

GRAFICZNY ZAPIS KONSTRUKCJI

Przewodnik do zajęć projektowych

pod redakcją **JÓZEFA JONAKA**

KRYSTYNA SCHABOWSKA

JAKUB GAJEWSKI

PRZEMYSŁAW FILIPEK

Lublin 2006

Opiniodawca:
Prof. dr hab. inż. Jerzy Bajkowski

Wszelkie prawa zastrzeżone

**©Copyright by
Józef Jonak, Krystyna Schabowska, Jakub Gajewski, Przemysław Filipek
And
Liber Duo S.C.**

**Wydanie pierwsze
Nakład 250 egzemplarzy**

Niniejszy przewodnik przeznaczony jest dla studentów kierunków niemechanicznych, którzy uczęszczają na zajęcia w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej.

W rozdziałach 1-8 zawarto podstawowe treści programowe wykładów, natomiast rozdział 9 zawiera przykłady arkuszy, jakie studenci kreślą podczas zajęć projektowych.

SPIS TREŚCI

1. WIADOMOŚCI WPROWADZAJĄCE
 - 1.1. Formaty arkuszy
 - 1.2. Linie rysunkowe
 - 1.3. Pismo techniczne
 - 1.4. Podziałki

2. WYBRANE ZAGADNIENIA Z GEOMETRII WYKREŚLNEJ
 - 2.1. Wprowadzenie
 - 2.2. Rzutowanie metodą Monge'a
 - 2.2.1. Rzuty punktu, prostych, płaszczyzn
 - 2.2.2. Elementy przynależne.
 - 2.2.3. Elementy wspólne.

3. ODWZOROWYWANIE KSZTAŁTU GEOMETRYCZNEGO PRZEDMIOTU
 - 3.1. Rzutowanie prostokątne metodą europejską
 - 3.2. Widoki
 - 3.3. Przekroje
 - 3.3.1. Oznaczanie przekrojów
 - 3.3.2. Rodzaje przekrojów
 - 3.3.3. Kłady
 - 3.3.4. Uwagi dotyczące rysowania widoków i przekrojów

4. ZAPIS WYMIARÓW
 - 4.1. Zasady graficzne zapisu wymiarów
 - 4.2. Ogólne zasady wymiarowania
 - 4.3. Rodzaje wymiarowania

5. OZNACZANIE CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI
 - 5.1. Znaki chropowatości

6. TOLERANCJE I PASOWANIA
 - 6.1. Tolerowanie wymiarów liniowych
 - 6.2. Pasowania elementów
 - 6.3. Tolerowanie kształtu i położenia

7. ODWZOROWYWANIE WYBRANYCH POŁĄCZEŃ CZĘŚCI MASZYN

- 7.1. Połączenia gwintowe
- 7.2. Połączenia spawane
- 7.3. Połączenia wpustowe
- 7.4. Połączenia wielowypustowe

8. RYSUNEK ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY

- 8.1. Rodzaje schematów
- 8.2. Ogólne zasady rysowania schematów
- 8.3. Podstawowe symbole graficzne
- 8.4. Wybrane schematy

9. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA TEMATÓW ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH

- Rys.9.1. Płytki PH
- Rys.9.2. Model UDZ
- Rys.9.3. Model UC
- Rys.9.4. Model UM
- Rys.9.5. Model UO
- Rys.9.6. Dźwignia I
- Rys.9.7. Dźwignia II 3d
- Rys.9.8. Dźwignia II
- Rys.9.9. Złączka I
- Rys.9.10. Model UL 3d
- Rys.9.11. Złączka II
- Rys.9.12. Wałek
- Rys.9.13. Koło zębate
- Rys.9.14. Model UDZ; rzut aksonometryczny – dimetria
- Rys.9.15. Model UDZ; rzut aksonometryczny – izometria
- Rys.9.16. Obwód izolacji optoelektronicznej
- Rys.9.17. Tabliczka rysunkowa

1. WIADOMOŚCI WPROWADZAJĄCE

1.1. Formaty arkuszy

Dobierając wielkość **arkusza rysunkowego** należy stosować się do normy PN – EN ISO 5457, która zaleca aby oryginał rysunku wykonany był na najmniejszym arkuszu pozwalającym na uzyskanie niezbędnej jego jasności i rozdzielczości.

Podstawowym arkuszem jest arkusz A4, o wymiarach 210 mm x 297 mm po obcięciu. Wymiary innych arkuszy obciętych podano w tablicy I.

Tablica I. Wymiary formatów rysunkowych w mm (po obcięciu)

Oznaczenie arkusza	a ₂	b ₂
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

Nieodzownym elementem formatu jest tabliczka umieszczona w prawym dolnym rogu rysunku.

Formaty arkuszy A0, A1, A2 i A3 usytuowane są tylko poziomo, zaś A4 pionowo.

Arkusz powinien mieć ramkę wykonaną linią ciągłą o grubości 0,7 mm w odległości 5 mm od linii obcięcia.

Uwagi do zajęć projektowych.

Na zajęcia należy przygotować arkusze formatu A3 z obramowaniem.

Na arkuszu po obramowaniu należy w dolnym prawym rogu umieścić tabliczkę rysunkową.

1.2. Linie rysunkowe

Rodzaje i szerokość linii stosowane w rysunku technicznym maszynowym oparte są na normie PN – ISO 128 – 24.

Do rysowania elementów stosuje linii o dwóch szerokościach, przy czym proporcje między **linią cienką i grubą** powinny wynosić 1:2, tab. II.

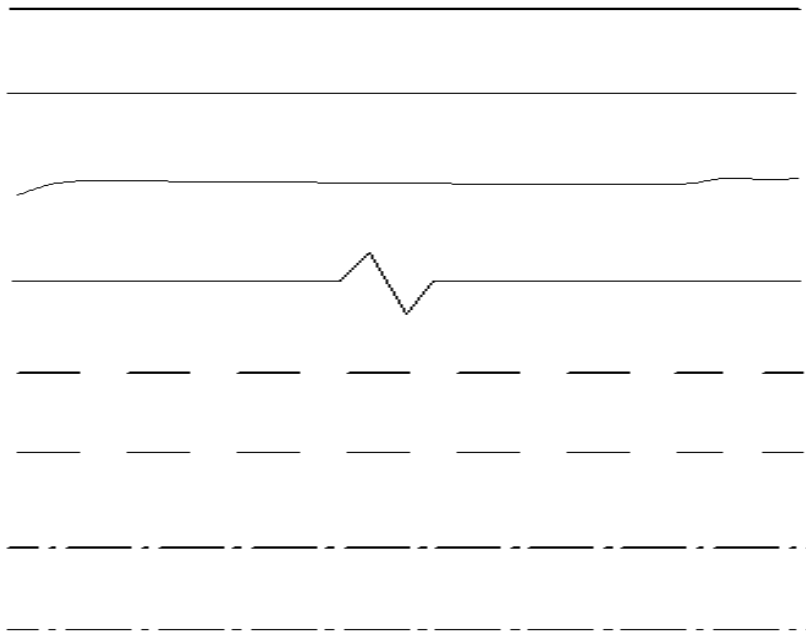
Tablica II. Szerokość linii rysunkowych w mm

Szerokość linii cienkich	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1
Grubość linii grubych	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

Poniżej podano rodzaje linii stosowanych w rysunku technicznym maszynowym oraz ich podstawowe zastosowanie:

- **linia gruba ciągła**; widoczne krawędzie i zarysy przedmiotu, zarysy kładów przesuniętych, obramowanie rysunków,
- **linia cienka ciągła**; linie wymiarowe, pomocnicze linie wymiarowe, kreskowanie pola przekrojów, zarysy kładów miejscowych,
- **linia cienka falista**; stosowana głównie przy kreśleniu ręcznym, jako zakończenia cząstkowego lub przerywanego widoku bądź przekroju, jako linia oddzielająca widok od przekroju,
- **linia cienka zygzakowa**; stosowana głównie przy kreśleniu automatycznym, ma zastosowania jak linia cienka falista,
- **linia gruba kreskowa**; do oznaczania dopuszczalnych obszarów obróbki powierzchniowej,
- **linia cienka kreskowa**; zarysy i krawędzie niewidoczne,
- **linia gruba z długą kreską i kropką**; do ograniczania obszarów obróbki powierzchniowej, położenie płaszczyzn przekrojów,
- **linia cienka z długą kreską i kropką**; osie i płaszczyzny symetrii, linie podziałowe,
- **linia cienka z kreską i z dwiema kropkami**; skrajne położenie części ruchomych.

Linie w kolejności wymienionych powyżej przedstawiono na rys.1.1.



Rys. 1.1. Linie rysunkowe

Rysując linie nieciągłe należy zwrócić uwagę aby:

- odległość między kreskami lub kreskami i punktami wynosiła 4 szerokości linii,
- długość kresek dla linii z kreską i kropką powinna wynosić 10 do 12 mm,
- długość kresek dla linii kreskowej powinna wynosić od 3 do 6 mm,
- linie powinny zaczynać się, przecinać i kończyć kreskami,
- dla okręgów do 12 mm osie symetrii powinno rysować się linią cienką ciągłą.

Uwagi do zajęć projektowych.

Należy przyjąć dwie grubości linii: linia gruba 0,7 mm, linia cienka 0,35 mm.

1.3. Pismo techniczne

Pismo techniczne stosowane w rysunku technicznym regulują normy:

PN – EN ISO 3098 - 0 , PN - EN ISO 3098 – 2 oraz PN – EN 3098 – 5

Określone przez normy wartości **wysokości pisma h** wynoszą: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 [mm].

Rozróżnia się :

- **pismo rodzaju A**, gdzie szerokości linii pisma d wynosi $d=1/14 h$,
- **pismo rodzaju B**, gdzie zachodzi zależność $d=1/10 h$.

Pismo może **proste** lub **pochyle** – o nachyleniu 75° do podstawy wiersza. Poniżej przedstawiono przykład pisma technicznego pochylego – rys. 1.2.

A B C D E F G H I J K L
m n o p r s t u w x y z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Rys. 1.2. Pismo techniczne pochyle

Wysokość pisma należy dobierać w zależności od wielkości arkusza rysunkowego.

Uwagi do zajęć projektowych.

Na zajęciach projektowych należy używać pisma o wysokości 3,5 mm, pochylego, rodzaju B.

1.4. Podziałki

Przedmioty na rysunkach maszynowych mogą być znacznie zróżnicowane wymiarowo. Powoduje to że należy przyjąć **podziałkę**, która jest ilorazem wielkości liniowych z rysunku i wielkości liniowych rzeczywistych.

Zgodnie z normą PN-EN ISO5455 stosować należy następujące podziałki:

Podziałka zwiększająca;	50:1; 20:1; 10:1; 5:1, 2:1,
Podziałka naturalna;	1:1,
Podziałka zmniejszająca;	1:2; 1:20; 1:200; 1:2000, 1:5; 1:50; 1:500; 1:5000, 1:10; 1:100; 1:1000; 1:10000.

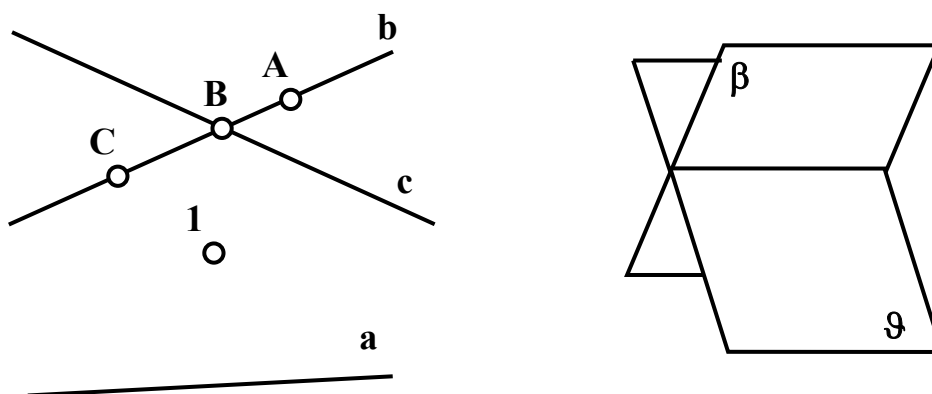
2. WYBRANE ZAGADNIENIA Z GEOMETRII WYKREŚLNEJ

2.1. Wprowadzenie

Geometria wykreślna jest nauką o metodach odwzorowania **elementów** oraz **utworów** przestrzeni trójwymiarowej na dwuwymiarową płaszczyznę rysunku. Odwzorowanie takie pozwala na wykreślne rozwiązywanie zadań, gdyż określonym konstrukcjom przestrzennym przyporządkowuje się ich odpowiedniki na płaszczyźnie określanej mianem **rzutni**.

Elementami przestrzeni są / rys. 2.1/:

- punkty; oznaczane dużymi literami alfabetu łacińskiego A, B, C, ..., cyframi arabskimi 1, 2, 3, ..., rzymskimi I, II, III, ...,
- proste; oznaczane małymi literami alfabetu łacińskiego a, b, c, ...,
- płaszczyzny; oznaczane literami alfabetu greckiego alfa, beta, gamma, ...



Rys. 2.1. Elementy przestrzeni

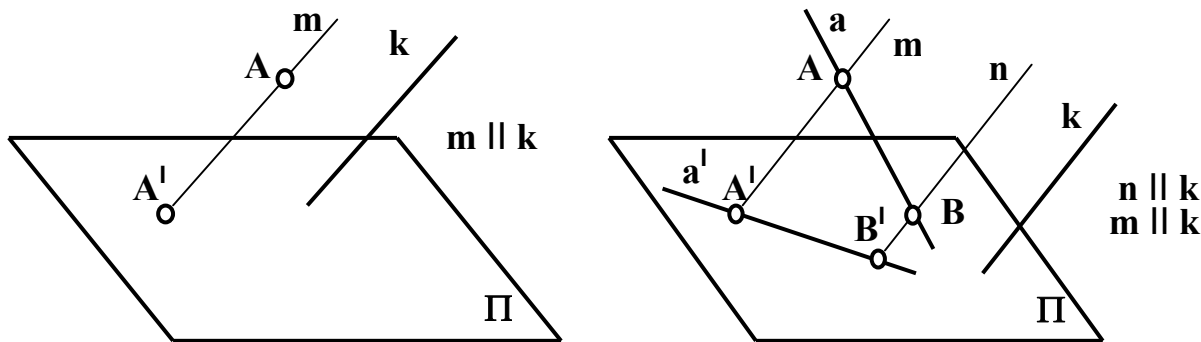
Elementy przestrzeni takie jak punkty i proste znane z geometrii euklidesowej zwane są elementami właściwymi. Dowolny **utwór** przestrzenny np. element maszyny, można więc opisać za pomocą wymienionych elementów przestrzeni.

Rzutnię czyli płaszczyznę, na której otrzymuje się obraz elementu - rzut - oznacza się zwykle literą π .

Istnieją różne rodzaje rzutowania. Jako przykład podano poniżej **rzutowanie równoległe**.

Przyjmując rzutnię oraz **kierunek rzutowania** określony przez dowolną prostą **k**, nie leżącą na rzutni, ani nie równoległą do niej, otrzymać można rzut dowolnego elementu bądź utworu przestrzeni.

I tak rzutem dowolnego punktu A na rzutnię π będzie punkt oznaczony A^1 , w którym prosta rzutująca $m \parallel k$, przechodząca przez punkt A, przebija rzutnię π . W ten sam sposób przedstawić można również dowolną prostą a.



Rys. 2.2. Rzutowanie równoległe

Rzutując dowolny utwór przestrzenny pamiętać należy o związkach zachodzących pomiędzy elementami tych utworów w przestrzeni i w rzucie. Nazywamy je **niezmiennikami rzutowania**.

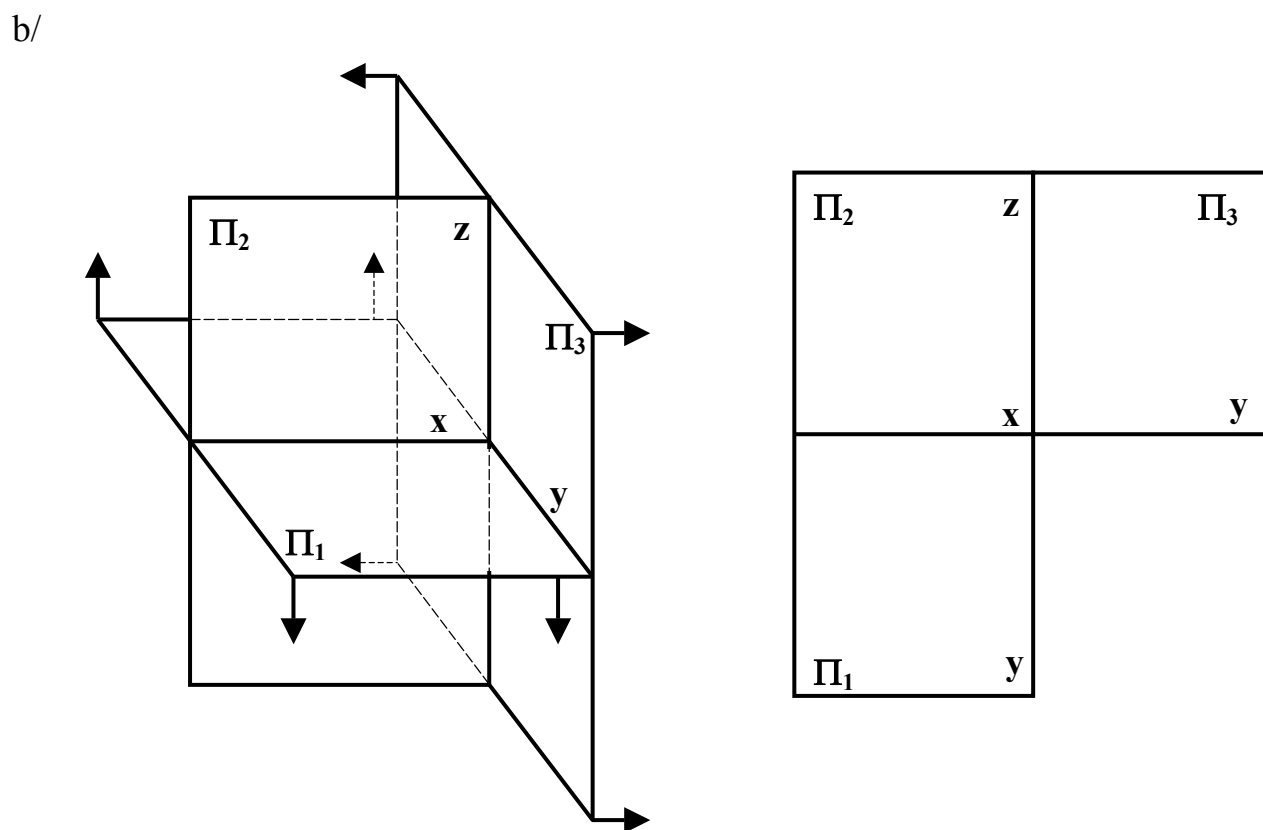
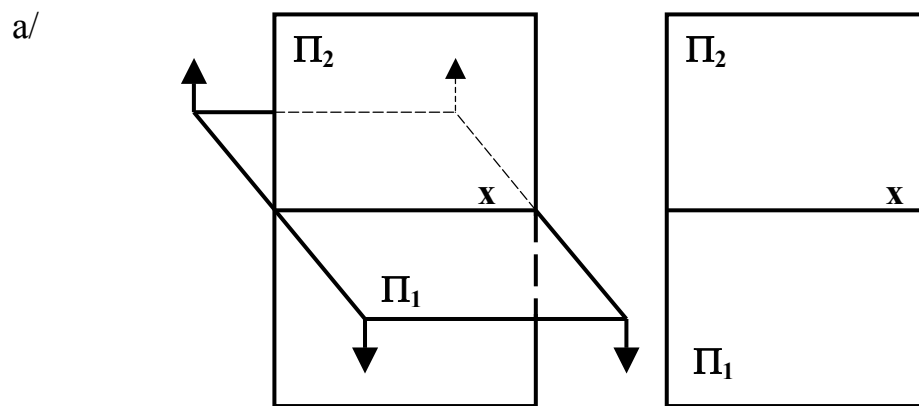
Są nimi:

- przynależność punktu do zbioru punktów,
- współliniowość punktów,
- równoległość prostych,
- stosunek podziału odcinka,
- stosunek długości odcinków równoległych,
- długość odcinka równoległego do rzutni,
- wielkość kąta o obu ramionach równoległych do rzutni.

Szczególnym przypadkiem rzutowania równoległego jest rzutowanie metodą Monge'a, które jest obecnie najczęściej wykorzystywanym w grafice inżynierskiej.

2.2. Rzutowanie metodą Monge'a

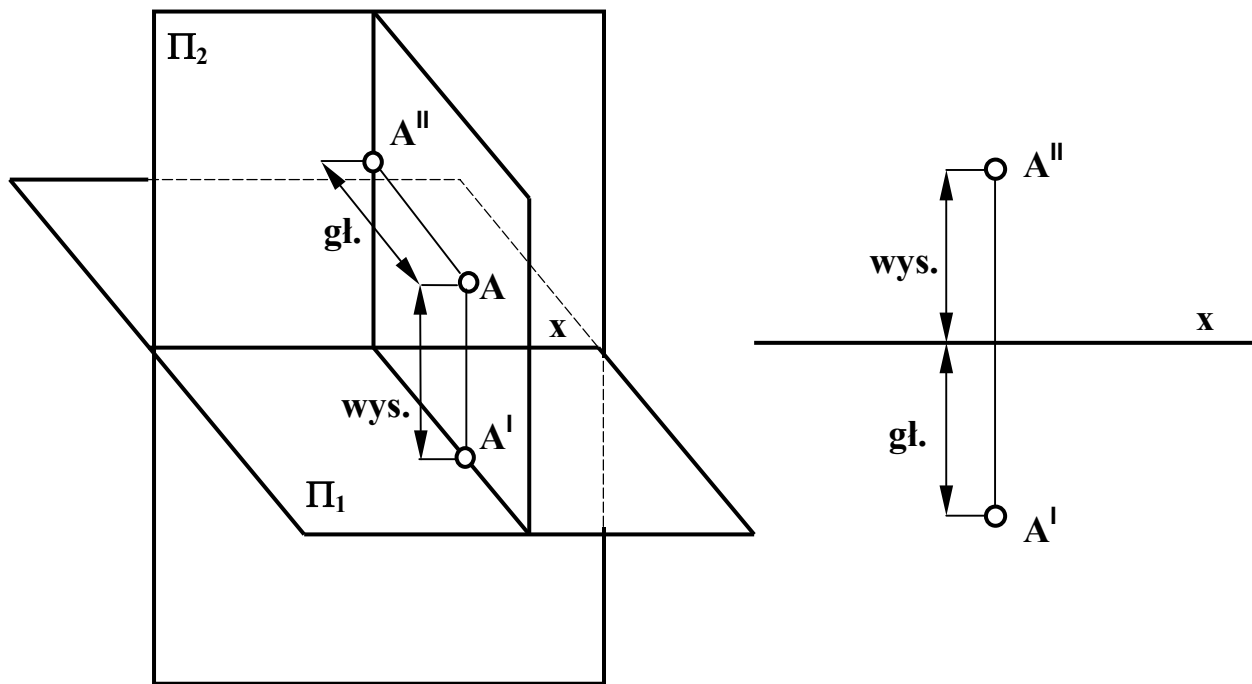
Rzutowanie **metodą Monge'a** polega na wyznaczeniu rzutów prostokątnych dowolnego elementu bądź utworu przestrzeni trójwymiarowej na określone, wzajemnie prostopadłe płaszczyzny. Rzutnie pionowa - π_2 i pozioma - π_1 , tworzą **układ rzutni** o wspólnej krawędzi x , zwanej osią rzutów - rys. 2.3a. Rozszerzony układ rzutni otrzymuje się przez dodanie trzeciej rzutni bocznej - rys. 2.3b.



Rys. 2.3. Układ rzutni

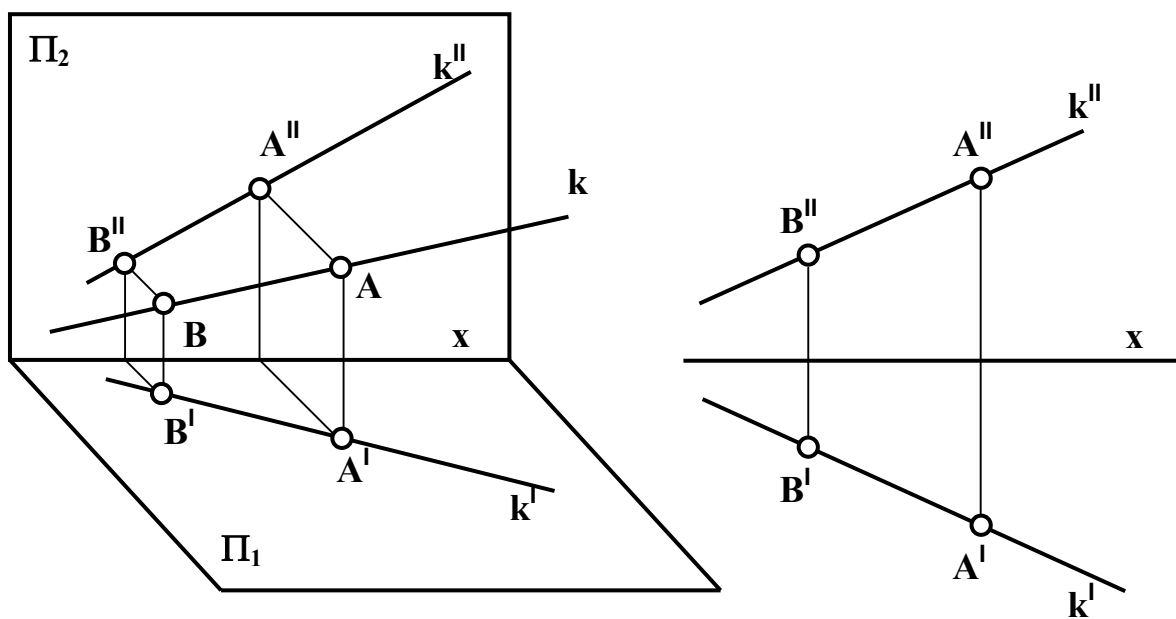
2.2.1. Rzuty punktu, prostych i płaszczyzn

Rzut dowolnego punktu A na rzutnie π_1 oraz π_2 przedstawiono na rys. 2.4.



Rys. 2.4. Rzuty punktu A na rzutnie π_1 oraz π_2

Rzut dowolnej prostej k przedstawiono na rys. 2.5.

