest warstwa osie (zaokrąglenie rysowane linią kreska-kropka), zaokrąglenie łuku eliptycznego i odcinka, gdy aktywna jest warstwa łuku eliptycznego (zaokrąglenie rysowane linią łuku eliptycznego)

Jeżeli wybrane linie nie przecinają się, polecenie wydłuży je tak by połączyły się zdefiniowanym promieniem zaokrąglenia (zaokrąglenie o wartości równej 0 powoduje dokładne wydłużenie obiektów). W przypadku linii równoległych, promień zaokrąglenia musi być równy połowie odległości między liniami. Zaokrąglane obiekty mogą być ucinane lub dodatkowo rysowany jest łuk zaokrąglenia.

Podana wartość promienia zaokrąglenia staje się aktualnym promieniem dla następnych wywołań polecenia, nie zmieniając już powstałych łuków. Rys. 3.17 obrazuje działanie

polecenia ZAOKRĄGLAJ, rys. 3.17b) pokazuje obiekt po zaokrągleniu – gdy kontur był rysowany jako polilinia (zaokrągleniu podlegają wszystkie naroża poza sytuacją gdy bok jest mniejszy niż podwojony wymiar promienia zaokrąglenia), rys. 3.17c) przedstawia zaokrąglenie wybranych naroży – obiekt był rysowany poleceniem LINIA.

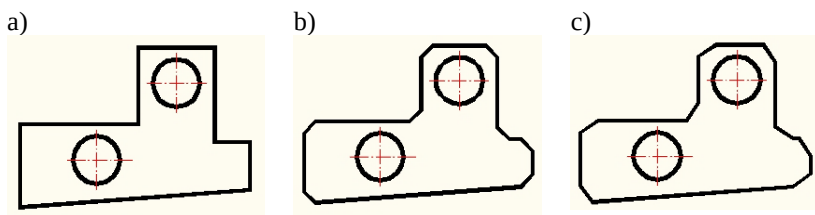


Rys. 3.17. Przykłady zaokrąglenia: a) obiekt podstawowy; b) zaokrąglenie wszystkich naroży – rysowanie polilinią; c) zaokrąglenie wybranych naroży – rysowanie liniami

Komentarz! Aby zaokrąglić wszystkie naroża polilinii zamkniętej, do jej rysowania należy zastosować przy rysowaniu ostatniego odcinka opcję **Zamknij**.

FAZUJ

Polecenie FAZUJ (**fa**) umożliwia automatyczne tworzenie linii pomiędzy dwiema liniami nierównoległymi. Polecenie jest zwykle używane do tworzenia fazowanej krawędzi narożnika, ale także do fazowania wszystkich narożników polilinii. Fazować można linie, polilinie, proste i półproste. Wykonując proces fazowania można pozostawić oryginalne obiekty albo je uciąć lub wydłużyć do linii fazy. Jeśli oba obiekty leżą na tej samej warstwie, linia fazy zostanie narysowana na tej warstwie. W innym wypadku, linia fazy rysowana będzie na warstwie aktualnej i nastąpi przejście przez nią predefiniowanych cech takich, jak: kolor, szerokość i rodzaj linii. Proces fazowania można wykonać metodą z podaniem długości – określana jest wielkość faz (*faza1* oraz *faza2*), albo metodą kąt – określana jest długość fazy pierwszej linii i kąt jaki tworzy ze wskazaną linią. Aby wykonać fazowanie więcej niż jednej grupy obiektów bez opuszczania polecenia, należy użyć opcji *wiele*. Rys. 3.17 przedstawia zastosowanie polecenia FAZA przy różnych wartościach faz.



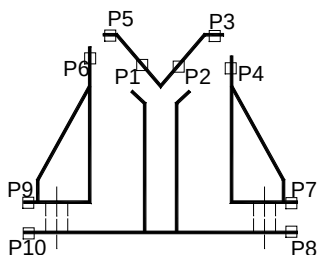
Rys. 3.17. Przykłady fazowania: a) obiekt podstawowy; b) działanie polecenia przy identycznych wymiarach obu faz; c) wprowadzone wymiary faz są różne

Przykłady do rozdziału 3.5 do samodzielnego wykonania

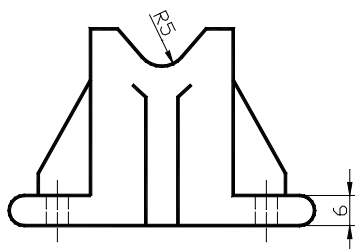
W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-3.5.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 3.5a. Zaokrąglaj. Za pomocą polecenia **ZAOKRĄGLAJ** wykonać zaokrąglenia obiektów przedstawionych na rysunku **A**, aby uzyskać stan pokazany na rysunku **B**.

A



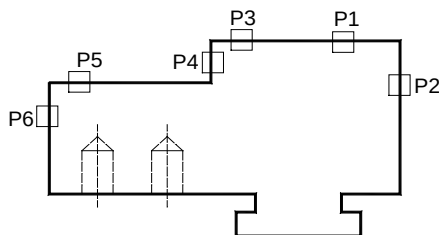
B



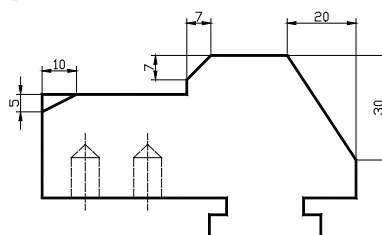
- Wybierz polecenie **ZAOKRĄGLAJ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz pierwszy obiekt lub [Cofaj/Polinia/**pPromień/ Utnij/Wiele**]: **r, Enter**.
- Określ promień zaokrąglenia $<0.0000>$: **5, Enter**.
- Wybierz pierwszy obiekt lub [Cofaj/Polinia/**Promień/ Utnij/Wiele**]: **P1**.
- Wybierz drugi obiekt: **P2**.
- Polecenie **ZAOKRĄGLAJ**.
- Wybierz pierwszy obiekt lub [Cofaj/Polinia/**pPromień/ Utnij/Wiele**]: **r, Enter**.
- Określ promień zaokrąglenia $<5.0000>$: **0, Enter**.
- Wybierz pierwszy obiekt lub [Cofaj/Polinia/**pPromień/ Utnij/Wiele**]: **P3**.
- Wybierz drugi obiekt: **P4**.
- itd.

Przykład 3.5b. Fazuj. Za pomocą polecenia **FAZUJ**, wykonać ukosy wybranych elementów obiektów pokazanych na rysunku **A**, aby uzyskać stan przedstawiony na rysunku **B**.

A



B



- Wybierz polecenie **FAZUJ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz pierwszą linię lub [Cofaj/Polilinia/Fazy/kąT/Utnij/Metoda/Wiele]: **f**, **Enter**.
- Określ wymiar fazy pierwszej <10.0000>: **20**, **Enter**.
- Określ wymiar fazy drugiej <20.0000>: **30**, **Enter**.
- Wybierz pierwszą linię lub [Cofaj/ Polilinia/Fazy/kąT/Utnij/Metoda/ Wiele]: **u**, **Enter**.
- Podaj tryb [**Z ucinaniem**/Bez ucinania] <Z ucinaniem>: **z**, **Enter**.
- Wybierz pierwszą linię lub [Polilinia/Fazy/kąT/Utnij/Metoda/Wiele]: **wskaz linię P1**.
- Wybierz drugą linię: **wskaz linię P2**.
- Polecenie **FAZUJ**.
- Wybierz pierwszą linię lub [Polilinia/ **Fazy**/kąT/Utnij/ Metoda/Wiele]: **f**, **Enter**.
- Określ wymiar fazy pierwszej <30.0000>: **7**, **Enter**.
- Określ wymiar fazy drugiej <7.0000>: **Enter**.
- Wybierz pierwszą linię lub [Polilinia/ Fazy/kąT/Utnij/ Metoda/Wiele]: **wskaz linię P3**.
- Wybierz drugą linię: **wskaz linię P4**.

itd.

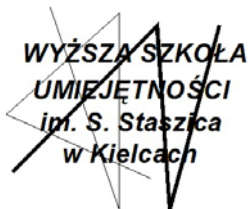
3.6. Polecenia utnij, wydłuż, przerwij, rozbij

UTNIJ

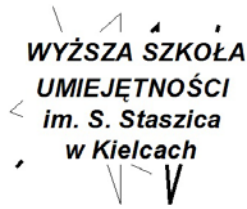


Polecenie **UTNIJ** pozwala na ucinanie obiektów na linii cięcia wyznaczonej przez inne obiekty lub ich przedłużenia (łamana może być granicą cięcia dla samej siebie). Obiekty które nie mogą być ucinane to: multilinie, bloki, teksty, kreskowania, wymiary. Liniami cięcia, oprócz obiektów geometrycznych mogą być również linie kreskowania oraz niewidoczne ramki otaczające napisy. Istnieje możliwość użycia polecenia bez pokazywania linii cięcia (przez tę fazę polecenia przechodzi się klawiszem *Enter*), w tym przypadku granica cięcia jest domyślna. Wskazany obiekt jest ucinany na pierwszej linii (lub jej przedłużeniu) jaką napotka. Na rys. 3.19 pokazano, że obiekt typu tekst może być granicą cięcia dla odcinków, pomimo że sam nie może być ucięty tym poleceniem.

a)



b)



Rys. 3.19. Zastosowanie polecenia UTNIJ: a) stan początkowy – linie przechodzą przez napis; b) stan końcowy – fragmenty linii przechodzące przez napis zostały ucięte

Komentarz! Po wybraniu granicy cięcia można wykonać operację wydłużania. W tym celu należy wskazywać obiekty przytrzymując klawisz Shift.

WYDŁUŻ

Polecenie **WYDŁUŻ** umożliwia wydłużanie istniejących obiektów geometrycznych, które nie są zamknięte (linia, polilinia, łuk, łuk rysowany polilinią, multilinia, półprosta) zgodnie z ich charakterem. Oznacza to, że wydłużeniem łuku będzie łuk o tym samym promieniu, zaś obiektu liniowego – linia tak by modyfikowane obiekty kończyły się dokładnie na wskazanej linii granicznej lub na przedłużeniu linii granicznej wyznaczonej przez inne obiekty. Nie można wydłużać splajnów. Granicami wydłużania mogą być obiekty geometryczne, a także linie kreskowania oraz niewidoczne ramki otaczające napis. W uproszczonej wersji polecenia nie wskazujemy granicy wydłużania (bez pokazywania obiektów kursorem wciska się klawisz Enter). Program wydłuża wskazany obiekt do najbliższej położonej linii (lub do miejsca, które jest jej przedłużeniem) obiektu istniejącego na rysunku. Stosując to polecenie można pokazać wiele granic wydłużania jednocześnie. Przy wskazywaniu obiektu do wydłużania należy kliknąć na właściwy jego koniec, aby uzyskać pożądany efekt końcowy.

Komentarz! Po wybraniu granicy wydłużenia można wykonać operację cięcia. W tym celu należy wskazywać obiekty przytrzymując klawisz Shift. Wydłużając łuk nie można uzyskać okręgu. Wynika to z definicji łuku – jest wycinkiem okręgu.

PRZERWIJ , PRZERWIJ W PUNKCIE

Polecenie **PRZERWIJ** pozwala na wycięcie fragmentu figury z takich obiektów, jak: linia, polilinia, wielokąt, kwadrat, łuk, okrąg, elipsa, pierścień, prosta, półprosta, splajn. Fragment obiektu może zostać usunięty lub rozcięty na dwa stykające się ze sobą obiekty (polecenie PRZERWIJ W PUNKCIE). Punkty, między którymi ma zostać wycięty fragment obiektu wskazuje się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (dodatni zwrot kąta w układzie OXY). Polecenie nie pozwala na przerywanie multilinii, napisów, bloków, wymiarów, elementów kreskowań.

ROZBIJ

Polecenie **ROZBIJ (r)** dotyczy obiektów złożonych, takich jak: bloki, wymiarowania, kreskowania, polilinie, multilinie, itp. Polecenie można pobrać także z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj*> ROZBIJ. Obiekty przy użyciu polecenia ROZBIJ, rozbijane są na elementy proste, i tak:

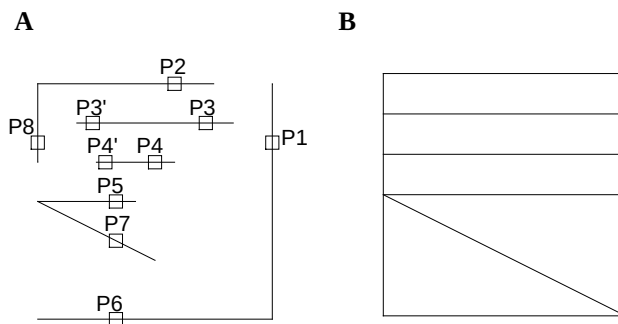
- Polilinie 2D – redukuje do stanu linii i łuków i kreśli obiekty wzdłuż środka polilinii, anuluje wszystkie skojarzone szerokości oraz powiązania między elementami łamanych;
- Blok – przy pojedynczym użyciu polecenia usuwa jeden poziom grupowania. Blok, z pojedynczym poziomem grupowania obiektów i z równymi skalami dla osi X, Y, Z, zostaje rozbity do poziomu, w którym uzyskujemy dostęp do jego elementów podstawowych (np., linii, okręgów, wymiarowania, itd.). Rozbicie bloków niejednorodnie zeskalowanych (z różnymi skalami dla osi X, Y, Z) może prowadzić do nieprzewidywalnych rezultatów;
- Tekst wielowierszowy – rozbija na obiekty tekstowe;
- Multilinie – rozbija na linie i łuki;
- Kreskowanie – rozbija na niezależne od siebie obiekty geometryczne, które wizualnie wyglądają tak samo jak wcześniej. Rozbite kreskowanie nie tworzy już obiektu kreskowanie, a tym samym nie ma już właściwości, które wcześniej posiadało, np. możliwość wspólnej edycji;
- Wymiarowanie – rozbija na oddzielne obiekty geometryczne oraz tekstowe tworząc z nich niezależne obiekty w sensie AutoCAD-a. Tak rozbitych wymiarów nie można wspólnie edytować.

Przykłady do rozdziału 3.6 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-3.6.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 3.6a. Wydłuż. Za pomocą polecenia **WYDŁUŻ** zmodyfikować obiekt **A**, aby otrzymać obiekt **B**.

- Wybierz polecenie **WYDŁUŻ** w pasku narzędzi **ZMIENĆ**.



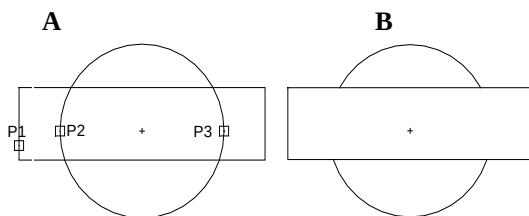
- Wybierz obiekty: wskaż punkt **P1**, na linii pionowej, **Enter**.
- Wybierz obiekty: **Enter**.

- Wskazuj kolejne linie do wydłużenia.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [/Rzut/krawędziE/Cofaj]: **P2**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ...: **P3**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ...: **P4**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ...: **P5, Enter**.

Uwaga praktyczna! Aby obiekt został wydłużony należy kliknąć na tę część obiektu, która leży bliżej granicy wydłużenia.

- Zmień granicę wydłużania.
 - Polecenie **WYDŁUŻ**.
 - Wybierz obiekty: wskaż linię **P6**, Wybierz obiekty: **Enter**.
- Wskazuj kolejne linie do wydłużenia.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [Krawędź/Przetnij/Rzut/krawędziE/Cofaj]: **P7**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [...]: **P8**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [...]: **Enter**.
- Zmień granicę wydłużania.
 - Polecenie **WYDŁUŻ**.
 - Wybierz obiekty: wskaż linię **P8**, Wybierz obiekty: **Enter**.
- Wskazuj kolejne linie do wydłużenia.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [...]: **P3'**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [...]: **P4'**.
 - Wybierz obiekt do wydłużenia lub ... lub [...]: **Enter**.

Przykład 3.6b. Utnij. Za pomocą polecenia **UTNIJ** zmodyfikować obiekt **A**, aby otrzymać obiekt **B**.

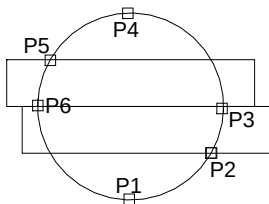


- Wybierz polecenie **UTNIJ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.
- Wybierz obiekty: kliknij na prostokącie (punkt **P1**), **Enter**.
- Wybierz obiekt do ucięcia lub ... [...]: wskaż (punkt **P2**) .
- Wybierz obiekt do ucięcia lub ... [...]: wskaż (punkt **P3**) .
- Wybierz obiekt do ucięcia lub ... [...]: **Enter**.

Przykład 3.6c. Przerwij. Za pomocą polecenia **PRZERWIJ** zmodyfikować obiekt **A**, aby otrzymać obiekt **B**.

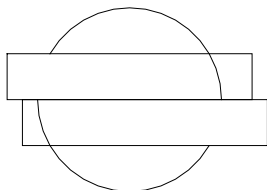
- Wybierz polecenie **PRZERWIJ** w pasku narzędzi **ZMIEN**.

A



- Wybierz obiekt: **kliknij na okrąg w miejscu punktu P1.**
- Określ drugi punkt przerwania lub [Pierwszy]: wpisz literę **p**, **Enter**.
- Określ pierwszy punkt przerwania: wprowadź **PRZ** (punkt przecięcia), **Enter**, **wskaż P2.**
- Określ drugi punkt przerwania: **PRZ**, **Enter**, **wskaż P3.**

B



- Polecenie: **PRZERWIJ.**
- Wybierz obiekt: **P4.**
- Określ drugi punkt przerwania lub [Pierwszy]: wpisz literę **P**, **Enter**.
- Określ pierwszy punkt przerwania: **PRZ** (punkt przecięcia), **Enter**, **wskaż P5.**
- Określ drugi punkt przerwania: **PRZ**, **Enter**, **wskaż P6.**

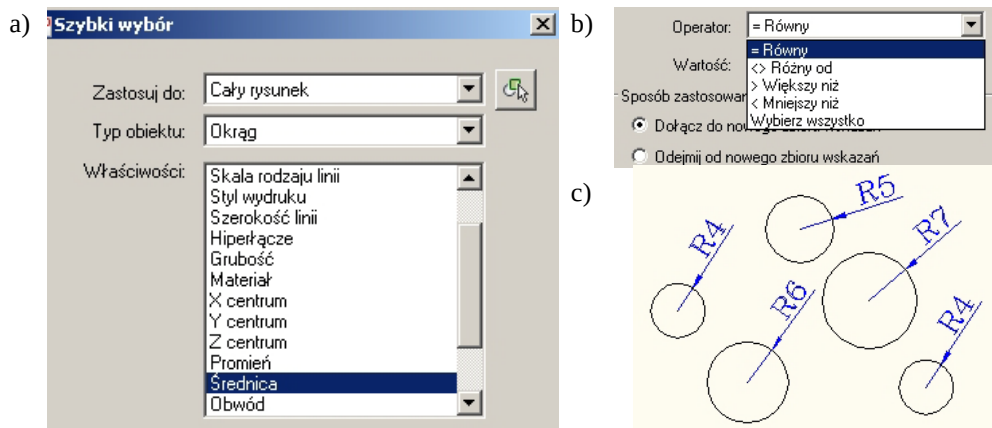
3.7. Zaawansowane metody zaznaczania obiektów

Obiekty istniejące na elektronicznym arkuszu rysunkowym można wybierać nie używając urządzeń wskazujących, lecz wykorzystując specjalne polecenia: **SZYBKI WYBÓR** oraz **FILTR** wykorzystujące właściwości obiektów i ich cechy.

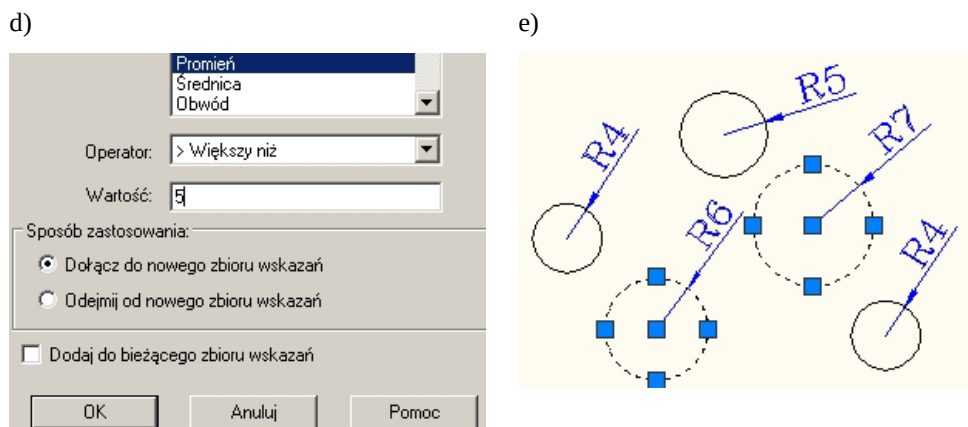
Szybki wybór

SZYBKI WYBÓR to polecenie, które umożliwia zautomatyzowanie procesu zaznaczania obiektów znajdujących się na rysunku (dostęp: *Menu rozwijalne*: zakładka *Narzędzia* > **SZYBKI WYBÓR**, w oknie dialogowym wpisujemy **SWYBIERZ** lub wciska się prawy przycisk myszy w obszarze rysunku i wybiera z menu kontekstowego opcję *Szybki wybór...*). Przy pomocy okna dialogowego polecenia określany jest zakres jego działania: typ obiektu (np. linia, polilinia, tekst wielowierszowy, właściwość (np. kolor, warstwa, średnica), operator (równy, różny, mniejszy niż, większy niż, wybierz wszystko) oraz wartość (zależna od podanej właściwości, np. dla średnicy będzie to wartość liczbową, a dla koloru, np. czerwony, fioletowy). Obiekty, które spełniają określone kryteria zostaną wybrane i zapisane do już istniejącego lub nowo utworzonego zbioru wskazań. Na rys. 3.20 oraz 3.21 pokazano okno *Szybki wybór* oraz działanie polecenia w odniesieniu do obiektu typu okrąg.

Komentarz! W okienku *Typ obiektu*: program umieszcza listę tylko tych obiektów, które znajdują się na arkuszu rysunkowym.



Rys. 3.20. Okno dialogowe Szybki wybór: a) zawartość dla obiektu typu okrąg; b) dostępne operatory; c) zbiór zwymiarowanych okręgów na rysunku

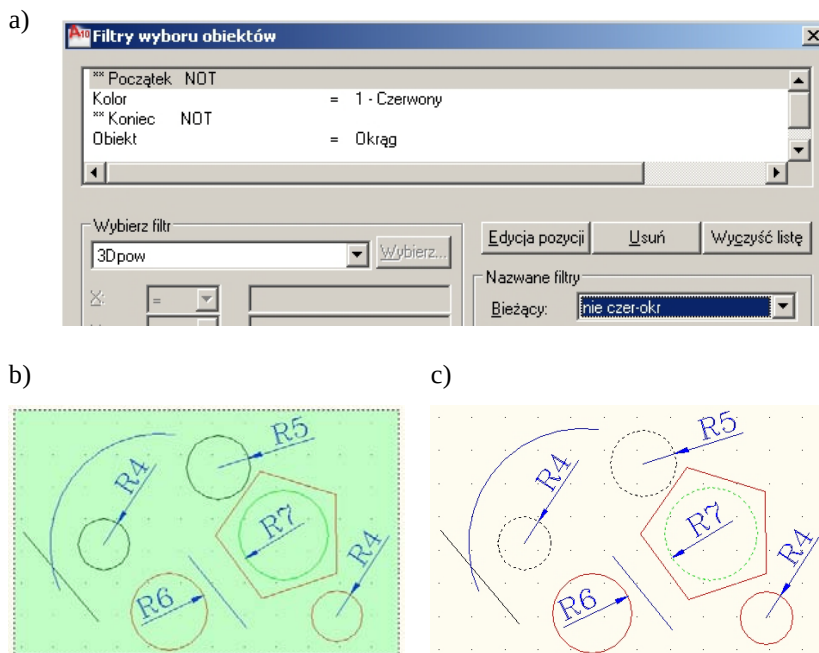


Rys. 3.21. Okno dialogowe Szybki wybór: d) określenie właściwości: *Promień*, Operator: > *Większy niż*, Wartości: 5; e) uzyskany zbiór wskazań (okręgi z widocznymi uchwytami)

Filtrowanie obiektów

Używając polecenia **FILTR** tworzy się filtry, którym można nadawać nazwy i zapisywać je w celu późniejszego zastosowania. Dzięki istnieniu zdefiniowanych filtrów po wybraniu polecenia (np. do modyfikacji) w odpowiedzi na komentarz *Wybierz obiekty:*, pokazujące się w oknie dialogowym, wybrane zostaną jedynie te obiekty, które będą spełniały warunki określone we wskazanym filtrze. Kryteria obrane w filtrze mogą dotyczyć takich parametrów, jak np.: promień okręgu, kolor linii, rodzaj linii, typ obiektu, warstwa itd.

Użytkownik ma możliwość określenia kilku warunków i połączenia ich operatorem logicznym (np. alternatywa – OR, koniunkcja – AND). Włączenie zdefiniowanego filtra działa jedynie na zaznaczonych obiektach wewnątrz innego polecenia. Należy więc najpierw wybrać polecenie, które zamierza się zastosować, uruchomić nakładkowo polecenie FILTR poprzez poprzedzenie nazwy polecenia apostrofem ('FILTR), w oknie *Filtr wyboru obiektów* dokonać wyboru właściwego filtra, wcisnąć klawisz *Zastosuj*, a następnie po powrocie w obszar rysunku wskazać obiekty do filtrowania (np. poleceniem **ws** – wskazać wszystkie obiekty, które się tam znajdują, lub zastosować wskazanie poprzez okno). Wybrany filtr przesortuje zaznaczone obiekty i pozostawi zaznaczone tylko obiekty spełniające wszystkie warunki w nim zapisane. Przykład prezentujący zastosowania polecenia FILTR zawiera rys. 3.22. W przypadku tym zastosowano filtr o nazwie okrąg, w którym znajdują się dwa kryteria wyboru: obiekt musi być okręgiem oraz musi mieć kolor czerwony.



