

Ćwiczenie 3 - Projektowanie typowych elementów mechanicznych

Obiekty graficzne

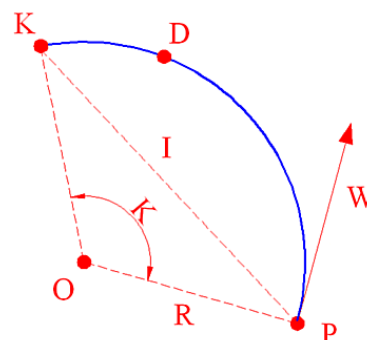
Model geometryczny budujemy przy pomocy obiektów zwanych prymitywami. Obiekty te można podzielić na *plaskie* oraz *przestrzenne*. Obiekty płaskie to takie, które można utworzyć tylko na *plaszczynie konstrukcyjnej*, którą jest płaszczyzna XY aktualnego układu współrzędnych, pozostałe to obiekty przestrzenne. W przestrzeni modelu można także umieszczać *obiekty graficzne* nie będące obiektami geometrycznymi np. tekst. Do takich obiektów niektórych poleceń edycyjnych np. **utnij**, **przerwij** nie da się zastosować. Każdy obiekt ma swoją nazwę, która ukazuje się po zastosowaniu polecenia **lista**. Nazwy te będą podawane niżej przy opisach poszczególnych obiektów.

Odcinek (LINE)

Ten obiekt jest elementem przestrzennym i tworzy się go poleceniem **linia** a także niejawnie poleceniem **fazuj**. Mimo, że polecenie **linia** tworzy od razu cały łańcuch odcinków połączonych ze sobą końcami, to każdy segment tak utworzonej łamanej jest oddzielnym obiektem graficznym. Jeśli w odpowiedzi na prośbę o podanie pierwszego punktu wciśniemy ENTER to pierwszy odcinek dowiąże się do ostatnio narysowanego punktu a jeśli tym punktem był koniec łuku to odcinek ten będzie dodatkowo do niego styczny w punkcie końcowym.

Łuk (ARC)

Jest to płaski obiekt i tworzy się go poleceniem **łuk**, oraz niejawnie poleceniami **zaokrągl**, a także **utnij** i **przerwij** w zastosowaniu do innych łuków lub okręgów. Standardowo polecenie **łuk** rysuje łuk przez trzy punkty (na rys. 1 P, D, K) – w przypadku większości łuków ta opcja jest trudna do zastosowania z uwagi na problemy z wskazaniem punktu D. Polecenie **łuk** oferuje też inne opcje, które pozwalają utworzyć łuk w zależności od posiadanych danych. Do dyspozycji stoją następujące opcje **Koniec** – wskazanie końca łuku; **śrOdek** – wskazanie środka łuku; **Kąt** – wskazanie kąta rozwarcia (wartości ujemne zmieniają wygięcie łuku); **cięciwa** – podanie długości cięciwy; **pPromień** – podanie promienia łuku; **zWrot** – podanie kierunku stycznej w pierwszym, punkcie łuku. Dodatkowo ENTER – wciśnięty na początku pozwala dowiązać się stycznie do ostatnio narysowanej linii lub łuku. Wszystkie dopuszczalne kombinacje opcji są zgromadzone w menu i dlatego najlepiej jest je wydawać właśnie stamtąd. Należy pamiętać o tym, że o stronie wygięcia łuku decyduje kolejność podawania punktów P i K. Jeżeli nie można tych punktów wskazać w takiej kolejności, aby łuk wygiąć w odpowiednim kierunku to trzeba rozważyć narysowanie go z użyciem opcji **Kąt** lub **zWrot**. Pierwsza pozwala wygiąć łuk w przeciwnym kierunku do standardowego jeśli poda się ujemne wartości kąta. Druga pozwala określić wygięcie przez ciągnięcie myszą odcinka wyznaczającego kierunek stycznej w punkcie początkowym.