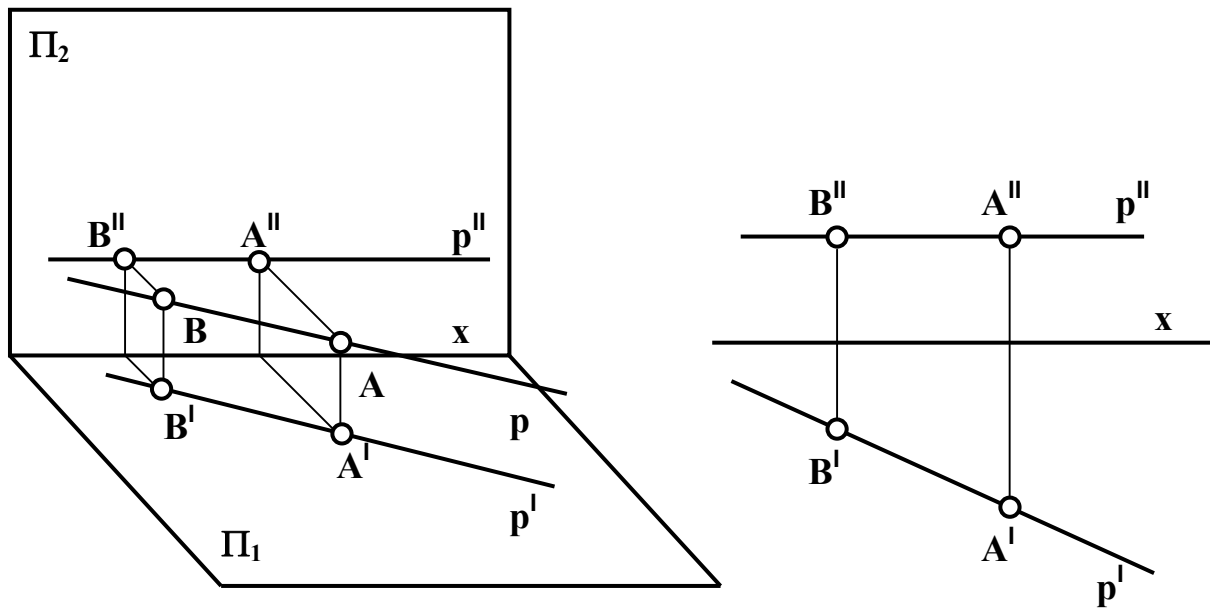


Rys. 2.5. Rzuty prostej k na rzutnie

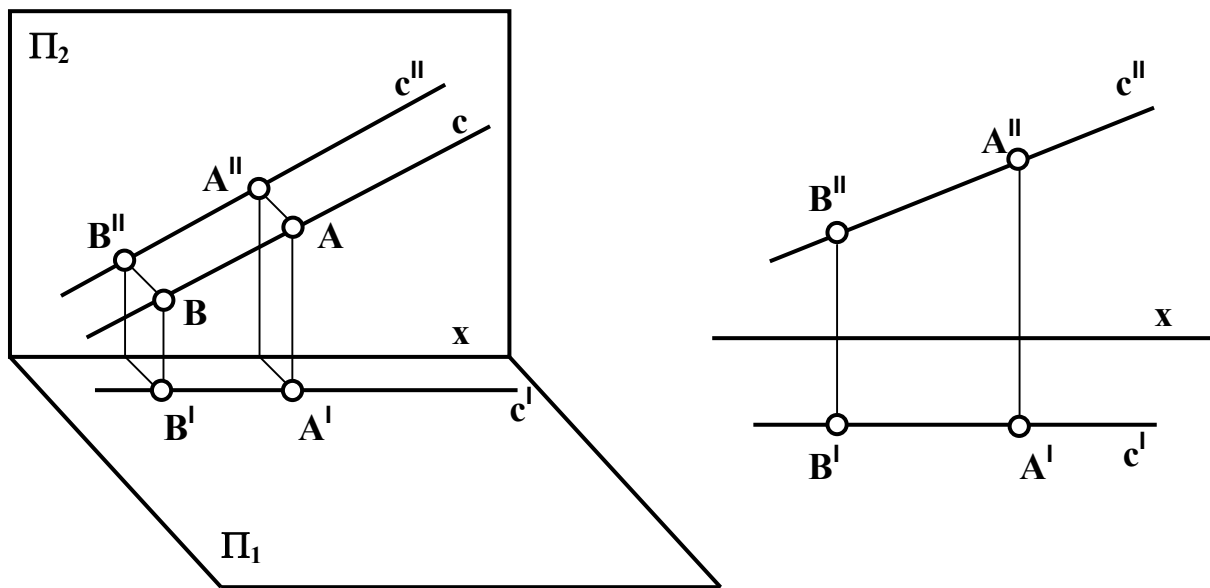
Na dalszych rysunkach przedstawiono pewne szczególne położenia prostych:

- prosta pozioma p; równoległa do rzutni π_1 , rys. 2.6a,
- prosta czołowa c; równoległa do rzutni π_2 , rys.2.6b,

a/

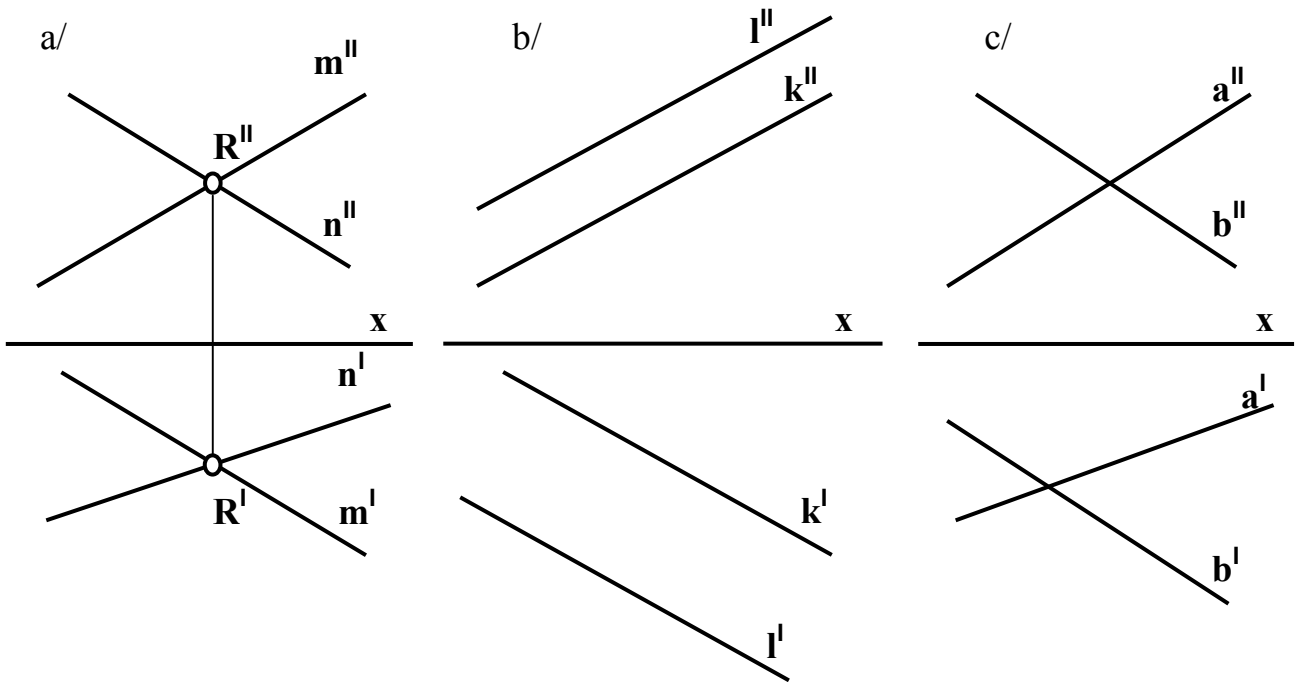


b/



Rys. 2.6. Rzuty prostej a) poziomej i b) czołowej

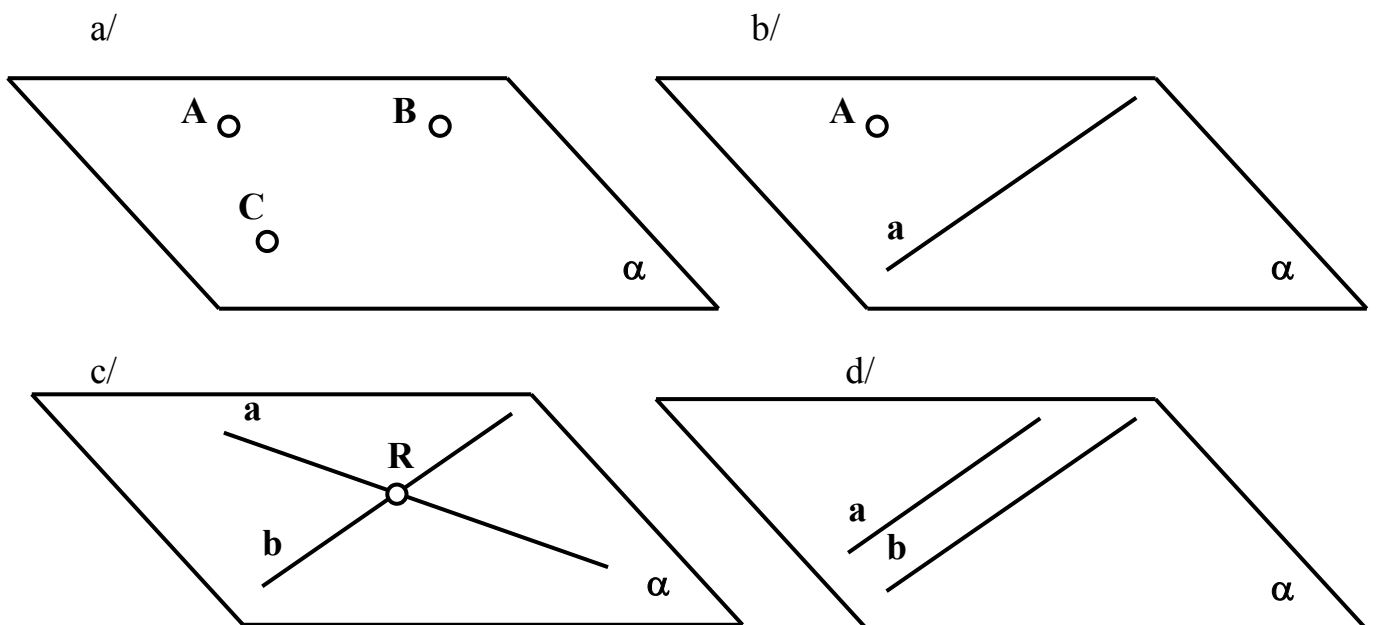
- Wzajemne położenie dwóch prostych w przestrzeni przedstawiają rysunki:
- proste m i n przecinające się w punkcie R , rys. 2.7a,
 - proste k i l równoległe, rys. 2.7b,
 - proste a i b skośne, nieprzecinające się, rys. 2.7c.



Rys. 2.7. Położenia dwóch prostych w przestrzeni

Dowolną płaszczyznę wyznaczają:

- trzy punkty niewspółliniowe A, B, C- rys. 2.8a,
- prosta a i punkt A nie leżący na niej- rys. 2.8b,
- dwie proste a i b przecinające się w punkcie R - rys. 2.8c,
- dwie proste równoległe a || b - rys. 2.8d.



Rys. 2.8. Elementy wyznaczające płaszczyznę

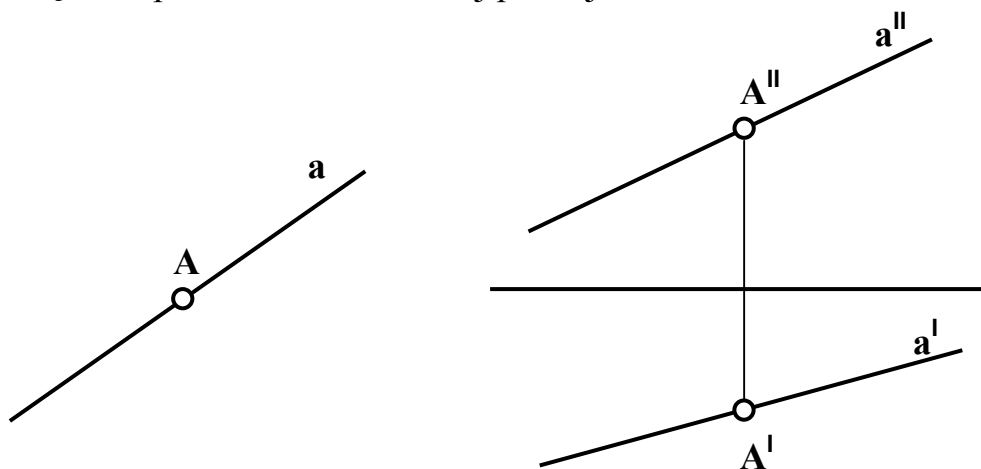
Szczególne zastosowanie w konstrukcjach geometrycznych mają **płaszczyzny rzutujące** czyli prostopadłe do odpowiednich rzutni.

2.2.2. Elementy przynależne

Elementy przynależne to:

- a/ punkt przynależny do prostej;
- b/ prosta przynależna do płaszczyzny;
- c/ punkt przynależny do płaszczyzny.

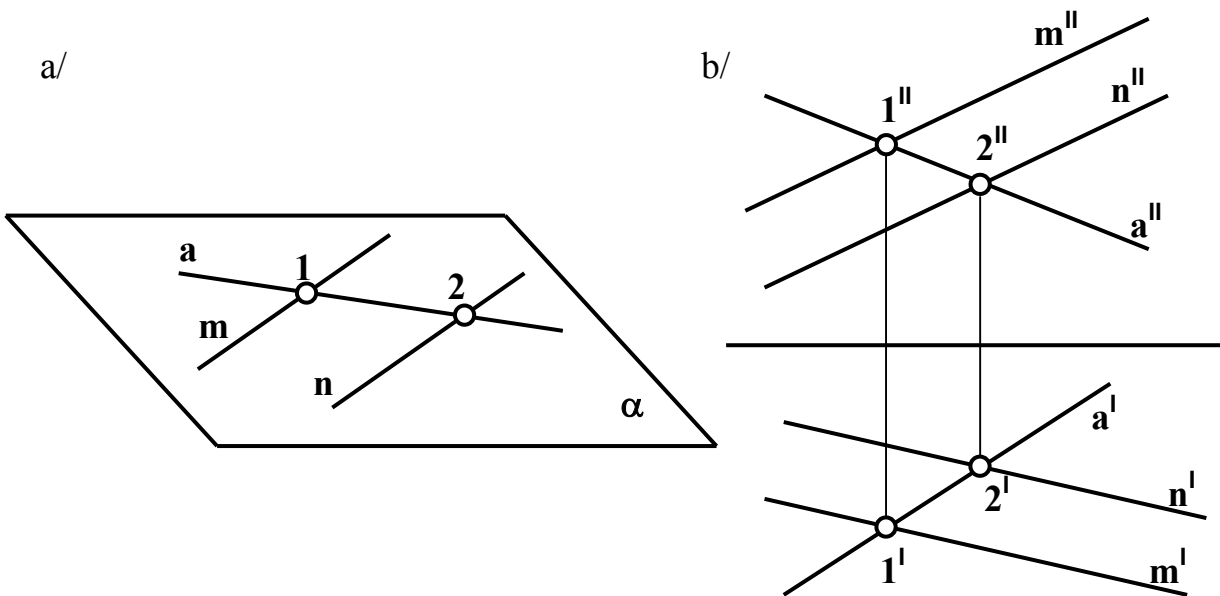
Punkt A jest punktem przynależnym do prostej a jeżeli dwa rzuty tego punktu należą do odpowiednich rzutów tej prostej.



Rys. 2.9. Elementy przynależne – punkt i prosta

Prosta a leżąca na płaszczyźnie α lub też płaszczyzna α przechodząca przez prostą a , to również elementy przynależne.

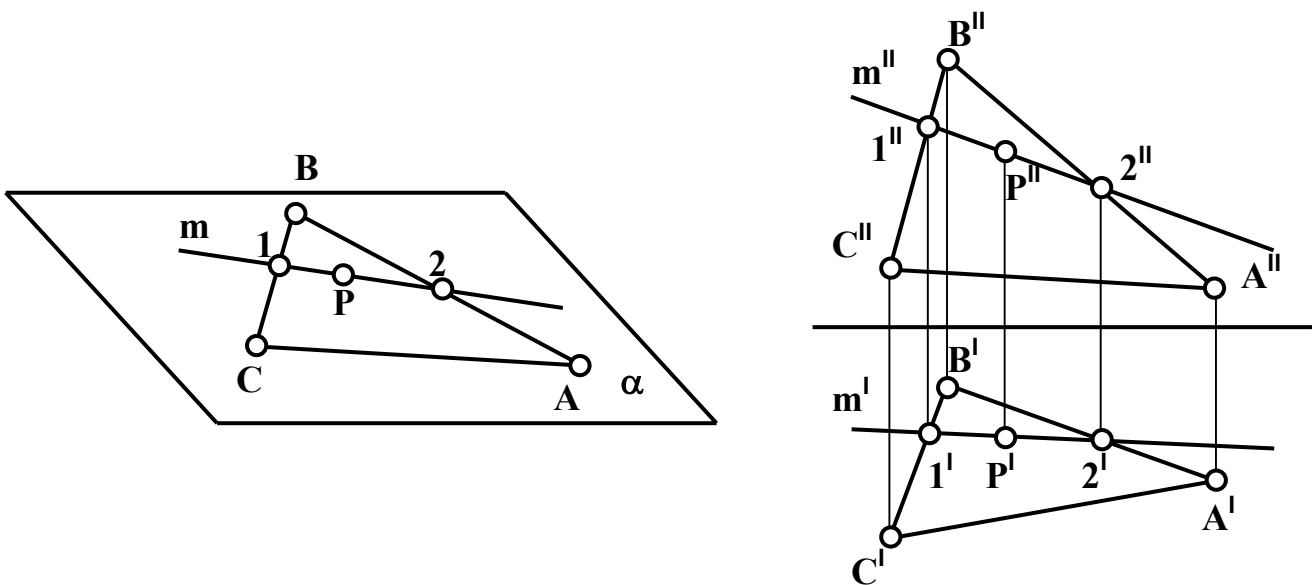
Prosta a leży na płaszczyźnie α kiedy dwa jej różne punkty leżą na tej płaszczyźnie - rys. 2.10. Na rysunku płaszczyzna określona jest przez dwie proste równoległe m i n . Prosta a leży na płaszczyźnie α gdyż dwa jej punkty tj. 1 i 2 leżą na tej płaszczyźnie (leżą odpowiednio na prostych m i n określających płaszczyznę α).



Rys. 2.10. Elementy przynależne – prosta i płaszczyzna

Punkt P leżący na płaszczyźnie α (rys. 2.11), jak też płaszczyzna α przechodząca przez punkt P to również elementy przynależne. Punkt leży na płaszczyźnie jeżeli leży na prostej tej płaszczyzny.

Na rysunku płaszczyzna α określona jest przez trzy punkty A , B i C . Punkt P leży na tej płaszczyźnie, gdyż leży na prostej m leżącej na tej płaszczyźnie. Płaszczyzna przechodzi przez punkt jeżeli przechodzi przez prostą przechodzącą przez ten punkt.

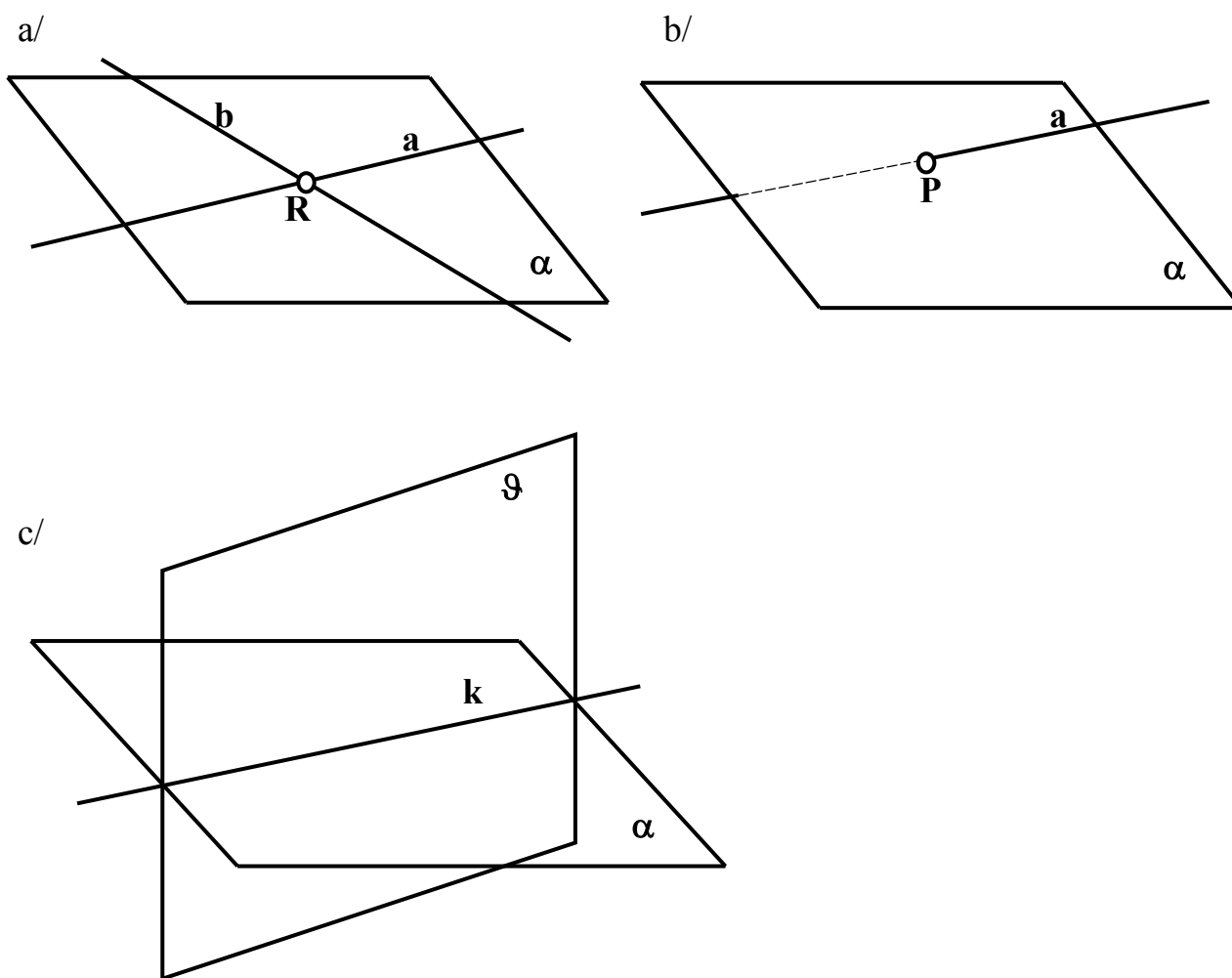


Rys. 2.11. Elementy przynależne – punkt i płaszczyzna

2.2.3. Elementy wspólne

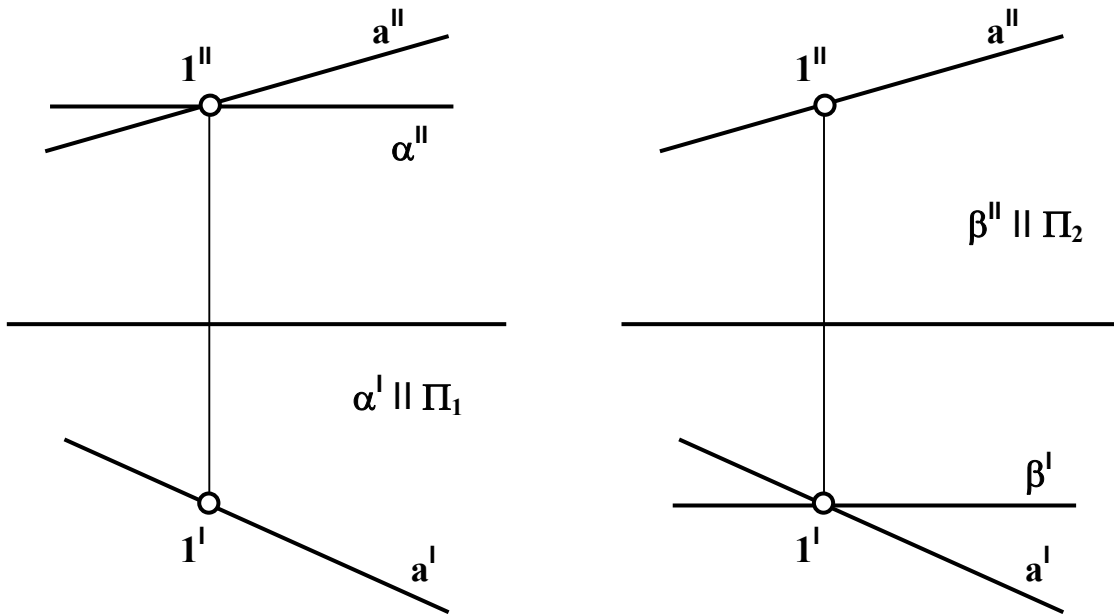
Elementy wspólne to:

- punkt wspólny dwu prostych, punkt przecięcia dwu prostych, rys. 2.12a,
- punkt wspólny prostej i płaszczyzny czyli punkt przebiecia płaszczyzny przez prostą – rys. 2.12b,
- prosta wspólna dwu płaszczyzn inaczej krawędź dwu płaszczyzn – rys. 2.12c.



Rys. 2.12. Elementy wspólne

Punkt wspólny prostej oraz płaszczyzny pionowo i poziomo rzutującej (tj. prostopadłej do rzutni pionowej lub poziomej) odnaleźć można bez dodatkowych konstrukcji – rys. 2.13.



Rys. 2.13. Elementy wspólne – punkt wspólny prostej i płaszczyzny rzutującej

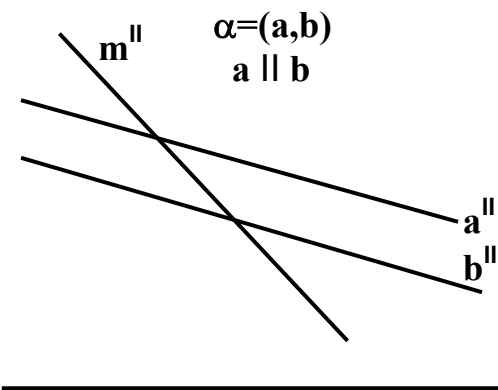
W celu wyznaczenia punktu przebicia płaszczyzny prostą (rys. 2.14a) stosuje się następującą konstrukcję:

- przez prostą m przeprowadzić należy płaszczyznę pionowo lub poziomo rzutującą β (rys. 2.14b),
- wyznaczyć krawędź k płaszczyzn α i β (rys. 2.14c),
- punkt P przecięcia prostych m i k jest szukany punktem wspólnym czyli punktem przebicia płaszczyzny α prostą m .

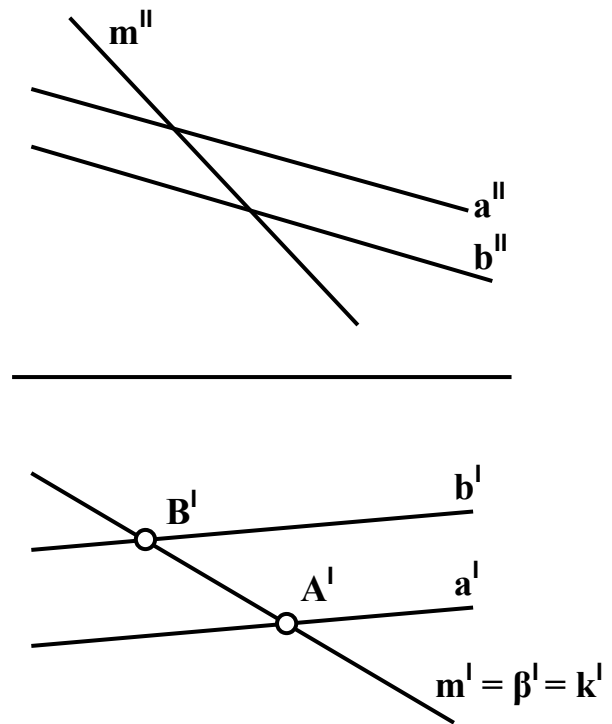
Jest to właśnie punkt przebicia płaszczyzny α przez prostą m . Konstrukcję przeprowadzono na rys. 2.14a, b, c.

W przypadku wyznaczenia krawędzi dowolnie położonych płaszczyzn, wyznaczyć należy dwa różne punkty tej krawędzi w sposób opisany powyżej.

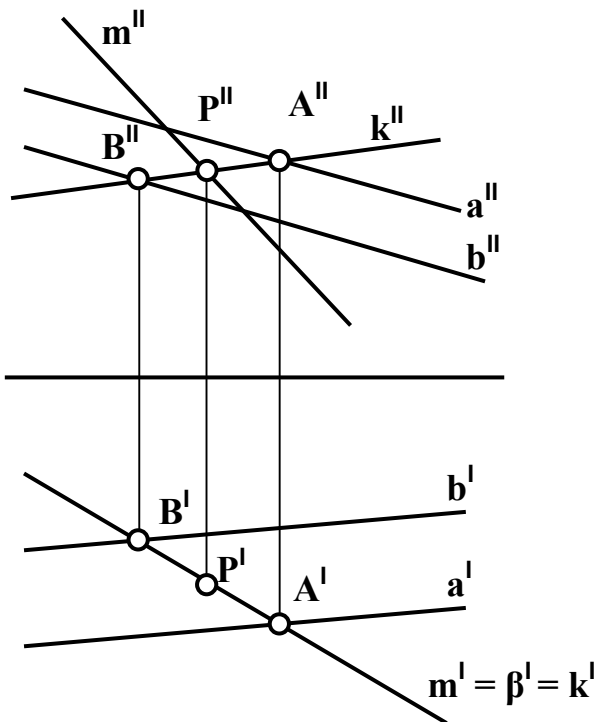
a/



b/



c/



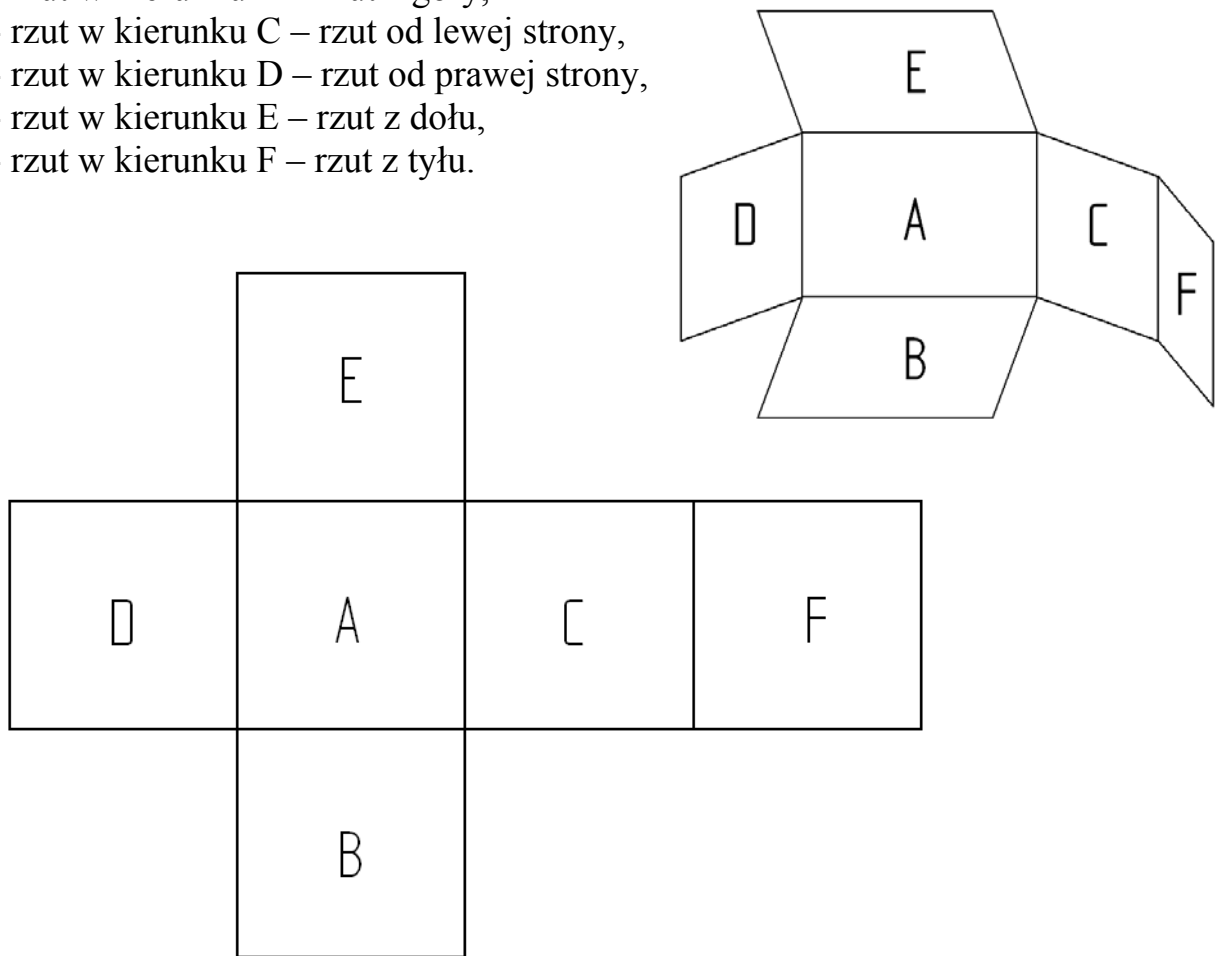
Rys. 2.14. Elementy wspólne – punkt wspólny prostej i płaszczyzny

3. ODWZOROWANIE KSZTAŁTU GEOMETRYCZNEGO PRZEDMIOTU

3.1. Rzutowanie prostokątne metodą europejską

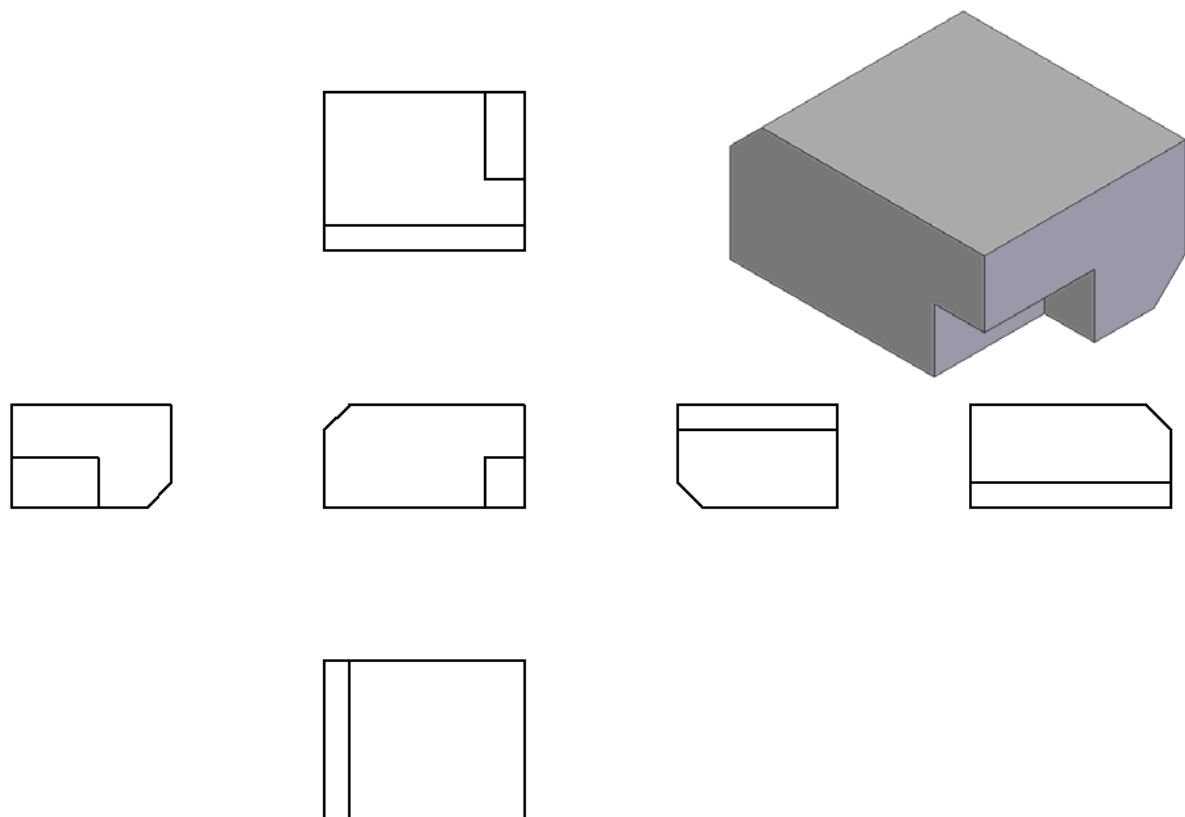
Rzutowanie prostokątne metodą europejską wykorzystuje zasadę rzutowania Monge'a. Polega ona na wyznaczaniu rzutów prostokątnych elementu przestrzennego na sześciu wzajemnie prostopadłych płaszczyznach - rzutniach. W taki sposób otrzymuje się następujące rzuty rys. 3.1:

- rzut w kierunku A – rzut z przodu, zwany rzutem głównym,
- rzut w kierunku B – rzut z góry,
- rzut w kierunku C – rzut od lewej strony,
- rzut w kierunku D – rzut od prawej strony,
- rzut w kierunku E – rzut z dołu,
- rzut w kierunku F – rzut z tyłu.