Rys. 3.22. Działanie polecenia FILTR: a) definiowanie zawartości filtra o nazwie okrąg; b) zaznaczenie obiektów do filtrowania; c) końcowy efekt – zaznaczenie na rysunku okręgów o kolorze różnym od czerwonego

3.8. Modyfikacje z użyciem uchwytów

Szerokie możliwości bezpośredniej edycji istniejących obiektów dają **UCHWYTY**. Są to specjalizowane obiekty ujawniające się w charakterystycznych punktach obiektu wybranego przez użytkownika za pomocą urządzenia wskazującego (np.: kwadranty, środek symetrii, koniec łuku). Za pomocą aktywnych uchwytów można wykonać operację rozciągania, przesuwania, obracania, skalowania lub lustrzanego odbicia. Jest to efektywny sposób edycji obiektów, ponieważ pozwala nimi manipulować za pomocą kursora przemieszczanego myszą. Ta metoda doskonale sprawdza się w przypadku przekształcania bloków oraz tekstów, które mają zdefiniowany jeden uchwyt jako punkt bazowy. Uchwyty bardzo często wykorzystuje się do edycji kształtu elementów takich, jak: splajn lub polilinia zbudowana z odcinków i łuków. Przesuwanie wyświetlonych uchwytów pozwala na sterowanie dopasowaniem linii splajnu lub polilinii. W praktyce wielu projektantów uchwyty stosuje się do szybkiego wydłużania lub skracania osi symetrii i innych odcinków. Ponadto uchwyty są bardzo przydatne przy modyfikowaniu wymiarowania obiektów, szczególnie przy przemieszczaniu wartości wymiarów aby były czytelne i nie krzyżowały się z innymi obiektami rysunku. Obiekty takie, jak: blok, kreskowanie, wypełnienie mają jeden uchwyt, zaś teksty, wymiary oraz figury geometryczne mają wiele dostępnych uchwytów, których liczba zależy od obiektu i narzędzi przy pomocy, których zostały narysowane.

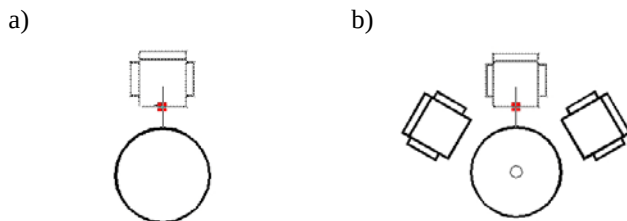
Gdy obiekt dwuwymiarowy znajduje się na płaszczyźnie innej niż płaszczyzna bieżącego LUW, obiekt jest rozciągany na płaszczyźnie, na której został utworzony, a nie na płaszczyźnie bieżącego LUW. Istnieje możliwość decydowania o liczbie wyświetlanych uchwytów wybranych obiektów poprzez zmienną systemową `GRIPBJLIMIT`. Sterowanie wyświetlaniem uchwytów (np. ich rozmiar, kolor) jest możliwe dzięki oknu **Wybór** (dostęp z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Narzędzia* > *Opcje...* > zakładka *Wybór*).

Działania na uchwytach ujawniają się gdy bez wybrania polecenia zaznacza się obiekt (obiekty) i klika na jeden z pokazanych punktów charakterystycznych obiektu – uzyskuje się uchwyt aktywny (ten punkt zmienia zabarwienie, standardowo na kolor czerwony). W oknie dialogowym pojawia się informacja, że program jest w trybie polecenia **ROZCIĄGNIJ**, można przejść do kolejnych poleceń: **PRZESUŃ**, **OBRÓĆ**, **SKALA** i **LUSTRO** poprzez naciśnięcie klawisz Enter lub Spacja. Wymienione polecenia są ułożone w pętli, więc jeśli przeskoczy się za daleko, kolejne naciśnięcia klawisza doprowadzą nas do właściwego polecenia. Opcje działania na uchwytach można również wywołać z menu kontekstowego (naciśnięcie prawego klawisza myszy przy aktywnym uchwycie). Przy bezpośrednim kliknięciu na punkt charakterystyczny aktywny uchwyt staje się jednocześnie punktem bazowym wybranego polecenia (np. w przypadku polecenia **OBRÓĆ** będzie środkiem obrotu). Wybierając opcję **Baza** można dokonać zmiany punktu bazowego na punkt, który nie był uchwytem obiektu (np. w figurze foremnej może to być środek symetrii boku – najlepiej taki punkt pokazać stosując lokalizację precyzyjną). Można również wybrać opcję **Kopiuj**, dzięki czemu operacja na uchwytach może być realizowana wielokrotnie.

Gdy chce się uzyskać więcej aktywnych uchwytów wtedy wybór punktów charakterystycznych obiektu dokonuje się przy wciśniętym klawiszu Spacja. W tym przypadku punkt bazowy uzyskuje się po kliknięciu na uchwyt, ale po zwolnieniu klawisza Spacja. Wybrany punkt nie musi być uchwytem wcześniej wybranym. Możemy teraz wybrać

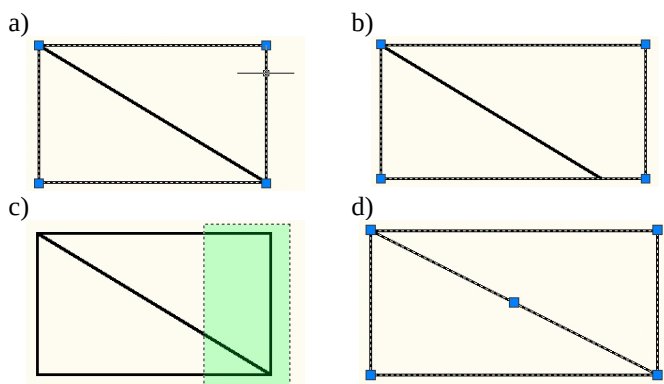
jakie polecenie będzie realizowane oraz dokonać zmiany punktu bazowego (opcja Baza) i wybrać działanie wielokrotne (opcja Kopiuj).

Na rys. 3.23 pokazano dwukrotny obrót z kopiowaniem (uzyskano 3 identyczne obiekty – dwie kopie oraz oryginał) z jednoczesną zmianą punktu bazowego – osi obrotu (przeniesiono ją ze środka symetrii elementu poziomego do środka okręgu).



Rys. 3.23. Działanie na uchwytach, OBRÓT z opcją *Kopiuj*: a) obiekty podstawowe; b) po wykonaniu – obrót o kąty -60° i 60°

Przy działaniach na uchwytach należy pamiętać o właściwym sposobie zaznaczania obiektów. Kliknięcie na punkt charakterystyczny należący do kilku obiektów zamieni go na uchwyt tylko wtedy gdy dany obiekt był wcześniej zaznaczony. Sytuacje właściwego zaznaczania obiektów, uchwytów oraz działań wykonanych przy ich użyciu pokazano na rys. 3.24.

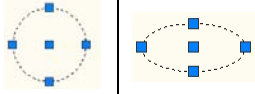
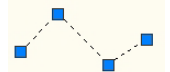
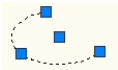
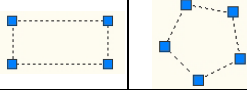
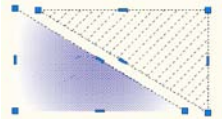


Rys. 3.24. Działanie na uchwytach, ROZCIĄGNIJ: a) zaznaczenie obiektu przez kliknięcie prostokąta; b) po wykonaniu przekątna pozostała bez zmian; c) zaznaczenie obiektu przez okno przecięcia; d) po wykonaniu przekątna również uległa rozciągnięciu

Komentarz! Aby pozbyć się widocznych uchwytów należy nacisnąć klawisz **Esc**.

W odniesieniu do konkretnych obiektów uchwyty, pomimo że włączony jest tryb pracy ROZCIĄGNIJ, pełnią różną funkcję, co pokazano w tabelicy 3.1.

Tablica 3.1. Zestawienie wybranych figur i obiektów oraz położenie ich uchwytów

Nazwa obiektu	Położenie uchwytów	Zastosowanie
Okrąg, elipsa		Środkowy uchwyt umożliwia przemieszczanie okręgu, uchwyty w kwadrantach zmieniają jego promień.
Linia		Zewnętrzne uchwyty służą do rozciągania obiektu, środkowy do przesuwania.
Polilinia		Uchwyty służą do rozciągania obiektu, środkowe zmieniają długości sąsiadujących boków.
Łuk		Uchwyty na końcach służą do zmiany położenia końców i promienia łuku, uchwyt w środku symetrii zmienia promień łuku (końce zostają bez zmian), uchwyt w centrum służy do przemieszczania łuku.
Łuk eliptyczny		Uchwyty na końcach służą do zmiany położenia końców i kształtu łuku, uchwyt w środku symetrii i w centrum zmienia kształt łuku (końce zostają bez zmian).
Splajn		Uchwyty służą do sterowania krzywiznami łuków.
Kwadrat, wielobok		Każdy z uchwytów służy do zmiany położenia wierzchołka i długości dwu boków.
Tekst		Uchwyt kwadratowy jest punktem bazowym tekstu i umożliwia przemieszczanie, uchwyty trójkątne rozciągają pole napisu (ale nie sam napis).
Wymiar liniowy (jako przykład)		Uchwyty na końcu pomocniczej linii wymiarowej służą do zmiany wymiarowanego obiektu, uchwyty na końcu linii wymiarowej pozwalają przesunąć linię względem obiektu, uchwyt tekstu przemieszcza opis wzdłuż linii wymiarowej i położenie linii względem obiektu.
Wypełnienie oraz kreskowanie		Uchwyty kwadratowe przemieszczając wierzchołki rozciągają boki, zaś uchwyty prostokątne generują nowy wierzchołek i rozciągają bok lub zamieniają linię na łuk.

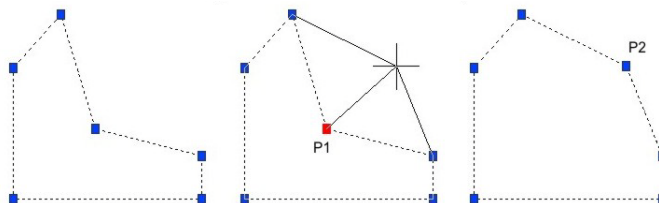
Przykłady do rozdziału 3.8 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-3.8.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 3.8a. Rozciągnij za pomocą UCHWYTÓW.

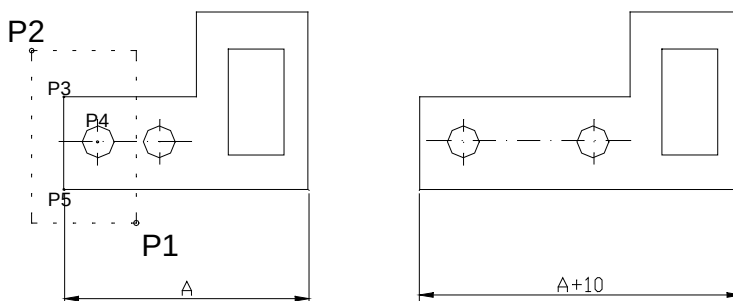
Zadanie 1. Za pomocą UCHWYTÓW zmienić kształt istniejącej figury.

- Bez wybierania polecenia kliknij na obiekt.
- Kliknij na wierzchołek oznaczony jako **P1**.
- *Określ punkt rozciągnięcia lub [Baza/Kopiuj/Cofaj/Zakończ]:* przenieś kursor myszy w nowe miejsce i kliknij (**P2**).

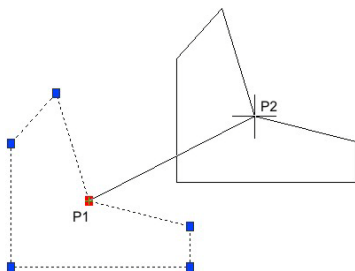


Zadanie 2. Za pomocą UCHWYTÓW rozciągnąć poziome boki obiektu i przenieść okrąg o 10 jednostek w lewo.

- Bez wybierania polecenia zaznacz obiekt od punktu **P1** do punktu **P2** (okno przecięcia), na polilinii pojawiają się uchwyty.
- Wybierz uchwyty – przytrzymując klawisz **Shift** kliknij uchwyty **P3**, **P4**, **P5**.
- Wybierz punkt bazowy – puść klawisz **Shift** i ponownie kliknij uchwyt **P3**.
- Włącz tryb ortogonalny: **F8**, przesun kursor w lewo i wpisz wartość **10**, **Enter** (lub wpisz względne współrzędne kartezjańskie: **@-10,0**).
- Wciśnij klawisz **Esc** aby pozbyć się uchwytów.

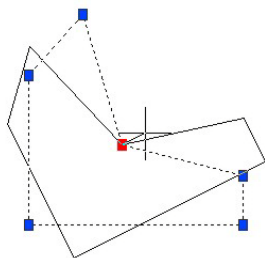


Przykład 3.8b. Przesuń za pomocą UCHWYTÓW.



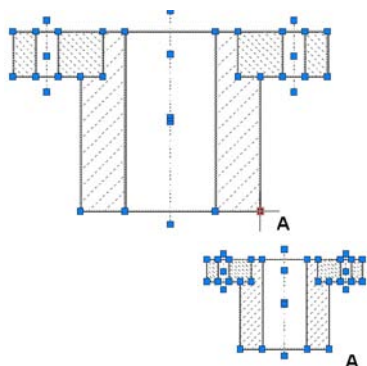
- Bez wybierania polecenia kliknij na obiekt.
- Kliknij na jeden z wierzchołków, np. oznaczony przez P1.
- *Określ punkt rozciągnięcia lub [Baza/Kopiuj /Cofaj/Zakończ]:* przejdź do trybu pracy PRZESUŃ, naciśnij **Spację**, lub włącz menu kontekstowe (prawy klawisz myszy).
- przenieś kursor myszy w nowe miejsce i kliknij.
- Wciśnij klawisz **Esc** aby pozbyć się uchwytów.

Przykład 3.8c. Obróć za pomocą UCHWYTÓW.



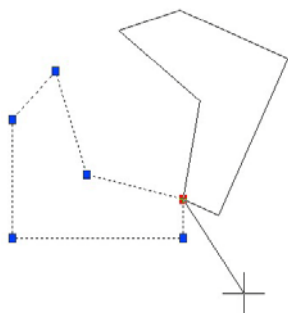
- Bez wybierania polecenia kliknij na obiekt.
- Kliknij na jeden z wierzchołków (ten punkt stanie się automatycznie środkiem obrotu).
- *Określ punkt rozciągnięcia lub [Baza/Kopiuj /Cofaj/Odniesienie/Zakończ]:* przejdź do trybu pracy OBRÓĆ, naciśnij 2x **Spację**, lub włącz menu kontekstowe (prawy klawisz myszy).
- Przenieś kursor myszy w nowe miejsce by zobaczyć obrót i kliknij lub wpisz wartość kąta z klawiatury.

Przykład 3.8d. Skaluj za pomocą UCHWYTÓW.



- Bez wybierania polecenia zaznacz oknem wszystkie elementy obiektu.
- Kliknij na wierzchołek **A** (ten punkt stanie się automatycznie punktem bazowym i nie zmieni swego położenia).
- *Określ punkt rozciągnięcia lub [Baza/Kopiuj /Cofaj/Odniesienie/Zakończ]:* przejdź do trybu pracy SKALUJ, naciśnij 3x **Spację**, lub włącz menu kontekstowe (prawy klawisz myszy).
- Wpisz wartość współczynnika skali = **0.5** z klawiatury, wciśnij **Enter**.

Przykład 3.8e. Lustro za pomocą UCHWYTÓW.



- Bez wybierania polecenia kliknij na obiekt.
- Kliknij na jeden z wierzchołków (ten punkt stanie się automatycznie pierwszym punktem osi symetrii).
- *Określ punkt rozciągnięcia lub [Baza/Kopiuj /Cofaj/ Zakończ]:* przejdź do trybu pracy LUSTRO, naciśnij 4x **Spację**, lub włącz menu kontekstowe (prawy klawisz myszy).
- Przenieść kursor myszy w nowe miejsce by wskazać drugi punkt osi symetrii i zobaczyć powstające odbicie, kliknięcie spowoduje wykonanie polecenia.

4. Kreskowanie i wypełnianie obiektów

Na rysunkach technicznych, w wielu sytuacjach, istnieje konieczność wypełnienia wskazanego fragmentu rysunku lub obiektu odpowiednim powtarzalnym deseniem. W rysunku maszynowym dotyczy to przekrojów konstruowanych obiektów, w gospodarce przestrzennej pokazania, że jakiś teren będzie np. trawnikiem, w inżynierii środowiska rozróżnienia poprzez pokolorowanie przeznaczenia projektowanych rurociągów. W programie AutoCAD kreskowanie i wypełnianie realizuje się dzięki poleceniom **KRESKUJ** oraz **WYPENIENIE**. Dzięki tym poleceniom uzyskuje się obiekty specjalne, ponieważ już na etapie ich powstawania elementy geometryczne tworzące je są ze sobą zgrupowane i stanowią jeden obiekt w sensie programu AutoCAD. Właściwością tego typu obiektów jest to, że posiada on własne narzędzia do modyfikacji zastosowanych parametrów przy jego tworzeniu. Omawiane tu polecenia można wpisać z klawiatury w wierszu poleceń, wybrać z paska narzędziowego **RYSUJ** lub z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Rysuj*. Po wybraniu polecenia pojawia się okno dialogowe *Kreskowanie i wypełnianie* posiadające dwie zakładki: *Kreskowanie* oraz *Wypełnienie*. W zależności, które polecenie wpisujemy to ta zakładka będzie aktywna i wyświetlać się stosowne opcje.

KRESKUJ



Polecenie **KRESKUJ** umożliwia wypełnienie deseniem zamkniętych obszarów istniejących na rysunku, przejmując jednocześnie parametry definicji warstwy, na której jest tworzone. Należy więc zwrócić uwagę, aby zdefiniowana szerokość linii była linią cienką i ciągłą. W przeciwnym razie wprowadzony wzór kreskowania będzie zmieniony, a po włączeniu wyświetlania szerokości linii otrzymane kreskowanie może być nieczytelne. Włączenie polecenia w oknie dialogowym umożliwia wybór wzoru kreskowania, skali i kąta wzoru oraz sposobu zaznaczania obiektów do kreskowania. Wzory kreskowania są wstępnie posegregowane w grupy reprezentujące wzory ANSI (wzory zdefiniowane przez amerykańskie stowarzyszenie normalizacyjne), wzory ISO oraz wzory inne. Istnieje ponadto możliwość zdefiniowania własnych deseni do wypełniania obszarów. Każdy istniejący wzór ma swoją nazwę oraz zaprezentowany wygląd. Zmienna **Skala** wzoru umożliwia właściwe dostosowanie zdefiniowanego wzoru do rozmiaru obszaru do wypełnienia oraz skali rysunku w jakiej wykonany został rysunek. Im mniejsza wartość, tym wzór będzie rysowany gęściej.

Komentarz! Należy pamiętać, że podawana przez użytkownika wartość liczbową jest współczynnikiem skali zastosowanego wzoru i nie można tej wartości w żaden sposób odnosić do jednostki jaką przyjęto za podstawę rysowania obiektów. Ponadto dla tego samego rysunku różne desenie mogą przyjmować różne wartości skali (wynika to z procesu ich definiowania i użytych tam rozmiarów elementów składowych).

Zmienna **Kąt** określa kąt obrotu, wyrażony w stopniach katowych, wzoru kreskowania względem osi OX bieżącego układu LUW (dodatni kąt obrotu jest przeciwny do ruchu wskazówek zegara). Należy tu wyraźnie podkreślić aby nie mylić kąta położenia linii występujących we wzorze kreskowania z kątem jego położenia.

Uwaga praktyczna! Jeżeli po wybraniu skali wzoru w obszarze kreskowania nie widać elementów wzoru kreskowania to należy wpisać nową skalę zmniejszoną 10 razy.

Do wyboru obszaru kreskowania można skorzystać z jednej z dwu możliwości:

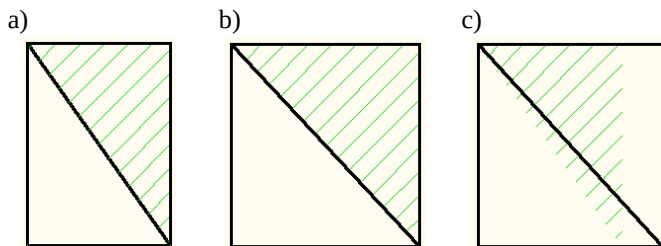
- **Dodaj: Wskaż punkty** – służy do kreskowania zamkniętych obiektów złożonych. Należy wskazać punkt we wnętrzu obszaru do zakreskowania. Granicę kreskowania program znajdzie automatycznie i podświetli ją.
- **Dodaj: Wybierz obiekty** – stosowana do kreskowania obiektów prostych. Należy wskazać krawędź obiektu do zakreskowania, która wyznacza granicę kreskowania (wskazane krawędzie powinny tworzyć obiekty zamknięte, w przeciwnym razie uzyskane efekty kreskowania nie będą wyglądały zgodnie z naszymi oczekiwaniami).

Przy pokazywaniu obiektów do kreskowania można korzystać z obu sposobów wskazywania interesujących nas obszarów. Fazę wskazywania obszarów do kreskowania zamyka się klawiszem Enter. Istnieje także możliwość usuwania ze zbioru wskazań obszarów już zaznaczonych. Przy skomplikowanych obszarach do kreskowania można je podzielić na części przez narysowanie przecinających je prostych. Proces kreskowania można wykonać osobno dla każdej części, a następnie usunąć zbędne linie podziału (lub przenieść je na warstwę niewidoczną). Narysowane elementy kreskowania będą idealnie do siebie pasować gdyż są rysowane względem globalnego układu współrzędnych.

Tak przygotowane kreskowanie można obejrzeć poprzez włączenie opcji **Podgląd**. Kreskowanie, które nas nie zadowoli można poprawić (powrót do okna dialogowego przez wciśnięcie klawisza Esc). Dzięki takiemu rozwiązaniu nie trzeba zaczynać od nowa, podaje się nowe wartości zmiennych, obszar kreskowania jest nadal aktywny. Zatwierdzenie kreskowania uzyskuje się poprzez przycisk OK lub wciśnięcie klawisza Enter.

W oknie *Kreskowanie i wypełnienie* istnieje jeszcze kilka ważnych przycisków i ustawień:

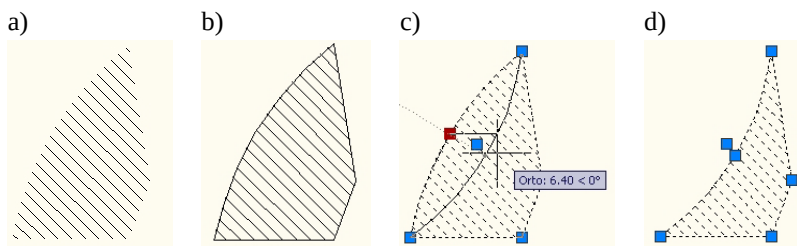
- wybranie zaznaczenia **Zespolone** powoduje, że zdefiniowane kreskowanie jest związane aktywnie z granicami obszaru kreskowania. W tym przypadku, gdy przekształca się obiekt poprzez zastosowanie polecenia ROZCIĄGNIJ to kreskowanie dostosuje się automatycznie do zmienionych granic kreskowania, rys. 4.1;
- zakładka **Cechy dziedziczone** pozwala na wskazanie na rysunku istniejącego kreskowania i przejęcie jego wartości zmiennych (wzór, skala, kąt) w celu wykonania nowego identycznie wyglądającego kreskowania;
- opcja **Początek kreskowania** pozwala na wskazanie punktu na płaszczyźnie, od którego będzie kreślony wybrany wzór (ma to znaczenie estetyczne, gdy deseniem jest wzór obrazujący np. cegły – mur powinien zaczynać się od pełnej cegły);
- opcja **Utw. oddz. kreskowania** pozwala na uzyskanie oddzielnych kreskowań (niezależnych obiektów w sensie AutoCAD-a) gdy przy jednym uruchomieniu polecenia zaznaczono kilka obszarów, które nie są ze sobą połączone.



Rys 4.1. Działanie polecenia ROZCIĄGNIJ do obiektu z kreskowaniem: a) obiekt pierwotny; b) z włączoną opcją Zespolone; c) z wyłączoną opcją Zespolone

Edycja kreskowania

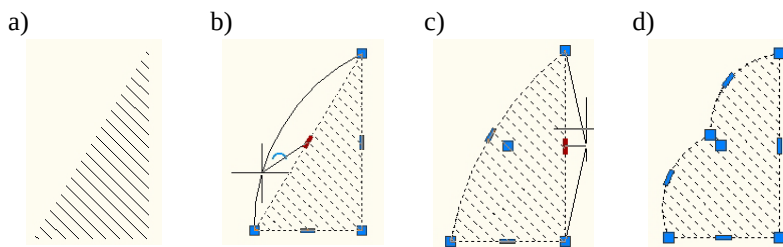
Obiekty wykonane z użyciem polecenia KRESKUJ podlegają edycji. Można tego dokonać korzystając z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > *Kreskuj...* i wybrać kreskowanie na rysunku, lub poprzez szybkie dwukrotne kliknięcie na istniejące kreskowanie. W ten sposób otwiera się okno *Edycja kreskowania*, które w zasadzie jest identyczne z oknem *Kreskowanie i Wypełnienie*. Dzięki temu wszystkie zmienne, które były ustawione dla wskazanego kreskowania można redefiniować. Z nowych funkcji istniejących w oknie do edycji należy wymienić opcję **Odtwórz obwiednię** oraz **Wybierz obiekty obwiedni**. Opcja **Odtwórz obwiednię**, dla istniejącego kreskowania bez widocznej granicy obszaru, generuje zamkniętą figurę w postaci polilinii lub regionu, rys. 4.2a i b. Opcja **Wybierz obiekty obwiedni** pozwala na zmianę kształtu istniejącej obwiedni poprzez wybór elementów składowych tej obwiedni i ich modyfikowanie z użyciem ujawnionych uchwytów, rys. 4.2c. Kreskowanie automatycznie dostosowuje się do zmodyfikowanego kształtu obwiedni, rys. 4.2d.



