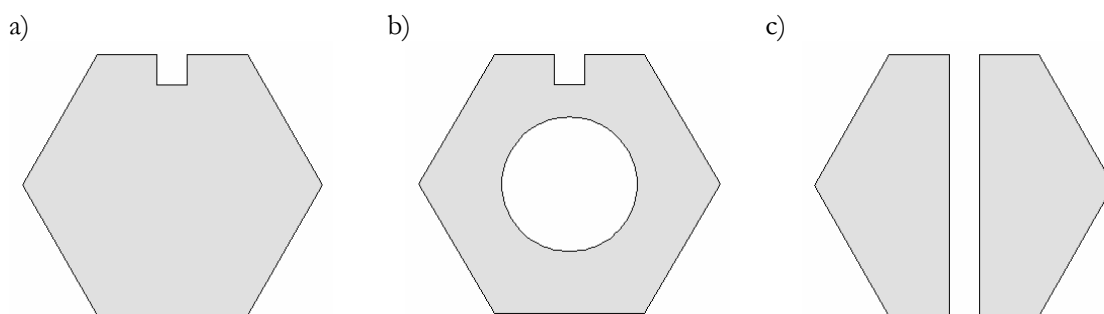


# Ćwiczenie nr 6 – Elementy uzupełniające

## Regiony

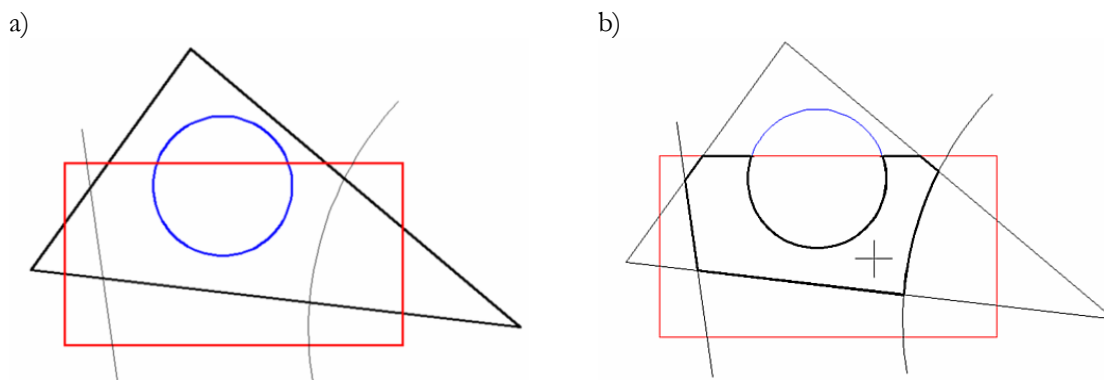
*Region* jest modelem znanej z geometrii figury płaskiej. Są to dwuwymiarowe obszary ograniczone zamkniętymi krzywymi zwanymi *pętlami*. Pętla jest brzegiem figury. Region składa się więc z pętli oraz części płaszczyzny, która jest przez nie ograniczona. Pętla to zamknięta krzywa (polilinia, splajn, okrąg, elipsa, powierzchnia 3D, trasa, obszar) lub zamknięty łańcuch połączonych ze sobą krzywych (linii, polilinii, łuków, łuków eliptycznych i splajnow). Pętla nie może się sama z sobą przecinać. Obiekty, które tworzą pętle muszą zostać albo zamknięte, albo tworzyć zamknięte obszary. **Wszystkie obiekty muszą być współpłaszczyznowe.** Tak więc okrąg narysowany poleceniem **okrąg** jest tylko krzywą (brzegiem koła). Zaś ten sam okrąg przekształcony na region jest już kołem. Region może być figurą spójną, niespójną lub wielospójną (patrz rys. 1 – wypełnienie nie jest elementem regionu i zostało dorysowane w celu podkreślenia różnic).



Rys. 1. Typy regionów, a) region spójny, b) region niespójny (z „dziurą”), c) region wielospójny (dwie rozdzielne figury stanowiące jeden obiekt)

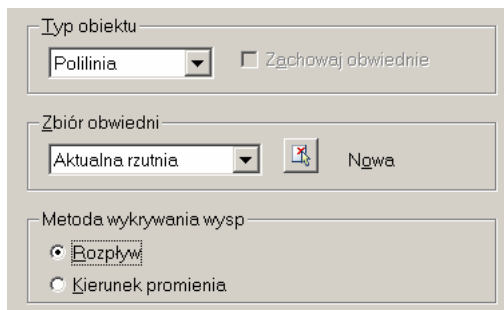
Regiony tworzy się poleceniami **region** lub **obwiednia** a także poleceniem **gkreskuj**. We wszystkich przypadkach regiony są tworzone na bazie istniejących obiektów, które definiują brzeg(i) regionów.

Polecenie **region** (rys. 2a) nakazuje wskazać obiekty, z których mają być utworzone regiony. Wymagane jest, aby obiekty stykały się dokładnie końcami (nie mogą przecinać się w punktach wewnętrznych, nie mogą też być rozłączne). Program analizuje wskazane obiekty i łączy je ze sobą tworząc z nich wszystkie możliwe pętle, które potem przekształca na regiony. Wynikiem polecenia jest zbiór regionów utworzonych dla każdej wykrytej pętli ze zbioru wskazań. Program informuje o ilości wykrytych pętli i utworzonych regionów. Pamiętaj, że obiekty ze zbioru wyboru, z których wykonane zostały regiony znikają (stają się składnikami regionu) zaś pozostałe pozostają nietknięte.