Rys. 3.1. Rzutowanie prostokątne – rzutnie

Na rys. 3.2 przedstawiono przedmiot odwzorowany na sześciu rzutniach.



Rys. 3.2. Odwzorowanie przedmiotu na sześć wzajemnie prostopadłych rzutni

Przyjmuje się że:

- a/ liczba rzutów powinna być ograniczona do niezbędnego minimum do jednoznacznego przedstawienia i zwymiarowania przedmiotu,
- b/ rzut główny - A - powinien przedstawiać przedmiot w położeniu użytkowym bądź obróbkowym, od strony przedstawiającej jego najwięcej szczegółów,
- c/ jeżeli położenie użytkowe jest różne od poziomego lub pionowego to przedmiot ten rysuje w położeniu takim, aby większość jego charakterystycznych płaszczyzn i osi była pozioma bądź pionowa w stosunku do rzutni.

Rzuty przedmiotów mogą być:

- **widokami**; przedstawiają obraz przedmiotu podczas obserwacji z zewnątrz,
- **przekrojami**; przedstawiającymi płaszczyzny, powierzchnie bądź szczegóły przedmiotu całkowicie lub częściowo zasłonięte przez inne jego elementy.

W początkowej fazie projektowania przedmiotu trudno z góry przewidzieć liczbę koniecznych rzutów, a co za tym idzie format arkusza. Praktyka inżynierska nakazuje jednak rozpoczynając odwzorowywanie od rzutu głównego A, rozpatrzyć potrzebę zastosowania rzutów B i C, a jeżeli zajdzie konieczność dopiero dalszych.

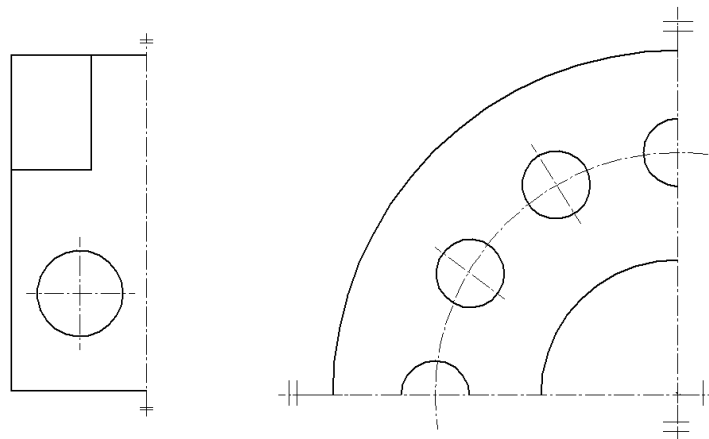
Pamiętać również należy o możliwościach zastosowania rzutów będących widokami bądź przekrojami dodatkowymi. Zostaną one omówione w dalszej części skryptu.

3.2. Widoki

Mianem **widoku podstawowego** określa się rzut który najczęściej zajmuje miejsce rzutu głównego i określa najczęściej cech charakterystycznych odwzorowanego przedmiotu.

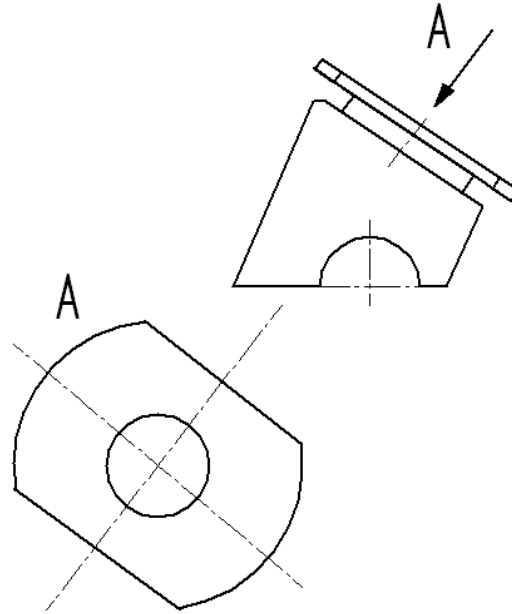
Obraz przedmiotu przedstawiony w całości na rysunku określa, się mianem **widoku kompletnego**. Jednak gdy zachodzi potrzeba ukazania pewnego fragmentu elementu zastosować można **widok częściowy**.

W przypadku przedmiotów symetrycznych o prostej budowie powszechnie stosuje się półwidoki lub nawet ćwierćwidoki (rys. 3.3).



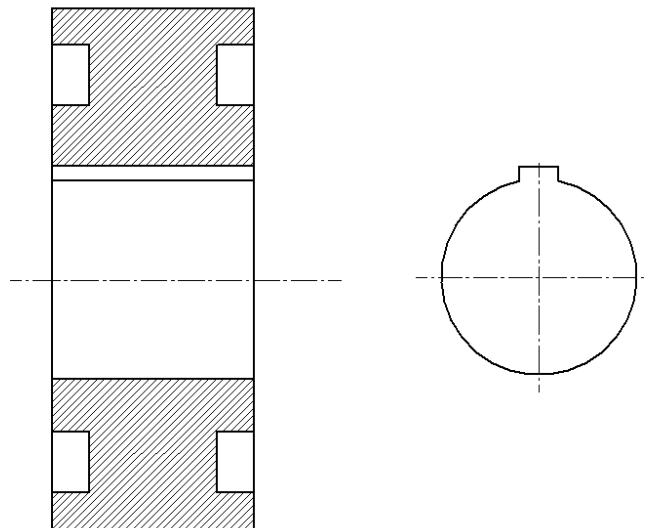
Rys. 3.3. Odwzorowanie przedmiotów symetrycznych

Widok pomocniczy stosuje się w przypadkach, gdy należy przedstawić część przedmiotu w płaszczyźnie nierównoległej do żadnej z podstawowych płaszczyzn rzutowania prostokątnego – rys. 3.4.

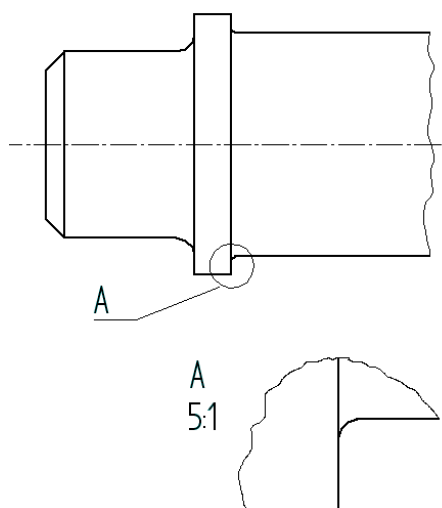


Rys. 3.4. Widok pomocniczy

W szczególnych przypadkach stosuje się również **widoki cząstkowe**, jak pokazano to na rys. 3.5 oraz rys. 3.6 w zwiększonej podziale.



Rys. 3.5. Widok cząstkowy



Rys. 3.6. Widok cząstkowy w zwiększonej podziałce

3.3. Przekroje

Przekroje stosuje się, gdy zachodzi konieczność pokazania geometrycznych kształtów wewnątrz przedmiotu np. wszelkiego rodzaju otworów. Otrzymuje się je przez przecięcie przedmiotu wyobraźnią płaszczyzną tnącą, odrzuceniu części przedmiotu przed płaszczyzną i narysowaniu figury płaskiej leżącej w **płaszczyźnie przekroju** oraz wszystkich krawędzi leżących poza nią.

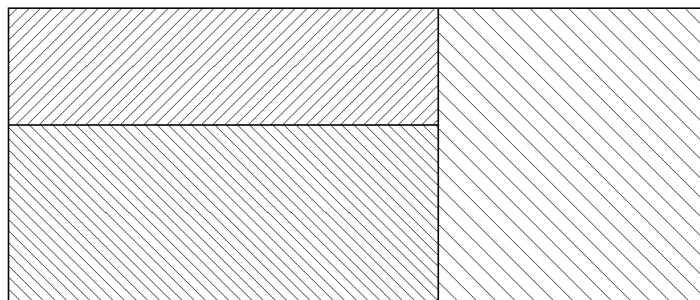
Podział przekrojów przeprowadzić można stosując różne kryteria. Najczęściej są to cechy:

- **złożoność płaszczyzny przekroju czyli liczba płaszczyzn,**
- **wielkość obszaru przedmiotu objętego przekrojem.**

3.3.1. Oznaczanie przekrojów

Zarys figury płaskiej leżącej bezpośrednio w płaszczyźnie tnącej należy zakreskować linią cienką ciągłą, nachyloną pod kątem 45° do linii poziomej określonej najczęściej położeniem tabliczki rysunkowej. W określonych przypadkach możliwe jest kreskowanie pod kątem 30° lub 60° . Podziałkę kreskowania dobiera się w zależności od wielkości pola kreskowanego przekroju, im jest mniejsze tym odległość linii kreskowania mniejsza i odwrotnie. Przyjmuje się wielkość podziałki od 0,5 do 5 mm – rys. 3.7.

Przekrój przedmiotu w przypadku zastosowania jednej płaszczyzny tnącej przedstawiono na rys. 3.9, a przekrój trzema płaszczyznami równoległymi względem siebie na rys. 3.10.

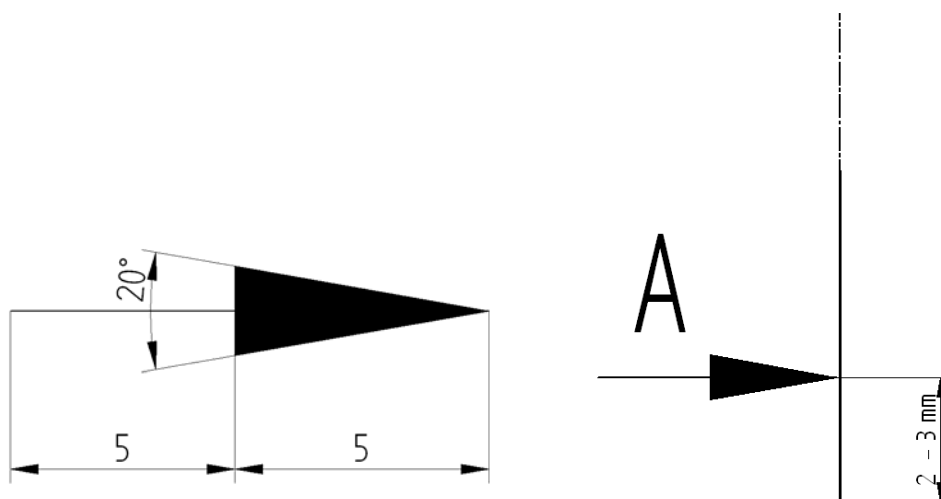


Rys. 3.7. Kreskowanie przekrojów

Pełne oznaczenie przekroju składa się z:

- określenia położenia płaszczyzny tnącej; najczęściej w postaci grubej linii z długą kreską i kropką, narysowane poza zarysami przedmiotu i w miarę potrzeby, uzupełnione linią cienką z długą kreską i kropką; w przypadku przekrojów prostych, gdy położenie płaszczyzny nie budzi wątpliwości, nie zachodzi potrzeba jej określania,
- określenia kierunku rzutowania w postaci strzałek; w przypadku jeżeli zachowany jest układ rzutów metodą europejską, a przekrój zajmuje miejsce któregoś z rzutów, nie zachodzi potrzeba stosowania tego oznaczenia,
- jeżeli zachodzi potrzeba, dodatkowych oznaczeń literowych, którymi są duże litery alfabetu łacińskiego (litery I, O, Q, R, S, X – na rysunkach technicznych nie są stosowane).

Na rys. 3.8 przedstawiono graficzne wskazówki rysowania i umieszczania strzałek.



Rys. 3.8. Znaki graficzne do oznaczania przekrojów

3.3.2. Rodzaje przekrojów

Przyjmując kryteria podziału przekrojów podane w p. 3.3, poniżej podano przykłady najczęściej stosowanych.

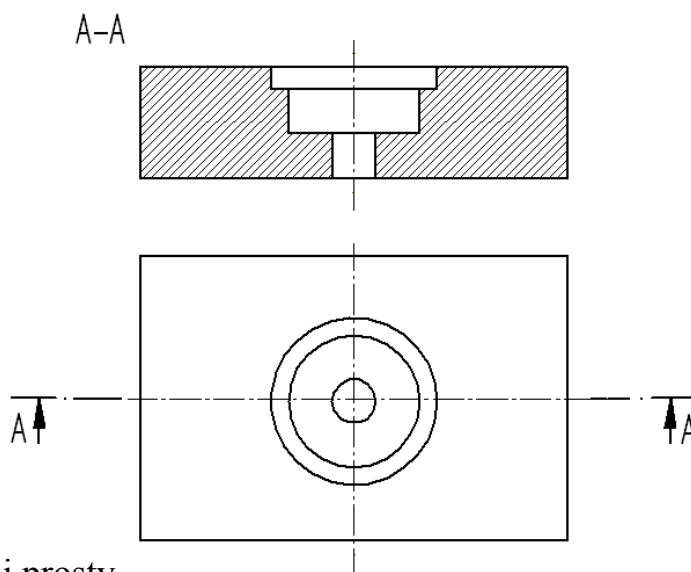
W zależności od zastosowanej liczby płaszczyzn przekroje dzielimy na **proste** – jedna płaszczyzna i **złożone** - dwie lub więcej płaszczyzn.

Przekroje złożone z kolei dzieli się na **stopniowe** – gdy płaszczyzny tnące są równoległe względem siebie oraz **łamane**, jeżeli między płaszczyznami jest kąt rozwarty .

W zależności od obszaru objętego przekrojem dzieli się je na **kompletne**, **częściowe** oraz **cząstkowe** (zwane wyrwaniami).

Przekroje proste.

Na rys. 3.9 przedstawiono element dla którego wystarczającym jest zastosowanie przekroju prostego. Jeżeli położenie płaszczyzny tnącej jest oczywiste, dopuszcza się nie zaznaczania jej. Należy jednak zawsze pamiętać o rysowaniu krawędzi leżących poza płaszczyzną.

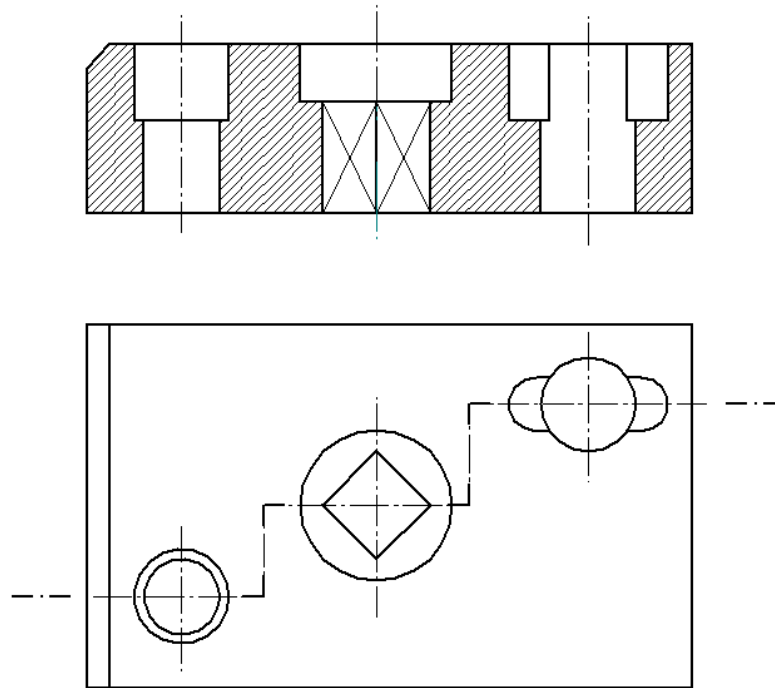


Rys. 3.9. Przekrój prosty

Przekroje złożone.

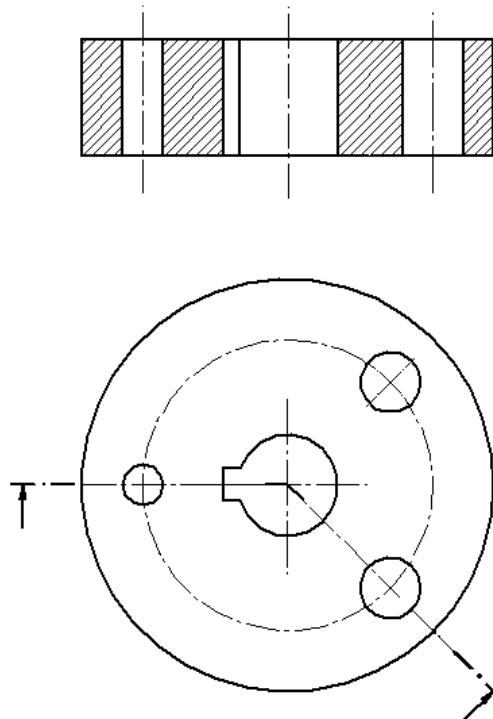
Jak powyżej wspomniano, o przekrojach złożonych mówimy wtedy, gdy do ich utworzenia zastosowano dwie lub więcej płaszczyzny tnące. Jednak rysując ten rodzaj przekroju elementy przedstawiane na różnych płaszczyznach sprowadza się do jednej, wspólnej.

Na rys. 3.10 przedstawiono przedmiot którego budowa wymagała zastosowania trzech płaszczyzn tnących wzajemnie równoległych. Przekrój ten nosi nazwę **przekroju stopniowego**. Położenie płaszczyzn tnących uzupełniono tu poprowadzoną linią z długą kreską i kropką. Ponadto należy zwrócić uwagę na fakt, że przekrój stopniowy otrzymuje się sprowadzając do jednej płaszczyzny przekroje leżące bliżej i dalej od obserwatora.



Rys. 3.10. Przekrój złożony – stopniowy

Inny rodzaj przekroju złożonego przedstawiono na rys. 3.11. Zastosowano tu płaszczyzny tnące, których ślady tworzą kąt rozwarty. Jest to **przekrój łamany**.



Rys. 3.11. Przekrój złożony – łamany

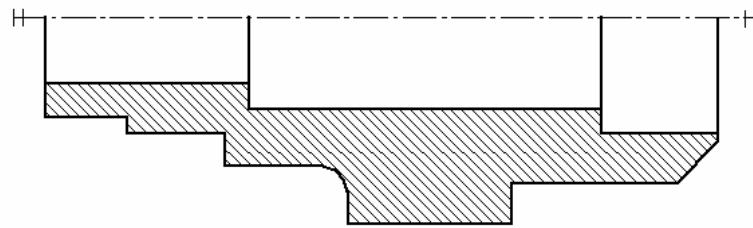
Przekroje kompletne.

Przekroje przedstawione na rysunkach 3.9, 3.10 i 3.11 należą do grupy przekrojów kompletnych, gdyż przedstawiają pełny przekrój całego przedmiotu.

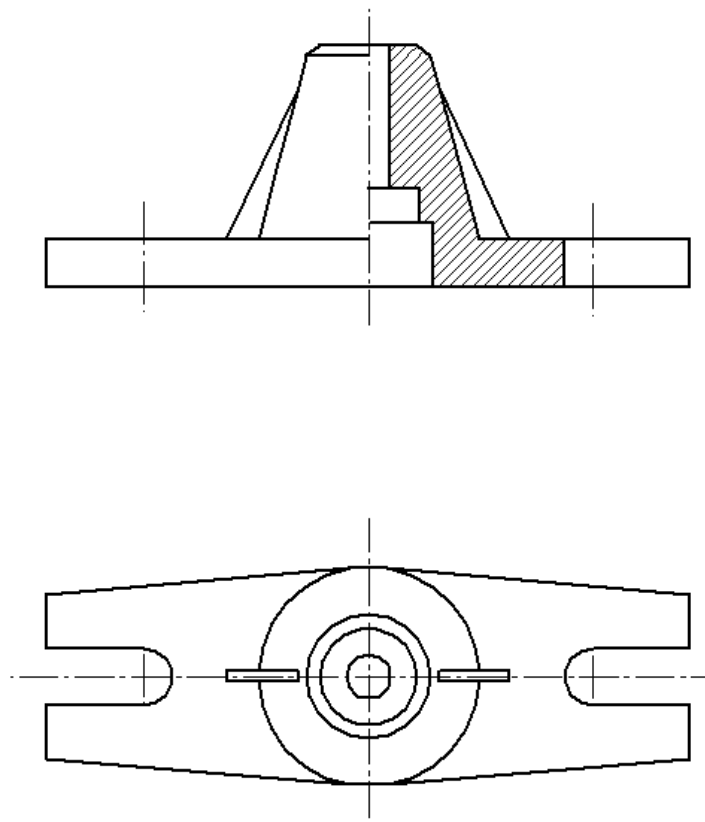
Przekroje częściowe.

W przypadku prostych przedmiotów symetrycznych czy o kształtach obrotowych z powodzeniem zastosować można przekrój częściowy przedstawiający tylko pewną część zarysu przedmiotu. Pozwala to na znaczne uproszczenie prac graficznych przy tej samej informacji na temat projektowanego elementu.

Na rys. 3.12 przedstawiono przedmiot w rzucie będącym półprzekrojem, zaś na rys. 3.13 przedstawiono półwidok i półprzekrój (rzut A).



Rys. 3.12. Bryła obrotowa, półprzekrój

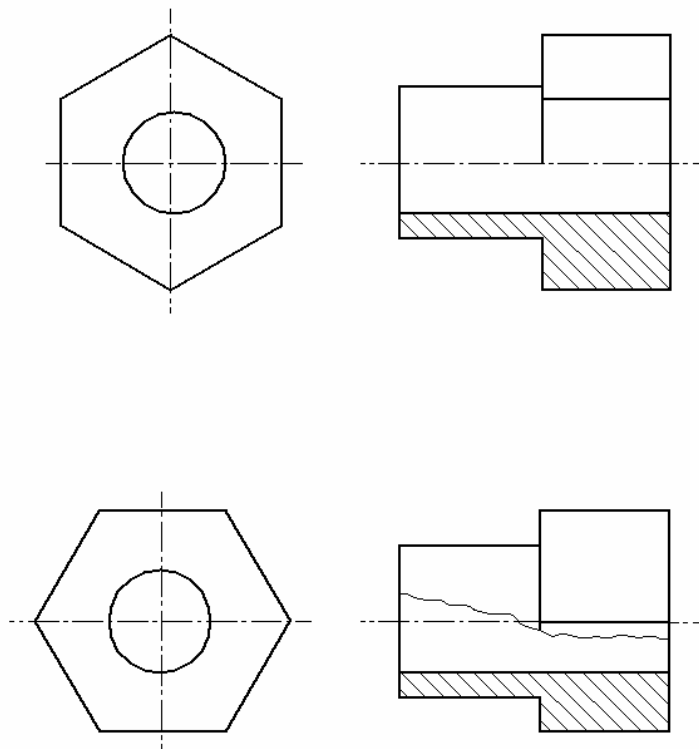


Rys. 3.13. Rzuty przedmiotu symetrycznego – półwidok i półprzekrój

W przypadku półprzekroju należy zwrócić uwagę, że zgodnie z normą może on być prawą lub dolną stroną rzutu. Symetria przedmiotu zaznaczona została przez narysowanie odcinków linii cienkiej ciągłej na osi (rys. 3.12).

Warto dodać, że w praktyce inżynierskiej, odwzorowując przedmiot obrotowy w jednym rzucie, rysuje się go z reguły w półwidoku półprzekroju, mimo że półprzekrój wystarcza.

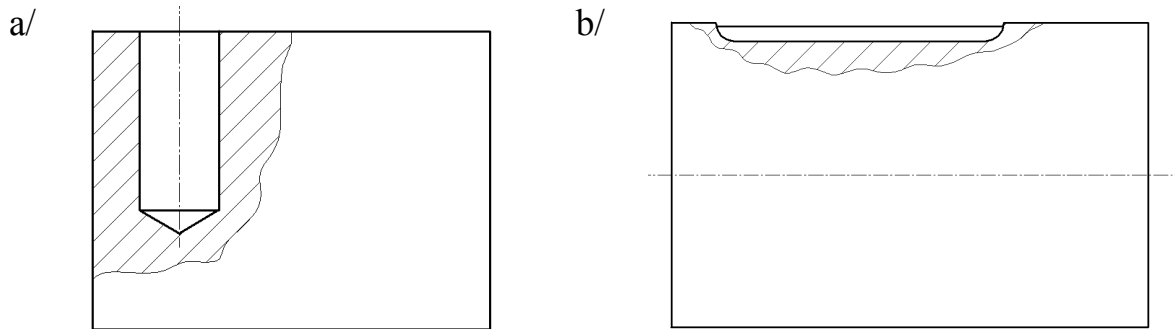
Stosując półprzekroje przedstawione na rys. 3.13, należy zwrócić uwagę, aby **krawędź widoczna przedmiotu nie stanowiła linii rozgraniczającej półwidok i półprzekrój** – rys. 3.14.



Rys. 3.14. Odwzorowanie sześciokątów w różnym położeniu

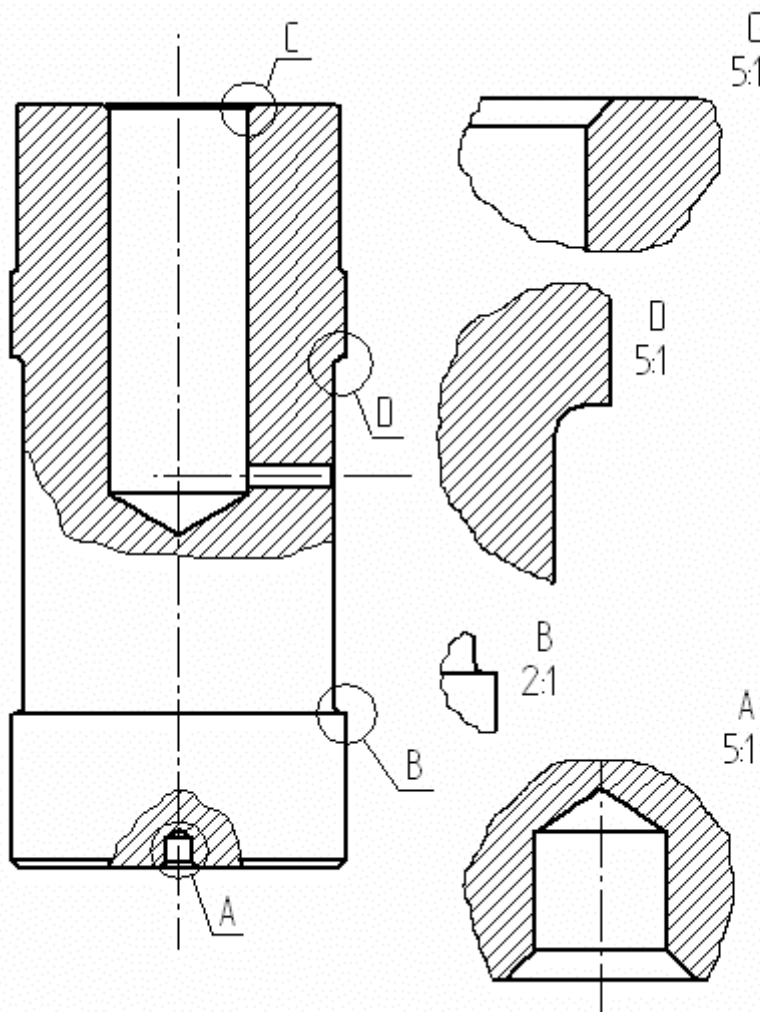
Przekroje cząstkowe.