Rys 4.2. Modyfikacja kreskowania: a) obiekt pierwotny; b) wygenerowanie obwiedni zmodyfikowanego kreskowania – opcja *Odtwórz obwiednię*; c) przemieszczanie uchwyty obwiedni – opcja *Wybierz obiekty obwiedni*; d) zmiana kształtu obwiedni i kreskowania

Należy dodać, że obiekty typu kreskowanie mogą być przenoszone na nowe warstwy, ich kształt można modyfikować dzięki użyciu UCHWYTÓW (opcja *Zespolone* musi zostać najpierw wyłączona), rys. 4.3. Uchwyty kwadratowe przemieszczając wierzchołki rozciągają sąsiednie boki, zaś uchwyty prostokątne (znajdujące się w środku symetrii boku) po przemieszczeniu generują nowy wierzchołek i rozciągają bok albo (po wciśnięciu

kombinacji klawiszy Shift+Ctrl) konwertują linię na łuk. Dalsze korzystanie z uchwytu łuku pozwala wygenerować nowy wierzchołek i uzyskać dwa segmenty łukowe.



Rys 4.3. Modyfikacja kreskowania z użyciem uchwytów: a) obiekt pierwotny; b) zmiana kształtu kreskowania – konwersja linii na łuk; c) zmiana kształtu kreskowania – dodanie nowego wierzchołka; d) zmiana kształtu kreskowania – dodanie nowego wierzchołka i uzyskanie dwóch segmentów łukowych

Ponadto kreskowania podlegają działaniu takich poleceń do modyfikacji, jak: ROZCIĄGNIJ (przy włączeniu opcji *Zespolone*), KOPIUJ, PRZESUŃ, OBRÓT, SKALUJ, LUSTRO, ROZBIJ, WYMAŻ. Ponadto linie składowe desenia kreskowania są aktywnymi granicami dla polecenia UTNIJ oraz WYDŁUŻ.

WYPEŁNIANIE

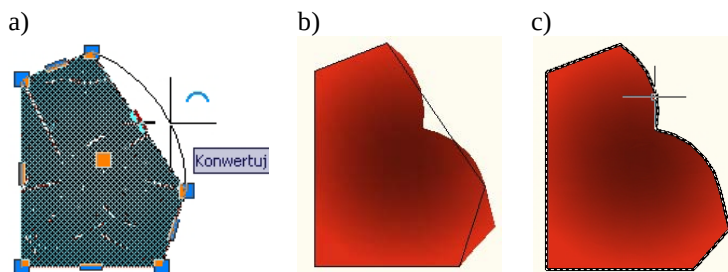
Polecenie **WYPEŁNIENIE** służy do zamalowywania zamkniętych obszarów jednolitym kolorem lub kolorem z cieniowaniem poprzez opcję *gradient*. Po wybraniu polecenia (w pasku dialogowym wpisujemy **GRADIENT**) pojawia się okno dialogowe *Kreskowanie i wypełnienie* z włączoną opcją *Wypełnienie*, w którym istnieje możliwość wyboru: sposobu zamalowywania (jednym lub dwoma kolorami, rys. 4.4a), wzoru cieniowania, jego jasności, kąta położenia wybranego wzoru względem osi OX, wyśrodkowywania wzoru względem obszaru do wypełnienia oraz sposobu zaznaczania obiektów do wypełniania. Ponadto program pozwala na skorzystanie z istniejących już na rysunku wypełnień poprzez opcję *Właściwości dziedziczone*. Utworzone wypełnienie może zostać zespolone z obwiednią obszaru do wypełnienia, co pozwala na przekształcanie istniejącego wypełnienia z użyciem polecenia ROZCIĄGNIJ, PRZESUŃ, SKALA oraz UCHWYTÓW, rys. 4.4 a i b.



Rys 4.4. Przykłady zastosowania polecenia WYPEŁNIENIE: a) obiekty wypełnione gradientem jednokolorowym oraz dwukolorowym; b) przesuwanie napisu umieszczonego w wypełnieniu obiektu – zastosowano opcję *Zespolone*; c) zmiana położenia napisu – wypełnienie dostosowuje się do nowego umiejscowienia napisu

Edycja wypełnienia

Obiekty wykonane z użyciem polecenia WYPEŁNIENIE podlegają edycji. W zasadzie istnieją takie same możliwości edytowania istniejącego wypełnienia jak w przypadku kreskowania. Na rys. 4.5. pokazano przykłady edytowania kształtu wypełnienia gradientem jednokolorowym po wyłączeniu opcji *Zespolone*. Zastosowano działania na UCHWYTACH i wykonano konwersję linii na łuk – rys. 4.5a; dodanie nowych wierzchołków – rys. 4.5b oraz po skasowaniu starego konturu, który nie był aktywny wygenerowano nową obwiednię po zastosowaniu opcji *Odtwórz obwiednię*, rys. 4.5c.



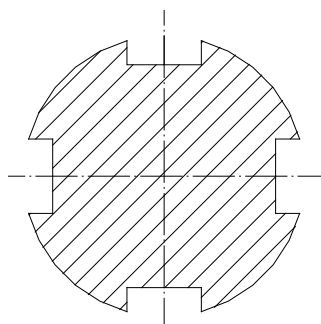
Rys 4.5. Przykłady edytowania wypełnienia: a) wypełnienie modyfikowane przez zamianę linii na łuk; b) dodanie nowych wierzchołków; c) wygenerowanie nowej obwiedni

Ponadto wypełnienia podlegają działaniu takich poleceń do modyfikacji, jak: ROZCIĄGNIJ (przy włączeniu opcji *Zespolone*), KOPIUJ, PRZESUŃ, OBRÓT, SKALUJ, LUSTRO oraz WYMAŻ. Wypełnienia nie można rozbijać.

Przykłady do rozdziału 4 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-4.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

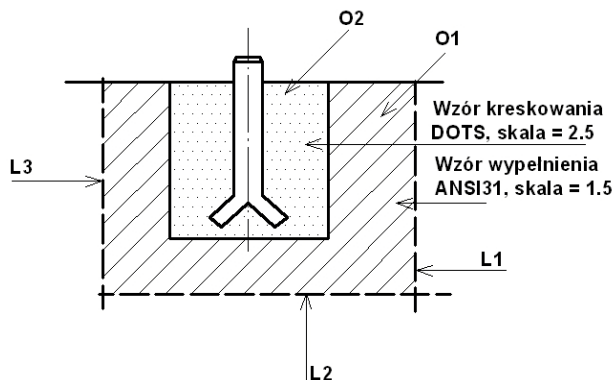
Przykład 4a. Kreskowanie. Zakreskować obiekt wzorem kreskowania ANSI31 przy skali 1.5.



- Wybierz polecenie **KRESKUJ** z paska **RYSUJ**.
- W oknie **Kreskowanie i wypełnienie** wybierz **Wskaż punkty**.
- Kliknij wewnątrz obiektu (w każdą z ćwiartek), obiekty zostaną zaznaczone.
- Wciśnij **Enter** aby ponownie pojawiło się okno dialogowe.
- Ustaw wzór na **ANSI31** oraz skalę na **1.5**.
- Sprawdź poprawność kreskowania – naciśnij **Podgląd**.
- Zatwierdź klawiszem **Enter**.

Przykład 4b. Kreskowanie. Zakreskować wybrany obiekt.

- Wybierz polecenie **KRESKUJ** z paska **RYSUJ**.



Polecenie **KRESKUJ**.

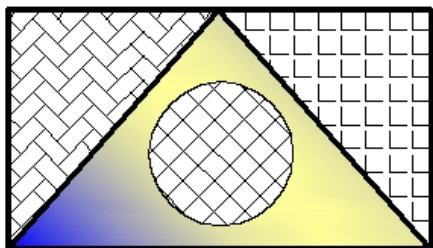
- Dodaj: Wskaż punkty**, wybierz obszar **O1**.
- wzór **ANSI31**, skala **1.5**.

Polecenie **KRESKUJ**.

- wybierz obszar **O2**, wzór kreskowania **DOTS**, skala **1.5**.

Przykład 4c. Kreskowanie i wypełnienie. Zamalować obszary stosując funkcję **WŁAŚCIWOŚCI DZIEDZICZONE**.

Do wypełnienia okręgów użyć istniejących na rysunku kreskowań i wypełnienia (łatwo zauważyć, że każdy wzór ma zupełnie inne wartości parametru skala).



Na rysunku zastosowano następujące kreskowania:

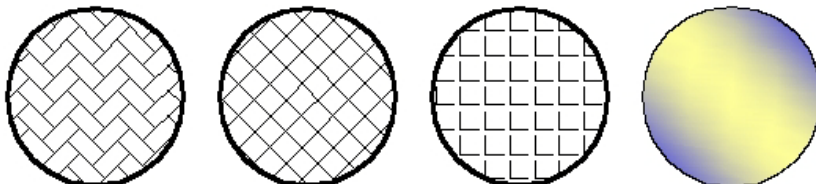
- AR-HBONE, Skala = 0.05,
- ANSI37, Skala = 2,
- ANGLE, Skala = 1,

oraz wypełnienie:

- Gradient dwukolorowy (niebieski i żółty), kąt = 45°.

Wybierz polecenie **KRESKUJ** z paska **RYSUJ**.

- Dodaj: Wskaż punkty**, wybierz pierwszy okrąg, wciśnij **Enter**.
- Wybierz funkcję **Właściwości dziedziczone**.
- Wybierz kreskowanie: kliknij na obszar kreskowania, które chcesz przenieść na zaznaczony obszar (lewy trójkąt), wciśnij **Enter**, wciśnij **OK**.

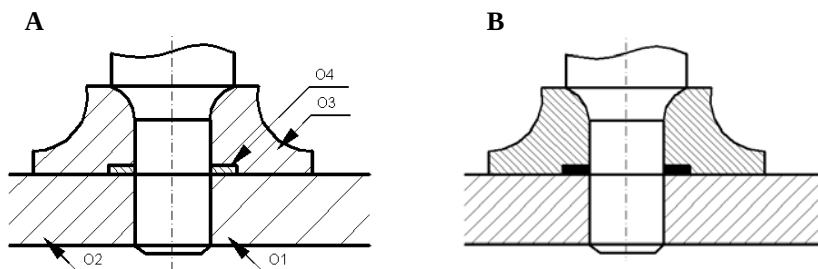


- Powtórz czynności dla pozostałych dwóch okręgów do kreskowania.

Wybierz polecenie **WYPEŁNIENIE** z paska **RYSUJ**.

- **Dodaj: Wskaż punkty**, wybierz ostatni okrąg, wciśnij **Enter**.
- Wybierz funkcję **Właściwości dziedziczone**.
- **Wybierz kreskowanie**: kliknij na cieniowany trójkąt, wciśnij **Enter**, wciśnij **OK**.

Przykład 4d. Edycja kreskowania. Poprawić istniejące kreskowanie przedstawione jako obiekt **A** i doprowadzić je do stanu **B**.



- Kliknij szybko 2x na istniejące kreskowanie – obszar **O1**.
- Po włączeniu okna **Kreskowanie i wypełnienie** ustaw nowe wartości parametrów kreskowania
 - w oknie *Skala* wpisz nową wartość = **1** (poprzednio 3), wciśnij **OK**.
- Kliknij szybko 2x na istniejące kreskowanie – obszar **O2**.
- Po włączeniu okna **Kreskowanie i wypełnienie** ustaw nowe wartości parametrów kreskowania
 - w oknie *Skala*: wpisz nową wartość = **1** (poprzednio 2), wciśnij **OK**.
- Kliknij szybko 2x na istniejące kreskowanie – obszar **O3**.
- Po włączeniu okna **Kreskowanie i wypełnienie** ustaw nowe wartości parametrów kreskowania:
 - w oknie *Skala* wpisz nową wartość = **1** (poprzednio 2),
 - w oknie *Kąt*: podaj nową wartość kąta = **90°** (poprzednio 0), wciśnij **OK**.
- Kliknij szybko 2x na istniejące kreskowanie – obszar **O4**.
- Po włączeniu okna **Kreskowanie i wypełnienie** ustaw nowe wartości parametrów kreskowania
 - w oknie *Wzór*: wprowadź **SOLID** (poprzednio ANSI31, kąt = 90°, skala = 0.5), wciśnij **OK**.

5. Wymiarowanie obiektów

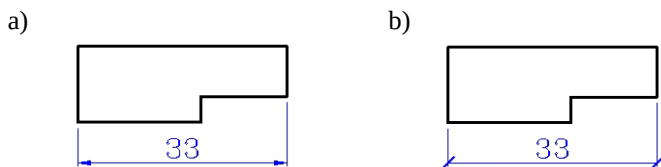
Wymiarowanie w programie AutoCAD przebiega półautomatycznie. Oznacza to, że projektant pobiera stosowne narzędzie do wymiarowania i pokazuje obiekt do zwymiarowania, a program sam dokonuje pomiaru. Utworzone wymiary na elektronicznym arkuszu rysunkowym programu AutoCAD to obiekty specjalne. Charakteryzują się tym, że graficzne elementy wymiarowania są ze sobą zgrupowane i tworzą wspólnie obiekt złożony o specjalnych właściwościach. Wymiar przechowuje w sobie informację o wykonanym pomiarze (liniowym czy kątowym), a ponadto kreślony jest na arkuszu zgodnie z aktywnym stylem wymiarowania. Obiekty wymiarowe można edytować stosując specjalistyczne narzędzia (opisano to poniżej), ale także używając wybranych poleceń do modyfikacji (np. kopiuj, przesunij, skala, rozciągnij, lustro). Wymiary nie mogą być ucinane, przerywane, wydłużane, czy odsuwane).

Polecenia dotyczące wymiarowania można pobrać z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Wymiar*, z paska narzędzi **WYMIAR** albo wpisując nazwę polecenie lub jego skrót. Na rys. 5.1 pokazano zawartość poleceń znajdujących się w zdefiniowanym pasku z wersji AutoCAD 2010.

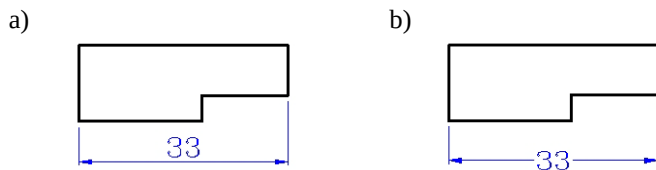


Rys. 5.1. Pasek narzędzi **Wymiar**

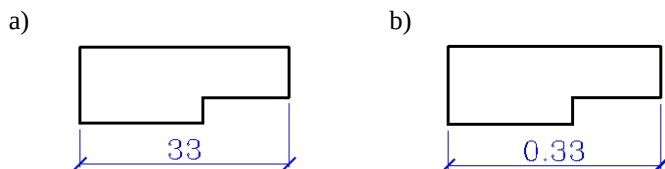
Do istniejącego rysunku można zdefiniować wiele stylów wymiarowania, ale tylko jeden z nich jest traktowany w danej chwili jako bieżący. Niezmiernie ważną sprawą jest to, aby styl wymiarowania był odpowiednio dobrany do wykonanego rysunku. Dotyczy to zarówno branży przygotowywanej dokumentacji (wizualizacja elementów wymiarowania może być różna, np. zakończenie linii wymiarowej w rysunku maszynowym rysowane jest zamkniętą i wypełnioną strzałką, a w rysunku budowlanym – ukośnikiem, rys. 5.2), kraju docelowego dla którego tworzone są rysunki (np. różny sposób umieszczania opisu względem linii wymiarowej, rys. 5.3), czy skali i jednostki w jakich wykonano wymiarowanie, rys. 5.4.



Rys. 5.2. Różne zakończenie linii wymiarowej: a) rysunek maszynowy;
b) rysunek budowlany

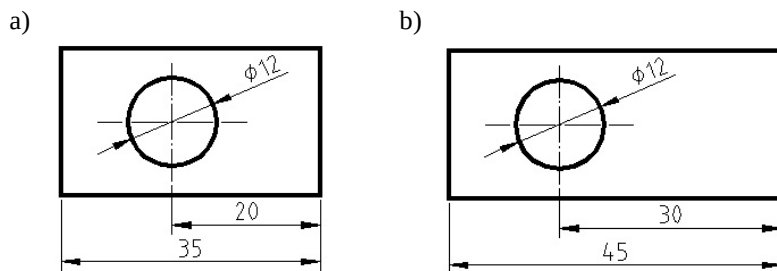


Rys. 5.3. Różny sposób umieszczania opisu linii wymiarowej: a) w Polsce; b) we Włoszech



Rys. 5.4. Wymiarowanie w różnych jednostkach: a) w cm; b) w metrach

Obiekty typu wymiar są powiązane jednostronnie z obiektem, którego dotyczą. Oznacza to, że po zastosowaniu polecenia ROZCIĄGNIJ czy SKALA w celu modyfikacji obiektu geometrycznego wymiary automatycznie dostosowują się do aktualnych rozmiarów, rys. 5.5. W programie AutoCAD nie ma powiązania odwrotnego polegającego na tym, że zmiana wartości wymiaru przenoszona jest na obiekt (obiekt zmieniałby swoje rozmiary).



Rys. 5.5. Zastosowanie polecenia ROZCIĄGNIJ do zwymiarowanego obiektu: a) stan początkowy; b) stan końcowy – powiększony obiekt wzdłuż osi poziomej o 10

Komentarz! Zmierzony automatycznie wymiar jest przechowywany w kombinacji znaków „<” (mniejszy i większy), zaś najczęściej wpisywane symbole można wstawiać stosując zdefiniowane skróty klawiaturowe:

- średnica $\emptyset$ – kod %%c,
- stopień $^{\circ}$ – kod %%d,
- plus/minus $\pm$ – kod %%p.

Narzędzia dotyczące wymiarowania można podzielić na cztery podstawowe grupy: polecenia do wymiarowania, polecenia wspomagające je, polecenia do edycji wymiarowania oraz polecenia do definiowania stylu wymiarowania.

Wśród poleceń dotyczących wymiarowania znajdują się:

	– Liniowy (WYMLINIOWY) służy do tworzenia wymiarów poziomych i pionowych.
	– Dopasowany (WYMNORMALNY) tworzy wymiary liniowe równoległe do obiektu.
	– Długość łuku (WYMŁUK) tworzy wymiar długości łuku.
	– Promienia (WYMPROMIEN) tworzy wymiar okręgu i łuku, wpisana wartość poprzedzona jest literką R.
	– Ucięty (WYMSKRÓCONY) tworzy wymiary skrócone okręgów i łuków, wpisana wartość poprzedzona jest literką R.
	– Średnica (WYMSREDNICA) tworzy wymiar średnicy okręgu lub łuku, wpisana wartość poprzedzona jest znakiem Ø.
	– Kontynuuj (WYMSZEREG) tworzy wymiar od pomocniczej linii wymiarowej poprzedniego wymiaru, dotyczy wymiarów liniowych oraz kątowych.
	– Od bazy (WYMBAZA) kontynuuje wymiar liniowy, kątowy oraz współrzędnościowy od linii bazowej poprzedniego lub wybranego wymiaru.
	– Kątowy (WYMKĄTOWY) tworzy wymiar kąta między liniami oraz łuku.
	– Tolerancja (TOLERANCJA) tworzy tolerancje geometryczne zawarte w tolerancji kształtu i położenia.
	– Szybki wymiar (SWYMIAR) tworzy serię wymiarów liniowych wskazanego obiektu: szeregowych lub od wspólnej bazy, lub serii okręgów i łuków.

Polecenia wspomagające wymiarowanie to:

	– Obszar wymiaru (PRZESTRZWYM) służy do dopasowywania odstępów między wymiarami liniowymi i kątowymi.
	– Kontrola (WYMSPR) dodaje lub usuwa informacje o kontroli dla wskazanego wymiaru.
	– Przerwanie wymiaru (PRZERWYMIAR) służy do przerywania lub przywrócenia linii wymiarowych i pomocniczych tam gdzie przecinają inne obiekty.
	– Znacznik środka (WYMCENTRUM) tworzy znacznik środka lub linie środkowe okręgu lub łuku.
	– Ucięty liniowy (LINWYMSKR) dodaje lub usuwa linie ucięcia na wymiarze liniowym lub wyrównanym.
	– Linia odniesienia (SŁODNIES) tworzy linię odniesienia wraz z opisem.

Polecenia do bezpośredniej edycji istniejącego wymiaru to:

	– Aktualizacja wymiarowania (WYMSTYL) służy do aktualizacji wskazanych wymiarów zgodnie z obowiązującym stylem wymiarowania (bieżącym).
	– Edycja tekstu wymiarowego (WYMEDTEKST) służy do przesuwania i obracania tekstu wymiarowego oraz przesuwania linii wymiarowej.
	– Edycja wymiaru (WYMEDYCJA) służy do edycji wymiaru i pomocniczych linii wymiarowych.

	– Wymiar zmień (WYMZMIEN) steruje zastępowaniem zmiennych systemowych używanych w wybranych wymiarach.
	– Ponowne skojarzenie wymiarów (DOCZEPWYMIAR) kojarzy wybrane wymiarowania z obiektami lub punktami odniesienia.

Definiowanie stylu wymiarowania realizowane jest przez kliknięcie ikony , wpisanie w pasku zadań polecenia WYMSTYL lub wybranie z *Menu rozwijalnego*: zakładka Wymiar, a następnie **Styl wymiarowania...**

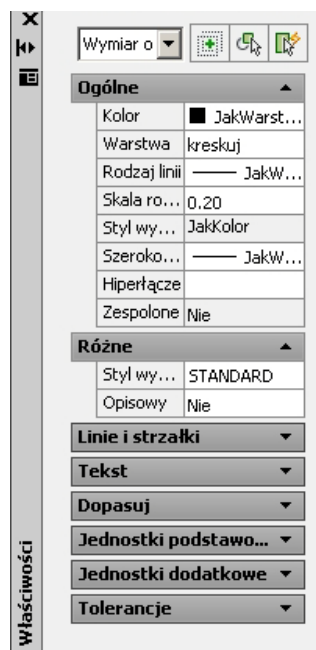
Edycja wymiarowania

Nieprawidłowo wykonane wymiarowanie można zawsze poprawić. Uczynić to można na kilka sposobów.

- Wybierając polecenia do bezpośredniej edycji wybranego wymiaru. Polecenia te zostały przedstawione powyżej (**WYMSTYL, WYMEDTEKST, WYMEDYCJA**).
- Poprzez szybkie podwójne kliknięcie na wymiar. Wtedy zostanie włączone okno właściwości wymiarowania (rys. 5.6.), w którym jest dostęp do wszystkich parametrów zdefiniowanych w bieżącym stylu wymiarowym. Poszczególne parametry wymiarowe są pogrupowane w podgrupy, których tytuły są wyświetlone na szarym pasku. Na rys. 5.6 pokazano sytuację gdy podgrupy o nazwach **Ogólne** oraz **Różne** zostały rozwinęte i widać ich zawartości. Pozostałe podgrupy zostały zwinięte. Należy pamiętać, że wykonana tak edycja będzie dotyczyła tylko wybranego wymiaru.

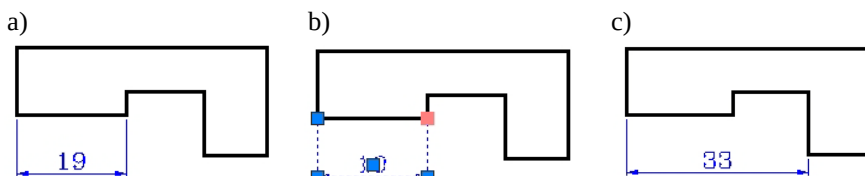
Ten sposób edycji stosowany jest np. gdy do wymiaru liniowego należy dostawić znak średnicy, w sytuacji wymiarowania widoku bocznego wałka. Wtedy w podgrupie **Tekst** w polu **Zmiana...** należy wpisać: %%c<>. Oznacza to, że przed zmierzoną wartością wymiaru pojawi się znak Ø.

Rys. 5.6. Okno właściwości wymiarowania



- Poprzez działanie z użyciem UCHWYTÓW. Bez wybierania polecenia należy kliknąć wymiar. Aktywacja uchwytu umożliwia wykonywanie różnych działań. W praktyce korzysta się z pracy w trybie ROZCIĄGNIJ (choć można przechodzić do pozostałych trybów pracy, zobacz podrozdział 3.8). W zależności z jakim wymiarem mamy do czynienia to aktywne uchwyty wymiaru spełniają różne funkcje. Np. przy

wymiarkie liniowym można zmieniać położenie pomocniczych linii wymiarowych i w ten sposób wymiarowanie będzie odnosiło się do innego elementu obiektu, można zmienić położenie linii wymiarowej lub przesunąć odpowiednio tekst wzdłuż linii wymiarowej aby nie przecinały go żadne linie rysunku, rys. 5.7.



Rys. 5.7. Zmiana elementu wymiarowania z użyciem UCHWYTÓW: a) stan początkowy; b) uaktywnienie uchwyty pomocniczej linii wymiarowej; c) stan końcowy – po przemieszczeniu uchwyty w nowe miejsce

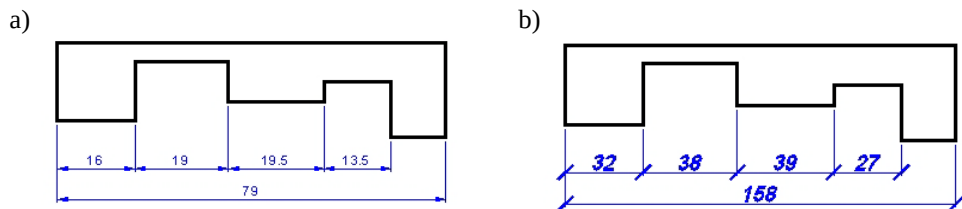
- Poprzez redefiniowanie bieżącego stylu wymiarowania. W ten sposób nasze działania będą odnosiły się do wszystkich istniejących na rysunku wymiarów wykonanych tym stylem. Dzięki temu edycja wymiarowania jest szybka i nie grozi nam sytuacja, że jakiś wymiar zostanie przeoczony.

