

# Ćwiczenie nr 4 - Modyfikacja elementów

## Modyfikacja obiektów graficznych

Mocną stroną AutoCAD'a są polecenia edycyjne. Wśród nich można wyróżnić *przekształcenia geometryczne* realizujące matematyczne operacje przekształceń liniowych przestrzeni jak np. translacja czy obrót; *konstrukcyjne*, które oprócz modyfikacji obiektów tworzą też nowe (wśród nich wyróżnia się podklasę poleceń powielających) oraz polecenia edycyjne dostosowane indywidualnie do różnych typów obiektów.

## Przekształcenia geometryczne

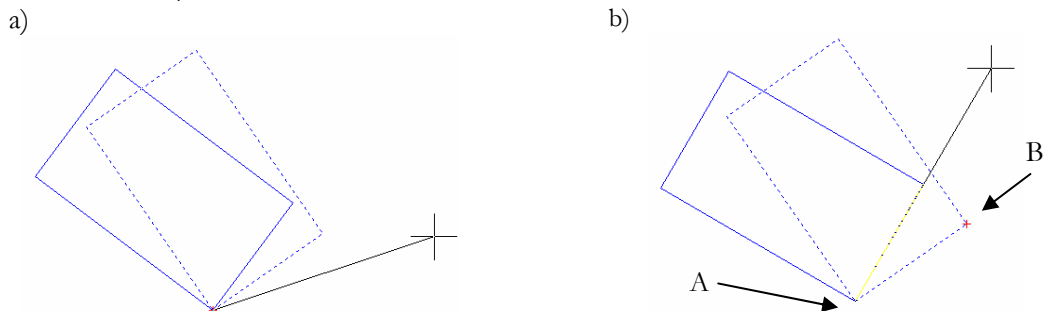
Polecenia z tej grupy realizują podstawowe przekształcenia przestrzeni takie jak: translacja, obrót, jednokładność oraz symetria osiowa. Matematycznie są one realizowane liniowym przekształceniem punktów przestrzeni w postaci  $\mathbf{p}' = \mathbf{A} \cdot \mathbf{p} + \mathbf{v}$ . Gdzie  $\mathbf{p}$  i  $\mathbf{p}'$  – punkt i jego obraz (wektory  $[x, y, z]$ );  $\mathbf{A}$  – macierz (3x3) przekształcenia oraz  $\mathbf{v}$  – wektor translacji.

### Przesuń

To polecenie realizuje translację o wektor  $\mathbf{v}$ . Wektor ten definiujemy przez podanie dwóch punktów – początku i końca wektora lub przez podanie jego składowych. W ostatnim przypadku, na pytanie o punkt pierwszy należy podać współrzędne wektora oddzielone przecinkiem a na pytanie o drugi wcisnąć ENTER. Jeżeli chcemy przesunąć określone obiekty, tak aby jakiś konkretny ich punkt A znalazł się w określonym miejscu B (np. chcemy nasunąć łuk na okrąg, tak aby ich środki się pokryły) to definiujemy wektor przez dwa punkty wskazując najpierw punkt A (środek łuku) a potem B (środek okręgu). Jeśli zaś znamy składowe przesunięcia (np. musimy odsunąć od ścian narysowany w narożniku prostokąta okrąg o podane odległości) to decydujemy się na sposób drugi.

### Obrót

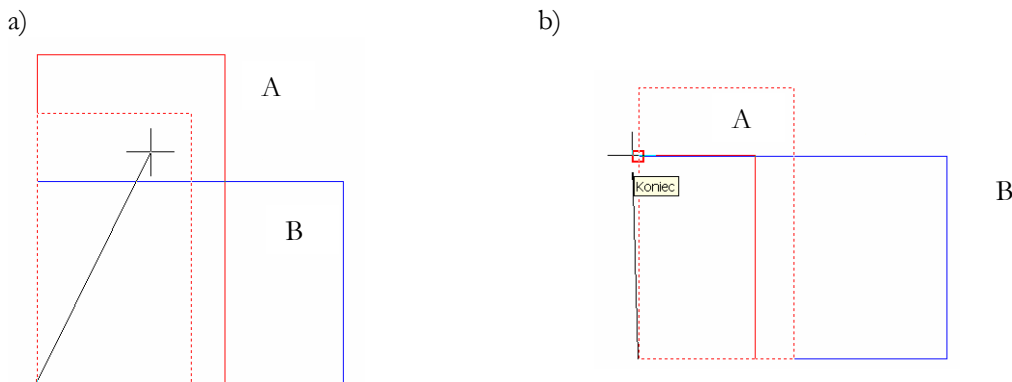
To polecenie wykonuje obrót obiektów wokół wskazanego punktu o zadany kąt  $\phi$  (rys. 1). Jeśli nieznana jest wartość kąta obrotu a znana jest końcowa orientacja obiektu (np. musimy sprowadzić do pionu prostokąt narysowany pod nieznanym kątem) to można posłużyć się opcją **Odniesienie**. Po jej wyborze musimy podać kąt odniesienia  $\alpha$ . Można go wskazać podając dwa punkty A i B. Wówczas kąt zawarty między osią OX sprowadzoną od punktu A a odcinkiem AB jest kątem, odniesienia  $\alpha$ . Efektem tego jest zmiana sposobu „trzymania” obiektów w czasie obrotu. Użycie odniesienia oznacza faktycznie obrót o kąt  $\phi - \alpha$ .