Przekrój cząstkowy, zwany potocznie wyrwaniem, stosuje się gdy zachodzi potrzeba ukazania drobnych szczegółów wewnętrznych przedmiotu, bez potrzeby stosowania przekroju kompletnego. Rysowany na widoku przedmiotu, oddzielony jest linią falistą (cienką) - rys. 3.15.



Rys. 3.15. Przykłady zastosowania przekroju cząstkowego (wyrwania)

Stosując ten rodzaj przekroju należy pamiętać, że linia ograniczająca przekrój nie powinna nigdy pokrywać się z linią zarysu lub krawędzią przedmiotu. Jeżeli rysuje się kilka położonych blisko siebie przekrojów cząstkowych, należy je połączyć. Niekiedy zachodzi potrzeba ukazania szczegółu przedmiotu, w zwiększonej podziałce. Przypadek taki pokazano na rys. 3.16.



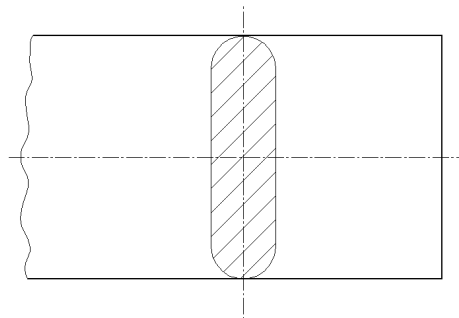
Rys. 3.16. Przekroje cząstkowe w zwiększonej podziałce

3.3.3. Kłady

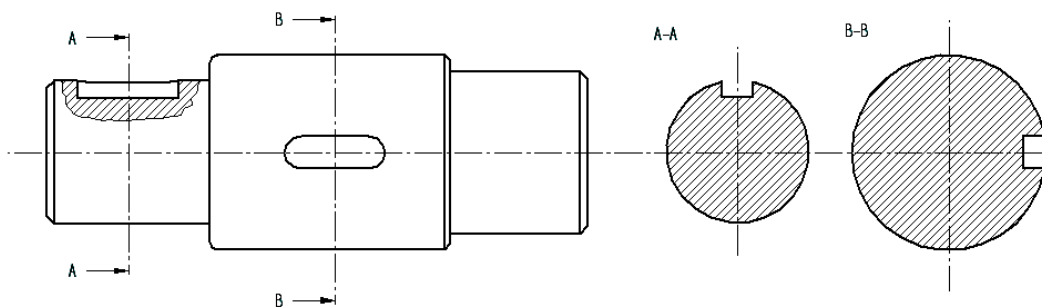
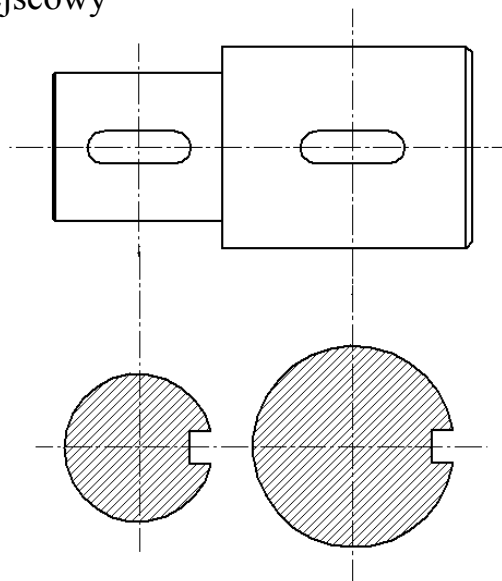
Kład jest to zarys figury geometrycznej leżącej w płaszczyźnie przekroju poprzecznego przedmiotu, po sprowadzeniu tej płaszczyzny do płaszczyzny sporządzanego rysunku (czyli obrót o 90^0). Różnica między przekrojem i kładem polega na tym, że w przypadku kładu nie rysuje się zarysów widoków znajdujących się poza płaszczyzną przekroju.

Rozróżnia się:

- **kłady miejscowe** – rys. 3.17, rysowane linią cienką na widoku przedmiotu,
- **kłady przesunięte** – rys. 3.18, rysowane poza widokiem przedmiotu.



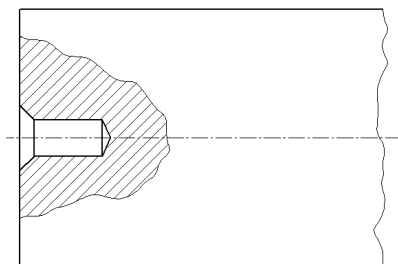
Rys. 3.17. Kład miejscowy



Rys. 3.18. Kłady przesunięte

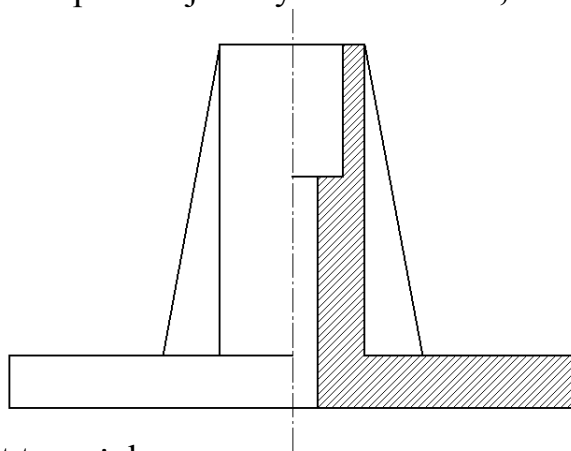
3.4. Uwagi dotyczące rysowania widoków i przekrojów

Poniżej zostaną omówione zagadnienia z którymi można się spotkać odwzorowując przedmiot, a które nie są ujęte w poprzednich rozdziałach. Z zasady nie przedstawia się w przekrojach **elementów pełnych, w tym o kształtach obrotowych**. Jeżeli znajdzie potrzeba przedstawienia szczegółu korzystać należy z przekrojów cząstkowych, rys. 3.19.



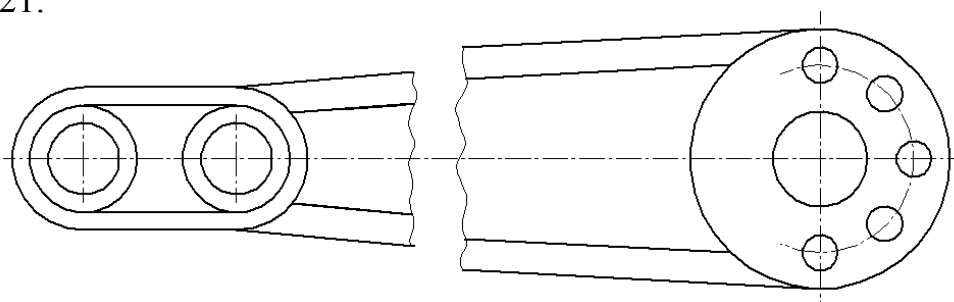
Rys. 3.19. Przedmiot pełny o kształtach obrotowych

I tak np. elementy typu kołki, nity, sworznie, śruby, kliny, wpusty rysowane na rysunkach złożeniowych przedstawiane są w widokach. Nie należy również w przekrojach rysować **zęber, cienkich ścianek, ramion kół** - rys. 3.20.



Rys. 3.20. Element typu zębro

Przedmioty długie, które nie zawierają żadnych wymagających pokazania szczegółów, w swej części środkowej można skracać, w sposób pokazany na rys. 3.21.



Rys. 3.21. Rysowanie przedmiotów długich

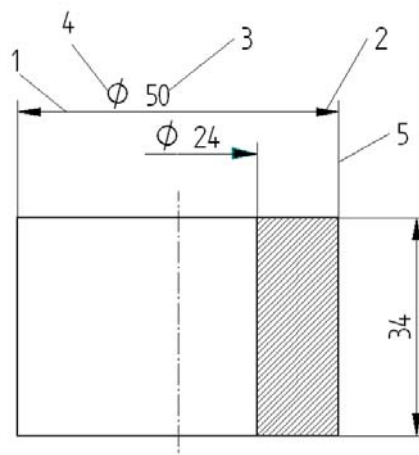
4. ZAPIS WYMIARÓW

Większość elementów maszyn składa się z podstawowych utworów geometrycznych takich jak walec, kula, stożek czy graniastosłup. Są one zwykle nieco zmodyfikowane podczas obróbki, jednak to nie zmienia ich charakterystycznego zarysu. Fakt ten ma zasadniczy wpływ na zapis wymiarów danego elementu.

4.1. Zasady graficzne zapisu wymiarów

Zapis wymiarów na rysunku wymaga umieszczenia kilku elementów graficznych. Są to:

- linia wymiarowa – 1,
- znak ograniczenia linii wymiarowej – 2,
- liczba wymiarowa – 3,
- znak wymiarowy – 4,
- pomocnicza linia wymiarowa – 5, (rys. 4.1).



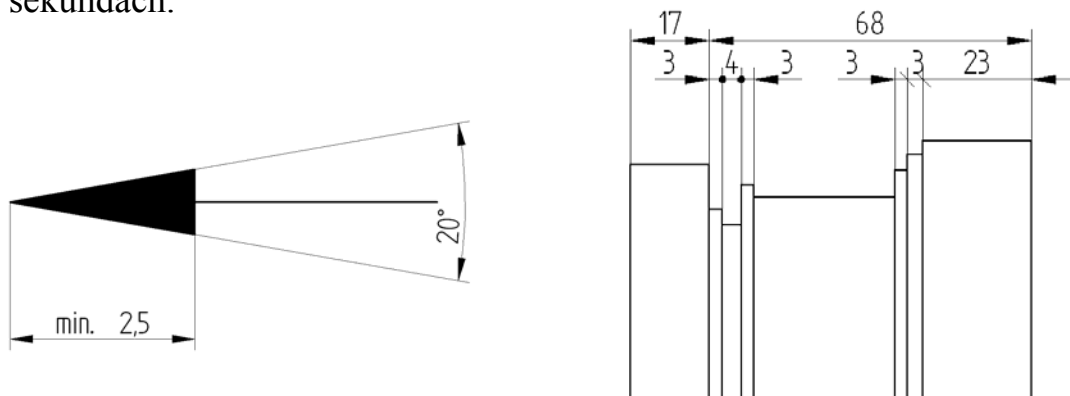
Rys. 4.1. Elementy graficzne zapisu wymiarów

Linie wymiarowe rysuje jako linie cienkie ciągłe, równoległe do krawędzi przedmiotu, w odległości nie mniejszej niż 10 mm od linii jego zarysu i 7 mm od równoległej linii wymiarowej. Zasada jest, że linie te nie powinny się przecinać.

Znakami ograniczenia linii wymiarowych są groty, których konstrukcję objaśniono na rys. 4.2a, a jeżeli nie ma na miejsca, groty mogą być zastąpione ukośnymi kreskami lub kropkami o średnicy ok. 1 mm – rys. 4.2b.

Linie pomocnicze rysuje się linią cienką ciągłą, przeciągnięte ok. 2 mm poza odpowiadające im linie wymiarowe, prostopadle do nich.

Liczby wymiarowe należy umieszczać nad liniami wymiarowymi, możliwie na środku. Należy je zapisywać tak, aby były czytelne w dwóch położeniach arkusza. Wymiary liniowe podaje się w mm, a kątowe w stopniach, minutach i sekundach.



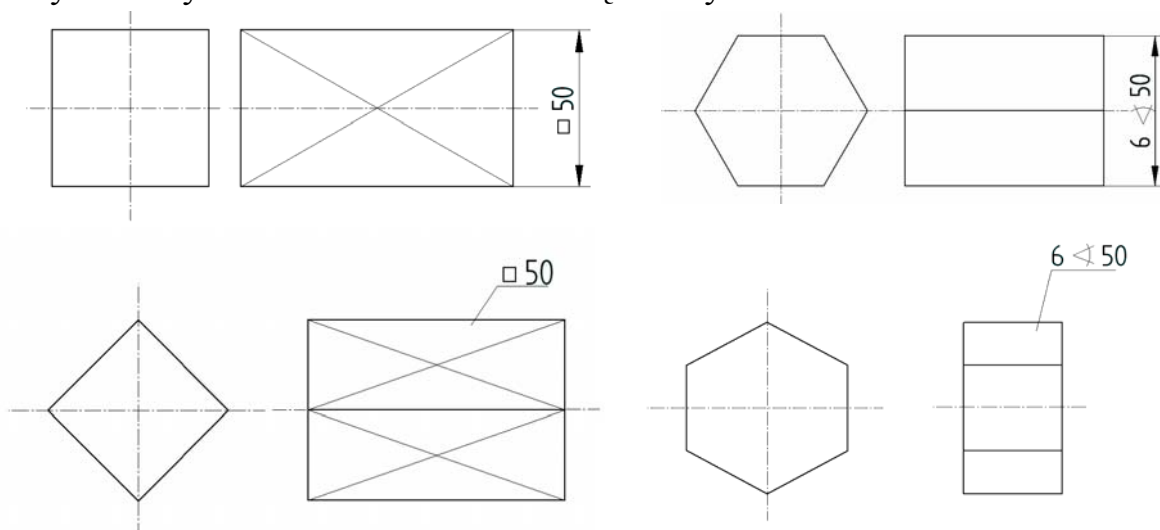
Rys. 4.2. Znaki ograniczenia linii wymiarowych

Zastosowanie odpowiednich **znaków wymiarowych** upraszcza wymiarowanie, ogranicza liczbę rzutów, ułatwia odczytywanie rysunku.

Najczęściej używane znaki wymiarowe to:

- \varnothing – średnica; np. $\varnothing 100$
- R – promień; np. R50,
- \square - kwadrat; np. $\square 100$,
- 6 - \triangleleft sześciokąt; np. $6 \triangleleft 100$,
- SR – promień kuli; np. SR100,
- S \varnothing – średnica kuli; np. S $\varnothing 100$,
- \times – grubość przedmiotu przedstawionego w jednym rzucie; np. $\times 5$,
- M – gwint metryczny; np. M20.

Należy zwrócić szczególną uwagę na różnicę umieszczania znaków wymiarowych kwadratu oraz sześciokąta na rys. 4.3.



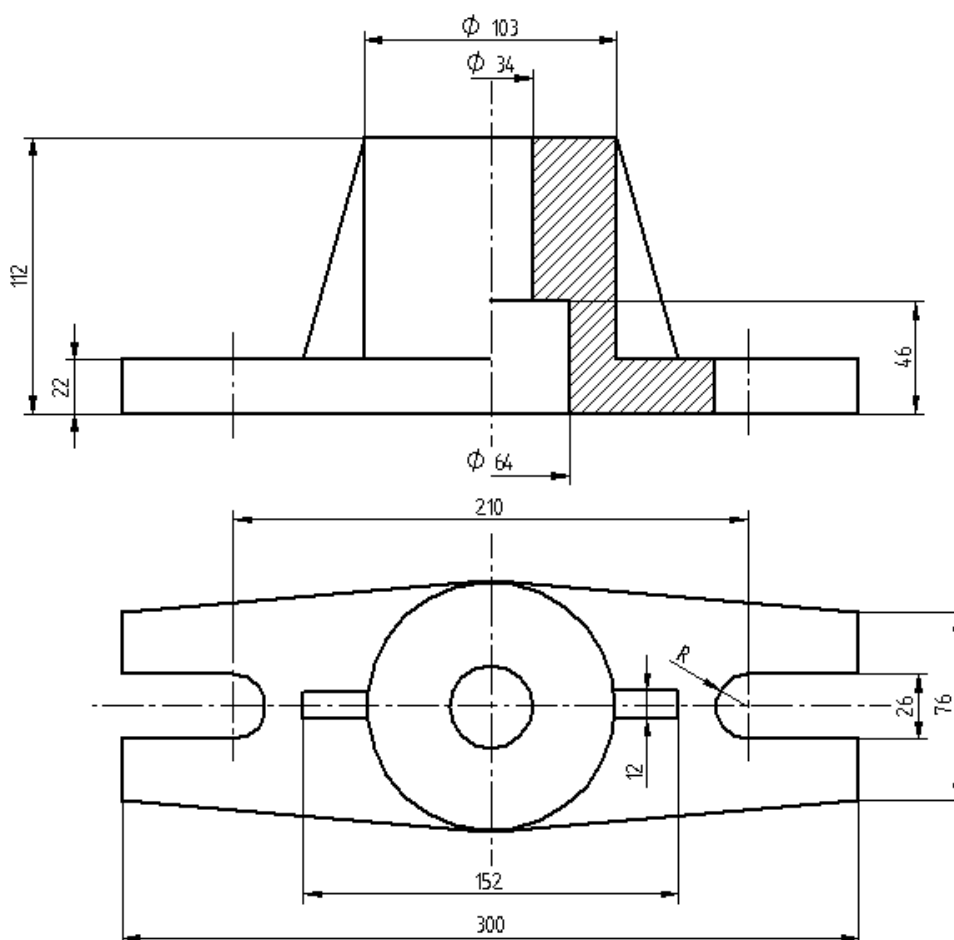
Rys. 4.3. Wymiarowanie sześciokąta i kwadratu

4.2. Ogólne zasady wymiarowania

Przystępując do wymiarowania należy bezwzględnie przestrzegać podanych poniżej zasad wymiarowania.

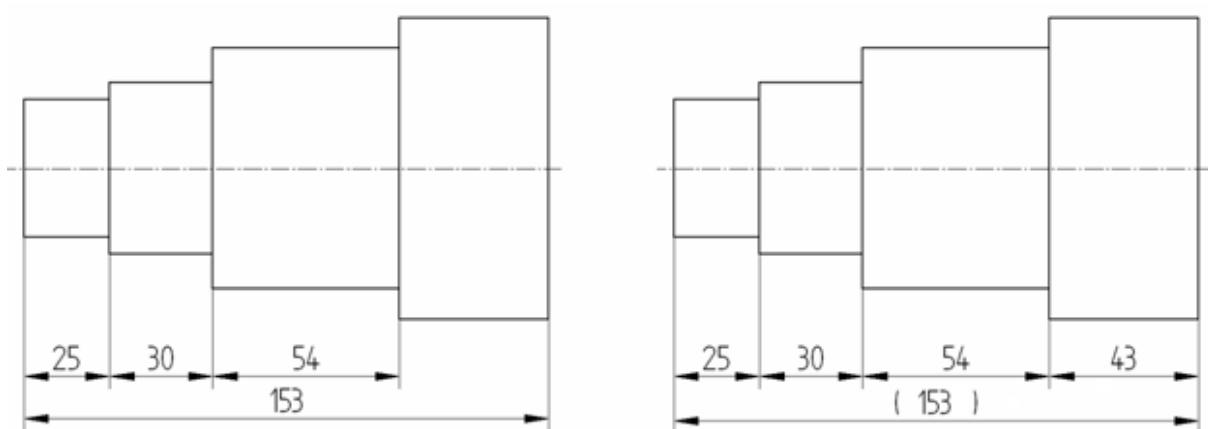
Zasada wymiarów koniecznych nakazuje podawanie na rysunku tylko koniecznych wymiarów do jednoznacznego odtworzenia elementu.

Zasada niepowtarzania wymiarów zakłada, że każdy wymiar podany jest na rysunku tylko jednokrotnie. Podanie tego samego wymiaru na kilku rzutach jest błędem. Należy również zwrócić uwagę na to żeby wymiar podawać tam, gdzie jest najlepiej czytelny i zrozumiały. Stąd też mając do wyboru np. dwa rzuty elementu, średnice wymiarować należy na przekroju – rys. 4.4.



Rys. 4.4. Wymiarowanie (model UM)

Zasada otwartego łańcucha wymiarowego nakazuje, aby w łańcuchu wymiarowym pomijać jeden z wymiarów przyjęty jako wypadkowy. Otrzymuje się wtedy otwarty łańcuch wymiarowy. Jeżeli jednak wymiar ułatwi czytanie rysunku, można go podać jako pomocniczy, informacyjny w nawiasie – rys. 4.5.



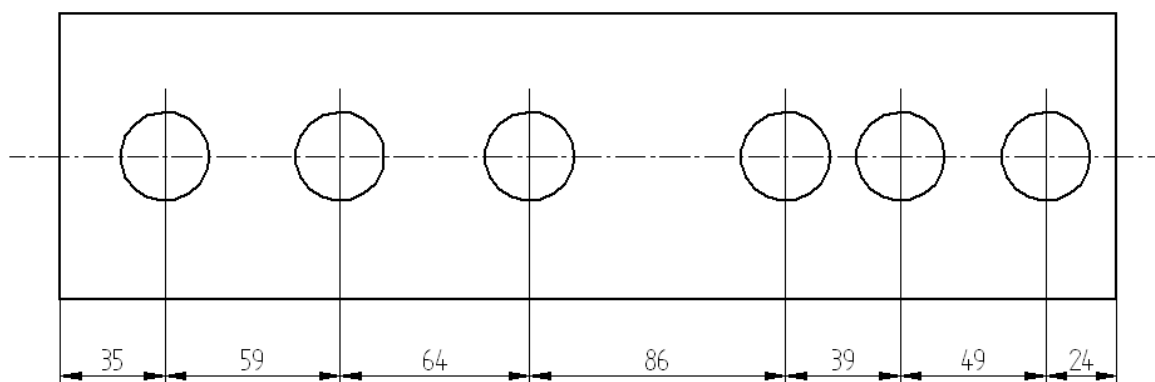
Rys. 4.5. Zasada otwartego łańcucha wymiarowego

Zasada pomijania wymiarów oczywistych nakazuje pomijać wymiary oczywiste, jak np. wymiary kątowe wynoszące odpowiednio 0° i 90° .

4.3. Rodzaje wymiarowania

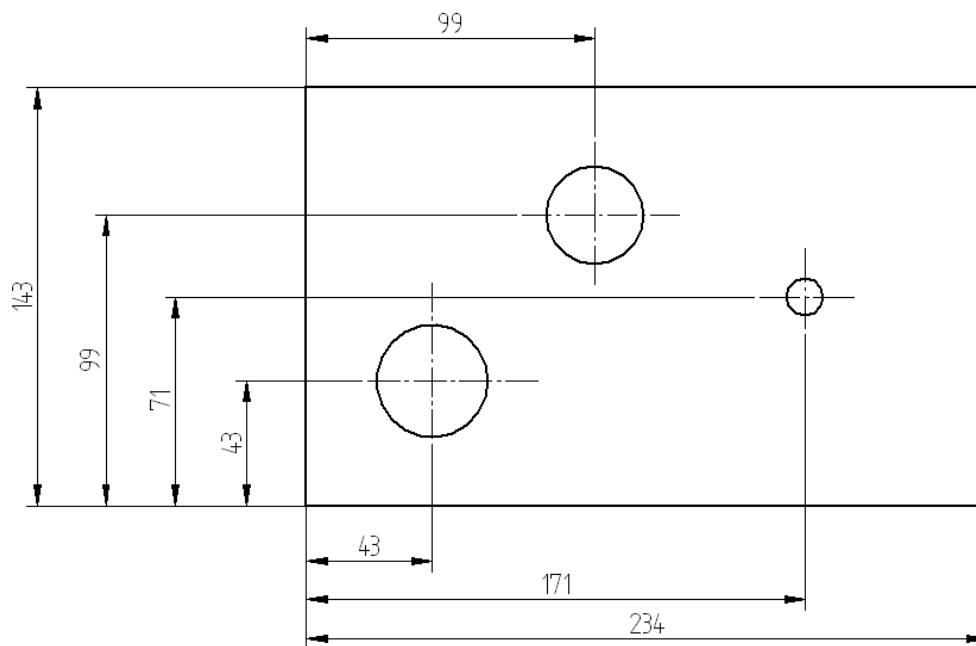
Rozróżnia się następujące sposoby wymiarowania przedmiotów:

- **wymiarowanie w układzie szeregowym wymiarów**, polegające na podawaniu wymiarów jeden za drugim; sposób ten stosowany jest, gdy zależy na dokładności wzajemnego położenia sąsiednich elementów geometrycznych przedmiotu - rys. 4.6,



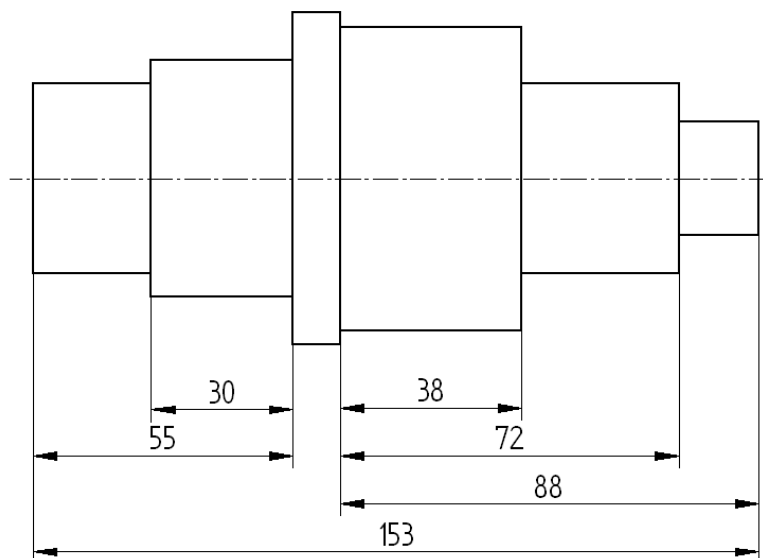
Rys. 4.6. Wymiarowanie w układzie szeregowym

- **wymiarowanie w układzie równoległym wymiarów**, polega na wymiarowaniu od jednej bazy wymiarowej; sposób ten stosowany jest, gdy istnieje konieczność dokładnego położenia elementów geometrycznych przedmiotu względem jednej bazy wymiarowej – rys. 4.7,



Rys. 4.7. Wymiarowanie w układzie równoległym

- **wymiarowanie w układzie mieszanym wymiarów** stanowi połączenie wymiarowania szeregowego i równoległego – rys. 4.8,



Rys. 4.8. Wymiarowanie w układzie mieszanym

Uwagi do zajęć projektowych.

Wysokość cyfr i znaków wymiarowych przy wymiarowaniu należy przyjąć 3,5 mm.

5. OZNACZANIE CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI

Chropowość, czyli strukturę geometryczną powierzchni obrabianych, opisuje się najczęściej za pomocą parametru R_a , określanego jako średnia arytmetyczna wartości bezwzględnych odchyłeń profilu od linii średniej w przedziale odcinka elementarnego.

Na rysunku podaje się wartość chropowości w mikrometrach.

Znormalizowane, zalecane przez normę wartości parametru R_a podano w tablicy III.

Tablica III. Zalecane wartości parametru R_a [μm]

R_a [μm]	R_a [μm]	R_a [μm]
400	12,5	0,40
200	6,3	0,20
100	3,2	0,100
50	1,6	0,050
25	0,80	0,025

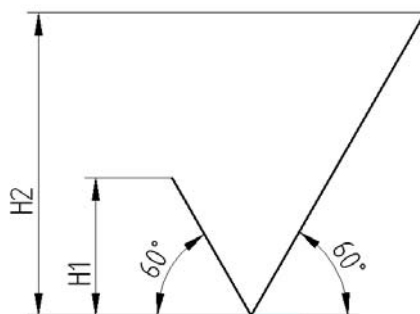
Chropowość otrzymaną podczas różnych rodzajów obróbki zawarto w tablicy IV.

Tablica IV. Wartość parametru R_a [μm] otrzymana podczas najczęściej stosowanych rodzajów obróbki

Rodzaj obróbki	R_a [μm]
Toczenie zgrubne	80 – 20
średnio dokładne	10 – 5
dokładne	2,5 – 1,25
b. dokładne	1,25 – 0,63
Frezowanie zgrubne	80 – 40
średnio dokładne	20 – 10
dokładne	5 – 2,5
b. dokładne	1,25 – 0,63
Wiercenie	40 - 10
Rozwiercanie dokładne	2,5 – 1,25
b. dokładne	0,63 – 0,32
Szlifowanie zgrubne	5
średnio dokładne	2,5 – 1,25
dokładne	0,63
b. dokładne	0,32 – 0,16

5.1. Znaki chropowatości

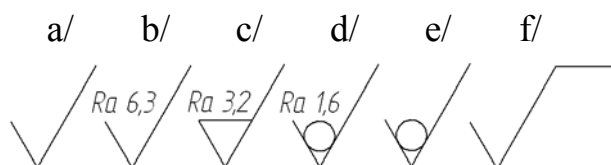
Podstawowy znak graficzny użyty do oznaczenia chropowatości na rysunku składa się z dwóch odcinków prostej o różnej długości, nachylonych pod kątem 60° , do linii oznaczającej powierzchnię – rys. 5.1.



Rys. 5.1. Podstawowy symbol graficzny chropowatości

Wysokości H_1 i H_2 dobiera się w zależności od wysokości pisma na arkuszu rysunkowym.

Do oznaczania chropowatości stosuje się symbole graficzne przedstawione na rys. 5.2.



Rys. 5.2. Symbole graficzne oznaczania chropowatości

Znak na rys. 5.2a używany jest do oznaczania kilku powierzchni przedmiotu, najczęściej w zbiorczych oznaczeniach chropowatości.