Definiowanie stylu wymiarowania

Definiowanie stylów wymiarowania jest bardzo ważną umiejętnością gdyż w ten sposób można dostosować styl wymiarowania do norm obowiązujących w danym państwie i branży. Definiowania stylu dokonuje się w oknie **Menadżera stylów wymiarowania**. Podstawą definiowania własnego stylu jest wybór jednego ze stylów i kliknięcie zakładki **Nowy....** Po wprowadzeniu nazwy stylu, można dokonywać odpowiednich zmian wybierając kolejno jedną z zakładek grupujących poszczególne parametry wymiarowania. Wydzielone podgrupy to: linie, symbole i strzałki, tekst, dopasowanie, jednostki podstawowe, jednostki dodatkowe oraz tolerancje.

W wielu wypadkach wystarczy dostosować zastosowany styl do nowej sytuacji. Wtedy należy wybrać zakładkę **Zmień**, a dokonane zmiany zostaną zapisane automatycznie w stylu wymiarowania pod tą samą nazwą. W tym przypadku mamy do czynienia z redefiniowaniem użytego stylu. Po zamknięciu okna *Menadżera stylów wymiarowania* na rysunku następuje automatyczne wykonanie wszystkich dokonanych zmian. Na rys. 5.8 pokazano wygląd zwymiarowanego obiektu przed i po redefiniowaniu stylu wymiarowania. W przedstawionym przykładzie dokonano następujących poprawek:

- skala wymiaru – zmieniono z 1 na 2,
- znak końca linii wymiarowej – strzałkę zmieniono na ukośnik,
- rozmiar końca linii zmieniono z 2 na 3,
- zmiana rozmiaru stylu tekstu z 2 na 3,
- pochylenie tekstu – zmieniono z 0 stopni na 15.



Rys. 5.8. Redefinicja stylu wymiarowania: a) stan początkowy; b) stan końcowy

Przykłady do rozdziału 5 do samodzielnego wykonania

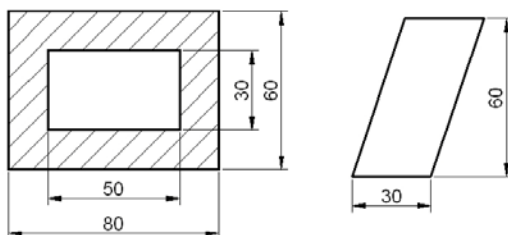
W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-5.1.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą. Należy wybrać właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 5.1a. Wymiar liniowy (WYMLINIOWY). Zwymiarować obiekty pionowe i poziome.

Zadanie 1. Zwymiarować zakreskowaną ramkę.

Obiekt wymiarowania można wskazać bez pokazywania jego końców, w tym przypadku na wezwanie o określenie początku pomocniczej linii wymiarowej należy wcisnąć **Enter**.

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- *Określ początek pierwszej pomocniczej linii wymiarowej lub <wybierz obiekt>*: wcisnąć **Enter**.
- Wybierz obiekt do wymiarowania: **zaznacz większy prostokąt**.
- *Określ położenie linii wymiarowej lub [Wtekst/Tekst/Kąt/Poziomo/pIonowo/Obrócony]:* **wskaż położenie linii wymiarowej**.
- Postępując analogicznie zwymiaruj pozostałe boki.



Zadanie 2. Zwymiarować równoległobok.

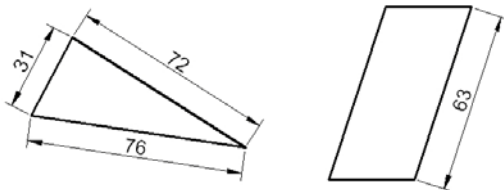
Do pokazywania końców wybranych elementów obiektu zastosować lokalizację (PRZetnij, ewentualnie KONiec).

- Określ początek pierwszej pomocniczej linii wymiarowej lub <wybierz obiekt>: stosując lokalizację precyzyjną (**KONiec**) **wskaż lewy dolny róg małego prostokąta**.
- Określ początek drugiej pomocniczej linii wymiarowej: stosując lokalizację precyzyjną (**KONiec**) **wskaż prawy dolny róg małego prostokąta**.
- Położenie linii wymiarowej [*Wtekst/Tekst/Kąt/Poziomo/pIonowo/Obrócony*]: **wskaż położenie linii wymiarowej**.

Przykład 5.1b. Wymiar dopasowany (WYMNORMALNY). Zwymiarować obiekty ukośne.

W celu pokazywania obiektu wymiarowanego wciśnij **Enter**, a następnie kliknij na obiekt.

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Określ początek pierwszej pomocniczej linii wymiarowej <wybierz obiekt>: **Enter**.
- Wybierz obiekt do wymiarowania: **zaznacz jedną z krawędzi**.
- Określ położenie linii wymiarowej [*Wtekst/Tekst/ Kąt*]: **wskaż położenie linii**.
- Dalej postępuj analogicznie.



Przykład 5.1c. Wymiar promienia (WYMPROMIEN), znacznik środka (WYMCENTRUM), długość łuku (WYMLUK). Zwymiarować obiekty.

Wymiarowanie okręgu

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz łuk lub okrąg: **wskaż okrąg**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [*Wtekst/Tekst/Kąt*]: **wskaż położenie linii**.

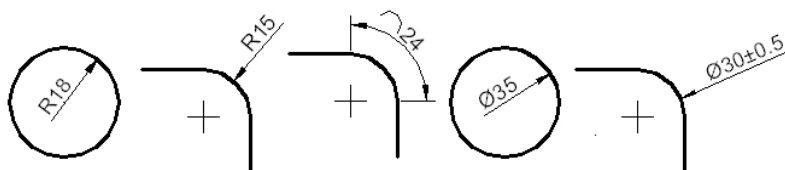
Wymiarowanie łuku

- Powtórnie wybierz polecenie.
- Wybierz łuk lub okrąg: **wskaż łuk**.
- Określ położenie linii wymiarowej [*...*]: **wskaż położenie linii**.

Rysowanie znacznika i wymiarowanie długości łuku

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz łuk lub okrąg: kliknij na łuk.
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.

- Wybierz łuk lub segment łukowy polilinii: kliknij na łuk.
- Określ położenie wymiaru długości łuku lub [Wtekst/Tekst/Kąt/Częściowy]: **wskaż położenie linii.**



Przykład 5.1d. Wymiar średnicy (WYMŚREDNICA). Zwymiarować okrąg oraz łuk.

Wymiarowanie okręgu

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz łuk lub okrąg: **wskaż okrąg.**
- Określ położenie linii wymiarowej [...]: **wskaż położenie linii.**

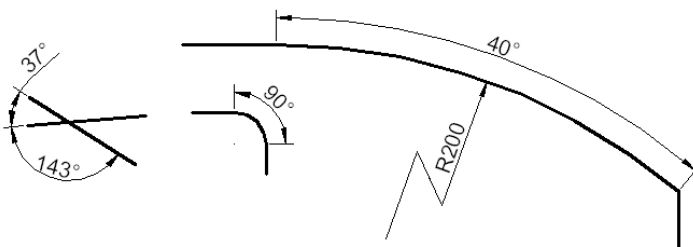
Wymiarowanie łuku

- Powtórnie wybierz polecenie.
- Wybierz łuk lub okrąg: **wskaż łuk.**
- Określ położenie linii wymiarowej lub [Wtekst/Tekst/Kąt]: **wpisz w, Enter.**
- Ustaw kursor na końcu tekstu Ø30 i wpisz %%p0.5, kliknij **OK.**
- **wskaż położenie linii.**

Przykład 5.1e. Wymiar kątowy (WYMKĄTOWY), Ucięty (WYMSKRÓCONY).
Zwymiarować kąty oraz łuki.

Wymiarowanie kątów

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz kąt, okrąg, linię lub <wybierz wierzchołek>: **wskaż pierwszą linię.**
- Wybierz drugą linię: **wskaż drugą linię.**
- Określ położenie łuku wymiarowego [Wtekst/Tekst/Kąt]: **wskaż położenie łuku.**
- Dalej postępuj analogicznie.

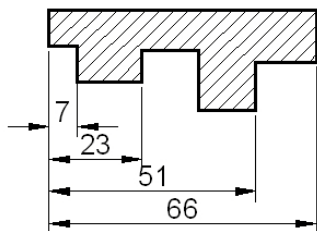


Wymiarowanie promienia

- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz łuk lub okrąg: **wskaż łuk**.
- Określ nadpisanie położenia środka: **wskaż punkt po stronie środka łuku**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [Wtekst/Tekst/Kąt]: **wskaż punkt, Enter**.
- Określ położenie ucięcia: **wskaż punkt, Enter**.

Przykład 5.1f. Wymiar od bazy (WYMBAZA), kontynuuj (WYMSZEREG). Zwymiarować obiekty od wspólnej bazy oraz poprzez wymiar szeregowy.

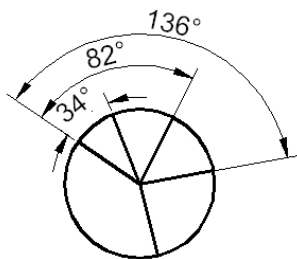
Wymiarowanie od wspólnej bazy wymiarów liniowych



- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Zwymiaruj element pierwszy z lewej (o długości 7).
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Określ początek drugiej pomocniczej linii wymiarowej lub [Cofaj/Wybierz]: **wskaż położenie kolejnego elementu** (lokalizacja PRZetnij).
- Pokazuj kolejne elementy do zwymiarowania, wyjście z polecenia przez wciśnięcie **Enter**.

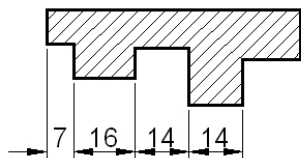
Komentarz! Gdyby pierwszy wymiar liniowy lub kątowy już istniał wcześniej, to po wybraniu polecenia WYMBAZA na początku należy pokazać pomocniczą linię wymiarową, która będzie bazą kolejnych wymiarów.

Wymiarowanie od wspólnej bazy wymiarów kątowych



- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Zwymiaruj wycinek o rozwartości 34°.
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Określ początek drugiej pomocniczej linii wymiarowej lub [Cofaj/Wybierz]: **wskaż położenie kolejnego elementu** (lokalizacja PRZetnij).
- Pokazuj kolejne elementy do zwymiarowania, wyjście z polecenia przez wciśnięcie **Enter**.

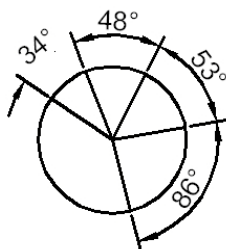
Wymiarowanie szeregowe wymiarów liniowych



- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Zwymiaruj element pierwszy z lewej (o długości 7).
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Określ początek drugiej pomocniczej linii wymiarowej lub [Cofaj/Wybierz]: **wskaż położenie kolejnego elementu** (lokalizacja PRZetnij).
- Pokazuj kolejne elementy do zwymiarowania, wyjście z polecenia przez wciśnięcie **Enter**.

Komentarz! Gdyby pierwszy wymiar liniowy lub kątowy już istniał wcześniej, to po wybraniu polecenia WYMBAZA na początku należy pokazać pomocniczą linię wymiarową, która będzie bazą kolejnych wymiarów.

Wymiarowanie szeregowe wymiarów kątowych

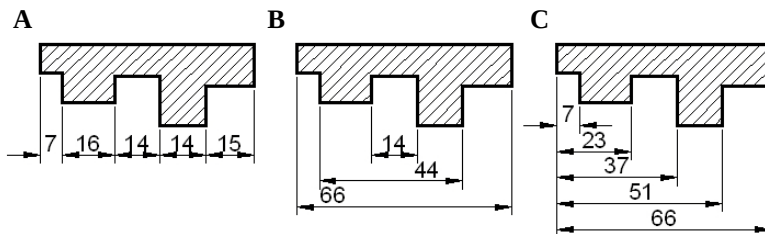


- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Zwymiaruj wycinek o rozwartości 34°.
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Określ początek drugiej pomocniczej linii wymiarowej lub [Cofaj/Wybierz]: **wskaż położenie kolejnego elementu** (lokalizacja PRZetnij).
- Pokazuj kolejne elementy do zwymiarowania, wyjście z polecenia przez wciśnięcie **Enter**.

Przykład 5.1g. Szybki wymiar (SWYMIAR). Zwymiarować obiekty stosując metodę szybkiego wymiarowania.

Szybkie wymiarowanie wymiarów liniowych

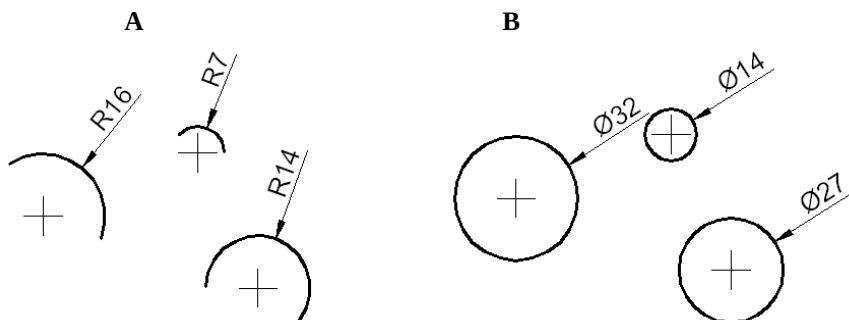
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz geometrię do wymiarowania: kliknij na obiekt, wyjście z tej fazy poprzez klawisz **Enter**.



- Określ położenie linii wymiarowej lub [**Szeregowy**/ Piętrowy/ odBazy/ Współrzędne/ pRomień/ śreDnica/ punktOdniesienia/ Edycja/ Ustawienia] <Szeregowy>: wpisz **s**, wciśnij **Enter** (rys. A).
- Powtórnie wybierz polecenie **SWYMIAR**.
- Wybierz geometrię do wymiarowania: kliknij na obiekt, wybierz **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [**Szeregowy**/**Piętrowy**/odBazy/...] <Szeregowy>: wpisz **p**, wciśnij **Enter** (rys. B).
- Powtórnie wybierz polecenie **SWYMIAR**.
- Wybierz geometrię do wymiarowania: kliknij na obiekt, wybierz **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [**Szeregowy**/**Piętrowy**/**odBazy**/...] <Szeregowy>: wpisz **b**, wciśnij **Enter** (rys. C).

Szybkie wymiarowanie łuków

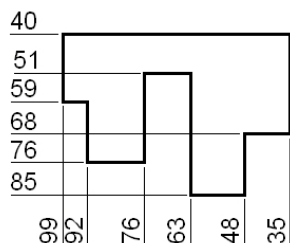
- Wybierz polecenie  w pasku narzędzi **WYMIAR**.
- Wybierz geometrię do wymiarowania: wybierz obiekty (można zaznaczać również poprzez okno), wyjdź z tej fazy poprzez klawisz **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [**Szeregowy**/Piętrowy/odBazy/Współrzędne/ **pRomień**/śreDnica/punktOdniesienia/Edycja/Ustawienia] <Szeregowy>: wpisz **r**, wciśnij **Enter** (rys. A).



Szybkie wymiarowanie okręgów

- Powtórnie wybierz polecenie **SWYMIAR**.
- Wybierz geometrię do wymiarowania: wybierz obiekty, wciśnij **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [.../pRomień/ **śreDnica** /...] <Szeregowy>: wpisz **d**, wciśnij **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [.../pRomień/ **śreDnica** /...] <śreDnica>: wskaż punkt na ekranie (rys. B).

Szybkie określanie współrzędnych



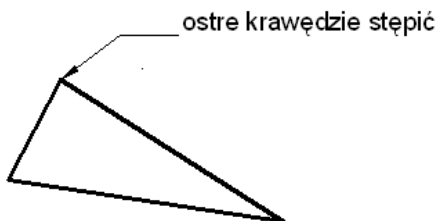
- Powtórnie wybierz polecenie **SWYMIAR**.
- Wybierz geometrię do wymiarowania: wybierz obiekty, wciśnij **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [.../odBazy/Współrzedne/...] <Szeregowy>: wpisz **w**, wciśnij **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [...]: **wskaż punkt na ekranie** – współrzędne pionowe.
- Powtórz powyższą sekwencję aby uzyskać współrzędne poziome.

Komentarz! Uzyskane współrzędne punktów wskazanego obiektu odnoszą się do G UW (globalnego układu współrzędnych). Podane wartości zawsze mają znak dodatni, niezależnie czy znajdują się po dodatniej, czy ujemnej stronie osi G UW.

Przykład 5.1h. Linia odniesienia (SLODNIES). Wykonać linie odniesienia wraz z opisem.

- Wpisz polecenie **SLODNIES** w pasku poleceń.
- Określ pierwszy punkt odniesienia lub [Ustawienia] <Ustawienia>: wskaż górny róg (lokalizacja KONiec).

Komentarz! Wybór opcji **Ustawienia** wprowadza nas w okno definiowania linii ustawienia, w którym można zmieniać parametry dotyczące: opisu, linii odniesienia i strzałki oraz zamocowania tekstu do linii.



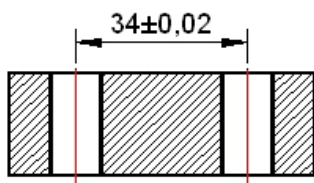
- Określ kolejny punkt: wyłącz tryb ORTO (F8) i **wskaż punkt**.
- Określ kolejny punkt: włącz tryb ORTO (F8) i **wskaż punkt**.
- Określ szerokość tekstu <0>: wciśnij **Enter**.

Komentarz! Przy wartości 0 tekst będzie pisany w jednym wierszu. Przy podaniu konkretnej wartości, np. 30, fragmenty tekstu, które nie zmieszczą się przeskoczą do kolejnego wiersza. Napisany tekst można edytować używając uchwytów gdy ma więcej niż jedną linię. Szybkie podwójne kliknięcie wprowadza nas w formatowanie tekstu.

- Wpisz tekst (na początku widać go tylko w pasku poleceń), wyjście z polecenia przez podwójne wciśnięcie klawisza **Enter**.

Przykład 5.1i. Wymiar tolerowany. Wykonać wymiarowanie tolerowane.

Zadanie 1. Wykonać wymiar liniowy z tolerancją symetryczną.

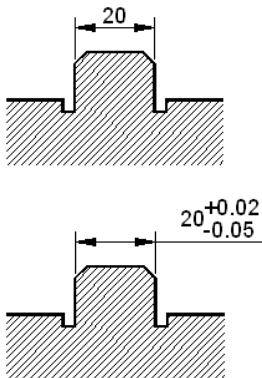


- Wybierz polecenie **LINIOWY** z paska **WYMIAR**.
- Wykonaj wymiarowanie jak na rysunku.

Wykonanie wymiaru tolerowanego

- Wejdź w edycję tego wymiaru (kliknij szybko 2x).
- W zakładce *Tolerancje* wybierz *Wyświetlanie tolerancji* (Wyświe...), rozwiń okienko i wybierz *Symetrycznie*, w polu *Dolna granica tolerancji* (Dolna g...) wpisz wartość **0.02**.
- W zakładce *Tekst*, w polu *Wysokość tekstu* zmień na **2**.
- Zamknij okno, wybierz **x**.

Zadanie 2. Wykonać wymiar liniowy z tolerancją podaną jako górna i dolna odchyłka.

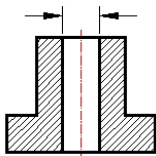


- Wybierz polecenie **LINIOWY** z paska **WYMIAR**.
- Wykonaj wymiarowanie jak na rysunku.

Wykonanie wymiaru tolerowanego

- Wejdź w edycję tego wymiaru (kliknij szybko 2x).
- W zakładce *Tolerancje* wybierz *Wyświetlanie tolerancji* (Wyświe...), rozwiń okienko i wybierz *Odchyłka*, w polu *Dolna granica tolerancji* (Dolna g...) wpisz wartość **0.05**, zaś w polu *Górna granica tolerancji* (Górna g...) wpisz wartość **0.02**.
- W zakładce *Tekst*, w polu *Wysokość tekstu* zmień na **2**.
- Zamknij okno, wybierz **x**.

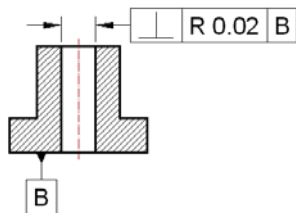
Zadanie 3. Wykonać tolerancję prostokątności osi i płaszczyzny.



- Wybierz polecenie **LINIOWY** z paska **WYMIAR**.
- Pokaż położenie pierwszej i drugiej pomocniczej linii wymiarowej, wybierz opcję *Tekst (t)*, wciśnij **Enter**, wstaw spację, wciśnij **Enter**, wskaż położenie linii wymiarowej.

Wykonanie tolerancji kształtu

- Wybierz polecenie **TOLERANCJA** z paska **WYMIAR**.
- Korzystamy z górnego wiersza. Kliknij na czarne pole przy napisie *Sym.*, wybierz znak określający odchyłkę prostokątność.



- W polu wpisz **R 0.02**.
- W polu *Ident. 1* wpisz **B**, wciśnij **OK**.
- Przyłącz obiekt do końcówki strzałki (lokalizacja KONiec).
- Wybierz polecenie **TOLERANCJA** z paska **WYMIAR**.
- W polu *Identyfikator elementu odniesienia* wpisz **B**, wciśnij **OK**.
- Umieść obiekt tak jak na rysunku.
- Poleceniem **POLILINIA** dorysuj odcinek o stałej szerokości, a następnie zmień szerokość kreślonej linii (początkowa wartość = 0, końcowa = 3), zastosuj lokalizacje SYMetria oraz PROstopadły).

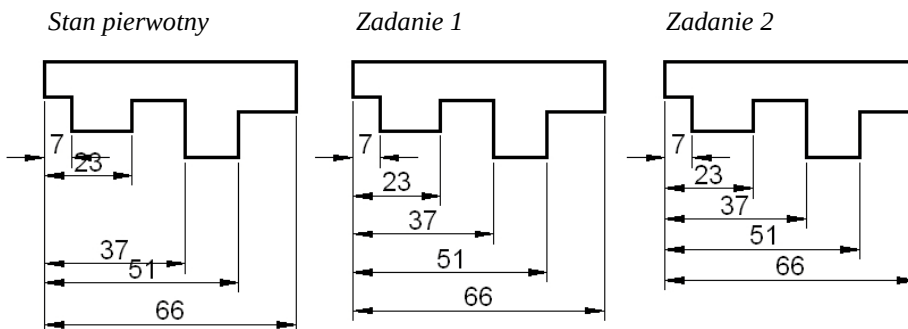
Edycja wymiarowania

W celu wykonania przykładów dotyczących edycji wymiarowania należy włączyć rysunek **P-5.2.dwg**. Rezultaty działań zapisz pod swoją nazwą. Wybierz właściwy fragment rysunku, powiększyć go do wymiarów okna i wykonać zadania zgodnie z poleceniami.

Przykład 5.2a. Zmiana odstępów między wymiarami liniowymi i kątowymi (PRZESTRZYM). Poprawić istniejące wymiarowanie w trybie automatycznym i ręcznym.

Zadanie 1.

- Wybierz polecenie  z paska **WYMIAR**.
- Wybierz wymiar bazowy: **wskaż wymiar 7**.
- Wybierz wymiary do obszaru: **wskaż pozostałe wymiary** (można użyć zaznaczanie oknem), wyjście z tej fazy działań klawiszem **Enter**.
- Podaj wartość lub Automatycznie <Automatycznie>: **wciśnij Enter**.



Zadanie 2.

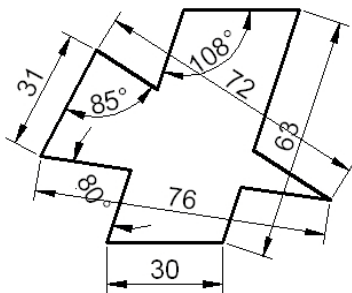
- Ponownie wybierz polecenie PRZESTRZYM.
- Wybierz wymiar bazowy: **wskaż wymiar 7**.

- Wybierz wymiary do obszaru: **wskaż pozostałe wymiary**, wciśnij **Enter**.
- Podaj wartość lub Automatycznie <Automatycznie>: Wpisz wartość **8**, wciśnij **Enter**.

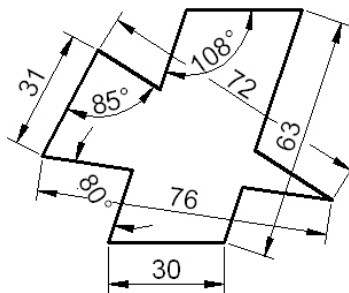
Przykład 5.2b. Przerwanie wymiaru (PRZERWYMIAR). Poprawić istniejące wymiarowanie przeprowadzając przerwanie w trybie automatycznym i ręcznym.

- Wybierz polecenie  z paska **WYMIAR**.
- Wybierz wymiar do dodania/usunięcia, przerwania lub [Wiele]: **wskaż wymiar z wartością 63**.
- Wybierz obiekt do przerwania wymiaru [Automatycznie/Ręcznie/Usuń] <Automatycznie>: wpisz **r**, wciśnij **Enter**.
- Wyłącz lokalizację precyzyjną, wciśnij klawisz **F3**.
- Określ pierwszy punkt przerwania: **wskaż punkt powyżej cyfry 63**.
- Określ drugi punkt przerwania: **wskaż punkt poniżej linii z cyfrą 63**.