Rys. 1. Sposoby rysowania łuku

Okrąg (CIRCLE)

Jest to płaski obiekt, który tworzymy poleceniem okrąg przez podanie środka i promienia lub środka i średnicy (opcja **D**) a także przez podanie dwóch punktów wyznaczających końce średnicy (opcja **2p**) lub przez trzy punkty (opcja **3p**). Można też utworzyć okrąg znając jego promień oraz wiedząc od jakich obiektów ma być on styczny (opcja **Ssr** – Styczny-Styczny-pPromień). Chcąc wpisać okrąg w trzy obiekty np. linie lub inne okręgi posługujemy się opcją (**3p**) z trzykrotnym użyciem trybem lokalizacji punktu **Styczny**.

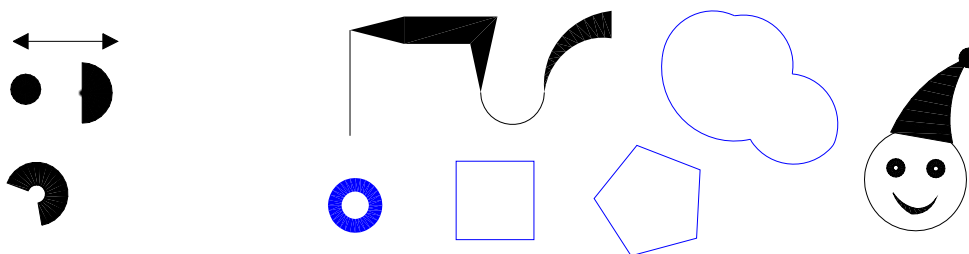
Elipsa, łuk eliptyczny (ELLIPSE)

Elipsa i łuk eliptyczny to w gruncie rzeczy ten sam płaski obiekt (dla elipsy kąt wypełnienia łuku wynosi 360°) i tworzy się go poleceniem **elipsa**. Można ją utworzyć podając krańce jednej osi i długość dru-

giej lub wskazując środek (opcja **śrOdek**), koniec pierwszej półosi i długość drugiej. Jeżeli wybierzemy opcję **oBrót** to długość drugiej (pół)osi może być wyliczona jako długość rzutu hipotetycznego promienia okręgu, którego promień/średnica są równe pierwszej półosi/osi rysowanej elipsy na płaszczyźnie pod podanym kątem. Podanie kąta 0° lub 180° oznacza narysowanie okręgu zaś bliskie 90° lub 270° prawie odcinka. Ta opcja jest przydatna, wtedy gdy chcemy narysować elipsę jako rzut okręgu o znanym promieniu pod znanym kątem. Łuk eliptyczny rysuje się tak samo tylko na końcu dodatkowo należy określić kąty początku i końca łuku.

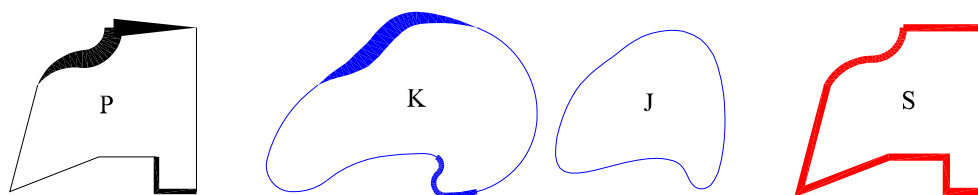
Polilinia (LWPOLYLINE lub POLYLINE)

Polilinia jest złożonym obiektem geometrycznym. Są dwa rodzaje polilini. Pierwsza tzw. *polilinia 2D* jest płaskim obiektem składającym się z segmentów (odcinki lub łuki) połączonych ze sobą końcami. Dodatkowo każdy z tych segmentów, może mieć określoną szerokość początkową i końcową. Polilinia 2D musi być rysowana na płaszczyźnie konstrukcyjnej. Dodatkowo stosując polecenie edycji polilinii **edplin** można nadać jej kształt splajnu lub gładkiej krzywej skleionej z łuków. *Polilinia 3D* jest łamaną składającą się tylko z odcinków. Obie rodzaje polilinii są pojedynczymi obiektami. Polilinię 2D tworzy się poleceniem **plinia** a także **prostok** (tworzy polilinię w kształcie prostokąta); **pierścień** (tworzy cztery łuki o określonej grubości dającej kształt wypełnionego pierścienia – grubego okręgu); **wielobok** (polilinia w kształcie foremnego wielokąta) oraz **revcloud** (polilinia w kształcie chmurki). Przykłady polilinii pokazuje rysunek 2.