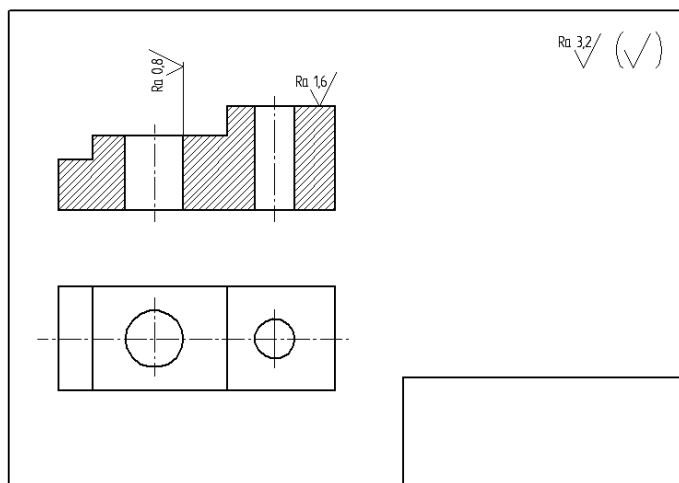
Na rys. 5.2b przedstawiono znak stosowany, gdy żadaną chropowatość powierzchni otrzymuje się bez usunięcia lub z usunięciem warstwy materiału.

Znak na rys. 5.2c stosować należy wtedy, gdy żadaną chropowatość powierzchni otrzymana jest wyłącznie ze zdjęciem warstwy materiału, zaś na

rys. 5.2d bez zdejmowania warstwy materiału. Kolejny znak, rys. 5.2e, stosowany jest, gdy należy zachować chropowatość z poprzedniego procesu technologicznego lub do wyrobów hutniczych, np. surowy odlew. Ostatni znak

używany jest do podawania szczegółowych cech chropowatości powierzchni.

Oznaczenia chropowatości należy umieszczać w górnym prawym narożu rysunku zgodnie z rys. 5.3, w odległości od 5 do 10 mm od obramowania.



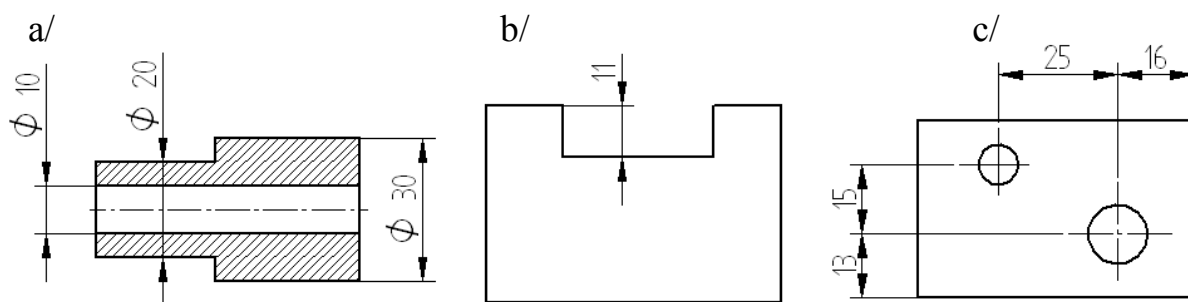
Rys. 5.3. Umieszczanie oznaczenia chropowatości na rysunkach

6. TOLERANCJE I PASOWANIA

6.1. Tolerancje wymiarów liniowych

Tolerowanie polega na określeniu przedziału wartości dopuszczalnych odchyłek od **wymiaru nominalnego**.

Wymiary określające odwzorowany przedmiot podzielić można na: **wymiary zewnętrzne** (np. średnice zewnętrzne) – rys. 6.1a, **wewnętrzne** (np. średnice wewnętrzne) – rys. 6.1a, **mieszane** rys. 6.1b i **pośrednie** – rys. 6.1c.



Rys. 6.1. Rodzaje wymiarów

Ze względu na dokładność wykonania elementu wymiary można podzielić na: **swobodne, teoretyczne i tolerowane**.

Wymiary swobodne to takie dla których nie istnieje potrzeba określania odchyłek. **Wymiary teoretyczne** również określa się bez podawania odchyłek, są to zazwyczaj wymiary dla doboru narzędzi i sprawdzianów. **Wymiary tolerowane** to takie dla których określono odchyłki.

Wymiar względem którego określa się odchyłki, to **wymiar nominalny N** – rys. 6.2.

Górny wymiar graniczny B (B_o określony dla wymiaru wewnętrznego i B_w dla wymiaru zewnętrznego) jest to największa dopuszczalna wartość wymiaru tolerowanego.

Dolny wymiar graniczny A (A_o określony dla wymiaru wewnętrznego i A_w dla wymiaru zewnętrznego) jest to najmniejsza dopuszczalna wartość wymiaru tolerowanego.

Odchyłka górna (ES dla wymiaru wewnętrznego i es dla wymiaru zewnętrznego) jest to różnica między górnym wymiarem granicznym, a wymiarem nominalnym.

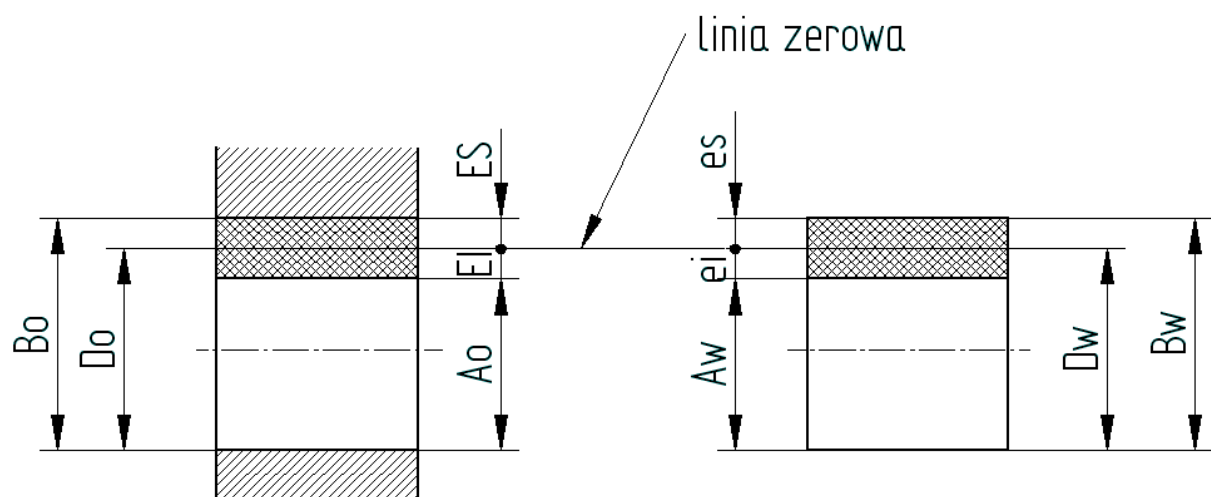
$$ES = es = B - N$$

Odchyłka dolna (EI dla wymiaru wewnętrznego i ei dla wymiaru zewnętrznego) jest to różnica między dolnym wymiarem granicznym, a wymiarem nominalnym.

$$EI = ei = A - N$$

Pole tolerancji T to obszar zawarty między górnym i dolnym wymiarem granicznym.

$$T = B - A = es - ei = ES - EI$$



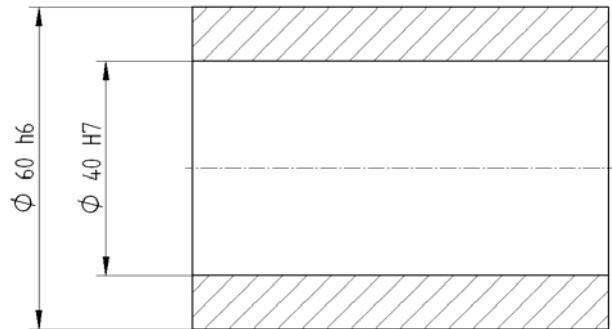
Rys. 6.2. Określenia położenia wymiarów, odchyłek i tolerancji

Rozróżnia się :

- **tolerowanie normalne,**
- **tolerowanie swobodne.**

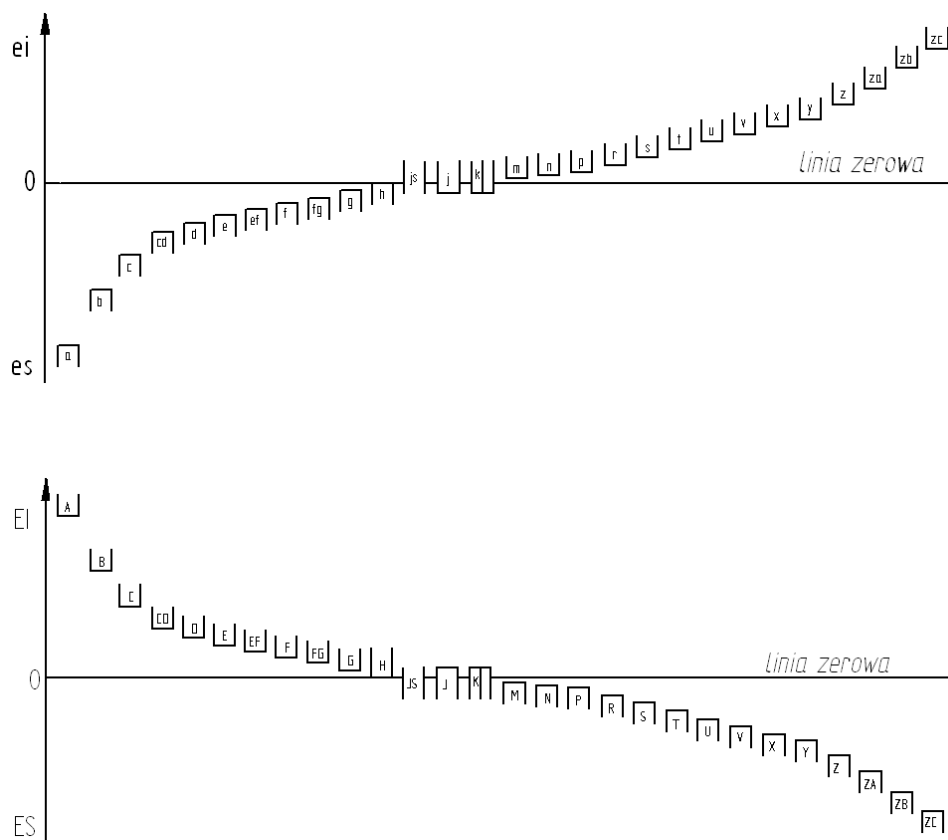
Tolerowanie normalne polega na podawaniu odchyłek wynikających z układu tolerancji zawartych w odpowiednich normach. **Tolerowanie swobodne** polega na podawaniu odchyłek nie związanych z żadnymi uwarunkowaniami zawartymi w normach.

Przykład oznaczenia tolerowania normalnego wymiarów przedstawiono na rys. 6.3.



Rys. 6.3. Zapis rysunkowy tolerowania normalnego

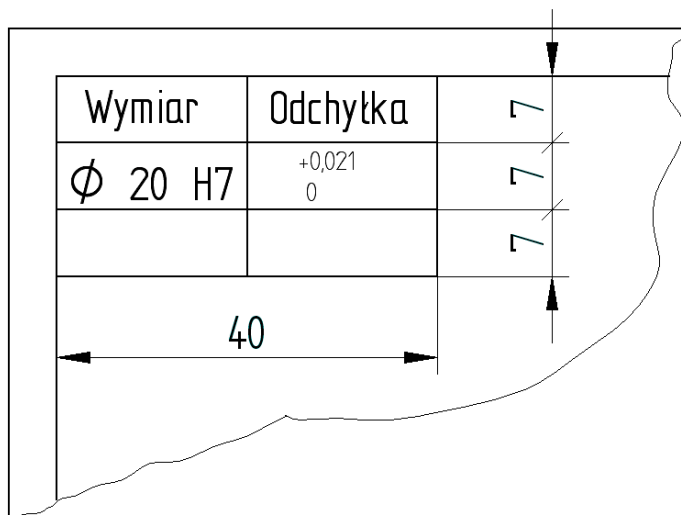
Symbole literowe umieszczone obok liczby wymiarowej określają położenie pola tolerancji względem linii zerowej. Rozkład odchyłek podstawowych oraz ich symbole literowe przedstawiono na rys. 6.4.



Rys. 6.4. Rozkład odchyłek podstawowych dla wałków oraz otworów

W zapisie wymiarów tolerowanych na rys. 6.3 cyfry obok liter - h6, H7 - oznaczają klasę dokładności wykonania. Obowiązuje 20 klas dokładności: 01; 0; 1; 2 ... 18, w kierunku malejącej dokładności.

Wartości odchyłek odczytane z norm, podawane zawsze w mm, zapisuje się w tabelce, umieszczonej w lewym górnym rogu rysunku, zgodnie z rys. 6.5.



Rys. 6.5. Tabelka odchyłek umieszczana na rysunku

6.2. Pasowania elementów

Pasowanie określa się jako sposób współdziałania współpracujących ze sobą części: **wałka** (w umownym znaczeniu wymiaru zewnętrznego) oraz **otworu** (w umownym znaczeniu wymiaru wewnętrznego).

Rozróżnia się pasowanie:

- **luźne**,
- **ciasne**,
- **mieszane**.

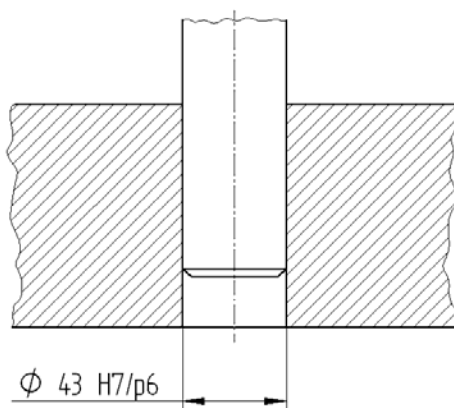
Pasowanie luźne występuje wtedy, gdy pole tolerancji wałka leży poniżej pola tolerancji otworu. **Pasowanie ciasne** występuje, gdy pole tolerancji wałka leży powyżej pola tolerancji otworu; **pasowanie mieszane**, gdy te pola pokrywają się całkowicie lub częściowo.

W ogólnej budowie maszyn używa się powszechnie pasowania:

- **na zasadzie stałego otworu – H,**
- **na zasadzie stałego wałka – h.**

Pierwsze z nich jest uprzywilejowane. Do otworu, którego położenie pola tolerancji określa litera H, dobiera się z norm tolerancję wałka tak, aby zapewnić zakładaną współpracę tych elementów.

Zapis pasowania stosowany na rysunkach przedstawia rys. 6.6.



Rys. 6.6. Zapis pasowania

6.3. Tolerowanie kształtu i położenia.

Norma PN – 87/M – 01145 określa zasady **tolerancji kształtu i położenia**. Zapis stosowany na rysunkach powinien zawierać:

- znak rodzaju tolerancji,
- wartość liczbową tolerancji.

Na rys. 6.7 przedstawiono zapis

- **tolerancji kształtu:**

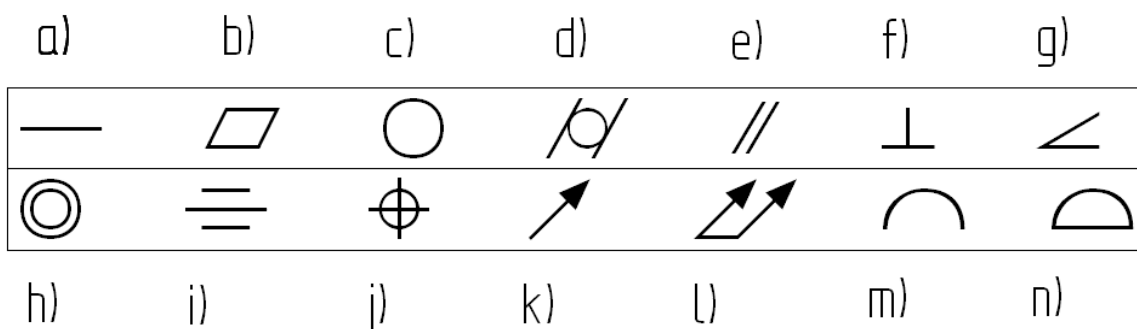
- a) prostoliniowości – rys. 6.7a,
- b) płaskości – rys. 6.7b,
- c) okrągłości – rys. 6.7c,
- d) walcowości – rys. 6.7d,

- **tolerancji położenia:**

- e) równoległości – rys. 6.7e,
- f) prostopadłości – rys. 6.7f,
- g) nachylenia – rys. 6.7g,
- h) współosiowości – rys. 6.7h,
- i) symetrii – rys. 6.7i,
- j) pozycji – rys. 6.7j,

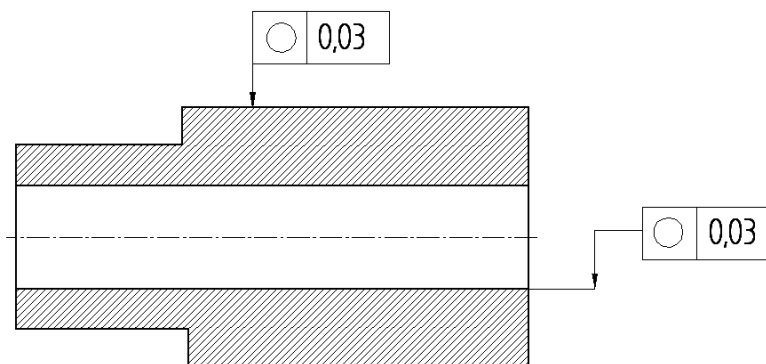
- **tolerancji kształtu i położenia:**

- k) bicia promieniowego – rys. 6.7k,
- l) bicia całkowitego – rys. 6.7l,
- m) kształtu danego zarysu – rys. 6.7m,
- n) kształtu wyznaczonej powierzchni – rys. 6.7.



Rys. 6.7. Znaki graficzne do zapisu tolerancji kształtu i położenia

Sposób zapisu tolerancji kształtu i położenia na rysunkach przedstawiono na rys. 6.8.



Rys. 6.8. Zapis tolerancji kształtu na rysunku

Uwagi do zajęć projektowych.

Znaki tolerancji kształtu i położenia wpisywać należy wysokością pisma $h = 3,5 \text{ mm}$, wysokość ramki powinna wynosić $2h = 7 \text{ mm}$

7. POŁĄCZENIA

7.1. Połączenia gwintowe

Połączenia gwintowe należą do grupy połączeń rozłącznych.

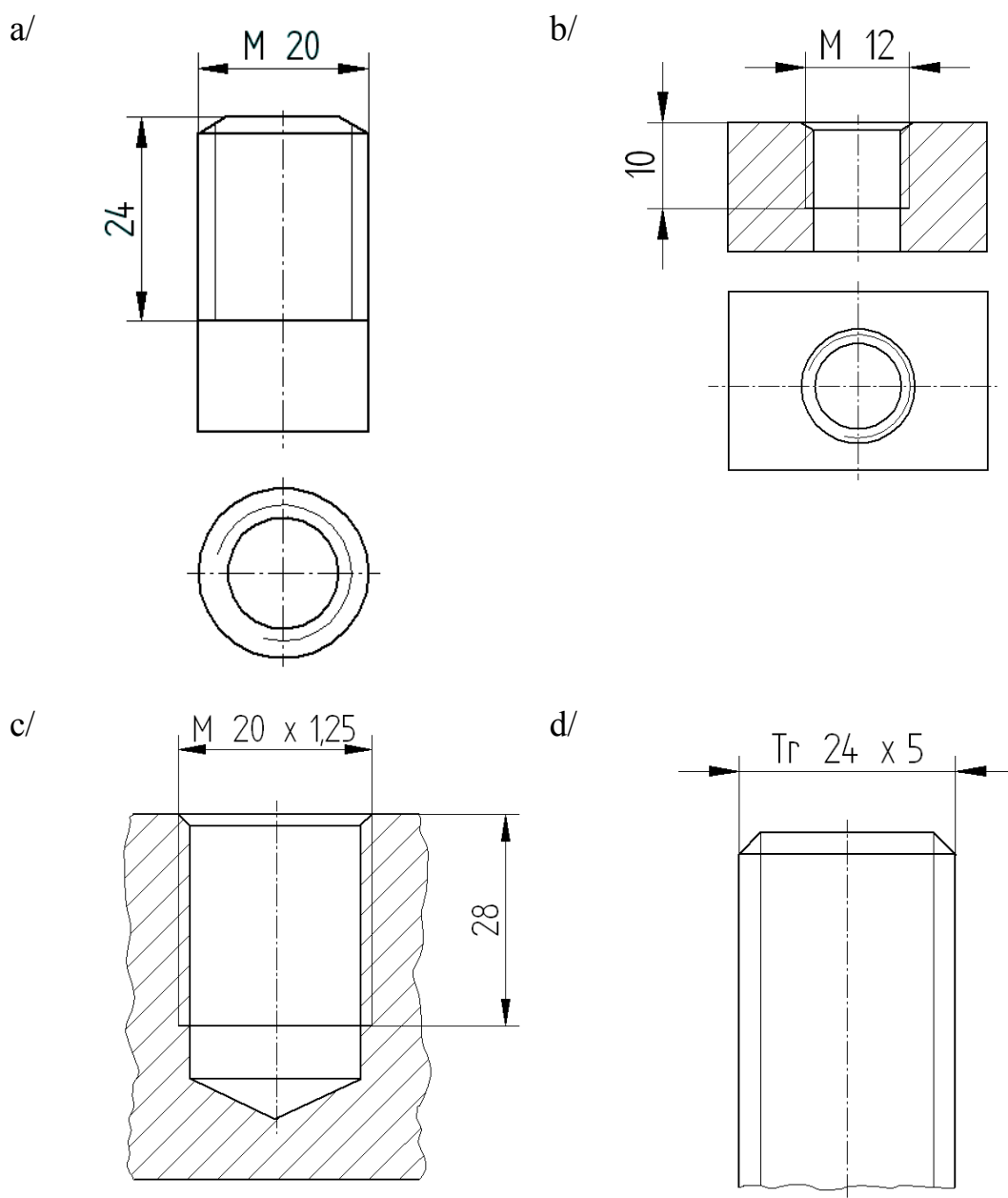
Gwinty charakteryzuje się przez następujące wielkości:

- średnicę gwintu,
- podziałkę,
- kształt zarysu gwintu – trójkątny, prostokątny, trapezowy symetryczny i niesymetryczny, okrągły.

Wszystkie rodzaje gwintów rysuje się w jednakowy sposób, uzupełniając wymiary znormalizowanym oznaczeniami.

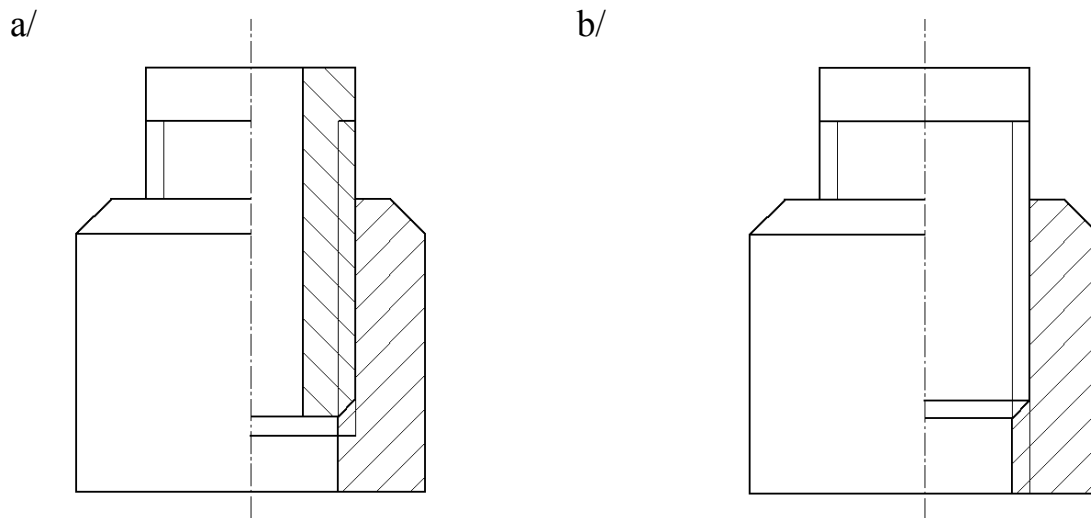
Jednym z najczęściej stosowanych gwintów jest **gwint metryczny** (o zarysie trójkątnym) oznaczany literą **M**.

Elementy z gwintem rysuje się w uproszczeniu, odwzorowując dna bruzd linią cienką ciągłą, wierzchołki występów gwintu linią ciągłą grubą, a zakończenia gwintów linią ciągłą grubą poprzeczną do osi gwintu – rys. 7.1. Odległość linii cienkiej od grubej równa jest wysokości gwintu, nie mniejsza niż 0,8 mm. W rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi gwintu gwint zaznacza się rysując linię cienką ciągłą przez $\frac{3}{4}$ okręgu. Linia ta nie powinna zaczynać się ani kończyć na osiach symetrii.

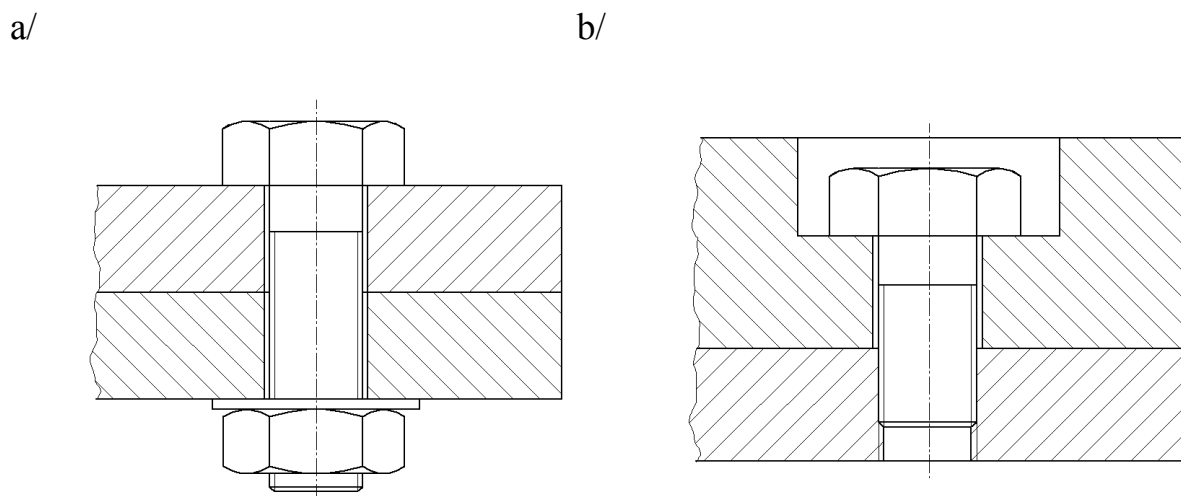


Rys. 7.1. Elementy z gwintem metrycznym i trapezowym symetrycznym

Przykłady połączeń gwintowych przedstawiono na rys. 7.2 i rys. 7.3.



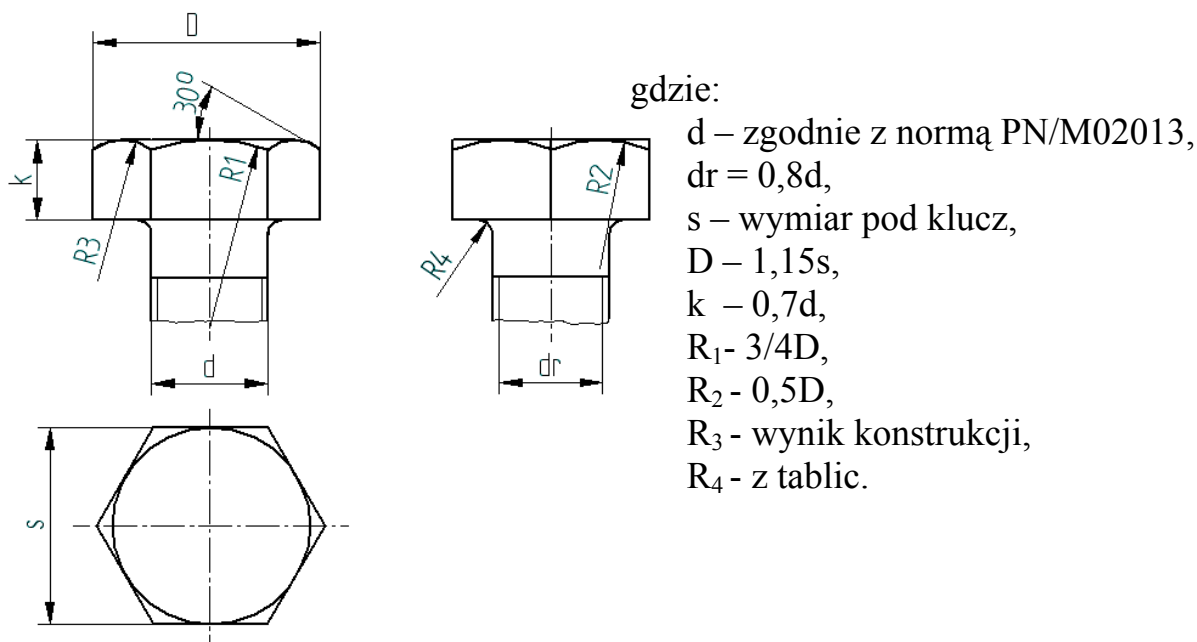
Rys. 7.2. Połączenie gwintowe



Rys. 7.3. Przykłady połączeń gwintowych

Odwzorowując połączenia gwintowe rysuje się je tak, aby gwint zewnętrzny zawsze zasłaniał gwint wewnętrzny.

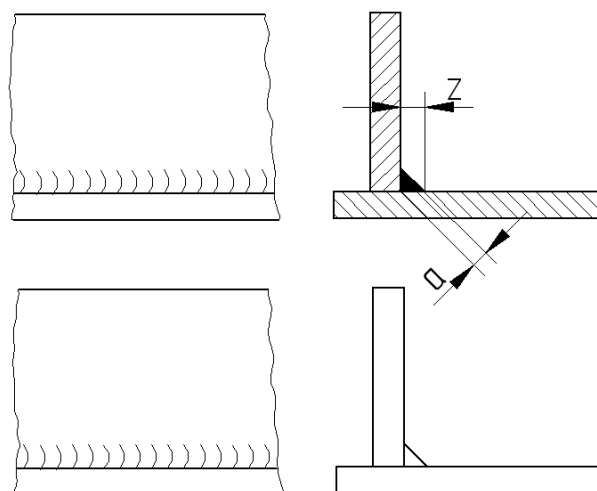
Łby śrub należy rysować zgodnie z rys. 7.4. W taki sam sposób rysuje się nakrętki przyjmując wysokość nakrętki $w = 0,8 d$.