Stan początkowy



Stan po edycji

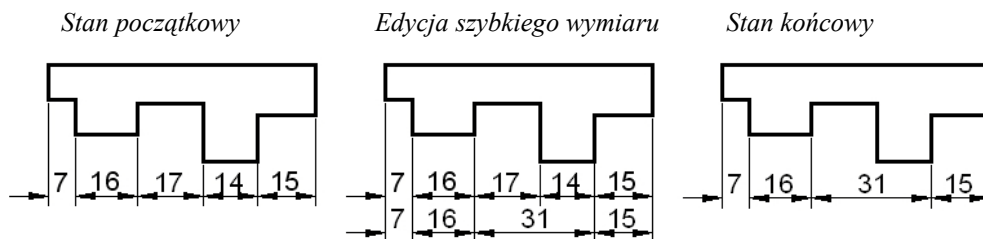


- Ponownie wybierz polecenie **PRZERWYMIAR**.
- Wybierz wymiar do dodania/usunięcia, przerwania lub [Wiele]: **wskaż wymiar z wartością 72**.
- Wybierz obiekt do przerwania wymiaru [Automatycznie/Ręcznie/Usuń] <Automatycznie>: wpisz **r**, wciśnij **Enter**.
- Określ pierwszy punkt przerwania: **wskaż punkt powyżej cyfry 108°**.
- Określ drugi punkt przerwania: **wskaż punkt poniżej linii z cyfrą 108°**.
- Ponownie wybierz polecenie **PRZERWYMIAR**.
- Wybierz wymiar do dodania/usunięcia, przerwania lub [Wiele]: **wskaż wymiar z wartością 76**.
- Wybierz obiekt do przerwania wymiaru [Automatycznie/Ręcznie/Usuń] <Automatycznie>: **wskaż wymiar kąta 80°**.

Przykład 5.2c. Edycja wymiarów przy szybkim wymiarowaniu (SWYMIAR).

Usunąć niepotrzebne wymiarowania.

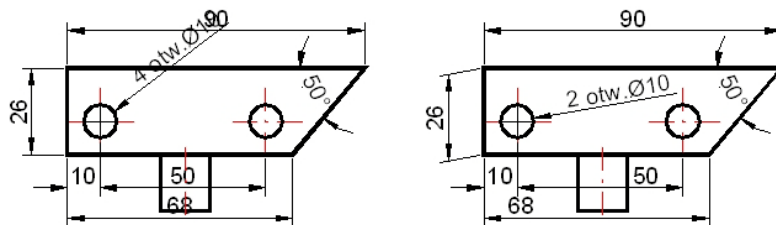
- Wybierz polecenie  z paska **WYMIAR**.
- Wybierz geometrię wymiarowania: **wskaz obiekt**, wyjście z tej fazy przez **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [Szeregowy/Piętrowy/odBazy/Współrzędne/pRomień/sreDnica/punktOdniesienia/**Edycja/Ustawienia**] <Szeregowy>: wpisz **e**, wciśnij **Enter**.
- Na rysunku pojawiają się punkty wymiarowe w postaci X.
- Włącz stałą lokalizację (KONiec).
- Wskaz punkt wymiarowy do usunięcia lub [Dodaj/Wyjdź] <Wyjdź>: Pokaż punkty pomocniczych linii wymiarowej wspólnej dla wymiaru liniowego z wartością 17 i 14 (znikną krzyżyki), wciśnij **Enter**.
- Określ położenie linii wymiarowej lub [...] <Szeregowy>: ustaw kursor we właściwym położeniu i kliknij.
- Skasuj poprzednie wymiarowanie poleceniem WYMAŹ, zastosuj zaznaczanie oknem.
- Poleceniem ROZCIĄGNIJ przeciągnij wymiary we właściwe położenie.
 - Zaznacz wymiary *Oknem przecięcie*, wciśnij **Enter**.
 - Określ punkt bazowy: wskaz punkt, **Enter**.
 - Określ drugi punkt: wskaz punkt **Enter**.



Przykład 5.2d. Edycja wymiaru (WYMEDYCJA), edycja tekstu wymiarowego (WYMEDTEKST). Poprawić istniejące wymiarowanie.

Pochylenie pomocniczych linii wymiarowych

- Wybierz polecenie  z paska **WYMIAR**.
- Podaj typ edycji wymiaru [pRzywróć/Nowy/Obrót/**Pochyl**] <pRzywróć>: wpisz **p**, wciśnij **Enter**.
- Wybierz obiekty: **kliknij** na wymiar liniowy 26, wciśnij **Enter**.
- Wybierz obiekty: wciśnij **Enter**.
- Podaj kąt pochylenia [...]: wpisz **10**, wciśnij **Enter**.



Zmiana położenia tekstu linii wymiarowych

- Wybierz polecenie  z paska **WYMIAR**.
- Wybierz wymiar: kliknij na wymiar liniowy 50.
- Określ nowe położenie tekstu wymiarowego lub [Lewo/**pRawo**/Symetrycznie/Przywróć/Kąt]: wpisz **r**, wciśnij **Enter**.
- Ponownie wybierz polecenie WYMEDTEKST.
- Wybierz wymiar: kliknij na wymiar liniowy 68.
- Określ nowe położenie tekstu wymiarowego lub [Lewo/...]: wpisz **l**, wciśnij **Enter**.

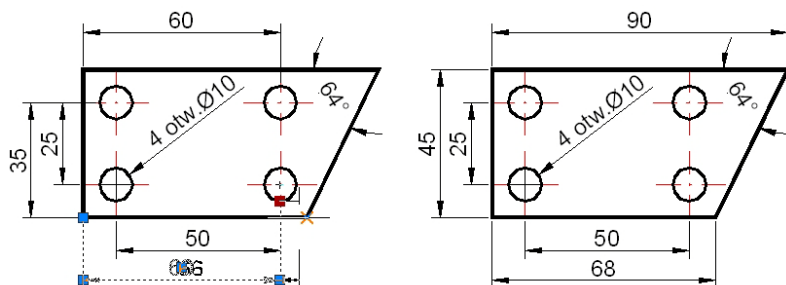
Zmiana opisu wymiaru otworu i jego położenia

- Kliknij szybko 2 razy na wymiar otworu.
- W wyświetlonym oknie właściwości przewiń zawartość tak abyś zobaczył w podgrupie **Tekst** okienko **Zmiana...**
- Kliknij w zawartość okienka, wykasuj cyfrę 4 i wpisz cyfrę 2.
- Zamknij okno klikając na X w lewym górnym rogu.
- Uaktywnij uchwyt przy opisie.
- Przesuń wymiar w nowe miejsce.

Przykład 5.2e. Edycja wymiarów przy użyciu UCHWYTÓW. Poprawić istniejące wymiarowania.

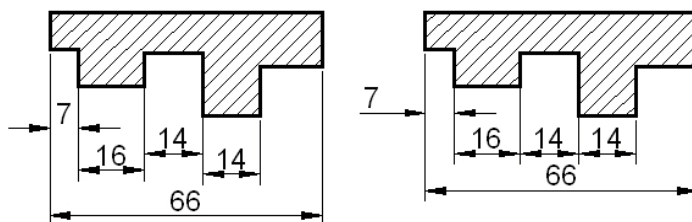
Zadanie 1.

- Bez wybierania polecenia kliknij na dolny wymiar liniowy 60.
- Kliknij na górny uchwyt prawej pomocniczej linii wymiarowej.
- Wskaż prawy dolny róg (lokalizacja PRZeciecie), powstał wymiar liniowy 68, wciśnij **Esc**.
- Bez wybierania polecenia kliknij na górny wymiar liniowy 60.
- Kliknij na dolny uchwyt prawej pomocniczej linii wymiarowej.
- Wskaż prawy górny róg (lokalizacja PRZeciecie), powstał wymiar liniowy 90, wciśnij **Esc**.
- Bez wybierania polecenia kliknij na lewy wymiar liniowy 35.
- Kliknij na prawy uchwyt górnej pomocniczej linii wymiarowej.
- Wskaż lewy górny róg (lokalizacja PRZeciecie), powstał wymiar liniowy 45, wciśnij **Esc**.



Zadanie 2.

- Bez wybierania polecenia kliknij na wymiar liniowy 7.
- Uaktywnij uchwyt opisu i przesuń go w lewo, aby cyfra 7 przemieściła się na lewo od linii pomocniczej.
- Kliknij na wymiar liniowy 16.
- Uaktywnij prawy uchwyt linii wymiarowej i przesuń go w górę (lokalizacja PRZecięcie, aby linia była na tej samej wysokości co linia wymiaru liniowego 14.
- To samo zrób z prawym wymiarem liniowym 14.
- Kliknij na wymiar liniowy 66.
- Uaktywnij prawy uchwyt linii wymiarowej i przesuń go ku górze (przy włączonym trybie ORTO – F8, można z klawiatury wpisać pożądane przemieszczenie, np. 2 i wcisnąć **Enter**.
- Wciśnij **Esc** aby uwolnić się od wyświetlonych uchwytów.



Definiowanie stylu wymiarowania

W celu wykonania przykładów dotyczących edycji wymiarowania należy włączyć rysunek **P-5.3.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą.

Przykład 5.3a. Definiowanie stylu wymiarowania (WYMSTYL). Wykonać redefinicję stylu wymiarowego NOWY1 aby uzyskać poprawne wymiarowanie.

Prezentowany rysunek był wykonany w skali 1:5. Użyty styl wymiarowania był niewłaściwy, ponieważ nie uwzględniał tego faktu. Ponadto w wymiarowaniu zastosowano zbyt dużą dokładność wymiarowania (cztery miejsca po przecinku). Rysunek należy do branży

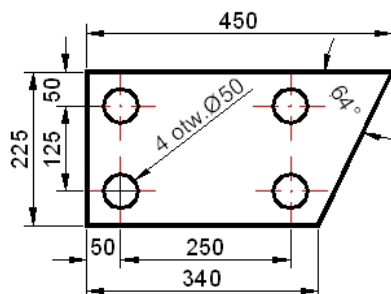
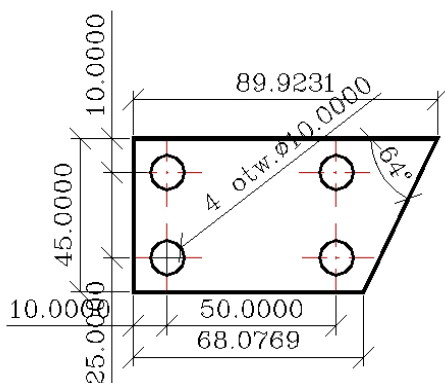
maszynowej należy więc zmienić sposób zakończenia linii wymiarowych oraz umieszczanie opisu.



- Wybierz polecenie z paska **WYMIAR**.
- Wybierz zakładkę **Zmień....**

Zmiana wartości wymiarów

- Wybierz zakładkę **Jednostki podstawowe**.
- Wprowadź nową wartość w pozycji **Dokładność**, zamiast **0.0000** ustaw na **0**.
- Wpisz nową wartość **Współczynnika skali** = 5.
- W podgrupie **Pomijanie zera** zaznacz okienko przy napisie **Końcowego**.



Zmiana zakończeń linii wymiarowej

- Wybierz zakładkę **Symbole i strzałki**.
- Rozwiń w podgrupie **Groty strzałek** okienko **Pierwsza:** i wybierz **Zamknięta pochylona** (zmiana w okienku **Druaga**: dokonała się automatycznie).
- **Rozmiar strzałki:** zmień na wartość **2.5**.

Zmiana stylu tekst i położenia

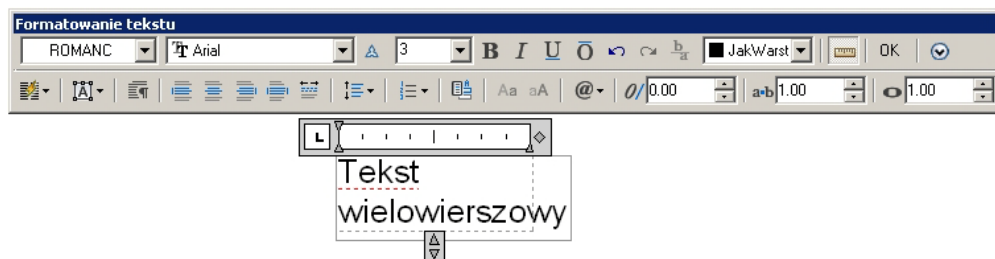
- Wybierz zakładkę **Tekst**.
- W wierszu **Styl tekstu:** kliknij na pole
- W okienku **Nazwa czcionki:** ustaw na **Arial**.
- Kliknij na przycisk **Zastosuj**, a następnie **Zamknij**.
- W podgrupie **Położeniu tekstu** w oknie **Pionowo:** wybierz **Nad**.

Wyjście z polecenia

- Kliknij na przycisk **OK**.
- Kliknij na przycisk **Zamknij**.

6. Tworzenie i edycja tekstów

Rysunki techniczne oprócz obiektów geometrycznych zawierają również opisy, które z punktu widzenia programu AutoCAD należą do obiektów specjalnych. Polecenie do wstawiania tekstów wielowierszowych znajduje się w pasku narzędzi **RYSUJ** i nazywa się **WTEKST**, można również wprowadzić je z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Rysuj*. Okno *Formatowanie tekstu* tego polecenia umożliwia wpisywanie tekstów i jednocześnie jego edycję – dokonywanie różnorodnych zmian napisów już istniejących, rys 6.1. Tekst wpisany przy użyciu polecenia jest jednym obiektem. Napisy na rysunku można tworzyć stosując czcionki opracowane na potrzeby programu AutoCAD – oznaczone symbolem cyrkla z literką A (pochodzą jeszcze z czasów gdy program pracował pod systemem operacyjnym DOS) oraz czcionki dostępne w środowisku Windows.



Rys. 6.1. Edytor tekstu wielowierszowego

Do obiektu typu tekst można stosować większość uniwersalnych narzędzi do modyfikacji. Tekstu nie można uciąć i wydłużać (choć niewidoczna ramka otaczająca tekst może być granicą cięcia i wydłużania innych obiektów), nie można go również rozciągać, zaokrąglać, fazować ani odsuwać. Tekst jest również aktywnym obiektem w procesie kreskowania i wypełniania dzięki czemu nie jest zasłaniany.

Włączenie edycji istniejącego tekstu można wykonać z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikacje* > *Obiekt* > **TEKST**, lub poprzez szybkie dwukrotne kliknięcie na tekst. Narzędzia i okna wyboru dostępne w panelu **Formatowanie tekstu** umożliwiają bardzo wiele różnorodnych działań na istniejącym tekście. Można więc wybierać rodzaj czcionki, jej rozmiar i kolor. Program pozwala również istniejący tekst pogrubiać, pochylać (o podaną wartość kąta), podkreślać i nakreślać (różnego typu liniami), tworzyć ułamki piętrowe, justować na wiele sposobów względem zadeklarowanego pola tekstowego, zmieniać odstępy między wierszami oraz literami, a także modyfikować wzajemne proporcje liter. Do tekstu można wprowadzać różne symbole poprzez ich wczytywanie lub zastosowanie zdefiniowanych skrótów klawiaturowych (niektóre zostały podane przy opisywaniu poleceń do wymiarowania obiektów).

Istotnym udogodnieniem przy wprowadzaniu opisów do rysunku technicznego jest możliwość importowania gotowych tekstów zapisanych w dokumencie tekstowym. Dzięki

temu poprzez opcję importu dostępną po kliknięciu ikony  (znajdującej się w prawym górnym rogu) można znacząco przyspieszyć proces przygotowywania kompletnej dokumentacji.

Przykłady do rozdziału 6 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów do wymiarowania należy włączyć rysunek **P-6.dwg**.
Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą.

Przykład 6a. Edycja tekstu. Dokonać zmian tekstu aby zmieścił się w ramce.

Zadanie 1.

Do wykonania zadania zastosować zmianę proporcji liter.

- Kliknij dwa razy szybko na tekst.
- Zamarkuj tekst.
- W panelu **Formatowanie tekstu** w oknie *Współczynnik szerokości* ustaw wartość = 0.9.
- Kliknij **OK** lub na obszarze rysunku.

Tekst próbny **T**ekst próbny

Zadanie 2.

Do wykonania zadania zastosować zmianę odstępów między literami.

- Kliknij dwa razy szybko na tekst.
- Zamarkuj tekst.
- W panelu **Formatowanie tekstu** w oknie *Śledzenie* ustaw wartość = 0.9.
- Kliknij **OK** lub na obszarze rysunku.

Zadanie 3.

Do wykonania zadania zastosować zmianę rozmiaru liter.

- Kliknij dwa razy szybko na tekst.
- Zamarkuj tekst.
- W panelu **Formatowanie tekstu** w oknie *Wysokość tekstu* ustaw wartość = 11.
- Kliknij **OK** lub na obszarze rysunku.

Zadanie 4.

Do wykonania zadania zastosuj polecenie SKALA.

- Pobierz polecenie **SKALA** z paska **ZMIANA**.
- *Wybierz obiekt:* Kliknij na tekst, wciśnij **Enter**.
- *Określ punkt bazowy:* wskaż lewy górny róg tekstu (lokalizacja BAZa).
- *Określ współczynnik skali lub [...]* <1>: wpisz 0.9, wciśnij **Enter**.

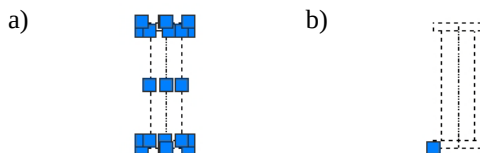
7. Definiowanie i wstawianie bloków oraz atrybutów

Obiekty typu blok to specjalne obiekty powstające poprzez zgrupowanie innych obiektów w jeden obiekt o indywidualnej nazwie oraz zdefiniowanym punkcie wstawienia. W skład bloku mogą wchodzić obiekty różnego typu (obiekty geometryczne, wymiary, teksty, kreskowania i wypełnienia, a także inne bloki – zwane często blokami zagnieżdżonymi oraz atrybuty). Bloki wykorzystywane są wówczas, gdy konieczne jest wielokrotne użycie tego samego obiektu. Można je skalować proporcjonalnie lub niezależnie dla każdej osi, kopiować i obracać, ale również przekształcać ich zawartość (po ich rozbiciu). Stosowanie bloków nie tylko usprawnia kreślenie rysunku, ale ponadto znacznie zmniejsza jego rozmiar, gdyż do rysunku wstawiane są wyłącznie odnośniki do zdefiniowanych bloków. Możliwe jest również tworzenie własnych tematycznych bibliotek, np.: części maszyn, elementy architektoniczne, symbole elektryczne i grupowanie z nich bardziej złożonych obiektów. Należy zwrócić uwagę, że blok jest aktywnym obiektem w procesie kreskowania i wypełniania, dzięki czemu nie jest zasłaniany.

Polecenia dotyczące bloku można wywołać z paska narzędzi **RYSUJ**, z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Rysuj*, a także wpisać w pasku poleceń. Program posiada możliwość definiowania bloków, które będą dostępne tylko w bieżącym rysunku (polecenie BLOK) oraz tzw. bloków zewnętrznych (polecenie PISZBLOK) zapisywanych na dysku jako pliki z rozszerzeniem **.dwg**.

7.1. Definiowanie bloków

Wybranie polecenia BLOK  włącza okno *Definicja bloku*, w którym należy podać nazwę tworzonego bloku, wskazać obiekty z których będzie utworzony (w tym celu program kieruje nas do przestrzeni rysunku, rys. 7.1a), określić punkt wstawienia bloku (do tego punktu będzie przypisany kursor gdy blok będzie wywołany – najlepiej ten punkt określić stosując jedną z lokalizacji precyzyjnych, rys. 7.1b), można zdecydować czy obiekt, z którego będzie tworzony blok będzie w tym procesie przekształcony na blok, zachowany czy usunięty, a także czy w przyszłości blok będzie można rozbić.



Rys. 7.1. Definiowanie bloków: a) obiekt początkowy; b) zdefiniowany blok (jeden uchwyt – punkt wstawienia lokalizowany jako *Znajdź bazę*)

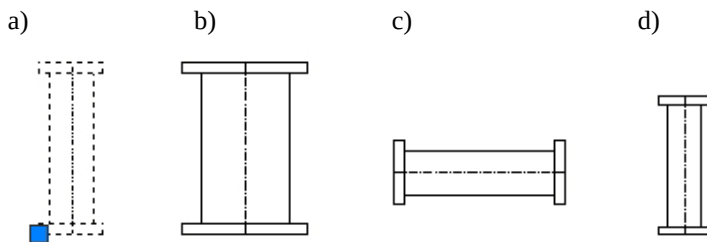
Definiowanie bloków zewnętrznych realizowane jest przez wpisanie PISZBLOK w pasku poleceń. W wyświetlonym oknie *Zapisz blok* mamy możliwość przekształcenia w blok zewnętrzny bloków wewnętrznych zdefiniowanych w tym rysunku lub całego rysunku, a także wybrania obiektów i utworzenia z nich bloku zewnętrznego. Zapisanie bloku wymaga ponadto podania ścieżki dostępu do folderu, w której plik będzie umieszczony (zazwyczaj stosujemy tą samą nazwę bloku i pliku, w którym jest zapisany).

Komentarz! Należy pamiętać, że po wstawieniu bloku na rysunek przyjmie on kolor *JakWarstwa*. Po wyborze koloru *JakBlok* oraz po rozbiciu bloku obiekty przyjmą kolor warstwy, na której był definiowany blok. Wstawionemu blokowi można również nadać kolor indywidualny.

7.2. Wstawianie bloków

Do wstawiania bloków stosowane są polecenie WSTAW lub WWSTAW, ale również PODZIEL (**pod**) i ZMIERZ (**zmi**).

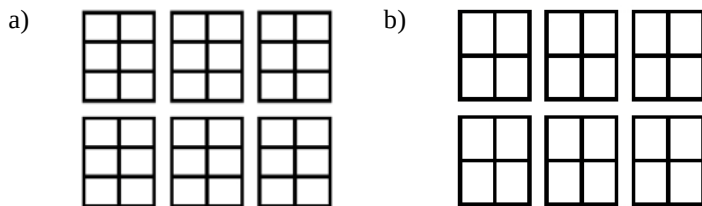
Po wybraniu polecenia **WSTAW**  pojawiające się okno dialogowe *Wstaw* pozwala na umieszczanie zarówno bloków wewnętrznych jak i tych zapisanych jako pliki dyskowe (w ten sposób można umieścić na rysunku nawet cały inny rysunek). Poszczególne zakładki i pola wstawiania wartości pozwalają na wybór nazwy bloku, na określenie współrzędnych punktów umieszczenia bloku na rysunku, jego rozmiarów (współczynnik skali, rys. 7.2b i 7.2d) oraz wartość kąta obrotu, rys. 7.2c (te wszystkie wartości można również podać będąc w obszarze rysunku).



Rys. 7.2. Działania na blokach: a) zdefiniowany blok; b) wstawiony blok ze współczynnikami dla osi X=2, Y=1; c) wstawiony blok obrócony o kąt = -90° ; d) wstawiony blok ze współczynnikami dla obu osi = 0.8

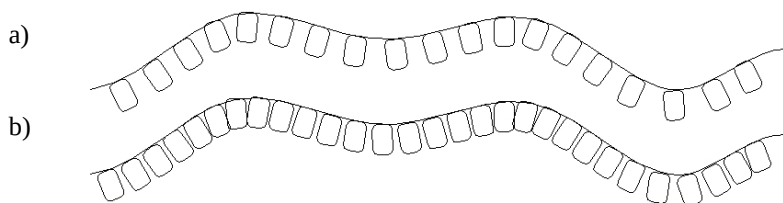
Polecenie **WWSTAW** jest połączeniem poleceń WSTAW i SZYK PROSTOKĄTNY. Jego realizacja odbywa się w pasku dialogowym. Należy podać nazwę bloku (program pozwala na wyświetlenie listy zdefiniowanych bloków) oraz kolejne parametry wstawienia bloku: punkt bazowy, skalę, kąt obrotu, liczbę wierszy i kolumn oraz odległości między wierszami i kolumnami. Tak wstawionego bloku nie można rozbić, a więc zmieniać jego zawartości na arkuszu rysunku, rys. 7.3a. Program AutoCAD pozwala wykonać redefinicję

bloku. Tworzymy nowy blok pod istniejącą nazwą dzięki czemu następuje automatyczna zmiana zawartości rysunku (stary blok zostaje zamieniony na nowy), rys. 7.3b.



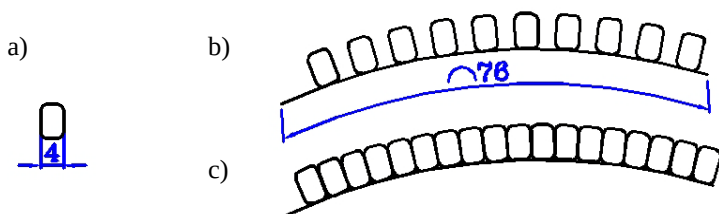
Rys. 7.3. Wstawianie bloku przy użyciu polecenia WWSTAW: a) wersja początkowa; b) wersja po redefinicji bloku

Polecenia **PODZIEL** i **ZMIERZ** zostały częściowo opisane w rozdziale 2.1. Oprócz możliwości logicznego podziału wskazanych obiektów mogą służyć również do automatycznego wstawiania zdefiniowanych bloków. W tym celu należy podać nazwę bloku i określić liczbę podziału, a także czy wstawiany blok będzie automatycznie obracany aby dostosować się do kształtu obiektu. Rys. 7.4. oraz 7.5 pokazują sposób rozłożenia obiektu w kształcie kostki brukowej wzdłuż falistej linii (splajnu) krawężnika.



Rys. 7.4. Wstawianie bloku przy użyciu polecenia PODZIEL: a) podział na 20 części; b) podział na 30 części

W przypadku polecenia **ZMIERZ** można precyzyjnie umieścić blok jeśli znane są jego wymiary, rys. 7.5.



Rys. 7.5. Wstawianie bloku przy użyciu polecenia ZMIERZ: a) blok; b) zadeklarowana długość segmentu = 7; c) zadeklarowana długość segmentu = 4

7.3. Edycja bloków

Program posiada wiele różnych narzędzi dzięki którym użytkownik może wpływać na wygląd końcowy bloku, jego zawartość oraz właściwości. Edycję bloków można wykonać na wiele sposobów i w zależności od użytych narzędzi oddziałuje się na cały blok, wybrane elementy geometryczne, lub inne elementy z nim zintegrowane.

Uniwersalne narzędzia do modyfikacji

Wstawione do rysunku bloki można kopiować, przesuwając, obracać, odbijać przez oś symetrii, a także skalować i rozbijać. Bloku nie można ucinać i wydłużać (choć jego wewnętrzne elementy składowe mogą być granicą cięcia i wydłużania innych obiektów), nie można go również rozciągać, zaokrąglać, fazować, przerywać ani odsuwać.