Rys 2.Sposoby tworzenia regionów a) trzy regiony (trójkąt, kwadratowy i okrągły) utworzone jednym poleceniem **region**, podczas którego wskazano wszystkie pokazane na rysunku obiekty. Linia i łuk nie zostały zaliczone do żadnej pętli stąd pozostają nienaruszone, b) przykład utworzenia regionu poleceniem **obwiednia**. Kursor pokazuje, który punkt wskazano jako wewnętrzny. Granicami regionu są linie biegnące po fragmentach trójkąta, prostokąta, okręgu oraz odcinka i łuku tak by najciaśniej obejmowały wskazany punkt.

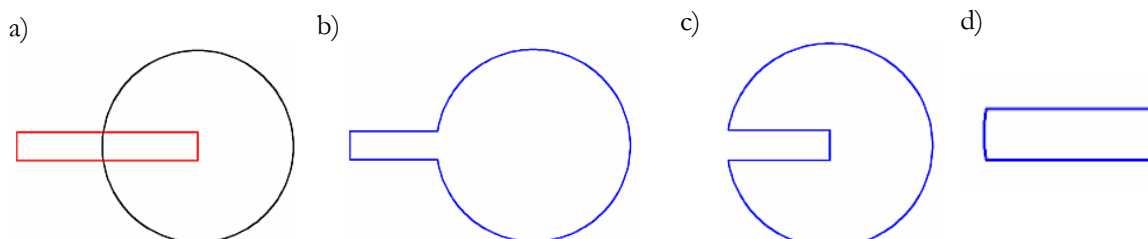
Polecenie **obwiednia** (rys.2b) (oraz **gkreskuj**) pozwala stworzyć region w sytuacji kiedy elementy tworzące pętle nie stykają się w punktach końcowych, ale przecinają się w punktach wewnętrznych. Tworzy się je przez wskazanie punktu wewnątrz hipotetycznego konturu utworzonego z elementów widocznych na ekranie. W tym przypadku pętle są generowane jako dodatkowe obiekty biegnące po fragmentach linii obiektów najciaśniej otaczających wskazany punkt. Obiekty, które posłużyły za granice obrysu pozostają nietknięte.



Rys. 3. Okno dialogowe polecenia **obwiednia**

Polecenie to wywołuje okno dialogowe (rys. 3), w którym aktywne są tylko grupy pól pokazanych wyżej oraz przyciski **Wskaz punkty** oraz **OK**, **Anuluj**. Analogiczne okno jest wywoływane w przypadku polecenia **gkreskuj**, przy czym w tym wypadku elementy pokazane na powyższym rysunku są dostępne w zakładce **Zaawansowane**. W polu **Typ obiektu** ustala się czy wygenerowana pętla ma utworzyć region czy polilinię. Jeśli wybierze się polilinię to polecenie to można uznać za jeszcze jedno polecenie służące do tworzenia polilunii. W polu **Zbiór obwiedni** ustala się, które obiekty są analizowane do generowania regionu/polilunii. Standardowo program proponuje wszystkie obiekty widoczne na ekranie (Aktualna rzutnia), ale można skorzystać z przycisku **Nowa** i zawęzić obszar analizy do wskazanych obiektów. Jest to przydatne, gdy na rysunku jest zbyt dużo obiektów lub niektóre z nich mają być zignorowane. W ostatnim polu **Metoda wykrywania wysp** określa się czy wewnętrzne pętle (tj. takie dla których wskazany punkt znajduje się na zewnątrz) mają być uwzględnione czy nie. Jeśli tak, to zaznaczamy pozycję **Rozpływ** i wówczas tworzony jest obszar z „dziurą”. Jeśli nie, to wybieramy pozycję **Kierunek promienia**.

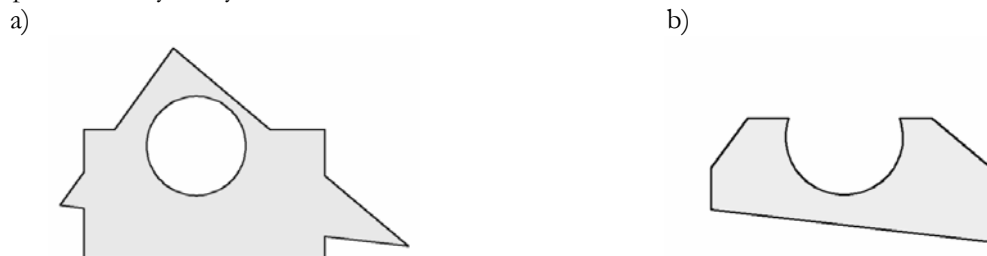
Na utworzonych regionach można dokonywać dodatkowych operacji, które pozwalają utworzyć regiony o bardziej skomplikowanych kształtach. Dostępne są polecenia: **suma**, **różnica** oraz **iloczyn** (wspólna część). Operacje te są intuicyjnie jasne, gdyż polecenia te tworzą nowe regiony zgodnie z zasadami algebry zbiorów, przy czym zbiorami składowymi są zbiory punktów należących do regionów wziętych do danej operacji. Jeżeli  $R_i$  będzie oznaczać  $i$ -ty region ze zbioru wyboru to suma będzie realizowana jako  $R_1 \cup R_2 \cup \dots R_i \cup \dots$  (suma zbiorów punktów  $R_i$ ) a iloczyn jako  $R_1 \cap R_2 \cap \dots R_i \cap \dots$  (wspólna część zbiorów punktów  $R_i$ ). Różnica pozwala odjąć od grupy (sumy) wskazanych regionów  $R_1, R_2 \dots$  grupę (sumę) innych regionów  $G_1, G_2 \dots$  czyli w efekcie wykonywana jest operacja  $(R_1 \cup R_2 \cup \dots) - (G_1 \cup G_2 \cup \dots)$ . W tym wypadku najpierw wskazuje się regiony tworzące sumę odjemną („**wybierz bryły i regiony do odjęcia od...**”) a potem regiony tworzące sumę odjemnika („**wybierz bryły i regiony do odjęcia...**”) Efekty tych poleceń pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Operacje na regionach, a) składniki P (prostokąt) i K (koło), b) suma  $P \cup K$ , c) różnica  $K - P$ , d) iloczyn  $K \cap P$