Rys. 2. Przykłady obiektów narysowanych za pomocą polilinii

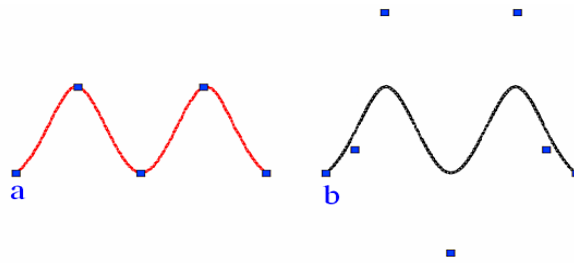
Obiekty narysowane niebieskim kolorem stworzono poleceniami: **prostok**, **wielobok** i **revcloud**. Na rys. 3 pokazano skutki przekształcenia poleceniem **edplin** polilinii (P) w krzywą (K), splajn (J) oraz zmiany szerokości (S). Zauważ, że szerokość da się zmienić, ale będzie już jednakowa dla wszystkich segmentów. Indywidualna zmiana szerokości jest możliwa po wyborze opcji **Edwierzch**. Uwaga dodatkowa – jeśli wykona się przekształcenie polilinii w krzywą lub splajn a potem z powrotem w polilinię to po takiej operacji gubi się łuki. To znaczy, że wszystkie segmenty łukowe stają się odcinkami.



Rys. 3. Edycja polilinii

Splajn (SPLINE)

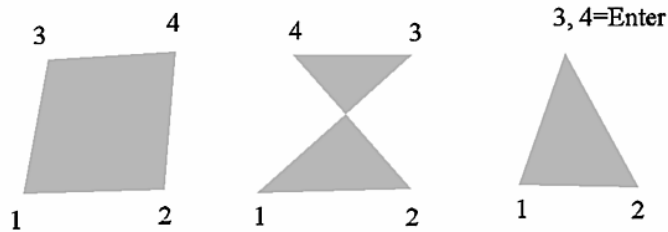
Splajn jest płaską gładką krzywą dopasowaną do ciągu punktów z podaną tolerancją. AutoCAD wykorzystuje matematykę NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline). Są to parametryczne krzywe, które składają się z kawałków krzywych wielomianowych (zwykle 2 lub 3 stopnia) a węzły krzywej są rozmieszczone nierównomiernie. W AutoCAD'zie krzywa ta jest określona szeregiem *punktów dopasowania* tj. punktów, przez które ta krzywa przechodzi lub szeregiem *punktów kontrolnych* tj. punktów, które matematycznie określają przebieg krzywej. Splajn tworzy się poleceniem **splajn**, podczas którego podaje się punkty dopasowania oraz na końcu kierunku styczne w punktach krańcowych.



Rys. 4. Krzywa typu splajn, a) punkty dopasowania, b) punkty kontrolne

Obszar (SOLID), Trasa (TRACE)

Oba płaskie obiekty są czworokątami wypełnionymi kolorem obiektu. Pierwszy obiekt może być także trójkątem i tworzy się go poleceniem **obszar**. Polecenie to tworzy od razu szereg wielokątów stykających się bokami (czworokąty) lub wierzchołkami (trójkąty). Podczas polecenia podajemy punkty (wierzchołki) figury. Jeśli chcemy zbudować trójkąt to na pytanie o punkt czwarty należy wcisnąć ENTER.



Rys. 5. Figury narysowane poleceniem obszar

Na rys. 5 pokazano wpływ kolejności podawania punktów na kształt obszaru.

Trasa jest z kolei czworokątem, który tworzony jest na podobnej zasadzie jak odcinki o stałej szerokości. Trasę tworzy się poleceniem **trasa** (trace). Należy jednak stwierdzić, że trasa jest przestarzałym obiektem i zastępuje się ją polinią, która oferuje większe możliwości. Wygląd trasy oraz jej zmodyfikowany segment pokazano na rys. 6.



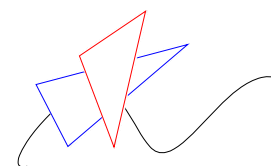
Rys. 6. Obiekty narysowane poleceniem trasa

Oba obiekty wykorzystujemy do rysowania elementów, które są z natury wypełnione. Na przykład symbole spawów, ścieżki w obwodach drukowanych itp.