Polecenie ROZBIJ

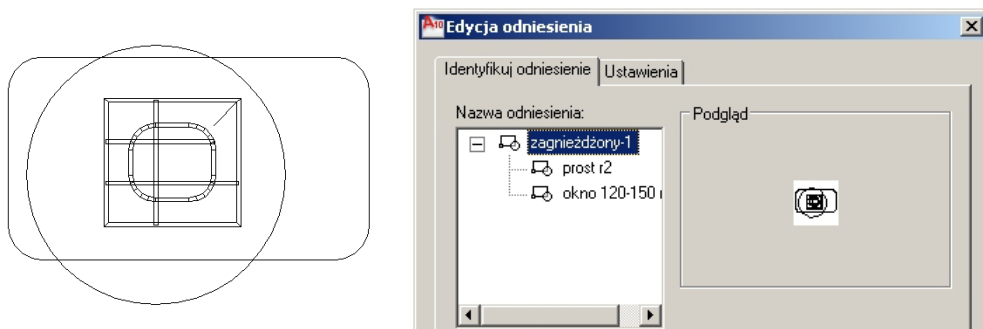
Polecenie **ROZBIJ** umożliwia rozbicie jedynie bloku, który jest wstawiony do rysunku poleceniem WSTAW (blok umieszczony poleceniem WWSTAW nie podlega rozbiciu). W wyniku tego działania następuje rozgrupowanie obiektów o jeden poziom (w ten sposób niszczy się jego strukturę wewnętrzną) i uzyskuje się dostęp do elementów podstawowych lub innych bloków zagnieżdżonych w nim. Obiekty, które już nie są blokami można modyfikować wszystkimi dostępnymi narzędziami uniwersalnymi i specjalistycznymi (np. do edycji splajnu, multilinii, itd.). Należy podkreślić, że definicja bloku istnieje nadal i można go używać w dalszym procesie kreślenia.

Edycja opisu bloku

Integralną częścią bloku jest jego podgląd oraz opis, w którym można zapisać ważne informacje o nim (np. numer katalogowy wyrobu, nazwę producenta). AutoCAD umożliwia dokonywanie zmian opisu lub jego wstawienie do bloków już zdefiniowanych. Poprzez ścieżkę dostępu: *Menu rozwijalne: zakładka Modyfikuj> Obiekt> Opis bloku...* zostajemy skierowani do okna *Definicja bloku*, w którym w polu *Nazwa*: wybieramy interesujący nas blok, a w polu *Opis* wpisujemy komentarz do tego bloku.

Edycja lokalna odnośników i bloków

Polecenie wprowadzamy wpisując w pasku dialogowym **ODNEDYCJA** lub z *Menu rozwijalnego: zakładka Narzędzia> Edycja lokalna odnośników i bloków...*. Polecenie umożliwia wykonanie zmian w zdefiniowanym bloku bez jego dezintegracji. Na początku uzyskujemy informację o strukturze wybranego bloku dzięki czemu możemy wybrać, który element bloku będzie modyfikowany (blok nadrzędny, czy blok zagnieżdżony, rys. 7.6). Wybrany obiekt będzie wyglądał normalnie, pozostałe elementy zostaną przyciemnione, zaś na ekranie pojawi się pasek *Edycja odnośnika*, rys 7.7. Podczas edycji dostępne są wszystkie narzędzia programu, obiekty przyciemnione mogą być wykorzystane do lokalizacji precyzyjnej punktów oraz jako granice cięcia i wydłużania. Tak więc do edytowanego bloku można dorysowywać nowe elementy składowe, usuwać wybrane elementy stosując polecenie WYMAŻ – obiekty takie tracimy bezpowrotnie.



Rys. 7.6. Okno *Edycja odniesienia*: a) wybrany blok; b) widoczna struktura bloku

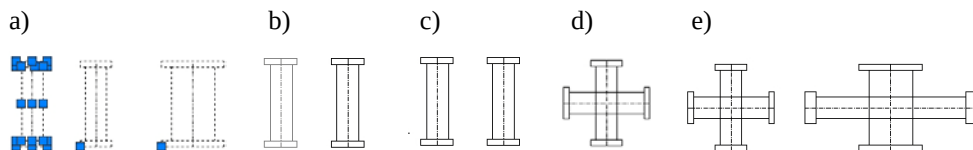


Rys. 7.7. Pasek *Edycja odnośnika*

Polecenia paska *Edycja odnośnika* pozwalają ponadto na:

- dodawanie do/usuwanie z definicji bloku obiektów znajdujących się rysunku (**ODNUSTAW**, – dodaj do/usuń z zestawu roboczego),
- rezygnację z wykonanych zmian (**ODNZAMKNIJ**, – zamknij odniesienie),
- zapisanie dokonanych zmian pod tą samą nazwą bloku (**ODNZAMKNIJ**, – zapisz zmiany w odniesieniu).

Na rys. 7.8 pokazano poszczególne fazy edycji bloku o nazwie *prostka*. Znajduje się tam rysunek prostki i wstawiony blok *prostka* w dwu wersjach: bez skalowania oraz ze skalowaniem = 2 dla osi OX, rys. 7.8a.



Rys. 7.8. Edycja bloku *prostka* z wykorzystaniem paska *Edycja odnośnika*

Po włączeniu polecenie **ODNEDYCJA** i kliknięciu na blok na rysunku bieżącym pozostał blok *prostka* (obiekt ciemniejszy po prawej stronie) i obiekty, które nie są blokami (pozostałe bloki zniknęły), rys. 7.8b. Po wybraniu polecenia *Dodaj do zestawu roboczego* wskazano narysowaną prostkę – na rys. 7.8c widać prostkę (obiekt po lewej) w wersji ciemniejszej – co oznacza, że stała się częścią edytowanego bloku. Dołączoną prostkę

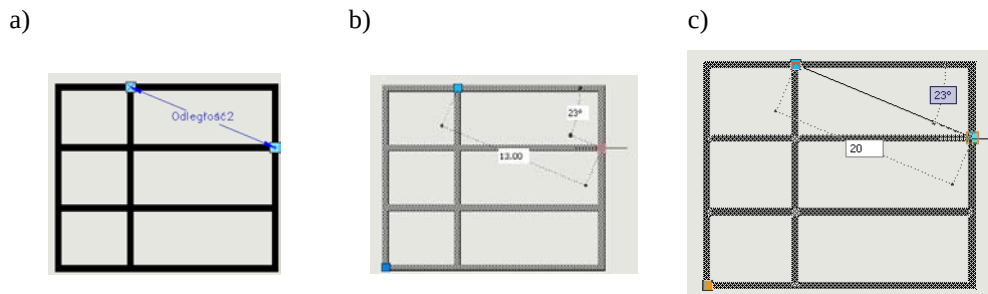
obrócono (polecenie OBRÓT) oraz przemieszczono (polecenie PRZESUŃ), rys. 7.8d. Po zapisaniu wykonanych zmian (polecenie **ODNZAMKNIJ**) uzyskano na rysunku nowy wygląd bloków (zmiany edycyjne bloku zostały zapisane na tym samym pliku – redefinicja bloku), rys. 7.8e.

Polecenie BEDYCJA

Wpisanie polecenie **BEDYCJA** w wierszu dialogowym włącza okno *Edycja definicji bloku* (dostęp: *Menu rozwijalne: zakładka Narzędzia> ...*). Po wybraniu nazwy z listy wszystkich bloków zdefiniowanych w bieżącym rysunku uzyskujemy jego podgląd. Wciśnięcie klawisza OK umożliwia przejście do właściwego okna *Edytora bloku*. Gdy blok został już wcześniej umieszczony na rysunku to można przejść do jego edycji poprzez szybkie dwukrotne kliknięcie.

Edytor bloku jest narzędziem bardzo rozbudowanym i jego możliwości są ogromne. Wybrany blok zostaje umieszczony w przestrzeni rysunkowej i mimo, że nie zastosowano polecenia ROZBIJ to istnieje pełen dostęp do wszystkich jego elementów podstawowych (bloki zagnieżdżone pozostają nadal blokami). W edytorze bloku mamy dostęp do wszystkich narzędzi dostępnych w programie AutoCAD. Można więc dorysowywać nowe elementy, a obiekty już istniejące zmieniać używając uniwersalnych narzędzi do modyfikacji (np. KOPIUJ, UTNIJ, OBRÓĆ). Ważne jest to, że zastosowanie lokalizacji precyzyjnej pozwala korzystać z punktów znajdujących się w blokach zagnieżdżonych. Jeżeli istnieje potrzeba modyfikowania również kształtu bloków zagnieżdżonych to można je rozbić. Po modyfikacji kształtu bloku zapisuje się go pod nową nazwą lub dokonuje jego redefinicji i zmiany umieszczamy pod nazwą bieżącą.

Edytor bloku posiada również specjalistyczne narzędzia pogrupowane w następujące palety: *Parametry*, *Operacje*, *Zestawy parametrów* oraz *Więzy*. Użycie narzędzi z tych palet nie oddziałuje bezpośrednio na bieżący kształt i rozmiar bloku, ale pozwala wprowadzić do definicji bloku wybrane przekształcenia, które mogą zostać wykorzystane w późniejszych działaniach (uzyskujemy tzw. blok dynamiczny). Na rys. 7.9a pokazano zdefiniowaną z palety *Parametry* zmienną o nazwie *Odległość2*, która posłuży do utworzenia rodziny obiektów o określonych wymiarach.



Rys. 7.9. Praca w *Edytorze bloku*: a) zdefiniowanie zmiennej *Odległość2*; b) opcja testowania działania – uaktywnienie; c) wprowadzenie wartości = 20 – powiększenie rozmiaru całego bloku

7.4. Atrybuty bloków

Atrybuty to teksty informacyjne dołączone do bloku, które można wyodrębnić, np. w celu utworzenia raportu. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że posługiwanie się atrybutami jest opłacalne gdy przygotowywane dokumentacje techniczne dotyczą tych samych zagadnień i projektanci często korzystają ze zdefiniowanych bloków. Program wymaga aby najpierw zdefiniować atrybut, a dopiero później przy definiowaniu bloku dołączyć go (jeden blok może mieć wiele atrybutów). Do definiowania atrybutu korzysta się z polecenia **ATRDEF** wpisanego z klawiatury w pasku dialogowym lub pobranego z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Rysuj* > *Blok* > *Zdefiniuj atrybut...*. Wyświetlone okno *Definicja atrybutu* zawiera cztery główne podgrupy pól do wypełnienia: *Tryb*, *Atrybut*, *Punkt wstawienia*, *Opcje tekstu*. Zagadnienia dotyczące punktu wstawienia były już omówione w tym rozdziale, zaś opcje tekstu zostały przedstawione w rozdziale 6.

Zdefiniowany atrybut może mieć różne tryby działania (mogą zostać włączone jednocześnie) w procesie wstawiania bloku:

- *Niewidoczny* – wartości atrybutów nie pojawiają się na rysunku (polecenie **ATRWID** umożliwia dokonanie zmiany);
- *Stały* – atrybut ma stałą wartość;
- *Weryfikowalny* – monitoruje o sprawdzenie wprowadzonej wartości atrybutu;
- *Wstępnie ustawiony* – nadaje atrybutowi domyślną wstępnie ustawioną wartość;
- *Zablokuj położenie* – blokuje położenie atrybutu wewnątrz odniesienia do bloku (odblokowany atrybut można przenosić w nowe miejsce poprzez wykorzystanie jego uchwytu);
- *Wiele linii* – atrybut zawiera wiele linii tekstu.

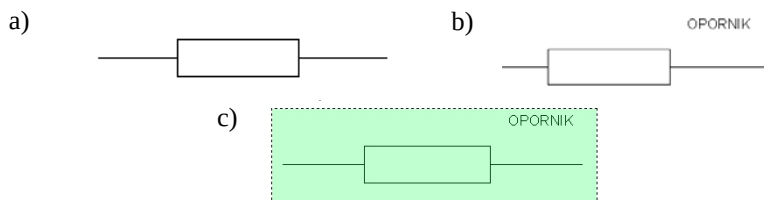
Pole *Atrybut* zawiera trzy pozycje do wypełnienia:

- *Etykieta*: – to nazwa atrybutu, która jest wyświetlana tylko jeden raz (bezpośrednio po zdefiniowaniu atrybutu). Nazwa nie może zawierać spacji;
- *Monit*: – to tekst wyświetlany przy wstawianiu bloku w oknie dialogowym. Informuje projektanta jaki rodzaj danych należy wprowadzić. Przy zaznaczeniu pola *Stały* w podgrupie *Tryb* monit nie będzie wyświetlany;
- *Domyślny*: – określa domyślną wartość atrybutu.

Proces definiowania bloku i dołączenia do niego atrybutu pokazano na rys. 7.10.

Kolejność działań jest następująca:

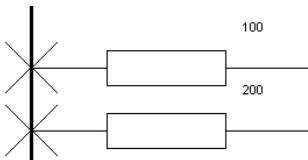
- Wykonanie rysunku, z którego będzie tworzony blok, rys. 7.10a;



Rys. 7.10. Definiowanie bloku z atrybutem: a) obiekt podstawowy; b) obiekt podstawowy i atrybut; c) zaznaczanie obiektów

- Zdefiniowanie atrybutu o nazwie *Opornik* i wskazanie jego początkowego położenia, rys. 7.10b;
- Zdefiniowanie bloku. Przy pokazywaniu obiektów tworzących blok zaznaczono obiekt podstawowy oraz atrybut, rys. 7.10c.

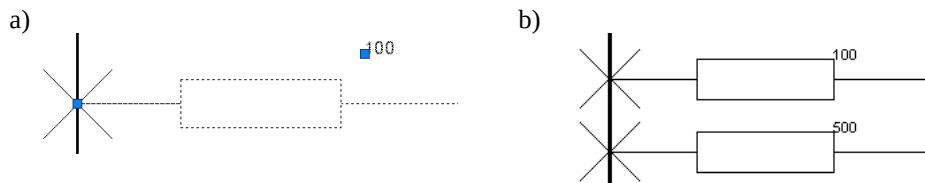
Wstawione bloki z atrybutem można zobaczyć na rys. 7.11. W trakcie ich umieszczania na rysunku wykorzystano lokalizację PUNkt, a w oknie dialogowym na wezwanie *Wartość*: wpisano odpowiednio 100 oraz 200.



Rys. 7.11. Wstawiony blok z atrybutem

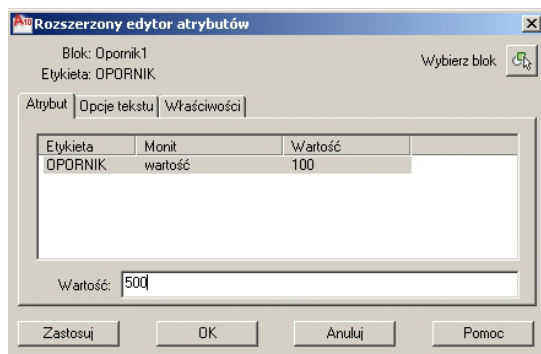
Edycja atrybutu

Atrybuty w bloku mogą podlegać edycji. Na rysunku 7.12a pokazano, że atrybut i blok mają osobne uchwyty (oznacza to, że przy definicji atrybutu nie użyto trybu *Zablokuj położenie*). Na rys. 7.12b pokazano atrybut w nowym położeniu i z nową wartością (500).



Rys. 7.12. Edycja atrybutu w wstawionym bloku

Włączenie trybu edycji atrybutu można dokonać przez dwukrotne szybkie kliknięcie na atrybut co sprawia, że pojawia się na ekranie okno *Rozszerzony edytor atrybutów*, rys. 7.13.

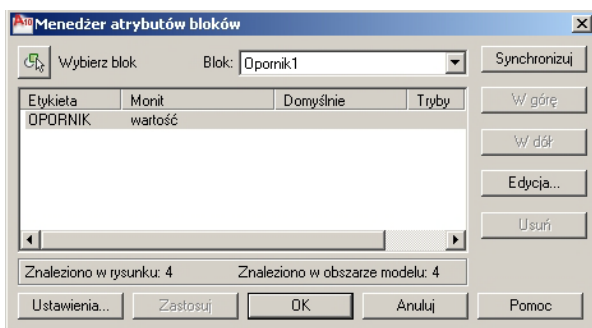


Rys. 7.13. Okno *Rozszerzony edytor atrybutów*

W oknie znajdują się trzy zakładki: *Atrybut* (można wpisać nową wartość atrybutu, tę samą możliwość uzyskujemy wpisując polecenie **ATTRED**), *Opcje tekstu* (pozwala na zmianę wielu parametrów tekstu) oraz *Właściwości* (można zmienić np. warstwę, na której będzie znajdował się atrybut). Po rozbiciu blok traci informację o wartości atrybutu (w polu atrybutu wyświetlana jest jego nazwa).

W programie istnieje wiele poleceń do edycji atrybutów. Można do nich dotrzeć z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > **ATRYBUT**. Tam znajdują się trzy polecenia:

- *Jeden...* (**RATRRED**) – pozwala wykonać edycję pojedynczego atrybutu wskazanego na rysunku (opis do rys. 7.13);
- *Globalny* – umożliwia wykonanie edycji wielu atrybutów znajdujących się na rysunku. Cały proces edycji jest realizowany w oknie dialogowym, co jest pewną niedogodnością ze względu na brak możliwości cofnięcia swoich działań;
- *Menedżer atrybutów bloków...* (**MENATR**) – włącza okno o tej samej nazwie, rys. 7.14.



Rys. 7.14. Okno *Menedżera atrybutów bloków*

Zakładka *Edycja* prowadzi do otwarcia *Edytora atrybutu*, w którym znajdują się zakładki: *Atrybut*, *Ustawienia...*, *Opcje tekstu*, *Właściwości* – ich zawartość jest identyczna jak w oknie *Rozszerzony edytor atrybutów* (rys. 7.13). W zakładce *Atrybut* oprócz danych atrybutu (etykiety, monitu i wartości domyślnej) można zmienić jego tryby działania. W zakładce *Ustawienia...* istnieje możliwość wyboru cech atrybutu, które zostaną umieszczone na liście.

Program AutoCAD pozwala aby ze zdefiniowanych atrybutów uzyskać wyciągi poprzez wyeksportowanie ich do zewnętrznych plików. To z kolei umożliwia pobranie danych do takich programów, jak: arkusz kalkulacyjny, czy baza danych. Użycie polecenia **ATRWYC** prowadzi do uzyskania wyciągu atrybutów w postaci plików tekstowych (zgodnych z wprowadzonymi wartościami we wcześniejszych ustawieniach). Polecenie **RATRWC** (dostępne również z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Narzędzia* > *Wyodrębnienie danych...*) uruchamia ośmiostoronicowy kreator wyodrębniania danych rysunku, w którym decyduje się jakie obiekty będą brane pod uwagę, gdzie będzie zapisany utworzony plik i jaki będzie jego typ:

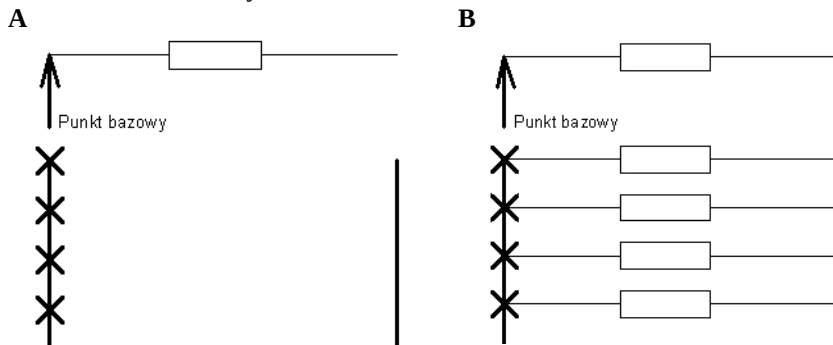
- arkusza kalkulacyjnego Excel – .xls,
- bazy danych Access – .mdb,
- tekstowy – .txt (z polami oddzielonymi tabulatorami),
- tekstowy – .csv (z polami oddzielonymi przecinkami).

Przykłady do rozdziału 7 do samodzielnego wykonania

W celu wykonania przykładów należy włączyć rysunek **P-7.dwg**. Rezultaty działań należy zapisać pod swoją nazwą.

Przykład 7a. Definiowanie i wstawianie bloku. Zdefiniować blok i wstawić tak jak pokazano na rys. B.

- Wybierz polecenie **BLOK** z paska **RYSUJ**.
- Zdefiniuj blok o nazwie **opornik1** (zaznacz elementy), określ punkt wstawiania – jak na rys. A, lokalizacja KONiec).
- Wybierz polecenie **WSTAW** z paska **RYSUJ**.
- Przy okienku *Nazwa*: rozwiń listę istniejących bloków i kliknij na blok – **opornik1**.
- Ustaw parametry wstawiania. W podgrupie *Punkt wstawienia*: zaznacz pole **Określ na ekranie**, w podgrupie *Skala*: wpisz 1 w każdym z pól dla **X**:, **Y**:, **Z**: w podgrupie *Obrót*: w polu **Kąt** wpisz 0, wciśnij **OK**.
- Wstaw blok we właściwe punkty korzystając z lokalizacji (PUNKt).
- Powtórz wstawianie, rys. B.



Przykład 7b. Definiowanie, wstawianie i edycja bloku z atrybutem.

Zadanie 1. Na arkuszu został zdefiniowany blok z atrybutem o nazwie **a1**. Przeprowadź edycję tego bloku, a następnie umieścić go tak jak pokazano na rys. A i B.

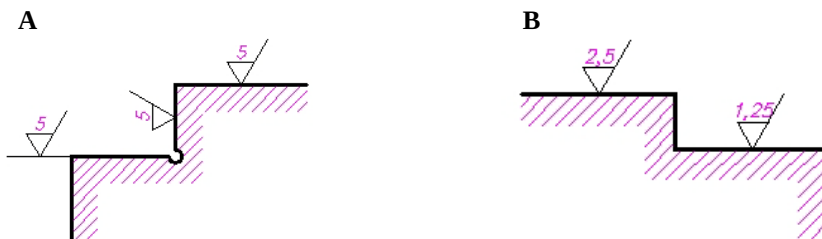
Edycja atrybutu bloku

- Wybierz polecenie **MENATR** z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > *Atrybut* > *Menadżer atrybutów bloków...*. Wybierz blok o nazwie **a1**.
- W oknie **Menadżer atrybutów bloków** wybierz zakładkę **Edycja...**.
- W oknie **Edycja atrybutu** w zakładce *Atrybut* wprowadź następujące zmiany:
 - *Etykieta*: **Chropowość-1**,
 - *Monit*: **wartość Ra**,
 - *Wartość domyślna*: **2.5**.
- W zakładce *Opcje tekstu* wprowadź następujące zmiany:
 - *Styl tekstu*: **NOWY1**,

- Wyrównanie: **Dolny symetryczny**,
- Wysokość: **1.8**,
- Wspól. Szerokości: **0.9**,
- Kąt pochylenia: **15**.
- W zakładce *Właściwości* wprowadź następujące zmiany
 - Warstwy: **wymiary**.
- Wciśnij **OK** aby wyjść z okna **Edycja atrybutu**.
- W oknie **Menadżer atrybutów bloków** wciśnij klawisz **Zastosuj** aby zatwierdzić wszystkie wykonane zmiany, a na wybierz klawisz **OK**.

Wstawianie bloku

- Wybierz polecenie **WSTAW** blok z paska **RYSUJ**.
- Wybierz z listy blok o nazwie **Chropowatość-1** i zaznacz odpowiednia pola aby punkt wstawienia i obrót można było określać na rysunku. Korzystając z lokalizacji (SYMetria) umieszczaj go tak, jak na rys. A i B, podając właściwą wartość atrybutu i kąta.



Zadanie 2. Zdefiniować blok z atrybutem o nazwie **Chropowatość-2**. Wykonać edycję tego bloku, a następnie umieścić go tak jak pokazano na rys. C i D.

Definiowanie atrybutów

Atrybut dotyczący wartości chropowatości

- Wybierz polecenie **ATRDEF** z Menu rozwijalnego: zakładka *Rysuj* > *Blok* > *Zdefiniuj atrybut...*
- W podgrupie *Tryb* nie zaznaczaj żadnego pola.
- W podgrupie *Atrybut* wpisz: *Nazwa*: **Chropowatość-2**, *Monit*: **wartość Ra**, *Wartość domyślna*: **2.5**.
W podgrupie *Opcje tekstu* wybierz i wpisz:
 - *Styl tekstu*: **NOWY1**,
 - *Wyrównanie*: **Dół symetria**,
 - *Wysokość*: **1.8**.
- *Punkt wstawienia* – Wybierz na ekranie, lokalizacja (SYMetria).

Atrybut dotyczący operacji technologicznej

- Ponownie wybierz polecenie **ATRDEF**.
- W podgrupie *Tryb* nie zaznaczaj żadnego pola.
- W podgrupie *Atrybut* wpisz: *Nazwa*: **Operacja**, *Monit*: **typ operacji**, *Wartość domyślna*: **Szlifować**.

W podgrupie *Opcje tekstu* wybierz i wpisz:

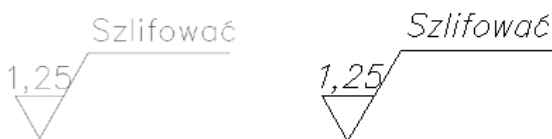
- Styl tekstu: **NOWY1**,
- Wyrównanie: **Dół symetria**,
- Wysokość: **1.8**.
- Punkt wstawienia – Wybierz na ekranie, lokalizacja (ODsuniecie), pokaż lewy koniec poziomego odcinka i wprowadź odsunięcie **@1,0.5**.

Definiowanie bloku

- Wybierz polecenie **BLOK** z paska **RYSUJ**.
- Wprowadź nazwę: **Ra-operacja**, jako punkt bazowy wskaż dolny róg trójkąta.
- Kliknij *Wybierz obiekty*. Po przejściu na rysunek zaznacz trójkąt z odnośnikiem, oraz oba zdefiniowane atrybut, wciśnij **Enter**.
- W polu opisu wprowadź stosowny komentarz.