Na rys. 5 pokazano regiony utworzone z regionów z rys. 2 poprzez wykonanie odpowiednich operacji na regionach składowych. Regiony są elementami, które służą do tworzenia brył 3D. Na płaszczyźnie wykorzystuje się je do modelowania przekrojów. Poleceniem **paramfiz** można uzyskać wiele istotnych informa-

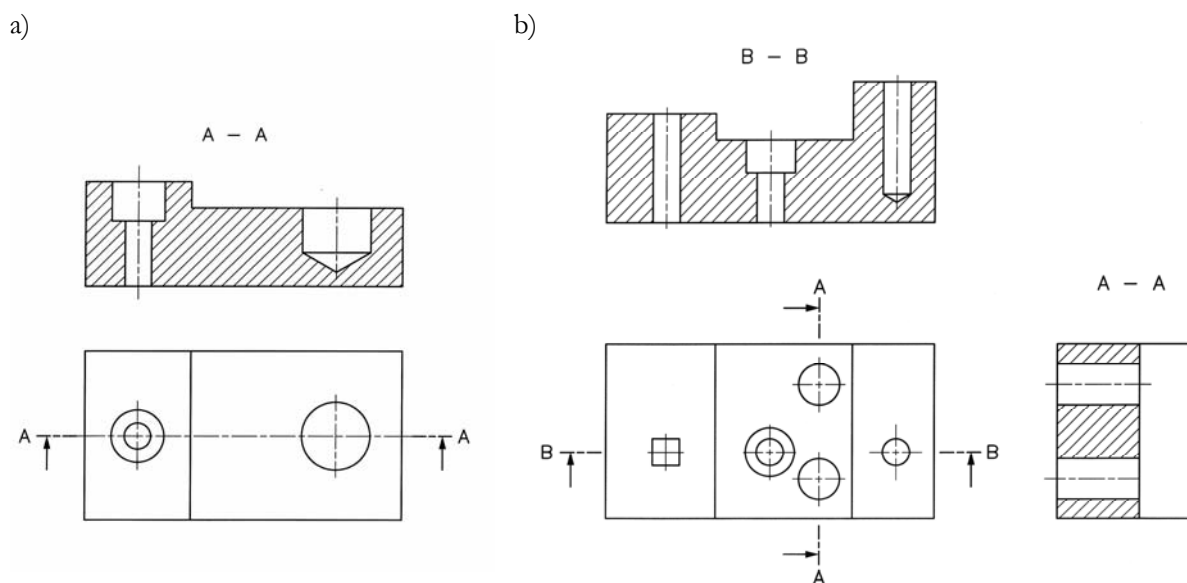
cji nt. figury reprezentowanej przez region. Te informacje to pole, obwód, położenie środka ciężkości, oraz wartości momentów, promienie bezwładności i wartość momentu odśrodkowego względem aktualnego LUW. Podawane są też główne momenty i osie bezwładności. Te wartości można wykorzystywać przy obliczeniach związanych z projektowanym elementem – na przykład w obliczeniach wytrzymałościowych zakładając, że region jest przekrojem zginanej belki wartości momentów pomogą przy wyznaczaniu naprężeń maksymalnych.



Rys 5. Operacje na regionach z rys. 2, a) region ten można utworzyć sumując region trójkątny z prostokątnym a potem odejmując od wyniku region okrągły lub od razu wykonując różnicę, gdzie od regionów trójkątnego i prostokątnego odejmuje się region okrągły, b) region ten można utworzyć robiąc iloczyn regionów trójkątnego i prostokątnego a potem odejmując od wyniku region okrągły.