Rys. 1. Działanie polecenia **obróć**, a) obrót pochylonego prostokąta wokół narożnika – kąt „trzymania” obiektu nieznaną ze względu na nieznaną kąt pochylenia obiektu, b) obrót pochylonego prostokąta wokół narożnika – kąt „trzymania” obiektu ustalony opcją **Odniesienie** przez wskazanie końców dolnego boku prostokąta (w kolejności zaznaczonej na rysunku)

## Skala

To polecenie realizuje jednokładność obiektów względem wybranego punktu o określoną wartość skali  $n$ . Skala musi być dodatnia. Polecenie to zmienia rozmiary wybranych obiektów. Podanie wartości skali mniejszej od 1 pomniejsza a większej od 1 powiększa przekształcane obiekty. Jeśli na pytanie o skalę klikniemy myszą na ekranie to skala będzie liczbowo równa długości „wleczonego” odcinka. Z tej możliwości korzysta się rzadko i najczęściej podaje się skalę z klawiatury. Jeżeli skala przekształcenia jest nieznana a znane są rozmiary końcowe to możemy się posłużyć opcją **Odniesienie**. Po jej wyborze podajemy jakąś wartość  $m$  albo wskazujemy na ekranie dwa punkty (odległość między nimi będzie uznana jako wartość odniesienia). Po takim zabiegu podanie skali  $n$  spowoduje przeskalowanie obiektu o wartość  $n/m$ . Przykład (rys. 2), przeskalować prostokąt A tak, aby jego pionowy bok był równy pionowemu bokowi prostokąta B. W tym przypadku wartość skali powinna wynosić  $b/a$  ( $a$  i  $b$  – dł. pionowych boków prostokątów A i B). Ponieważ nie znamy ani  $a$ , ani  $b$  to stosujemy opcję **Odniesienie**.



Rys. 2. Działanie polecenia **skala**, a) wleczenie prostokąta A. Długość wleczonego (czarny) odcinka jest wartością skali, b) wleczenie prostokąta A po wydaniu opcji **Odniesienie** i wskazaniu jako odniesienia końców jego pionowego boku. Długość wleczonego odcinka jest wówczas dokładnie równa długości jego pionowego boku po przeskalowaniu, co pozwala nam prawidłowo podać rozmiary prostokąta chwytając na ekranie koniec pionowego boku prostokąta B.

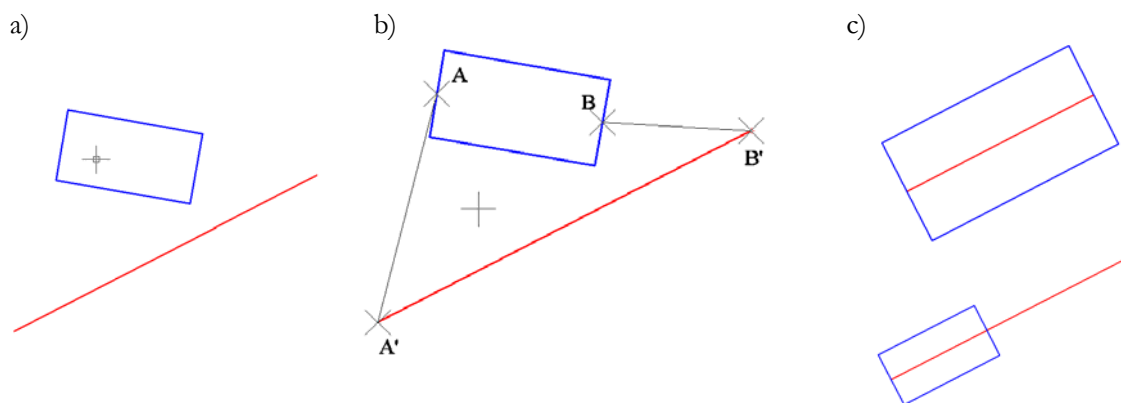
Wówczas  $a$  będzie przyjęta jako odległość między wskazanymi punktami po wyborze opcji **odniesienie**.

## Lustro

To polecenie realizuje symetrię osiową wybranych obiektów względem prostej. Standardowo polecenie to tworzy lustrzaną kopię obiektów w odbiciu względem prostej (a właściwie pionowej płaszczyzny, której śladem jest ta prosta). Oś odbicia definiuje się wskazując jej dwa dowolne punkty. Jeśli na pytanie „**Wymazać wskazane obiekty?**” odpowiemy **Tak** to efektem polecenia będzie „lustrzane” przerzucenie obiektów na drugą stronę prostej. Polecenie to stosuje się do tworzenia obiektów symetrycznych osiowo jak np. walki, zbiorniki cylindryczne, itp.

## Dopasuj

To polecenie realizuje dwa przekształcenia jednocześnie: translację, obrót (rys. 3). Dodatkowo, ale tylko na płaszczyźnie możliwe jest wykonanie trzeciego przekształcenia czyli skalowania. W czasie polecenia wskazujemy trzy punkty źródłowe A, B i C oraz trzy docelowe A', B' i C'. W płaszczyźnie wprowadza się tylko dwa punkty A, B i A', B (na pytanie o trzeci punkt źródłowy wciskamy ENTER). W tym poleceniu translację określa wektor  $\mathbf{AA'}$ , obrót kąt między odcinkami  $\mathbf{AB}, \mathbf{A'B'}$  oraz skalę stosunek długości odcinków  $A'B' / AB$ .