Edycja atrybutu bloku

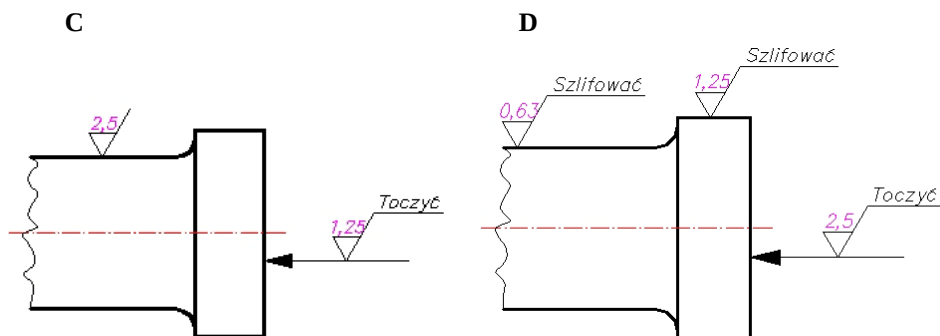
- Wybierz polecenie **MENATR** z Menu rozwijalnego: zakładka *Modyfikuj* > *Obiekt* > *Atrybut* > *Menadżer atrybutów bloków...* . Wybierz blok o nazwie **Ra-operacja**.
- W oknie **Menadżer atrybutów bloków** wybierz etykietę **Operacja**, a następnie zakładkę *Edycja...* .
- W zakładce *Opcje tekstu* wprowadź następujące zmiany:
 - *Współ. szerokości*: **0.9**,
 - *Kąt pochylenia*: **15**.



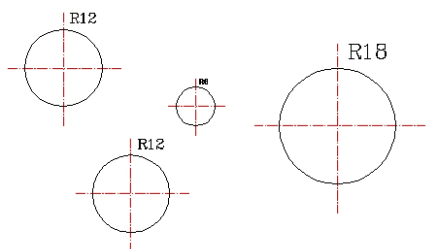
- Wciśnij **OK** aby wyjść z okna **Edycja atrybutu**.
- Wybierz etykietę **Chropowatość-2**, a następnie zakładkę *Edycja...* .
- W zakładce *Opcje tekstu* wprowadź następujące zmiany:
 - *Współ. szerokości*: **0.9**,
 - *Kąt pochylenia*: **15**.
- Wciśnij **OK** aby wyjść z okna **Edycja atrybutu**.
- W oknie **Menadżer atrybutów bloków** wciśnij klawisz **Zastosuj** aby zatwierdzić wszystkie wykonane zmiany, a na wybierz klawisz **OK**.

Wstawianie bloku

- Wybierz polecenie **WSTAW** blok z paska **RYSUJ**.
- Wybierz z listy blok o nazwie **Ra-operacja** i zaznacz odpowiednie pola aby punkt wstawienia można było określać na rysunku. Korzystając z lokalizacji (SYMetria oraz ODSunięcie) umieścić blok tak, jak na rys. C i D, podając właściwe wartości obu atrybutów.



Przykład 7c. Tworzenie wyciągu numerów okręgów i ich współrzędnych. Wykonać raport do pliku Excela bloków z atrybutem widocznym na rysunku.



- Rysunek zawiera zdefiniowany blok o nazwie **O1** z atrybutem, w którym można podać promień okręgu.
- Następnie blok był wstawiony cztery razy przy czym w dwóch przypadkach był skalowany: raz ze współczynnikiem = 0.5, drugim razem = 1.5.
- Wybierz polecenie **RATRWCY** (dostępne również z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Narzędzia*> Wyodrębnienie danych...).
- W wyświetlonym kreatorze podaj nazwę pliku i ścieżkę zapisu.
- Na stronie 3 zaznacz okienka: *Wyświetlaj tylko bloki* oraz *Wyświetlaj tylko bloki z atrybutami*.
- Na stronie 4 ustaw właściwości, które mają być wyodrębniane. Można to czynić zaznaczając okienko po lewej stronie poszczególnych właściwości, lub korzystając z filtrów umieszczonych po prawej stronie. Zostaw zaznaczone tylko okienko: *Atrybuty*.
- Na stronie 6 zaznacz pole odnoszące się do: *Zapisz dane w zewnętrznym pliku (...)*. Wciśnij przycisk (...) i wybierz ścieżkę zapisu pliku, jego nazwę i typ pliku. Wciśnij **Zapisz**, a następnie **Dalej** i **Zakończ**. Uzyskany wynik pokazano poniżej.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Liczba	Nazwa	OKRĄG	Położenie	Położenie	Położenie	Skala X	Skala Y	Skala Z
1	O1	R12	-2.00	236.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1	O1	R18	62.00	257.00	0.00	1.50	1.50	1.50
1	O1	R12	-23.00	275.00	0.00	1.00	1.00	1.00
1	O1	R6	18.00	263.00	0.00	0.50	0.50	0.50

8. Optymalizacja procesu kreślenia

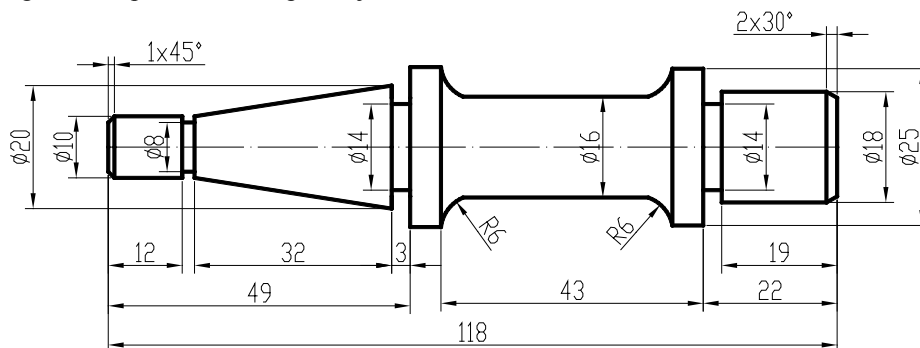
W programie AutoCAD jeden obiekt można utworzyć przyjmując do realizacji wiele koncepcji rysowania i stosując różne zestawy narzędzi. Poniesiony nakład pracy zależy przede wszystkim od stopnia znajomości programu (zaawansowane polecenia do rysowania, modyfikacji i zaznaczania obiektów, definiowania bloków i atrybutów), praktyki oraz doświadczenia osoby rysującej. Należy pamiętać, że stosując komputerowe techniki kreślenia nie dąży się do prostego zastąpienia ołówka programem komputerowym, lecz zastosowanie dostępnych narzędzi programu, aby szybko i możliwie przy najmniejszym nakładzie pracy osiągnąć zamierzony cel.

Przed przystąpieniem do właściwego rysowania należy:

- dokonać starannej analizy projektowanego obiektu. W zależności od charakteru tworzonego obiektu pewne narzędzia do rysowania będą zdecydowanie uprzywilejowane, np. w obiektach typu korpus będą to polecenia PROSTOKĄT lub POLILINIA, zaś przy obiektach typu tarcza SZYK KOŁOWY;
- odkryć istniejące osie symetrii w tworzonym obiekcie, co umożliwi zastosowanie polecenia LUSTRO;
- znaleźć obiekty powtarzające się. W zależności od ich rozmieszczenia można zastosować takie polecenia, jak: KOPIUJ, SZYK PROSTOKĄTNY, SZYK KOŁOWY, BLOK oraz działania na UCHWYTACH (polecenie OBRÓT z opcją Kopiuj),
- odkryć obiekty podobne do siebie. Można wtedy zastosować polecenia SKALUJ, ROZCIĄGNIJ, ODSUŃ oraz odpowiednie działania na UCHWYTACH, a także BLOK;
- przeanalizować, które punkty lokalizacji precyzyjnej będą najbardziej przydatne i włączyć ich automatyczne śledzenie;
- wybrać właściwy szablon rysunkowy, który będzie zawierał predefinicje warstw, odpowiednie style tekstu, wymiarowania, bloki, typy linii i stałe elementy arkusza, jak tabelkę i ramki;
- utworzyć na szablonie konstrukcyjne linie pomocnicze, które ułatwią proces tworzenia dokumentacji poprzez zastosowanie lokalizacji precyzyjnej;
- przyjąć właściwą strategię wykonania dokumentacji technicznej.

8.1. Metodyka rysowania obiektów klasy wałek

Na rys. 8.1 przedstawiono wykreśloną w programie AutoCAD część maszynową klasy wałek wraz z wymiarowaniem. Taki obiekt możemy narysować na różne sposoby, co szczegółowo zaprezentowano poniżej.



Rys. 8.1. Wałek wielostopniowy

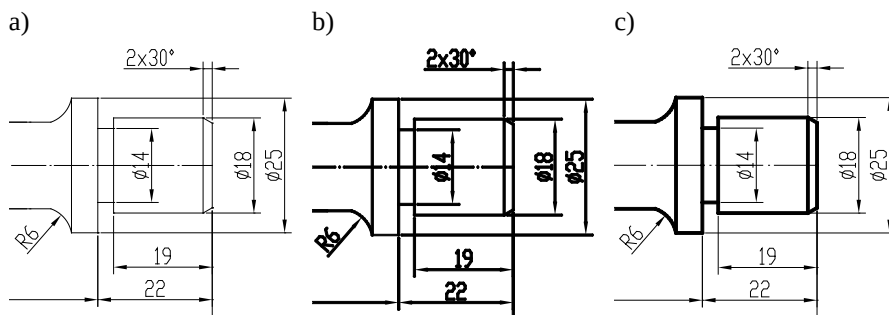
Metoda klasyczna

Klasyczne podejście polega na wykonaniu rysunku na domyślnej warstwie „0” z zastosowaniem wyłącznie polecenia POLILINIA przy definiowaniu szerokości linii zgodnie z ich przeznaczeniem tak, jak to określono w polskiej normie. Metoda ta w zasadzie odzwierciedla rysowanie przy użyciu ołówka, cyrkla i linijki. Utworzony obiekt składałby się z oddzielnych segmentów, co w znacznym stopniu utrudniłoby jakąkolwiek jego modyfikację. Oprócz tego metoda taka jest czasochłonna i mało wydajna, ponieważ nie korzysta z narzędzi do edycji rysunku.

Metoda klasyczna z użyciem warstw

W przypadku wprowadzenia warstw i poprawnego ich zdefiniowania można zrezygnować z indywidualnego określania szerokości polilinii w czasie procesu kreślenia. Definiowanie warstw umożliwia wprowadzenie zmiennych systemowych, które określają szerokość linii, ich rodzaj, a także kolor obiektów. Dzięki temu poprzez przełączanie warstw wybieramy warstwę aktywną i obiekty na niej tworzone przejmują wartości podstawione pod zmienne systemowe. W ten sposób uzyskujemy odpowiednie szerokości linii, które zostaną użyte do wyznaczenia konturu obiektu, czy wymiarowania. Na rys. 8.2a i b pokazano sytuację, gdy rysunek wałka został niewłaściwie wykonany na jednej warstwie, zaś rys. 8.2c przedstawia poprawne zdefiniowanie warstw.

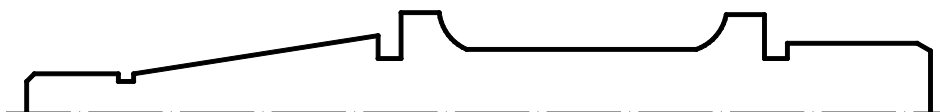
Przy prawidłowym stosowaniu programu AutoCAD proces rysowania należy zawsze rozpoczynać od utworzenia odpowiednich dla kreślonego rysunku warstw i poprawnego ich zdefiniowania. Pozwoli to na właściwą organizację przestrzeni rysunku, co w znacznym stopniu ułatwi pracę projektantowi, a w szczególności wykonanie ewentualnych modyfikacji obiektów.



Rys. 8.2. Fragment wałka: a) i b) niepoprawnie wykreślony na jednej warstwie odpowiednio wyłączona/włączona opcja szerokość; c) wałek wykonany poprawnie na wielu warstwach

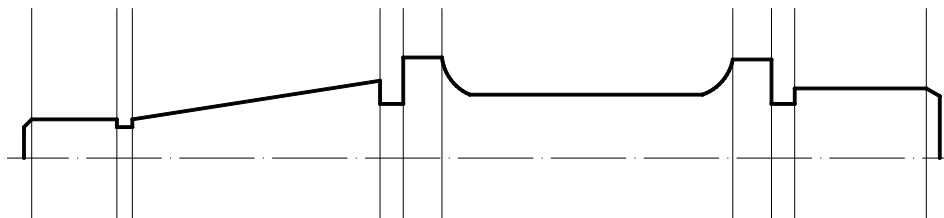
Wykorzystanie poleceń: LUSTRO, POLILINIA (LINIA i ŁUK), KOPIUJ, UTMIJ

Wstępna analiza rysunku pokazuje, że obiekt jest symetryczny względem poziomej osi, a zatem możliwe jest wykreślenie tylko połowy rysunku i wykonanie lustrzanego odbicia. Proces rysowania należy rozpocząć od wykreślenia osi symetrii na warstwie o tej samej nazwie, gdyż stanowi ona bazę dla pozostałych obiektów. Następnie za pomocą polecenia POLILINIA (bądź LINIA i ŁUK), zgodnie z wymiarami należy odwzorować zarys obiektu na warstwie – *kontur obiektu*, tak jak to pokazano na rys. 8.3.



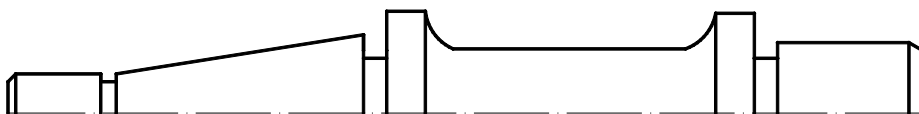
Rys. 8.3. Rysowanie konturu wałka

Linie obrazujące skoki wałka można wykonać rysując jeden pionowy odcinek (polecenie POLILINIA bądź LINIA), a następnie wykorzystując punkty charakterystyczne zarysu powielić je poleceniem KOPIUJ. Można również zastosować polecenie ODSUŃ, podając za każdym razem odpowiednią odległość odsunięcia, rys. 8.4.



Rys. 8.4. Kopiowanie linii pomocniczych

Zastosowanie polecenia **UTNIJ** dostosuje długości odcinków do obrysu konturu – za krawędzie tnące przyjęto: oś i zarys wałka, co pokazano na rys. 8.5.



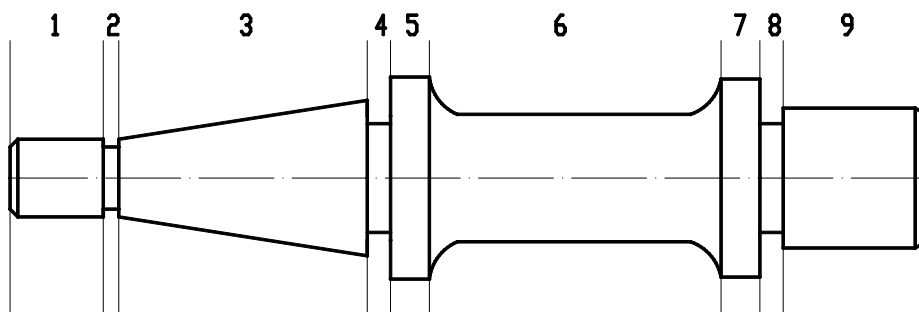
Rys. 8.5. Rysunek po ucięciu linii pionowych i włączeniu opcji szerokość

Druga część obiektu powstanie przez zastosowanie polecenia **LUSTRO** i odbicie istniejącego rysunku względem osi symetrii. W ten sposób powstanie kompletny rysunek wałka, tak jak to przedstawiono na rys. 8.1. Kończącym etapem tworzenia rysunku będzie wymiarowanie obiektu na warstwie *wymiarowanie*.

Alternatywnym podejściem do utworzenia linii obrazujących skoki wałka jest wykorzystanie polecenia **PÓLPROSTA**. Rysowane półproste należy od razu umieszczać w punktach charakterystycznych wałka. Zastosowanie polecenia **UTNIJ** w odniesieniu do półprostych zamienia je na stosowne odcinki.

Zastosowanie poleceń: PROSTOKĄT, FAZUJ i ZAOKRĄGLAJ

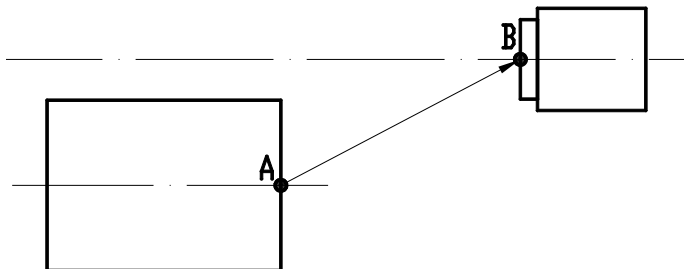
Rysunek wałka można z powodzeniem wykonać stosując polecenie **PROSTOKĄT**. Po dokładnej analizie widać, że wałek ten składa się z kilku prostokątów, różniących się wymiarami oraz wyglądem naroży. Na etapie opracowywania strategii rysowania, należy logicznie podzielić rysunek na prostokąty składowe, tak jak pokazano to na rys. 8.6.



Rys. 8.6. Podział wałka na poszczególne segmenty

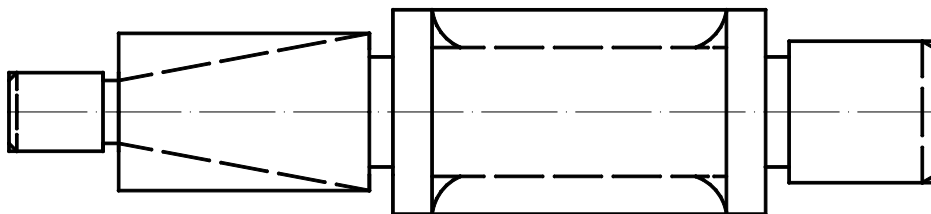
Właściwe rysowanie rozpocząć należy od wykreślenia osi symetrii (na warstwie o tej samej nazwie). Następnie za pomocą polecenia **PROSTOKĄT** (warstwa – *kontur obiektu*) należy narysować kolejne prostokąty, przyjmując skrajne wymiary poszczególnych segmentów wałka (współrzędne przeciwległych narożników podawać stosując współrzędne względne kartezjańskie). Kolejne prostokąty można rysować w dowolnym miejscu, ponieważ później za pomocą polecenia **PRZESUŃ** zmontujemy cały układ korzystając

z lokalizacji precyzyjnej (wykorzystujemy punkt symetrii boków obu łączonych prostokątów). Sposób składania elementów wałka przedstawiono na rys. 8.7.



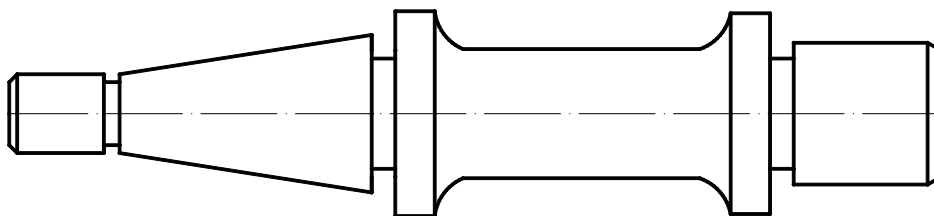
Rys. 8.7. Przyłączanie kolejnych segmentów wałka (A i B – symetria boków)

W dalszym etapie kreślenia wałka należy dorysować brakujące linie przedstawiające fazy, podcięcia oraz kołnierze. Ścięcia narożników prostokątów można wykonać przy użyciu polecenia FAZUJ, zaś polecenie ZAOKRĄGLAJ zastosowano do wykonania zaokrągleń właściwych narożników. Na rys. 8.8 przerywaną linią zaznaczono krawędzie, które będą modyfikowane w omówiony wyżej sposób.



Rys. 8.8. Wykonanie fazowań, zaokrągleń oraz podcięcia

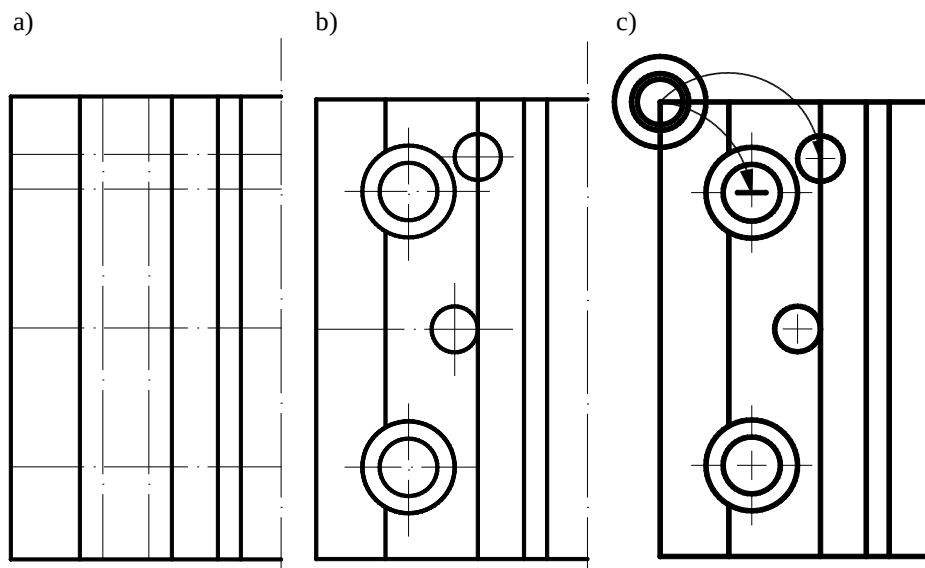
W końcowej fazie pracy nad obiektem, za pomocą polecenia UTNIJ, należy usunąć niepotrzebne krawędzie. Wałek przygotowany do wymiarowania przedstawia rys. 8.9.



Rys. 8.9. Ostateczny rysunek wałka

pomocniczych, a także kontur przedmiotu. Bardzo pomocna okazuje się tutaj znajomość polecenia ODSUŃ, gdyż pozostałe krawędzie górnej części rzutu można wykreślić podając kierunek i właściwą odległość odsunięcia. Otrzymany rezultat przedstawiono na rys. 8.11a.

Kolejnym etapem tworzenia rysunku jest wykreślenie otworów w miejscach wyznaczonych przez przecięcia osi symetrii. Do tego celu możemy zastosować polecenie OKRĄG lub PIERŚCIEŃ. Proces rysowania otworów współśrodkowych można znacznie skrócić wykorzystując polecenie ODSUŃ. Polecenie UTNIJ umożliwi zmodyfikowanie krawędzi przecinających okręgi. Przygotowany w ten sposób półwidok płyty należy odbić za pomocą polecenia LUSTRO wzdłuż głównej osi symetrii. Na rys. 8.11b przedstawiono część płyty po przeprowadzeniu modyfikacji.



Rys. 8.11. Rysowanie płyty: a) wyznaczanie zarysu płyty oraz środków okręgów; b) wykreślenie otworów; c) umieszczanie okręgów poprzez podawanie współrzędnych względnych kartezjańskich

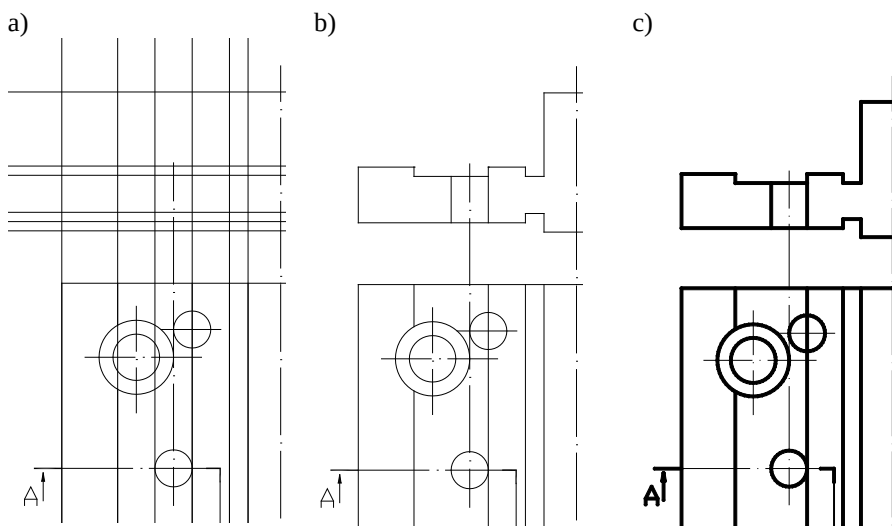
Kreślenie otworów w płycie, metoda 2

Siatka linii pomocniczych widoczna na rys. 8.11a wprowadza pewien chaos. Ponieważ nie ma pewności, które punkty przecięcia są istotne do kreślenia otworów – stosunkowo łatwo można się pomylić. Okręgi można narysować zupełnie inaczej. Rysuje się pojedynczy okrąg tak, aby jego środek znajdował się w narożu płyty – polecenie OKRĄG, co pokazano na rys. 8.11c. Następnie poleceniem ODSUŃ tworzy się okręgi o podanych wymiarach. Poleceniem KOPIUJ ustawia się dany okrąg w odpowiednim miejscu wykorzystując jako punk bazowy jego środek (lokalizacja precyzyjna – znajdź CENTrum) oraz określając jego nowe położenie przez podanie względnych współrzędnych kartezjańskich na podstawie wymiarów płyty (dla okręgu o średnicy 8 mm będzie to: @28,-10). W tym przypadku osie

okręgów można wykreślić korzystając z polecenia ZNACZNIK ŚRODKA z paska narzędziowego **WYMIARY**. Takie podejście znacząco skraca czas wykonania tej części rysunku.