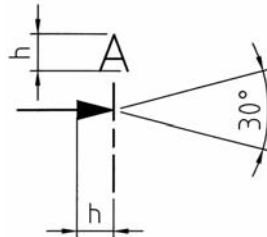
## Przekroje

W celu zwiększenia czytelności rysunku oraz zmniejszenia ilości rzutów, oprócz widoków stosuje się przekroje. Przekrój powstaje poprzez przecięcie przedmiotu pewną wyobraźną płaszczyzną i w wyniku takiego zabiegu zostaje "odsłonięte" wnętrze przedmiotu (w myślach należy odrzucić tę część przedmiotu, która jest położona bliżej obserwatora). Po wykonaniu przekroju rysuje się odsłonięte wnętrze bryły oraz wszystkie widoczne linie, które leżą za płaszczyzną przekroju. Miejsca, w których płaszczyzna przecina materiał kreskuje się linią ciągłą cienką. Odstępy pomiędzy liniami kreskowania zależą od wielkości przekroju i na rysunkach formatu A4 wynoszą od 0,5 do 5 mm. Dany element powinien być kreskowany z taką samą podziałką oraz w tą samą stronę na każdym wykonywanym przekroju. W zależności od stosowanej płaszczyzny, można rozróżnić przekroje proste oraz przekroje złożone (stopniowe, łamane).



Rys. 6. Przekroje proste, a) z jedną płaszczyzną, b) z dwiema płaszczyznami

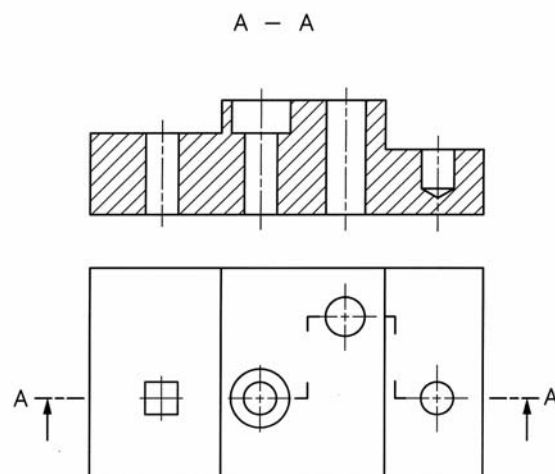
Przekroje proste powstają poprzez przecięcie przedmiotu płaszczyzną prostą (rys. 6). Każdy przekrój powinien być oznaczony dwiema takimi samymi literami oraz strzałką wskazującą kierunek rzutowania. Wejście oraz wyjście płaszczyzny przekroju oznacza się linią punktową grubą (np. CENTER, ACAD\_ISO08w100), przy czym powinna ona być nieco oddalona od krawędzi przedmiotu. Litery identyfikujące przekrój powinny być położone tak, by można je było odczytać od dołu rysunku przy czym należy je umieszczać obok linii oznaczającej wejście oraz wyjście płaszczyzny przekroju (rys. 6). Na rys. 7 pokazano główne wymiary strzałki oznaczającej kierunek rzutowania. Strzałkę, linię punktową oraz literę rysuje się linią grubą. Wysokość  $h$  litery oznaczającej przekrój jak również długość strzałki powinna odpowiadać wysokości pisma podstawowego na arkuszu pomnożonej przez  $\sqrt{2}$ . Na formacie A4 wysokość pisma podstawowego wynosi 3,5 mm, a więc długość strzałki oraz wysokość liter  $h$  wynosi 5 mm.



Rys. 7. Wymiary oraz sposób rysowania oznaczeń przekroju

Strzałkę wskazującą kierunek rzutowania należy rysować polilinią (**plinia**). Po uruchomieniu polecenia oraz wskazaniu punktu początkowego należy skorzystać z opcji **Szerokość**. Początkową szerokość ustaw na 0 zaś końcową szerokość ustaw na 2,7 mm (wówczas dla długości strzałki 5 mm, kąt rozwarcia wynosi około 30°). Po narysowaniu grotu strzałki ustaw szerokość równą 0 i dorysuj pozostałą część strzałki.

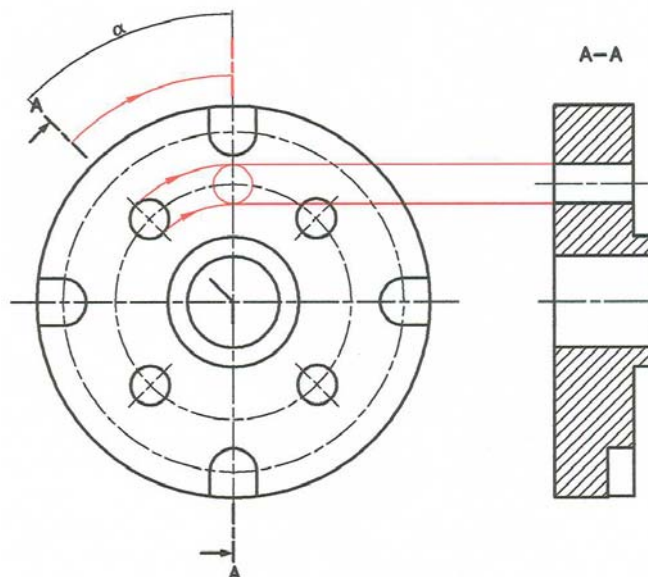
Przekrój złożony stopniowy powstaje poprzez zastosowanie dwóch lub więcej płaszczyzn prostych, które względem siebie są przesunięte. Na rys. 8 pokazano przykład z zastosowaniem przekroju złożonego stopniowego. Przy oznaczaniu przebiegu płaszczyzny przekroju miejsca jej załamania oznacza się linią punktową grubą. Miejsca załamania płaszczyzny tnącej na przekroju nie oznacza się, tzn. przekrój rysujemy przy założeniu, że płaszczyzny są sprowadzone do jednej płaszczyzny prostej.