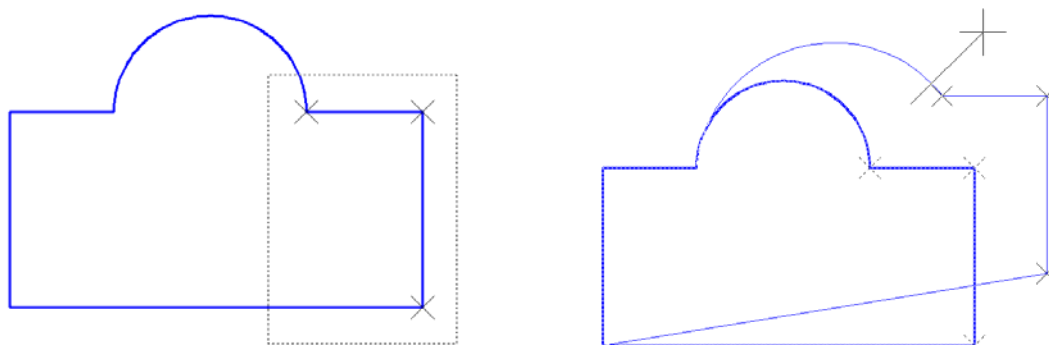


Rys. 3. Działanie polecenia **dopasuj**, a) pozycja wyjściowa, b) wskazujemy punkty dopasowania: Źródłowe A i B oraz docelowe A' i B', c) efekt końcowy ze skalowaniem (góra) i bez skalowania (dół)

Skalowanie realizowane jest tylko wtedy, gdy na pytanie „**Skalować obiekty bazując na punktach dopasowania?**” odpowiemy **Tak**. W przestrzeni 3D obrót jest tak realizowany, aby płaszczyzna ABC pokryła się z płaszczyzną A'B'C' a wektor AB był równoległy do A'B'. Polecenie to przydatne jest w trzech wymiarach kiedy musimy „przestawić” obiekt narysowany w innym miejscu we właściwe położenie.

### Rozciągnij

To polecenie daje efekty podobnie do polecenia **przesuń** z tą tylko różnicą, że działa tylko na te charakterystyczne punkty obiektów, które w czasie wskazywania znajdowały się **wewnątrz** okna wyboru. Po wydaniu polecenia powinno się wskazać obiekty opcją **prZeciecie** lub **Zwbok** (patrz opis polecenia **wybierz**). Okno lub wielobok wyboru powinien być rysowany linią przerywaną.



Rys. 4. Działanie polecenia **rozciągnij**

Na rys. 4 w oknie wyboru znalazły się trzy punkty zaznaczone krzyżykami. W efekcie tylko one są przesuwane podczas, gdy pozostałe punkty obiektu nie zmieniają położenia. To powoduje rozciąganie łuku oraz tego segmentu, który w czasie wyboru był przecięty oknem wyboru. Odcinki, które w czasie wyboru były zawarte całkowicie w oknie wyboru są po prostu przesuwane. Gdyby okno wyboru było rysowane linią ciągłą obiekt po operacji nie zmieniłby się. Polecenie to przydaje się, gdy zachodzi potrzeba zmiany kształtu figury np. wydłużenie jakiegoś jej fragmentu bez utraty spójności.

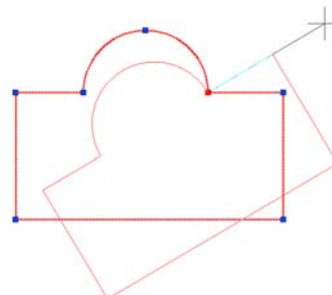
### Edycja uchwytami

Jest to specjalny tryb edycji, który może realizować jedno z poleceń: **przesuń**, **rozciągnij**, **obrót**, **lustro** i **skala**. Aby go użyć należy w trybie oczekiwania na polecenie wybrać obiekty. To spowoduje ich zaznaczenie oraz ujawnienie ich uchwytów (niebieskie prostokąciki). Teraz należy umieścić kursor nad jednym z uchwytów i kliknąć lewym przyciskiem myszy. Wybrany kursor zmieni kolor (na czerwony) i od tego momentu aktywne staje się polecenie **rozciągnij**, które umożliwia przesunięcie wybranego punktu lub punktów, jeżeli w tym samym miejscu spotkają się końce innych obiektów, które też zostały wybrane.

Wyboru polecenia edycyjnego dokonuje się SPACJĄ, której każde wciśnięcie przełącza cyklicznie polecenia w kolejności ... → **rozciągnij** → **przesuń** → **obróć** → **skala** → **lustro** → ... (nazwa aktywnego polecenia jest wyświetlana w linii poleceń np. **\*\* SKALA \*\***). Inny sposób to wybranie polecenia z menu kursora (prawy przycisk myszy), w którym są dostępne też i inne opcje. Wyboru polecenia można dokonywać wiele razy. Po uaktywnieniu polecenia wodzenie myszą na ekranie pokazuje od razu spodziewane efekty.

Na rys. 5 pokazano użycie polecenia **obróć** w trybie edycji uchwytami. Wybrany uchwyt (zaznaczony na czerwono) staje się punktem bazowym, który dla przesunięcia i rozciągania jest pierwszym punktem wektora translacji, dla obrotu i skali – środkiem przekształcenia a dla lustra pierwszym punktem linii odbicia. Punkt bazowy można wielokrotnie zmieniać opcją **Baza**.

Opcja **Kopiuj** powoduje, że aktywne polecenie będzie wykonywane wielokrotnie (ENTER kończy) na kopii wybranych obiektów. Tak więc zwykle kopiowanie można zrealizować edycją uchwytami po wyborze polecenia **przesuń** i włączeniu kopiowania.



Rys. 5. Edycja obiektu za pomocą uchwytów

## Polecenia konstrukcyjne

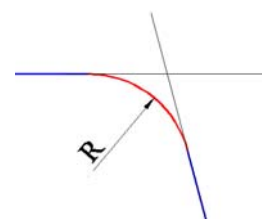
Charakterystyczną cechą tych poleceń jest nie tylko, że modyfikują obiekty, ale i to, że dodatkowo tworzone są nowe. Niekiedy łączy się to ze zmianą typu obiektu. Na przykład ucięcie okręgu powoduje jego zamianę na łuk. Do tej klasy poleceń należą też polecenia powielające, które nie dokonują żadnych modyfikacji a jedynie tworzą nowe obiekty na bazie wyboru.