Przykrycie (WIPEOUT)

Ten obiekt jest dowolnym wielokątem, który ma tę właściwość, że jest jakby wypełniony kolorem tła i przykrywa obiekty utworzone wcześniej. Rolą tego obiektu jest tworzenie specjalnych efektów graficznych polegających na zasłanianiu fragmentów rysunku (rys. 7).

Tworzy się go poleceniem **przykryj**, w czasie którego podaje się kolejne wierzchołki wieloboku. Polecenie kończy się wciśnięciem ENTER. Polecenie umożliwia też określenie (opcja **Ramka**) czy brzozy przykrycia mają być widoczne. Opcja **Polilinia** umož-



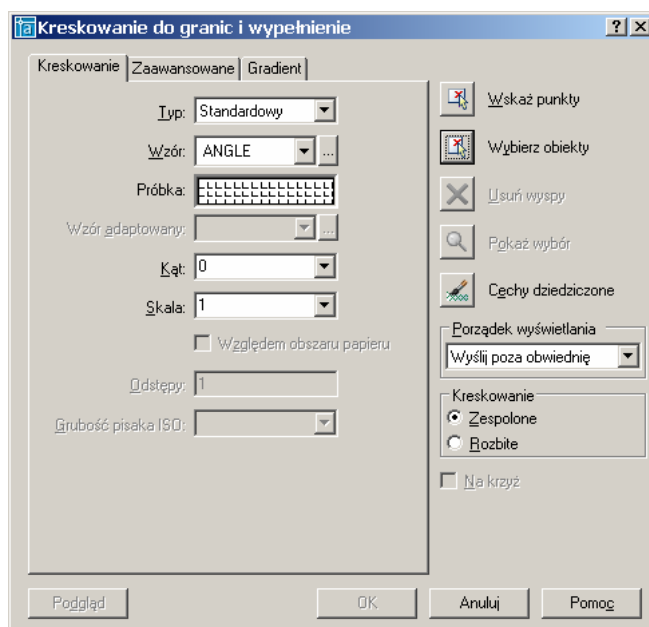
Rys. 7. Trójkąt utworzony poleceniem przykryj

liniową zamianę zamkniętej polilinii (musi składać się z samych odcinków) na obiekt typu przykrycie. Stosując polecenie do zmiany kolejności rysowania obiektów **porzwyś** można zmieniać sposób przykrywania obiektów.

Kreskowanie

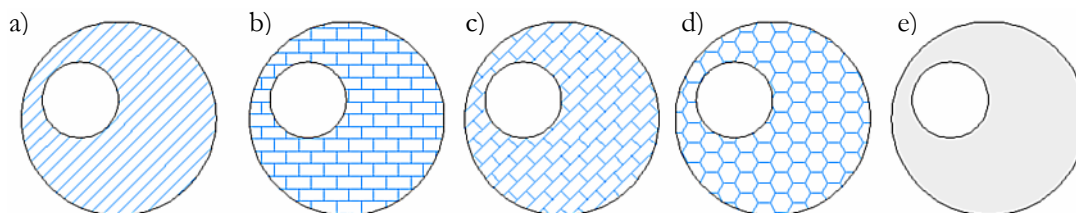
Kreskowanie jest złożonym elementem graficznym. Jest to blok składający się z szeregu odcinków utworzonych w płaszczyźnie konstrukcyjnej, tak aby wypełniały stosownym wzorem pewną część płaszczyzny wyznaczoną przez obwiednię. Do kreskowania stosuje się polecenie **gkreskuj** oraz **kreskuj**. Kreskowanie tworzy się dwukrotnie. W kroku pierwszym wyznacza się wzór i jego parametry takie jak skala czy kąt obrotu. W kroku drugim definiuje się obszar kreskowania.

Wzór wybiera się w oknie dialogowym pokazanym na rys. 8 w zakładce **Kreskowanie**. Najpierw wybieramy typ wzoru (pole **Typ**). Typ **Standardowy** oznacza wybór z biblioteki wzorów według nazwy lub według wyglądu (przycisk **...** w polu **Wzór**). Typ **Użytkownika** oznacza kreskowanie tylko równoległymi liniami lub równoległymi liniami na krzyż (zaznaczone pole **Na krzyż**). To odpowiada wzorom ANSI31 oraz ANSI37 (na krzyż) dla typu **Standardowy**.