Rys. 8. Przekrój złożony stopniowy

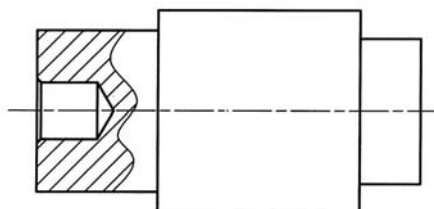
Rodzajem przekroi złożonych są również przekroje obrócone (rys. 9). Przekrój obrócony składa się z dwóch płaszczyzn prostych, przy czym płaszczyzny te położone są względem siebie pod kątem rozwartym. Obraz przekroju łamanego powstaje nieco inaczej niż dotąd poznane przekroje. W rzeczywistości płaszczyzny tnące położone są do siebie pod kątem, podczas rysowania przekroju należy obrócić nachyło-

ną płaszczyznę o pewien kąt  $\alpha$  do położenia pionowego (lub poziomego zależnie od usytuowania płaszczyzn). Wszystkie szczegóły konstrukcyjne leżące w płaszczyźnie przekroju oraz elementy przedmiotu widoczne w widoku należy obrócić razem z obracaną płaszczyzną. Na rys. 9 kolorem czerwonym narysowano położenie otworu po wykonaniu obrotu płaszczyzny tnącej oraz sposób jego rzutowania.



Rys. 9. Przekrój złożony obrócony

Do ukazywania wewnętrznych szczegółów przedmiotu stosuje się również tzw. przekroje miejscowe. Przekroi tych używa się wszędzie tam, gdzie wykonanie całkowitego przekroju nie jest konieczne. Przekroje miejscowe ogranicza się linią falistą cienką lub zygzakową cienką. Przykład przekroju miejscowego pokazano na rys. 10.

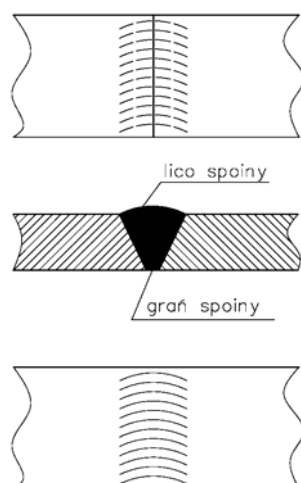


Rys. 10. Przekrój miejscowy

Linie falistą rysuje się wykorzystując polecenie **splajn** lub **plinia** z opcją wygładzania.

## Połączenia spawane

Bardzo często w technice łączenia materiałów wykorzystuje się spawanie. Połączenia takie przedstawia się w sposób uproszczony lub umowny. W spoinie rozróżnia się lico oraz grani (rys. 11). W uproszczeniu, spoinę połączenia spawanego w przekroju zaczernia się wykorzystując kreskowanie typu solid. W widoku od strony lica spoinę zaznacza się krótkimi lukami rysowanymi linią cienką (rys. 11), zaś widok niewidocznego lica (połączenie widoczne od strony grani) można oznaczać lukami cienkimi linią kreskową (np. **HIDDEN**, **ACAD\_ISO02W100**). Odległości pomiędzy lukami zależą od wielkości przedmiotu oraz grubości stosowanych linii (dla formatu A4 grubości te wynoszą: linia grubej 0,5 mm, linia cienka 0,25 mm) i dla formatu A4 powinny się zawierać w przedziale od 0,5 do 5 mm. Praktycznie rysuje się jeden luk po czym korzysta z polecenia **szyk**.



Rys. 11. Spoina typu V narysowana w uproszczeniu z zaznaczonym licem oraz granią

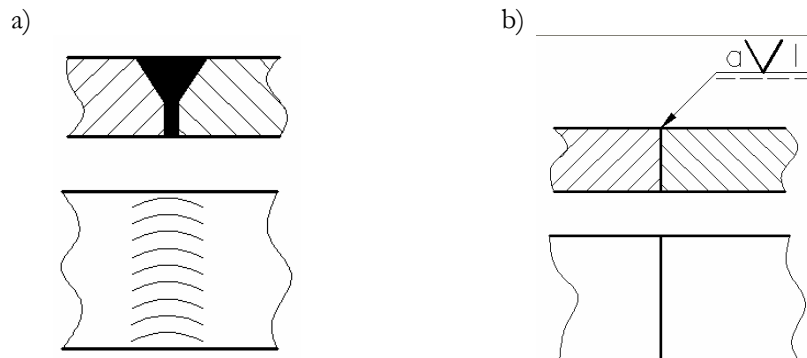
W zależności od kształtu brzegów elementów przygotowanych do spawania rozróżnia się różne rodzaje spoin czołowych. W tab. 1 przedstawiono część z wykorzystywanych rodzajów spoin.

Tabela 1. Rodzaje spoin oraz ich umowne znaki

Nazwa spoiny	Przekrój	Oznaczenie umowne z wymiarami
Czołowa typu I		
Czołowa typu V		
Czołowa typu 1/2V		
Czołowa typu Y		
Czołowa typu 1/2Y		
Pachwinowa		

Połączenia spawane można również przedstawiać w sposób umowny. Na przekrojach poprzecznych spoinę zaznacza się linią grubą z pominięciem kształtu spoiny. W widoku również spoinę oznacza się linią grubą. W sposób umowny spoiny wymiaruje się poprzez podanie oznaczenia spoiny (tab. 1), długości spoiny  $l$  oraz jej grubości  $a$ . Oznaczenia te podaje się nad linią odniesienia jak pokazano na rys. 12. Dodat-

kowo umieszcza się linię kreskową cienką po tej stronie linii odniesienia, po której znajduje się grąń spoiny.