### Zaokrągl

To polecenie **tworzy nowy łuk** w ten sposób, że wpisuje się on stycznie do dwóch wskazanych obiektów (rys. 6). Dodatkowo obiekty te (z wyjątkiem okręgów i elips) są odpowiednio wydłużane lub skracane tak, aby utworzyć gładkie połączenie z utworzonym łukiem. Obiektami tymi mogą być linie, łuki, okręgi, elipsy i splajny. Wszystkie obiekty muszą być utworzone w jednej płaszczyźnie konstrukcyjnej.

Polecenie umożliwia ustalenie promienia zaokrąglenia  $R$  (opcja **pPromień**), który obowiązuje dopóty, dopóki nie dokona się jego powtórnej zmiany. Opcją **Polilinia** można zaokrąglić od razu wszystkie narożniki wskazanej polilinii, natomiast opcją **Utnij** można ustalić czy zaokrąglane obiekty są modyfikowane czy nie.

Użycie tego polecenia z promieniem ustawionym na wartość zero można zastosować do łączenia ze sobą końców różnych linii bez potrzeby wykonywania sekwencji poleceń **wydłuż** i **utnij**. W czasie wykonywania polecenia wskazujemy pojedynczo obiekty (ewentualnie segmenty tej samej polilinii) bliżej tego końca, który ma być zaokrąglony.

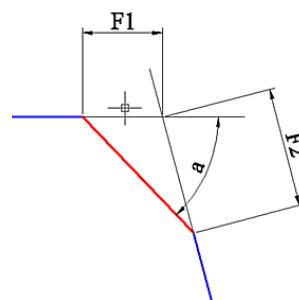


Rys. 6. Zaokrąglenie dwóch odcinków

### Fazuj

To polecenie **tworzy nowy odcinek**, którego pierwszy koniec jest ułożony w odległości  $F1$  a drugi w odległości  $F2$  od rzeczywistego lub hipotetycznego punktu przecięcia dwóch odcinków lub segmentów liniowych polilinii. Odcinki lub segmenty liniowe polilinii są dodatkowo odpowiednio wydłużane lub skracane tak, aby utworzony odcinek łączył się z nimi swoimi końcami (rys. 7).

Odległości  $F1$  i  $F2$  ustala się opcją **Fazy**. Opcją **Polilinia** można sfazować od razu wszystkie narożniki wskazanej polilinii, natomiast opcją **Utnij** można ustalić czy fazowane linie są modyfikowane czy nie. Dodatkowo opcja **kąT** pozwala



Rys. 7. Fazowanie dwóch odcinków z zaznaczonymi fazami

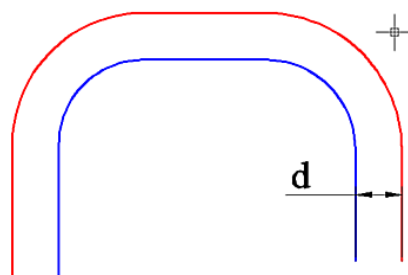
dokonać fazowania na podstawie  $F1$  oraz kąta  $a$  (kąt między tworzoną linią a pierwszym obiektem). Faza  $F2$  jest wówczas wyliczana automatycznie. Należy pamiętać, że faza  $F1$  jest odmierzana na pierwszej wskazanej linii natomiast  $F2$  na drugiej, stąd kolejność wskazywania jest tu istotna.

## Odsuń

To polecenie tworzy tzw. kopię równoległą obiektów. Nadaje się ono do rysowania przebiegów rurociągów lub modelowania obiektów o określonej grubości. Kopia obiektów jest tak tworzona, że odległość każdego jej punktu od oryginału jest jednakowa i równa ustalonej odległości odsunięcia  $d$ .

Kopia równoległa nie jest identyczna z oryginałem. Różnice ujawniają się w elementach krzywoliniowych jak np. łuki. Elementy te mają zmienioną krzywiznę. Na przykład odsunięcie łuku tworzy nowy łuk o tym samym kącie rozwarcia, ale o promieniu odpowiednio większym lub mniejszym o  $d$  w zależności od wybranej strony odsunięcia.

Na rys. 8 pokazano efekt odsunięcia polilinii (wewnętrzna krzywa) na odległość  $d$  w stronę wskazaną kursorem. W czasie realizacji polecenia podajemy wartość odsunięcia  $d$  (możemy wcisnąć ENTER, aby wybrać wartość poprzednią) i wielokrotnie (do momentu wciśnięcia ENTER) wskazujemy na zmianę obiekt do odsunięcia i punkt określający stronę odsunięcia. Opcja **przezPunkt** umożliwia tworzenie kopii równoległych nie na podstawie odległości  $d$  a na podstawie punktu, przez który ma ona przejść. To jest wygodne, gdy nie znamy wartości  $d$  a znamy natomiast punkt, przez który ma przejść kopia równoległa.



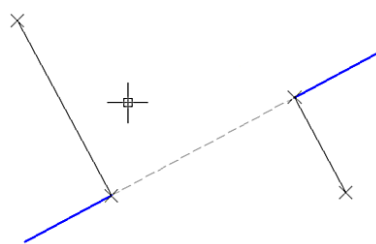
Rys. 8. Odsunięcie polilinii o odległość  $d$  (kolorem czerwonym narysowano nowopowstałą polilinię)

## Przerwij

To polecenie pozwala wyciąć kawałek linii z określonego obiektu geometrycznego. Wycinany jest kawałek zawarty między dwoma wskazanymi punktami. W czasie realizacji polecenia wskazujemy pojedynczy obiekt do przerywania a potem drugi punkt. Standardowo za pierwszy punkt przerywania uważa się miejsce, w którym dotknięto kursorem obiekt. Jeżeli miejsce dotknięcia obiektu nie miało być punktem przerywania to można wybrać opcję **Pierwszy**, aby powtórnie wprowadzić pierwszy punkt przerywania. Oba wskazywane punkty **nie muszą** leżeć na przerywanej linii.