Rys. 8. Widok okna dialogowego polecenia kreskuj

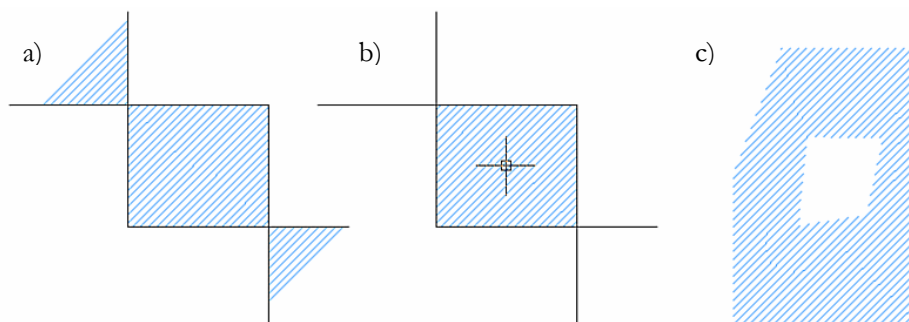
Pole **Kąt** pozwala nam ustalić kąt obrotu wzoru (wzór taki jaki go widzimy w polu **Próbka** jest pokazany pod kątem zerowym), zaś pole **Skala** ustalić gęstość wzoru. W przypadku typu wzoru **Użytkownika** zamiast pola **Skala** czynne jest pole **Odstępy**, w którym podajemy odległość między liniami w jedn. rys. W polu (obok zakładki) **Kreskowanie** wartość **Zespolone** oznacza, że kreskowanie lub wypełnienie jest aktualizowane przy modyfikowaniu obwiedni, zaś **Rozbite**, że jest niezależne od obwiedni.



Rys. 9 Kreskowanie wzorem: a) użytkownika pod kątem 45° lub ANSI31 pod kątem 0°; b,c) BRICK pod kątem odp. 0° i 45°; d) HONEY pod kątem 0°; e) wypełnienie kolorem

Obszar kreskowania ustala się jednym z trzech sposobów. Pierwszy to wskazując, które obiekty mają być granicami kreskowania (przycisk **Wybierz obiekty**). Skutkiem ubocznym tego sposobu jest dość nieoczekiwany wynik kreskowania, jeśli obiekty ograniczające nie stykają się punktami końcowymi. W tym przypadku bezpiecznie jest wskazywać pojedyncze obiekty zamknięte takie jak: okręgi, elipsy, regiony czy zamknięte polilinie i splajny. Tym niemniej nie jest konieczne, aby obiekty te formowały zamknięty obszar. Dzięki temu można na przykład zakreskować obszar zawarty między dwoma równoległymi odcinkami (patrz Rys. 10a.).

Drugi sposób polega na wskazaniu punktu wewnątrz jakiegoś obszaru ograniczonego liniami (przycisk **Wskaż punkty**). W tym przypadku program dokona analizy rysunku i zaproponuje obwiednię jako „najciaśniejszą” pętlę obejmującą dany punkt oraz wszystkie inne możliwe do utworzenia nieprzecinające się pętle tworzące wewnętrzne „wyspy”. Odbywa się to dokładnie tak jak w przypadku tworzenia regionów poleceniem **obwiednia**. Wskazany punkt powinien leżeć wewnątrz obszaru otoczonego liniami tworzącymi zamknięty obszar. Zamknięcie nie musi być dokładne. Na zakładce **Zaawansowane** w polu **Tolerancja przerwy** można ustalić maksymalną odległość jaka może być między końcami linii, aby zostały one uznane jako jeszcze stykające się. W tej zakładce można dodatkowo w grupie **Typ obiektu** zaznaczyć pole **Zachowaj obwiednie**. To spowoduje, że oprócz kreskowania/wypełnienia utworzona zostanie dodatkowo polilinia lub region obejmujący to kreskowanie. Dlatego polecenie **gkreskuj** można uznać za dodatkowe polecenie tworzenia polilinii lub regionu.



Rys. 10 Kreskowania wykonane przy różnym sposobie zdefiniowania obwiedni a) wskazaniem obiektów (czterech odcinków nie połączonych końcami lecz przecinających się); b) wskazaniem punktu (pokazuje go kursor) wewnątrz obrysu wyznaczonego czterema odcinkami jak w (a); c) w trakcie polecenia kreskuj [obwiednia (dwie polilinie) po jej wyznaczeniu została porzucona].