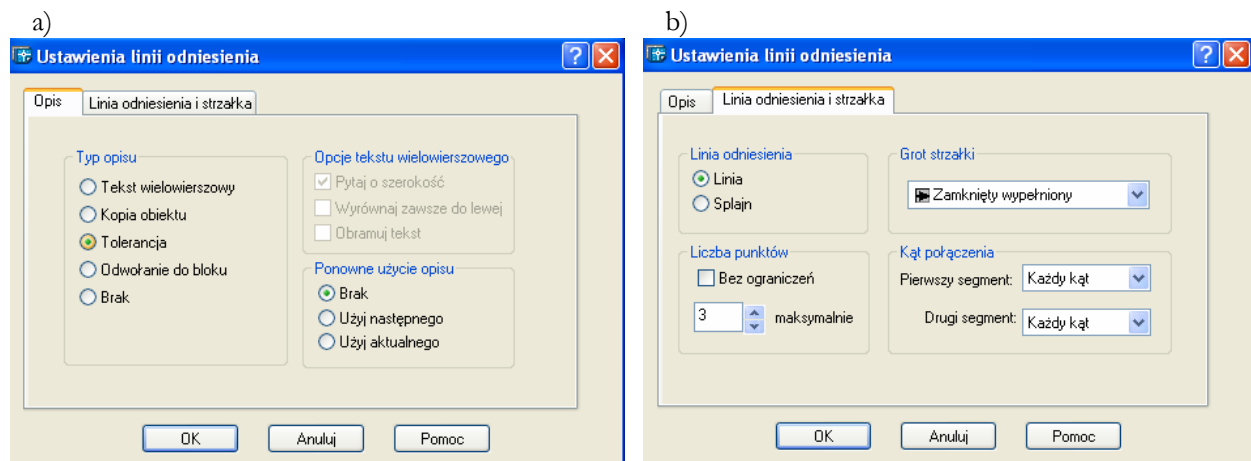


Rys. 12. Spoina typu Y, a) przedstawiona w sposób uproszczony, b) przedstawiona w sposób umowny

Linie odniesienia do oznaczania spoin w sposób umowny rysuje się poleceniem **slodnies**. Po uruchomieniu polecenia należy wejść w ustawienia oraz w zakładce Opis – Typ opisu zaznaczyć Brak. Symbol nad półką odniesienia należy rysować zgodnie z wymiarami podanymi w tab. 1.

## Tolerancje kształtu i położenia

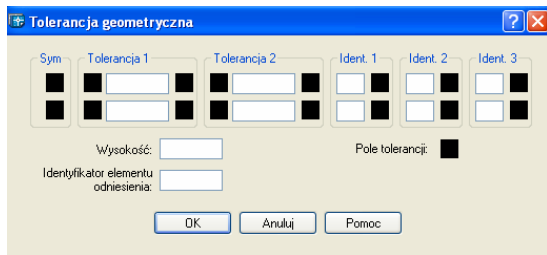
W programie AutoCad istnieje możliwość nanoszenia tolerancji kształtu i położenia. Tolerancje kształtu i położenia można wstawiać na dwa sposoby. Pierwszy polega na wykorzystaniu polecenia **slodnies**. Po wydaniu polecenia należy wejść w ustawienia wciskając Enter po czym pojawi się okno dialogowe. W zakładce opis należy zaznaczyć opcję Tolerancja, zaś w zakładce Linia odniesienia i strzałka należy wstawić liczbę punktów maksymalnie 3 jak na rys. 13.



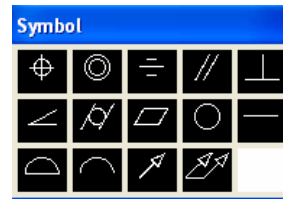
Rys. 13. Widok okna dialogowego polecenia, a) zakładka opis, b) zakładka linia odniesienia i strzałka

Po zatwierdzeniu ustawień należy wskazać pierwszy punkt linii odniesienia (położenie strzałki), drugi oraz trzeci. Po wskazaniu trzeciego punktu pojawi się okno dialogowe Tolerancje geometryczne (rys. 14a). Klikając w czarne pole pod napisem Sym pojawi się tabela wyboru symbolu tolerancji (rys. 14). W białym polu Tolerancja 1 należy wpisać wartość liczbową tolerancji. Jeżeli wymagane jest podanie elementu odniesienia (bazy), względem której określa się tolerancję, podaje się symbol literowy w polu Identyfikator elementu odniesienia.

a)



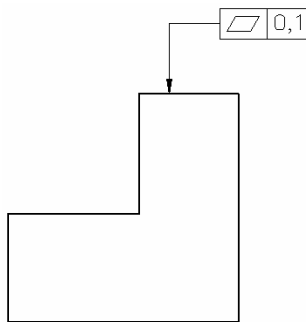
b)