Przerwanie zostaje dokonane zawsze między prostymi rzutami tych punktów na linię (rys. 9).

Jeżeli na prośbę o wskazanie drugiego punktu wpisujemy znak „@” to obiekt zostanie podzielony na dwa w miejscu wskazanym pierwszym punktem. Efektem tego polecenia może być skrócenie obiektu, jeśli rzut drugiego punktu na linię wypadł poza jej koniec. To polecenie można stosować tam, gdzie nie da się zrealizować polecenia **utnij**.



Rys. 9. Działanie polecenia **przerwij**

## Utnij

To polecenie działa podobnie jak **przerwij** z tą różnicą, że punkty przerywania są wyznaczone przez miejsca przecięcia (lub styku) wskazywanych obiektów z liniami obiektów, które zostały wybrane jako krawędzie tnące. W czasie polecenia na początku tworzymy zbiór wyboru (dowolną metodą), który zawiera obiekty będące krawędziami tnącymi (koniec wyboru klawiszem ENTER), a potem pojedynczo wskazujemy te fragmenty linii obiektów, które mają być odrzucone. Warto pamiętać, że obiekty tnące mogą być też cięte. Uwaga wskazywanie obiektów z przyciśniętym klawiszem SHIFT powoduje ich wydłużanie do zaznaczonych krawędzi i wówczas polecenie działa tak samo jak polecenie **wydłuż**.

## Powielanie obiektów

Powielanie obiektów pozwala na wielokrotne wykorzystanie już narysowanych obiektów np. śruby, króćce itp. Do powielania używa się poleceń **kopiuuj**, **szyk** oraz edycję uchwytami. Odmianą polecenia służącego od powielania jest też polecenie **lustr**. Należy pamiętać, że polecenia tego typu powinno się wydawać dopiero po całkowitym zakończeniu rysowania oryginału.

Polecenie **kopiuuj** działa identycznie jak polecenie **przesuń** z tą tylko różnicą, że działa na kopiach wybranych elementów. Kopiując elementy podajemy zawsze przesunięcie względem oryginału.

Kopiowanie przy pomocy edycji uchwytami (patrz wyżej) wymaga tylko włączenia opcji **Kopiuuj**. Przewagą tego sposobu nad poleceniem **kopiuuj** jest to, że kopie nie są tylko równoległym przesunięciem oryginału o pewien wektor, ale mogą być dodatkowo w stosunku do oryginału obrócone, przeskalowane czy stanowić jego odbicie lustrzane.

Polecenia **szyk** umożliwia wykonanie dowolnej ilości kopii, o ile kopie mają być rozmieszczone w sposób regularny. Są dwa rodzaje szyku: *prostokątny* (kopie są rozmieszczone w  $m$  wierszach i  $n$  kolumnach np. pęczek rur) oraz *kołowy* kiedy kopie są rozmieszczone równomiernie wokół określonego punktu (np. zęby w kole zębatym). Polecenie działa w trybie dialogowym, co ułatwia wprowadzanie danych. Warto skorzystać z przycisku **Podgląd**, aby przed ostatecznym zatwierdzeniem przyjrzeć się efektom i ewentualnie skorygować parametry polecenia. Także warto zwrócić uwagę na przyciski



które pozwalają wskazać niektóre parametry na ekranie zamiast wpisywać ich wartości (czasami nieznane) z klawiatury. Szczególnie pierwszy z nich pozwala ustalić jednocześnie odstęp między wierszami i kolumnami przez wskazanie dwóch punktów definiujących rozmiar podstawowej „komórki” szyku prostokątnego.

## Edycja geometrii i cech obiektów

Ta grupa poleceń pozwala na zmianę geometrii obiektów poprzez manipulowanie ich danymi geometrycznymi takimi jak charakterystyczne punkty oraz wymiary a także na zmianę cech obiektów takich jak, przynależność do warstwy, kolor, wzór linii itp.

Niektóre obiekty np. splajn, polilinia, kreskowanie, czy tekst posiadają specjalnie dedykowane im polecenia służące do ich edycji i uwzględniające ich specyficzny charakter. Polecenia te są dostępne w menu **Zmiana** → **Obiekt**. Można je też wywoływać z menu kursora jeśli najpierw wybierzemy pojedynczy obiekt.

## Wydłużanie obiektów

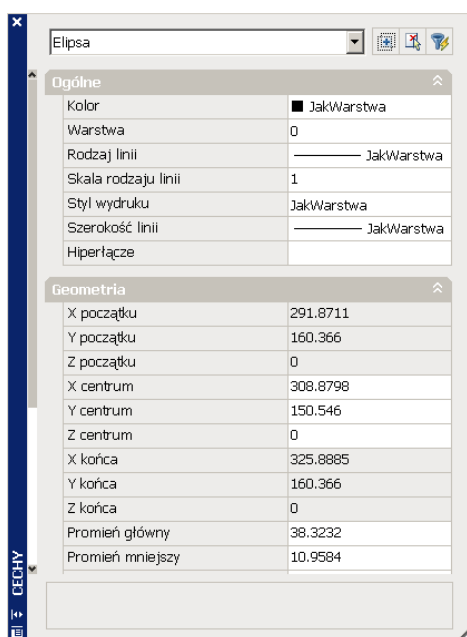
Do wydłużania obiektów można stosować polecenia, **wydłuż** i **przedłuż**. Oba powodują zmianę długości krzywej zgodnie z jej charakterem. Pierwsze z nich **wydłuż** pozwala tylko na wydłużenie linii obiektu do miejsca określonego hipotetycznym punktem przecięcia się tego obiektu z najbliższą krawędzią tj. linią należącą do jakiegoś obiektu ze zbioru wyboru. Najpierw wskazuje się zbiór wyboru obiektów tworzących krawędzie, do których będą wydłużane obiekty (**Wybierz krawędzie obwiedni ...**), a potem pojedynczo wskazuje się obiekty do wydłużenia. Należy wskazywać je bliżej tego końca, który ma być wydłużony. Wskazywanie obiektów z przyciśniętym klawiszem SHIFT powoduje ich ucinanie zaznaczonymi krawędziami i wówczas polecenie działa tak samo jak polecenie **utnij**.