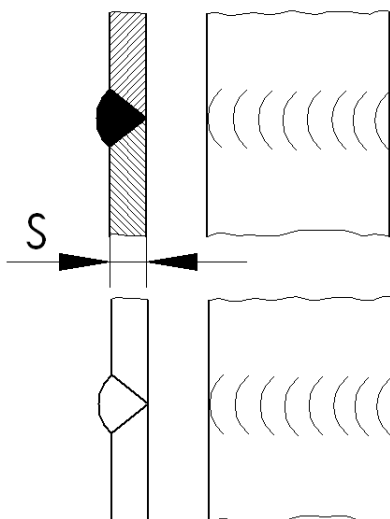
Rys. 7.4. Rysowanie łbów śrub sześciokątnych

7.2. Połączenia spawane

Połączenia spawane należą do połączeń nierozłącznych, gdzie zasadniczym elementem łączącym jest spoina. Istnieje kilkanaście różnych rodzajów spoin. Połączenia spawane można rysować w sposób uproszczony oraz w sposób umowny. Odzworowując połączenie spawane w sposób uproszczony, w widoku, w rzucie od strony lica spoiny zaznacza się ją przez narysowanie linią cienką ciągłą szeregu równoległych do siebie łuków. W rzucie z przodu rysuje się zarys elementów połączenia i spoiny linią grubą ciągłą. W przekroju spoinę należy zaczernić. Na rys. 7.5 przedstawiono spoinę pachwinową, a na rys. 7.6 spoinę czołową oznaczając charakterystyczne wymiary.

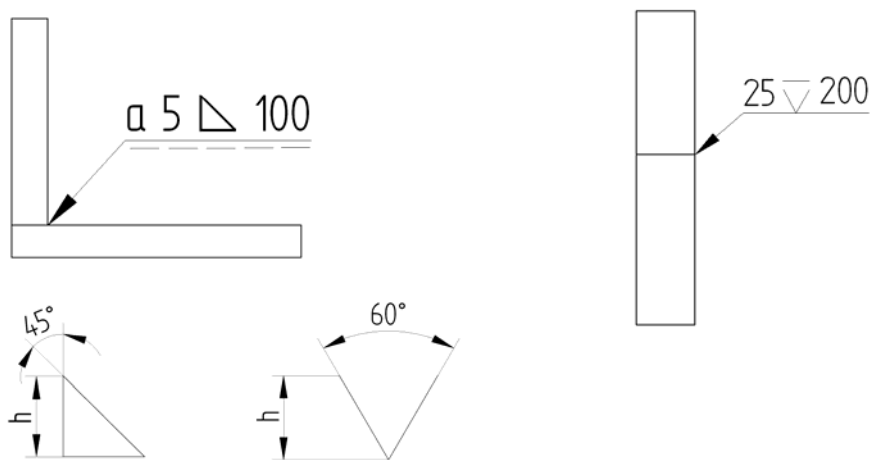


Rys. 7.5. Spoina pachwinowa



Rys. 7.6. Spoina czołowa

Stosując umowny sposób odwzorowania połączenia spawanego, zakłada się, że spoina określona odpowiednim znakiem graficznym jest znana, wobec czego nie rysuje się jej. Miejsce położenia spoiny, jej kształt oraz wymiary podaje się w sposób przedstawiony na rys. 7.7.



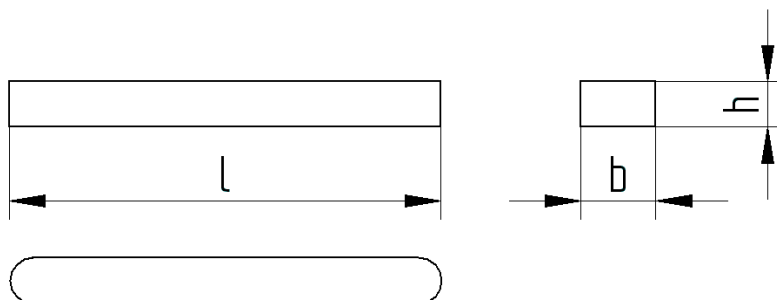
Rys. 7.7. Wymiarowanie spoiny pachwinowej i czołowej, znaki graficzne

Linie odniesienia rysuje się linią cienką ciągłą zakończoną grotem, który powinien dotykać spoiny, najczęściej od strony lica. Graficzny znak spoiny powinien być rysowany na półce linii wskazującej. Charakterystyczne wymiary przekroju poprzecznego spoiny wpisuje się na lewo od znaku, przy czym dla spoin czołowych jest to wielkość s , zaś dla spoin pachwinowych a lub z . Po prawej stronie znaku spoiny umieszcza się wymiary przekroju wzdłużnego spoiny, jej długość. Linia identyfikacyjna (kreskowa) rysowana pod linią wskazującą określa położenie spoiny względem umieszczonego wymiaru. Położenie i wymiarowanie pokazane na rys. 7.7 jest najczęściej stosowane.

7.3. Połączenia wpustowe

Połączenia wpustowe należą do grupy połączeń rozłącznych. Rozróżnia się wpusty pryzmatyczne, czółenkowe, czopkowe symetryczne oraz czopkowe niesymetryczne.

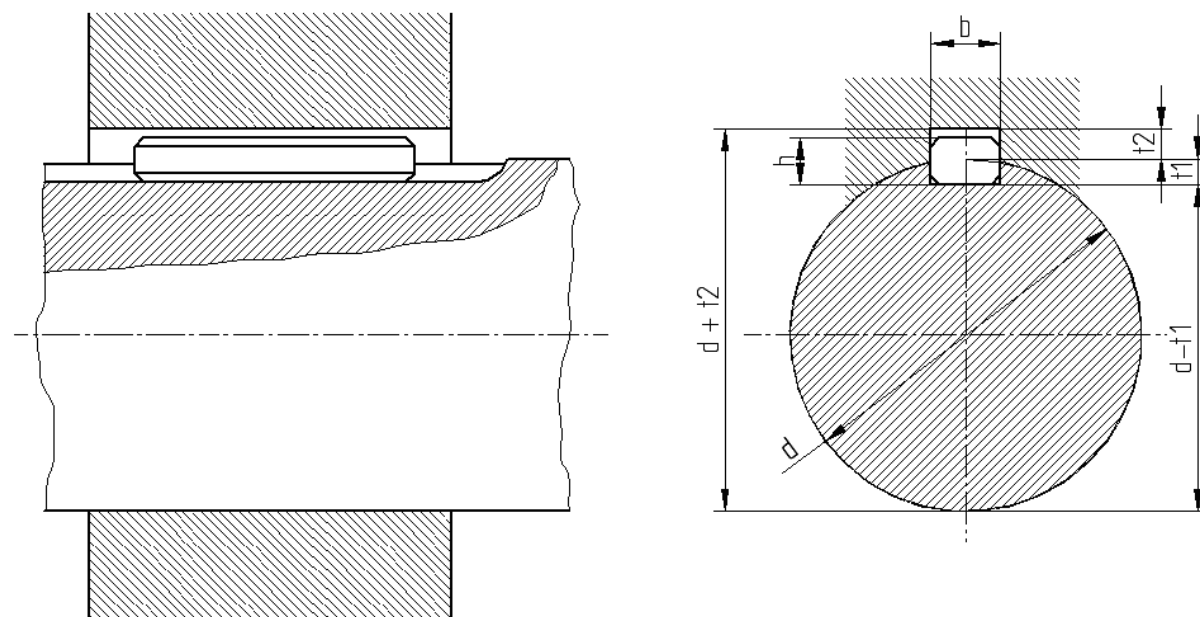
Na rys. 7.8 przedstawiono wpust pryzmatyczny rodzaju A.



gdzie: b - szerokość, h - wysokość, l - długość

Rys. 7.8. Wpust pryzmatyczny

Połączenie z wykorzystaniem wpustu przedstawiono na rys. 7.9.



Rys. 7.9. Połączenie wpustowe

Wpusty wymiaruje się w sposób uproszczony. Od zarysu wpustu prowadzi się linię odniesienia i linię wskazującą, nad którą dla wpustów pryzmatycznych wpisuje się :

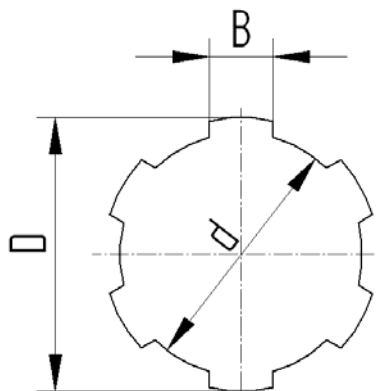
- wpust pryzmatyczny,
- znak literowy oznaczający odmianę wpustu,
- wartość szerokości, wysokości i długości,
- numer odpowiedniej normy.

Zapis ten ma postać: **Wpust pryzmatyczny A 12 x 8 x 56 PN/M-85005**

7.4. Połączenia wielowypustowe

Połączenia wielowypustowe należą do grupy połączeń rozłącznych. Wielowypusty zapewniają połączenie poprzez odpowiednio ukształtowane wypusty. Rozróżnia wielowypusty równoległe oraz wielowypusty ewolwentowe.

Przykład wielowypustu równoległego przedstawia rys. 7.10.



gdzie:

- d – średnica wewnętrzna,
- D – średnica zewnętrzna,
- B – szerokość wypustu.

Rys. 7.10. Zarys wałka wielowypustowego

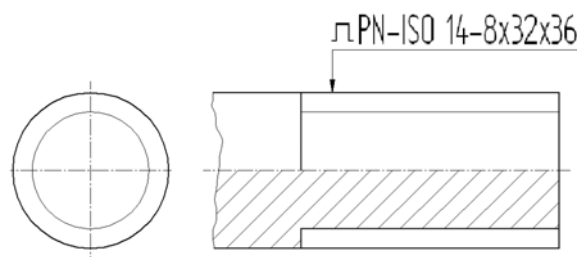
Elementy złącza wielowypustowego oraz samo złącze rysuje się w uproszczeniu, w sposób przedstawiony na rys. 7.11

Wymiarowanie elementu złącza wielowypustowego zawiera następujące oznaczenia:

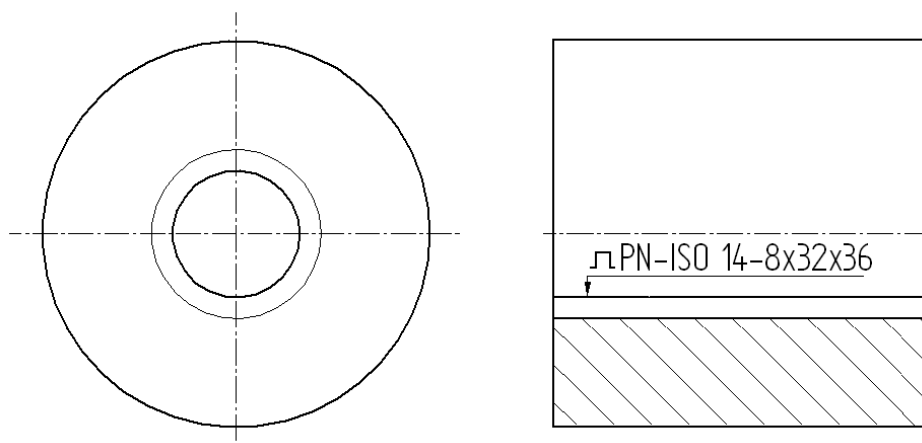
- znak graficzny wielowypustu,
- nr normy PN – ISO 14,
- liczbę wielowypustów – np. 8,
- wymiar średnicy wewnętrznej – np. 32,
- wymiar średnicy zewnętrznej – np. 36.

Powyższe wartości dobiera się z normy.

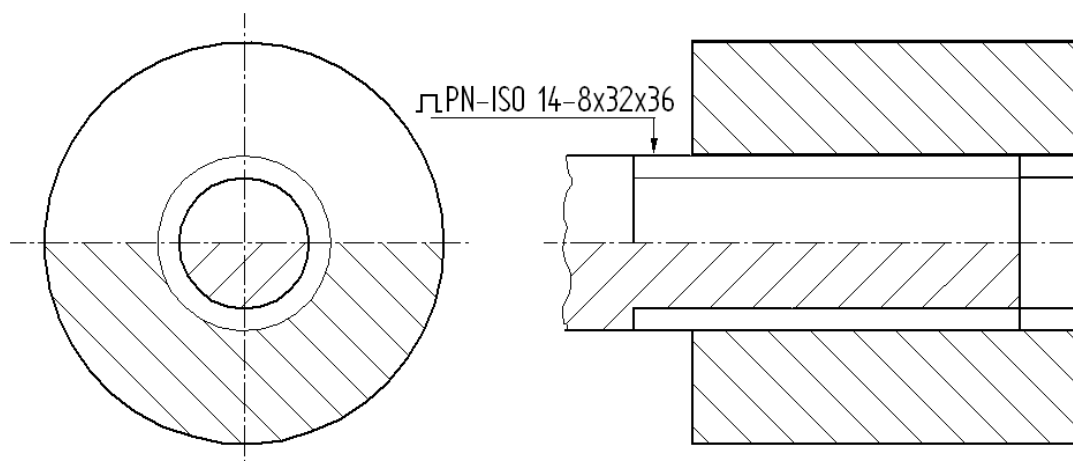
a/



b/



c/



Rys. 7.11. Elementy oraz złącze wielowypustowe:
a) wałek, b) piasta, c) złącze

8. RYSUNEK ELEKTRYCZNY I ELEKTRONICZNY

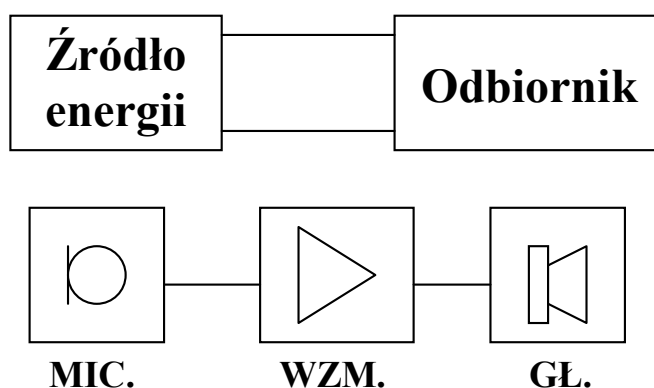
Schemat elektryczny (elektroniczny) to rysunek techniczny przedstawiający za pomocą symboli graficznych, w jaki sposób obiekt lub jego elementy są ze sobą połączone.

8.1. Rodzaje schematów

Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje schematów: blokowy i szczegółowy.

Schemat blokowy (strukturalny)

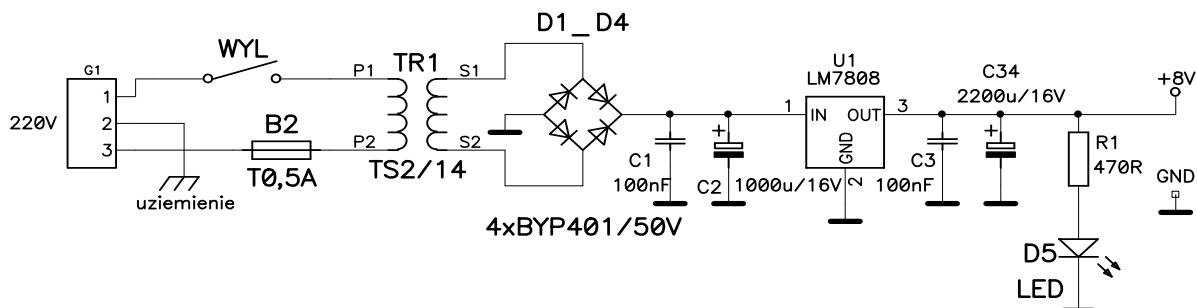
Zawiera jedynie ogólne struktury podzespołów i ich funkcji. Nie jest konieczne pokazywanie wszystkich połączeń (rys. 8.1).



Rys. 8.1. Przykłady schematów blokowych

Schemat szczegółowy (zasadniczy)

Zawiera struktury wszystkich podzespołów i ich połączeń (rys. 8.2).



Rys. 8.2. Schemat szczegółowy zasilacza stabilizowanego 8V/1A

8.2. Ogólne zasady rysowania schematów

Każdy schemat elektryczny lub elektroniczny należy rysować zachowując poniższe zasady (rys. 8.2, rys. 8.3, rys. 8.4):

- wszelkie elementy łączeniowe (wyłączniki, przekaźniki) należy rysować w stanie niewzbudzonym, otwartym, spoczynkowym (bez napięcia),
- ilość przecinających się linii należy ograniczać do minimum,
- połączenia powinny być jak najkrótsze, prowadzone poziomo lub pionowo bez załamań,
- punkty połączeniowe, tzw. węzły, należy oznaczać zaczerpionymi kropkami,
- należy grupować elementy, które wspólnie tworzą pewne moduły funkcjonalne albo podzespoły,
- w przypadku dużych i rozbudowanych schematów odległe połączenia można oznaczać, tzw. labelami, aby nie prowadzić ścieżek przez cały schemat.

8.3. Podstawowe symbole graficzne

Schematy elektryczne i elektroniczne składają się z symboli graficznych oznaczających poszczególne podzespoły oraz linii połączeniowych (tzw. ścieżek).

Różnica w rysowaniu schematów elektrycznych i elektronicznych dotyczy występowania różnych napięć:

- dla schematów elektrycznych $U > 200 \text{ V}$ i dotyczy przeważnie prądów przemiennych.
- dla schematów elektronicznych $U < 250 \text{ V}$ - głównie dla prądów stałych.

Stąd też i symbole graficzne nie są jednakowo często stosowane w obu grupach. Obok symbolu graficznego umieszcza się oznaczenie elementu, liczbę porządkową danej grupy podzespołów oraz jego konkretną wartość, np. R23 (gdzie R – oznaczenie elementu – rezystor, a 23 numer porządkowy danego rezystora).

Poniżej przedstawiono zestawienie oznaczeń podstawowych elementów, których używa się podczas rysowania schematów elektronicznych i elektrycznych.

- Rezystor (opornik)

Oznaczenie elementu – R

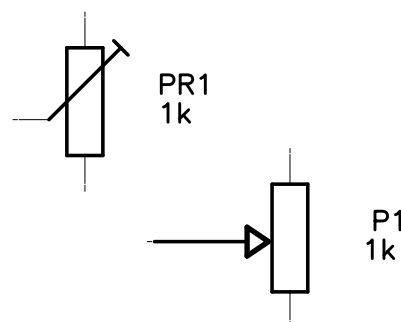
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Rezystor montażowy (trymer)

Oznaczenie elementu – PR

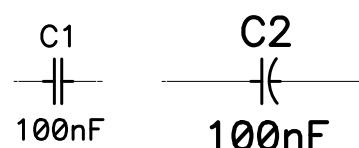
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Potencjometr

Oznaczenie elementu – P

Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Kondensator ceramiczny

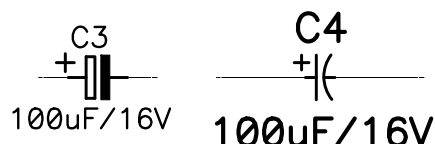
Oznaczenie elementu – C

Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:

- Kondensator elektrolityczny

Oznaczenie elementu – C

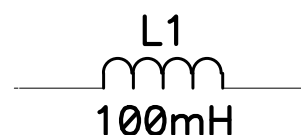
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Cewka

Oznaczenie elementu – L

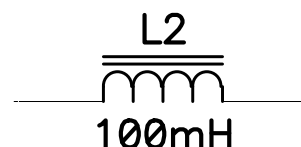
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Dławik

Oznaczenie elementu – L, Dł

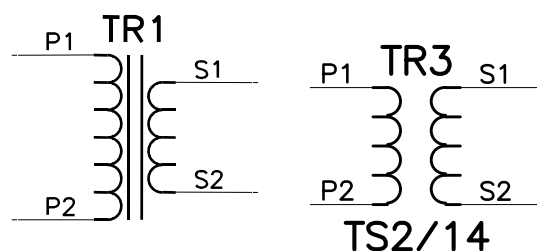
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Transformator

Oznaczenie elementu – TR

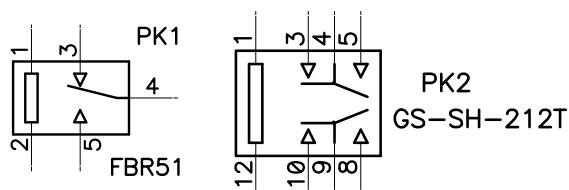
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Przekaznik

Oznaczenie elementu – PK

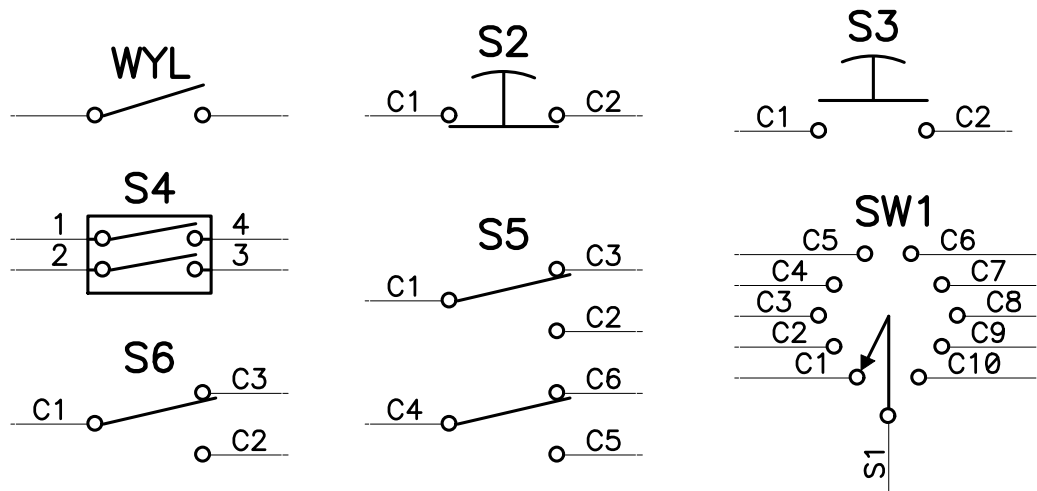
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Wylacznik

Oznaczenie elementu – WYL., S, SW

Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Bezpiecznik

Oznaczenie elementu – B, F

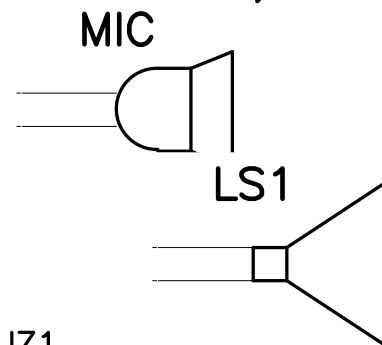
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Mikrofon

Oznaczenie elementu – M., MIC

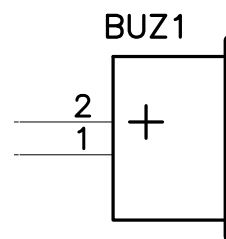
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Glosnik

Oznaczenie elementu – LS, Gl.

Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Buczek

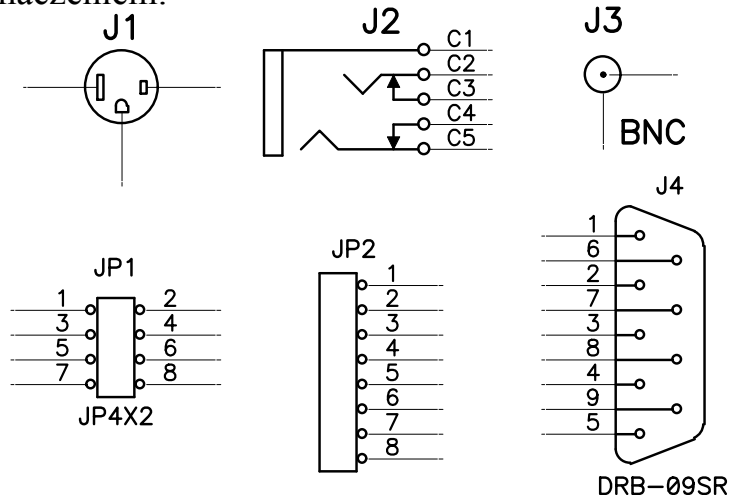
Oznaczenie elementu – BUZ

Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:

- Gniazda, Wtyki

Oznaczenie elementu – JP, J, Con.

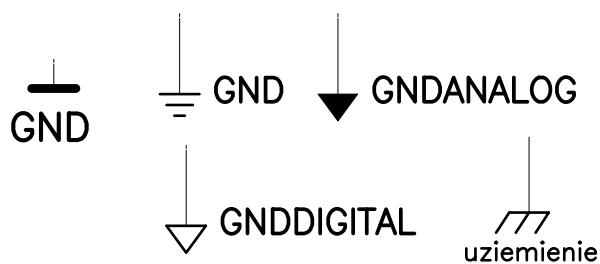
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Masa, Uziemienie

Oznaczenie elementu – GND, VSS

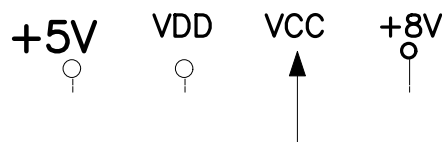
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Zasilanie

Oznaczenie elementu – +, VCC, VHH, VDD

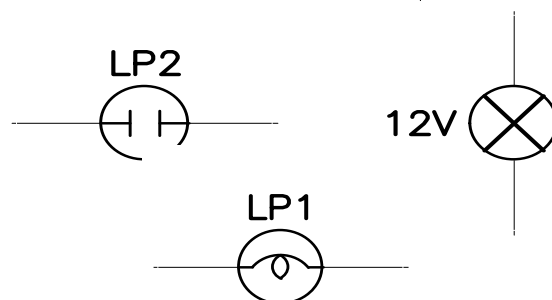
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Żarówka, Neonówka

Oznaczenie elementu – LP, Ż

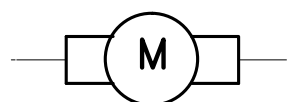
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Silnik

Oznaczenie elementu – M

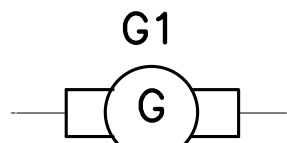
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Prądnicą, Generator

Oznaczenie elementu – G

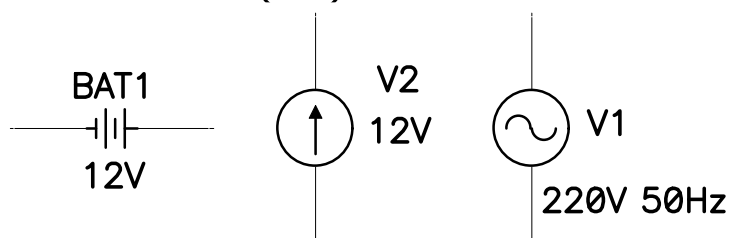
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Bateria, Źródło napięcia

Oznaczenie elementu – BAT, V

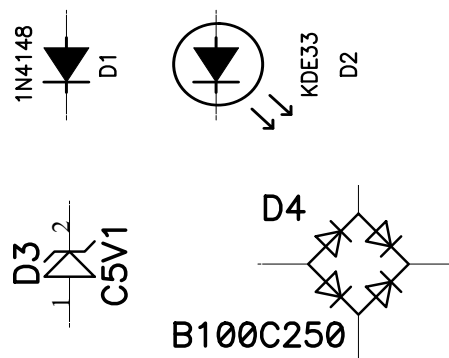
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Dioda, Mostek

Oznaczenie elementu – D

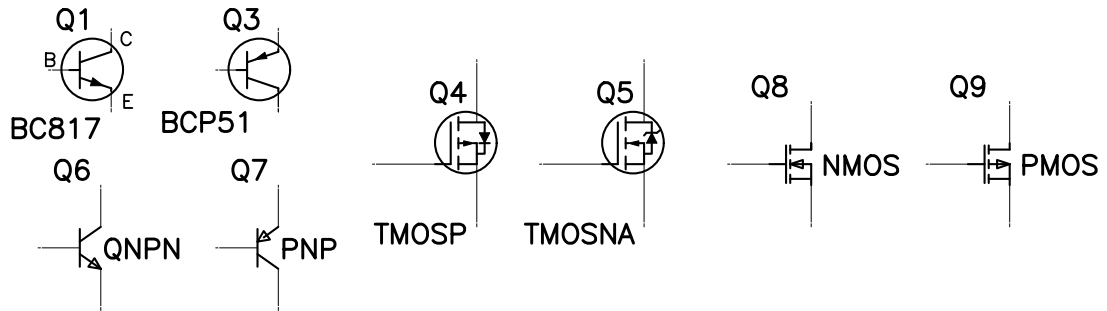
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Tranzystor

Oznaczenie elementu – T, Q

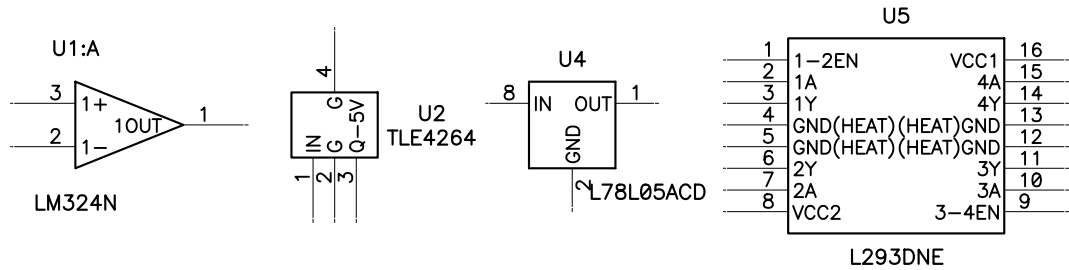
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Układy scalone analogowe