Trzeci sposób możliwy TYLKO w poleceniu **kreskuj** to zdefiniowanie obwiedni w trakcie realizacji polecenia. Zdefiniowane obwiednie mogą być potem zachowane jako polilinie lub zostać porzucone. Aby zrealizować kreskowanie w ten sposób należy na pytanie

Wybierz obiekty:

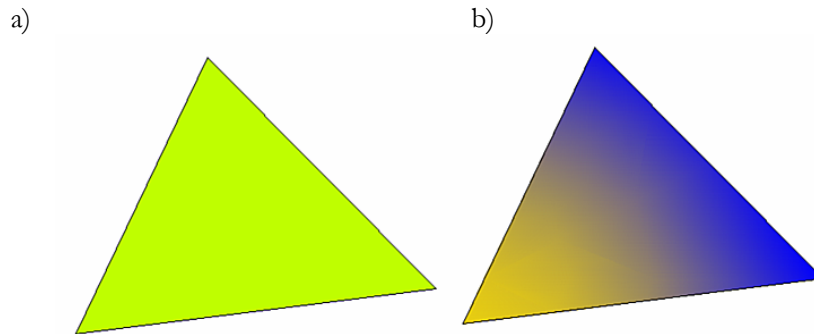
wcisnąć ENTER. W odpowiedzi program przechodzi do fazy tworzenia tymczasowej polilinii. Dialog wygląda wówczas tak:

```
Zapamiętać polilinię obwiedni? [Tak/Nie] <N>: wybieramy właściwą odpowiedź wg potrzeb
Określ punkt początkowy: wskazujemy pierwszy punkt tworzonej obwiedni
Określ następny punkt lub [↑Uk/cIęciwa/Cofaj]: wskazujemy drugi punkt obwiedni
...
Określ następny punkt lub [↑Uk/Zamknij/cIęciwa/Cofaj]: wskazujemy kolejne punkty
...
```

W tej części polecenie realizowane jest jak podczas rysowania polilinii. Zakończenie rysowania obwiedni klawiszem ENTER. Po zakończeniu rysowania jednej obwiedni możemy rysować kolejną lub zakończyć wciskając ENTER w odpowiedzi na pytanie **Określ punkt początkowy nowej obwiedni lub <wykonaj kreskowanie>**:

Wypełnianie
























Polecenia kreskowania można też wykorzystać do *wypełnienia* określonym kolorem (rys. 11). Realizuje się to albo w zakładce **Kreskowanie**, wybierając wzór o nazwie **SOLID**, albo w zakładce **Gradient**. Kolor wypełnienia dla wzoru **SOLID** zmienia się w oknie **Próbka**. Wciśnięcie przycisku **OK** przy aktywnej zakładce **Gradient** automatycznie zostaje uznane za polecenie wypełnienia obszaru nawet jeśli w zakładce **Kreskowanie** wybrano inny wzór wypełnienia niż **SOLID**. Przykłady wypełnień pokazuje rys. 11.





Rys. 11. Wypełnienie kolorem ciągłym lub dwoma kolorami z płynnym przejściem między nimi wg wybranego wzoru gradientu.

Na koniec uwagi istotne przy kreskowaniu podczas tworzenia modeli w przestrzeni 3D. Zarówno kreskowania jak i wypełnienie jest tworzone na aktualnej płaszczyźnie konstrukcyjnej (pł. XY aktualnego LUW na określonym poziomie). Jeśli obwódca jest zdefiniowana obiektami (przycisk **Wybierz obiekty**) a nie leżą one w płaszczyźnie konstrukcyjnej to kreskowanie wykonywane jest w granicach ich rzutu prostokątnego na płaszczyznę konstrukcyjną. Jeśli obwódca jest zdefiniowana poprzez wskazanie punktu w zamkniętym obszarze (przycisk **Wskaz punkty**) to wszystkie obiekty definiujące kontur powinny leżeć w jednej płaszczyźnie **równoległej** do aktualnej płaszczyzny konstrukcyjnej. Kreskowanie wykonane będzie w granicach ich rzutu prostokątnego na płaszczyznę konstrukcyjną.