Polecenie **przedłuż** pozwala zarówno na wydłużenia jak i na skrócenie. Po wydaniu polecenia podajemy sposób jego realizacji i tak **przyrost** – oznacza zmianę o określoną wartość (ujemną lub dodatnią); **Procent** – oznacza zmianę długości obiektu poprzez określenie procentu jego całkowitej długości (np. 50 oznacza skrócenie do połowy a 150 wydłużenie o 50%); **Całkowita** – oznacza zmianę długości wybranego obiektu przez podanie jego nowej całkowitej długości i wreszcie **dynamicznie** – zmienia długość wybranego obiektu w oparciu o przeciągnięcie jego końca.

















































## Edycja cech

Polecenie **cechy** jest uniwersalnym poleceniem i pozwala ono na zmianę dowolnego parametru opisującego dany obiekt. Po wydaniu polecenia pokazuje się okno dialogowe (panel Cechy, rys. 10), w którym można dokonywać zmian jego parametrów geometrycznych (tabelka „Geometria”), graficznych (tab. „Ogólne”) oraz innych (tab. „Różne”) w zależności od charakteru obiektu. Jeżeli w zbiorze wyboru jest wiele różnych obiektów to w oknie **Cechy** wyświetlone są jedynie informacje wspólne dla nich wszystkich wówczas dostępne jest jedynie tab. „Ogólne”. W tabelkach można jedynie zmieniać pozycje, których wartości są wyróżnione białym tłem. Wyświetlone okno dialogowe jest oknem niemodalnym, co oznacza, że można dokonywać operacji (np. wyboru lub odznaczania obiektów) na ekranie graficznym bez potrzeby jego zamykania. Parametry geometryczne można podawać precyzyjnie wpisując ich wartości z klawiatury. Punkty można ponadto precyzyjnie wskazywać na ekranie. Niektóre parametry wybiera się z list rozwijalnych. Po wyborze pozycji do zmiany u dołu okna podawany jest komentarz sugerujący, co można zrobić z danym parametrem.











Rys. 10. Widok okna dialogowego polecenia **cechy**

## Wykaz poleceń

| Polecenie  | Opis  |
|--|---|
|  <b>przesuń, _move, PRS</b><br><b>M:</b> Zmiana – Przesuń<br> Zmiana –                              | Przesuwa równolegle wybrane obiekty o podany wektor. Wektor definiuje się wskazując dwa punkty lub podając jego współrzędne.  |
|  <b>obróć, _rotate, OB</b><br><b>M:</b> Zmiana – Obrót<br> Zmiana –                                 | Obrót wybranych obiektów o zadany kąt względem zadanego punktu. Opcja <b>Odniesienie</b> pozwala na ustalenie nowego kierunku (innego niż oś OX), od którego mierzony jest kąt.   |
|  <b>skala, _scale, S</b><br><b>M:</b> Zmiana – Skala<br> Zmiana –                                   | Zmiana wymiarów wybranych obiektów o podany współczynnik względem zadanego punktu. Matematycznie jest to jednokładność. Opcja <b>Odniesienie</b> pozwala na ustalenie nowej jednostki mierzenia odległości innej niż jednostka rysunkowa.                           |
|  <b>lustro, _mirror, LUS</b><br><b>M:</b> Zmiana – Skala<br> Zmiana –                               | Tworzy lustrzaną kopię wybranych obiektów względem prostej wskazanej dwoma punktami.  |
|  <b>dopasuj, _align</b>   | Wykonuje translację, obrót i ewentualnie skalowanie na podstawie wskazanych dwóch/trzech punktów źródłowych i 2/3 docelowych.   |
|  <b>rozciągnij, _stretch, ROZC</b><br><b>M:</b> Zmiana – Rozciągnij<br> Zmiana –                    | Podobne do polecenia przesunąć, z tą różnicą, że działa tylko na te punkty charakterystyczne obiektów, które znalazły się w oknie wyboru (okno to musi być typu przecięcie). Jeżeli wskazany obiekt nie mieści się całkowicie w oknie wyboru to jest on rozciągany. |
|  <b>zaokrągl, _fillet, ZA</b><br><b>M:</b> Zmiana – Zaokrągl<br> Zmiana –                       | Tworzy łuk o podanym promieniu gładko łączący się z dwoma innymi obiektami których wymiary są odpowiednio modyfikowane. Daje to efekt zaokrąglenia krawędzi, którymi mogą być łuki, okręgi, łuki eliptyczne, linie, polilinie, promienie, splajny lub proste        |
|  <b>fazuj, _chamfer, FA</b><br><b>M:</b> Zmiana – Fazuj<br> Zmiana –                          | Fazuje dwa odcinki lub segmenty liniowe polilinii tworząc nowy odcinek odpowiednio dopasowany do narożnika. Fazowane linie są odpowiednio skracane/wydłużane.   |
|  <b>odsuń, _offset, OD</b><br><b>M:</b> Zmiana – Odsuń<br> Zmiana –                           | Tworzy nowy obiekt (kopię równoległą) w określonej odległości od istniejącego obiektu lub przechodzący przez podany punkt   |
|  <b>przerwij, _break, PRZ</b><br><b>M:</b> Zmiana – Przerwij<br> Zmiana –                     | Przerzywa wybrany obiekt między dwoma punktami.   |
|  <b>utnij, _trim, UT</b><br><b>M:</b> Zmiana – Utnij<br> Zmiana –                             | Ucina obiekt na krawędzi przecięcia określonej przez inne obiekty   |
|  <b>kopiuj, _copy, K</b><br><b>M:</b> Zmiana – Kopiuj<br> Zmiana –                            | Kopiuje wybrane obiekty. Kopie są równolegle przesunięte o podany wektor.   |
|  <b>szyk, _array, SZ</b><br><b>M:</b> Zmiana – Szyk<br> Zmiana –                              | Tworzy wiele kopii obiektów w szyku prostokątnym lub kołowym  |
|  <b>wydłuż, _extend, WYD</b><br><b>M:</b> Zmiana – Wydłuż<br> Zmiana –                        | Wydłuża obiekt do hipotetycznego punktu przecięcia z innym obiektem znajdującym się w zbiorze wyboru tzw. krawędzi obwiedni.  |
|  <b>przedłuż, _lengthen, PRZE</b><br><b>M:</b> Zmiana – Przedłuż<br> Zmiana –                 | Zmienia długość obiektów i zakres kątowy łuków o podana wartość wyrażoną:   |
|  <b>cechy, _properties, CE, <span>Ctrl-I</span></b><br><b>M:</b> Zmiana – Cechy<br> Zmiana –  | Wyświetla okno dialogowe pozwalające zmienić parametry geometryczne oraz inne cechy wybranych obiektów.   |