Oznaczenie elementu – U

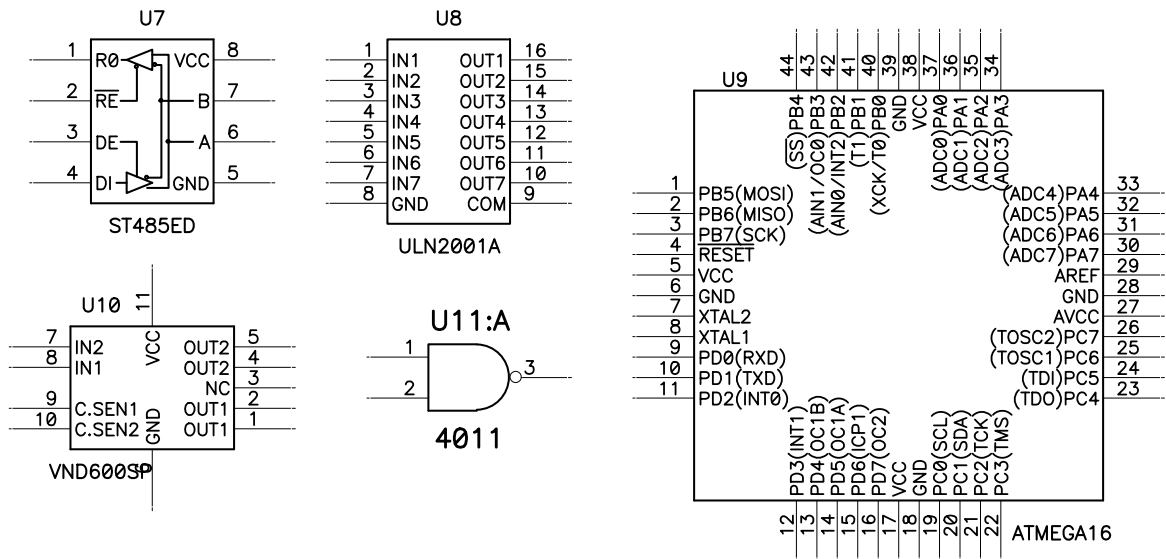
Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:



- Układy scalone cyfrowe

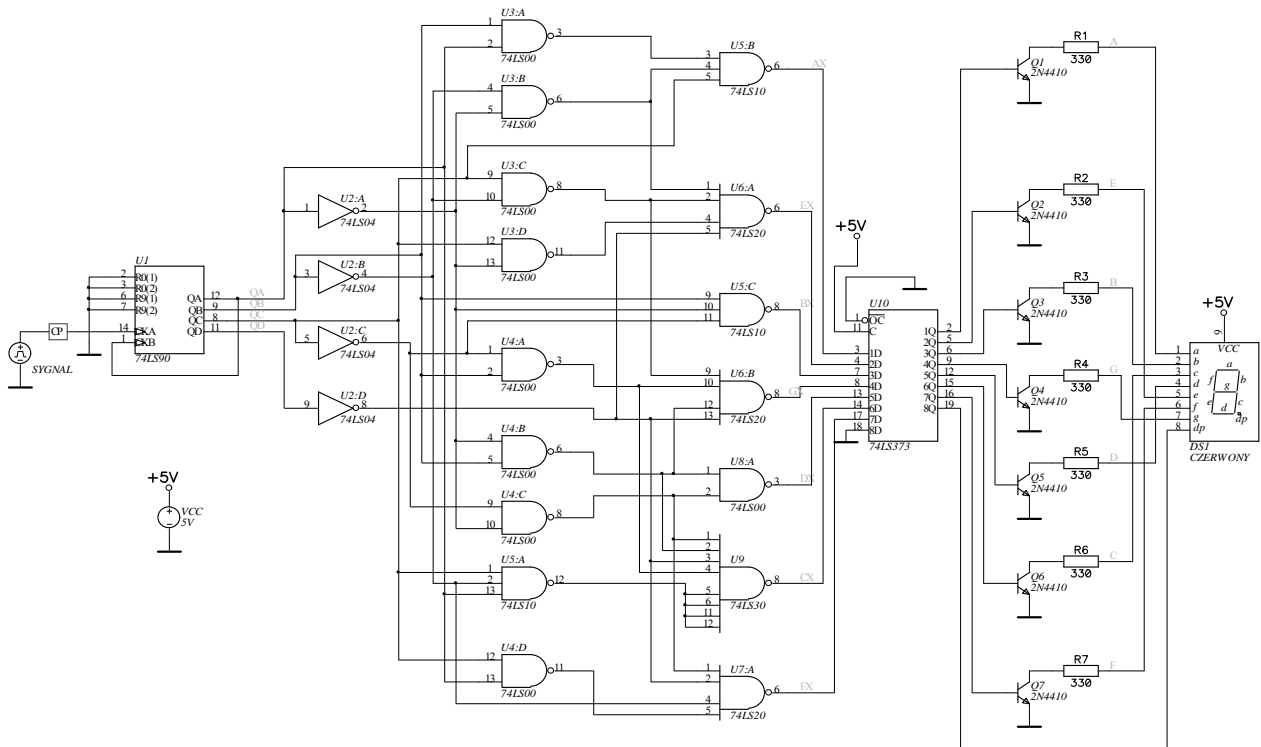
Oznaczenie elementu – U

Symbol graficzny wraz z oznaczeniem:

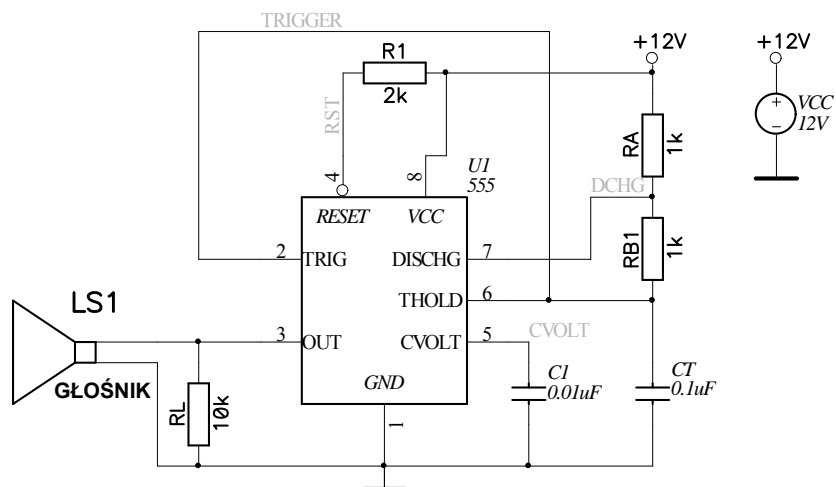


8.4. Wybrane schematy

Poniżej zamieszczono przykładowe schematy szczegółowe (rys. 8.3, rys. 8.4).

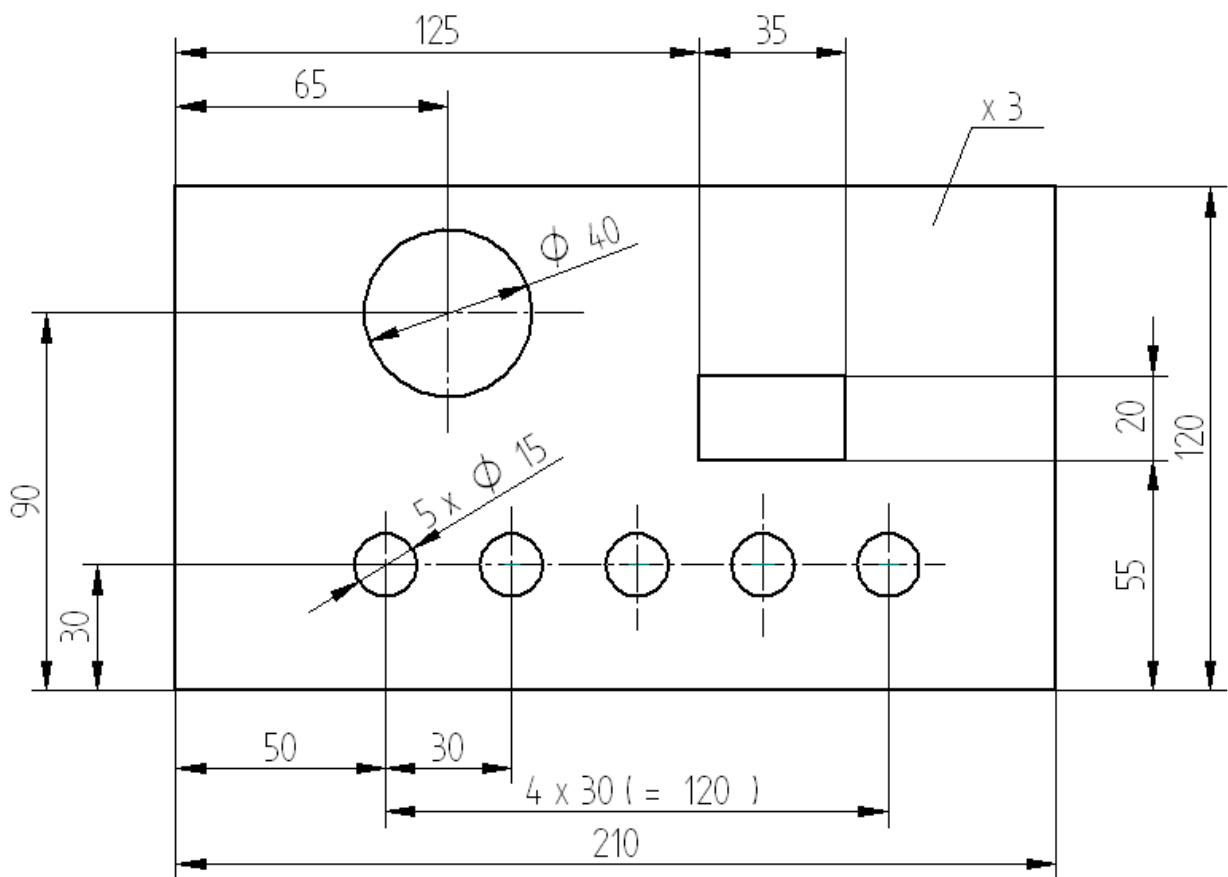


Rys. 8.3. Schemat szczegółowy Dekodera kodu BCD na kod 7 - segmentowy wyświetlacza LED

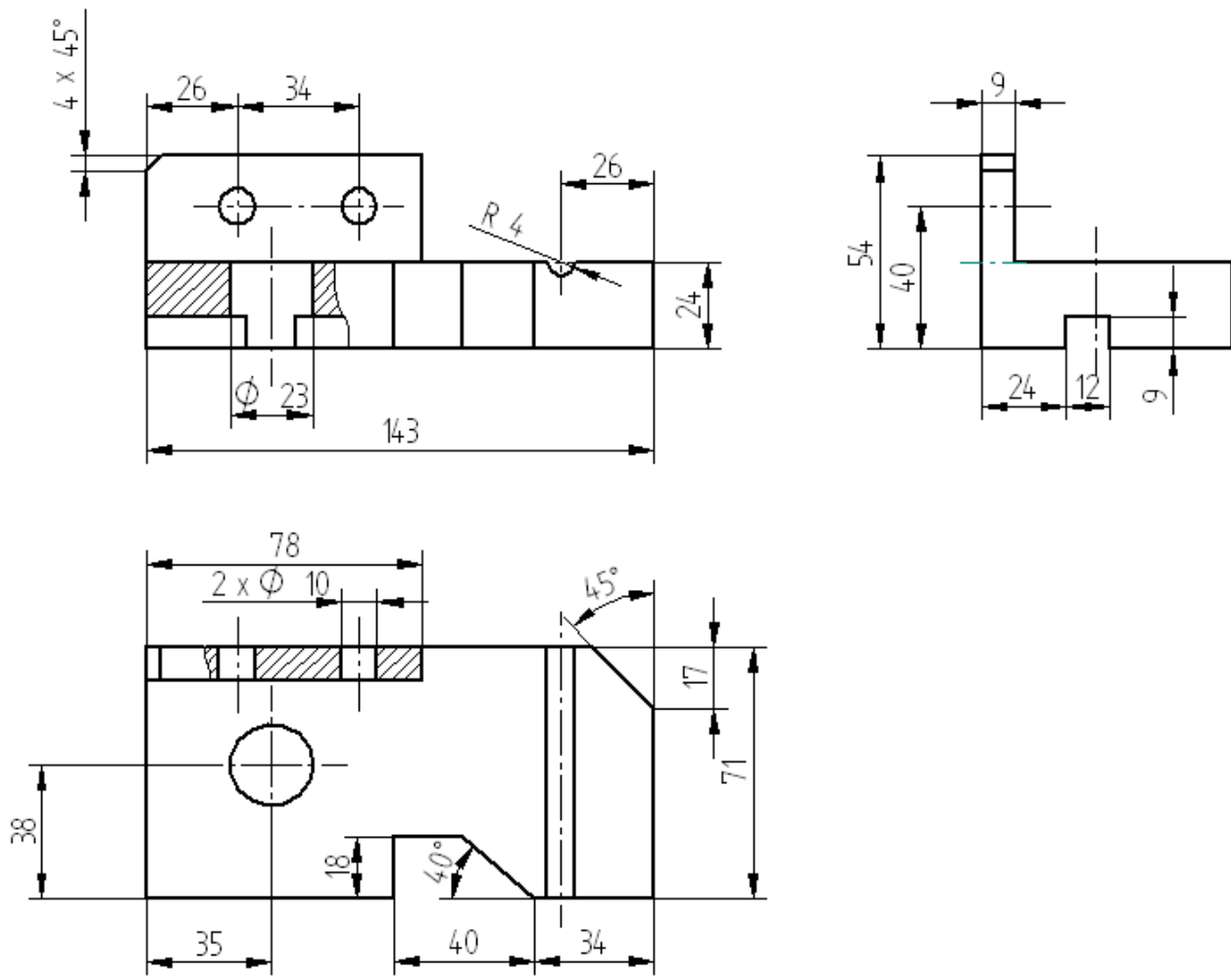


Rys. 8.4. Schemat szczegółowy generatora (multiwibratora astabilnego)

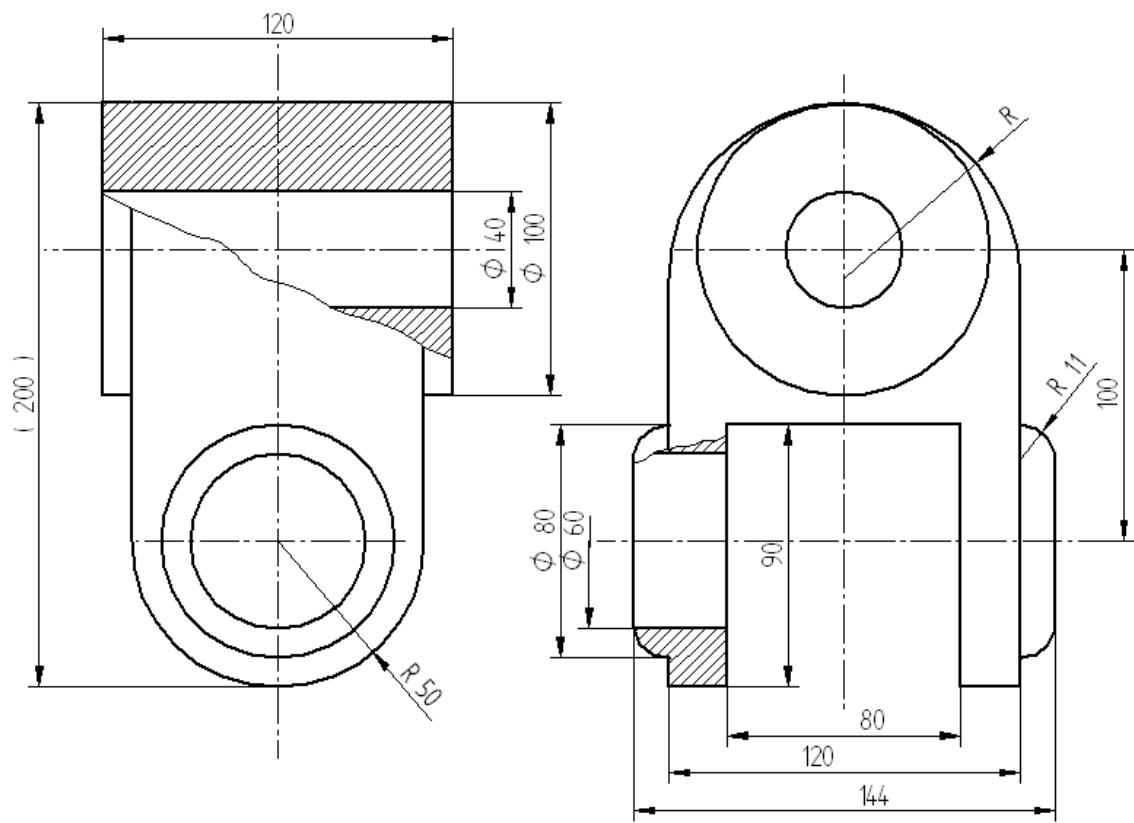
9. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA TEMATÓW ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH