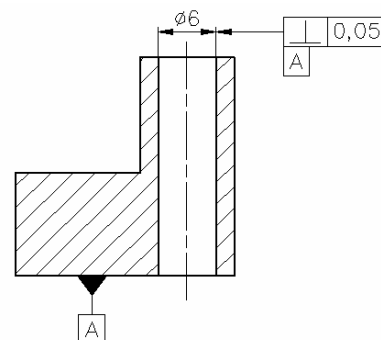
Rys. 14. Widok okna dialogowego, a) tolerancji geometrycznych, b) opcji Sym okna tolerancji geometrycznych

Za pomocą drugiego sposobu podawania tolerancji kształtu i położenia (polecenie **tolerancja**) wyświetlone zostaje tylko okno dialogowe jak na rys. 14. W tym przypadku linie łączące tabelkę z symbolem oraz wartością tolerancji należy narysować osobnym poleceniem np. **plinia**, lub **slodnies** z opcją brak opisu. Na rys. 15a pokazano przykładowy rysunek z zaznaczoną tolerancją płaskości, zaś na rys. 15b pokazano tolerancję prostokątności osi otworu względem powierzchni (bazy). Oznaczenie bazy odniesienia można rysować polilinią z początkową szerokością 3 mm zaś końcową 0 mm, symbol bazy należy podać za pomocą polecenia **tolerancja** wypełniając tylko pole Identyfikator elementu odniesienia.

a)















b)





Rys. 15. Tolerancje, a) płaskości powierzchni, b) prostokątności względem bazy



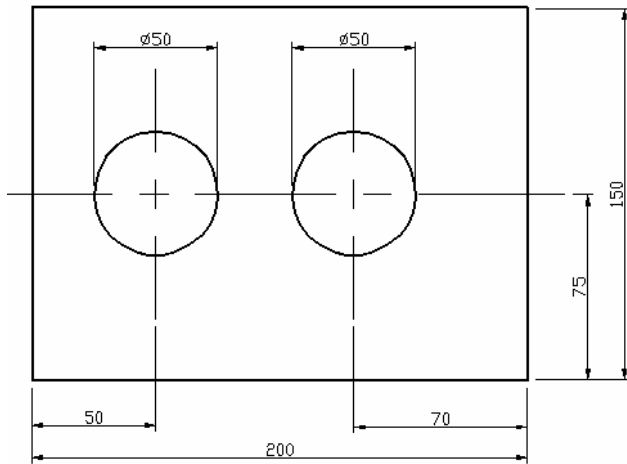
## Wykaz poleceń

Polecenie	Opis
 <b>region, _region, REG</b> <b>M:</b> Rysuj – Region  Rysuj – 	Tworzy regiony ze wskazanych przez użytkownika obiektów. Obiekty, które posłużą do tworzenia regionu są usuwane z rysunku chyba, że zmienna systemowa DELOBJ jest ustawiona na 0
 <b>Obwiednia, _boundary, OBW</b> <b>M:</b> Rysuj – Obwiednia...  Rysuj – 	Tworzy regiony lub polilinie przez wskazanie punktu wewnątrz zamkniętego konturu utworzonego przez przecinające się obiekty.
 <b>gkreskuj, _bhatch, GK</b> <b>M:</b> Rysuj – Kreskuj...  Rysuj – 	Tworzy kreskowanie lub wypełnia obszar kolorem i dodatkowo wg życzenia tworzy polilinie lub region(y) obejmujące zakresowany region.
 <b>plan</b> <b>M:</b> Widok – Zapytania – Parametry fizyczne  Zapytania – 	Podaje parametry fizyczne i geometryczne regionu lub bryły.

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

## Ćwiczenie nr 6 - Zadania do wykonania

1. Utwórz region z płytki pokazanej na rysunku.



Wskazówka:

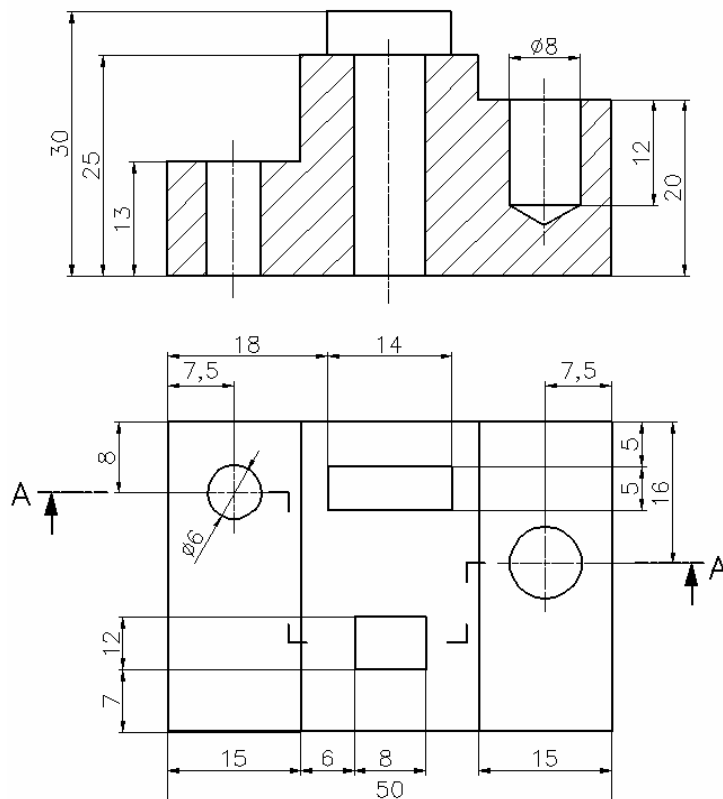
- Narysuj płytkę (bez wymiarowania)
- Zamień elementy składowe na 3 regiony (prostokąt i 2 okręgi)
- poleceniem Różnica utwórz jeden region przez odjęcie od prostokąta dwóch regionów kołowych

Wylicz jej pole powierzchni i narysuj dwie osie przechodzące przez jej środek ciężkości.