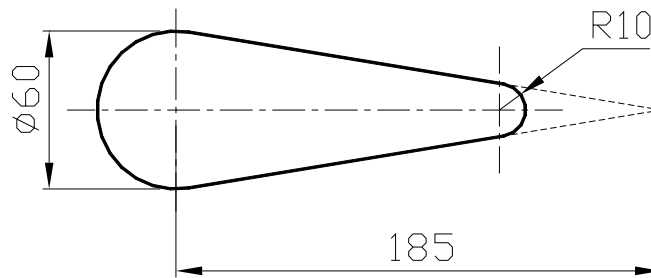


|  |  |
|--|--|
|  lista, _list, LS<br><b>M:</b> Narzędzia – Zapytania – Lista<br> Zapytania –  | Wyświetla w oknie tekstowym wszelkie informacje dotyczące wskazanych obiektów  |
|  edplin, _pedit, EDP<br><b>M:</b> Zmiana – Obiekt – Polilinia<br> ikona –     | Edycja polilinii. Wybrane opcje umożliwiają:<br><b>Dołącz</b> – pozwala dołączyć, linie, łuki i inne polilinie do polilinii edytowanej<br><b>Szerokość</b> – ustala nową szerokości dla <i>wszystkich</i> segm. polilinii<br><b>Krzywa</b> – dopasowuje polilinię do gładkiej krzywej zbudowanej z łuków<br><b>splajn</b> – zamienia polilinię na splajn<br><b>Polilinia</b> – usuwa dopasowanie do splajnu lub gładkiej krzywej prostując wszystkie segmenty.<br><b>Edwierzch</b> – wyświetla osobny zestaw opcji umożliwiający edycję wierzchołków np. przesuwanie ( <b>prZesuń</b> ); wstawianie nowych ( <b>Dodaj</b> ); zmianę szerokości pocz. i końcowej segmentu ( <b>Szerokość</b> ); wyprostowanie segmentu ( <b>prOstuj</b> ). Opcje <b>Nast</b> i <b>Poprz</b> służą do przesuwania kursora.<br><b>Otwórz, Zamknij</b> – otwierają i zamykają polilinię. |

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

## Ćwiczenie nr 4 - Zadania do wykonania

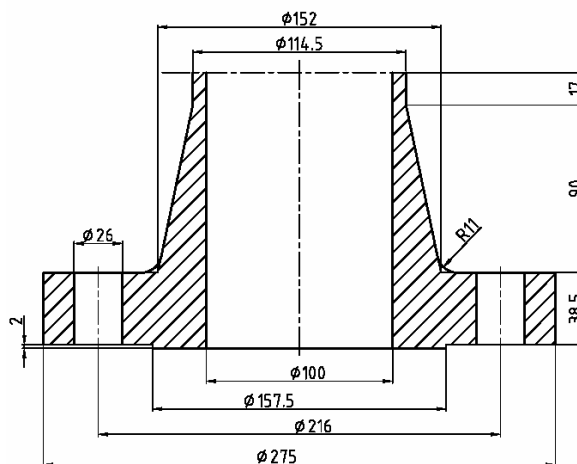
1. Narysuj przebieg pasa nawiniętego na koła  $D=60\text{mm}$  i  $D=10\text{mm}$  wg podanych wymiarów. Zauważ, że lewy łuk łączy się gładko (stycznie) z odcinkami. Zaczynij od rysowania okręgu o średnicy 60, potem narysuj dwa odcinki od punktu leżącego 185 jedn. na prawo od środka okręgu i stycznie do niego. Potem wytnij niepotrzebny fragment okręgu (polecenie **utnij** lub **przerwij**). Prawy łuk narysuj poleceniem **zaokrągl**. **Nie nanosź wymiarów**.