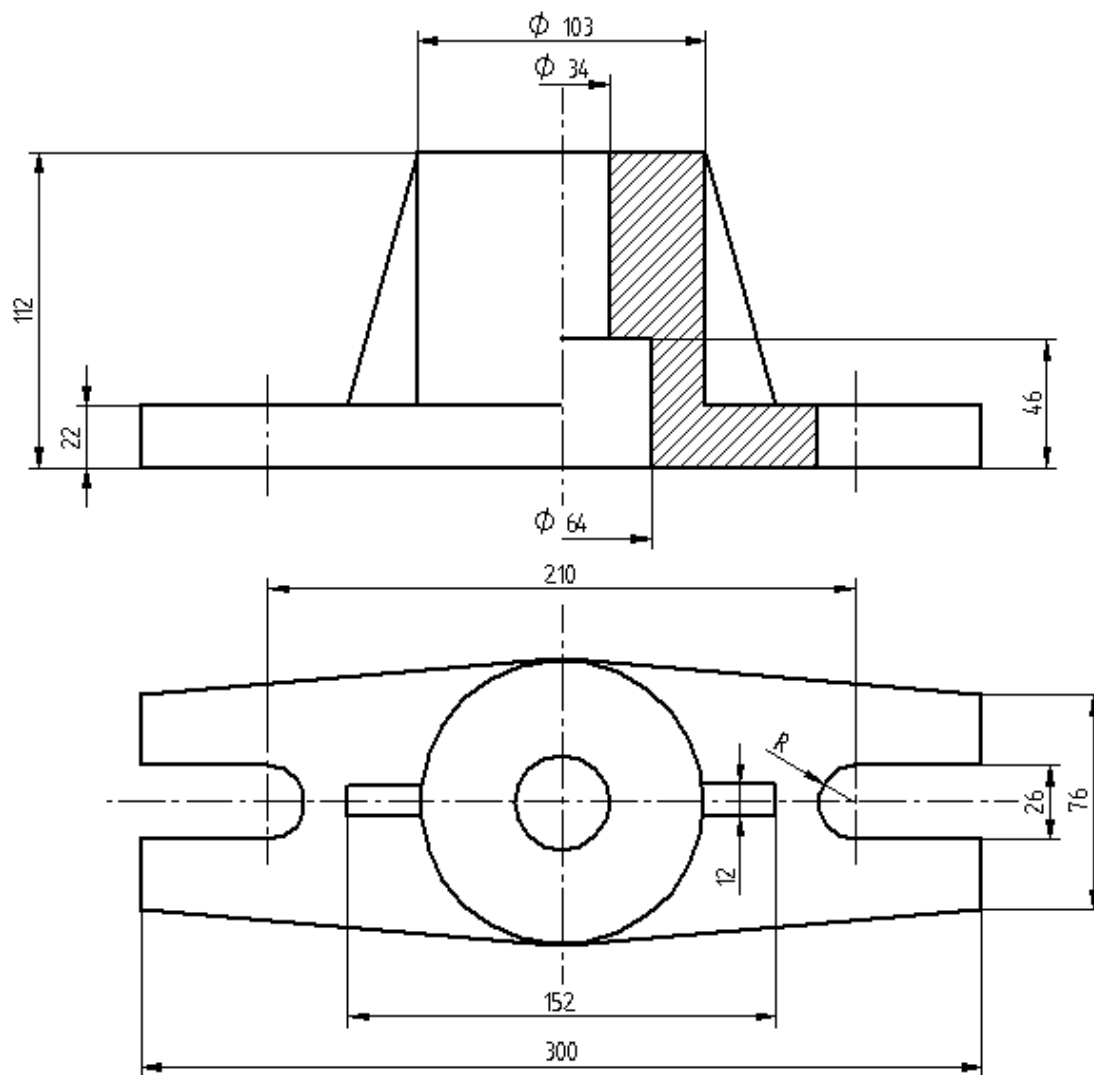
Rys. 9.1. Płytki PH



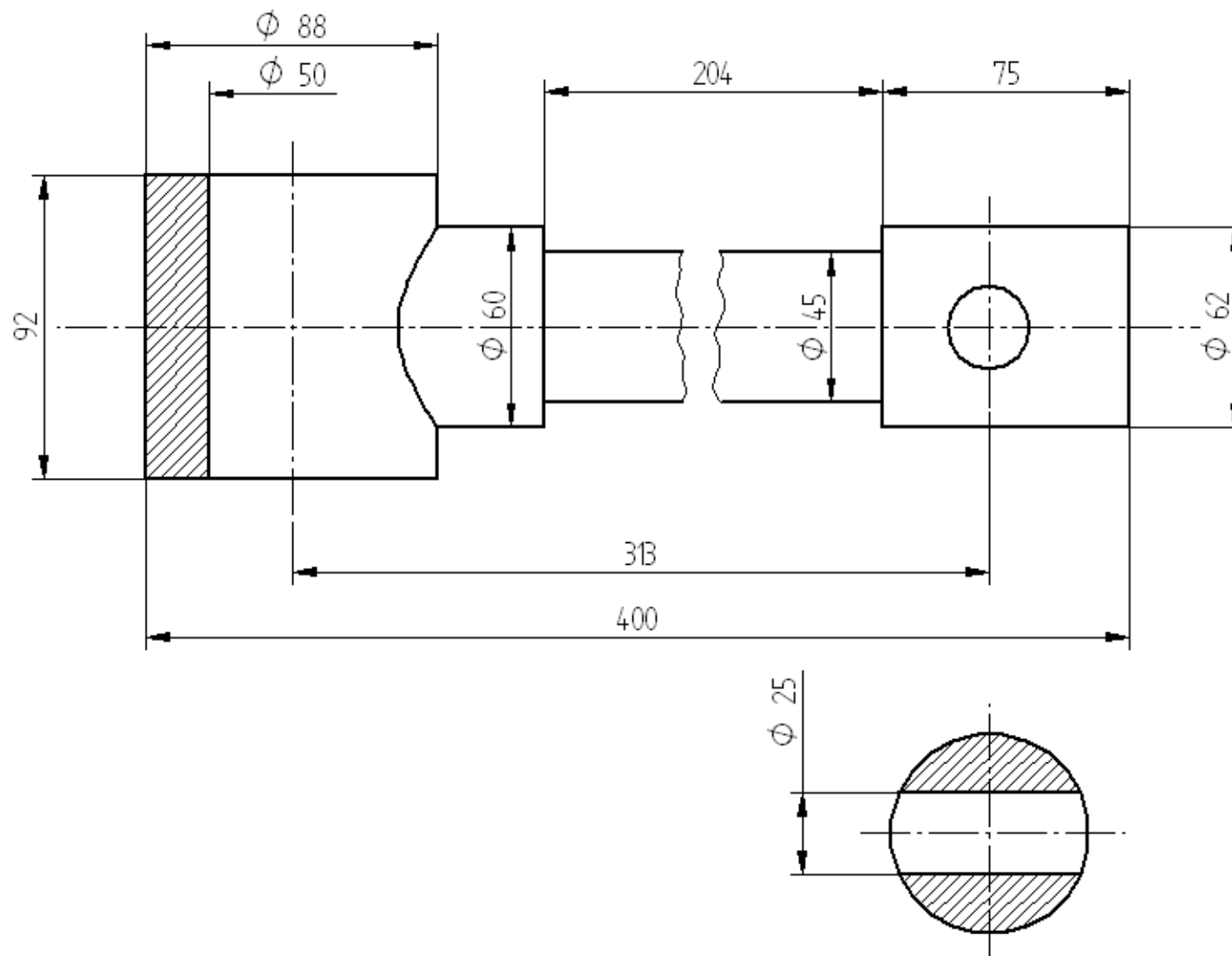
Rys. 9.2. Model Udz



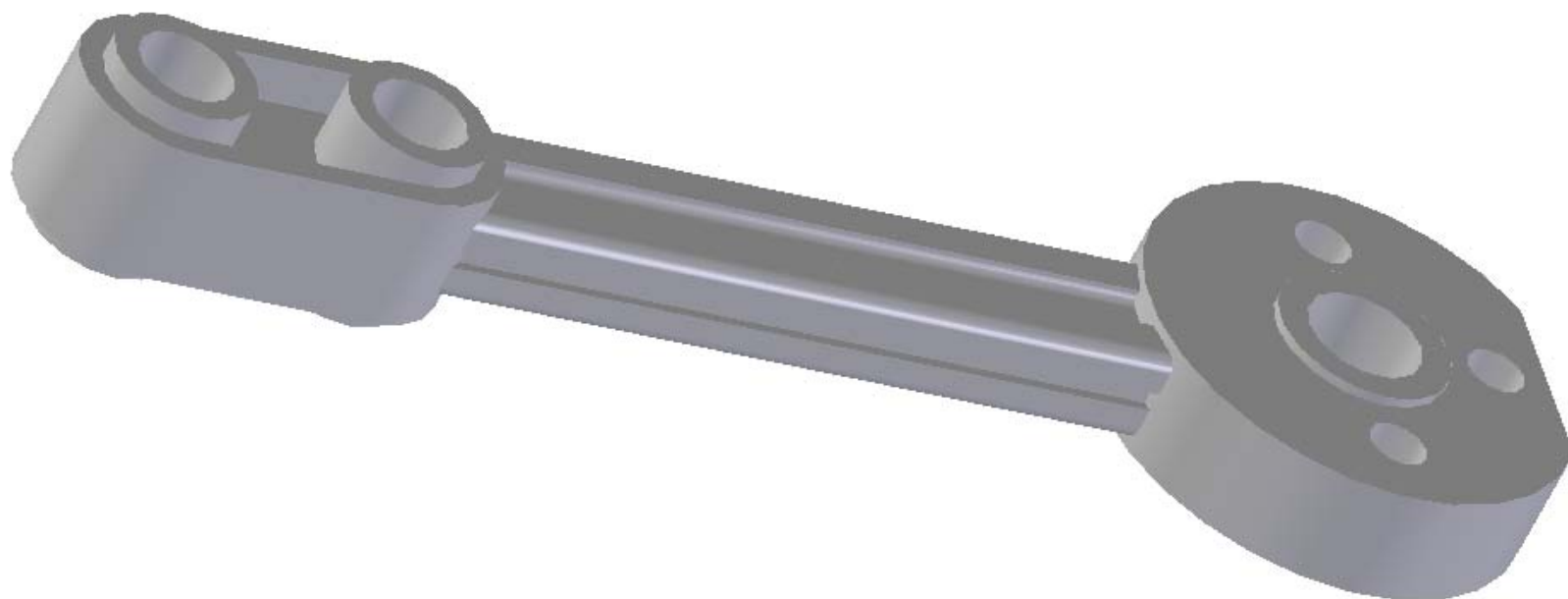
Rys. 9.3. Model UC



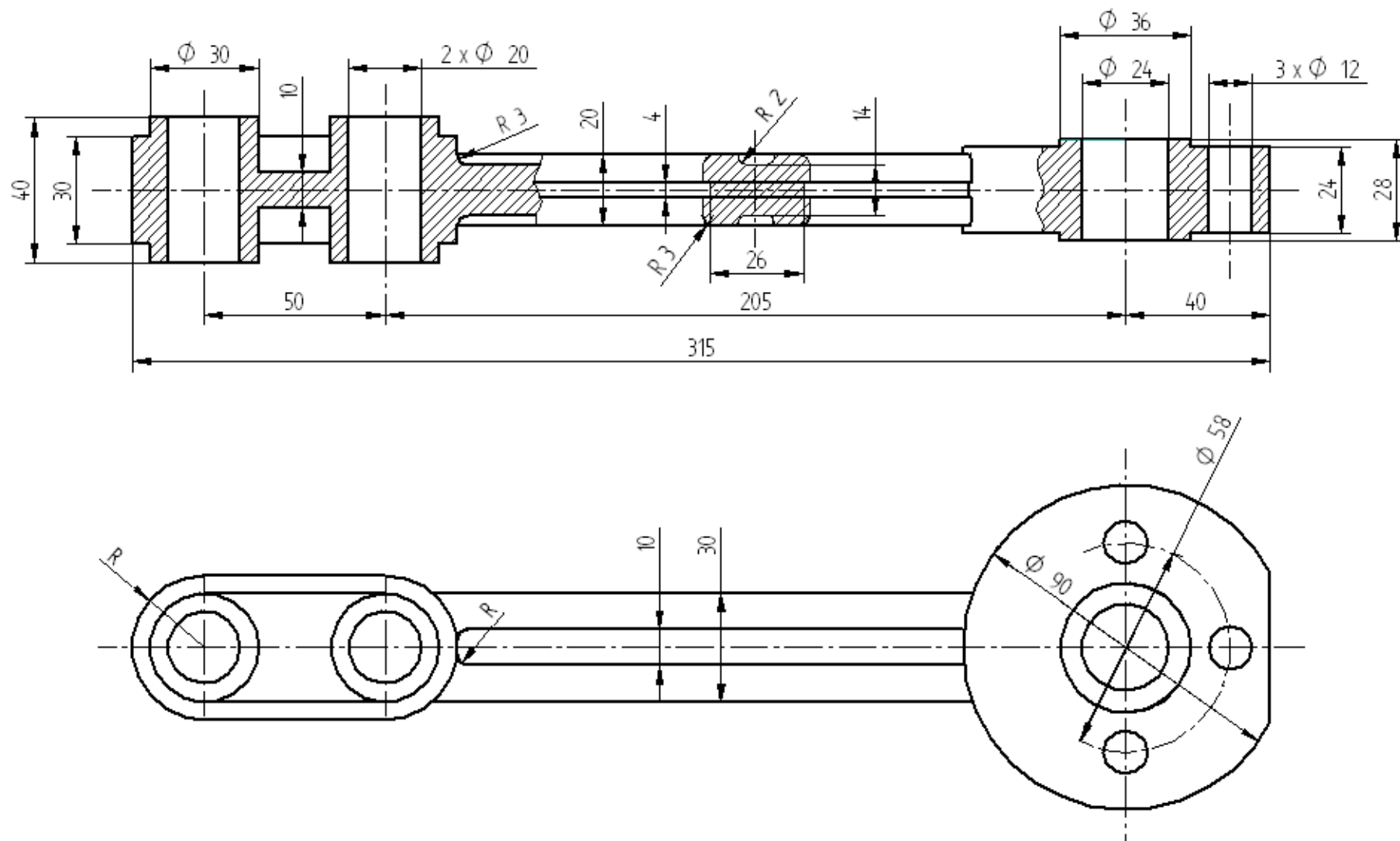
Rys. 9.4. Model UM



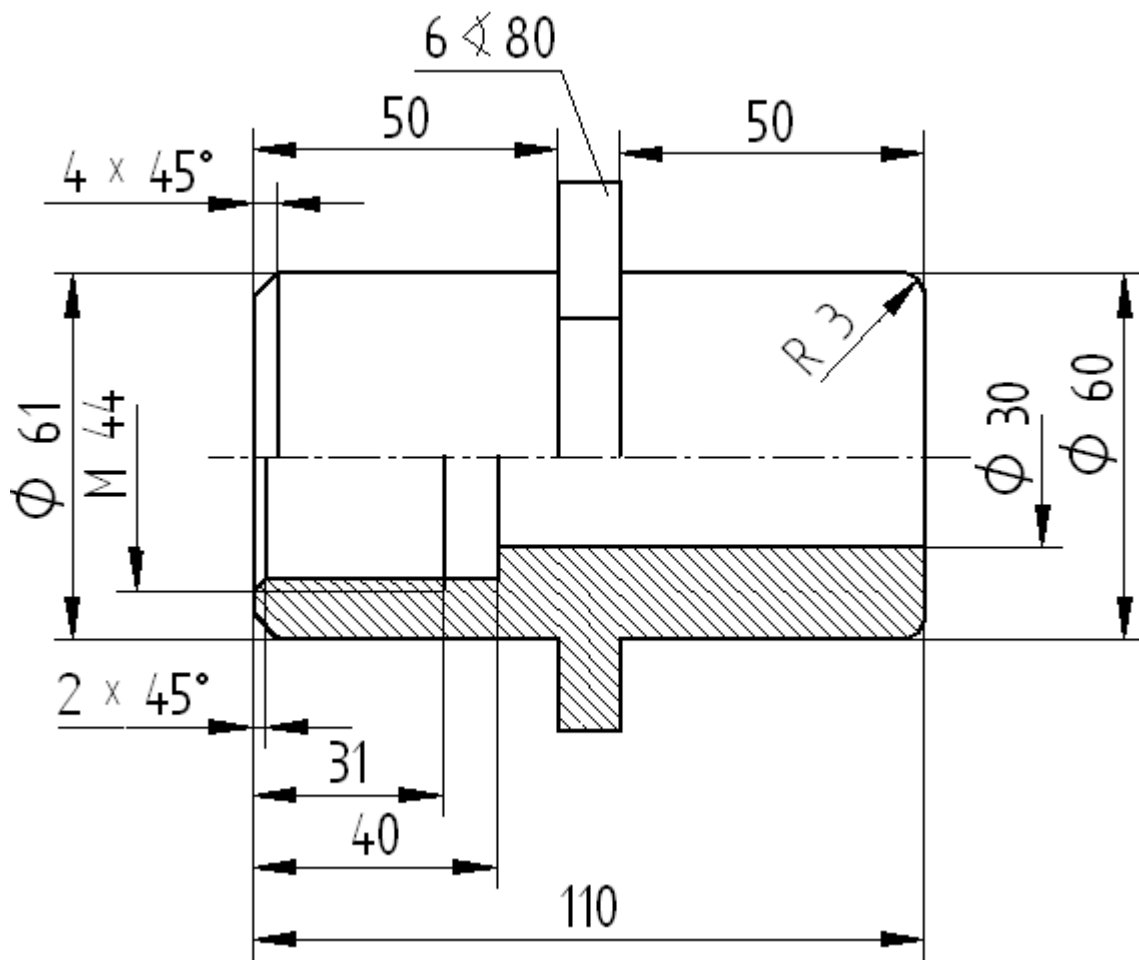
Rys. 9.6. Dźwignia I



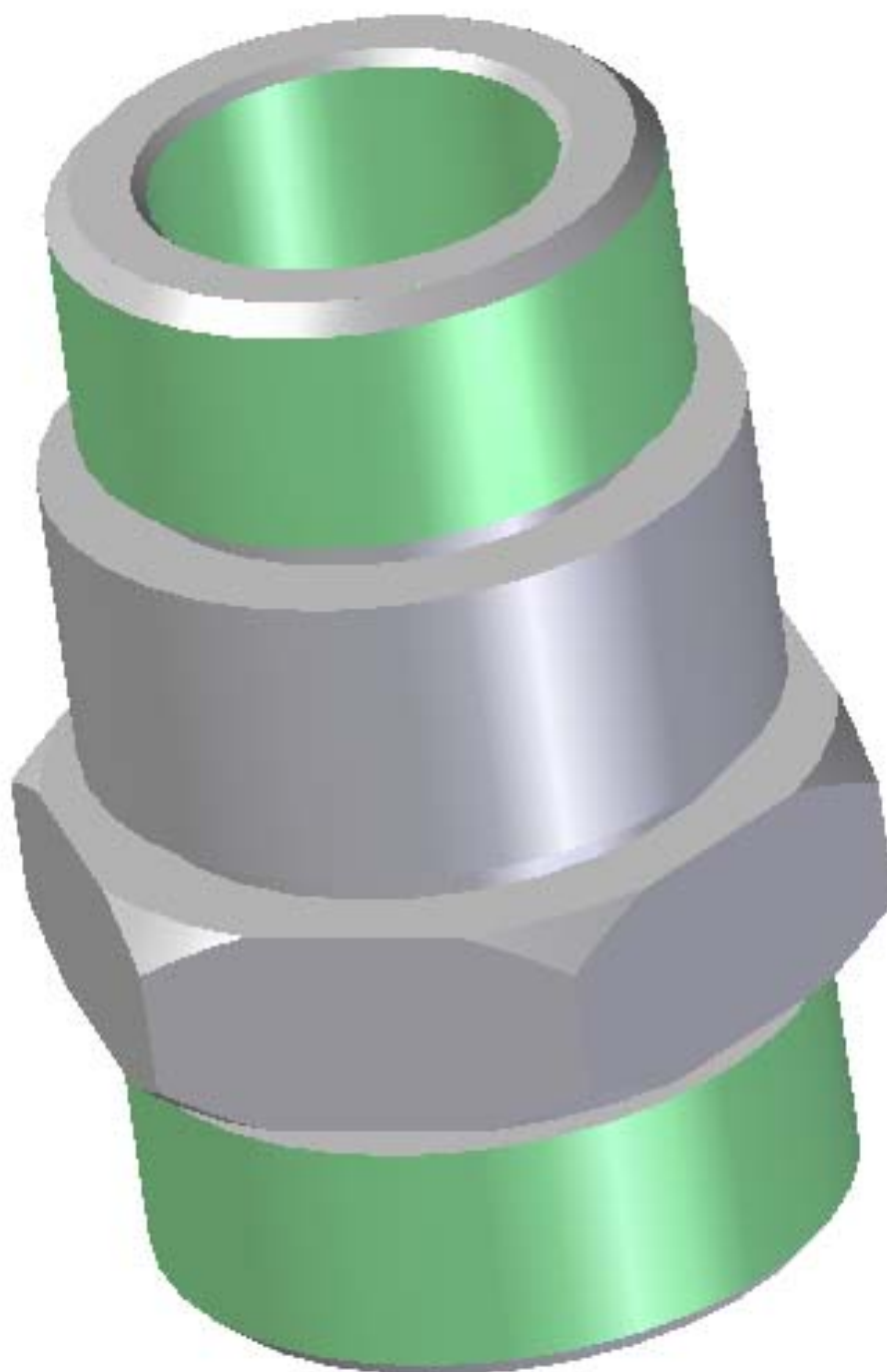
Rys. 9.7. Dźwignia II 3d



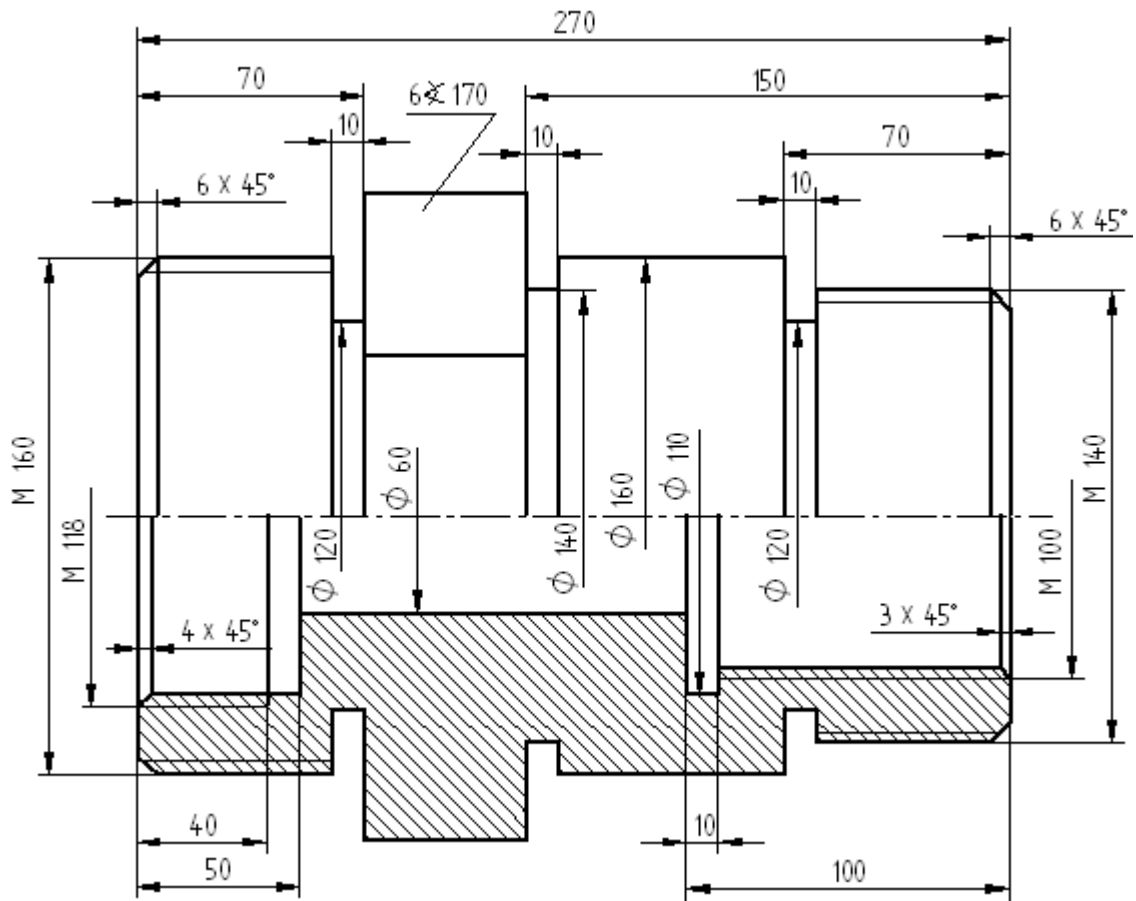
Rys. 9.8. Dźwignia II.



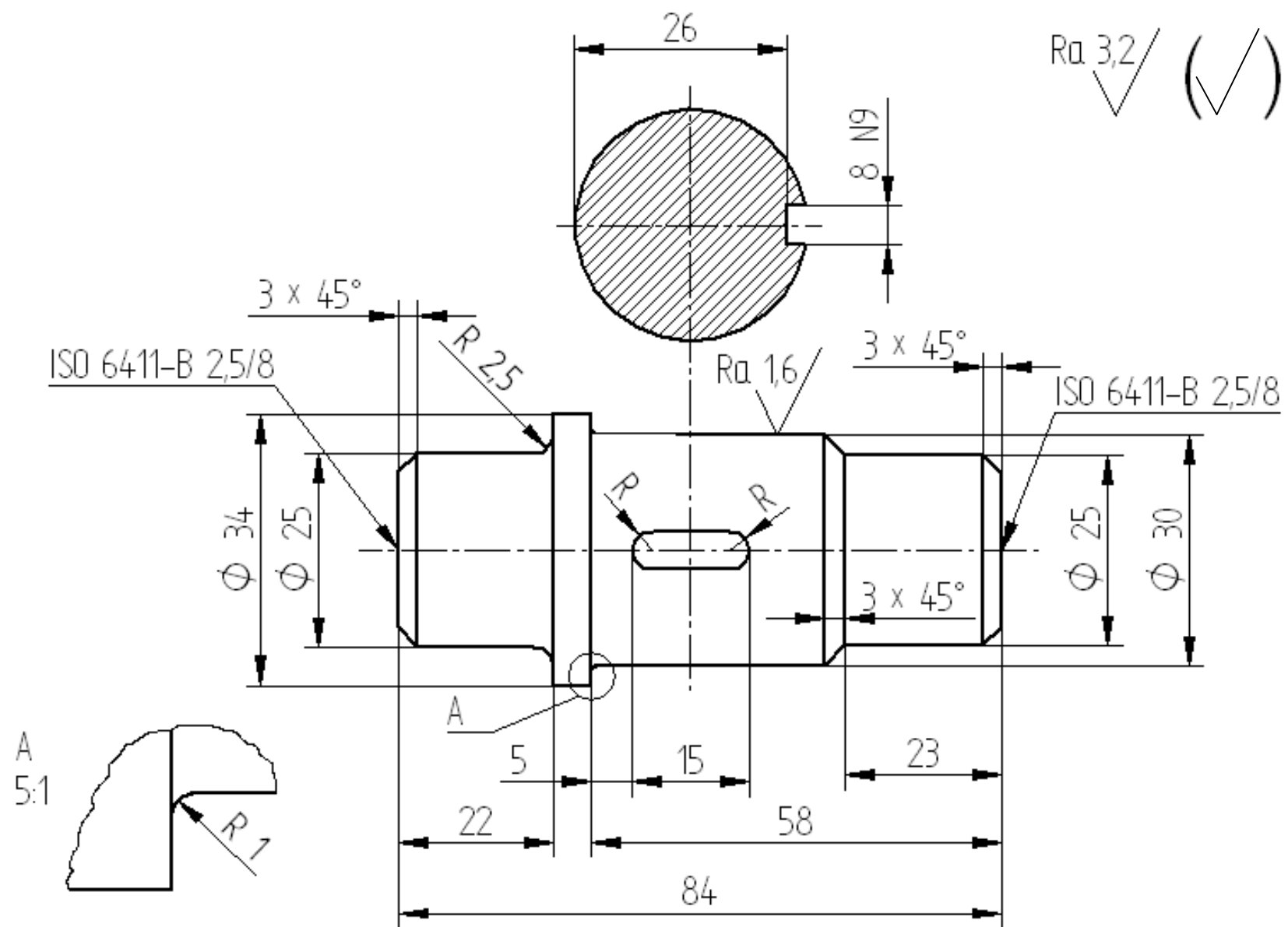
Rys. 9.9. Złączka I



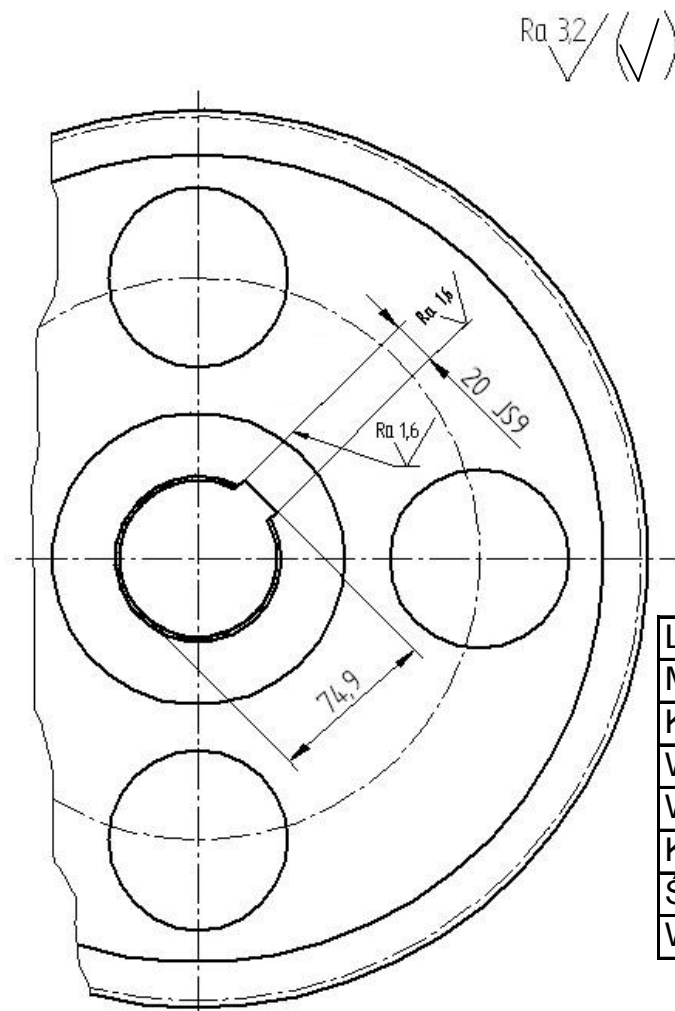
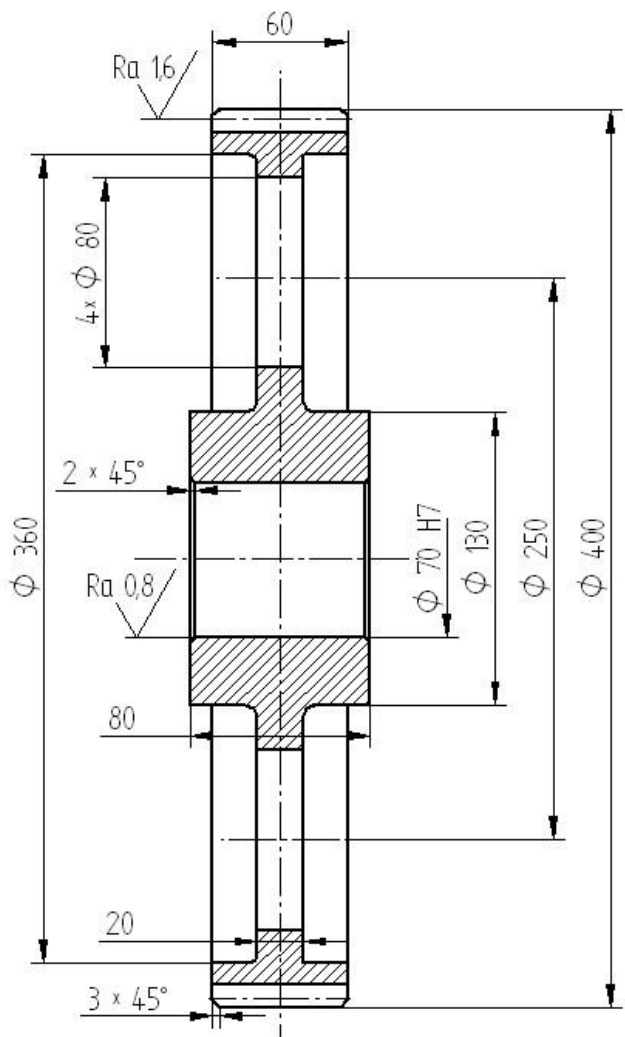
Rys. 9.10. Model UL 3d



Rys. 9.11. Złączka II

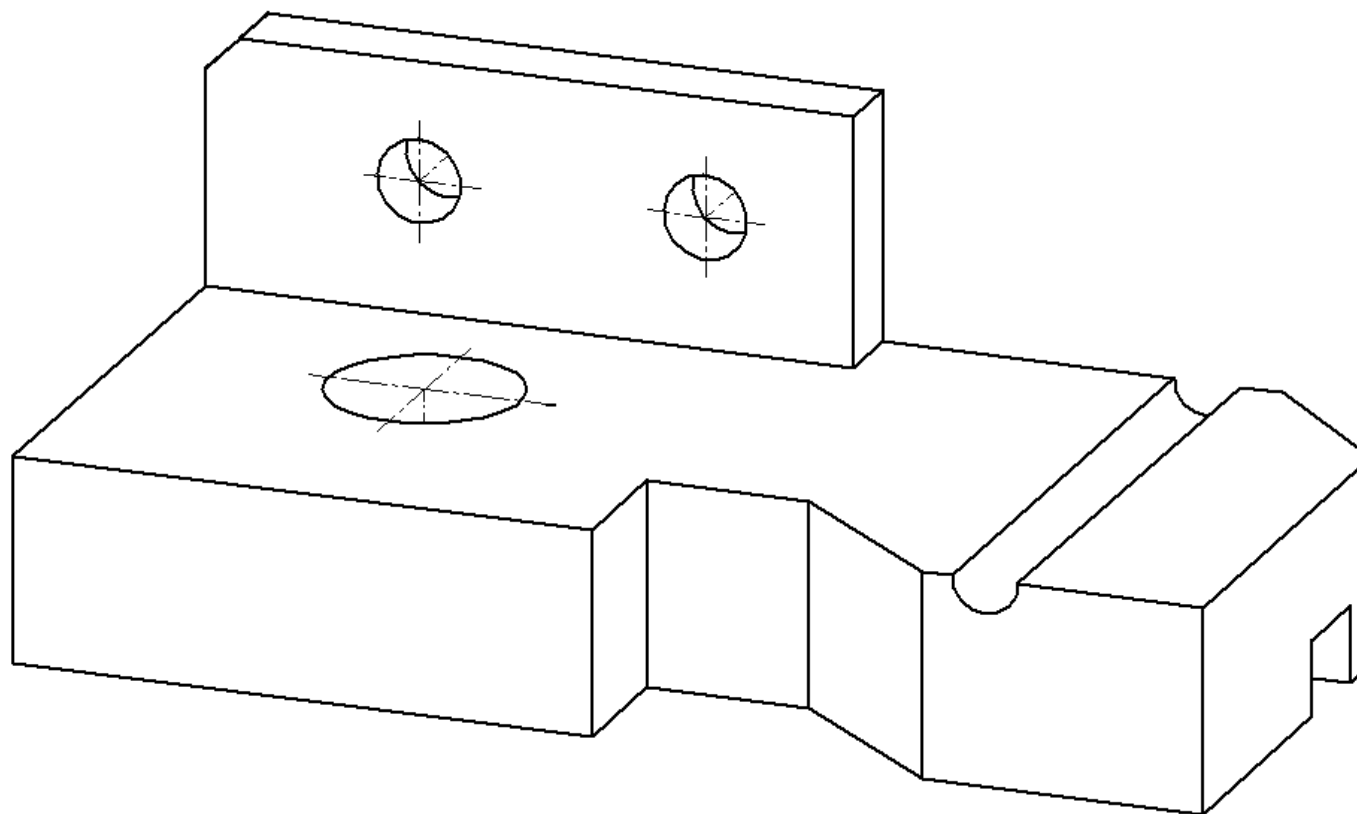


Rys. 9.12. Walek

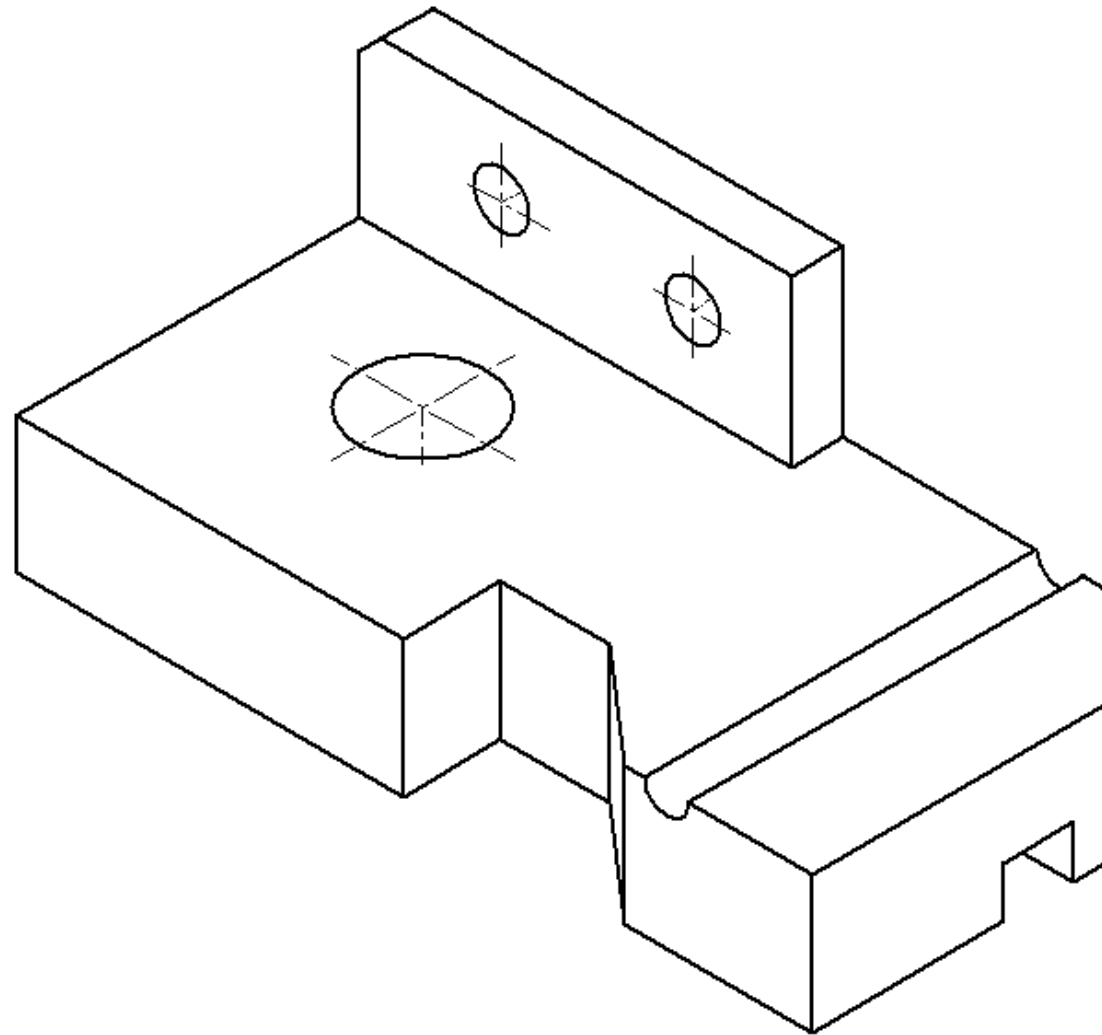


Liczba zębów	z	79
Moduł normalny	m	5
Kąt zarysu	α	20
Współ. wys. zęba	y	1
Współ. przes. zarysu	x	0
Klasa dokładności		7
Średnica podziałowa	d	395
Wysokość zęba	h	8,5

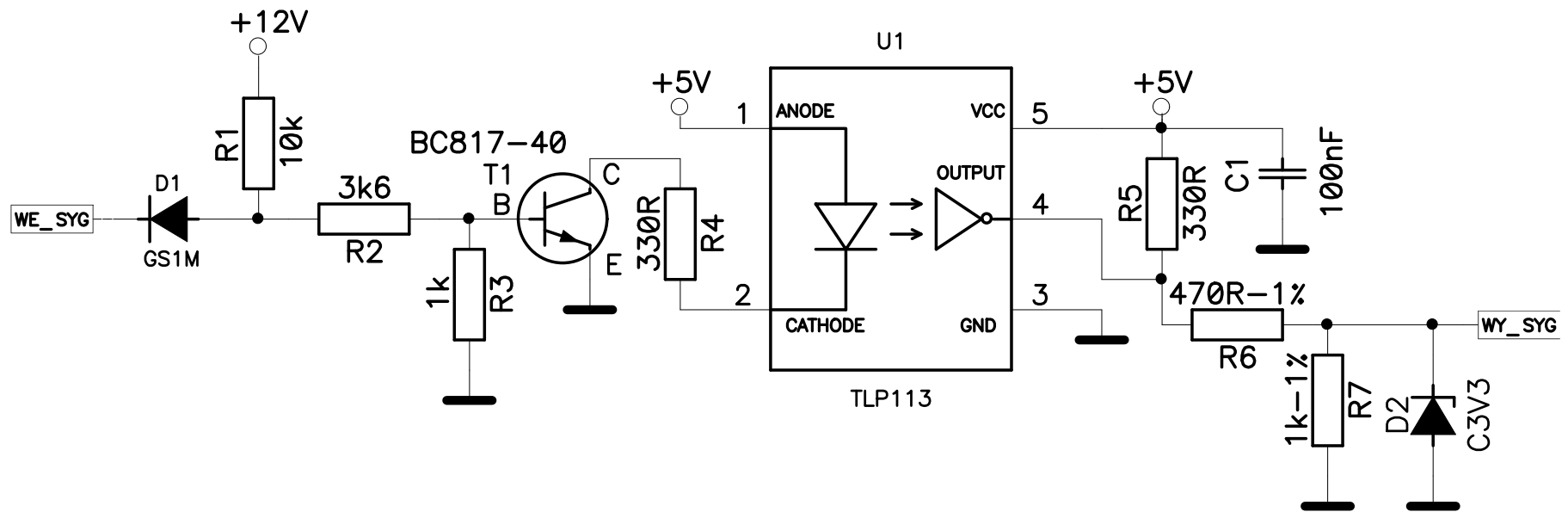
Rys. 9.13. Koło zębate



Rys. 9.14. Model UDZ; rzut aksonometryczny – dimetria



Rys. 9.15. Model UDZ; rzut aksonometryczny – izometria



Rys. 9.16. Obwód izolacji optoelektronicznej

Nr	Nazwa części lub zespołu	Ilość szt.	Nr normy lub rysunku	Materiał	Uwagi	7
Nazwa części			Wymiary nietolerowane wg			20
Politechnika Lubelska Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn	Kreślił		Podz.	Nr rysunku	Arkusz	30
	Nr grupy			Nr rysunku	Ilość ark.	
	Data					
45	25	30	15	40	15	

Rys.9.17. Tabliczka rysunkowa

BIBLIOGRAFIA

1. Bajkowski J.: *Podstawy zapisu konstrukcji*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
2. Bober A., Dudziak M.: *Zapis konstrukcji*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
3. Dobrzański T.: *Rysunek techniczny maszynowy*. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa 2004.
4. Lewandowski T.: *Rysunek techniczny dla mechaników*. WSiP, Warszawa 2003.
5. Polskie Normy. *Rysunek Techniczny i Rysunek Techniczny Maszynowy*.