Kreślenie oznaczenia przekroju

Oznaczenie przekroju powinno być narysowane linią cienką punktową, zakończoną dwoma odcinkami linii grubej oraz pogrubionymi załamaniami linii, a także opisane drukowanymi literami. Najlepiej zdefiniować stosowną warstwę z rodzajem linii (punktowa) i przyporządkować jej szerokość linii cienkiej, np. 0.18 mm. Do rysowania należy użyć polecenia LINIA, wykorzystując charakterystyczne punkty, w tym przypadku środki okręgów. Pogrubienia początku, końca linii oraz załamania trasy należy rysować POLILINIĄ ze zdefiniowaną indywidualnie szerokością, odpowiadającą linii konturowej. Konieczną modyfikację linii należy wykonać wykorzystując uchwyty i polecenie UTNIJ. Wykreślone oznaczenie przekroju można zobaczyć na rys. 8.10.



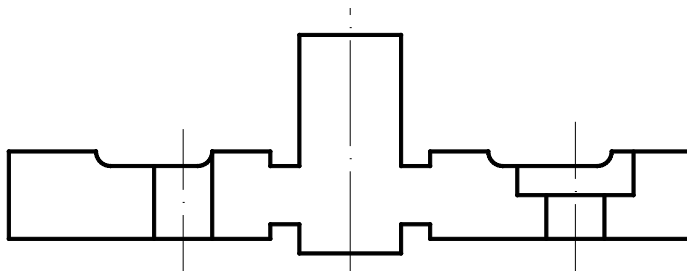
Rys. 8.12. Etapy wyznaczania krawędzi przekroju: a) wykreślanie zarysu przekroju; b) zastosowanie polecenia UTNIJ; c) ogląd po włączeniu opcji szerokość

Kreślenie przekroju płyty

Przy rysowaniu przekroju płyty należy wykorzystać istniejący już rzut płyty poprzez wykreślenie linii odniesienia przenoszących wymiary szczegółów elementu. W ten sposób w kreśleniu przekroju wprowadzimy pewien automatyzm, co znacznie ułatwi wykonanie rysunku. Do przedłużenia osi symetrii należy wykorzystać działania na UCHWYTACH. Natomiast do przeniesienia pozostałych wymiarów można z powodzeniem użyć polecenia PROSTA, które umożliwi wykreślenie pęku linii pionowych i poziomych. W tych

działaniach warto wspomagać się poleceniem ODSUŃ. Niepotrzebne części prostych usuwa się stosując polecenie UTMIJ, dzięki czemu proste na początku zamieniane są na półproste, a później na odcinki. Etapy działania dla lewej części płyty pokazano na rys. 8.12 a, b oraz c.

Prawą część konturu przekroju płyty można uzyskać wykorzystując polecenie LUSTRO, należy jednak dokonać przeniesienia wymiarów otworu, ponieważ zaznaczony przekrój nie jest symetryczny. Na końcu należy uzyskać właściwy kształt rowków płyty stosując polecenie ZAOKRĄGLAJ z aktywną opcją promień, rys. 8.13.

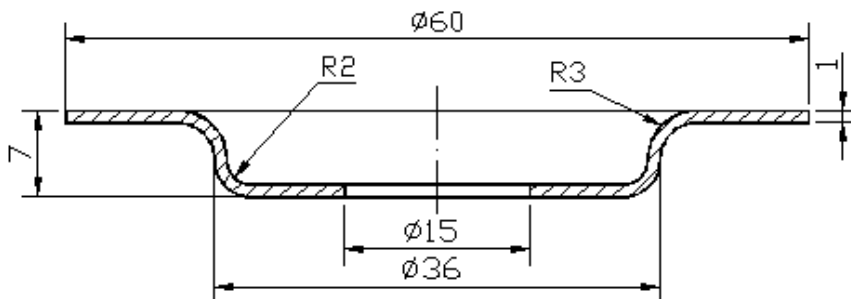


Rys. 8.13. Kontur przekroju płyty

Tak wykreślony rysunek należy zakreskować oraz zwymiarować. Należy pamiętać, aby wykonać to na właściwych warstwach.

8.3. Metodyka rysowania przekroju obiektów klasy pokrywa

Na rys. 8.14. przedstawiono, przekrój części maszynowej klasy pokrywa wraz z wymiarami, sporządzony w programie AutoCAD.



Rys. 8.14. Przekrój pokrywy

Ścianki pokrywy zostały wykonane z materiału o grubości 1 poprzez wytłoczenie, co sugeruje zastosowanie polecenia ODSUŃ. W wytłoczonej pokrywie występują również zaokrąglenia, co pozwala na zastosowanie polecenia ZAOKRĄGLAJ. Pokazana pokrywa jest częścią posiadającą oś symetrii, co umożliwia zastosowanie polecenia LUSTRO. Z tej analizy widać, że istnieje możliwość zastosowaniu różnych strategii rysowania. Poniżej

przedstawiono trzy sposoby rysowania pokrywy z wykorzystaniem predefiniowanych warstw. Na arkuszu rysunkowym zdefiniowano następujące warstwy: *oś symetrii*, *kontur obiektu*, *kreskowanie*, *wymiar*.

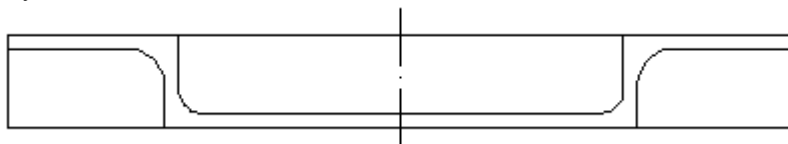
Zastosowanie poleceń: LINIA, ODSUŃ, ZAOKRĄGLAJ i UTNIJ

Na warstwie *kontur obiektu* za pomocą polecenia LINIA narysowano prostokąt o wymiarach 60 x 7, a następnie na warstwie *oś symetrii* pionową oś symetrii (lokalizacja SYMETRIA). Po przejściu na warstwę *kontur obiektu* za pomocą polecenia ODSUŃ utworzono dwie dodatkowe linie poziome (odległość odsunięcia 1) oraz cztery linie pionowe (odległość odsunięcia, najpierw 12, a później 1), rys. 8.15.



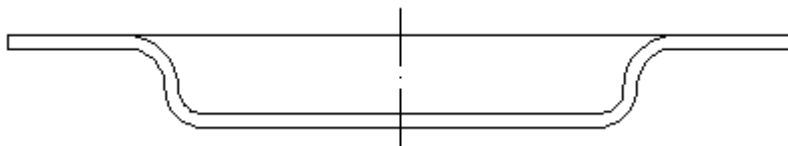
Rys. 8.15. Pierwsza faza rysowania

Stosując polecenie ZAOKRĄGLAJ (promień = 2, opcja *bez ucinania*) zaokrąglono właściwe krawędzie, zaś wykorzystując polecenie UTNIJ skrócono niepotrzebne fragmenty krawędzi, rys. 8.16.



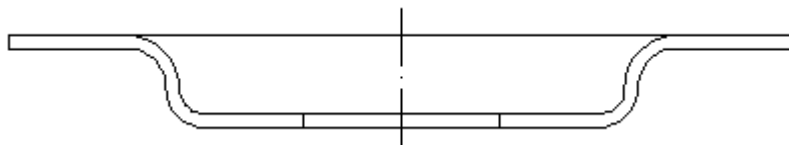
Rys. 8.16. Druga faza rysowania – wykonanie zaokrągleń

Poleceniem ODSUŃ z odległością 1 odsunięto wszystkie łuki na zewnątrz, a następnie usunięto niepotrzebne fragmenty rysunku za pomocą polecenia UTNIJ, rys. 8.17.



Rys. 8.17. Trzecia faza rysowania

Wykorzystując polecenie ODSUŃ skopiowano oś symetrii (o 7.5 jednostek w lewo oraz w prawo). Następnie przeniesiono oba otrzymane odcinki na warstwę *kontur obiektu* i skrócono wystające fragmenty odcinków wykorzystując polecenie UTNIJ.



Rys. 8.18. Pierwsza faza rysowania

Kreskowanie należy wykonać na warstwie *kreskowanie* (parametry: ANSI31, skala = 10, kąt = 0), zaś wymiarowanie na warstwie *wymiar*.

Zastosowanie poleceń: POLILINIA, ODSUŃ i LUSTRO

Na warstwie *kontur obiektu* za pomocą polecenia POLILINIA narysowano jedną linię profilu pokrywy (odcinek poziomy = 10, łuk o $R = 2$, odcinek pionowy = 1, łuk o $R = 3$, odcinek poziomy = 7.5), rys. 8.19a.



Rys. 8.19. Pierwsza faza rysowania

Następnie poleceniem ODSUŃ z odległością 1 odsunięto obiekt ku górze, rys. 8.19b, zaś poleceniem POLILINIA dorysowano odcinki zamykające profil (lokalizacja KONiec), rys. 8.19c.

Na warstwie *oś symetrii* narysowano poleceniem POLILINIA oś symetrii (lokalizacja OD, wskazano prawy dolny koniec obiektu i wpisano względne współrzędne kartezjańskie @7.5,0 określające początek osi, a następnie przy włączonej ortogonalności narysowano odcinek w górę, rys. 8.19c).

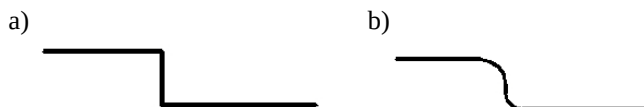
Przy użyciu polecenia LUSTRO, na warstwie *kontur obiektu*, wykonano symetrię osiową względem narysowanej osi – lokalizacja KONiec, zaś za pomocą polecenia POLILINIA dorysowano brakujące odcinki (lokalizacja KONiec), rys. 8.20. Do wykończenia rysunku pozostało wykonanie kreskowania i wymiarowania.



Rys. 8.20. Druga faza rysowania

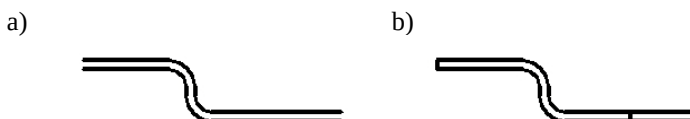
Zastosowanie poleceń: LINIA, ZAOKRĄGLAJ, EDYCJA POLILINII, ODSUŃ i LUSTRO

Na warstwie *kontur obiektu* za pomocą polecenia LINIA narysowano jedną linię profilu pokrywy (odcinek poziomy = 13, odcinek pionowy = 6, odcinek poziomy = 17), rys. 8.21a. Następnie poleceniem ZAOKRĄGLAJ (promień = 3, opcja z *ucinaniem*) zaokrąglono górny róg, a następnie dolny róg (promieniem = 2), rys. 8.21b.



Rys. 8.21. Pierwsza faza rysowania

Poleceniem MODYFIKUJ POLILINIE zamieniono istniejące obiekty na polilinie i połączono je w jeden obiekt (opcja *wiele*, a następnie opcja *dolącz*). Następnie poleceniem ODSUŃ (z odległością 1) odsunięto obiekt ku dołowi, rys. 8.22a, a poleceniem LINIA dorysowano po lewej odcinek zamykający profil (lokalizacja KONiec) oraz odcinek pionowy po prawej oddalony od prawego końca o 7.5 (lokalizacja OD i PROstopadły), rys. 8.22b.



Rys. 8.22. Druga faza rysowania

Na koniec na warstwie *oś symetrii* narysowano poleceniem LINIA oś symetrii (lokalizacja KONiec), rys. 8.23a oraz wykonano poleceniem LUSTRO symetrię osiową względem narysowanej osi (lokalizacja KONiec), rys. 8.23b. Do wykończenia rysunku pozostało wykonanie kreskowania i wymiarowania.



Rys. 8.23. Trzecia faza rysowania

9. Drukowanie rysunków

Po przygotowaniu dokumentacji technicznej w postaci rysunków elektronicznych należy je wydrukować. Do tego celu należy zastosować polecenie **KREŚL**, znajdujące się w pasku **STANDARD**. Polecenie można wpisać również w pasku poleceń, lub wybrać z *Menu rozwijalnego*: zakładka *Plik* > *Drukuj...* albo zastosować skrót klawiaturowy **Ctrl+p**. Wybranie polecenia prowadzi do otwarcia okna dialogowego **Drukuj**, w którym możemy dokonać stosownych ustawień dotyczących wydruku. W obszarze okna znajdują się następujące podobszary: *Ustawienia strony*, *Drukarka/ploter*, *Rozmiar papieru*, *Obszar wydruku*, *Liczba kopii*, *Odsunięcie wydruku*, *Skala wydruku* oraz kilka zakładek, z których najważniejsza to *Podgląd*. Po wciśnięciu przycisku  pojawiają się dodatkowe obszary wyboru ustawień wydruku: *Tablice stylów wydruku*, *Opcje rzutni cieniowanej* (dotyczy wydruków obiektów 3D), *Opcje wydruku*, *Orientacja wydruku*.

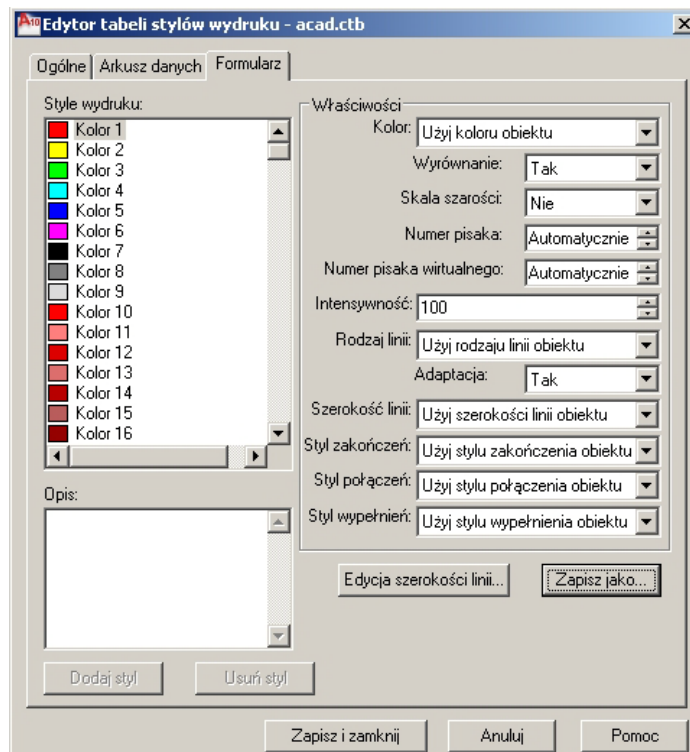
- **Ustawienia strony** – to pole, w którym można po podaniu indywidualnej nazwy zapisać wykonane ustawienia i wykorzystać je w kolejnych wydrukach.
- **Drukarka/ploter** – pozwala na wybór typu drukarki użytej w procesie drukowania. W zakładce *Właściwości...* można dokonać indywidualnych ustawień, których zakres jest w części zależny od wybranego typu urządzenia do drukowania.
- **Rozmiar papieru** – w oknie, po rozwinięciu listy, umieszczamy właściwy rozmiar papieru.
- **Obszar wydruku** – pozwala na zadecydowanie co będzie drukowane, w polu *Co drukować*: można wstawić jedną z następujących możliwości:
 - *Ekran* – wydruk tego co obecnie znajduje się na ekranie,
 - *Granice* – wydruk w granicach rysunku określonych poleceniem GRANICA,
 - *Okno* – obszar wydruku ustalany jest przez użytkownika po przejściu do obszaru rysunku poprzez określenie prostokątnego okna (można stosować lokalizację precyzyjną),
 - *Zakres* – drukuje wszystkie elementy znajdujące się na arkuszu.
- **Liczba kopii** – określa liczbę drukowanych arkuszy (przy drukowaniu rysunku do pliku opcja nie jest aktywna).
- **Odsunięcie wydruku** – pozwala na określenie współrzędnej dla osi X oraz Y początku dostępnego obszaru drukowania na papierze (w ten sposób można pozostawić wolny obszar potrzebny na wpięcie kartki do teczki). Można zaznaczyć opcję *Centruj wydruk*.
- **Skala wydruku** – określa w jakiej skali będzie drukowany rysunek.

Wybranie pola *Dopasuj do arkusza* automatycznie przeskalowuje rozmiar rysunku do wymiarów arkusza.

Komentarz! Ten sposób drukowania nie powinien być stosowany przy drukowaniu dokumentacji technicznej, ponieważ wyliczona skala nie odpowiada skalom znormalizowanym oraz tej podanej w tabliczce rysunku co może prowadzić do niewłaściwego odczytywania wymiarów, które nie zostały zwymiarowane.

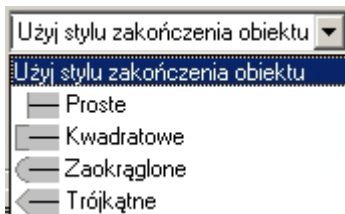
Brak wyboru pola *Dopasuj do arkusza* uaktywnia pole *Skala*., co pozwala na wybór znormalizowanej wartości skali z listy dostępnych skal. W oknie poniżej uzyskujemy dodatkowo informację o tym ile jednostek rysunku zostanie zamienionych na jedną jednostkę wydruku (można wybrać jednostkę przeliczenia mm lub cale).

- **Podgląd:** – ta zakładka pozwala na obejrzenie wydruku przed jego realizacją.
- **Tablice stylów wydruku** – po rozwinięciu dostępnej listy można wybrać właściwy styl, a wtedy znajdująca się obok ikona  staje się aktywna. Kliknięcie na tę ikonę włącza *Edytora tabeli styli wydruków*, rys. 9.1, w którym można dokonać między innymi zmiany koloru oraz szerokości wydruku linii w stosunku do linii znajdujących się na arkuszu elektronicznym. Wprowadzone ustawienia można zapisać i wykorzystać w wydrukach innych rysunków.



Rys. 9.1. Zawartość okna *Edytora tabeli styli wydruków*

Program posiada kilka zdefiniowanych stylów wydruku (rozszerzenie plików .ctb). Styl **acad.ctb** pokazany na rys. 9.1 umożliwia wydruk kolorowy, zaś styl **monochrome.ctb** pozwala na zamianę rysunku kolorowego na czarno-biały. Ważną funkcją edytora jest możliwość przededefiniowywania szerokości linii rysunkowych i nadania im w ten sposób nowych wartości, dzięki czemu wydruk nie będzie zamazany. Edytor pozwala także na określanie sposobu zakończenia drukowanych linii, rys. 9.2. (nie wszystkie drukarki uwzględniają wprowadzone ustawienia).



Rys. 9.2. Sposoby zakończenia wydruku linii

- **Opcje wydruku** – pozwalają na ustawienie drukowania w tle, wkomponowanie w wydruk specjalnych znaków, rezygnację lub aprobatę wydruku zgodnie ze stylami wydruku oraz spowodowanie zapisu zmian.
- **Orientacja wydruku** – tu określa się położenie rysunku względem arkusza wydruku (poziomy lub pionowy czy odwrócony).

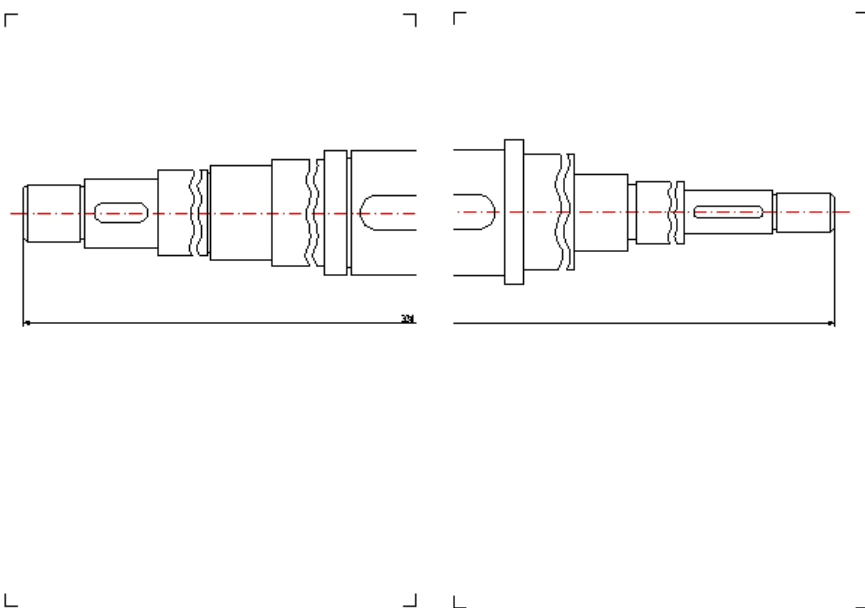
Obszar modelu i obszar papieru

W tym miejscu warto wyjaśnić czym jest praca w obszarze modelu i obszarze papieru. Po włączeniu predefiniowanego szablonu rysunkowego znajdujemy się w obszarze modelu, czyli powstający rysunek tworzony jest gdy włączona jest zakładka MODEL (w pasku stanu). Program AutoCAD pozwala również na pracę w obszarze papieru – należy kliknąć na zakładkę MODEL co spowoduje wyświetlenie napisu PAPIER. Obraz w przestrzeni rysunkowej zmienia się poprzez wprowadzanie obrazu arkusza papieru, na którym umieszczony jest dotychczasowy rysunek. Przełączanie między obu obszarami tworzenia dokumentacji realizowane jest przez naciskanie przycisku **Model** lub **Układ1**. Będąc w obszarze papieru można korzystać z narzędzi do rysowania (wykorzystując polecenia do lokalizacji precyzyjnej). Umieszczone obiekty (w tym także bloki) dotyczą tylko obszaru papieru i nie będą widoczne na rysunku gdy przełączymy go ponownie w obszar modelu. Będąc w obszarze papieru można uzupełniać rysunek o konieczne elementy, np. tabelkę rysunkową lub inne indywidualne uwagi i komentarze.

Komentarz! Będąc w obszarze papieru nie można usuwać obiektów, które były utworzone w obszarze modelu. Tworzenie wymiarowania w obszarze papieru z reguły wymaga przededefiniowania stylu wymiarowania ze względu na inną skalę pokazywania obiektów w obszarze modelu i papieru.

Drukowanie dużych rysunków

Programy komputerowe stosują w procesie drukowania odwzorowanie cyfrowe, dzięki czemu przy podziale rysunków o dużych rozmiarach na wiele fragmentów i ich oddzielne drukowanie nie wprowadza zniekształceń. Na rysunku do drukowania należy umieścić znaczniki, które podzielą obszar rysunku na prostokąty o rozmiarze mniejszym niż pole drukowania arkusza. Należy jednak pamiętać, że rzeczywisty obszar drukowania arkusza papieru jest zawsze mniejszy od niego samego ze względu na istniejące marginesy wynikające z konstrukcji drukarki. Drukowanie należy przeprowadzić wykorzystując opcję *Okno* w opcji *Obszar wydruku*, rys. 9.3. Po wydrukowaniu poszczególnych części składowych można z nich skleić cały rysunek (znaczniki należy wykorzystać najpierw do przycięcia wydruków, a następnie do klejenia, po czym należy je wymazać korektorem). Na koniec powstałą sklejankę można skopiować na kserografie wielkoformatowym.



Rys. 9.3. Wydruk rysunku po podziale na dwie części

Podsumowanie

Przedstawione w tym podręczniku zagadnienia dotyczące komputerowego zapisu konstrukcji z wykorzystaniem programu AutoCAD nie wyczerpują oczywiście wszystkich możliwości programu. Pominęto niektóre polecenia do rysowania i wspomagania prac projektanta, które nie mają tak dużego zastosowania przy wykonywaniu dokumentacji technicznych, np.: ŁUK ELIPTYCZNY, CHMURKA WERSJI, TABELA, PRZYKRYJ, RZUTNIE, czy zaawansowanych poleceń, jak KALKULATOR GEOMETRYCZNY. Działanie to było zamierzone i miało na celu pobudzenie zainteresowania potencjalnych użytkowników do samodzielnej aktywności i indywidualnego dochodzenia do nowej wiedzy poprzez korzystanie z zakładki *Pomoc* (dostępnej w *Menu rozwijalnym*) lub wciśnięcie klawisza F1. Program AutoCAD ma bardzo rozbudowany system samouczków z wieloma zakładkami i różnymi sposobami wynajdywania poszukiwanych informacji, np. wykorzystując w zakładce *Spis treści* opcję *Opis poleceń* lub zakładkę *Wyszukaj*.

Opanowanie w procesie nauczania istniejących w programie poleceń do rysowania, kreskowania, definiowania bloków, edycji, wymiarowania, tworzenia opisów oraz różnych narzędzi wspomagania pracę konstruktora, szczegółowych narzędzi i ich opcji umożliwia jedynie sprawne wykonanie podstawowych elementów rysunku. O wiele trudniejsze jest tworzenie rysunków złożeniowych lub poprawianie już istniejących dokumentacji poprzez dostosowywanie obiektów do nowych wymiarów i uzgadnianie właściwości obiektów znajdujących się w różnych dokumentacjach.

Należy również zdawać sobie sprawę, że poprawne i szybkie wykonanie dokumentacji technicznych w programie AutoCAD zależy przede wszystkim od właściwego zaplanowania pracy, poprawnej interpretacji rysunku i organizacji procesu rysowania. Obejmuje to nie tylko przygotowanie odpowiedniej struktury szablonów rysunkowych, ale również znajomości zaawansowanych narzędzi i poleceń programu. Przykłady pokazane w rozdziale 8 dotyczące optymalizacji procesu rysowania wybranych elementów konstrukcyjnych mają za zadanie uzmysłowienie projektantom, że właściwy dobór strategii rysowania (zastosowana metoda tworzenia obiektów i użyte do tego celu narzędzia) poprzedzony gruntowną analizą konstruowanego obiektu prowadzi do znacznej oszczędności czasu.

Literatura:

- [1] Allen L., Onstott S.: *AutoCAD: Professional Tips and Technique*, Wiley Publishing Inc, Canada 2007.
- [2] Kania L.: *Podstawy programu AutoCAD – modelowanie 2D*, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2007.
- [3] Montusiewicz J., Czerkawska A.: *Komputerowy zapis konstrukcji – ćwiczenia do programu AutoCAD, cz. 1*, Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2008.
- [4] Pikoń A.: *AutoCAD 2010 PL. Pierwsze kroki.*, Helion, Gliwice 2010.