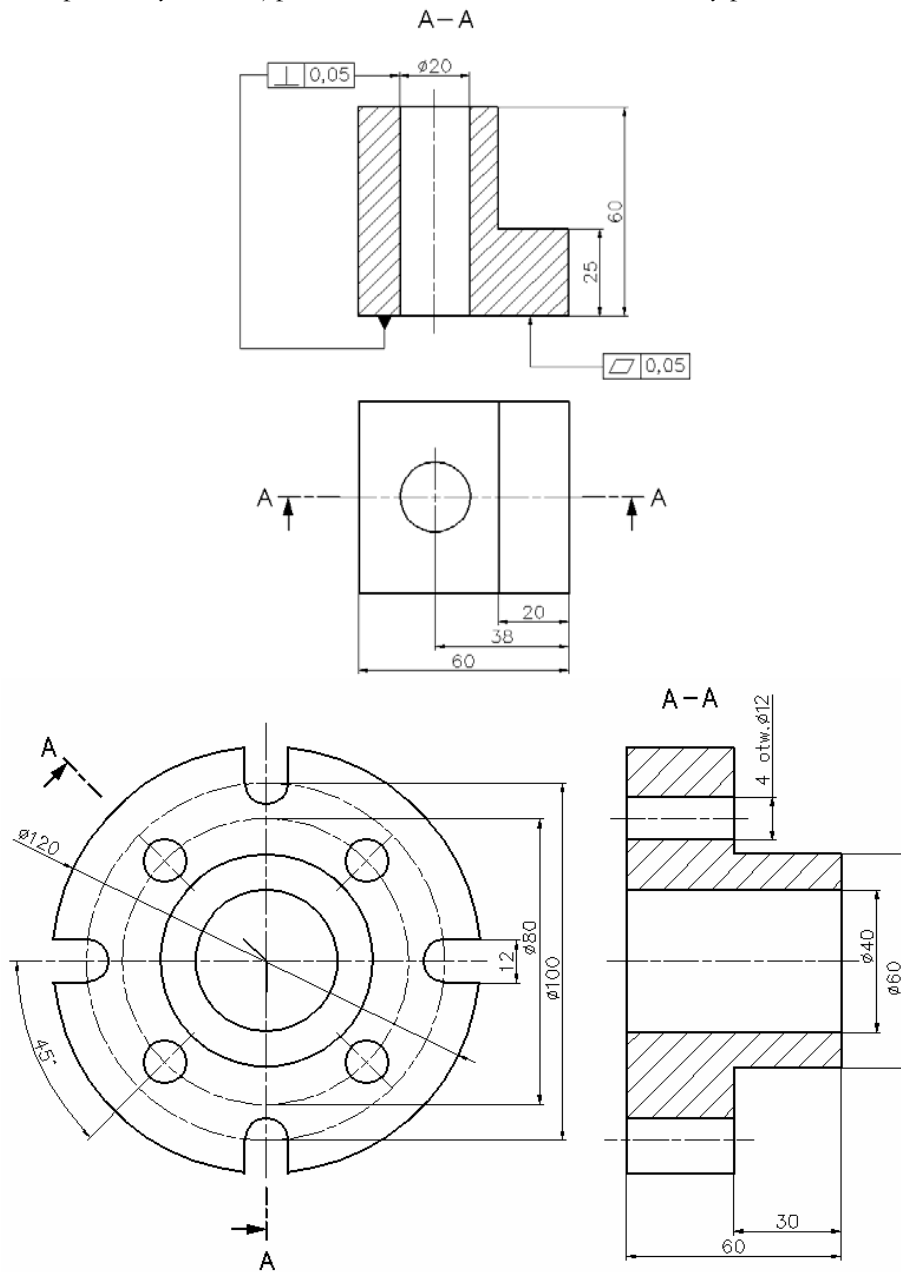
- zastosuj polecenie paramfiz

2. Narysuj poniższy przedmiot (przekrój stopniowy). Płaszczyznę tnącą narysuj korzystając z polecenia **plinia** a następnie podcinaj ją tak by uzyskać wygląd jak na rysunku poniżej. Wymiary strzałki oznaczającej kierunek rzutowania oraz rozmiary liter identyfikujących przekrój narysuj tak jak podano w teorii tego ćwiczenia.

A-A



3. Narysuj poniższe przedmioty. Nanieś wymiary oraz tolerancje. Do oznaczenie tolerancji prostopadłości osi otworu do podstawy zastosuj polecenie **słodnies**, do oznaczenia bazy polecenie **plinia**.



4. Narysuj dwuteownik wg rysunku. Narysuj osie przechodzące przez środek ciężkości. Wyznacz główne momenty bezwładności. (wykorzystaj regiony)