2. Narysuj rzut z góry prostokątnej płytki o wym. 100 x 200 mm. W przeciwległych narożnikach ma ona nawiercone otw. o średnicy 20 mm w odl. 15mm od obu krawędzi płytki. Zrób półkoliste (promień 10mm) wycięcia na środku każdej krawędzi. Zaokrąglj wszystkie narożniki promieniem  $R=15\text{mm}$ . Zastosuj polecenia: **linia**, **okrąg**, **kopiuuj**, **utnij**, **zaokrągl**.

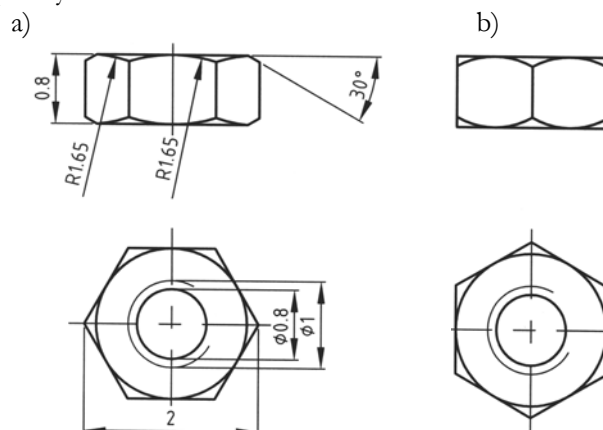
3. Narysuj półwidok, półprzekrój wałka składającego się z 3 segmentów o promieniach 30mm, 60mm i 40mm, które mają długości odpowiednio 40mm, 10mm oraz 50mm. Wzdłuż osi wałka przewiercono otwór o promieniu 10mm. Sfazuź krańcowe krawędzie wałka na głębokość 3mm pod kątem  $45^\circ$ . Zastosuj polecenia **linia**, **fazuj**, **lustro**.

4. Narysuj kolnierz pokazany na rysunku poniżej (narysuj połowę kolnierza a następnie skorzystaj z polecenia **lustro**). **Nie nanosź wymiarów**. Zastosuj polecenia: **linia**, **zaokrągl**, **wydłuż**.

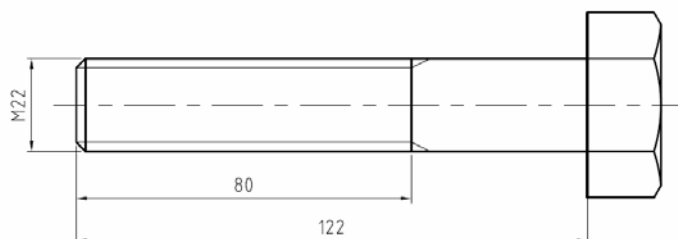


Po narysowaniu wykonaj rzut kolnierza z góry a następnie rozmieść na średnicy podziałowej 8 otworów pod śruby. Zastosuj polecenie: **szyk**. Zapisz rysunek.

5. Narysuj nakrętkę sześciokątną o wymiarach pokazanych na rysunku. Zaczynij od narysowania nakrętki w II stopniu uproszczenia a następnie wykonaj fazy na obu powierzchniach czołowych nakrętki pod kątem  $30^\circ$ . Punkt sfazowania znajdź korzystając z dolnego rzutu nakrętki. Do narysowania łuku środkowego skorzystaj z polecenia **luk 3p**. Do narysowania pozostałych łuków skorzystaj z opcji **pRomień**. Następnie narysuj nakrętkę w położeniu pokazanym na rysunku b. Zastosuj polecenia: **okrąg**, **wielobok**, **linia**, **luk**. Po narysowaniu nakrętki zapisz rysunek.



6. Wykorzystaj nakrętkę z zadania 5 do narysowania śruby oraz nakrętki o wymiarze M20 pokazanej na poniższym rysunku skorzystaj z polecenia **skala**. Po narysowaniu zapisz rysunek.

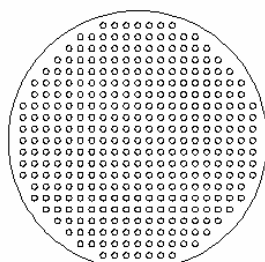


7. Narysuj rysunek złozeniowy połączenia kolnierzowego. Wykorzystaj kolnierz z zadania 4 oraz śrubę i nakrętkę z zadań 5 i 6. Pomiedzy powierzchniami uszczelniającymi kolnierzy umieść uszczelnienie spoczynkowe o grubości 2 mm i wymiarach  $\phi 153 \times \phi 113$ . Pomiedzy nakrętką a kolnierzem umieść podkładkę o grubości 1,5 mm oraz wymiarach  $\phi 46 \times \phi 24$ . Nie kreskuj ani nie nanosz wymiarów. Wykorzystaj polecenia: **kopiuuj**, **lustro**. Po narysowaniu zapisz rysunek.

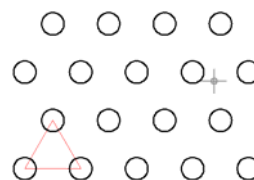
8. Zaprojektuj dno eliptyczne na zbiornik o średnicy wew. 250 mm i o grubości 5 mm. Głębokość dna (jeden z promieni elipsy) niech wynosi 80 mm. Pokaż jego przekrój poprzeczny. Zastosuj polecenie **elipsa** oraz **odsuń**.



9. Zaprojektuj dno sitowe o średnicy 451mm na pęczek rur o średnicy zew. 10mm. Rozmieszczonych w prostokątnej siatce o podziałce 20mm. Odległość rurek od ścianek zbiornika nie może być większa niż 10mm. Policz ilość rurek w dnie. (Wersja dla ambitnych niech rurki będą rozmieszczone w siatce heksagonalnej o podziałce 25mm)



Wygląd dna sitowego



Siatka heksagonalna oparta na trójkącie równobocznym o boku równym podziałce. Aby ją narysować trzeba dwa razy zastosować polecenie **szyk prostokątny**.