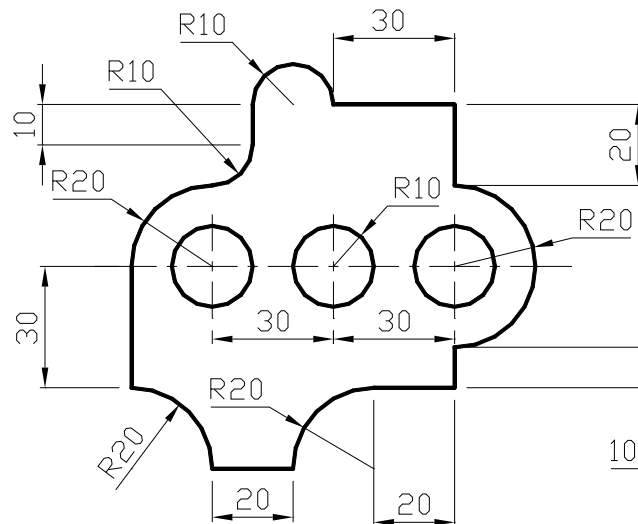
Wykaz poleceń

Polecenie	Opis
 elipsa, _ellipse, E M: Rysuj – Elipsa ▶  Rysuj – 	<p>Rysuje elipsę lub łuk eliptyczny o określonych osiach/półosiach i środku w zależności od wybranej opcji</p> <p>Opcje:</p> <ul style="list-style-type: none"> łUk – pozwala narysować łuk eliptyczny śrOdek – pozwala najpierw wskazać środek a potem półosię oBrót – pozwala wyznaczyć drugą (pół)oś jako rzut okręgu o promieniu równym pierwszej (pół)osi na płaszczyznę pod określonym kątem
 splajn, _spline, SPL M: Rysuj – Splajn  Rysuj – 	<p>Rysuje splajn krzywą gładką 3 stopnia wpasowaną w podane punkty.</p>
 obszar, _solid, OBS	<p>Rysuje wypełnione czworokąty lub trójkąty stykające się bokami.</p>
 przykryj, _wipeout M: Rysuj – Przykryj	<p>Rysuje wielobok przykrywający znajdujące się pod nim obiekty. Brzegi wieloboku mogą być widoczne lub nie. Ustawia się to opcja Ramka.</p>
 prostok, _rectang, PRO M: Rysuj – Prostokąt  Rysuj – 	<p>Rysuje polilinię w kształcie prostokąta na podstawie dwóch narożników lub jego wymiarów. Wybrane opcje umożliwiają:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fazuj – narysować prostokąt ze ściętymi narożnikami Zaokrągli – narysować prostokąt z zaokrąglonymi narożnikami Szerokość – narysować prostokąt o określonej szerokości polilinii Wymiary – podać wymiary prostokąta zamiast drugi narożnik.
 wielobok, _polygon, WBO M: Rysuj – Wielobok  Rysuj – 	<p>Rysuje polilinię w kształcie foremnego wielokąta o podanej liczbie boków. Wybrane opcje umożliwiają narysować wielokąt na podstawie:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bok – długości jego boku Wpisany – środka i promienia okręgu opisanego (!) na nim Opisany – środka i promienia okręgu wpisanego (!) w niego
 revcloud, _revcloud M: Rysuj – Chmurka wersji  Rysuj – 	<p>Rysuje polilinię jako łańcuch łuków tworząc kształt chmurki. Wybrane opcje</p> <ul style="list-style-type: none"> Obiekt – zamieniają istniejące obiekty na łańcuch łuków Długość łuku – pozwala ustalić nową długość segmentów łukowych
 pierścień, _donut, PR M: Rysuj – Pierścień  Ikona – 	<p>Rysuje szereg polilinii w kształcie wypełnionego pierścienia (grubego okręgu) składająca się z 4 łuków o określonej grubości, która jest wyliczana na podstawie średnic wewnętrznej i zewnętrznej.</p>
 gkreskuj, _bhatch, GK M: Rysuj – Kreskuj...  Rysuj – 	<p>Tworzy kreskowanie lub wypełnia obszar kolorem i dodatkowo wg życzenia tworzy polilinie lub region(y) obejmujące zakresowany region.</p>

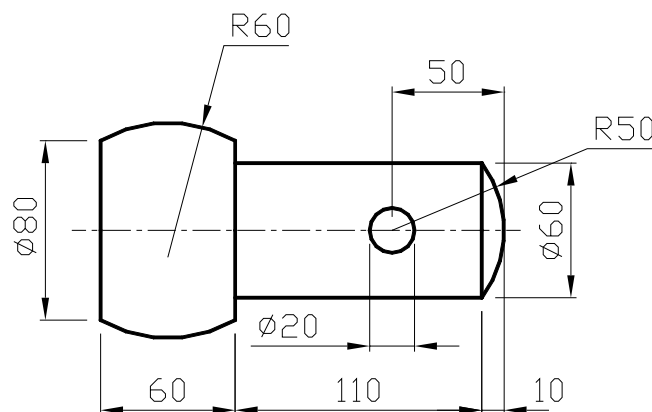
Legenda:  – linia poleceń; **M:** – menu;  – pasek narzędziowy

Ćwiczenie nr 3 - Zadania do wykonania

1. Narysuj płytkę stosując na zmianę polecenia **linia** i **łuk**. Łuki rysuj korzystając z opcji **kąt** lub **zwrot** (bo tylko one pozwalają wygiąć łuk w dowolnym kierunku). Okręgi wewnątrz narysuj korzystając z faktu, że co najmniej 2 z nich są współśrodkowe z łukami. Narysuj jeden z nich a resztę korzystając z polecenia **kopiuj** lub **szyk**. **Nie nanosź wymiarów.**

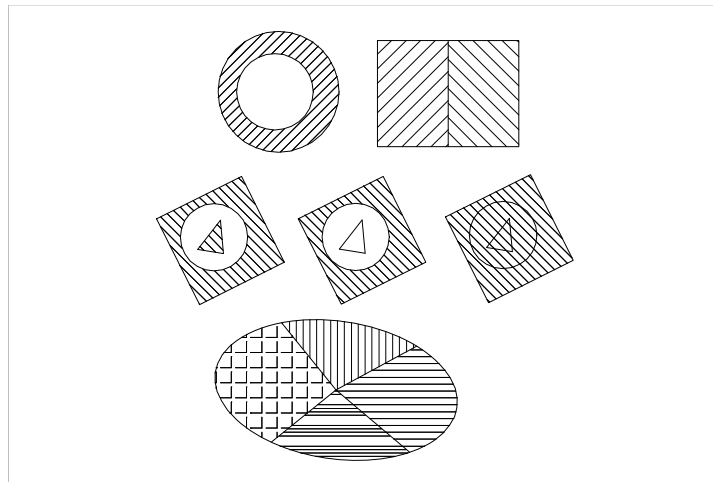


2. Narysuj walek pokazany na rysunku niżej. Zauważ, że łuki R60 nie są współśrodkowe. **Nie nanosź wymiarów.**



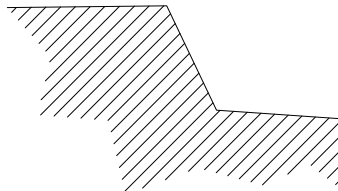
3. Narysować kilka okręgów i zakreskować wybranym wzorem kreskowania. Kreskowanie wykonać na osobnej warstwie z zastosowaniem linii CONTINUOUS - linia ciągła. Użyć różnych współczynników skali i kątów pochylenia.

4. Wykonać kolejne rysunki z kreskowaniem (proszę uzyskać wygląd jak najbardziej zbliżony do rysunku)



5. Narysować kwadrat (np. o boku 100) i zakreskować go liniami pionowymi o odległości między nimi wynoszącej 1/10 długości boku (w kreskowaniu zastosuj typ Użytkownika.).

6. Poleceniem **-kreskuj** (z linii poleceń z kreską poprzedzającą) wykonać kreskowanie bez granicy kreskowania wg wzoru jak niżej.



7. Poleceniem **plinia** utwórz obiekt:



Wymiary strzałek:

- grot o szerokości 0-10,
- długość 20,

linia pomiędzy grotami

- długość 100,
- szerokość 2.

8. Poleceniem **wielobok** utwórz obiekt składający się z okręgu o promieniu 30 oraz sześciokąta współśrodkowego z okręgiem i odległości pomiędzy bokami 40.

